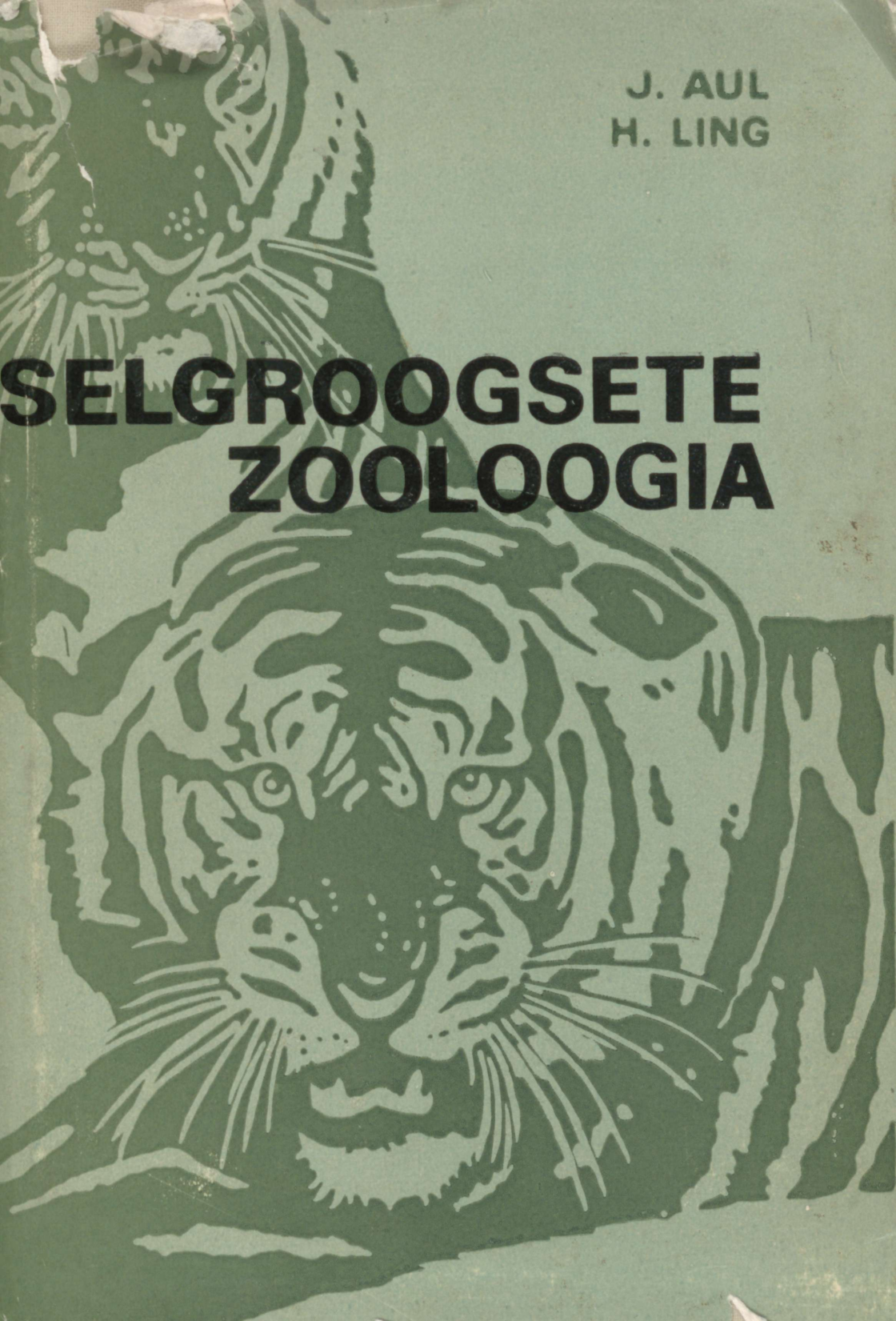
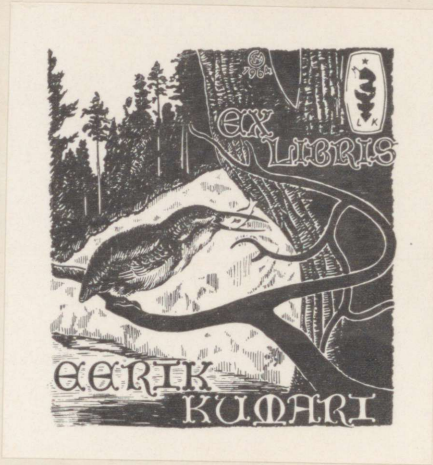
J. AUL
H. LING

SELGROOGSETE ZOOLOOGIA




EX LIBRIS
EERIK KUMARI

Lugupeetavale kolleegile
prof. E. Kumarile

Tartu, 10.09.09. autoritelt

Jitul, [illegible]

SELGROOGSETE ZOOLOOGIA

J. AUL, H. LING

SELGROOGSETE ZOOLOOGIA

Õpik kõrgematele koolidele

KIRJASTUS „VALGUS" • TALLINN 1969

596
A 92

УДК 596 (071.1)

Ауль, Ю., Линг, Х.

Зоология позвоночных
1969

Учебник назначается, в первую очередь, для студентов биологического отделения, но может служить и руководством для преподавателей биологии и всех интересующихся живой природой. В учебнике рассматриваются основные данные об анатомии, физиологии развитии, об условиях и образе жизни, географическом распределении и систематике позвоночных животных. Основной нитью, связывающей богатый фактический материал в одно целое, является эволюционная теория. Рис. 303. Библ. 46.

Kunstiliselt kujundanud *T. Aru*

Lubatud Eesti NSV Kõrgema ja Kesk-erihariduse Ministeeriumi poolt kasutada õpikuna Eesti NSV kõrgemates koolides bioloogia erialal

Kmr
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
43

2—10—6
27—69

Süstemaatiline zooloogia
on darvinismi kool

EESSÕNA

Käesolev õpik tahab täita selle lünga, mis meil ülikoolis selgroogsete zooloogia õppimisel ja õpetamisel esineb. Õpik on mõeldud eeskätt bioloogiaosakonna üliõpilastele, aga ka abivahendina geograafiaosakonna üliõpilastele. Ühtlasi tahab ta olla käsiraamatuks bioloogia õpetajaile oma teadmiste värskendamisel ning väikeseks teatmeteoseks kõikidele neile, kes loomade vastu huvi tunnevad.

Õpik püüab anda need üldised elementaarsed teadmised zooloogiast, mis on vajalikud igale bioloogile ja mis on aluseks zooloogidel eridistsipliinide (loomafüsioloogia, loomaökoloogia, loomageograafia, võrdleva anatoomia jne.) omandamisel. Õpik ei taha olla kuivaks konspektiks, mis tuleks «ära õppida», vaid töövahendiks, et asjaomaseid fakte ja seaduspärasusi mõista ja teadlikult omandada. Seetõttu on paiguti faktilist materjali rohkem esitatud kui seda aine raudvara nõuaks.

Loomavormide käsitlemisel on rõhk asetatud eeskätt kodumaa liikidele ja praktiliselt tähtsamatele rühmadele (luukaladele, lindudele, imetajatele). Koduloomadest antakse vajalikud teadmised nende päritolu, põlvnemise ja lähemate «sugulaste» kohta.

Et bioloogia-alaste distsipliinide käsitlemine tähendab eelkõige asjadest ja faktidest kujutluse omandamist, siis on küllalt suur osatähtsus joonistel. Sisikondade joonistest on siiski loobutud, sest neid analüüsitakse koos preparaatidega praktilistel töödel. Esitatud joonised tahavad anda kujutlusi loomade morfoloogiast ja anatoomiast ning elundite evolutsioonist, teisest küljest aga loomadest ja loomatüüpidest. Üldisi seaduspärasusi selgitatakse sageli skemaatiliste jooniste abil. Autorid teavad oma kogemustest, et need aitavad küllaltki keerukates küsimustes orienteeruda, aitavad teoreetiliselt ainet omandada.

Õpiku materjali valikul ja selle esitamisel on kogu aeg silmas peetud kaht printsiipi: evolutsiooni- ja aine komplekssе käsitlemise printsiipi. Faktid ilma neid siduva ja üldistava ning mõtestava ideeta ei moodusta veel teadust. Zoo-

loogias, nii nagu bioloogias üldse, on niisuguseks ideeks evolutsiooniidee, ja seda ongi siin juhtiva filosoofilise printsiibina järjekindlalt rakendatud. Lugejat püütakse harjutada igal sammul nägema ja mõistma evolutsiooni, püütakse teda õpetada evolutsionistlikult mõtlema. Ühtlasi püütakse hajutada arvamus, nagu oleks zooloogia ainult kirjeldav teadus.

Aine kompleksse käsitlemise printsiip tähendab seda, et kõiki küsimusi käsitletakse võimalust mööda seostatult, zooloogiliste eridistsipliinide küsimusi ja fakte ei vaadelda eraldi üksteisest, vaid seoses üksteisega. Konkreetselt tähendab see kõigepealt seda, et organite ehitus seostatakse nende talitluse ja ontogeneetilise arenguga ning loomade eluviisiga. Ka tähendab see organite ja nende talitluse võrdlevat ja süstemaatilist käsitlemist. Alles võrdlevanatoomilisel taustal ilmnevad need suured nihked, mis organid oma pikal fülogeneetilisel arenemisel on läbi teinud ja millised seaduspärasused selles valitsevad. Peamine rõhk langeb siin seega mitte küsimusele mis, vaid küsimustele kuidas ja mispärast.

Kompleksne käsitlus tähendab ka seda, et loomi ja nende kohastumusi käsitletakse seoses loomade elutingimustega, nende levikuga ja ajaloolise minevikuga. Loomaklasside süstemaatilisele ülevaatele on seetõttu antud rohkem ruumi kui seda tehakse enamikus sellekohastes õpikutes.

Peaaegu iga peatükk lõpeb küsimustega, millele vastamine ei tähenda õpitud teksti mõne fakti ülesütlemist, vaid nõuab mõtlemist ja loetu sisulist omandamist koos varasemate teadmiste rakendamisega. Muidugi aitavad need küsimused meelde tuletada ka faktilisi andmeid.

Oskussõnad ja osalt ka loomanimed on morfoloogia oskussõnade komisjoni põhimõtetel revideeritud ja ühtlustatud.

Õpiku kondikavaks olid J. Auli loengud TRÜ bioloogiaosakonna üliõpilastele, kusjuures lindude ja imetajate süstemaatilise osa ning ökoloogilised ülevaated töötas ümber ja täiendas H. Ling.

Autorid on teadlikud, et nende töö ei ole veel kõigiti ühtlik ja laitmatu. Nad on tänulikud kõigile, kes nende tähelepanu juhivad lünkadele ja puudustele.

Töö valmimisel on tõhusalt kaasa aidanud TRÜ Zooloogia kateedri kollektiiv, mille eest autorid on väga tänulikud.

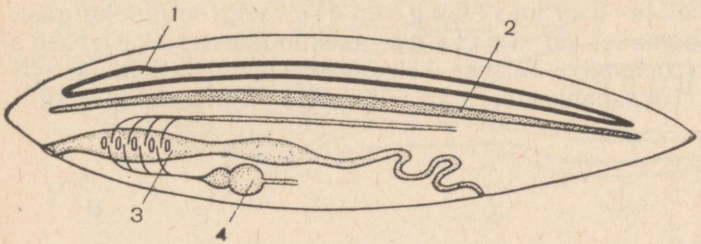
Tartus, 31. 01. 67. *Autorid*

KEELIKLOOMADE HÕIMKOND
(CHORDATA)

Kuulus prantsuse bioloog Lamarck jagas omal ajal (1794. a.) kogu loomariigi selgrootute ja selgroogsete rühmaks. Selgrootute nimetus on oma süstemaatilise tähenduse ammu kaotanud, seda kasutatakse vaid üldise kirjeldava nimetusena kõikide alamate loomade tähistamiseks. Selgroogsete mõiste seevastu on oma süstemaatilise tähenduse säilitanud: selgroogsed on keelikloomade hõimkonna alamhõimkond.

Peale selgroogsete kuuluvad keelikloomade hõimkonda veel järgmised alamhõimkonnad: ürgkeelikloomad, mantelloomad ja koljutud. Nende alamhõimkondade süstemaatiline kuuluvus selgitati alles möödunud sajandil. Selgroogsetega võrreldes on nad märksa madalamal arenguastmel.

Kõik loomahõimkonnad on oma fülogeneetilist arenemist alustanud väga algeliste vormidena, kusjuures need vormid on osaliselt säilinud tänapäevani. Seetõttu leiame igas loomahõimkonnas lisaks hilisemal ajal tekkinud kõrgematele vormidele ka mitmesuguseid minevikuvorme. Ürgkeelikloomad, mantelloomad ja koljutud keelikloomade hõimkonnas ongi niisugused minevikuvormid, ürgsete aegade loomastiku reliktid. Nad



1. joon. Keelikloomade ehitus. 1 — närvitoru, 2 — seljakeelik, 3 — neel (lõpusepiludega), 4 — süda.

aitavad meil kujutlust saada sellest arenemisteest, mis keelikloomade kõrgemad vormid on minevikus läbi teinud.

Ühised tunnused, mis kõiki väga erineval arengutasemel olevaid keelikloomi iseloomustavad, on järgmised (1. joon.).

1. **Süda** (kui see on olemas) asetseb loomal kõhtmiselt (ventraalselt). Selgrootutel asetseb see teatavasti selgmiselt (dorsaalselt).

2. **Kesknärvisüsteem** (aju) asetseb selgmiselt ja on seest õõnes, s. o. torutüüpi. See õõs kannab neurotsööli nimetust. Selgrootute kesknärvisüsteem asetseb looma kõhtmisel küljel.

3. Närvitoru ja seedekulgla vahekohal asetseb sisetoes erilaadse elundi — **seljakeeliku** (*chorda dorsalis*) kujul. See koosneb suurtest lamedatest tugevasti vakuoliseeritud rakkudest. Seljakeeliku järgi on kogu hõimkond saanud oma nimetuse.

4. Keelikloomade **hingamine** toimub seedekulgla eesosa kaudu. Alamatel keelikloomadel (veevormidel) on siin kummalgi pool neelu külgedel rida lõpusepilusid ja nende seintele kinnituvad tavaliselt lõpused; kõrgematel vormidel (maismaaselgroogseil) on lõpusepilud vaid looteeas ja asenduvad hiljem neelu kõhtmiselt küljelt väljasopistuvate hingamiselunditega — hingetoru ja kopsudega.

Lisaks nimetatud tunnustele iseloomustab keelikloomi veel rida teisi olulisi tunnuseid, mis aga on omased ka mõnedele selgrootute hõimkondadele.

1. Keelikloomad on **bilateraalsümmeetrilise** kehaehitusega loomad. See tunnus on neil teatavasti ühine teiste hulkraksete loomadega, välja arvatud ainuõõssed ja käsnad.

2. Mitmed keelikloomade organid asetsevad **metameerselt**: selgroolülid (kui need olemas on), perifeerne närvisüsteem (seljaajunärvid ja vastavad ganglionid), mitmed lihased, mitmed veresooned jne. Keelikloomadel on aga metameersus märgatavalt nõrgemini arenenud kui näiteks lülijalgsetel ja rõngussidel.

3. Lõplik **suuava** tekib karikloote ehk gastrula seina läbimurdumise teel, ürgsuu (gastropoori) vastasküljel. Keelikloomad on seega **teissuused** (deuterostoomsed) loomad. Loote ürgsuu kujuneb pärakuks. Teissuusus lähendab keelikloomi okasnahksetele ja harjaslõugsetele selgrootute hulgast.

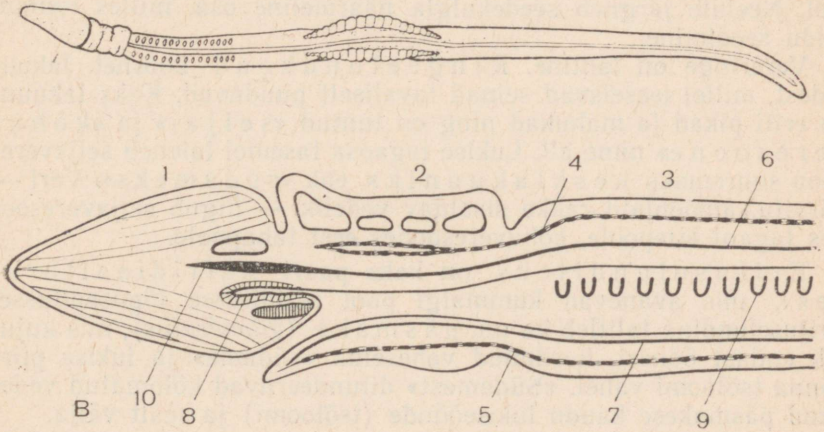
4. Keelikloomadel on teisene (sekundaarne) kehaõõs ehk **tsöloom** (*coeloma*). Teisene kehaõõs iseloomustab teatavasti ka rõngusse, okasnahkseid, harjaslõugseid, limuseid ja lülijalgseid.

ÜRGKEELIKLOOMADE ALAMHÕIMKOND *(HEMICHORDATA)*

Ürgkeelikloomade alamhõimkonda kuuluvad vähesed ussilaadsed mereloomad, keda kaua aega peeti selgrootuiks. Alles 1880. a. eraldas inglise teadlane Balfour nad iseseisvaks alamhõimkonnaks.

Ürgkeelikloomadest on kõige tuntumad näiteks **lukisussid** (*Balanoglossus*). Need on mõne sentimeetri kuni paari meetri pikkused merede rannalähedases liivases põhjas elutsevad loomad.

Ürgkeelikloomade keha jaotub kolmeks osaks: lukiseks ehk kärsaks, kaeluseks ja kereks (2. joon., A). **Lukis** kujutab endast tõrujat lihasterikast liikumiselundit. **Kaelus** on lamendunud võru kujuline ja eritab rohkesti lima, mis looma kaitseb ja ta edasiliikumist (tuhnimist) soodustab. **Kere** eesosa kummalgi küljel avaneb rida l õ p u s e p i l u s i d, kere lõpul leiame p ä r a k u.



2. joon. A — lukisuss. B — lukisussi pikilõige. 1 — lukis, 2 — kaelus, 3 — kere, 4 — selgmine närviväät, 5 — kõhtmine närviväät, 6 — selgmine veresoon, 7 — kõhtmine veresoon, 8 — seljakeelik, 9 —lõpusepilud, 10 — «süda».

Keha on kaetud ainukihilise ripsepiteeliga. Epiteeli all leiame silelihasrakkude kihi. Epiteel koos lihasrakkudega moodustab **nahklihasmõigu**, samuti nagu paljudel selgrootutel.

Närvisüsteem koosneb epiteeli all asetsevast närvirakkude põimikust ja selgmisest ning kõhtmisest **närviväädist** (2. joon., B). Kaeluse piirkonnas laskub selgmine närviväät sügavamale ja on siin kõhtmise närviväädiga ringja kommissuuri varal ühenduses. Samas võib selgmises närviväädis (ajutiselt) täheldada õõnt, mida võiks pidada neurotsööliks. Eristunud meeleelundid puuduvad.

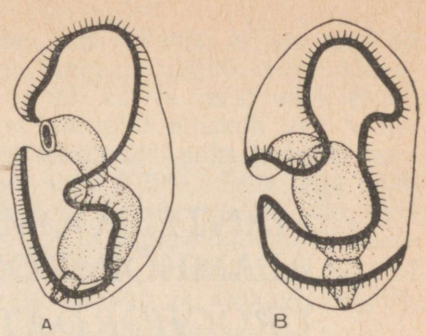
Tsöloom jaotub üheks paarituks ja kaheks paariliseks osaks. Paaritu osa asetseb lukises, eesmine paariline osa kaeluses, tagumine — keres. Lukise piirkonnas on tsöloom lukiseurvete ja kaeluse piirkonnas kaeluseurvete varal välismaailmaga ühenduses. Nimetatud urvete kaudu pääseb vesi vastavasse tsöloomiossa ja sealt välja, mistõttu lukis ja kaelus võivad suureneda ja aheneda, omandades seega mõnevõrra sarnasust okasnahksete ambulakraaljalakestega.

Seedekulgla eesosa — suuõõne — selgmiselt küljelt sopistub lukise suunas välja paaritu, suurtest vakuoliseeritud rakkudest koosnev jätke. Paljud teadlased peavad seda jätket algeliseks **seljakeelikuks.** Jätke ebatavaline asukoht lubab selles siiski kahelda, seda enam et selle all leiame väikese sidekoelisest materjalist toesplaadi, mida tõelise seljakeeliku all ei tunta. Suuõõnele järgneb neel. Selle selgmine osa on kummalgi pool rea **lõpusepilude** varal välismaailmaga ühenduses. Iga lõpusepilu on peaaegu kaheks jaotunud keelja ripiku abil, milles on rikkalikult verelakuune ja mis etendab lõpuse osa. Lõpusepilude kaudu väljub vesi neelust. Vee paneb liikuma suu- ja neeluõõne ripsepiteel. Neelule järgneb seedekulgla näärmeline osa, milles toimub toidu seedimine.

Vereringe on lahtine. Ringeelundkond koosneb lakuunidest, millel iseseisvad seinad tavaliselt puuduvad. Kaks lakuuni on eriti pikad ja mahukad ning on tuntud «selja-» ja «kõhuveresoone» nime all. Lukise tagaosa tasemel laieneb seljaveresoon suuremaks kesklakuuniks ehk «südameks». Veri — värvitu, amööbjaid rakke sisaldav vedelik — liigub seljaveresoones tagant ettepoole, kõhuveresoones eest tahapoole.

Erituselunditeks on kaks paari nefridiaaltorukesi, mis avanevad kummalgi pool eesmisesse lõpusepilusse. Erituselundina talitleb ka nn. päsmake (*glomérulus*), mis kujutab endast õõnest, kurdunud vaheseina «südame» ja lukise piirkonna tsöloomi vahel. «Südamest» difundeeruvad kõlbmatud vedelikud päsmakese kaudu lukiseõõnde (tsöloomi) ja sealt välja.

Ürgkeelikloomad on lahksugulised (gonohoristid), kusjuures isas- ja emasgonaadid on teineteisega väga sarnased. Nad asetsevad kotjate moodustistena ridamisi kummalgi pool soolt,



3. joon. Meretähe vastne bipinnaria (A) ja lukisussi vastne tornaaria (B).

kust nad lühikeste viimakäikude kaudu kere selgmisele pinnale avanevad. Sugurakud satuvad seega vette, viljastumine on väline.

Enamiku ürgkeelikloomade arenemine toimub moonde teel. Vastne, nn. **tornaaria**, on väga sarnane okasnahksete vastsetega, mistõttu teda kaua aega peetigi mingi meretähe vastseks (3. joon.).

Lõpusepilud on kahtlemata tunnus, mille alusel võiks ürgkeelikloomad keelikloomade kilda arvata. Väga võimalik, et sellisteks tunnusteks on ka «seljakeelik» ja selgmine närviväät oma «neurotsööliga». Rida tunnuseid — vereringeelundid, nahklihasmõik, kõhtmine närviväät — on siin aga niisugused, mis neid keelikloomadest eraldavad ja rõngussidele lähendavad. Vastne, tornaaria, seob neid koguni okasnahksetega.

Ürgkeelikloomad ei ole seega veel «korralikud» keelikloomad. Nad on vahevormid ühelt poolt okasnahksete ja rõngusside, teiselt poolt kõrgemate keelikloomade vahel.

MANTELLOOMADE ALAMHÕIMKOND *(TUNICATA, UROCHORDATA)*

Mantelloomad ehk tunikaadid on väga mitmesuguse kehalaadiga (haabitusega) mereloomad. Osa neist on sessiilsed, osa pelaagilised; osa on üksikindiviidid, osa moodustab kolooniaid.

Prantsuse zooloog Cuvier pidas mantelloomi vahevormideks «kiireliste» ja usside vahel. Hiljem paigutati nad limuste hõimkonda. Alles 1866. a., tänu vene teadlase A. O. Kovalevski põhjapanevatele uurimistele meretuppede arengu alal, sai võimalikuks arvata nad keelikloomade hulka.

Mantelloomade eritunnuseks on nende omapärane väliskest — **mantel** ehk **tuunik.** See on keha seina katteepiteeli eritussaadus ja sarnaneb seega kutiikuliga, olles siiski eri vormidel eri konsistentsiga (poolkõva, nahkne, sültjas). Tüüpilisest kutiikulist erineb mantel selle poolest, et temasse tungib mesodermirakke, mis annavad talle sidekoelise ilme. Ka sisaldab ta tunitsiini, mis oma keemiliselt koostiselt sarnaneb tselluloosiga ja on seega ainulaadseks aineks loomariigis. Mantelloomade vererakkudes leidub värvilisi vanaadiumiühendeid. Nähtavasti on siin tegemist erilaadsete hingamispigmentidega.

Mantelloomad on eristunud kolmeks rühmaks (klassiks): ripikloomad, meretuped ja salbid.

MERETUPPEDE KLASS *(ASCIDIÁCEA)*[1]

Meretuppede ehk astsiidide klassi kuulub valdav enamik mantelloomi (kaugelt üle 1000 liigi). Täiskasvanult on nad enamikus üksikindiviidid.

Tavaline meretupp (*Ascidia méntula*) on umbes 10 cm kõrgune kotjas loom (4. joon., A). Ühe otsaga kinnitub ta põhjale, teine ots on vabalt vees ja lõpeb kahe toruja «jätkega». Ülemine jätke algab suuavaga ja kannab **suusifooni** nimetust, külgmine jätke lõpeb kloaagiavaga ja seda nimetatakse **kloaagisifooniks.** Suusifoon asetseb looma kõhtmisel, kloaagisifoon — selgmisel küljel.

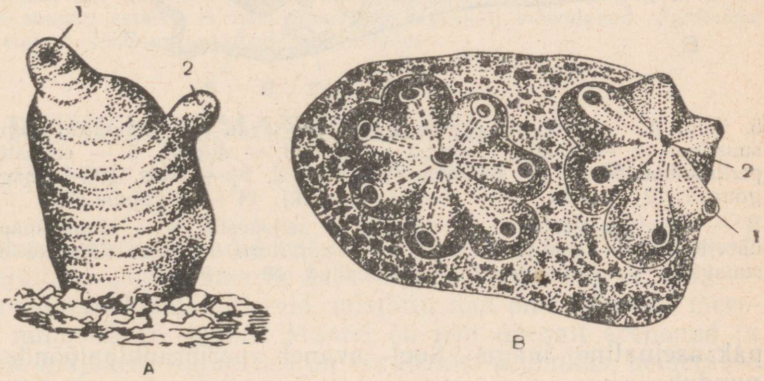
[1] Tavaliselt langeb rõhk ladinakeelsetes sõnades eelviimasele silbile; niisugustel kordadel ei ole õpikus rõhumärki kasutatud.

Kui puistata vette mingit värvainet, siis näeme, et see kandub veega meretupe suusifooni kaudu ta kehha ja väljub sellest kloaagisifooni kaudu. Kui looma ärritada või kui ta veest välja tõsta, siis tõmbub ta kokku ja mõlemast sifoonist paiskub vett välja.

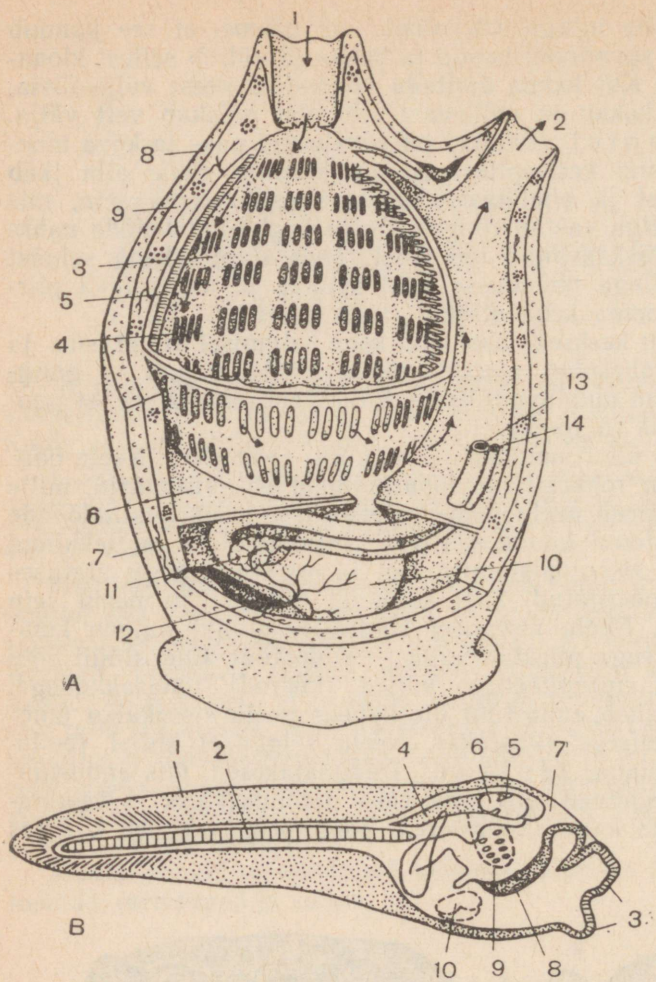
Meretupe mantel (tuunik) on võrdlemisi paks ja kõva moodustis. Keha seina katteepiteel on ainukihiline. Selle alla jääb sültjast sidekoest ja silelihasrakkudest koosnev keha sein, mis koos katteepiteeliga vastab rõngusside ja ürgkeelikloomade nahklihasmõigule. Täiskasvanud loomadel tuleb mantel keha seinast lahti, jäädes sellega ühendusse vaid suuava ja kloaagiava piirkonnas, nii et looma keha otsekui ripub mantlis.

Närvisüsteemi keskseks osaks on keha selgmisel küljel, suu- ja kloaagisifooni vahekohal asetsev närvirakkude kogum — **ganglion.** Meeleelundid puuduvad. Kõige üllatavam on aga see, et puudub ka seljakeelik (5. joon.).

Suuõõs läheb üle ruumikaks neeluks (*pharynx*). Neelu õhukestes seintes on rohkesti nn. **lõpusepilusid** ehk **stigmasid**, mille kaudu vesi filtreerub neelu ümber asetsevasse **peribranhiaalõõnde** ja siit kloaagisifooni kaudu välja. Peribranhiaalõõs on tekkinud keha välispinna sissesopistumise teel ja on seega kogu ulatuses ektodermiga vooderdatud. Piki kõhtmist külge jääb neelu sein mantliga kokku. Neelu sisemisel kõhtmisel pinnal kulgeb kummaltki poolt kurruga piiratud vagu — **endostüül.** Endostüüli põhi on vooderdatud ripsepiteeliga, küljed (kurrud) limarakkudega. Neelu alguses läheb endostüül üle kaheks neelu sissekäiku ümbritsevaks ripsmeliseks «kaareks». Neelu selgmisel küljel (endostüüli vastas) leiame ripsvao. Toidupalakesed, mis endostüülile satuvad, kleepuvad siin lima varal tombukesteks ja veeretatakse siis ripsvao kaudu söögitorru. Söögitorule järgneb käävjas



4. joon. A — tavaline meretupp (*Ascidia mentula*). 1 — suusifoon, 2 — kloaagisifoon. B — koloniaalne meretupp *Botryllus violaceus*. 1 — suusifoon, 2 — ühine kloaagisifoon.



5. joon. A — meretupe ehitus. Nooled näitavad vee liikumise suunda. 1 — suusifoon, 2 — kloaagisifoon, 3 — neel, 4 — stigma, 5 — endostüül, 6 — peribranhiaalõõs, 7 — kehaõõs, 8 — mantel, 9 — lihas, 10 — magu, 11 — gonaad, 12 — süda, 13 — sooleava (pärak), 14 — sugujuha-ava.

B — meretupe vastne. 1 — saba, 2 — seljakeelik, 3 — kinnitusnapad, 4 — närvitoru, 5 — ganglioni suge, 6 — närvitoru eesmine laienenud osa, 7 — suuava, 8 — endostüül, 9 — lõpusepilud, 10 — süda.

paksuseinaline magu. Sool avaneb peribranhiaalõõnde. Maks puudub.

Mao läheduses, kõhtmiselt, leiame **südame.** See kujutab endast kotikest, mille kummastki otsast algab veresoon. Eesmine veresoon saadab oma rohked harud stigmade (lõpusepilude) piirkonda,

tagumine varustab siseelundeid. Veresoontel puuduvad iseseisvad seinad, nii et vereringe on lahtine. Südame kokkutõmbed toimuvad peristaltiliselt, ühest otsast teise, kusjuures kokkutõmmete suund vaheldub ja veri liigub kord sisikonna poolt neelu poole, kord vastupidi.

Soole käärus asetseb läbipaistvaid «põiekesi». Et nendes põiekestes on kusihapet sisaldavaid konkretsioone, siis peetakse neid erituselunditeks. Soole läheduses leiame ka gonaadid — munasarja ning raia. Tunikaadid on seega liitsugulised (hermafrodiidid). Sugujuhad avanevad peribranhiaalõõnde. Viljastumine toimub kas peribranhiaalõõnes või (harvemini) väliskeskkonnas (merevees).

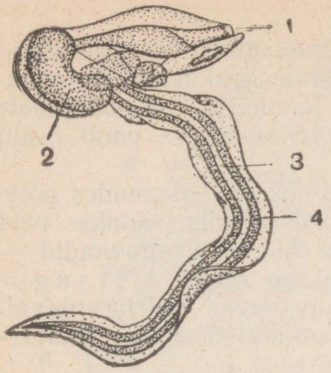
Meretuppede **vastsed** on tillukesed konnakullesetaolised vagiilsed olendid. Täiskasvanud loomaga võrreldes on niisugune vastne märksa paremini arenenud: tal on selgmisel küljel torujas **kesknärvisüsteem**, tal on meeleelundid (silmad ja statotsüst) ning tema sabas leiame hästi arenenud **seljakeeliku.** Seega on meretuppedel kõik keelikloomi iseloomustavad tunnused olemas. Õige varakult kinnituvad meretuppede vastsed mingile esemele veekogu põhjas ja teevad läbi regressiivse metamorfoosi, muutudes sessiilseteks, «mandunud» organismideks.

Peale sugulise sigimise paljunevad meretuped ka pungumise teel (mittesuguline sigimine). Pungumisel tekivad koloniaalsed vormid. Üht niisugust koloniaalset lihtpärasemat sessiilset vormi, *Botryllus*'t, näeme 4. joonisel. Koloonia üksikindiviididel on igaühel oma suusifoon, kuid ühine kloaagisifoon.

Koloniaalsetest meretuppedest äratavad erilist tähelepanu **tulirullid** (*Pyrosoma*). Need on vagiilsed pelaagilised mantelloomad. Koloonia üksikindiviidid asetsevad ühises mantlis, nii et suuavad on suunatud väljapoole, kloaagiavad sissepoole, koloonia ühisõõnde, mis avaneb koloonia ühes otsas. Tulirullid on oma nime saanud sellest, et nad pimeduses tugevasti helendavad. *Pyrosoma atlántica* elutseb kõikides soojaveelistes meredes.

RIPIKLOOMADE KLASS
(LARVÁCEA, COPELÁTA)

Ripikloomad ehk kopelaadid on väikesed pelaagilised loomakesed. Oma kujult — piklik ümarik kere ja pikk lamendunud saba — meenutavad nad konnakulleseid, mistõttu nad on tuntud ka merekulleste nime all (6. joon.). Mantel on neil nõrgalt arenenud ja esineb nn. majakese kujul. See on võrdlemisi ruumikas, heidetakse vahetevahel ära ja asendatakse uuega. Sabas leiame hästi arenenud seljakeeliku. Lõpusepilusid on kõigest kaks ja need avanevad otse välja; peribranhiaalõõs puudub. Arenemine toimub otseselt, ilma moondeta. Mittesugulist sigimist ei esine.

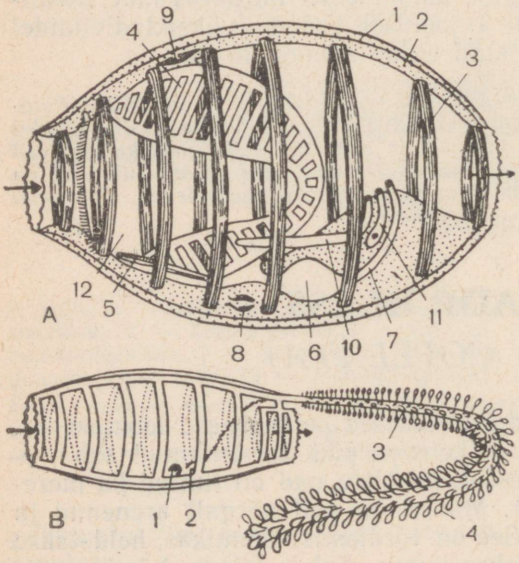


6. joon. Ripikloom *Falia ethiópica*. Mantel («majake») eemaldatud. 1 — suuava, 2 — gonaad, 3 — seljakeelik, 4 — lihased.

Kõigest sellest nähtub, et kopelaadid sarnanevad ehituselt astsiidide vastsetega ja on seega kõige algelisemad mantelloomad.

SALPIDE KLASS *(THALIACEA, SÁLPIDA)*

Salbid ehk meretünnikud on väikesed troopilistes ja subtroopilistes meredes laialt levinud vagiilsed läbipaistvad tünnilaadsed loomakesed. Suu- ja kloaagiava asetsevad keha vastaspoolsetel otstel. Lõpusepilusid on kaks või kaks rida. Lihased asetsevad



7. joon. *Doliolum*, salpide klassi mantelloom. A — suguline põlvkond: 1 — mantel, 2 — keha sein, 3 — lihaspael, 4 — stigma, 5 — endostüül, 6 — magu, 7 — sool, 8 — süda, 9 — ganglion, 10 — raig, 11 — munasari, 12 — neel. B — suguta põlvkond: 1 — süda, 2 — stoolon, 3 — saba, 4 — pungad.

ringjate paeltena (tünnivitsade taoliselt) ümber keha. Vastsetel on saba ja seljakeelik; täiskasvanutel need puuduvad (7. joon.).

Väga omapärane on salpide sigimine: seda iseloomustab sugutu ja sugulise põlvkonna vaheldumine (metageneesis). Sugulisel teel tekivad üksikindiviidid, mittesugulisel teel kolooniad. Üksikindiviidid on suguta vormid, kolooniad koosnevad sugulistest vormidest.

Üksikindiviidi kõhtmisel ja selgmisel küljel tekivad erilised ripikud — **stoolonid.** Kõhtmisel stoolonil moodustuvad rakkude kogumid — pungad. Need nihkuvad («ronivad») looma selja piirkonda ja kinnituvad siin selgmisele stoolonile, kus nad loomikuteks arenevad. Samal ajal selgmine stoolon pikeneb ja sedamööda, kuidas siin uusi loomikuid juurde tuleb, kasvab koloonia pikemaks. Emaindiviid kaotab lõpusepilud ja soole, tema lihased paksenevad ning ta muutub koloonia liikumisvahendiks. Koloonia loomikud, saanud «täiskasvanuks», eralduvad kolooniast ja sigivad suguliselt. Osa salpe moodustab polümorfseid kolooniaid.

Salpide metageneesi avastas saksa luuletaja ning loodusteadlane Albert Chamisso 1819. a.

Kui ürgkeelikloomade suhtes võib tõsiselt kahelda nende kuuluvuses keelikloomade hõimkonda, siis mantelloomade suhtes langeb see kahtlus ära. Mitmete tunnuste poolest (sifoonid, mantel, nahklihasmõik, maksa puudumine, lahtine vereringe, pungumisvõime, metagenees jm.) erinevad nad siiski tüüpilistest keelikloomadest.

Mantelloomad on seega varane ja sessiilse eluviisi tõttu mandunud ning eri suunas arenenud külgvõsu keelikloomade sugupuus.

KOLJUTUTE ALAMHÕIMKOND
(ACRANIA, CEPHALOCHORDATA)

Koljutute ehk akraanide alamhõimkonda kuulub ligi 30 liiki väikesi kalajaid mereloomi.

Tuntuim koljutu on **süstikkala** (*Branchióstoma lanceolatum*), 5—8 cm pikkune mereloom. See on laialt levinud Vahemere ja Musta mere, samuti ka Atlandi ookeani rannavetes, liivase põhjaga aladel.

Süstikkala avastas 1774. a. kuulus vene akadeemik P a l l a s Lõuna-Inglismaa rannikul. Pallas pidas teda molluskiks. 60 aastat hiljem paigutati ta kalade hulka. A. O. K o v a l e v s k i, uurinud süstikkala arengut, näitas (1865. a.), et see loom kuulub keelikloomade hõimkonda ja et ta on paljude tunnuste poolest kõige lähedasem selgroogsetele loomadele. Viimaste põlvnemise selgitamisel on süstikkala seega suure teoreetilise tähtsusega ja bioloogide hulgas üks kõige «populaarsemaid» loomi.

Süstikkala on külgedelt komprimeeritud, eest ja tagant teravnev lantsetjas loomake. Piki selga kulgeb s e l j a u i m, mis keha lõpul läheb üle s a b a u i m e k s, kusjuures viimane omakorda kõhtmisel küljel läheb üle k õ h u u i m e k s. Eespool hargneb kõhuuim kaheks **küljekurruks** (*metapleura*). Pea kõhtmisel küljel leiame ruumika tassilaadse s u u l e h t r i, mille servad on ääristatud tundlike v ä ä d i k u t e g a (*cirri*). Keha tagaosa kõhtmisel küljel, keskjoonest vasakul, märkame p ä r a k u t ja küljekurdude alguskohal ava — **atriopoori** (8. joon.).

Süstikkala keha on kaetud a i n u k i h i l i s e marrasknahaga (epidermisega), mis oma pinnale eritab õhukese k u t i i k u l i (selgrootute tunnus). Epidermise rakkude hulgas on rohkesti karikjaid ainurakulisi n ä ä r m e i d, mis eritavad lima. Epidermise all leiame õhukese sültjast sidekoest p ä r i s n a h a ehk k o o r i u m i (9. joon.).

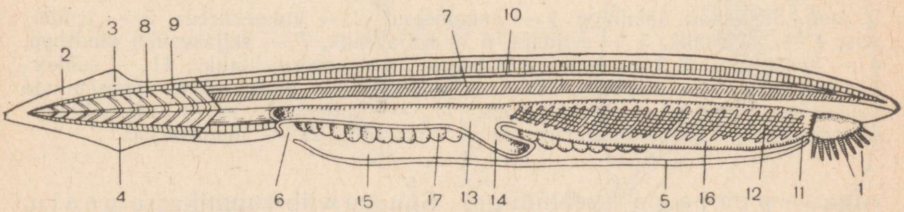
L i h a s k o n d koosneb kahest pikutisest lihasväädist, mis sidekoeliste vaheseinte ehk m ü o s e p t i d e varal metameerselt jaotuvad umbes 60 **müomeeriks**. Müoseptid on <-kujulised, teravikuga ettepoole, nii et müomeerid meenutavad üksteise sees asetsevaid koonuseid. Müomeerid ei asetse kohakuti (sümmeetriliselt), vaid vahelduvalt: ühe külje müomeer asetseb teise külje müosepti kohal.

Toese peamiseks osaks on **seljakeelik**, mis tiheda jämeda väädina asub soole ja seljaaju vahekohal, ulatudes pea piirkonnas kaugele ette. Seljakeeliku ümber leiame õhukese välimise elastse membraani — seljakeeliku rakkude eritusprodukti. Nimetatud membraanist väljapoole jääb perikordaalse sidekoe kiht — seljakeeliku kiudtupp. See on ühenduses seljaaju ümbritseva sidekoega, müosepte moodustava sidekoega ja nahaaluse sidekoega. Seega etendab sidekude süstikkala toeses väga suurt osa.

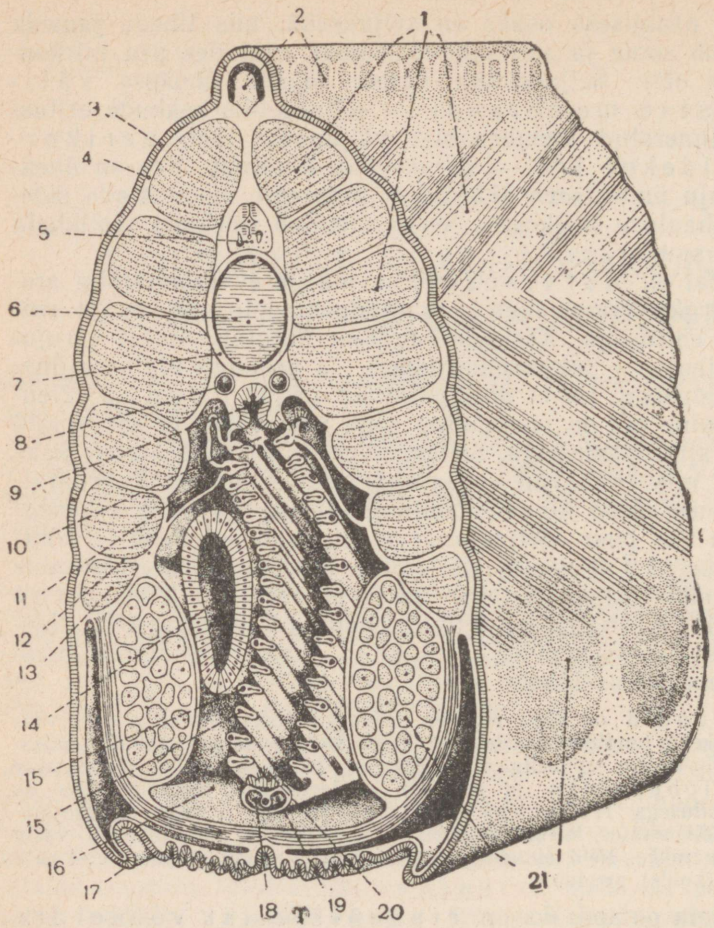
Süstikkalal on närvisüsteem märgatavalt paremini arenenud kui ürgkeelikloomadel ja mantelloomadel, kuigi ta on veel väga lihtsa ehitusega. Kesknärvisüsteem kujutab endast torujat vääti — seljaaju — seljakeeliku kohal. Ta on kogu ulatuses ühesuguse jämedusega, nii et eraldunud peaaju puudub. Neurotsööli eesmine ots on laiem ning seda võib võrrelda kõrgemate vormide peaaju vatsakesega. Sellest piirkonnast saab alguse kaks paari närve, mis kannavad «peaajunärvide» nimetust. Kesknärvisüsteemi muust osast algavad seljaajunärvid, iga kahe kehasegmendi kohta üks paar. Seljaajunärvid algavad selgmise ja kõhtmise juure kujul (10. joon.). Selgmine juur on ühtne, kõhtmine jaotub paljudeks kimbukesteks. Selgmine ja kõhtmine juur ei liitu (nagu see toimub enamikul selgroogseil). Närvid ei asetse sümmeetriliselt, vaid vaheldumisi, vastavalt müomeeride asetusele.

Meeleelundid on väga algelise ehitusega. Keha pinnal ja eriti väädikutel on rohkesti tundlikke meelerakke. Keha eesotsa selgmisel küljel, vasakul, leiame ripsmelise epiteeliga vooderdatud lohukese, mida nimetatakse Köllikeri lohukeseks ja peetakse haisteelundiks. Suulehtri laes on samasuguse ehitusega Hatscheki lohuke ja seda peetakse maitseelundiks. Neurotsööli seintes leiame kausjaid pigmendirakke, mis liibuvad vastu valgustundlikke rakke. Neid elundeid nimetatakse Hesse silmakesteks. Kuulmiselund (kuule) puudub.

Seedekulgla omapäraks on ripsepiteelist vooderdis. Suulehtri põhjas leiame suuava, mis on ääristatud ringja kur-



8. joon. Süstikkala pikilõige. 1 — suulehter väädikutega, 2 — sabauim, 3 — seljauim, 4 — sabauim, 5 — küljekurd, 6 — atriopoor, 7 — seljakeelik, 8 — müomeer, 9 — müosept, 10 — seljaaju, 11 — puri, 12 — lõpusepilu, 13 — sool, 14 — «maks», 15 — peribranhiaalõõs, 16 — endostüül, 17 — gonaadid.



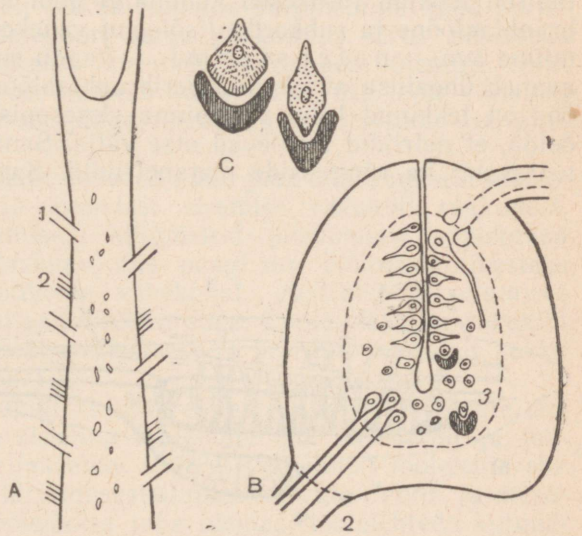
9. joon. Süstikkala läbilõige. 1 — müomeerid, 2 — «uimekiired», 3 — epidermis, 4 — pärisnahk, 5 — seljaaju, 6 — seljakeelik, 7 — seljakeeliku kiudtupp, 8 — aordi juured, 9 — epibranhiaalvagu, 10 — neerukanalike, 11 — subkordaaltsöloom, 12 — müosept, 13 — müomeer, 14 — maks, 15 — lõpusepilude vaheseinad, 16 — peribranhiaalõõs, 17 — küljekurd, 18 — endostülaartsöloom, 19 — endostülaararter, 20 — endostüül, 21 — munasarjad.

ruga — p u r j e g a (veelumiga). Suuava viib ruumikasse n e e l u, mis küünib peaaegu keha keskpaigani. Neelu külgedes on rohkesti (kaugelt üle 100 paari) viltu asetsevaid kitsaid l õ p u s e p i l u s i d. Need viivad **peribranhiaalõõnde**, mis avaneb atriopoori kaudu välja (8. joon.). Tänu ripsmelisele epiteelile liigub vesi läbi lõpusepilude peribranhiaalõõnde ja uhab seega lõpusepilude vaheseinu.

milles on rohkesti veresooni. Nii toimub siin hingamine i l m a e r i l i s t e l õ p u s t e t a. Lõpusepilude vaheseintes on kitiinitaolisest ainest jäik toes. Piki neelu põhja kulgeb limasrakkude ja ripsepiteeli rakkudega vooderdatud nõgu — **endostüül.** Neelu eesmises osas jaguneb endostüül kaheks haruks, mis ülespoole kaarduvad ja neelu selgmises osas neelu lõpuni ulatuvaks rennitaoliseks e p i b r a n h i a a l v a o k s liituvad. Toidupalakesed kleepuvad endostüülil tombukesteks ja kanduvad tänu ripsmete liikumisele epibranhiaalvakku ning sealt edasi söögitorru. Sool on süstikkalal sirge, peaaegu liigendumata ja lõpeb pärakuga. Soole eesosa kõhtmiselt küljelt sopistub välja umbselt lõppev õõnes mahukas elund — m a k s.

Süstikkala v e r i on värvuseta. Vereringe, vastandina ürgkeelikloomade ja mantelloomade lahtisele vereringele, on kinnine, s. t. veri liigub kõikjal veresoontes. S ü d a p u u d u b.

Neelu all pulseerib **kõhuaort**, mis viib venoosset verd pea poole (11. joon.). Lõpusepilude piirkonnas annab kõhuaort kummalegi poole lõpusepilude vaheseintesse **tooma-lõpusesooned**, mis algavad keraja pulseeriva põiekese — **sibulikuga** (*bulbillus*). Kõhuaordi pulseeriv osa ja tooma-lõpusesoonte alguses asetsevad sibulikud asendavad funktsionaalselt südant. Lõpusepilude vaheseintes algavad **viima-lõpusesooned**, mis kannavad arteriaalse vere



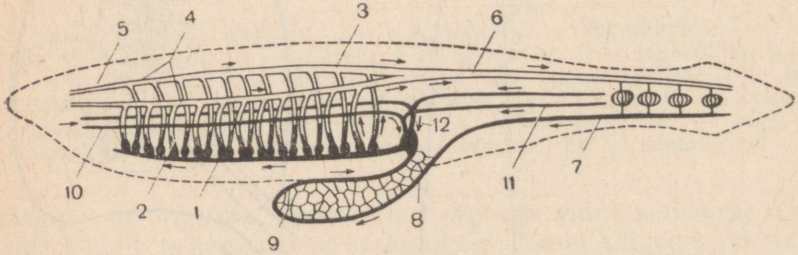
10. joon. Süstikkala seljaaju. A — seljaaju eesmine osa pealtvaates. B — ristlõige. C — Hesse silmad. 1 — seljaaju selgmine juur, 2 — seljaaju kõhtmine juur (närvikiudude kimbud), 3 — Hesse silmad (seljaajus).

kahte paralleelsesse seljaaordi juuresse neelu selgmisel küljel. Eespool kannavad nad verd pea piirkonda, tagapool aga liituvad **seljaaordiks.** Viimane asetseb seljakeeliku all ja kulgeb keha tagaotsani, andes oma teekonnal harusid elunditesse.

Tagumise kehapoole kõhtmistest osadest koguneb venoosne veri sabaveeni, mis eespool läheb üle **sooleveeniks.** Viimane siirdub maksa, kus ta kapillaarideks hargneb ja seega maksa väratisüsteemi moodustab. Maksa kapillaarid liituvad maksaveeniks, mis eespool suubub kõhuaorti. Keha eesosa venoosne veri koguneb kummalgi pool **eesmisse kardinaalveeni.** Keha tagaosa venoosne veri (niivõrd kui see ei kogune saba- ja sooleveeni) valgub kummalgi pool **tagumisse kardinaalveeni.** Neelust veidi tagapool liituvad parem eesmine ja parem tagumine kardinaalveen paremaks **Cuvier' juhaks** ning vasak eesmine ja vasak tagumine kardinaalveen vasakuks Cuvier' juhaks. Mõlemad Cuvier' juhad suubuvad neelust tagapool kõhuaorti.

Süstikkala **kehaõõs** (tsöloom) on suurel määral asendunud peribranhiaalõõnega. Neelu piirkonnas on tast säilinud vaid torujas ruum otse endostüüli all (endostülaartsöloom), paariline torujas õõs neelu lae kohal, neelu epibranhiaalvao külgedel (subkordaaltsöloom) ja õõs kummagi küljekurru sees (metapleuraaltsöloom). Neelust tagapool liituvad endostülaartsöloom ja subkordaaltsöloom soolt ja maksa ümbritsevaks ruumiks.

Süstikkala erituselunditeks on **nefriidid** — lühikesed, segmentaalsed lookjad torukesed kummalgi pool neelu piirkonnas, peribranhiaalõõne ja subkordaaltsöloomi vahekohal. Iga nefriid algab mitme ava — nefrostoomi — kaudu subkordaaltsöloomist ja avaneb üheainsa ava kaudu peribranhiaalõõnde. Et peribranhiaalõõs on tekkinud keha välispinna sissesopistumise teel, siis võib öelda, et nefriidid avanevad otse välja. Samasuguse ehitusega on teatavasti ka rõngusside metanefriidid. Sarnasus süstikkala nef-



11. joon. Süstikkala vereringeelundid. 1 — kõhuaort, 2 — tooma-lõpusesooned, 3 ja 4 — aordi juured, 5 — unearter, 6 — seljaaort, 7 — sooleveen, 8 — maksa värativeen, 9 — maksaveen, 10 — eesmised kardinaalveenid, 11 — tagumised kardinaalveenid, 12 — Cuvier' juha.

riidide ja selgrootute nefriidide vahel suureneb veel seetõttu, et esimeste nefrostoomid on varustatud nööpnõeljate leekrakkudega (solenotsüütidega). Koljutud on ainukesed loomad keelikloomade rühmas, kel need esinevad.

Gonaadid, umbes 26 paari, asetsevad segmentaalselt keha külgedel ja ulatuvad peribranhiaalõõnde. Sugujuhad puuduvad; valminud muna- ja seemnerakud murravad endale tee läbi gonaadi seina ja satuvad peribranhiaalõõnde, kust nad atriopoori kaudu otse vette kanduvad. Viljastumine on seega väline.

Suurt huvi pakub süstikkala **arenemine.** See kulgeb samalaadselt nagu selgroogsetel, on aga lihtsam. Süstikkala arenemise tundmine on selgroogsete arenemise mõistmiseks olulise tähtsusega.

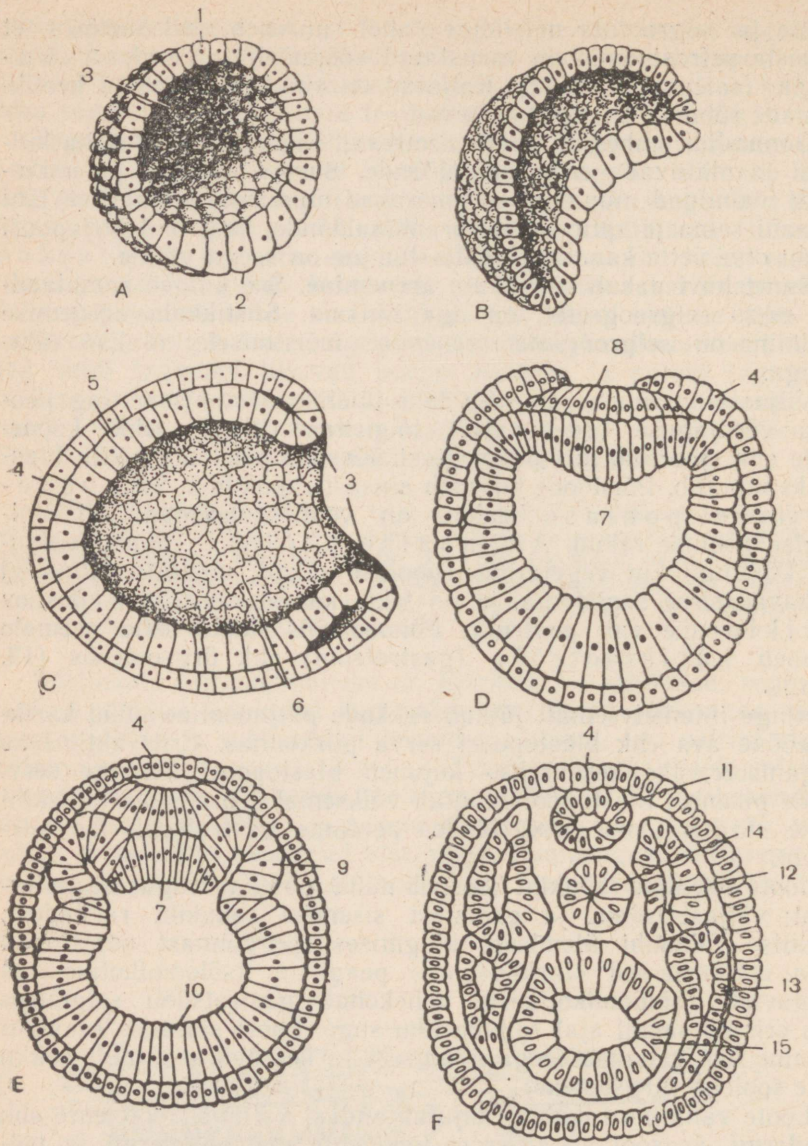
Viljastatud munarakk teeb läbi täieliku (totaalse) ning peaaegu võrdjaguse (adekvaalse) lõigustuse ja nii tekib kobarloode ehk moorula, mis peagi seest õõnsaks põislooteks ehk **blastulaks** muutub. Põisloode koosneb ainsast rakukihist. Selle vegetatiivse pooluse rakud on veidi suuremad kui animaalse pooluse rakud. Animaalse pooluse rakud poolduvad kiiremini kui vegetatiivse pooluse rakud, mistõttu viimased hakkavad sisse sopistuma, ja nii tekib kahest rakukihist koosnev karikloode ehk **gastrula.** Põislooteõõs kaob, selle asemele kujuneb karikllooteõõs (gastrotsööl) ehk ürgsooleõõs (12. joon.).

Kõige intensiivsemalt jätkub rakkude paljunemine nüüd karikllooteõõne ava ehk blastopoori serva piirkonnas. Eriti aktiivseks «organiseerivaks keskuseks» kujuneb blastopoori ülemine serv. Loode pikeneb, blastopoor muutub väiksemaks, osa loote väliskihi rakke siirdub tema sisse, jäädes peatuma gastrotsööli lae piirkonda.

Loote sisemine rakukiht koosneb nüüd juba kahesugusest materjalist: väljast tulnud ja endistest sisemise rakukihi rakkudest. Sisemise rakukihi ülemisest külgmisest piirkonnast sopistuvad välja metameersed «taskud», mis peagi nn. tsöloomikotikesteks eralduvad. Tsöloomikotikeste vahekohal, gastrotsööli selgmises osas eristub samal ajal seljakeeliku suge. Loote sisemise rakukihi alumine osa vabaneb seega ülemisest ja keerdub servadelt kokku loote sooleks (ürgsooleks).

Loote välimine rakukiht kujutab endast välimist lootelehte ehk **ektodermi**, ürgsool — sisemist lootelehte ehk **entodermi** ja tsöloomikotikesed ning seljakeeliku suge — vahelmist lootelehte ehk **mesodermi.** Eelnevast kirjeldusest ilmneb, et ekto-, ento- ja mesodermi «materjal» on põislootes juba olemas, lootelehtede kujunemine tähendab vaid vastava rakumaterjali siirdumist oma «õigele kohale».

Ektoderm eristub peagi selgmiseks neuroektodermiks ja kõhtmiseks marraskektodermiks. Neuroektoderm kujuneb närviplaadiks



12. joon. Süstikkala embrüonaalse arenemise algastmed. A — blastula; B — vegetatiivse pooluse rakud (makromeerid) hakkavad sisse sopistuma; C — gastrula; D — hilisem arenguaste; E — tsöloomikotikeste ja seljakeeliku teke; F — kõik lootekestad on tekkinud ja hakkavad eristuma. 1 — mikromeerid, 2 — makromeerid, 3 — blastotsööl, 4 — ektoderm, 5 — ento-mesoderm, 6 — gastrotsööl, 7 — seljakeeliku suge, 8 — närviplaat, 9 — tsöloomikotike (mesoderm), 10 — entoderm, 11 — närvitoru, 12 — somiit, 13 — küljeplaat, 14 — seljakeelik, 15 — ürgsool.

ja hiljem närvitoruks — tulevase närvisüsteemi sugemeks. Marraskektoderm kasvab temast üle ja katab seega peagi kogu loote. Mesodermi tsöloomikotikesed kasvavad kõhtmises suunas välja, ekto- ja entodermi vahele, kusjuures iga tsöloomikotike liigendub selgmiseks ja kõhtmiseks osaks. Selgmised osad — **somiidid** — kaotavad oma õõned; hiljem kujunevad somiitidest lihased, naha alumised osad ja sidekoelised moodustised. Kõhtmised osad liituvad ühiseks **küljeplaadiks** ja selle ühine õõs kujuneb tsöloomiks.

Sõstikkala vastne elab esialgu (pärast munakestadest väljumist) ülemistes veekihtides, ujudes seal ripsmete varal, millega ta keha on kaetud. Hiljem laskub ta põhja ning teeb läbi omapärase «moonde»: tema vasaku külje lõpusepilud nihkuvad kõhtmiselt küljelt paremale küljele ja siis vasakule küljele tagasi. Parema külje lõpusepilud tekivad kohapeal. Varasemal arenguastmel puudub vastsel ka peribranhiaalõõs. See tekib hiljem ja nimelt sel teel, et kummalgi pool lõpusepilude kohal moodustab keha sein pikutise kurru. Kurrud kasvavad allapoole ning liituvad, välja arvatud tagaosa, kuhu jääb atriopoor.

Kõige enam koljutuid elutseb Vaikses ja India ookeanis. Mõnede liikide levikuala on väga ulatuslik. Selline nähtus on põhiliselt tingitud nende suurest ajaloolisest vanusest.

Kaasaegsed koljutud jagunevad kaheks sugukonnaks: *Branchiostomátidae* ja *Amphioxídidae*. Esimesse sugukonda kuuluvad perekonnad *Branchióstoma* ja *Asýmmetron*, teise — *Amphioxides*. Viimase perekonna liigid on suurte meresügavuste asukad. Nende iseärasuseks on asümmeetria (suuava vasakul küljel, lõpusepilud paaritud ja kõhtmisel küljel) ja peribranhiaalõõne puudumine.

Koljutute alamhõimkonna tunnuste ja arenemise analüüs näitab, et meil on siin tegemist tüüpiliste keelikloomadega, kuigi üldiselt veel kaunis algelistega. Osa tunnuseid — peribranhiaalõõs, endostüül, rohkearvulised lõpusepilud neelu seintes — lähendab neid alamatele keelikloomadele, osa tunnuseid — ripsmelised katted vastseeas, kutiikul, ainukihiline epiteel, solenotsüüdid — seovad neid veelgi alamate vormidega. Teisest küljest on koljutud mitmeti sarnased selgroogsetega: nende vereringesüsteem on väga sarnane selgroogsete omaga, nende närvisüsteem (välja arvatud peaaju puudumine) meenutab suuresti selgroogsete oma, nende arenemine kulgeb sama tüübi kohaselt nagu selgroogsetel jne. Koljutute eritunnuseks on seljakeeliku kaugele etteulatumine, mitmete elundite hästi arenenud metameersus ja südame puudumine. Koljutud on seega erisuunaliselt väljaarenenud vahelüli selgroogsete ja alamate keelikloomade vahel.

Koljutute lähemad esivanemad olid tõenäoliselt bilateraalsümmeetrilised, väheste lõpusepiludega, ilma peribranhiaalõõneta,

vabalt ujuvad (võimalik, et meretuppede vastsete taolised) vormid. Hiljem omandasid nad põhjaeluviisi, neil kujunes peribranhiaalõõs (lõpusepilude kaitseks) ja asümmeetria. Osa neist on sellise eluviisi (ja vastava ehituse) säilitanud, osa aga on eluviisi muutnud ja taas omandanud sümmeetrilise ehituse.

Koljutute kaugemateks eellasteks näivad olevat vormid, kes on alguse andnud ka mantelloomadele. Koljutute kõige kaugemateks eellasteks võiks pidada vorme, kellest on alguse saanud ka okasnahksed ja kes sarnanesid okasnahksete arenguastmega, mis on tuntud *Dipleurula* nime all.

SELGROOGSETE ALAMHÕIMKOND *(VERTEBRATA)*

Selgroogsed ehk vertebraadid on kõige kõrgemini organiseeritud ja samal ajal kõige arvukam keelikloomade rühm.

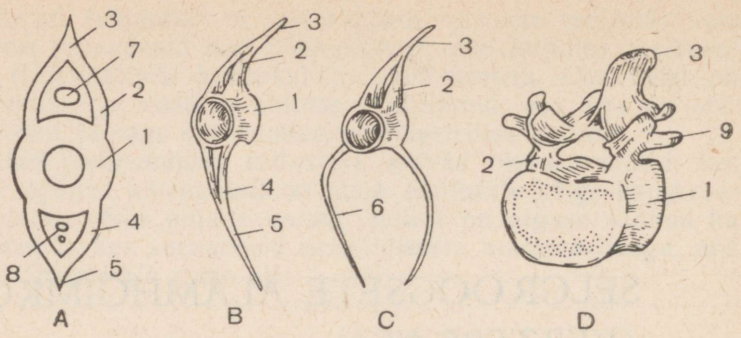
Põhiliselt iseloomustab neid üleminek aktiivsele eluviisile: toidu otsimisele ja selle haaramisele, vaenlaste eest peitumisele, vastassugupoole ülesotsimisele jne. Seoses sellega on muutunud nende toitumis- ja liikumisviisid. Side väliskeskkonnaga on kujunenud tihedaks, reageerimise ulatus välistele ärritustele on suurenenud ja võrratult mitmekesistunud.

Vastavalt sellele on selgroogseil meeleelundid muutunud väga efektiivseteks, seljaajust on eraldunud närvisüsteemi kõrgeim organ — peaaju. Toidu haaramiseks ja tükeldamiseks on kujunenud liikuv suuaparaat, edasiliikumiseks — jäsemed. Seljaaju kaitseks on arenenud selgroog, peaaju ja lõuaaparaadi kaitseks — kolju. Seoses elutegevuse tõusuga on süda kujunenud võimsaks pumbana töötavaks organiks; rohkete ainevahetusjääkide eemaldamiseks on tekkinud eri tüüpi erituselundid — neerud.

I. SELGROOGSETE ÜLDINE ISELOOMUSTUS

1. **Katted.** Selgroogsetel loomadel on katete kaitseline osatähtsus tugevasti tõusnud. **Marrasknahk** ehk epidermis koosneb mitmekihilisest epiteelist. **Pärisnahk** ehk koorium kujuneb enamasti paksuks ja tugevaks, selles võib tekkida mitmesuguseid luulisi moodustisi (soomused, katteluud jne.). Pärisnahast eraldub **alusnahk** ehk subkuutis, mis oma elastsuse ja kohevusega kindlustab kõrgematel vormidel naha liikuvuse (kaitse).

2. **Toes.** Seoses kesknärvisüsteemi ja kerelihaste arenemisega teeb põhjaliku ümberkujunemise läbi toes ehk skelett. Lisaks



13. joon. Selgroolüli ehitus. A — selgroolüli põhilised osad. B — luukala sabapiirkonna selgroolüli (külgvaates). C — luukala rinnapiirkonna selgroolüli. D — imetaja selgroolüli. 1 — keha, 2 — neuraalkaar (ülakaar), 3 — selgmine ogajätke, 4 — hemaalkaar (alakaar), 5 — kõhtmine ogajätke, 6 — roie, 7 — seljaaju, 8 — veresoon, 9 — ristijätke.

seljakeelikule ja sidekoele tekivad selgroogsetel uued toesematerjalid — kõhr- ja luukude, millest kujunevad efektiivsemad toeseelundid.

Seljakeelik püsib hästi arenenud kujul vaid alamatel selgroogsetel, ülejäänud selgroogseil aga ainult looteeas. Kõrgematel vormidel asendub seljakeelik esmalt kõhrelise, hiljem luulise selgrooga; temast säilivad vaid jäänused.

Selgroog (*columna vertebralis*) on siin uudne ja niivõrd iseloomulik toese osa, et ta on andnud kogu alamhõimkonnale nimetusegi. Selgroog tekib seljaaju ja seljakeeliku ümber, seljaaju kaitseks, ning saab ka keha keskseks toeseosaks ja kerelihaste ning jäsemete toese kinnituskohaks.

Selgroog koosneb **selgroolülidest** (*vértebrae*). Tüüpiliste selgroolülide osadeks on nende **keha** ehk tsentrum, **ülakaar** ehk **neuraalkaar** ja **alakaar** ehk **hemaalkaar** (13. joon.). Kõikide selgroolülide keha ja ülakaare vahekohal olevad mulgud koos moodustavad **selgrookanali** (*canalis vertebralis*). Selgroolülide keha ja alakaare vahel olevad mulgud moodustavad analoogiliselt hemaalkanali. Selgrookanalis paikneb seljaaju, hemaalkanalis — suured veresooned. Kerepiirkonnas hemaalkaared mulku ei moodusta, vaid on siin lühikesteks alusjätketeks (basapofüüsideks) mandunud, millele kinnituvad roided. Peale alusjätkete on selgroolülidel veel mitmesuguseid teisi jätkeid.

Selgroolüli lootelisel arenemisel tekivad kõigepealt seljakeeliku külgedel metameersed paarilised kõhrekepikesed. Ülemised neist (basidorsaalid) on neuraalkaarte, alumised (basiventraalid) hemaalkaarte sugemed.

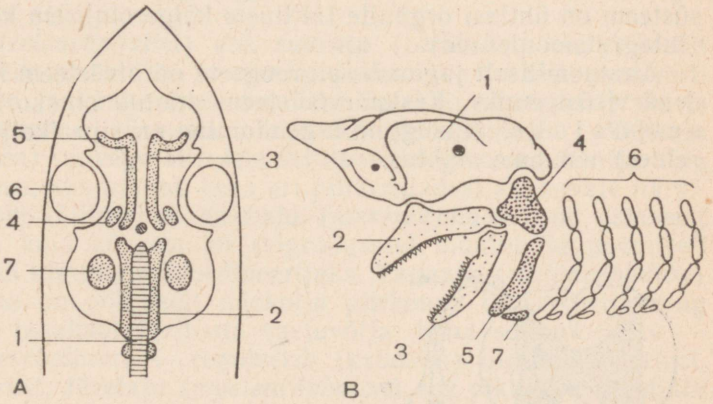
Selgroo peapoolse «jätkuna» tekib **kolju** (*cranium*). Ka see on uudne moodustis, alamatel vormidel (samuti nagu selgroog)

kõhrkoest, kõrgematel kõhr- ja (peamiselt) luukoest (luudest). Kolju liigendub aju- ja näokoljuks, kusjuures nad erinevad nii tekkelt kui ka ülesannetelt.

Ajukolju (*neurocranium*) on tekkinud seoses peaaju ja pea piirkonna meeleelundite tugeva arenguga ja nende kaitseks. Lootelisel arenemisel tekib ta kahe paarilise kõhreplaadi kujul, peaajusugemete all. Tagumised kõhreplaadid tekivad seljakeeliku eesosa külgedel ja neid nimetatakse **parakordaalideks**, eesmised kõhreplaadid — **kolju trabeekulid** — tekivad seljakeeliku ees (14. joon., A). Parakordaalide ja trabeekulite laienemise ja liitumise teel tekib ajukolju plaatjas põhimik. Samaaegselt tekivad sisekõrva ja haisteelundi kaitseks kõhrelised kihnud — kuulme- ja haistekihn. Need kihnud jäävad peaaju külgede ja osalt ka selle lae piirkonna kaitseks. Hiljem liibuvad nad ajukolju põhimiku vastu või kasvavad sellega kokku.

Näokolju (*splanchnocranium*) tekib suuõõne ja neelu kaitseks. Ta tekib vistseraalkaarte kujul, mistõttu teda ka vistseraaltoeseks nimetatakse. Esimene vistseraalkaar muutub lõugade toeseks ja kannab seetõttu **lõuakaare** ehk mandibulaarkaare nimetust. Teine vistseraalkaar kujuneb kõrgematel vormidel «keeleaparaadi» osaks ja on saanud seetõttu **keelekaare** ehk hüoidkaare nimetuse. Tagumised vistseraalkaared jäävad lõpusepilude vaheseinte toeseks ja on tuntud **lõpusekaarte** ehk branhiaalkaarte nime all (14. joon., B).

Siseelundite kaitseks tekivad valdaval enamikul selgroogsetel **roided** (*costae*) ja (hiljem) **rinnaluu** (*sternum*). Toese-elundid



14. joon. A — ajukolju kõhreliste sugemete kujunemine: 1 — seljakeelik, 2 — parakordaalid, 3 — trabeekulid, 4 — küljekõhred, 5 — haistekihn, 6 — silm, 7 — kuulmekihn. B — kõhrkalade näokolju. 1 — ajukolju, 2 — palatokvadraat, 3 — Meckeli kõhr, 4 — hüomandibulaar, 5 — hööid, 6 — lõpusekaared, 7 — basihüaal.

tekivad ka jäsemetes. Selgroog, roided, rinnaluu ja kolju aga moodustavad telgtoese.

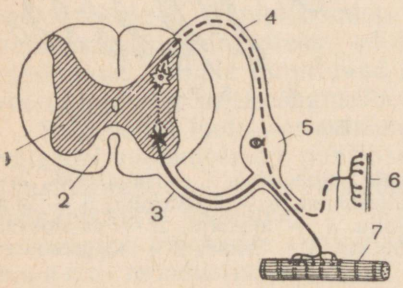
Arenemislugu näitab, et kõhrkoe «eellaseks» on eristumata (diferentseerumata) sidekude. Luukoe eellaseks võib olla nii kõhrkui ka sidekude. Tekkelt on luud seega kahesugused: kõhretekkelised ehk **kondrogeensed** luud ehk **aseluud** ja sidekoetekkelised ehk **desmogeensed** luud ehk **katteluud.** Enamik toese luid on kõhretekkelised; sidekoetekkelised luud on näiteks kolju lagimiku luud.

3. **Lihased.** Selgroogsete loomade lihaskonda iseloomustab selle osatähtsuse tugev tõus ja järkjärguline eristumine. Vastavalt sellele on selgroogsed kõige liikuvamad ja väledamad keelikloomad.

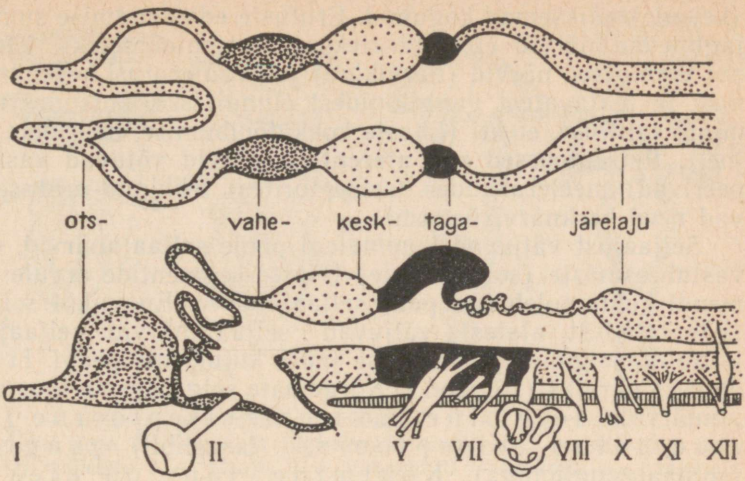
Selgroogsete lihased jagunevad somaatilisteks ja vistseraalseteks. **Somaatilised** lihased tekivad loote kere, kaela ja osalt ka pea mesodermi somiitidest ning on vöötlihased ja (primaarselt) segmenteerunud. Nad kinnituvad kere ning jäsemete toesele ja nimetatakse seetõttu ka toeselihasteks. **Vistseraalsed** lihased tekivad loote mesodermi küljeplaatide osadest vistseraalkaarte ja soole piirkonnas ning ei ole segmenteerunud (lõuaaparaadi, neelu ja soole lihased). Lõpusekaarte piirkonnas tekkinud lihased on vöötlihased, tuntud ka branhiaalsete lihaste nime all. Soole lihased on silelihased.

4. **Närvisüsteem.** Vastavalt lihaste ja meeleelundite tugevale arengule ning eristumisele on selgroogsetel ka närvisüsteem erakordselt tugevasti arenenud. Hästi arenenud närvisüsteemi vahendusel sai kujuneda erakordselt tihe seos organismi ja keskkonna vahel, mis selgroogseid iseloomustab. Närvisüsteem on ühtlasi organite talitluste kõige olulisem kooskõlastaja (integratsioonielund).

Anatoomiliselt jaguneb selgroogsete närvisüsteem kesk- ja piirdenärvisüsteemiks. **Kesknärvisüsteem** eristub omakorda pea- ja seljaajuks. Niisugune liigendumine on siin (koljututega võrreldes) uudne nähtus.



15. joon. Selgroogsete seljaaju ristlõige. 1 — hallollus, 2 — valgeollus, 3 — seljaajunärvi kõhtmine juur, 4 — selgmine juur, 5 — spinaalganglion, 6 — nahk, 7 — lihas.



16. joon. Selgroogsete peaaju liigendus. I kuni XII — peaajunärvid.

Histoloogiliselt on k e s k n ä r v i s ü s t e e m närvirakkude (neuronite) ja nende jätkete kogum. Närvirakud koos jätkete proksimaalsete osadega moodustavad kesknärvisüsteemi h a l l o l l u s e, jätkete distaalsed osad (närvikiud) — v a l g e o l l u s e.

Seljaaju (*medulla spinalis*) on paeljas või väätjas moodustis. Selle keskosas asetseb hallollus, piirdel — valgeollus (15. joon.).

Peaaju (*encéphalon*) suge eristub oma arenemisel juba varakult eri suuruse ja eri talitlusega osadeks: ots-, vahe-, kesk-, taga- ja järelajuks (16. joon.).

Otsaju (*telencéphalon*) ehk **suuraju** (*cerebrum*) on esmaselt haisteaju. Fülogeneetilise arenemise jooksul on ta talitlused mitmekesistunud ja kõrgematel vormidel (eeskätt imetajatel) on ta ühtlasi kujunenud kõrgema närvitalitluse keskuseks. **Vaheaju** (*diencéphalon*) on vegetatiivsete talitluste kõrgem reguleerija ning ühtlasi keskus, kus toimub keha eri piirkondadest saabuvate närvierutuste ümberlülitumine. **Keskaju** (*mesencéphalon*) on esmaselt nägemisaju, kuid kõrgematel selgroogsetel muutub ta peamiselt automaatsete liigutuste koordineerijaks. **Tagaaju** (*metencéphalon*) kõhtmine osa on põhiliselt näokolju piirkonna innerveerija ning kuulmis- ja tasakaaluärrituste vastuvõtja, tema selgmine osa — **väikeaju** (*cerebellum*) — reguleerib (kaudselt) liigutuste ulatust, jõudu ja kiirust. **Järelaju** (*myelencéphalon*) ehk **piklikaju** (*medulla oblongata*) on peamiselt vegetatiivsete elundite tegevuse reguleerija. Peaajuosade õõned kannavad a j u v a t s a k e s t e nimetust.

P i i r d e n ä r v i s ü s t e e m koosneb närvidest ja ganglionidest. **Närvid** on närvirakkude jätkete (närvikiudude) kimpude kogumid, **ganglionid** — närvide teedel asetsevad närvirakkude

(kehade) väiksemad kogumid. Erutuste edasiandmise suuna aluseI jagunevad närvid efektoorseteks ja retseptoorseteks. **Efektoorsed** ehk **eferentsed** närvid (närvikiud) juhivad erutusi kesknärvisüsteemist ja teatavatest ganglionidest elunditesse, kutsudes neis esile mingi talitluse, efekti (lihaste kokkutõmbumise, näärmete tegevuse jne.). **Retseptoorsed** ehk **aferentsed** närvid võtavad vastu (retsipeerivad) meelerakkudes (retseptorites) tekkinud erutused ja viivad need kesknärvisüsteemi.

Seljaajust väljuvad kummalegi poole **seljaajunärvid**, mille arv vastab esmaste (somaatiliste) lihaste segmentide arvule: iga segmendi kohta tuleb üks paar seljaajunärve. Enamikul selgroogseil (kõhrkaladest alates) väljuvad seljaajunärvid seljaajust kahe juure — selgmise ja kõhtmise juure kujul, mis peagi liituvad ühiseks närviks (15. joon.). Kõrgemate selgroogsete loomade seljaajunärvide selgmine juur on retseptoorne ja alati varustatud retseptoorse (sensiibli) ganglioniga (spinaalganglioniga). Kõhtmine juur on efektoorne (motoorne).

Peaajust saavad alguse **peaajunärvid**, alamatel vormidel (reptiilideni) 10, kõrgematel 12 paari (16. joon.).

I peaajunärv ehk haistenärv on retseptoorne närv ja toob erutusi haisteelundist. II peaajunärv ehk nägemisnärv on samuti retseptoorne; ta toob erutusi silmamuna võrkkestast.

III peaajunärv ehk silmaliigutajanärv, IV peaajunärv ehk plokinärv ja VI peaajunärv ehk eemaldajanärv on motoorsed, silma lihaste liigutusi reguleerivad närvid.

V peaajunärv ehk kolmiknärv on seganärv, peamiselt aga retseptoorne näopiirkonna närv. VII peaajunärv ehk näonärv on samuti seganärv, kuid põhiliselt motoorne närv.

VIII peaajunärv ehk tasakaalu-kuulmisnärv (esikuteonärv) on retseptoorne; ta toob erutusi sisekõrvast.

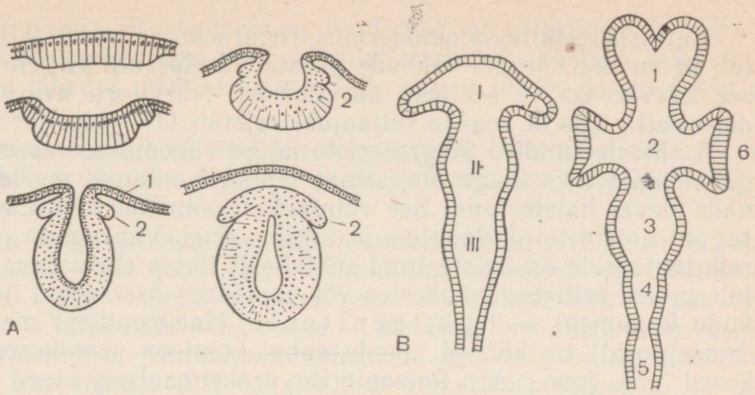
IX peaajunärv ehk keele-neelunärv ja X peaajunärv ehk uitnärv on seganärvid. XI peaajunärv ehk lisanärv ja XII peaajunärv ehk keelealune närv seevastu on motoorsed närvid.

I peaajunärvi kiud kujutavad endast haisterakkude jätkeid, II peaajunärv koosneb aga silmamuna võrkkesta närvirakkude jätketest. Kumbki närv ei ole seega «tõeline närv».

III, IV, VI ja XII peaajunärv vastavad seljaajunärvide kõhtmistele (motoorsetele) juurtele. VIII peaajunärv on homoloogiline seljaajunärvide selgmiste (sensiiblite) juurtega.

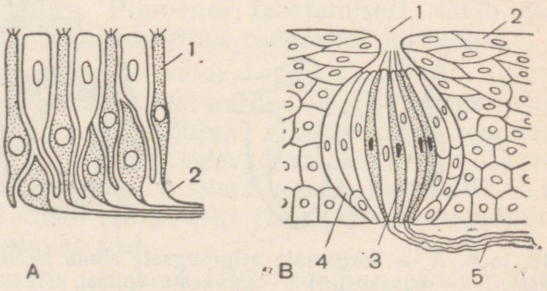
V, VII, IX ja X peaajunärv vastavad oma retseptoorsete kiudude poolest seljaajunärvide selgmistele juurtele. Nende efektoorsed kiud aga seljaajunärvide kõhtmistele (motoorsetele) juurtele ei vasta, sest nad innerveerivad vistseraalseid lihaseid ja vistseraalseid (vegetatiivseid) elundeid. Ka XI peaajunärv on vegetatiivne närv.

Topograafiliselt on V peaajunärv lõuakaare närv, VII peaajunärv — keelekaare närv, IX peaajunärv — esimese lõpusekaare närv ja X ning XI peaajunärv — teiste lõpusekaarte närvid. Lõuakaare ja keelekaare närvid kuuluvad tagaaju, lõpusekaare närvid — järelaju (piklikaju) juurde.



17. joon. A — seljaaju arenemine (läbilõikes): 1 — marrasknahk, 2 — spinaalganglioni suge. B — peaaju liigendumine arenemisel (pealtvaates) kolmeks (I—III) «põieks»: 1 — otsaju, 2 — vaheaju, 3 — keskaju, 4 — tagaaju, 5 — järelaju, 6 — silmakarikas, 7 — silmapõis.

Talitluselt jaguneb närvisüsteem animaalseks (somaatiliseks) ja vegetatiivseks (vistseraalseks). **Animaalne** närvisüsteem koordineerib toeselihaste (somaatiliste lihaste) tegevust ja aitab nahast, lihastest ning nägemis- ja kuulmiselundeist saabuvate erutuste alusel reguleerida organismi ja väliskeskkonna suhteid. **Vegetatiivne** närvisüsteem innerveerib vistseraalseid lihaseid, südamelihast, veresooni, seedekulglat, näärmeid, eritus- ja suguelundeid ning võtab vastu erutusi vegetatiivsetest elunditest, haiste- ja maitseelunditest, aidates seega kaasa organismi ja väliskeskkonna suhete kooskõlastamisel. See osa vegetatiivsest närvisüsteemist, mis innerveerib sisikonda, on kaunis «laialivalgunud» ja ganglioniderikas.

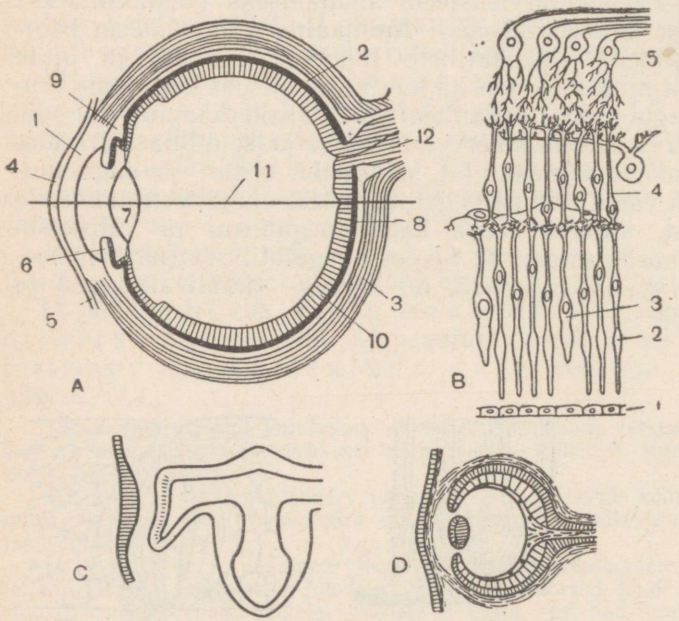


18. joon. A — selgroogsete haisteepiteeli läbilõige: 1 — haisterakk, 2 — haistenärv. B — maitsepunga läbilõige: 1 — maitseava, 2 — epiteel, 3 — maitserakk, 4 — tugirakk, 5 — närv.

Närvisüsteem tekib ektodermist (neuroektodermist). Algul kujutab ta endast kõrgete rakkude plaati, närviplaati. Hiljem muutub see närvivaoks ja seejärel närvitoruks. Närvitoru «vajub» ektodermi alla, kus ta pea- ja seljaajuks eristub (17. joon.).

5. **Meeleelundid.** Selgroogsete kõige vanemaks, varematel aegadel ühtlasi ka kõige olulisemat tähtsust omanud meeleelundiks näib olevat **haisteelund.** See võimaldas loomadel juba kauge maa tagant haista toitu, vaenlasi ja liigikaaslasi. Vaatamata oma suurele tähtsusele on haisteelund suhteliselt lihtsa ehitusega: ta kujutab endast erilistes lohukestes või ninaõõnes asetsevaid haisterakkude kogumeid — h a i s t e e p i t e e l i. Haisteepiteeli meelerakud (retseptorid) on kõrged, nende vabal otsal on peenikesed karvakesed (18. joon., A). Retseptorite proksimaalsed otsad lähevad üle närvikiududeks, mis moodustavad haistenärvi. Et haisteaistingu kvaliteete on väga palju, siis tuleb arvata, et haisteärritusi tekitavad aine lenduvad (või vees kiiresti levivad) molekulid (nende struktuuri laad).

Selgroogsete m a i t s e e l u n d i t e k s on **maitsepungad** — kõrgete käävjate tugirakkudega ümbritsetud meelerakkude kogu-



19. joon. A — kõrgemate selgroogsete silma ehitus: 1 — sarvkest, 2 — soonkest, 3 — kõvakest, 4 — sarvkesta epiteel, 5 — sidekesta (konjunktiivi) epiteel, 6 — vikerkest, 7 — lääts, 8 — pigmendipiige, 9 — ripskeha, 10 — võrkkest, 11 — optiline telg, 12 — nägemisnärv. B — võrkkesta ehitus: 1 — pigmendipiige, 2 — kepike, 3 — kolvike, 4 — bipolaarne närvirakk, 5 — ganglionirakk. C ja D — silmamuna kestade arenemine.

mid (18. joon., B). Katsed on näidanud, et selgroogsed saavad eristada maitseaistingu nelja põhilist kvaliteeti: soolast, magusat, haput ja kibedat. Maitseaistingute kvaliteet oleneb seega lahuste omadustest.

Nägemiselundid, silmad, on selgroogseil ehitatud fotokaamera printsiibil ja on juba algusest peale (sõõrsuudest alates) võrdlemisi täiuslikult välja kujunenud.

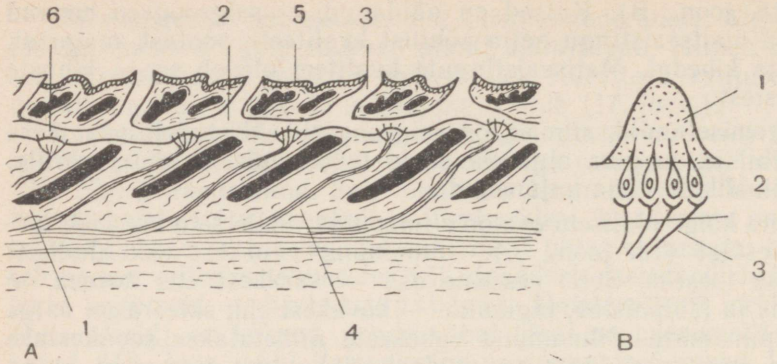
Silma kõige olulisem osa on **silmamuna.** Selle sein koosneb kolmest kestast (19. joon., A). Silmamuna väliskest ehk **kiudkest** on tema toeseks. Selle eesmine osa — **sarvkest** ehk **kornea** on klaasjas ja läbipaistev, tagumine — **kõvakest** ehk **skleera** on valge ja läbipaistmatu. Silmamuna vahekesta nimetatakse **soonkestaks** (*tunica vasculosa*), sest ta sisaldab rikkalikult veresooni ja on silmamuna toitja. Kõva- ja sarvkesta vahekohal pöördub ta sissepoole, ulatudes pliidirõngataolise värvilise kurru kujul silmamuna õõnde. See osa silmamuna soonkestast, **vikerkest** ehk **iiris**, ümbritseb **silmaava** ehk **pupilli.** Vikerkestast tagapool, silmamuna **läätse** kohal paisub kõrgemail selgroogseil silmamuna soonkest **ripskehaks.** See sisaldab lihaseid, mis etendavad suurt osa läätse kuju muutmisel. Silmamuna **sisekesta** (*tunica interna*) välimine kiht on õhuke (ainukihiline epiteel) ja sisaldab musta pigmenti, mistõttu teda **pigmendipiigeks** nimetatakse. Pigmendipiigest sissepoole jääb sisekesta teine kiht — **võrkkest** ehk **retiina**. Silmamuna tagumises pooles (ripskehast tagapool) sisaldab ta meelerakke — **kolvikesi** ja **kepikesi** — ning närvirakke, millest saab alguse nägemisnärv (19. joon., B).

Kepikesed on väga valgustundlikud, kuid ei ole värvitundlikud. Värve eristavad selgroogsed kolvikeste abil. Seepärast on päevaloomadel silma võrkkestas ülekaalus kolvikesed (või on ainult kolvikesed), ööloomadel aga kepikesed (või on ainult kepikesed).

Kepikesed sisaldavad fotosensitiivset pigmenti **rodopsiini** (nn. nägemispurpurit), kolvikesed — **jodopsiini.** Valguse mõjul nimetatud pigmendid lagunevad ja nende laguproduktid kutsuvad meelerakkudes esile erutuse. Pigmendi taastamisest võtab osa A-vitamiin, lülitudes ühe komponendina rodopsiini koostisse.

Silmamunaõõnes, vikerkestast veidi tagapool asetseb silmamuna **lääts.** See on tugevasti valgustmurdev ja läbipaistev keha, mis valguskiired silmamuna tagapõhjale (võrkkestale) koondab. Et eri kaugusel olevatest esemetest tulevad valguskiired võrkkestal selgeks pildiks koonduksid, tuleb silma a k o m m o d e e r i d a. See võib toimuda kahel viisil: läätse ette- ja tahapoole nihutamise või lääte kumeruse muutmise teel.

Selgroogsete silmamuna sisekest tekib peaaju eesosa väljasopistisest (19. joon., C ja D). Seetõttu erineb ta selgrootute (peajalgsete) samalaadsetest silmadest, mis tekivad ainult ektodermi sissesopistumisel.



20. joon. Luukala küljejooneelundid. A — naha läbilõige: 1 — soomus, 2 — küljejoonekanal, 3 — küljejoonekanali välisava, 4 — küljejooneelundi närv, 5 — marrasknahk, 6 — küljejooneelund (neuromast). B — üksik neuromast: 1 — sültjas kuppel, 2 — neuromasti meelerakud (karvakestega), 3 — närvikiud.

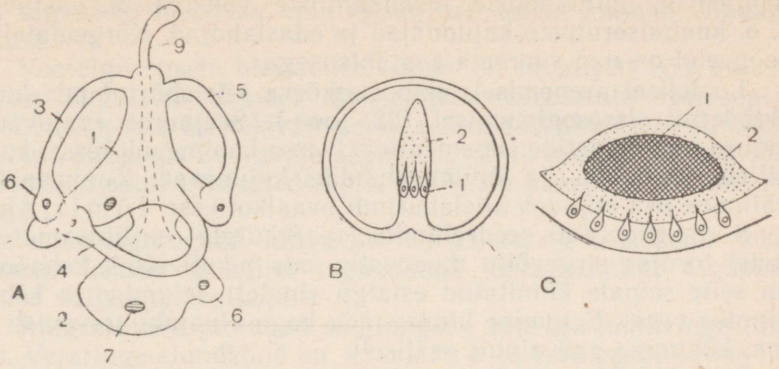
Kaunis mitmekesised on selgroogsete mehhaanilised meeleelundid. Nende kaudu retsipeeritakse mehhaanilisi ärritusi: maakera raskustungi mõju, puudet, survet, võnkeid, vee- ja õhulainetust.

Kõige lihtsamad mehhaanilised meeleelundid on naha-meeleelundid. Need kujutavad endast mitmesuguseid komperakke või kompekehakesi, mis võtavad vastu puute- ja rõhuärritusi.

Kaladel, vees elutsevatel amfiibidel ja nende vastsetel on vee liikumist (võnkeid) vastuvõtvateks meeleelunditeks küljejooneelundid ehk **neuromastid.** Need on karvakestega varustatud kõrgete meelerakkude kogumid, mis on kaetud sültja vetruva massiga (kupliga) (20. joon., B). Neuromastid asetsevad tavaliselt ridamisi pea ja kere külgedel, kas erilistes vaokestes või naha sees asetsevates kanalikestes, mis lühikeste «käikude» kujul naha pinnale avanevad.

Neuromastide printsiibil töötavad ka selgroogsete tasakaaluja kuulmiselundid (kuulmed). Need asetsevad **kilelabürindis** — õhukeseseinalises, kõhrelises või luulises kuulmekihnus paiknevas kotjas moodustises. Kilelabürinti koos kuulmekihnuga nimetatakse **sisekõrvaks.** Kilelabürint on täidetud sisemise kuulmevedeliku ehk endolümfiga, kilelabürindist väljapoole jääb välimine kuulmevedelik ehk perilümf.

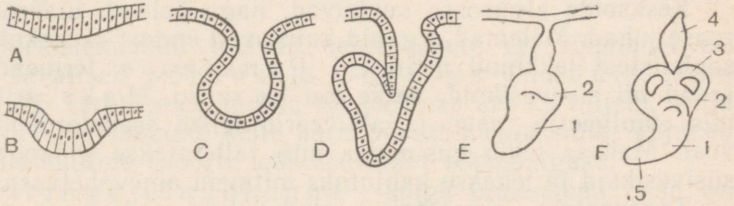
Kilelabürint jaotub ülemiseks ovaalkotikeseks (*utriculus*) ja alumiseks ümarkotikeseks (*sácculus*). Ovaalkotikesest lähtub tavaliselt kolm **lookjuha** (poolringjuha), millest igaüks asetseb eri tasapinnas. Ümarkotikesest lähtub kaladel ja kahepaiksetel lageeniks nimetatud sopis. Kõrgematel selgroogsetel muutub see pikemaks, kuni ta lõpuks (imetajail) keerdub teojuhaks.



21. joon. Kala sisekõrva (kilelabürindi) ehitus. A — kilelabürint tervikuna: 1 — ovaalkotike, 2 — ümarkotike, 3, 4, 5 — lookjuhad, 6 — kuplahari, 7 — kuulmetähnike, 8 — lageen, 9 — endolümfijuha. B — kuplaharja läbilõige: 1 — meelerakud, 2 — sültjas kuppel. C — kuulmetähnikese läbilõige: 1 — otoliit, 2 — sültjas mass, millesse ulatuvad meelerakkude karvakesed.

Lookjuhade algusosad on ümarjateks kupaldeks paisunud. Nende seintel on pikkade karvakestega meelerakkude kogumid, — **kuplaharjad**, mis ehituselt meenutavad neuromaste (21. joon., A ja B). Nende ülesandeks on pea (ja ka keha) pöördliigutuste registreerimine: kui loom pead pöörab, siis liiguvad kuplaharjad kaasa, endolümf aga teeb seda (inertsi mõjul) teatud hilinemisega, mistõttu meelerakkude karvakesed painduvad ja rakud erutuvad.

Ovaalkotikese, ümarkotikese ja lageeni seintes asetsevad **kuulmetähnikesed.** Ka need meenutavad neuromaste: nende meelerakkude karvakesed ulatuvad alamatel vormidel kuulmetähnikese kohal olevasse sültjasse massi, milles on rohkesti lubjakivikristallikesi — otoliite. Loomade otsejooneline liikumine kutsub kuulmetähnikeste meelerakkudes esile erutuse. Et need erutused etenda vad suurt osa organismi tasakaaluliigutuste täpsustamisel, siis nimetatakse neid ka tasakaaluerutusteks. Lageeni meelerakud on



22. joon. Sisekõrva arenemise faasid: A — kuulmeplakood, B — kuulmeauk, C kuni D — kuulmepõieke, E kuni F — lookjuhade teke. 1 — ümarkotike, 2 — ovaalkotike, 3 — lookjuha, 4 — endolümfijuha, 5 — teojuha suge.

nähtavasti lühilaineliste mehhaaniliste võnkumiste vastuvõtjad, s. o. kuulmiserutuste kujundajad ja edasiandjad. Kõrgematel selgroogsetel on nad suurema osatähtsusega.

Lootelisel arenemisel tekib sisekõrva kilelabürint pea külgede ektodermi sissesopistumisel (22. joon.). Seejuures «vajuvad» ka mõned neuromastide sugemed tekkivasse kuulmepõiekesse, kus nad hiljem tasakaalu- ja kuulmiselundiks kujunevad. Kuulmepõiekese välimine osa kujuneb kilelabürindi ovaalkotikese l ü m f i j u h a k s.

6. Selgroogsete **seedeelundid** (seedekulgla) on lihtsamatel juhtudel torujas sirgevõitu moodustis, mis pikuti läbib kehaõõne ja on selle seinale kinnitatud esialgu (lootel) selgmise ja kõhtmise **kinnise** varal. Selgmine kinnis jääb kogu eluajaks tervenisti püsima, kõhtmine aga ainult osaliselt.

Seedekulgla jaguneb ees-, kesk- ja tagasooleks. **Eessool** algab suuavaga ja lõpeb suurte seedenäärmete — maksa ja kõhunäärme (pankrease) — juhade suubumiskoha läheduses. Enamasti eristub ta suuõõneks, neeluks, söögitoruks ja maoks. S u u õ õ n e tähtsam elund on h a m b a d. Nende kujuline varieeruvus on väga suur, nende ülesanded mitmekesised, kuid nende histoloogilised osad on peaaegu kõikjal ühed ja samad. Hamba välimises (ülemises) osas — kroonis — on hamba pinna välissuunas asetsevatest prismakestest koosnev **email**, hamba kõige kõvem ollus. Emaili all asub hamba peamine osa — **dentiin.** See on arvukatest hamba välispinna suunas hargnevaist kanalikestest läbitud luuollus. Hamba juure alumises välimises osas leiame tavalise luukoe — **tsemendi.** Hamba sees on õõs, mida täidab hamba p u l p ehk s ä s i — veresooni ja närve sisaldav sidekoeline moodustis. Pulbi pinnal on dentiini tootvad rakud — o d o n t o b l a s t i d, mille harud ulatuvad dentiini sisse, moodustades siin ülalnimetatud kanalikesi.

N e e l u (*pharynx*) abil toimub toidupalade neelamine, kuid neel on ühtlasi ka hingamise teenistuses: vee- (alamatel) selgroogsetel läbivad teda lõpusepilud, maismaavormidel algavad siit kopsudesse minevad hingamisteed. S ö ö g i t o r u (*oesóphagus*) kaudu, tänu selle seinte peristaltikale, liigub toit m a k k u, kus algab seedimine. Maonäärmed eritavad maomahla, mille fermentidest (ensüümidest) on kõige tähtsam valke lõhustav pepsiin.

Kesksoole algusosa suubuvad, nagu öeldud, maksa ja pankrease juhad. Mõlemad organid kujutavad endast seedekulgla väljasopististest tekkinud näärmeid. P a n k r e a s e fermendid lõhustavad nii süsivesikuid, valke kui ka rasvu. M a k s eritab sappi, mis emulgeerib rasvu ja aktiveerib teiste seedefermentide tegevust. Maksas tekib kusinikku, siin talletatakse glükogeeni kujul süsivesikuid ja tehakse kahjutuks mitmeid ainevahetussaadusi.

Tagasooleks nimetatakse seedekulgla seda osa, mis algab ühe või kahe u m b s o o l e g a. Mitmetel selgroogsete rühmadel (näit. haikaladel, kahepaiksetel, lindudel) avanevad kuse- ja sugu-

juhad tagasoole lõppossa, mis niisugusel korral kannab **kloaagi** nimetust.

7. Veeselgroogsete **hingamiselundiks** on tavaliselt lõpused. Need on tüüpilistel juhtudel lõpusepilude vaheseinte väljasopistised. Lõpusepilud ise tekivad neelu seinte taskulaadsete entodermaalsete väljapoole kasvavate sopististe kujul, millele väljastpoolt samalaadsed ektodermaalsed sopistised vastu kasvavad ja nendega liituvad.

Maismaaselgroogsed hingavad kopsudega. Kopsud tekivad neelu kõhtmisel küljel tagumistest lõpusepiludest tagapool paarilise välissopistise kujul.

8. **Ringeelundid** jaotuvad selgroogseil vere- ja lümfiringeelunditeks. Vereringe-elundkond on kinnine ja vere paneb selles liikuma süda. Südame põhilisteks osadeks on **koda** (*atrium*) ja **vatsake** (*ventriculus*). Mõnedel alamatel vormidel (näit. haikaladel) lisandub neile veel **arteriooskuhik.** See on vatsakesest eespool asetsev piklik kitsas südame «abiosa», millest veri suundub kõhuaorti ehk arterioostüvve. Kõrgematel selgroogsetel jaguneb nii koda kui ka vatsake kaheks. Südame koja selgmisele küljele jääb alamatel selgroogsetel õhukeseseinaline ruum, millesse suubuvad veenid ja mis seetõttu on saanud **venoosurke** nimetuse.

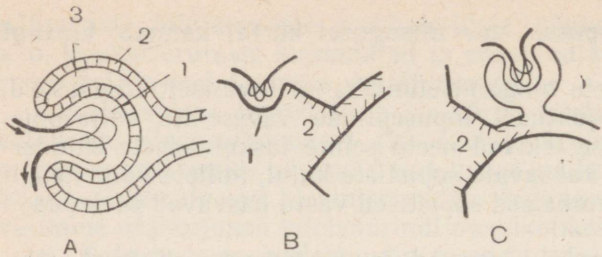
Süda asetseb neelu piirkonnas (või sellest tagapool), kehaõõne eesmises kõhtmises osas — südamepaunaõõnes.

Veresooni on kolme tüüpi: tuiksooned ehk arterid, tõmbsooned ehk veenid ja juussooned ehk kapillaarid. **Arteriteks** nimetatakse veresooni, mis verd südamest välja (hingamiselunditesse ja kehha) viivad; **veenid** toovad verd südamesse; **kapillaarid** on mikroskoopilised veresooned, mis kudesid hapniku ja toitainetega varustavad ja neist ainevahetussaadusi vastu võtavad.

Selgroogsete veri koosneb plasmast ja vormelementidest: erütro-, leuko- ja trombotsüütidest. **Erütrotsüüdid** ehk punased vererakud on tänu hemoglobiini sisaldusele hapniku ülekandjad, täites seega suurt osa hingamisel. Nad annavad verele punase värvuse. **Leukotsüüdid** ehk valged vererakud on amöboidselt liikuvad rakud; nende kuju ja siseehitus on mitmesugune. Leukotsüüdid teevad kahjutuks organismi sattunud võõrkehi ja etendavad seega suurt osa organismi kaitsel. **Trombotsüütide** kaasabil toimub vere hüübimine.

Vere vormelemendid tekivad selgroogsete eri rühmadel eri elundites, tavaliselt põrnas ja punases luuüdis. **Põrn** (*lien*) talitleb vereloomeelundina nii looteeas kui ka hiljem, välja arvatud imetajad loomad, kelle põrn pärast looma sündi kujuneb ainult lümfotsüütide (noorte leukotsüütide) tekkepaigaks.

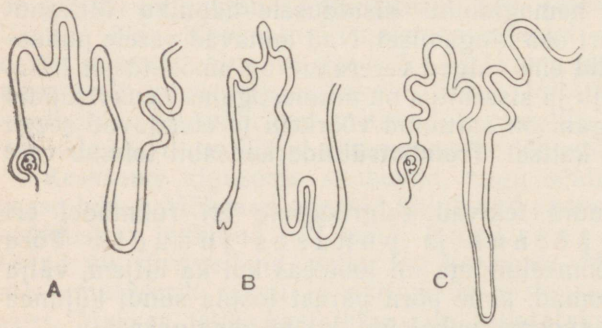
Lümfiringe-elundkonna kõige olulisemad osad on lümfisooned ja lümfikapillaarid. Need puuduvad ainult sõõrsuudel ja kõhrkaladel. Lümf ehk koemahl — olgu see rakkudevahelistes ruumides tekkiv ainult lümfotsüüte sisaldav värvuseta vedelik või



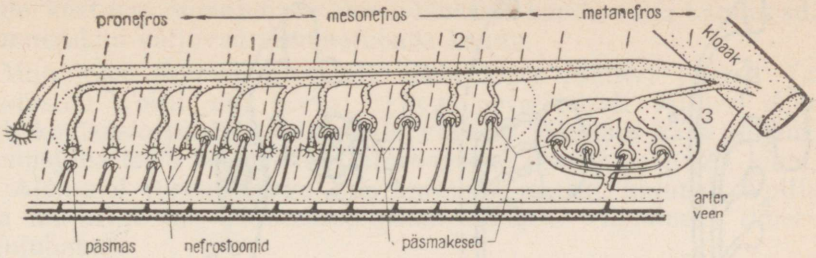
23. joon. A — tüüpilise nefroni algusosa (neerukehake): 1 — päsmake, 2 — päsmakesekihnu välissein, 3 — päsmakesekihnu kahe seina vaheline pilujas õõs. B — pronefrose nefron, algab nefrostoomiga (2), päsmake (1) jääb väljapoole. C — mesonefrose nefron, algab nefrostoomiga, kuid hiljem moodustab ka neerukehakese (2).

soole seintes tekkiv rikkalikult rasvu sisaldav piimjas küülus — koguneb lümfikapillaaridesse. Viimased koonduvad lümfisoonteks, mis lümfi veenidesse viivad. Kudedesse minevad lümfisooned seega puuduvad. Lümfisoonte laiendid kannavad lümfiurgete nimetust. Võõrkehi kinnipidavaid ja lümfotsüüte tootvaid kehakesi lümfisoonte teedel (imetajatel loomadel) nimetatakse lümfisõlmedeks.

9. **Erituselunditeks** on selgroogsetel neerud (*renes*). Peale ainevahetusjääkide (peamiselt valkude laguproduktide) eemaldamise on nende põhiline ülesanne vere osmootse rõhu (peamiselt veesisalduse normaalse taseme) säilitamine. Selgrootute ja alamate keelikloomade neerudega võrreldes on selgroogsete neerud uut tüüpi organid. Nende ehituslikeks ja talitluslikeks üksusteks on tillukesed torujad moodustised — **nefronid.** Tüüpilise ehitusega nefron liigendub neerukehakeseks ja neerutorukeseks. **Neerukehakese** ehk Malpighi kehakese (*corpúsculum renis*) välimiseks



24. joon. Nefronite tüübid. A — kõhrkalade, magevee-luukalade ja amfiibide tüüp: neerukehake on suur. B — mereluukalade ja reptiilide tüüp: neerukehake väike või puudub. C — lindude ja imetajate tüüp: neerukehake suur, neerutorukese algmise ja lõpmise väänilise osa vahel on nn. Henle ling.



25. joon. Kõrgemate imetajate (amniootide) neeru arenemisastmed. 1 — neerujuha (Wolffi juha), 2 — Mülleri juha, 3 — kusejuha.

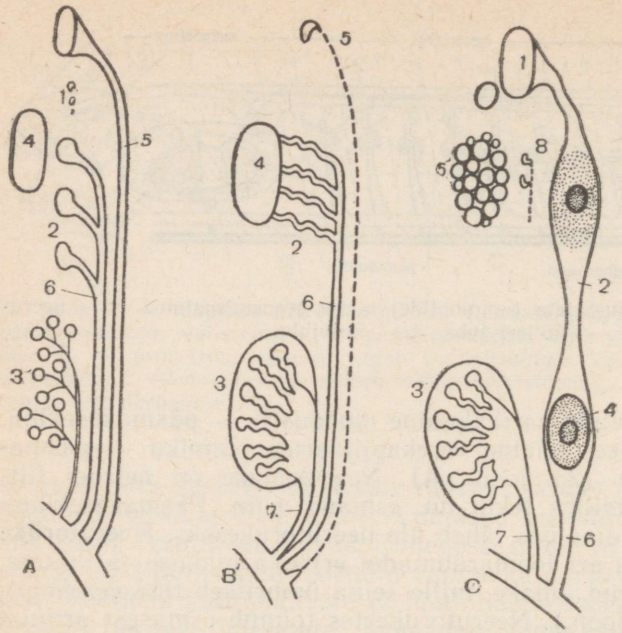
osaks on kaheseinaline karikalaadne moodustis — **päsmakesekihn.** Päsmakesekihnu sees leiame verekapillaaride põimiku — **päsmakese** (*glomérulus*) (23. joon., A). Neerukehake on nefroni filtratsiooniaparaat, milles tekib nn. esmane uriin. Päsmakesekihnu seinte vaheline pilujas õõs läheb üle neerutorukeseks. **Neerutoruke** (*túbulus renis*) on eri loomarühmadel erineva pikkuse ja kujuga, tavaliselt väändunud juhake, mille seinu ümbritseb tihe verekapillaaride võrk (24. joon.). Neerutorukestes toimub esmasest uriinist liigse vee ja mõnede teiste ainete tagasiimendumine ja lõpliku (teisese) uriini kujunemine.

Selgroogsete neerud erinevad alamate loomade erituselunditest ka oma arenemise poolest: nad tekivad mitmes järgus, kusjuures need järgud üksteist a s e n d a v a d. Varakult tekib nn. **eelneer** ehk **pronefros.** See koosneb vähestest metameersetest nefronitest, millel neerukehake veel puudub ja mis algavad neeru pinnal lehtri ehk n e f r o s t o o m i kujul (25. joon.). Eelneeru nefronid suunduvad külje poole, kus nad kloaaki avanevasse **neerujuhasse** suubuvad.

Eelneer mandub peagi ja kaob (peale väheste erandite). Selle asemele ja sellest tagapool tekib kõrgematel selgroogsetel (roomajatel, lindudel ja imetajatel) **keskneer, mesonefros** ehk Wolffi keha. Ka selle nefronid on metameersed (ja vähesearvulised), kuid nefrostoom on enamasti kadunud, nad algavad juba neerukehakesega ning suubuvad neerujuhasse, mida siitpeale ka **Wolffi juhaks** nimetatakse.

Keskneer funktsioneerib looteeas. Hiljem ta kas muudab oma ülesannet või kaob ja temast tagapool tekib tema asemele **järelneer** ehk **metanefros.** Selle nefronid on kaotanud metameersuse, neid tekib väga palju ja nad suubuvad e r i j u h a s s e, mis on tekkinud neerujuha (Wolffi juha) lõpposa väljasopististest. See on **kusejuha** (*uréter*). Neerujuha kas kaob (emasloomadel) või muutub seemnejuhaks (isasloomadel) (26. joon.).

Alamatel selgroogsetel tekib eelneerust tagapool **taganeer** ehk **opistonefros.** See on ü l e m i n e k u v o r m eelneeru ja järel-



26. joon. Mesonefrose ja neerujuha muundumine kõrgematel selgroogsetel. A — eristumata staadium: 1 — pronefrose jäänused, 2 — mesonefros, 3 — metanefros, 4 — gonaad, 5 — Mülleri juha, 6 — neerujuha. B — isasloom: mesonefrose muundunud nefronite (2) kaudu pääsevad seemnerakud raiast (4) neerujuhasse (6), mis muutub seemnejuhaks, 5 — Mülleri juha jäänused, 3 — metanefros, 7 — kusejuha. C — emasloom: mesonefrosest jäävad säilmed (8), neerujuha kaob, Mülleri juhast kujuneb munajuha (2), 1 — munajuha lehter, 3 — metanefros, 4 — muna, 5 — munasari, 6 — emakas, 7 — kusejuha.

neeru vahel. Osalt leiame temas pronefrose tunnuseid (nefronitel võivad nefrostoomid püsima jääda, kuigi tekivad juba ka neerukehakesed), osalt esinevad aga tüüpilised metanefrose tunnused (kusejuhade teke, nefronite rohkus, nende metameersuse kadumine). Opistonefros eristub enamasti kaheks osaks, kusjuures eesmine (kraniaalne) osa vastab kõrgemate selgroogsete mesonefrosele, tagumine — metanefrosele. Tüüpilise opistonefrose leiame kõhrkaladel ja sabakonnalistel.

Neerude etapiviisiline kujunemine on tingitud sellest, et eritustalitlused (lootel) algavad võrdlemisi varakult, kui keerukate ja efektiivsete erituselundite moodustumiseks ei ole veel eeldusi ega isegi vajadust.

10. Selgroogsete **suguelundite** põhilisteks osadeks on sugunäärmed ehk gonaadid: **raiad** (isasloomadel) ja **munasarjad** (emasloomadel). Vastandina koljutuile on selgroogseil ainult üks paar gonaade.

Valminud munarakud langevad munasarjast tavaliselt keha-

õõnde, kust nad **munajuhade** ehk **oviduktide** kaudu välja kanduvad. Seemnerakud väljuvad **seemnejuhade** kaudu.

Munajuha (kummalgi pool) tekib loote **Mülleri juhast.** Ta moodustub Wolffi juha kõrval, sellega paralleelselt. Mülleri juha tekib ka isasloomadel, kuid peale väheste jäänuste kaob hiljem. Seemnejuha tekib kõrgematel selgroogsetel neerujuhast (26. joon., B). Alamatel vormidel aga, kus kusejuha ei teki, kujuneb Wolffi juha nii uriini kui ka seemnerakkude ühiseks viimateeks (kusesugujuhaks).

Wolffi juhasse (seemnejuhasse) satuvad seemnerakud opistonefrose eesosa või mesonefrose kaudu, mis astuvad raigadega ühendusse ja on seega suguelundite teenistuses.

11. Selgroogseil on mitmeid **sisenõrenäärmeid.** Need on näärmed, millel viimajuhad puuduvad. Nad toodavad nõresid — h o r m o o n e, mis kehas vere kaudu laiali kanduvad ning elundite või elundkondade (eeskätt siseelundite) tegevust juhivad ja reguleerivad. Sisenõrenäärmed (sisesekretsiooninäärmed) teostavad seega organite ja kudede humoraalset integreerimist.

Tähtsamad ja tuntumad sisenõrenäärmed on kilpnääre, hüpofüüs ja neerupealis.

12. **Selgroogsete embrüonaalne arenemine.** Selgroogsete valminud munarakk on tavaliselt kaetud mitmesuguste kestadega (kaitse). Primaarse munakesta, r e b u k e s t a, eritab munarakk ise oma pinnale. Sekundaarse munakesta eritavad munaraku pinnale (rebukesta peale) munasarja rakud, tertsiaarse munakesta (või tertsiaarsed munakestad) aga munajuha seinte näärmed. Tertsiaarsed munakestad on näiteks kahepaiksete loomade munarakkude välimine sültjas kest, lindude ja roomajate munarakkude nahkkestad ja lubikest. Valminud munarakk koos munakestadega on **muna** (*ovum*).

Rebu (toitaine) rohkus selgroogsete munarakkudes on eri rühmades väga erinev. Vastavalt sellele tehakse vahet r e b u v a e s t e ehk o l i g o l e t s i t a a l s e t e ja r e b u r i k a s t e ehk p o l ü l e t s i t a a l s e t e munarakkude vahel. Oligoletsitaalsed munarakud on näiteks kahepaiksetel ja imetajatel, polületsitaalsed — roomajatel ja lindudel.

Rebu rohkus avaldab suurt mõju munaraku embrüonaalsele arenemisele. Oligoletsitaalsed munarakud lõigustuvad täielikult (totaalselt), olgugi et lõigustumine on tavaliselt ebavõrdjagune (inekvaalne). Lõigustumisel tekib kerajas p õ i s l o o d e (blastula). Polületsitaalsed munarakud lõigustuvad o s a l i s e l t (partsiaalselt) ja nimelt k e t t a l i s e l t (diskoidaalselt): lõigustub ainult munaraku animaalne poolus, s. o. tuum ja tsütoplasma, suurem osa munarakust (rebu) jääb lõigustumata. Niisuguse lõigustumise tulemusel tekib kettakujuline põisloode, mille õõs jääb piluja ruumina loote alla.

Selgroogsete loomade individuaalset arenemist munakestades või emakas (imetajail) nimetatakse embrüonaalseks (looteliseks) arenemiseks ja arenemist pärast munakestadest vabanemist või pärast sündimist kuni täiskasvanuks saamiseni — postembrüonaalseks arenemiseks.

13. **Selgroogsete loomade olenevus keskkonnateguritest.** Postembrüonaalse arenemise ajajärgul ja täiskasvanult on loom pidevalt keskkonnategurite vahetu mõju all. Keskkonnategurid jagunevad **klimaatilisteks** (temperatuur, niiskus, valgus jne.), **edaafilisteks** (substraat, maapinna reljeef, vesi jne.) ja **biootilisteks** (teised organismid). Organismi seos ümbritseva keskkonnaga on väga tihe, kuid mitte kõik keskkonnategurid ei avalda ühesugust mõju: ühed neist mõjutavad loomade elu väga suurel määral, alati või otseselt, teised nõrgemalt, ajutiselt või kaudselt. Loomade elu tundmaõppimisel tuleb seepärast alati arvestada ka nende olenevust keskkonnategureist (ökoloogiat), selle olenevuse laadi ja ulatust.

Looma ümbritsevate keskkonnategurite kompleks moodustab tema elutingimused. Organismide suutelisus erinevates elutingimustes elamiseks ehk nende ökoloogiline valents on väga erinev: suure ökoloogilise valentsiga — eurütoopsed ehk eurübiontsed liigid võivad elada (ja levida) väga erinevates elutingimustes, väikese ökoloogilise valentsiga — stenotoopsete ehk stenobiontsete liikide levik piirdub võrdlemisi ühesuguste aladega. Ka mingi üksiku keskkonnateguri suhtes eristatakse eurü- ja stenotoopseid vorme: näiteks temperatuuri erinevuste talumise suhtes tehakse vahet eurütermsete ja stenotermsete, vee soolsuse määra talumise suhtes — eurü- ja stenohaliinsete, toidu mitmekesisuse suhtes eurü- ja stenofaagsete liikide vahel. Loomad eelistavad ühtesid keskkonnategureid ja väldivad teisi vastavalt sellele, millega nad on kohastunud. Niisugustel kordadel kõneldakse loomade lembesusest selle keskkonnateguri suhtes. Lõhilased näiteks on külmalembesed, karplased — soojalembesed.

Erineva nõudlikkusega pole mitte ainult eri liigid, vaid sageli ka ühe liigi eri populatsioonid ehk ökoloogilised rassid.

Teatavate kindlate ökoloogiliste tingimustega ala, mida liik asustab, nimetatakse selle liigi elupaigaks ehk **biotoobiks.** Mingi elupaiga sobivuse määra näitajaks on liigi asustustihedus (isendite arv pind- või ruumala teatava kindla ühiku kohta) ja arvukuse püsivus antud elupaigas. Keskkonnatingimuste — eeskätt toitumistingimuste perioodiline ja aperioodiline muutumine tingib kõikumisi liigi isendite arvus, mida väljendab liigi arvukuse dünaamika. Arvukuse kõikumistega kaasnevad muutused elupaiga ja isegi areaali (levila) piirides. Arvukuse tõus põhjustab sageli liigi levimise talle vähesobivatesse elupaikadesse, sunnib teda mõnelgi juhul ületama elutingimustelt ebasobivaid alasid —

levikutõkkeid (barjääre) ja viib seega liigi areaali laienemisele. Arvukuse tunduval vähenemisel säilib liik ainult talle kõige sobivamate tingimustega elupaikades ning sageli kaob areaali servaaladel; selle tagajärjeks võib olla areaali ahenemine.

Teatavate kindlate ühesuguste keskkonnatingimustega kohastunud liigid — kuigi nad võivad kuuluda eri perekondadesse, sugukondadesse, seltsidesse või isegi klassidesse — on omandanud rea iseloomulikke, ühiseid kohastumusi, mille alusel nad ühendatakse ühte **eluvormi** ehk ökoloogilisse tüüpi. Põhilised eluvormid on vee-elanikud ehk hüdrobiondid (akvikoolid), poolvee-elanikud ehk amfibiondid, õhuelanikud ehk aviabiondid, pinnase-elanikud ehk edafobiondid, avamaastiku-elanikud ehk ktonobiondid ja puudeelanikud ehk dendrobiondid (arborikoolid).

14. **Selgroogsete geograafiline levik.** Peale ökoloogilise leviku, s. o. teatavates kindlapiirilistes elutingimustes leviku, tuleb iga loomaliigi (või süstemaatilise rühma) tundmaõppimisel arvestada ka tema geograafilist levikut. Viimast iseloomustab teatav maa-ala ehk **areaal** (levila), mille piirides loom (loomarühm) elab. Liigi (rühma) areaal on nagu mingi tunnus, mida me tema iseloomustamiseks peame tundma. Areaali asupaik, suurus ja kuju olenevad ühest küljest neist keskkonnatingimustest, mida liik (rühm) elamiseks vajab, ja teisest küljest neist muutustest, mida mandrid, mered ja ookeanid on minevikus läbi teinud, samuti ka liigi (rühma) ajaloolisest vanusest. Liigi (rühma) areaali tundmine annab meile seega rohkesti informatsiooni looma eluviiside, tema bioloogilise omapära ja mineviku kohta.

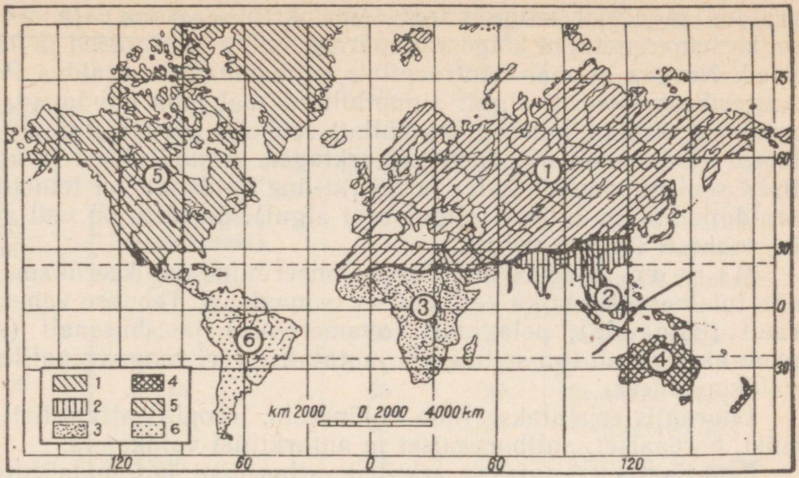
Et iga liik (rühm) on tekkinud ühes piirkonnas, siis on tema areaal primaarselt terviklik, s. t. et kaardil võib seda piiristada pideva suletud joonega. Mõnede liikide (rühmade) areaal on katkendlik. Areaali katkemise põhjused lubavad järeldusi teha selle looma (loomarühma) mineviku ja omaaegsete elutingimuste kohta. Viigerhüljes näiteks on levinud nii Balti kui ka Valges meres. Miks see on nii, mida sellest järeldada? Geoloogiliste andmete põhjal võib väita, et need mered olid minevikus teineteisega ühenduses ja et järelikult oli viigerhüljese levila tol ajal ulatuslikum ning terviklik. Euroopa piison (*Bison bonasus*) on levinud Valgevenes ja Põhja-Kaukaasias. Paleontoloogilised andmed näitavad, et see liik oli omal ajal laialt levinud. Sellest võib järeldada, et euroopa piison on suurtel aladel hävinud (hävitatud) ja et tema praeguse areaali katkendlikkuse on põhjustanud tema osaline väljasuremine. India taapir on levinud Lõuna-Aasias, teised taapiriliigid — Lõuna-Ameerikas; kopskalad elavad Austraalias, Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas. Sellised faktid näitavad, et ühendused mandrite vahel olid kaugemas minevikus teistsugused kui praegu, et vastavate loomade areaalid olid kunagi hoopis ula-

tuslikumad ja et praegused katkendliku areaaliga vormid on kunagi laialt levinud rühmade reliktid.

Areaali suurusest võib sageli teha järeldusi liigi (rühma) fülogeneetilise vanuse ja tema ökoloogilise valentsi kohta. Laialt levinud vormid on üldiselt vanemad kui väikese areaaliga liigid (rühmad), sest neil on rohkesti aega olnud oma levila laiendamiseks. Suure levilaga noored vormid, näiteks rebane, koduhiir, delfiin, kaljukotkas, rabapistrik, sooräts jt., on eurüfaagsed ja eurütoopsed ning «vitaalsed» vormid. Vastupidi, liigi (rühma) väike areaal annab tunnistust, et on tegemist reliktse vormiga. Nii on «elus fossiilne» hateeria (roomaja) levinud ainult Uus-Meremaal; väga ürgsed käsiuimsed kalad esinevad ainult troopilise Aafrika magevetes; kõige vanapärasemad imetajad — nokkloom ja sipelgasiilid — on levinud ainult Austraalias jne. Ainult teataval kitsamal maa-alal püsivalt esinevaid vorme nimetatakse **endeemideks.** Euroopas ja Põhja-Aasias on niisugusteks vormideks näiteks leethiir, metsnugis ja metskits. Kui endeemid olid ka minevikus samal maa-alal levinud, s. o. samal alal tekkinud ja kujunenud, siis on meil tegemist **autohtoonsete** vormidega. Autohtoonid on näiteks koolibrid, napihambulised (Lõuna-Ameerikas) ja räim (Balti meres). Suure areaaliga liigid on looduse majapidamises muidugi märksa suurema tähtsusega kui väikese areaaliga vormid.

Loomade leviku lähem tundmine on oluline ka antud liigi (rühma) kujunemise mõistmisel. Neilt aladelt, kus liik moodustab rohkesti alamliike, tuleb otsida ta tekkepaika; neil aladel, kus teatav perekond moodustab rohkesti liike, on selle perekonna kujunemise kolle jne. Näiteks kõige enam heeringlasi leiame India ja Vaikse ookeani vetes — siin on nende «kodumaa»; kõige enam ühe sisalikulisteperekonna liike on Põhja-Aafrikas — siin on selle perekonna kujunemise ala jne. Meenutagem, et endeemiliste napihambuliste ja nende väljakaevatud fossiilide, samuti ka Galápagose saarte rikkalike endeemide uurimisel tekkiski Ch. Darwinil loomariigi evolutsiooni idee. Loomade süstemaatiliste üksuste, eeskätt liikide omavahelise suguluse määramisel kasutatakse tänapäeval ka nende geograafilise leviku andmeid.

Liigi (rühma) areaal ei ole muutumatu. Iga vormi kaasaegne levik on tema aastatuhandeid kestnud ja ikka edasikestva levimise üks etapp. Loomade elutingimused on alalises (kuigi väga aeglases) muutumises. Muutuvad ka liigid: loodusliku valiku tulemusena kohastuvad nad uute olukordadega. Mitte kõik liigid ei ole aga ühesugusel määral muutumisvõimelised. Need liigid, kes oma loomuse tõttu ei suuda küllalt kiiresti uute tingimustega kohastuda, ahendavad oma areaali ja võivad isegi välja surra; need liigid, kes on kohastumisvõimelised või suurema sigivusega või kes leiavad naabruses uusi sobivaid asupaiku, laiendavad oma areaali. Eriti ilmekas on imetajate aktiivne levimine. Näiteks



27. joon. Maakera zoogeograafilised valdkonnad. 1 — palearktiline, 2 — orientaalne, 3 — etioopiline, 4 — Austraalia, 5 — nearktiline, 6 — neotroopiline.

metssiga, kes aastat kolmkümmend tagasi esines meil ainult haruldase eksikülalisena, on nüüd kujunenud siin tavaliseks liigiks; halljänes ja metsnugis on laiendanud oma areaali nii põhja kui ka ida suunas; karmiinleevike ja rohelehelind laiendavad oma levilat Nõukogude Liidus lääne suunas jne.

Arenemiselt ja päritolult ning ilmelt ühtliku faunaga suured maa-alad moodustavad zoogeograafilised valdkonnad (regioonid). Niisuguseid valdkondi eristatakse tavaliselt 6 (27. joon.).

1. **Palearktiline:** Euraasia — lõunas kuni Himaalaja, Afganistani ja Iraanini (Pärsiani), Aafrika — Saharast põhja pool.

2. **Nearktiline**: Põhja-Ameerika — Mehhiko kiltmaast arktiliste saarteni, Gröönimaa.

3. **Neotroopiline**: Kesk- ja Lõuna-Ameerika, Mehhiko lauskmaa, Lääne-India saarestik.

4. **Etioopiline:** Aafrika, kaasa arvatud Sahara kõrb, Lõuna-Araabia, Madagaskar koos lähedaste saartega.

5. **Orientaalne:** Aasia — Himaalajast lõuna pool, Ees- ja Taga-India, Malakka poolsaar, Sulawesi (Celebes), Sumatra, Jaava, Bali, Kalimantan (Borneo) ja Filipiinid.

6. **Austraalia:** Austraalia, Tasmaania, Uus-Meremaa, Malai saarestiku lõunaosa (Balist ida pool) ja Polüneesia.

Sageli liidetakse mandri zoogeograafilised valdkonnad kolmeks riigiks, vastavalt imetajate ajaloolise arenemise etappidele: notogea, neogea ja arktogea. **Notogea** hõlmab ainult Austraalia valdkonna; see

eraldus mandrist kõige varem (ülemkriidiajastikus) ja seetõttu on ka tema imetajad kõige vanapärasemad: ainupilulised ja kukrulised. **Neogea** hõlmab neotroopilise valdkonna; see eraldus Põhja-Ameerikast eotseeni algul: ainupilulised seal juba puuduvad, kukrulisi on olemas, muidugi ka küllalt rohkesti pärisimetajaid. Kõik teised valdkonnad moodustavad **arktogea.** Ainupilulised ja kukrulised seal puuduvad. Pale- ja nearktiline valdkond on teineteisest eraldunud kõige hiljem (oligotseeni algul). Seetõttu on neil aladel ka rohkesti ühiseid vorme.

Merede zoogeograafiline rajoneerimine on keerukam, sest siin tuleb arvestada ka vertikaalset tsonaalsust. Tehakse vahet litoraali (kalda-ala), pelagiaali (avamere-ala) ja abüssaali (süvamere-ala) vahel. Iga selline ala jaotatakse veel zoogeograafilisteks valdkondadeks.

Litoraalis eristatakse Indo-Polüneesia, troopilis-atlantilist, arktilist, boreaalset, antiboreaalset ja antarktilist valdkonda.

Pelagiaalis eristatakse arktilist, atlantilist, indo-patsiifilist ja antarktilist valdkonda.

Abüssaalis eristatakse indo-patsiifilist, atlantilist ja arktilist valdkonda.

II. SELGROOGSETE FÜLOGENEETILINE ARENG JA SÜSTEMAATILINE JAOTUS

Mitte alati ei ole selgroogsed loomad olnud sellised ning esinenud niisuguse vormikülluse ja arvukusega nagu tänapäeval: nad on läbi teinud pika fülogeneetilise arenemistee.

Paleontoloogilised uurimised on näidanud, et esimesed selgroogsed ilmusid eluareenile juba väga kauges minevikus — paleosoikumis, ordoviitsiumiajastul, umbes 450 miljoni aasta eest. Selle ajastu lademetest on leitud kalalaadsete loomade katete (rüü) kivistunud osi. Siluri ja devoni ladestutest on leitud nende loomade hästi säilinud kivistisi, mis võimaldavad nende ehitusest kujutlust saada. Kõnesolevad selgroogsed, mageveekogudes elanud aeglased põhjaloomad, olid lõugadeta, kaetud luukilpidest rüüga. Need loomad — **kilpkalad** ehk **ostrakodermid** — surid devoni lõpuks välja, kuid nende vähesed poolparasiitsed järglased elavad **sõõrsuude** kujul ka veel tänapäeval.

Siluri lõpul ilmuvad lõugadega kalad. Esimeste lõugadega kalade keha eesosa oli samuti kaetud tugeva luulise rüüga, mistõttu neid tuntakse **rüükalade** ehk **plakodermide** nime all. Võrdlemisi varakult eralduvad neist mitmed kalarühmad, kes aga hiljem välja surevad. Ühe niisuguse rühma järglasi elab tänapäevalgi. Need on **kõhrkalad.**

Maa arengu etapid ja selgroogsete fülogeneetiline areng

Aegkond	Ajastu	Kestus	Algus tänapäevast	Iseloomulikumad loomarühmad
		miljonites aastates		
Kainosoikum	Antropogeen (kvaternaar)	1	1	Praegused vormid Inimese kujunemine
	Tertsiaar	59	60	Imetajate rühmade kujunemine
Mesosoikum	Kriit	60	120	Suurte reptiilide väljasuremine
	Juura	35	155	Reptiilide õitseng
	Triias	35	190	Alamad reptiilid
Paleosoikum	Perm	25	215	Amfiibid. Reptiilid alustavad võidukäiku
	Karbon	85	300	Amfiibide õitseng Esimesed reptiilid
	Devon	50	350	Kalade «ajastu» Esimesed amfiibid
	Silur	40	390	Ostrakodermid
	Ordoviitsium	90	480	Graptoliidid
	Kambrium	70	550	Trilobiitide õitseng

Devonis ilmuvad **luukalad** — luulise sisetoesega kalad. Ürgsed luukalad on välja surnud, kuid nende järglased osutusid väga arenemisvõimelisteks ja moodustavad praeguste kalade peamise klassi. Paralleelselt «tavaliste» luukaladega (või isegi varem) ilmuvad aga ka niisugused luukalad, kel oli mitmeid kahepaiksetele omaseid tunnuseid (näit. kopsud). Nendel kaladel olid ka koaanid (vt. allpool), mistõttu nad on tuntud **koaankalade** nime all. Arvestades koaankalade suurt omapära ja nende sarnasust amfiibidega, tuleb neid vaadelda kui iseseisvat klassi. Devonis ja osalt hiljemgi (kivisõeajastul) olid koaankalad väga arvukad, kuid tänaseni on neist säilinud ainult mõned perekonnad.

Koaankaladest võrsuvad devoni lõpul esimesed maismaaselgroogsed — **kahepaiksed** (amfiibid). Ürgsed kahepaiksed omakorda annavad kivisõeajastul **roomajad** (reptiilid). Viimased arenevad kiiresti mitmes suunas ja mesosoikumis moodustavad nad kõige arvukama ja kõige suurema selgroogsete rühma. Enamik neist sureb mesosoikumi lõpul välja. Üksikud rühmad aga on säilinud tänapäevani.

Algelistest roomajatest kujuneb permis välja progressiivne roomajate rühm — loomalaadsed roomajad, praeguste **imetajate** eellased. Ühest roomajate rühmast — sombushambulistest — algavad triiases **linnud** oma arenguteed.

Nagu sellest lühiülevaatest nähtub, on selgroogsete arenemistee olnud pikk ja keerukas. Rohkesti mitmesuguseid rühmi on tekkinud, paljud neist on välja surnud. Tänapäevani on neist rühmadest (klassidest) säilinud järgmised:

1. Sõõrsuud (*Cyclostómata*)
2. Kõhrkalad (*Chondrichthyes*)
3. Luukalad (*Osteichthyes*)
4. Koaankalad (*Choanichthyes*)
5. Kahepaiksed (*Amphibia*)
6. Roomajad (*Reptilia*)
7. Linnud (*Aves*)
8. Imetajad (*Mammalia*)

Sõõrsuud koos oma eellastega, ostrakodermidega, on tuntud **lõuatute** ehk **agnaatide** (*Agnatha*) nime all, kõik teised selgroogsed koondatakse lõugsuuste ehk gnatostoomide (*Gnathostómata*) rühma. Sõõrsuude, kõhrkalade, luukalade, koaankalade ja kahepaiksete klass ühendatakse sageli **anamniootide** (*Anamnia*) rühmaks, roomajad, linnud ja imetajad — **amniootide** (*Amniota*) rühmaks. Niisugune rühmitamine on tingitud sellest, et anamniootide looteil mingisuguseid kaitsekesti peale munakestade ei ole, amniootide looted aga on varustatud mitme lootekestaga, millest **veekest** ehk **amnion** on üks iseloomulikumaid. Sõõrsuud, kõhr-, luu- ja koaankalad ning kahepaiksed koos on tuntud ka **ihtüopsiidide** (*Ichthyópsida*), roomajad ja linnud — **sauropsiidide** (*Saurópsida*) nime all.

SÕÕRSUUDE KLASS
(CYCLOSTÓMATA)

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS JA PÕLVNEMINE

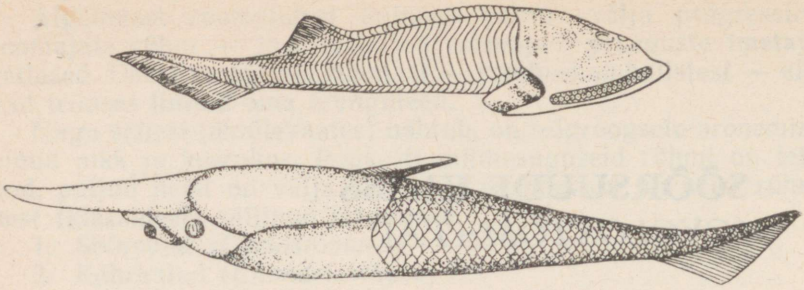
Sõõrsuude ehk tsüklostoomide klassi kuuluvad silmud ja pihklased. Need on maduja kehaga veeloomad. Elavad veekogude põhjas poolparasiitset elu: imevad teiste loomade (peamiselt kalade) verd ja koemahlu; toituvad ka surnud kaladest. Pihklased on märksa parasiitsemad kui silmud.

Varematel aegadel arvati sõõrsuud kalade klassi. Ometi erinevad nad tüüpilistest kaladest mitmete oluliste tunnuste poolest: sõõrsuudel puuduvad lõuad, paarilised uimed (jäsemed), tõelised (luulised) hambad, soomused, samuti puudub neil paariline ninaava ja paariline ninaõõs. Nagu hiljem selgub, on teisigi olulisi erinevusi sõõrsuude ja tõeliste kalade vahel. Seetõttu eraldati sõõrsuud juba läinud sajandi lõpul süstemaatilises mõttes iseseisvaks loomaklassiks.

Fossiilseid sõõrsuid ei tunta. See on ka arusaadav: sõõrsuudel puuduvad luulised moodustised, mis oleksid võinud säilida. Küll on aga siluri ja devoni kihtidest, nagu juba teame, leitud omapäraseid «kalu» — **kilpkalu** ehk **ostrakoderme**, kelle pea ja kere eesmine osa olid kaetud luukilpidest rüüga. Niisugusteks «kaladeks» olid näiteks *Cephalaspis, Pteraspis* jt. (28. joon.). Ostrakoderme esines ka Eesti aladel. Vaatamata sellele, et nad oma kehakujult ja katetelt sõõrsuudest tugevasti erinesid, oli neil viimastega siiski mõningaid ühiseid tunnuseid: neil puudusid lõuad, neil oli üksainus ninaava, neil oli kiirusilm (vt. allpool), nende sisekõrvas oli kõigest kaks lookjuha, paljudel neist puudusid paarilised uimed jne. Seetõttu tuleb kilpkalu pidada sõõrsuude sugulasteks — nende kaugeteks esivanemateks.

Kuigi kilpkalad olid kaetud kilpidega, surid nad devonis välja. Miks? Varematel aegadel oli rüü kilpkaladele olelusvõitluses vajalik, sest veekogudes leidus siis rohkesti veeskorpione eurüpterusi, kes neile ja väiksematele kaladele jahti pidasid. Hiljem aga, kui arenesid luukalad, osutus rüü kilpkaladele tülinaks, sest nad ei

TRÜ Raamatukogu



28. joon. Devoniaegseid kilpkalu: *Cephalaspis* (ülal) ja *Pteraspis* (all).

suutnud luukaladega liikumise kiiruses võistelda. Alles jäid väikesed väheliikuvad põhjavormid, sõõrsuud, kes kujunesid kalade parasiitideks.

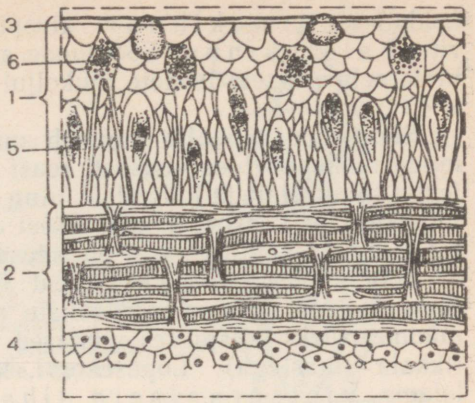
II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Välistunnused ja katted.** Sõõrsuude organisatsiooni ja elutegevuse tundmaõppimisel lähtume eeskätt **silmudest.**

Piki keha kulgeb silmudel 2 pehmet seljauime. Pihklastel seljauimed puuduvad. Saba ümbritseb sabauim, mis on seljakeeliku poolt kaheks võrdseks pooleks jaotatud. Niisugune sabauim kannab samahõlmse ehk difütserkse sabauime nimetust.

Keha eesotsas, kõhtmiselt, asetseb silmudel **suulehter**, mille servadel on nahksed narmad. Suulehtri seintel leiame **sarvhambaid.** Sarvhambad on ka suulehtri põhja ulatuval keelel. Pea külgedel täheldame silmi, mis on laugudeta, kuid kaetud poolläbipaistva nahaga. Pihklaste silmad on, vastavalt nende eluviisile, väga väikesed ja mandunud. Silmade vahekohal, selgmiselt, asetseb paaritu ninaava. Otse selle taga leiame ümardunud poolläbipaistva nahaosa, mille all asetseb sõõrsuudele iseloomulik **kiiruelund.** Silmadest tagapool, pea külgedel, on kummalgi pool 7 ümmargust välimist lõpuseava. Kere ja saba vahekohal, tagumise seljauime eesosa tasemel, leiame kõhtmisel küljel väikese pilu, mille põhjast ulatub välja kuse-sugunibu (urogenitaalpapill). Sellest eespool on **pärak.**

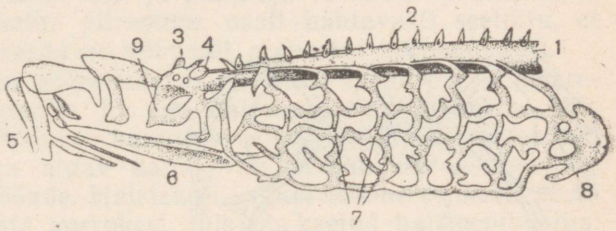
Sõõrsuude **nahk** on pehme ja sile, ilma soomusteta. Marrasknahas on väga palju mitmesuguseid ainurakulisi limanäärmeid (29. joon.), mistõttu keha pind on alati paksult kaetud limaga ja libe. Lima on kehale (nahale) kaitseks; lima kujul eritatakse siin osalt ka ainevahetussaadusi.



29. joon. Silmu naha läbilõige. 1 — marrasknahk, 2 — pärisnahk, 3 — kutiikul, 4 — alusnahk, 5 — kolbrakud, 6 — sõmerrakud.

2. **Toes ja lihased.** Sõõrsuude **seljakeelik** on hästi arenenud ja seda ümbritseb paks ning tugev sidekoeline ümbris. Sidekude ümbritseb ka seljakeeliku kohal paiknevat seljaaju. Seljakeelikut ja seljaaju ümbritsevas sidekoes, seljaaju külgedel, leiame silmudel kummalgi pool rea väikesi kõhrekepikesi, kaks iga kehasegmendi kohta. Need on selgroolülide sugemed ja vastavad kõrgemate selgroogsete selgroolülide ülakaartele. Ülakaar on selgroolüli fülogeneetilise arengu seisukohalt tema kõige vanem (varasem) osa. Et täisväärtuslikud selgroolülid sõõrsuudel veel puuduvad, siis võib sõõrsuid vaid «viisakuse pärast» selgroogseteks pidada.

Kolju koosneb ajukoljust ja näokoljust (30. joon.). **Ajukolju** («koljukihnu») põhjas leiame paaritu kõhrelise alusplaadi. Ajukolju küljed on samuti kõhrkoest. Ajukolju lagi aga (peale kitsa sillakese) on sidekoeline. Kuklapiirkond puudub hoopis. Alusplaadi tagaosale liibuvad (kuid ei kasva sellega



30. joon. Sõõrsuu (silmu) kolju. 1 — seljakeelik, 2 — selgroolülide sugemed, 3 — haistekihn, 4 — kuulmekihn, 5 — suulehtri toes, 6 — keelealune kõhr, 7 — lõpusekaared, 8 — südamepaunakõhr, 9 — silmaalune kaar.

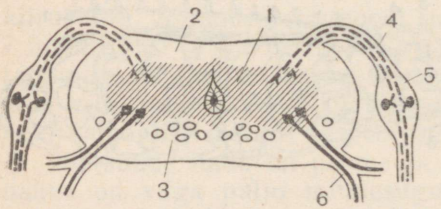
kokku) kuulmekihnud, alusplaadi eesosa kohal leiame paaritu haistekihnu. Sõõrsuude ajukolju meenutab seega kõrgemate selgroogsete loodete ajukoljut ja püsib eluaja sellisel algelisel tasemel.

Sõõrsuude **näokolju** jaguneb suulehtri ja lõpuste toeseks. Silmude suulehtri toes koosneb reast kõhredest, mis toestavad suulehtri seinu ülalt ja külgedelt, ning kõhredest, mis toestavad keelt. Lõpuste toes koosneb 7 kõhrelisest «lõpusekaarest», mis on isekeskis pikutiste väätide varal ühenduses ja moodustavad **lõpusekorvi.**

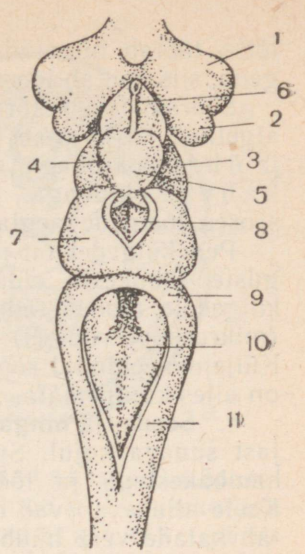
Sõõrsuude somaatilised **lihased** koosnevad külgmistest lihasväätidest, mis on sidekoeliste müoseptide varal jaotatud **müomeerideks**, kusjuures viimased asetsevad viltu (sarnasus süstikkala lihastega). Lõpusekorvi, keele ja suulehtri piirkonnas leiame vistseraalseid lihaseid, kusjuures suulehtri ja keele lihased (imilihased) on arenenud kõige paremini.

3. **Närvisüsteem ja meeleelundid. Seljaaju** on lamendunud paeljas moodustis seljakeeliku kohal (31. joon.). Seljaajunärvid väljuvad selgmise ja kõhtmise juure kujul, kusjuures need juured silmulistel vahelduvad (ei ole kohakuti) ega liitu isekeskis seganärviks nagu see on kõrgematel selgroogsetel, vaid siirduvad keha piirdele ning elundeisse iseseisvate närvide kujul (sarnasus koljututega). Kõhtmised juured on eferentsed (motoorsed), selgmised juured aferentsed (retseptoorsed). Erutuse liikumine närvikiududes on veel väga aeglane (umbes 5 m/sek).

Peaaju osad, eestpoolt tahapoole, asetsevad enam-vähem ühel ja samal tasapinnal üksteise taga (32. joon.). **Otsaju** on suhteliselt väike ja kaheks külgedele väljaulatuvaks pooleks jaotatud. Kummagi poole eesmine (suurem) osa on haistesagar, tagumine vastab kõrgemate selgroogsete otsaju poolkeradele. Funktsionaalselt on otsaju siin täiel määral haisteaju. **Vaheaju** selgmises osas äratab kõigepealt tähelepanu kahest ebavõrdsest sagarast koosnev ratsmeganglion. Selle kohal asetseb võrdlemisi pikk ripikulaadne kiiruelund ehk **pineaalelund** ja viimase all väiksem jätke — **parapineaalelund**. Mõlemad nimetatud elun-



31. joon. Sõõrsuu seljaaju ristlõige. 1 — hallollus, 2 — valgeollus, 3 — Mülleri kiud (tulevad peaajust), 4 — selgmine juur (närv), 5 — spinaalganglion, 6 — kõhtmine juur (närv).



32. joon. Silmu peaaju ehitus (pealtvaates). 1 — haistesagar, 2 — otsaju poolkerad, 3 — vaheaju, 4 — ratsmeganglioni vasak sagar, 5 — ratsmeganglioni parem sagar, 6 — pineaalelund, 7 — nägemissagar, 8 — keskaju lagi (eemaldatud), 9 — väikeaju, 10 — tagaaju kõhtmine osa, 11 — piklikaju.

did on valgustundlikud ja mõjutavad looma ööpäevast aktiivsust. Pineaalelund on ühenduses ratsmeganglioni parema (suurema), parapineaalelund — vasaku (väiksema) sagaraga. Vaheaju alumine piirkond reguleerib looma vegetatiivseid talitlusi. Selle kotilaadse põhja (lehtri) all asetseb **hüpofüüs** — peamine sisenõrenääre.

Keskaju paisub selgmises külgmises osas kummalegi poole välja. Et neisse väljetesse tulevad nägemisnärvi kiud, nimetatakse neid n ä g e m i s s a g a r a t e k s. Kuid siia saabub informatsiooni ka teistest meeleelunditest ja funktsionaalselt võib sõõrsuude keskaju võrrelda maismaaselgroogsete otsaju koorega. Keskaju vatsake (õõs) on sõõrsuudel mahukas ja pealt kaetud ainult õhukese veresoonterikka kilega, mis on ainulaadne nähtus selgroogsete-peres. Sõõrsuude **tagaaju** selgmine osa, s. o. v ä i k e a j u, on vastavalt nende vähesele liikuvusele väga nõrgalt arenenud. Tagaaju kõhtmine osa ja piklikaju seevastu moodustavad peaaju kõige mahukama piirkonna, osalt nähtavasti seetõttu, et nende kaudu innerveeritakse võimsalt arenenud keeleaparaati.

Meeleelunditest on sõõrsuudel **haisteelund** kõige paremini arenenud ja on siin paaritu. Et aga haistesagar on paariline, siis tuleb arvata, et sõõrsuude kaugetel eellastel oli ka haisteelund paariline. Ninaavaga algav kanal viib peaaju ees asetsevasse **haistekotti** ehk ninaõõnde. Haistekoti seintel leiame rohkesti meridionaalseid limaskesta kurrukesi, mis on kaetud haisteepiteeliga. Haistekoti põhjast algab pikk kotjas moodustis — **hüpofüüsikott**, mis suundub tahapoole vaheaju alla ja lõpeb seal silmudel ja suttidel umbselt, pihklastel aga avaneb neelu. Hingamisliigutuste

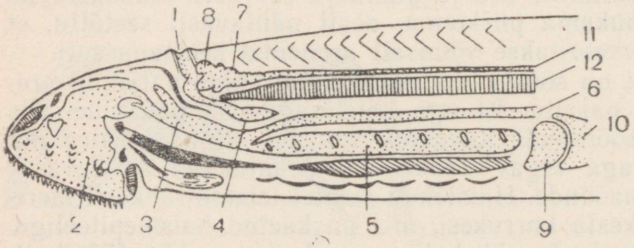
tõttu töötab hüpofüüsikott veepumbana; kui tema algusosa sulgeda, siis kaotab loom haistmisvõime.

Sõõrsuude sisekõrv — **tasakaaluelund** — on seevastu väga algeline. Ta kujutab endast kotikest, mis pihklastel on jaotamata ja ühe lookjuhaga, silmulistel aga osalt juba kaheks jaotatud ja kahe lookjuhaga. Sõõrsuude tasakaaluelundi nõrk areng on seoses loomade aeglase liikumisviisiga veekogude põhjaaladel.

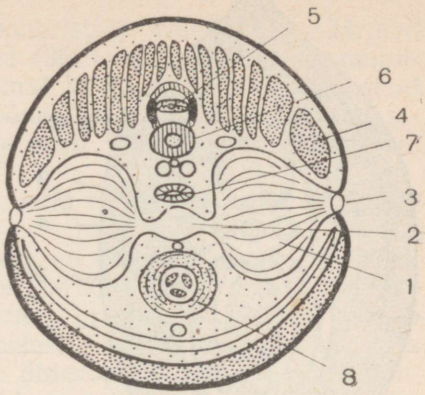
Pea külgedel on mitu rida madalaid tillukesi lohukesi.. Niisuguste lohukeste rida ulatub (lõpuseavadest allpool) ka kere külgedele, moodustades siin küljejoone. Iga lohukese põhjas leiame (mikroskopeerimisel) küljejooneelundi (neuromasti). Küljejooneelundid sõõrsuudel on seega kaitseta, küljejoonekanalid on alles kujunemata.

4. **Seede- ja hingamiselundid.** Seedekulgla algab suulehtri põhjast suuava kujul. Suuõõnde ulatub keel, mis on kaetud sarvhambakestega ja töötab rasplina, imemisel aga pumbakolvina. Keele alla avanevad omapärased süljenäärmed. Nende nõre takistab kalade vere hüübimist, sarnanedes seega toimelt hirudiiniga. Suuõõs läheb üle neeluks, mille tagumisest osast algab silmudel ja suttidel kaks toru: ülemine ja kitsam — söögitoru ning alumine, laiem ja umbselt lõppev — **veejuha** (neelu-lõpusejuha). Söögitoru suundub tahapoole ja südamest möödunud, läheb üle enam-vähem sirgeks sooleks, olles sellest klapi abil eraldatud. Soole eesmine ja lõpmine osa on veidi jämedamaks paisunud, viimane lõpeb pärakuga. Soole limaskest moodustab rohkesti pikutisi, veidi keerdunud kurde, kusjuures üks neist (tüflosool) on teistest mitu korda laiem ja kõrgem. Kurrud aitavad soole sisepinda suurendada ja selle töövõimet tõsta. Soole eesosa all ja ümber leiame selle alumise seina väljasopistumise teel tekkinud õõnsa maksa. Suguküpsete sõõrsuude maks kaotab ühenduse soolega. Eristunud kõhunääre (pankreas) puudub.

Veejuha külgedel on silmudel kummalgi pool 7 sisemist lõpuseava (33. joon.). Need viivad **lõpusekottidesse** — läätsjatesse ruumidesse, mille sisemisel pinnal on rohkesti õrnu vere-



33. joon. Jõesilmu keha eesosa pikilõige. 1 — ninaava, 2 — suulehter, 3 — neel, 4 — hüpofüüsikott, 5 — veejuha, 6 — sool, 7 — peaaju, 8 — haistekihn, 9 — süda, 10 — maks, 11 — seljaaju, 12 — seljakeelik.



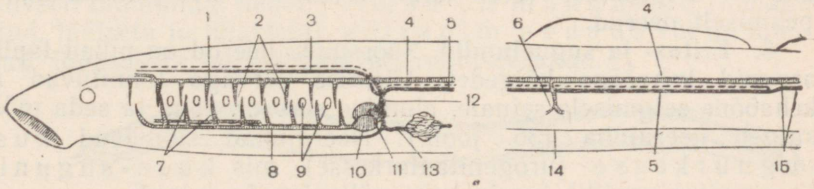
34. joon. Silmu keha eesosa ristlõige. 1 — lõpusekott, 2 — veejuha, 3 — välimine lõpuseava, 4 — lihased, 5 — seljaaju, 6 — seljakeelik, 7 — söögitoru, 8 — keele lihased. Seljaaju külgedel (must) on selgroolüli sugemed (ülakaared).

soonterikkaid meridionaalseid lõpuseliistakuid. Lõpuseliistakud koos moodustavad **lõpused** (34. joon.). Lõpusekottide vooderdis ja lõpuseliistakud on siin entodermaalse päritoluga, vastandina kalade omadele, mis on ektodermi derivaadid. Iga kahe lõpusekoti vahekohale jääb «lõpusekaar». Hingamine toimub lõpusekorvi ahenemise ja laienemise teel, kusjuures vesi liigub välimistest lõpuseavadest lõpusekottidesse, sealt veejuhasse ja tagasi.

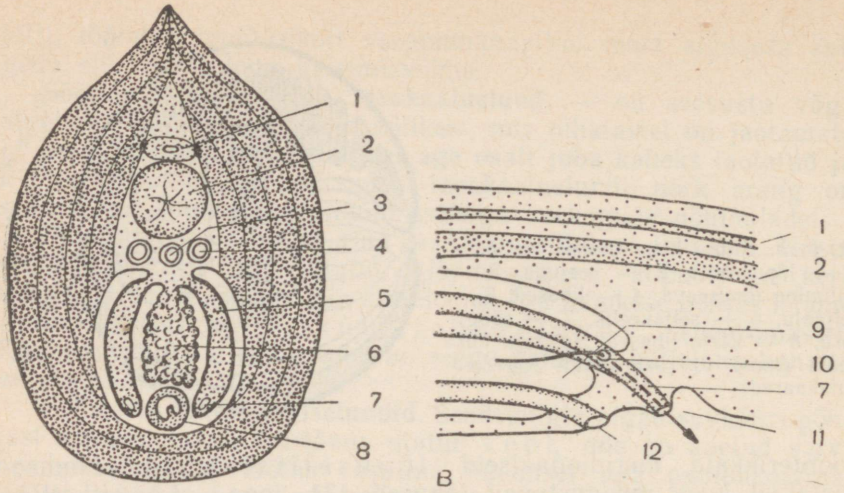
Pihklastel veejuha puudub: sisemised lõpuseavad asetsevad neil neelu külgmistes seintes ja viivad lõpusekottidesse. Ka hingavad pihklased naha abil.

5. **Ringeelundid ja vereringe.** Sõõrsuude **süda** asetseb perikardiõõnes (südamepaunaõõnes), kehaõõnest eraldunud ruumis ja on tagantpoolt südamepaunakõhrega kaitstud. Süda koosneb **kojast** ja **vatsakesest**, kusjuures need asetsevad peaaegu kõrvuti. Südamest voolab läbi ainult venoosne veri (35. joon.).

Südame vatsakesest algab **kõhuaort.** Lõpuseavade tasemel läheb sellest kummalegi poole 8 **tooma-lõpusearterit**, mis lõpusekottide vaheseintesse suunduvad ja lõpuseliistakutes kapillaari-



35. joon. Silmu vereringeelundid. 1 — seljaaordi juur, 2 — viima-lõpusearterid, 3 — eesmine kardinaalveen, 4 — seljaaort, 5 — tagumine kardinaalveen, 6 — soolearter, 7 — tooma-lõpusearterid, 8 — kõhuaort, 9 — lõpuseavad, 10 — vatsake, 11 — koda, 12 — venoosurge, 13 — maksaveen, 14 — sooleveen, 15 — sabaveen ja -arter.



36. joon. Silmu keha tagaosa ristlõige (vasakul) ja pikilõige (paremal). 1 — seljaaju, 2 — seljakeelik, 3 — seljaaort, 4 — tagumine kardinaalveen, 5 — neer, 6 — gonaad, 7 — neerujuha, 8 — sool, 9 — kehaõõs, 10 — suguurb, 11 — kuse-sugunibu, 12 — pärak.

deks hargnevad. Lõpustest liigub arteriaalne veri kummalgi pool 8 **viima-lõpusearteri** kaudu seljaaorti. Arteriaalse vere edasine liikumine toimub samal viisil nagu süstikkalal.

Venoosne veri koguneb **venoosurkesse.** Pea poolt suubub siia paariline eesmine **kardinaalveen,** paaritu alumine kägiveen, paariline tagumine **kardinaalveen** ja maksaveen. Parem eesmine ja tagumine kardinaalveen (silmudel) liituvad enne venoosurkesse suubumist ühiseks kardinaalveeniks ehk Cuvier' juhaks. Sabaveeni kaks haru lähevad otseselt üle tagumisteks kardinaalveenideks. Tagumistesse kardinaalveenidesse suubuvad ka soolest tulevad veenid.

Sõõrsuude vere erütrotsüüdid on tuumaga ja silmudel ümmargused. Hingamispigmendina sisaldavad nad erütrokruoriini, mis on selgrootute veres laialt levinud. Vereloomeelundiks on peamiselt neerud.

6. **Eritus- ja suguelundid.** Sõõrsuude neerud on pikad lapikud organid kehaõõne külgedel. Ülemise servaga kinnituvad nad kehaõõne selgmisele seinale, alumine serv on vaba ja seda mööda kulgeb **neerujuha** (36. joon.). Neerujuhad suubuvad kuse-suguurkesse (urogenitaalurkesse), mis kuse-sugunibu (urogenitaalpapilli) kaudu keha välispinnale avaneb.

Arenemisastmelt on sõõrsuude neerud **taganeerud** (opistonefrosed) või (mõnedel pihklastel) isegi eelneerud. Eelneerud talitlevad kaua ja nende nefronite nefrostoomid algavad südamepaunaõõnes. Neerujuhad talitlevad ainult kusejuhadena. Neerukehakesed on suured.

Silmud on **lahksugulised** (gonohoristid). Nende sugunäärmed (gonaadid) on suured ja paarilised (36. joon.). Seemne- ja munarakud kanduvad välja ühel ja samal viisil: valminud sugurakud langevad läbi gonaadi seina kehaõõnde, kust nad paarilise s u g u u r b e kaudu kuse-suguurkesse ja sealt väliskeskkonda satuvad. Viljastumine on seega väline.

Ka pihklased on lahksugulised, kuid nende gonaadid eristuvad väga hilja.

S i l m u d e munarakud (munad) on väga väikesed ja neid on rohkesti (meresutt näit. koeb umbes 200 000 muna). A r e n e m i n e t o i m u b m o o n d e t e e l. Vastne, l i i v a s o n g l a n e, erineb täiskasvanust mitmete tunnuste poolest: tema uimed on eristumata (piki selga ja ümber saba kulgeb ühine pikk uim), veejuha puudub, neelu põhjas on e n d o s t ü ü l (mis hiljem muutub kilpnäärmeks), s i l m a d o n v ä i k e s e d, hambad puuduvad. Elab jõgedes liivasse peitunult ja vajab täiskasvamiseks mitu aastat. Varem peeti liivasonglast eri loomaperekonnaks (*Ammocoetes*'eks).

P i h k l a s t e munarakud (munad) on suured ja reburikkad, neid on vähe ja nende arenemine toimub m o o n d e t a.

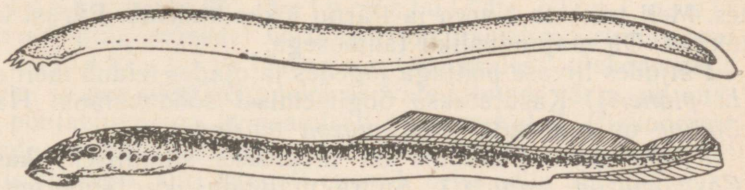
III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

Retsentsed sõõrsuud jagunevad kaheks seltsiks: pihklaselised ja silmulised (37. joon.).

PIHKLASELISTE SELTS (*MYXINIFORMES*)

Pihklaselised on täiel määral mariinsed vormid ja kalade välisparasiidid. Toitumisel puurivad nad end sügavale kala kehha. Pihklaselised tungivad tavaliselt haigete või võrkudesse sattunud kalade kallale, aga ei põlga ka surnud kala.

Vastavalt parasiitsele eluviisile on pihklaselised mitmeti regressiivselt muutunud: nende s i l m a d o n m a n d u n u d (nahaga kaetud, läätseta ja lihasteta), s e l j a u i m p u u d u b või on mandunud, lõpusekorv on märgatavalt redutseerunud.



37. joon. Limapihklane (ülal), jõesilm (all).

Ka oma üldiselt organisatsioonilt on pihklaselised alamal arenguastmel kui silmulised: nende sisekõrvas on ainult üks lookjuha, sisemised lõpuseavad algavad otse neelu külgedest, lõpusekottide arv on võrdlemisi suur (kuni 14 paari).

Teisest küljest on nad omandanud mitmed kohastumused parasiitseks eluviisiks: nende suulehtri ümber on 4 paari poiseid (kompeelundid), keel on väga tugevasti arenenud ja etendab puuri osa, välimised lõpuseavad avanevad mõnedel vormidel mitte keha pinnale, vaid lõpusejuhadesse, mis avanevad kummalgi pool ühiselt tagapool, nii et loomal on võimalik hingata ka siis, kui ta eesmine ots «istub» sügavalt oma ohvri sees.

Progressiivseks tunnuseks pihklaselistel võib pidada hüpofüüsikoti avanemist neelu. See võimaldab hingata läbi ninaõõne; niisugune hingamine on tüüpiline kõrgematele, eeskätt maismaaselgroogsetele.

Seltsi tuntuim liik on **limapihklane** (*Myxine glutinósa*) Atlandi ookeani põhjapoolse osa rannavete kala, umbes 50 cm pikk. *Bdellóstoma stouti*, kuni 1 m pikk, elutseb Vaikse ookeani Ameerika rannavetes, Alaskast kuni Tšiilini.

SILMULISTE SELTS (*PETROMYZONIFORMES*)

Et silmulistel ei ole parasitism nii kaugele arenenud kui pihklaselistel, on nad selgroogsete üldisest tüvest vähem eemaldunud kui viimased: nende seljauim on hästi arenenud ja kaheosaline; silmad ei ole mandunud; lõpuseaparaadi toes on hästi arenenud ja välimised lõpuseavad avanevad kõikidel otse välja. Nende sisekõrvas on juba kaks lookjuha ja neelust sopistub välja veejuha, mis on siin uudisarendiks. Hüpofüüsikott lõpeb umbselt.

Silmulisi on mõnikümmend liiki. Nad on väga laialt levinud — nähtus, mis on omane fülogeneetiliselt vanadele vormidele. Osa neist on mageveevormid, osa elab meredes ja tuleb kudemiseks jõgedesse. Maitsva liha tõttu on mitmed liigid majandusliku tähtsusega; turustatakse peamiselt marinaadkonservidena.

Eesti NSV piirides elutseb 3 silmuliseliiki. Kõige tähtsam neist, ja üldse kõige tuntum silmuline, on **jõesilm** (*Lampetra fluviátilis*). See on levinud Balti ja Põhja meres ning neisse suubuvates jõgedes. Meil tuleb ta Narva ja Pärnu jõkke kudema. Pärast kudemist hukkub. On majandusliku tähtsusega.

Paljudes liivase põhjaga jõgedes ja ojades leidub meil **ojasilmu** (*L. pláneri*). Kasutatakse õngitsemisel söödakalana. Haruldane külaline on **meresutt** (*Petromyzon marinus*).

Kaspia mere basseinis on tavaliseks silmuliseks **kaspiasilm** (*Caspiomyzon wagneri*). Suure majandusliku tähtsusega. Enne Teist maailmasõda püüti Kaspia—Volga basseinist igal aastal 2000 tonni kaspiasilmusid.

KÕHRKALADE KLASS
(CHONDRICHTHYES)

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS JA PÕLVNEMINE

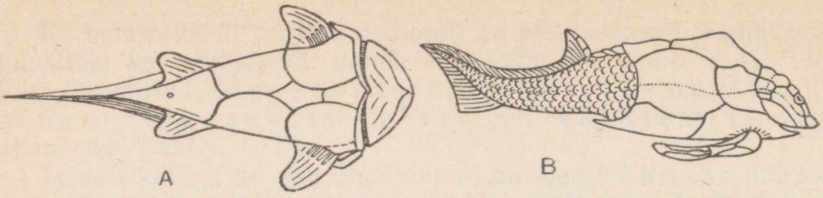
Praegused kõhrkalad (kondrihtüsed) — haikalad, raikalad jne. — moodustavad võrdlemisi ühtliku kalaklassi. Kõik nad on (peale väheste erandite) merede ja ookeanide asukad, osalt süstja haabitusega pelaagilised osavad ujujad, osalt aga laberiku kerega aeglaselt liikuvad põhjavormid.

Kõhrkalade põhiline ühine tunnus on nende kõhreline toes: luukude siin puudub. Nahas puuduvad tõelised soomused. Nende asemel leiame siin nahahambaid (dentiikuleid).

Kõige olulisemalt erinevad kõhrkalad teistest kaladest aga sisemise ehituse poolest: ujupõis puudub, esinevad küljeveenid, arterioskuhik, soole keeritskurd ja sugujuhad, viljastus on seesmine jne.

Kõhrkalu ei ole nüüdisajal palju: umbes 600 liiki. Kauges minevikus — vanaaegkonnas (paleosoikumis), eriti kivisöeajastul (karbonis), olid kõhrkalad aga väga arvukas ja vormirikas kalarühm. Praegused kõhrkalad on seega reliktne klass.

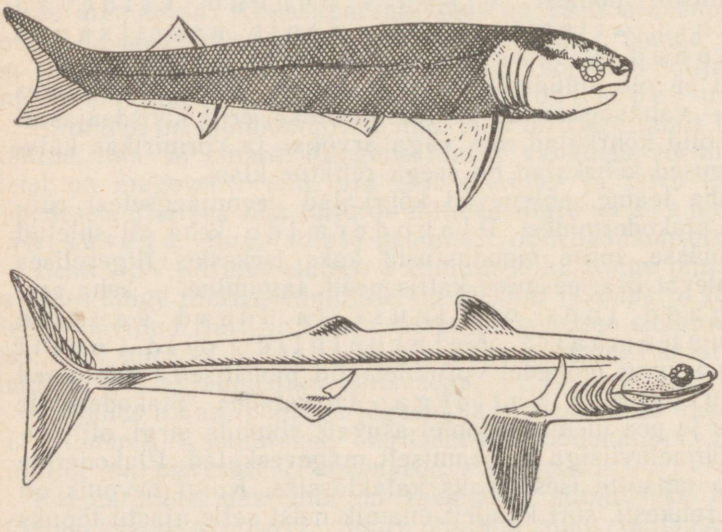
Nagu juba teame, põlvnevad kõhrkalad devoniaegsetest rüükaladest — plakodermidest. Plakodermide keha oli suletud luulisesse rüüsse, mille moodustasid kaks isekeskis liigeselises ühenduses olevat osa: eesmine kattis pead, tagumine — keha eesosa. Lõugade toes oli luust ja lõuad kandsid suuri luuhambaid. Selgroolülid olid osalt luustunud ning mõnedel vormidel olid paarilised rinnauimed kaetud luuliste plaatidega. Otsustades plakodermide lameda kõhu ja pea ülemisel poolel asuvate silmade järgi, oli enamik neist põhjaeluviisiga ja peamiselt mageveekalad. Plakoderme tuleb pidada omaette iseseisvaks kalaklassiks. Kuigi devonis oli neid kaunis rohkesti, suri kaugelt enamik neist selle ajastu lõpuks välja. Tüüpilised plakodermid on näiteks *Coccósteus* ja *Pterichthys* (38. joon.).



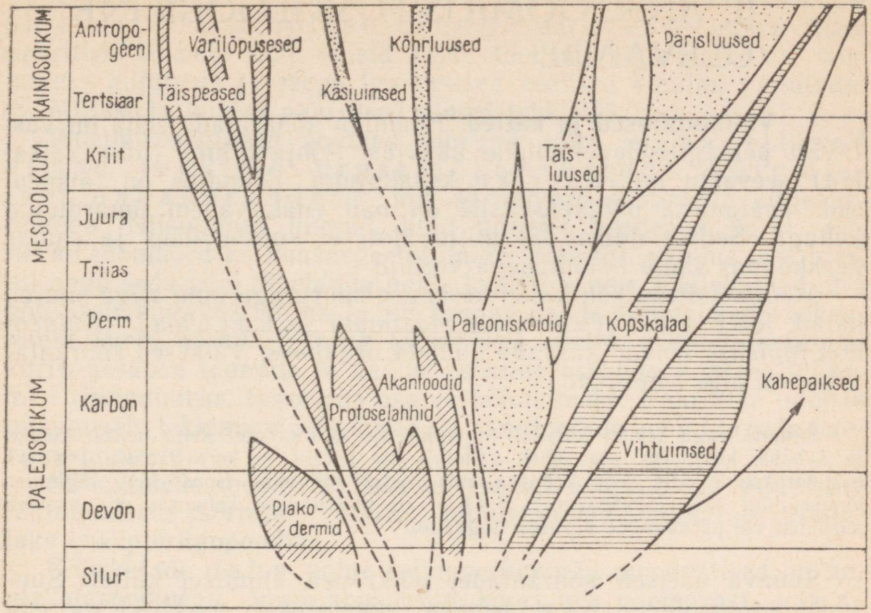
38. joon. Rüükalu. A — *Coccosteus* (altvaates), B — *Pterichthys.*

Paleontoloogilised andmed lubavad arvata, et kõhrkalad põlvnevad *Coccosteus*'e taolistest plakodermidest. Devoni algul esinevad nad juba mitme eri rühmana. Üheks niisuguseks rühmaks on **akantoodid** (*Acanthódei*) (39. joon.). Need on teadaolevaist kõhrkaladest kõige vanemad, neid esines juba ülemsiluris. Varem elasid nad peamiselt magevetes, hiljem meredes, paleosoikumi lõpupoole surid välja. Akantoodid olid väikesed käävja kehaga kalad. Nende keha oli kaetud rombjate plaatidega, mis meenutavad luukalade ganoidsoomuseid, kere uimedel oli eesosas tugev jäme oga. Paljudel akantoodidel leiame rinna- ja kõhuuimede vahekohal ridamisi laia alumikuga lisauimed, milles võime näha kunagi keha külgedel esinenud nahakurru jäänuseid. Akantoodide toeses esineb luukudet.

Teine iseloomulik ja fülogeneetilises mõttes tähtis kõhrkalade rühm on **protoselahhid** (*Protoselachii*). Nendest nimetame näiteks *Cladoselache*' perekonda (39. joon.). Protoselahhid ilmusid kesk-



39. joon. Väljasurnud (fossiilseid) kõhrkalu: *Acanthodes* (permi ladestust) (ülal), *Cladoselache fuleri* (protoselahhide rühmast) (all).



40. joon. Kõhr-, luu- ja koaankalade ajalooline areng.

devonis, arenesid kiiresti liigirohkeks rühmaks, kuid surid välja juba permis. Protoselahhid olid osavad ujujad ja tugevad röövkalad. Haabituselt (ja rohketelt teistelt tunnustelt) sarnanevad nad praeguste varilõpuseste kõhrkaladega, kelle eellasteks neid tulebki pidada.

Kõige vanemad **varilõpusesed** kõhrkalad (*Elasmobranchii*) on teada juba kivisöeajastu algusest ja järelikult elasid nad hulk aega rööbiti oma eellastega. Juura lõpul eristusid nad hailisteks ja railisteks (40. joon.). Kui esimesed jäid avamerekaladeks, siis viimased kujunesid põhjavormideks, limustest toituvateks kõhrkaladeks.

Tänapäeval on tuntud veel üks kõhrkalade rühm — **täispeased** (*Holocéphali*). Need on esindatud väheste liikidega ja on veidi enam eristunud kui varilõpusesed. Et täispeased põlvnevad iidsetest kõhrkaladest, on vaieldamatu, veel ei ole aga selge, millistest vormidest nad oma alguse on saanud.

II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Välistunnused ja katted.** Enamiku kõhrkalade keha on vastavalt pelaagilisele eluviisile käävjas. Põhjavormid (näit. raikalad) seevastu on laberiku kehakujuga. Erandiks on täispeased: vaatamata põhjaeluviisile on nad enam-vähem ümardunud kehaga. Sellest näeme, et mitte alati ei kujune ühes ja samas keskkonnas sama haabitusega vormid.

Mõõtmetelt on kõhrkalad keskmise suurusega kuni väga suured kalad. Raithai (*Cetorhínus máximus*) ja karehai (*Rhinéodon týpicus*) võivad kasvada kuni 14 m pikaks. Väikesed kõhrkalaliigid on alla 1 m pikad.

Samuti nagu teistel kaladel liigendub ka kõhrkaladel keha peaks, kereks ja sabaks, kusjuures pea läheb vahetult üle kereks ja kere sabaks. Peaks nimetatakse kaladel seda kehaosa, mis ulatub ninamiku tipust kuni tagumise lõpusepiluni (või lõpuseavani). Saba all mõistetakse kehaosa, mis asetseb pärakust või pärakuuime algusest tagapool.

Suuava asetseb kõhrkaladel põiki pea alumisel küljel. Suuavast ettepoole ulatuvat peaosa nimetatakse nokiseks ehk rostrumiks. Nokise alumisel küljel on ka välimised **ninaavad**. Pea külgedel on silmad, neist tagapool leiame tavaliselt 5 paari **lõpusepilusid.** Varilõpusestel avanevad need välja iseseisvalt, täispeastel aga on nad kaetud nahkse lõpusekaanega ja avanevad selle taga asetseva lõpuseava kaudu. Lõpusepilude ja silmade vahekohal on **hingats** (*spiráculum*), mis viib suuõõne tagaossa ja kujutab endast kõige eesmise lõpusepilu jäänust. Temas on säilinud isegi mandunud lõpuseliistakud.

Uimed on kõhrkaladel, samuti nagu kõrgematel kaladel, kahte tüüpi: paaritud ja paarilised. Paaritud uimed on selja-, saba- ja pärakuuim, paarilised — rinna- ja kõhuimed. Seljauimi on kõhrkaladel 1—3. Sabauim on tavaliselt **erihõlmne** ehk **heterotserkne**: tema ülahõlm, millesse suundub selgroog (ja seljakeelik), on märksa suurem kui alahõlm.

Saba (koos sabauimega) on kala peamine liikumiselund. Saba löögil vasakule liigub kala paremale ja vastupidi. Selja- ning pärakuuim etendavad kala liikumisel osaliselt tüüri osa, muutes siksakilise liikumise sirgjooneliseks. Pikk seljauim võib aidata ka liikumise suunda muuta. Paariliste uimede abil toimub keha tasakaalustamine. Et kala keha raskuspunkt asetseb keha eesosas ja seljale lähemal kui kõhule, siis ei püsiks kala ilma paariliste uimede abita normaalses tasakaalus. Rinnauimed on ühtlasi «sügavustüüriks», aidates kalal nii sügavamale laskuda kui ka ülespoole tõusta. Rinnauimede ühekülgsel löögil eest tahapoole pöördub kala vastassuunda, löögil alla aga kõhuga ülespoole.

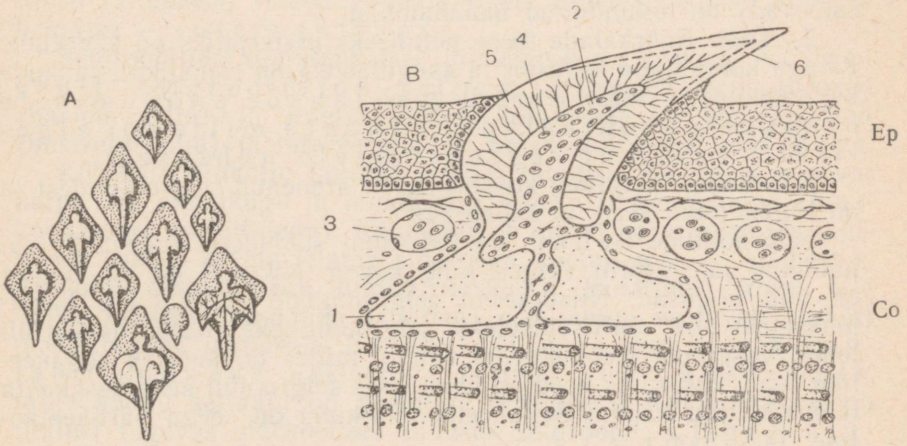
Siit on ilmne, et paariliste uimede omandamine on kalade ajaloolise arengu suursaavutus. Alles paariliste uimede tõttu võisid kalad tõeliselt ujuvateks vormideks kujuneda ja seega igasugused veelised elualad vallutada.

Millest ja kuidas paarilised uimed tekkisid?

Paleontoloogilised andmed lubavad väita, et paarilised uimed tekkisid ürgsete kõhrkalade külgmistest nahakurdudest, mis sarnanesid süstikkala küljekurdudega. Niisugused kurrud, kuid nõrgalt arenenud kujul, esinevad mõnikord ka kaasaegsetel haidel. Esialgu puudus neil toes, nii nagu seda võib täheldada haide loodete uimes. Küljekurrud olid põhiliselt sügavustüüriks ja nii langes nende funktsiooni raskuspunkt kurru eesmisele ning tagumisele otsale, mille tulemusena kurru keskosa taandus ja kadus, eesmine osa aga kujunes pikkamisi rinnauimeks, tagumine osa — kõhuuimeks. Paariliste uimede niisugusele tekkimisviisile viitab ka akantoodide keha külgede paariline uimerida.

Kõhuuimede mediaalne osa on isastel kõhrkaladel kujunenud rennilaadseks sõrmjaks pikaks kopulatsioonielundiks — uimjalaks ehk **pterügopoodiks.**

Kõhrkalade naha kõige iseloomulikumad moodustised on nn. **plakoidsoomused.** Need koosnevad kooriumis asetsevast alusplaadist ja sellele kinnitunud ogast (41. joon.). Viimase teravik on suunatud tahapoole ja ulatub läbi marrasknaha välja; selle tõttu tundub näiteks haikalade nahk eestpoolt tahapoole silitades sile, tagant ettepoole aga kare. Plakoidsoomuse **oga** on



41. joon. Haikala nahahammas (plakoidsoomus) pealtvaates (A) ja läbilõikes (B). Ep — epidermis, Co — pärisnahk (koorium). 1 — alusplaat, 2 — pulp, 3 — veresoon, 4 — osteoblast, 5 — dentiin, 6 — vitrodentiin.

seest õõnes. Oga õõnde ulatub (läbi alusplaadi) veresoonterikas kooriuminibu — **pulp.** Oga koosneb **dentiinist** ja (pindmises tipmises osas) emailitaolisest väga kõvast ollusest — **vitrodentiinist.** Dentiini läbivad rohked hargnenud kanalikesed, kusjuures kõik nad suunduvad oga pinna poole. Kanalikestesse ulatuvad pulbi pindmiste rakkude — **odontoblastide** — jätked. Dentiin on odontoblastide ja nende jätkete eritussaadus, seega pärisnaha tekis. Varem peeti vitrodentiini marrasknaha tekiseks, mistõttu seda ka emailiks nimetati. Et vitrodentiinisse ulatuvad odontoblastide peenikesed lõppjätked, siis tuleks ka teda pidada pärisnaha tekiseks. Epidermise alumise kihi rakud muutuvad tekkiva plakoidsoomuse oga kohal kõrgeks, moodustades midagi emailiorganitaolist, mis tekib näiteks imetajate hamba arenemisel. Niisugune rakukiht näib vitrodentiini kujunemisel teatavat osa etendavat, kuid vitrodentiini ta nähtavasti ei tooda. Plakoidsoomuse **alusplaat** koosneb kaltsiumi sooladega läbiimbunud kiulisest sidekoest, milles luurakud puuduvad.

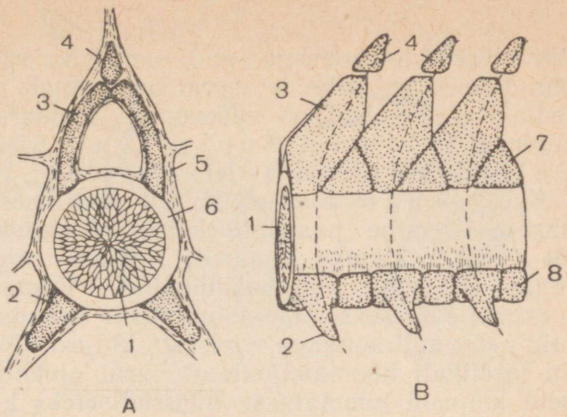
Plakoidsoomuse kõige olulisem osa on seega tema oga, alusplaat on ainult selle sidekoeliseks kinnituskohaks. Ühtlasi on ilmne, et oga sarnaneb kõrgemate selgroogsete hambaga. Haide plakoidsoomus ei ole seega tõeline soomus, vaid sidekoelisele lubjastunud plaadile kinnitunud nahahammas. Plakoidsoomused ei sarnane soomustega ka oma kasvamise poolest: soomused kasvavad eluaeg, haikalade sarvhambad aga saavad «täiskasvanuks», murduvad siis alusplaadilt lahti ja asenduvad uutega. Lõugadel lähevad nahahambad üle suuhammasteks: nad muutuvad suureks ja astuvad toitumise teenistusse. Ka uimede ees olevad ogad (kui nad esinevad) on muundunud nahahambad.

2. **Toes.** Kõhrkalade toese põhiliseks materjaliks on kõhrkude. Et aga kõhrkalade eellastel ja «sugulastel» on rikkalikult luukude keha katetes ja isegi toeses, siis tuleb luukoe puudumisele praegustel kõhrkaladel vaadata mitte kui algelisele, vaid kui regressiivsele nähtusele.

Kõhrkalade **selgroog** koosneb hästi arenenud selgroolülidest ja on liigendunud kere- ja sabaosaks.

Selgroolülide kehad on kaltsiumi sooladega tugevasti läbi imbunud ja seetõttu valged ning kõvad. Nii eest kui ka tagant on nad nõgusad. Niisuguseid selgroolülisid nimetatakse **kaksilohkseteks** ehk **amfitsöölseteks** selgroolülideks. Kahe naaberlüli lohud vastamisi moodustavad ruumi, milles on kerajad seljakeeliku osad, kusjuures need on ühenduses selgroolüli keha keskkohta läbiva mulgu kaudu. Seljakeelik tervikuna on seega pärlikeetaoline (42. joon.).

Iga selgroolüli keha selgmiselt küljelt algab kummaltki poolt **neuraaljätke** (neurapofüüs ehk basidorsaal), mis vastaspoolsega liitudes moodustab selgroolüli **neuraalkaare.** Iga kahe naaberlüli



42. joon. Kõhrkalade loote selgroolülid pealtvaates (A) ja külgvaates (B). 1 — selgroolüli keha, 2 — hemaaljätke (basiventraal), 3 — neuraaljätke (basidorsaal), 4 — selgmise ogajätke suge, 5 — sidekude, 6 — seljakeeliku tupp, 7 — interdorsaal, 8 — interventraal.

neuraaljätke vahekohal leiame kolmnurkja lisajätke — interdorsaali.

Sabapiirkonna selgroolülide keha kõhtmiselt küljelt algab kummaltki poolt neuraaljätkega sarnanev **hemaaljätke** (hemapofüüs ehk basiventraal), mis vastaspoolsega kokku kasvades moodustab selgroolüli **hemaalkaare.** Hemaalkaared piiravad kanalit, milles kulgevad suured veresooned. Selgroo kereosas on aga hemaalkaared lühikesed, ei kasva teineteisega kokku, nihkuvad enam külje poole ja moodustavad **alusjätke** (basapofüüsi). Alusjätkele kinnituvad (alumised) roided. Hemaaljätkete vahekohale jääb plaatjas lisajätke — interventraal.

Selgroolülide individuaalsel arenemisel tekivad kõigepealt selgroolülide jätked; selgmiselt neuraaljätked (basidorsaalid) ja interdorsaalid, kõhtmiselt — hemaaljätked (basiventraalid) ja interventraalid. Selgroolüli keha tekib hiljem.

Kõhrkala **ajukolju** kujutab endast läbinisti kõhrest koosnevat karpi laia alumikuga ja teineteisest tugevasti eemaldunud silmakoobastega (orbiitidega). Kõhr puudub ainult kolju eesmises lagimises osas, kus me leiame sidekoega kaetud ava — lõgeme. Ajukolju eesmine osa ulatub nokise (rostrumi) kujul ette välja. Ajukolju tagumine (suurem) osa jaotub vastavalt eeskätt meeleelundite kihnudele haiste-, silma-, kõrva- ja kuklapiirkonnaks. Kuklapiirkonda jääb suur kuklamulk, mille kaudu seljaaju on peaajuga ühenduses. Kuklapiirkond on ühtlasi tugevas sidekoelises liiduses selgrooga. Liiges ajukolju ja selgroo vahel järelikult alles puudub.

Näokolju lõuakaar koosneb kahest paarilisest kõhrest: ülemisest — **suulaeruutkõhrest** ehk **palatokvadraadist** ja alumisest — **Meckeli kõhrest** (vt. 14. joon., B). Vasak ja parem suulaeruut-

kõhr liituvad teineteisega (ees), samuti ka vasak ja parem Meckeli kõhr. Lõuakaare kõhrede serval on mitmelt realt suured hambad. Mediaalsed hambad on väiksemad ja nooremad, lateraalsed — suuremad ja vanemad. Suulaeruutkõhr on siin seega ülalõua, Meckeli kõhr — alalõua toeseks.

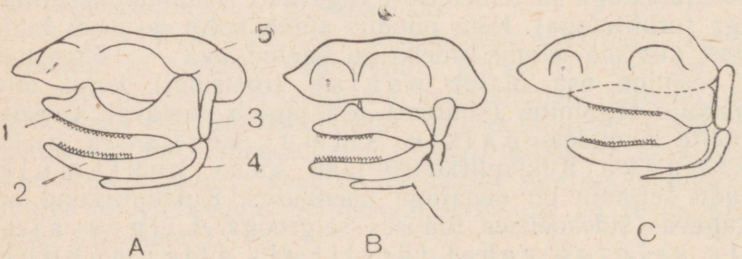
Keelekaar koosneb kahest paarilisest ja ühest paaritust kõhrest. Ülemine paariline kõhr, **hüomandibulaar**, on suhteliselt suur; alumist paarilist kõhre nimetatakse **hüoidiks**, alumist paaritut — **basihüaaliks**. Viimane ulatub keelesse ja on selle toeseks. Hüomandibulaar seondub ühest küljest ajukolju kõrvapiirkonnaga, teisest küljest lõuakaarega, mis on siin järelikult hüomandibulaari varal ajukoljuga ühenduses. Selliseid koljusid nimetatakse **hüostüülseteks** koljudeks (43. joon.).

Mõnedel alamatel haidel moodustab suulaeruutkõhr kummalgi pool jätke ja lõuakaar kinnitub ajukoljule niihästi selle jätke kui ka hüomandibulaari abil. Sellised koljud on **amfistüülsed** koljud. Amfistüülne kolju iseloomustas ka akantoode. Sellist koljutüüpi tuleb seega pidada esmaseks (ürgseks). Hüostüülne koljutüüp tekkis hiljem, arvatavasti seetõttu, et ta võimaldas saagi haaramisel ülalõuale suurema liikuvuse.

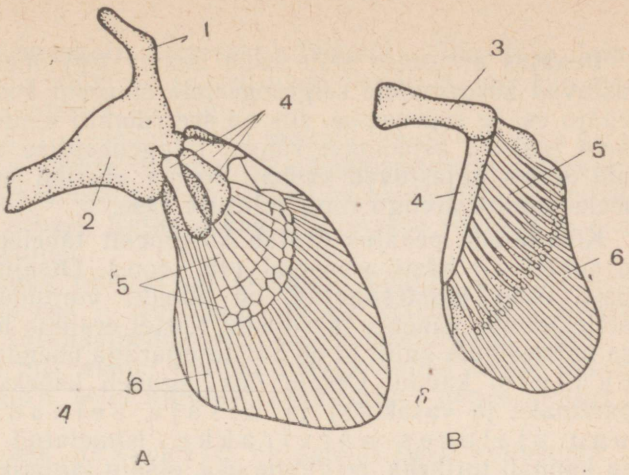
Täispeastel (holotsefaalidel) liitub suulaeruutkõhr kogu ulatuses ajukoljuga. Niisuguseid koljusid nimetatakse **autostüülseteks**. Autostüülsus suurendab ülalõua stabiilsust.

Lõpusekaari on kõhrkaladel tavaliselt 5 paari, vähestel vanapärastel haikaladel on neid aga kuni 7 paari. Iga lõpusekaar on liigendunud neljaks lüliks, kusjuures iga lõpusekaare alumine lüli on paaritu kõhre varal vastaspoolse lüliga ühenduses. Lõpusekaarte vahele jäävad lõpusepilud. Kõige eesmisem lõpusepilu — lõua- ja keelekaare vahel — on mandunud ja hingatsiks (*spiráculum*) ahenenud.

Paaritute uimede toes jaotub välimiseks ja sisemiseks osaks. Välimises osas leiame rohkesti peenikesi rööpseid sarvainest uimekiiri, mis siin on tuntud **tseratotrihhide** nime all. Sisemine osa koosneb kõhrekepikestest või kõhreplaadist.



43. joon. Kalade kolju tüübid. A — hüostüülne, B — amfistüülne, C — autostüülne. 1 — suulaeruutkõhr, 2 — Meckeli kõhr, 3 — hüomandibulaar, 4 — hüoid, 5 — ajukolju.



44. joon. Haikala paariliste uimede toes. A — rinnauim ja õlavööde, B — kõhuuim ja vaagnavööde. 1 — õlavöötme skapulaarosa, 2 — korakoidaalosa, 3 — vaagnavööde, 4 — basaalid, 5 — radiaalid, 6 — uimekiired (tseratotrihhid).

Rinnauime toese proksimaalseks osaks on **õlavööde.** Kõhrkaladel kujutab see endast (enamasti) laia U-kujulist kaart, mille selgmised osad vabalt ulatuvad kere lihaste vahele viimase lõpusekaare taga. Õlavöötme kõhtmine osa vastab kõrgemate selgroogsete kaarnaluule ehk korakoidile ja kannab seetõttu korakoidaalosa nimetust; õlavöötme selgmine osa sarnaneb kõrgemate selgroogsete abaluuga (*scápula*) ja on seetõttu tuntud skapulaarosa nime all. Õlavöötmę korakoidaal- ja skapulaarosa vahekohale liigestub kolm **basaali.** Basaalidele järgneb rohkesti rööpseid **radiaale** ehk uimekandjaid. Radiaalidele kinnituvad tseratotrihhid (44. joon.).

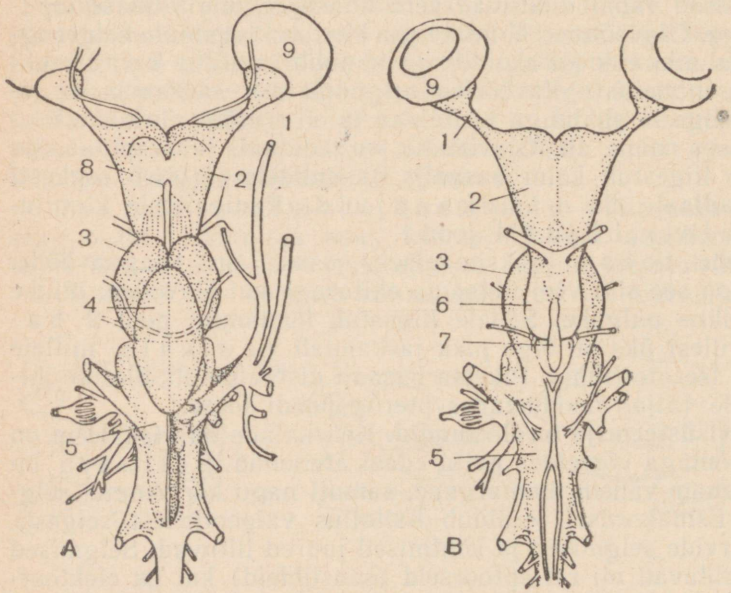
Kõhuuime toese proksimaalseks osaks on **vaagnavööde.** Tavaliselt on see siin veel lihtsama ehitusega kui õlavööde: lühike paaritu põikne pulgake. Sellele liigestub kummalgi pool 2 basaali, millest üks on õige pikk ja kannab radiaale, millele kinnituvad tseratotrihhid. Pikema basaali distaalne ots ulatub ühtlasi kaugele välja, moodustades pterügopoodi toese.

3. **Närvisüsteem ja meeleelundid.** Kõhrkalade närvisüsteem on sõõrsuude omaga võrreldes palju edasi arenenud. Seljaaju on läbilõikes enam-vähem ümmargune, samuti nagu kõrgematel selgroogsetel. Esmakordselt eraldub hallollus valgeollusest selgesti. Seljaajunärvide selgmised ja kõhtmised juured liituvad. Selgmised juured sisaldavad nii retseptoorseid (sensiibleid) kui ka efektoorseid (motoorseid) närvikiude. Närvikiud on esmakordselt kaetud müeliintupega. Erutused kulgevad seega isoleeritud teid mööda ja nende «päralejõudmine» toimub suurema täpsusega.

Peaajus ei asetse selle osad enam sirgjooneliselt, vaid moodustavad kõrgematele selgroogsetele omaseid koolde. Mis puutub peaaju osade suurusesse, siis on see rühmiti kaunis varieeruv ega vasta igakord asjaomase rühma fülogeneetilise arengu tasemele, vaid selles kajastuvad eeskätt looma eluviisi erinevused ja eri meeleelundite arengu ning talitluse tase.

Kõhrkalade peaajus äratab kõigepealt tähelepanu **otsaju**: see on suhteliselt hästi arenenud (45. joon.). Otsaju eesmised külgmised osad, **haistesagarad**, on ühtedel vormidel terviklikud ja haistekihnude vahetus läheduses; teistel eraldub haistesagara eesosa **haistesibula** kujul ja on haistesagaraga ühenduses pika haistekulgla kaudu. Otsaju õõs jaguneb kaheks ajuvatsakeseks (paremaks ja vasakuks) ja otsaju seinad sisaldavad kogu ulatuses närvirakke. Nimetatud seinte kõhtmine osa kannab **juttkeha**, selgmine osa, otsaju lagimik — **mantli** (*pallium*) nimetust. Funktsionaalselt on kõhrkalade otsaju haiste-aju.

Vaheaju selgmine osa on suhteliselt nõrgalt arenenud. Parapineaalelund puudub. Vaheaju alumik (hüpotalamus) on seevastu küllalt kõrgel arengutasemel. Selle eesmised külgmised osad puhetuvad ümarjateks **alasagarateks**; alasagarate vahekohal, nendest



45. joon. Haikala peaaju. A — pealtvaates, B — altvaates. 1 — haistesagar, 2 — otsaju, 3 — keskaju, 4 — väikeaju, 5 — piklikaju, 6 — vaheaju, 7 — hüpofüüs, 8 — pineaalelund, 9 — haistekihn.

tagapool asetseb **soonkott**, viimasest allapoole — **hüpofüüs**. Vaheaju alumiku kaudu kulgevad suured nägemisnärvid, mis siin moodustavad (esmakordselt) ristangu.

Keskaju on hästi arenenud. Selle lagimik jaotub kaheks n ä g e m i s s a g a r a k s (*lobus ópticus*) — nägemiserutuste vastuvõtjateks. Nägemissagaratesse saabub erutusi ka haisteajust (otsajust), väikeajust ning kehast. Keskaju kaudu juhitakse silmade ja osalt ka kehaosade liigutusi.

Suhteliselt kõige rohkem on enamikul kõhrkaladel arenenud **tagaaju** selgmine osa — **väikeaju**. See on keskus, kuhu tulevad kokku erutused tasakaaluelundeist, küljejooneelundeist, silma ja keha lihastest ja mis, saates erutusi peaaju motoorsetesse keskustesse, t ä p s u s t a b keha liigutusi, reguleerides nende ulatust ja kiirust.

J ä r e l a j u ehk p i k l i k a j u on samuti hästi arenenud.

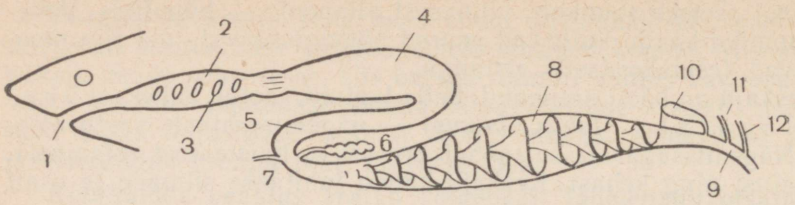
Meeleelunditest on kõhrkaladel kõige paremini arenenud h ä i s t e e l u n d i d. Ninaõõned (haistekihnud) on suhteliselt väga suured ja asetsevad pea alumisel küljel. Paljudel liikidel on kumbki ninaava suuõõnega suu-ninapilu kaudu ühenduses.

Tähelepanekud on näidanud, et kõhrkalade haisteelund on väga tundlik. Haid näiteks «jooksevad kokku» vere «lõhna» peale; Murmani rannikul kasutatakse nende püüdmiseks lainat — hülgerasvaga immutatud riideräbalatega täidetud kotikest.

Kõhrkalad on kaugenägelikud. Silmade a k o m m o d a t s i o o n (lähemale vaatamisel) toimub läätse ettenihutamise teel. Peale väheste erandite on kõhrkalad värvipimedad (silmamuna võrkkestas kolvikesi ei ole).

4. **Seede- ja hingamiselundid.** Kõhrkalade lõuad on enamikul vormidel teravate tahapoole viltu h a m m a s t e g a, mis, nagu nägime, asetsevad mitmelt realt ja on nahahammaste (plakoidsoomuste) teisendid. Hailiste hambad on enam-vähem ühesugused — **homodontsed**, railiste ja täispeaste omad aga eristunud — **heterodontsed**. Et nad korduvalt vahetuvad, siis nimetatakse neid ühtlasi ka **polüfüodontseteks** hammasteks.

Suuõõs on ruumikas ja läheb sujuvalt üle n e e l u k s, mille külgedes on **lõpusepilud** ja millesse varilõpusestel avaneb ka hingats. Neelule järgneb lühike ja lai s ö ö g i t o r u, sellele aga ruumikas **magu**. Viimane on V-kujuline, kusjuures see osa, mis söögitorule lähemal asetseb, kannab mao k a r d i a a l s e o s a, söögitorust kaugemal asetsev osa aga mao p ü l o o r i l i s e o s a nimetust. M a g u o n k õ h r k a l a d e l u u d i s a r e n d. Ta on tekkinud söögitoru laiendina, arvatavasti esmaselt toidu säilitamise organina ja seedefunktsiooni omandanud alles hiljem. Soole eesmine peenike osa läheb peagi üle pikemaks sirgeks sigarilaadseks jämedaks **keeritssooleks**, mis oma nimetuse on saanud sellest, et tema sisemine pind (limaskest) moodustab kõrge, spiraalse **keeritskurru** (*válvula spiralis*). K e e r i t s k u r d o n v ä g a



46. joon. Haikala seedekulgla. 1 — suuava, 2 — neel, 3 — lõpusepilu, 4 — mao kardiaalne osa, 5 — mao pülooriline osa, 6 — pankreas, 7 — sapijuha, 8 — keeritssool, 9 — kloaak, 10 — rektaalnääre, 11 — kusejuha, 12 — sugujuha.

iseloomulik alamate kalade tunnus. Keeritskurd suurendab soole imendamispinda ja aitab kaasa selleks, et toit viibiks kauem soole õõnes ja saaks paremini seeditud ning kasutatud. Keeritssoole lõpposa aheneb lühikeseks jämesooleks, mis lõpeb **kloaagiga** (46. joon.).

Soole eesossa suubub sapi- ja pankreasejuha. Maks on kõhrkaladel suhteliselt väga suur ning sisaldab rohkesti A- ja D-vitamiini-rikast õli. Pankreas (kõhunääre) asetseb kaksteistsõrmiku käärus ja on kaheosaline (ürgne nähtus). Jämesoole algusosa suubub selgmiselt väike rektaalnääre. Selle talitlust ei tunta.

Kalade **lõpused** kujutavad endast neelu limaskesta veresoonterikkaid väljasopistisi, mis on ektodermaalse epiteeliga kaetud ja paljudeks lõpuseliistakuteks jaotatud.

Kõhrkalade lõpuseliistakud kinnituvad lõpusekaartelt väljaulatuvatele lõpusevaheseintele (47. joon.). Iga lõpusevaheseina nii eesmisele kui ka tagumisele küljele kinnitunud lõpuseliistakute rida moodustab poollõpuse; ühel ja samal vaheseinal olevad 2 poollõpust kujundavad täislõpuse. Et varilõpusestel on 5 lõpusepilu (vanapärastel varilõpusestel isegi 6—7 lõpusepilu) ja seega 4 lõpusevaheseina, siis on neil 4 täislõpust. Peale selle on neil veel üks poollõpus (keelekaare tagumisel küljel, esimeses lõpusepilus).

Sissehingamine toimub kõhrkaladel sel teel, et suu põhi langeb ja neel avardub (vastavate lihaste tegevusel), nii et vesi tõmmatakse suu kaudu neelu. Suu põhja ning neelu seinte vastupidisel liikumisel surutakse vesi lõpusepilude kaudu välja. Osalt «imetakse» vesi suuõõnde ka hingatsi kaudu; railised kasutavad selleks peaaegu ainult hingatsit. Hingatsi klapp laseb vett liikuda ainult ühes suunas.

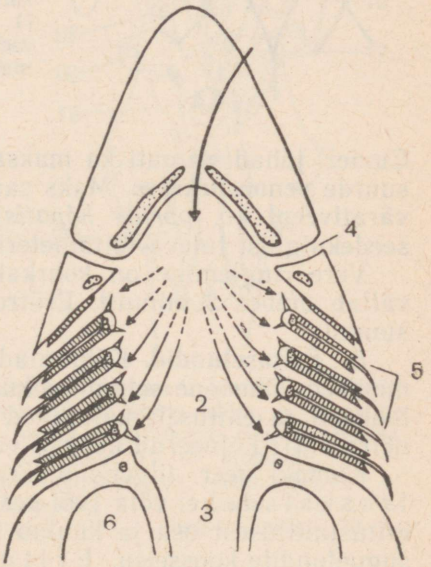
5. **Ringeelundid ja vereringe.** Kalade ringeelundid meenutavad veel väga suurel määral sõõrsuude omi, kuid siin leiame ka uusi moodustisi, mida me hiljem kohtame isegi maismaaselgroogsetel.

Kõhrkalade süda koosneb **kojast, vatsakesest** ja **arterioskuhikust.** Esimene nimetatud südameosadest asetseb selgmiselt,

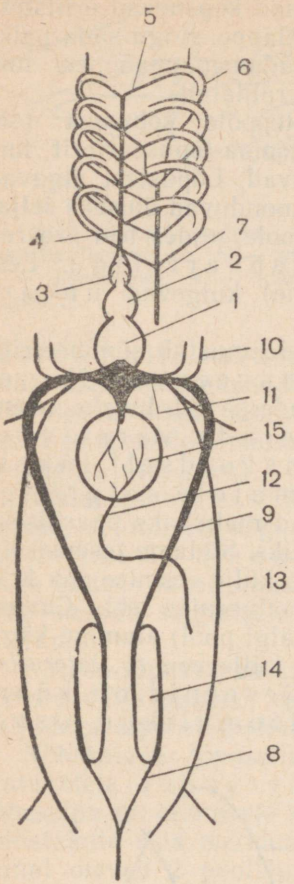
kaks viimast kõhtmiselt. Südameosade seinad koosnevad erilistest vöötlihastest; arteriooskuhikus leiame rea klappe. Kogu süda paikneb lõpusepiludest vahetult tagapool, südamepaunaõõnes, mis sidekoelise vaheseina varal on kõhuõõnest eraldatud.

Südame arteriooskuhikust väljub ettepoole **kõhuaort** (48. joon.). Selle kummastki küljest lähtub 5 **tooma-lõpusearterit**, mis lõpusevaheseinte kaudu lõpustesse suunduvad. Lõpustest algavad **viima-lõpusearterid,** mis kummaltki poolt koonduvad ühiseks **seljaaordiks.** Viimane kulgeb selgroo all tahapoole, andes teel ära rea suuri harusid, ja lõpeb saba piirkonnas sabaarteriga. Eesmisest viima-lõpusearterist ettepoole (pähe) kulgevad unearterid.

Kõhrkalade venoosset süsteemi iseloomustab sümmeetrilisus. Sabapiirkonnas algab see süsteem sabaveenina. Neerude läheduses hargneb viimane kaheks neerudesse siirduvaks **neeru väräativeeniks** (*vena portae renis*). Neerude väratisüsteem, mida me kõhrkaladel esmakordselt tähelda me, on omane kõikidele alamatele selgroogsetele. Neerudest algavad veenid liituvad mahukaks paariliseks tagumiseks ehk **kaudaalseks kardinaalveeniks.** Südame tasemel liitub kumbki kaudaalne kardinaalveen sama külje eesmise ehk **kraniaalse kardinaalveeniga** ühiseks kardinaalveeniks ehk **Cuvier' juhaks**. Cuvier' juhasse suubub veel (kummalgi pool) **alumine kägiveen** (kogub verd pea alumisest osast) ja **küljeveen** (*v. lateralis*) (kogub verd kere küljepiirkonnast). Küljeveenid on kõhrkalade venoosse süsteemi iseloomulikud osad.



47. joon. Haikala hingamiselundid. 1 — suuõõs, 2 — neel, 3 söögitoru, 4 — hingats, 5 — lõpusepilud, 6 — kehaõõs (tsöloom). Nooled näitavad vee liikumise suunda.



48. joon. Haikala vereringeelundid. 1 — südame koda, 2 — vatsake, 3 — arterioos-kuhik, 4 — kõhuaort, 5 — tooma-lõpuse-arterid, 6 — viima-lõpusearterid, 7 — selja-aort, 8 — neeru värativeen, 9 — tagumine kardinaalveen, 10 — eesmine kardinaalveen, 11 — Cuvier' juha, 12 — maksa värativeen, 13 — küljeveen, 14 — neer, 15 — maks.

Cuvier' juhad, samuti ka maksast tulevad maksaveenid suubuvad suurde **venoosurkesse.** Maks saab oma vere maksaarteri ja **maksa värativeeni** (*v. portae hépatis*) kaudu. Viimane toob maksasse seedekulglast tuleva toitaineterikka vere.

Vere ringlemine on kõhrkaladel aeglane, kogu vere ringkäik vältab umbes 2 minutit. Erütrotsüüdid on ovaalsed, tuumaga ja suured.

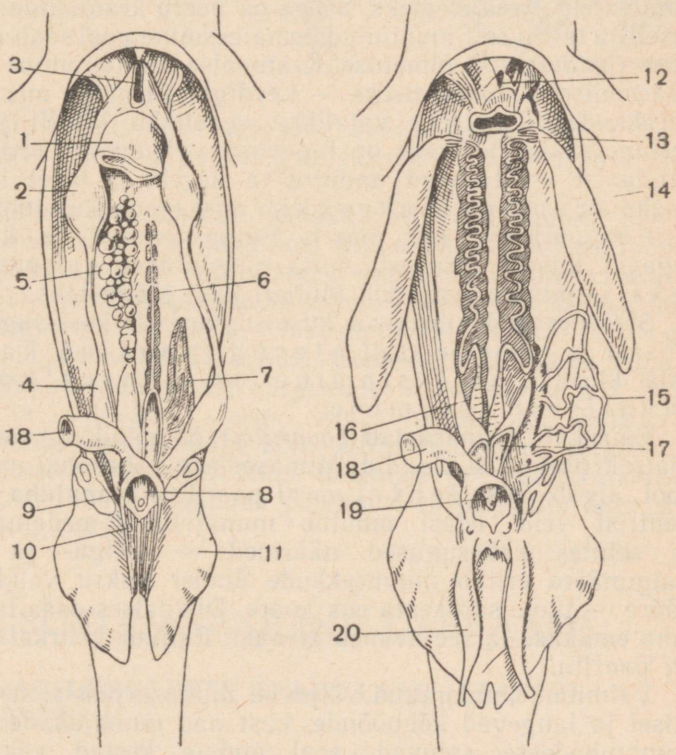
6. **Erituselundid.** Kõhrkalade n e e r u d on pikad paeljad moodustised kõhuõõne selgmisel küljel kogu selle ulatuses. Arenemislooliselt ja ehituselt kujutavad nad endast **taganeerusid** (opistonefroseid). Eelneerud kaovad varakult.

Kumbki neer liigendub kraniaalseks ja kaudaalseks osaks. I s a s k a l a d e l ei võta (või peaaegu ei võta) neeru kraniaalne osa eritustalitlusest osa ja kuulub koos neerujuhaga (Wolffi juhaga) suguelundite koosseisu. E r i t u s e l u n d i n a t a l i t l e b n e e r u

kaudaalne osa. Uriini viimajuhadena on siin tekkinud mitu **kusejuha** (*uréter*), mis koos neerujuhaga suubuvad ühisesse ruumi — **kuse-suguurkesse** (urogenitaalurkesse). Viimane avaneb kuse-sugunibu kaudu kloaaki (49. joon.).

Emaskalade neeru kraniaalne osa ei astu suguelundite teenistusse, kuid ometi mandub ta kaunis kitsaks moodustiseks. Suguelunditega ei astu ühendusse ka neerujuha, mis jääb neeruga kogu ulatuses tihedasse seosesse ja talitleb uriini viimateena. Kusejuhasid tekib ka siin (neeru kaudaalses osas), kuid need on märksa väiksemad kui isaskaladel. Koos neerujuhaga suubuvad nad **kuseurkesse**, mis avaneb kloaaki.

Kõhrkalade neerude Malpighi kehakesed on suhteliselt suured,



49. joon. Haikala eritus- ja suguelundid (vasakul — emasel, paremal — isasel), 1 — söögitoru, 2 — koorenääre, 3 — munajuhade ühine lehter, 4 — parem munajuha, 5 — munasari, 6 — neer, 7 — neeru ekskretoorne (tagumine) osa, 8 — kusenibu, 9 — kloaak, 10 vasak kõhupoor, 11 — anaaluim, 12 — munajuhade säilmed (isasel), 13 — vasak raiamanus ja seemnejuha, 14 — vasak seemnesari (raig), 15 — vasak kusejuha, 16 — parem seemnepõis, 17 — vasak seemnehoidla, 18 — pärasool, 19 — kuse-sugunibu, 20 — kopulatsioonielund (pterügopood).

mis näitab, et nad eritavad rohkesti ja veerikast uriini. Teisest küljest on teada, et kõhrkalade veres on alati rohkesti kusinikku ja et nende veri on seetõttu hüpertoonilisem kui merevesi, nii et nad vett isegi ei joo, vaid see tungib ise kala kehha. Vere osmootse rõhu säilitamine (osmoregulatsioon) toimub siin sel teel, et üleliigne vesi eritatakse neerukehakeste kaudu ja neerutorukeste algmised osad eritavad «esmasest uriinist» kusinikku niipalju tagasi verre, et viimase osmootne rõhk püsib konstantsena.

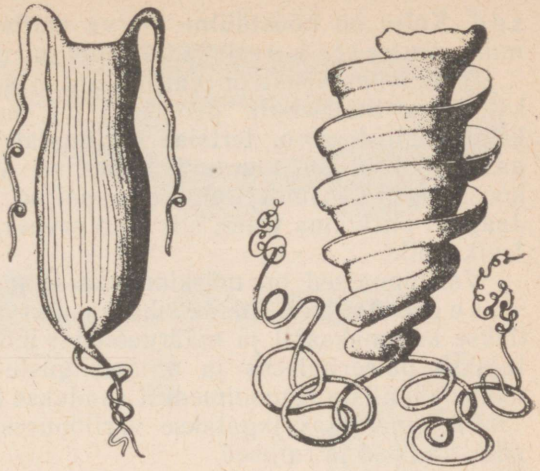
7. **Suguelundid, sigimine ja arenemine.** Kõhrkalad on lahksugulised. Isaskala seemnesarjad ehk **raiad** (*testes*) on võrdlemisi lühikesed kompaktsed organid. Kumbki raig astub neeruga ühendusse: temast väljuvad viimajuhakesed suubuvad neeru kraniaalsesse ossa, mille nefronid muutuvad seemnerakke edasikandvateks kanalikesteks. Seega on neeru kraniaalne osa oma ehituselt ja talitluselt muutunud, tema eesmine pool saab nüüd **raiamanuse** (*epididymis*) nimetuse. Kraniaalse osa tagumine pool muutub näärmeliseks moodustiseks — **Leydigi näärmeks**, mis eritab seemnerakkude liikumiseks vajalikku vedelikku. Wolffi juha muutub **seemnejuhaks.** Viimane on tugevasti väändunud, tagapool (neeru kaudaalse osa tasemel) muutub ta sirgeks ja läheb lõpupoole üle laiaks seemnepõiekeseks, mis (koos kusejuhaga) avaneb kuse-suguurkesse (49. joon.). Sinna avaneb ka kaks umbselt algavat kitsast torukest, mida nimetatakse seemnehoidlateks ja mis on osutunud Mülleri juha jäänusteks.

Seemnerakud siirduvad kuse-suguurkest kuse-sugunibu kaudu kloaaki ja juhitakse sealt pterügopoodide kaudu emaskala kloaaki. Viljastumine on kõhrkaladel seega tavaliselt seesmine.

Emaskala **munasarjad** (*ovarium*) on piklikud, neerudest ventraalselt asetsevad elundid. Munasarjade vahekohal, neerudest eespool, algab ühise lehtri varal paariline **munajuha** ehk **ovidukt.** Lehtrist veidi edasi muutub munajuha jämedamaks, seal on ta seintes kahesugused näärmed — **valgu-** ja **koorenääre.** Valgunääre eritab munarakkude ümber paksu valkkesta, koorenääre — tihke sarvkesta ehk koore. Distaalses osas laieneb munajuha **emakaks** ja see avaneb kloaaki. Paljude kõhrkalade munasari on paaritu.

Valminud munarakud väljuvad munasarjast selle seina katkemisel ja langevad kõhuõõnde, kust nad munajuhade lehtri kaudu munajuhadesse satuvad, seal endale kestad saavad ja siis munade kujul kloaagi kaudu väljuvad.

Kõhrkalade **munad** on suhteliselt väga suured ja neid on vähe. Koerhail näiteks valmib kõigest 20 muna. Munad on paljudel padjakesetaolised ja nurkadel pikkade niitjate jätketega, mille varal nad meretaimedele hõljuma jäävad (50. joon.) Mitte kõik kõhrkalad ei ole munejad ehk **ovipaarsed** vormid. Rohkesti kõhrkalu on **vivipaarsed.** Nende munad on sarvkestata ja loode toitub esialgu



50. joon. Haikalade munad.

muna rebust, hiljem aga munajuha seinte epiteeli poolt toodetud toitevedelikust. Loode areneb emakas maimuks ja «sünnitatakse».

Et kõhrkalade munarakud (munad) on väga suured, siis on viljastatud munaraku lõigustumine siin osaline (partsiaalne) ja kettaline (diskoidaalne): munarakust lõigustub ainult animaalne poolus ja loote blastulastaadiumis kujutab see endast ketast, mille alla jääb segmentatsiooniõõs. Gastrulatsioon toimub invaginatsiooni ja epiboolia teel. Looteketta keskosast kujuneb loode. See tõuseb lootekettast kõrgemale, «eraldub» sellest, nii et peagi on ta suhteliselt väga suure rebukotiga ühendatud ainult peenikese «nabaväädi» abil, milles kulgevad veresooned. Rebukott väheneb vastavalt tema toitematerjali ärakasutamisele ja lõpuks kaob. Loode omandab pikkamisi täiskasvanu kuju, arenemine on seega otsene.

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

1. VARILÕPUSESTE ALAMKLASS (*ELASMOBRANCHII*)

Varilõpuseste ehk elasmobranhide suuavast etteulatuv nokis on tavaliselt pikk ja terav. Lõpusepilud avanevad eraldi välja, nende vaheseinad lähevad väljaspool üle nahakurdudeks, mis lõpuseid katavad (varjavad). Kõige eesmisem lõpusepilu on taandunud hingatsiks.

Nahas esinevad üle kogu keha nahahambad ehk plakoidsoomused. Selgroolülid on üldiselt hästi arenenud ja amfitsööl-

sed. Kolju on **hüostüülne**, harva **amfistüülne**. Soolele on iseloomulik keeritskurd ja ta lõpeb kloaagiga.

Evolutsiooniliselt on varilõpusesed vana, arenemises peatunud kalarühm. Suur hulk perekondi on muutumatult püsinud juba kriidiajastust, s. o. tertsiaari algusest peale. Umbes 60 miljoni aasta jooksul on muutusi toimunud vaid alamklassi liigilises koosseisus. Et suhteliselt väga paljud varilõpusesed on levinud Jaapani piirkonna vetes, siis võib arvata, et siin on nende peamine levikukolle.

Varilõpusesed on märkimisväärse majandusliku tähtsusega. Paljude liikide liha kasutatakse toiduks; maksast saadakse kalamaksaõli ja määrdeõlisid; mõnede hailiste nahka kasutatakse poleerimiseks ja mitmesuguste esemete valmistamiseks; mõnede hailiste rinnauimedest saadakse kalaliimi.

Süstemaatikas jagatakse varilõpusesed tavaliselt kaheks seltsiks: hailised ja railised.

HAILISTE SELTS (*SQUALIFORMES*)

Hailisi iseloomustab käävjas keha. Saba on tugevasti arenenud, sabauim heterotserkne. Lõpusepilud asetsevad pea tagaosa («kaela») külgedel. Hambaid rohkesti ja tavaliselt on need lamedad ning teravad. Üldiselt suured kalad.

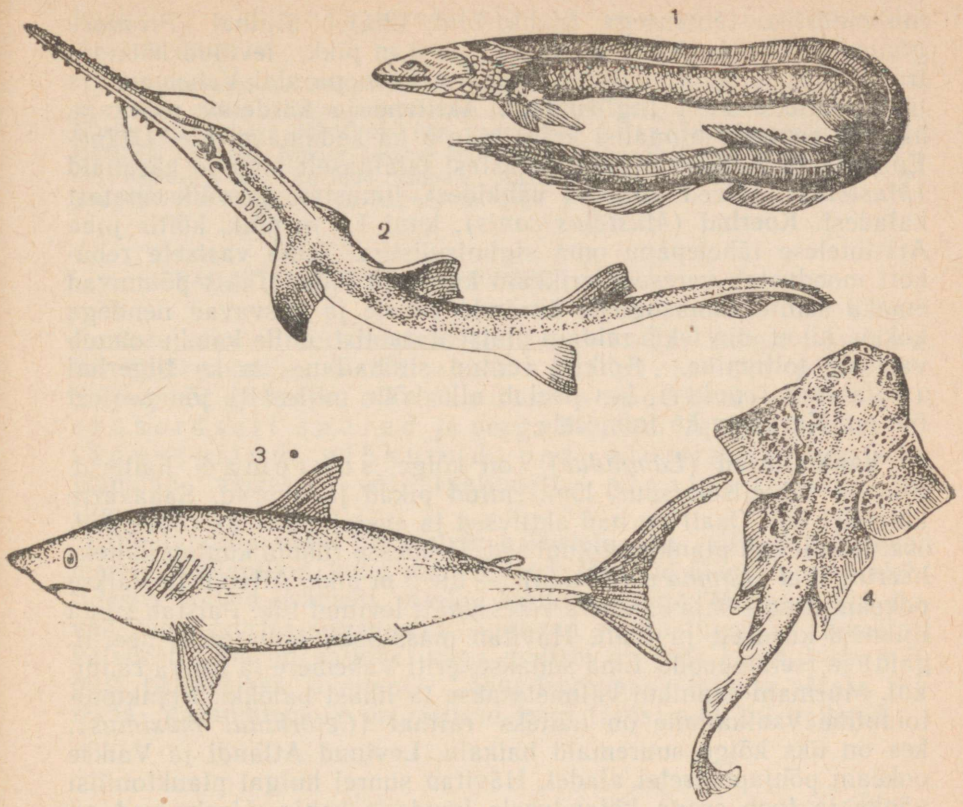
Ökoloogiliselt levikult on hailised mere- ja ookeanikalad, ainult mõned liigid tulevad jõgedesse. Põhiliselt pelaagilised vormid, ujuvad hästi ja osavasti. Enamasti röövkalad (kalatoidulised). Peale kalade kasutavad paljud toiduks ka limuseid, koorikloomi ja isegi planktonit. Mõnikord jälgib hailiste parv kiiresti liikuvaid aurikuid, et toituda vette visatud toidujäätmetest. Mõned suured haid on kardetavad ka inimesele.

Hailiste seltsis eristatakse üle 10 sugukonna, millest siin tutvume tähtsamatega.

Evolutsiooni seisukohast äratavad tähelepanu mantelhailased ja kammhailased: need on kõige vanemad ja algelisemad hailised.

Mantelhailased (*Chlamydoseláchidae*) on pika maduja kehaga süvamerekalad. Suu on otsseisune, nokis puudub. Sabauim nõrgalt heterotserkne. Lõpusepilusid 6. Küljejoon alles lahtise vao kujuline. Lõpusepilude vaheseinad ulatuvad õige pikalt ja kurdunult välja. Selle sugukonna ainus liik — kuni 2 m pikkune mantelhai (*Chlamydoseláchus anguineus*) — on küll laialt levinud (ka Barentsi meres), kuid vähesearvuline (51. joon.). Toitub peajalgsetest.

Kammhailased (*Hexánchidae*) on oma nime saanud sellest, et nende alalõuahambad on rohkete teravikkudega. Lõpusepilusid 6—7, seljauimi üks, selgroolülid kujutavad endast lubjastumata kõhrerõngaid. Kolju amfistüülne. Vivipaarid. Laialt levinud Atlandi, India ja Vaikse ookeani



51. joon. Hailisi. 1 — mantelhai, 2 — saaghai, 3 — heeringahai, 4 — ingelhai.

troopilistes ja subtroopilistes vetes (ka Vahemeres). **Hallhai** (*Hexanchus griseus*) on 6 lõpusepiluga, kuni 5 m pikk. **Tuhkurhail** (*Heptánchus cinereus*) on 7 lõpusepilu.

Kõrgematest hailistest nimetaksime kõigepealt **penihailaste** (*Scyliorhinidae*) sugukonda. Selle sugukonna vormid on suhteliselt väikesed kalad (alla 1 m). Siia kuuluvad ühtlasi kõige ilusamad ja maalilisemad hailised. Seljauimi 2, ilma ogadeta, pärakuuim väike, samuti ogadeta. Hambad väikesed, külgmiste teravikkudeta. Ovipaarid. **Penihai** (*Scyliorhinus canículus*), levinud Euroopa rannavetes, ka Mustas meres. Toitub vähkidest ja limustest.

Rohkesti kaasaegseid hailisi kuulub **sinihailaste** (*Carcharhinidae*) sugukonda. Selle sugukonna vormide hingats on väike või puudub hoopis, silmadel on pilkkile («kolmas laug»). Vivipaarid. Osalt pelaagilised, osalt rannikuvormid, mõned elavad isegi jõgedes (troopilistel aladel). Sinihailased on eriti suure

majandusliku tähtsusega (nahk, õlid, liha). **Sinihai** (*Prionáce glauca* = *Carcharhínus glaucus*), üle 3 m pikk, levinud kõikides troopilistes ja subtroopilistes meredes, Euroopa alal Vahemeres ja läänerannikul kuni Inglismaani. Aktiivne ja kardetav röövkala, hävitab rohkesti hinnalisi kalu, tungib ka sadamavetesse. Lääne-Euroopa rannavetes on sinihailastest laialdaselt levinud **kärphaid** (*Mustélus*). Need toituvad vähkidest, limustest ja väiksematest kaladest. **Koerhai** (*Mustélus canis*), kuni 1,5 m pikk, köitis juba Aristotelese tähelepanu oma sigimisviisiga. Tema vastsete rebukott moodustab veresoonterikkaid kurde ja jätkeid, mis põimuvad emaka seinte samasuguste kurdude vahele ja kasvavad nendega kokku, nii et siin tekib midagi platsentataolist, mille kaudu toimub vastsete toitumine. Kõikjal tuntud sinihailane on ka **tiigerhai** (*Galeocerdo cuvieri*), kes neelab alla kõik, millest ta jõu poolest üle on. Kardetav ka inimesele.

Vaalhailased (*Lámnidae*) on kõige suuremad hailised. Suuava suhteliselt suur, lõpusepilud pikad ja avarad. Sabavarre külgedel kiil. Osalt on nad aktiivsed ja «verejanulised» röövkalad, osalt rahulikud planktonitoidulised. Esimesse rühma kuulub näiteks **heeringahai** (*Lamna cornúbica*) — üle 3 m pikk, Atlandi ja Vaikse ookeani ning Põhja-Jäämere vetes laialt levinud liik. Paistab silma ujumise kiiruselt ja jõult. Hävitab massiliselt kalu (eriti heeringaid) ja tsefalopoode. Liha süüakse, eriti Vahemere ja Norra rannikul. Murmani rannikul valmistatakse ta lihast balõkki. Planktonitoiduline vaalhailane on näiteks **raithai** (*Cetorhinus máximus*), kes on üks kõige suuremaid haikalu. Levinud Atlandi ja Vaikse ookeani põhjapoolsetel aladel. Hävitab suurel hulgal planktonilisi vähke ja toob seega kalandusele kaudselt kahju. Uurimused on näidanud, et üks raithai tarvitab niisama palju toitu kui miljon heeringat. Raithai lihast valmistatakse konserve, maksast saadakse õli.

Kõige suurem hailine on ka **karehai** (*Rhinéodon týpicus*) karehailaste sugukonnast, planktonitoiduline, Atlandi ookeani troopilistes vetes levinud vorm.

Astelhailaste (*Squálidae*) sugukonna vormidel on 2 seljauime, kusjuures mõlema eesosas on terav astel. Pärakuuim puudub. Vivipaarsed. Selle sugukonna liikidest on **astelhai** (*Squalus acánthias*) lõuna- ja põhjapoolkera parasvöötme vetes kõige levinum vorm. Sage ka Mustas meres. Üle 1 m pikk. Nahka kasutatakse poleerimiseks, liha söödav ja paljudes maades väga hinnatud.

Astelhailastele süstemaatilises mõttes võrdlemisi lähedane on **polaarhai** (*Somniósus microséphalus*) polaarhailaste sugukonnast, arktiliste merede suur (5—6 m pikkune) röövkala, kes tungib kallale isegi vaaladele. Polaarhai muneb (koeb) kuni 500 muna,

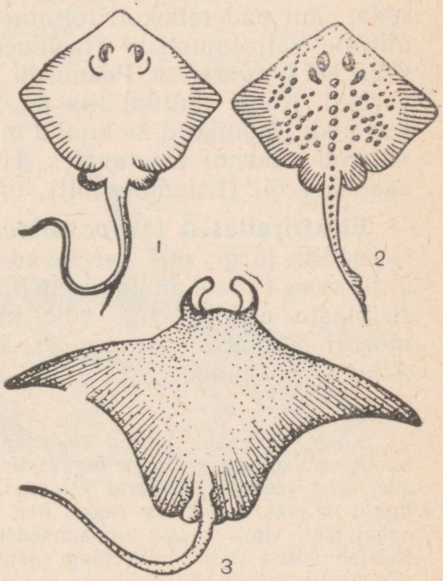
kusjuures viljastamine on väline, mis on ainulaadne nähtus hailistel.

Saaghailased (*Pristiophóridae*) kujutavad endast ülemineku vorme hailiste ja railiste vahel. Nokis lamendunud ja kannab külgedel suuri nahahambaid. Nokise all, suuava läheduses üks paar pikki poiseid. Rinnauimed laiad. Hambad väikesed. Nokise («sae») abil tuhnivad saaghailased merepõhjas, otsides väikesi loomi. Levinud Jaapani, Austraalia ning Lõuna-Ameerika vetes. **Saaghai** (*Pristiophorus japónicus*) on kuni 1 m pikk.

RAILISTE SELTS (*RAJIFORMES*)

Railiste keha on dorsoventraalselt tugevasti lamendunud, tavaliselt rombjas. Saba enamasti piitsjalt peenike. Seljauimed väikesed, pärakuuim puudub. Rinnauimed erakordselt suured ja peaga liitunud. Vastavalt sellele on lõpusepilud nihkunud pea alumisele küljele. Hambad väikesed või (paljudel) plaatjad. Üle 300 liigi.

Vastandina väga liikuvatele hailistele on railised kohmakad merepõhjaelanikud, kuigi mõned neist, tõusnud ülemistesse veekihtidesse, võivad osavasti, otsekui lennates ujuda. Mõned liigid elavad väga suurtes sügavustes. Toituvad selgrootutest ja väikestest kaladest. Liha on paljudel väga maitsev ja seda kasutatakse paiguti (Ameerikas, Jaapanis, Lääne-Euroopas) toiduks. Maks õlirikas. Majanduslikult on railised isegi tähtsamad kui hailised.



52. joon. Railisi. 1 — astelrai, 2 — ogarai, 3 — sarvikrai.

Osa railisi — **saagrailaste** (*Pristidae*) sugukonna vormid — on veel «mittetüüpilised»: nende keha ei ole veel kuigi tugevasti lamendunud, saba on heterotserkne, hambad sarnanevad veel hailiste omadega. Nende eritunnuseks on saagjas nokis: see on pikk, lamendunud ja servadel tugevate, sompudes istuvate hammastega. Vivipaarsed. **Saagrai** (*Pristis pristis*), 4—5 m pikk, elab Vahemeres ning Atlandi ja India ookeanis. «Saagi» kasutab ta merepõhjas tuhnimiseks ja kalaparvede ründamiseks. Toitub ka tsefalopoodidest.

Railiste seltsi kõige tüüpilisemad esindajad kuuluvad **railaste** (*Rajidae*) sugukonda. Nende keha (koos rinnauimedega) on rombjas, saba peenike ja kahe tillukese seljauimega. Mõned nahahambad on muutunud ogadeks või haagikesteks. Mõnedel vormidel puuduvad nahas nahahambad hoopis. Kolju on selgrooga (s. o. esimese kaelalüliga) liigese varal ühenduses. Ovipaarid. Siia kuulub rohkesti põhjapoolsete ja parasvöötme merede liike. Mustas meres ja Euroopa rannikul on railastest tuntud **ogarai** (*Raja clavata*), kuni 1 m pikk. Tema selja- ja kõhupoole värvus on erinev, kusjuures seljapoolel esinevad kollakaspruunil taustal ovaalsed kollakasvalged laigud ja ümmargused mustad tähnid, mistõttu seljapool väga sarnaneb madalmere põhja koloriidiga (enesekaitse) (52. joon.).

Astelrailaste (*Trygónidae*) sugukonna liike iseloomustab piitsja saba eesmisel poolel seljauime asemel esinev pikk astel, mille külgedel on haagikesed. Astelt kattev lima on mürgine, nii et tema poolt tekitatud vigastused on valulised ja isegi elukardetavad. Rinnauimed ulatuvad ees kokku ja asendavad nokist. Astelrailased on vivipaarid. Maimud toituvad pärast seda, kui nad rebukoti toitained on ära tarvitanud, emaka seinte niitjate väljasopististe (trofoneemide) kaudu, mis ulatuvad neile suhu või hingatsisse. Peamiselt troopiliste ja subtroopiliste merede vormid. Kõige tuntum liik on **astelrai** (*Trygon pastinaca*), kuni 1 m pikk (mõnikord ka kuni 2 m), levinud Mustas ja Aasovi meres, Atlandi ookeani rannavetes, Hiina ning Jaapani vetes. Maksast saadakse õli (kalamaksaõli), liha on maitsev.

Elektrirailased (*Torpedínidae*) on oma nimetuse saanud elektrielundite järgi, mis asetsevad pea ja rinnauime vahekohal ning kujutavad endast muundunud lihaskude. Suurte täiskasvanud elektrirailaste elektrilaeng võib inimese jalust maha paisata. **Marmorrai** (*Torpedo marmorata*), kuni 1,5 m pikk, elab Vahemeres ja Atlandi ookeanis.

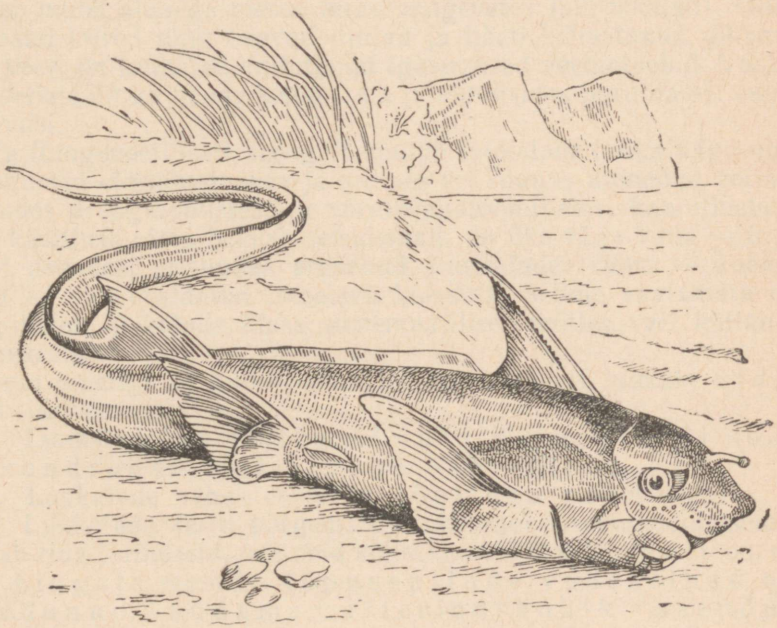
Kõige suuremad railised kuuluvad **meresarviklaste** (*Mobúlidae*) sugukonda. Nende rinnauimed on väga tugevasti arenenud ja ulatuvad kaugele ette. Nahk sile, saba peenike. **Sarvikrai** (*Manta birostris*), Kesk-Ameerika rannavetest, on ligi 6 m pikk ja 500 kg raske. Pea küljes on kaks sarvekujulist etteulatuvat nahajätket. Oma suurte rinnauimedega töötab ta nagu tiibadega. Mõnikord sööstab öösiti veest välja ning planeerib vee kohal. Maimusid kaitstes võib sarvikrai kalureile hädaohtlikuks saada.

2. TÄISPEASTE ALAMKLASS (*HOLOCÉPHALI*)

Täispeased (holotsefaalid) on põhiliselt süvamerevormid. Kevaditi tulevad rannikule lähemale, madalamatele aladele (kudema), talviti siirduvad taas sügavatesse paikadesse. Toituvad limustest, okasnahksetest ja vähkidest ning väiksematest kaladest.

Haabituselt meenutavad nad hailisi. Neil on tunnuseid, mis osutavad nende madalale organisatsioonile võrreldes teiste kõhrkaladega: selgroolülidel puuduvad kehad, mille asemel esinevad vaid lubjastunud rõngad, ja seljakeelik on hästi säilinud; noorkalade sabauim on samahõlmne (difütserkne) — sabauime hõlmad on nii väliselt kui ka sisemiselt võrdsed; roided puuduvad; küljejoon esineb lahtise vao kujul.

Rea tunnuste poolest seisavad nad siiski kõrgemal arenguastmel kui varilõpusesed ja on enam eristunud: nende nahahambad on taandarenenud ja esinevad vaid üksikutes paikades; hingats on kinni kasvanud (puudub); lõpusepilusid katab nahkne **lõpusekaas**, nii et lõpusepilud avanevad lõpusekaane alla ja alles selle taga asetseva ühise suure lõpuseava kaudu välja; kolju on autostüülne (palatokvadraat liitub



53. joon. Meretont.

ajukoljuga ühtseks tervikuks, «täispeaks»); **hambad** on kujunenud paksudeks plaatideks; pärak on urogenitaalavast eraldunud, s. o. kloaak puudub; lõpuseaparaat on redutseerunud ning koosneb vaid kolmest täis- ja kahest poollõpusest.

Holotsefaalide kivistisi on leitud juba devoni kihtidest ja mesosoikumi aegkond oli nende õitseajaks. Nüüdisaegsed holotsefaalid on seega reliktvormid, neid on säilinud kõigest 28 liiki. Erilist majanduslikku tähtsust neil ei ole.

Holotsefaalide tuntumaks sugukonnaks on **meretontlased** (*Chimäeridae*). Selle rühma tavalisem liik, **meretont** (*Chimaera monstrosa*), on umbes 1 m pikkune, peamiselt Atlandi ookeani põhjapoolsetel aladel (kuni 1000 m sügavuseni) levinud vorm (53. joon.). Tema maksast saadakse väärtuslikku õli.

1) Mitme miljoni aasta eest eristusid varilõpusesed kõhrkalad hailisteks ja railisteks? 2) Millega seletada, et hailistel on väikeaju märksa suurem kui railistel? 3) Millega seletada, et railistel on märksa suurem hingats kui hailistel ja et see avaneb pea ülemisele pinnale (s. t., et ei ole koos lõpusepiludega pea alumisele küljele «rännanud»)? 4) Millega seletada, et paljude railiste (ja holotsefaalide) hambad on plaatjad? 5) Mis kasu on täispeastel sellest, et nende kolju on autostüülne? 6) Mis tähtsus on planktonitoidulistel vaalhailastel looduse majanduses? 7) Millised on kõhrkalade uudisarendid (sõõrsuudega võrreldes)? 8) Milles seisneb piklikaju peamine ülesanne? 9) Mis juhtub, kui haikalal otsaju eemaldatakse?

LUUKALADE KLASS *(OSTEICHTHYES)*

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS, PÕLVNEMINE JA FÜLOGENEETILINE ARENEMINE

Luukalad ehk osteihtüsed on kõige arvukam ja vormiküllasem kalaklass. Ühtede andmete kohaselt kuulub siia ligi 18 000 liiki, teiste järgi üle 20 000 liigi. Enamik luukalu elab meredes ja ookeanides (merekalad), väiksem osa jõgedes ja järvedes (mageveekalad), osa veedab muist eluaega mere-, muist magevetes (siirdekalad). Olles enamasti kiired ning osavad ujujad ja hästi kohastunud liikumiseks vees, on luukalad vallutanud igasugused veebiotoobid. Vastavalt sellele on ka nende kehalaadis ja eluviisides haruldaselt suuri erinevusi.

Ka fülogeneetiliselt arengult kuulub luukalade hulka väga mitmesuguseid «formatsioone» ja mitmes eri suunas arenenud vorme. Lähtudes arenguloolistest ja võrdlevanatoomilistest kaalutlustest, ning käsitluse otstarbekuse seisukohalt, on üks väga vana ja ürgsetest aegadest erisuunas arenenud «luukalade» rühm — koaankalad — siin eraldatud iseseisva klassina. Sellele vaatamata on «tüüpiliste» luukalade klass süstemaatilises mõttes veel küllaltki mitmekesine.

Kuid ometigi on küllalt olulisi tunnuseid, mis luukalu *üldiselt* iseloomustavad.

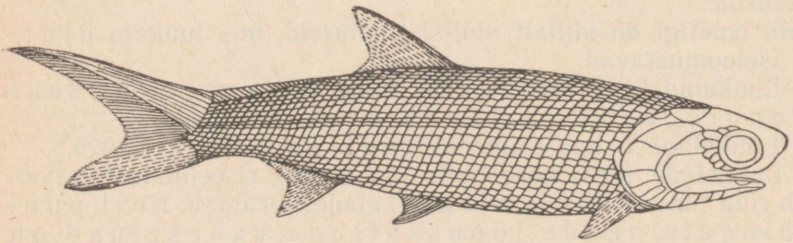
1. Luukaladel on *rohkesti luid*, kusjuures *eriti suur on kondrogeensete luude osatähtsus*.
2. Luukalade nahas esinevad *tõelised soomused*.
3. Luukalade (eriti kõrgemate luukalade) siseelundeid iseloomustab rida tunnuseid, mis neid kõhrkaladest eraldab: *neil puudub hingats, nende lõpusepilude vaheseinad on taandunud, südame arterioosikuhik asendub arterioossibulaga, sugujuhad on kadunud, sool lõpeb pärakuga* jne.

Nagu teame, tuleb luukalade kaugemateks eellasteks pidada **rüükalu** ehk plakoderme. Ei ole selgunud, millised olid kõige ürgsemad luukalad. Paleontoloogilistel andmetel ilmuvad esimesed luukalad (rööbiti kõhr- ja koaankaladega) keskdevoni mageveekogudes (vt. 40. joon.). Nad arenevad väga kiiresti ja juba kivisöeajastul kujunevad valitsevaks kalarühmaks nii järvedes kui ka jõgedes. Keskaegkonnas siirdub suur osa neist meredesse. See arenemine on jätkunud tänapäevani, kusjuures vanapärased vormid on enamikus järk-järgult välja surnud, andes ruumi n.-ö. moodsamatele ja täiuslikumatele vormidele.

Esimesed praegu teadaolevad luukalad olid **paleoniskoidid** (*Palaeoniscoidei*). Need olid väikesed heterotserkse sabauimega, ganoidsoomustega ja teravate hammastega röövkalad (*Palaeoniscus*, *Cheirolepis* jne.) (54. joon.). Lisaks lõpustele kasutasid nad hingamisel nähtavasti ujupõielaadseid kopsusid.

Kivisöeajastu oli paleoniskoidide õitseaeg. Peagi hakkavad aga enam arenenud luukalad neid olelusvõitluses välja tõrjuma. Keskaegkonnas väheneb nende arvukus pidevalt ja kriidis surevad viimased paleoniskoidid välja. Kaks vanapärast kõrvalharu on aga tänapäevani säilinud: **käsiuimsed** ja **kõhrluused.** Esimesest rühmast on säilinud ainult kaks vormi: **hulkuimed** (*Polýpterus*) ja **kõrkjakala** (*Calamoichthys calabáricus*), mõlemad Aafrika mageveekalad. Kõhrluuseid kalu on säilinud rohkem. Siia kuuluvad näiteks tuurlased.

Juba permis eraldus paleoniskoididest rühm kalu, keda on hakatud nimetama **täisluusteks.** Need tõrjusid oma eellased pikkamisi eluareenilt välja ning kujunesid keskaegkonna karakterkaladeks. Kuid ka neid tabas nende eellaste saatus (40. joon.); nende liikide ja rühmade arv hakkas juba kriidis vähenema ja tänapäeval on nad esindatud ainult kahe vormi kujul: **vaaphaugid** (*Lepidósteus*) ja **mudakala** (*Amia calva*). Mõlemad nimetatud on levinud Põhja-Ameerika magevetes. Miks täisluused hävisid? Peamiselt sellepärast, et juba juuras tekkis neist rühm vorme, kes olid vetevalla elutingimustega veelgi paremini kohastunud ja kes oma «koh-



54. joon. *Palaeoniscus*, paleoniskoidide esindaja permi lademetest, kuni 25 cm pikk.

makaid» eellasi asendama hakkasid. Need olid p ä r i s l u u k a l a d ehk **pärisluused** (vt. 40. joon.). Juurast alates kasvas nende arvukus nii magevetes kui ka meredes pidevalt ning peagi kujunesid nad valitsevaks ja väga eristunud kalarühmaks.

Fülogeneetilise arengu ja anatoomilise suguluse alusel jagatakse praegused luukalad seega järgmisteks alamklassideks:

1. Käsiujmsed (*Brachiopterygii*)
2. Kõhrluused (*Chondróstei*)
3. Täisluused (*Holóstei*)
4. Pärisluused (*Teleóstei*).

Kolm viimast alamklassi kannavad kalade süsteemis tavaliselt ka k i i r u i m s e t e (*Actinopterýgii*) nimetust.

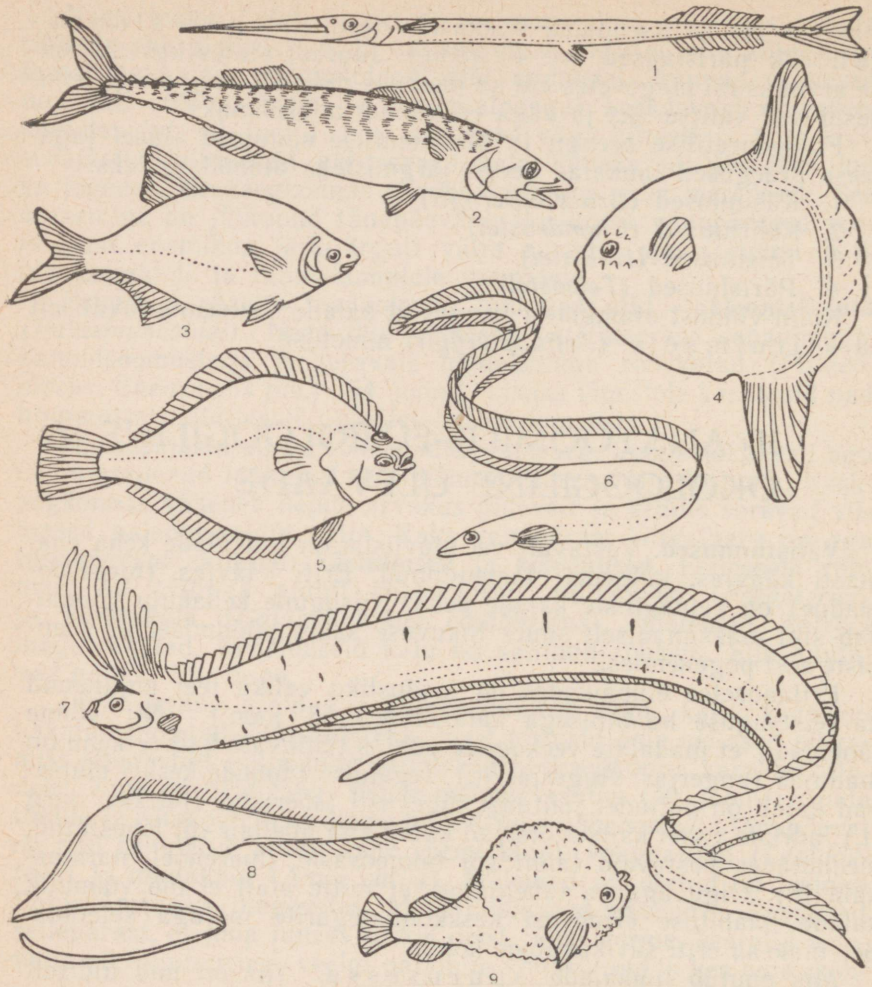
II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE JA ÖKOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Välistunnused.** Vastavalt vee-eluviisile on luukalade keha enamasti käävjas, külgedelt lamendunud. Eriti käävjas (torpeedolaadne) on pelaagiliste kalade keha. Niisugune kehakuju võimaldab siin maksimaalselt suure liikuvuse saagi püüdmisel ja vaenlaste eest põgenemisel.

Erilaadsetes elupaikades on loodusliku valiku teel kujunenud ka teistsuguse haabitusega kalavorme (55. joon.). Nii võime täheldada, et madalate veekogude põhjas tuhnivate kalade keha on madujas (angerjas, vingerjas jt.), veealuste taimede keskel elutsevad kalad on paljudel juhtudel tugevasti laberikud (latikas, nurg jt.), adrude vahel kaitset otsivad kalad aga nõeljad või lõhestatud, meenutades vastavaid taimi või taimeosasid (merenõel, narmaskala jt.). Olgu aga ka täheldatud, et mitte alati ei ole võimalik kalade haabituse erinevusi keskkonnategurite mõjuga seletada. See maksab eriti süvikukalade kohta.

Mis puutub luukalade s u u r u s e s s e, siis on nad üldiselt väiksemad kui kõhrkalad, kuid nende suurus varieerub märksa enam kui kõhrkaladel. Kõige väiksemad luukalad (mudilaslaste sugukonnast) on kõigest 8—14 mm pikkused, kõige suuremad liigid on aga mitu meetrit pikad.

Tähelepanu väärib luukalade s u u a v a oma suure varieeruvuse poolest. Tavaliselt on ta otsseisune. Röövkaladel (sägal, haugil, ahvenal, kohal jt.) on ta suur, sest oma saagi neelavad nad tervelt. Eriti suure suuava leiame süvikukaladel (*Eurypharynx*, *Saccopharynx*, *Malacósteus*). Need kalad toituvad tavaliselt väiksematest loomadest, pealegi pimeduses, ja on ilmne, et mida suurem on nende suuava, seda suurem on neil toidu saamise võimalus. Niisugustel kaladel aga, kes jõgede-järvede põhjas elutsevatest väikestest loomadest toituvad, on suuava väike (linask, koger,



55. joon. Luukalade kehakuju mitmekesisus. 1 — tuulekala, 2 — makrell, 3 — latikas, 4 — kuukala, 5 — lest, 6 — angerjas, 7 — rihmkala («heeringa-kuningas»), 8 — hiidsuu, 9 — kerakala (kaitseseisundis).

latikas jne.). Usside ja putukavastsete otsimiseks on mõnede kalade (näit. karpkala, latikas jt.) suuava eesosa toruna väljasirutatav.

Suuava külgedel (nii ala- kui ka ülamokal) leiame mõnedel luukaladel (sägal, vingerjal, tuural jt.) peenikesi niitjaid naharipikuid — p o i s e i d. Need on maitse-, osalt ka kompeelundid.

Suuavast kõrgemal asetsevad tavaliselt paarilised n i n a a v a d. Need on nahkse sillakese varal väljaspool kaheks — eesmiseks ja tagumiseks — osaks jaotatud. Eesmise osa kaudu pääseb vesi ninaõõnde, tagumise kaudu taas välja. N i n a õ õ s l u u k a l a d e l s u u õ õ n e g a ü h e n d u s e s e i o l e. Mõnedel luukaladel on ninaavad klappidega suletavad.

S i l m a d on luukaladel suhteliselt väga suured, laugudeta, kuid läbipaistva kilega kaetud. Silmadest ettepoole ulatuv peaosa on n i n a m i k.

Pikuti mööda keha kulgeb **küljejoon** (*linea lateralis*). Küljejoone kohal asub naha sees kanalike, milles paiknevad neuromastid. Küljejoon ulatub ka pea piirkonda, tavaliselt kolme joone kujul, olles siin eriti tugevasti arenenud neil vormidel, kel küljejoon kerel puudub. Küljejoone kuju ja kulg on süstemaatilise tähtsusega.

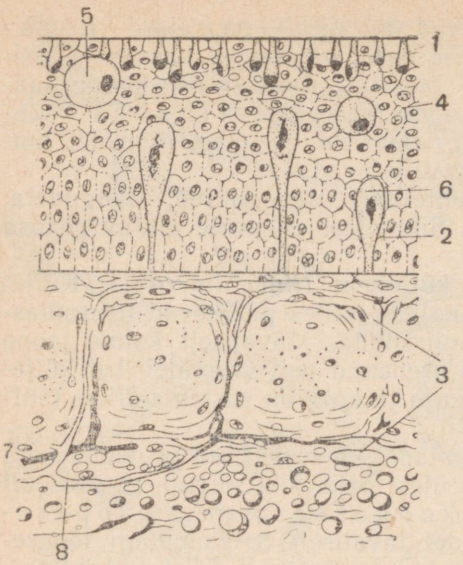
Pea külgedel asetsevad luukaladel **lõpusekaaned** ja nende taga l õ p u s e a v a. Kui lõpusekaas üles tõsta, siis selgub, et selle all olevasse ruumi ehk l õ p u s e k o o p a s s e avanevad l õ p u s e p i l u d. Viimaseid on luukaladel tavaliselt 5. Kummagi lõpusekaane alaosa jätkuks on õhuke kideluude poolt toestatud k i d e k i l e.

S a b a u i m on valdaval enamikul vormidel **võrdhõlmne** ehk **homotserkne**: sabauime hõlmad on väliselt võrdsed, kuid sisemiselt mitte, sest viimased selgroolülid ja seljakeeliku ots suunduvad saba ülemisse hõlma. Paleontoloogilised andmed näitavad, et homotserkne sabauim on aegade jooksul heterotserksest tekkinud.

Luukalade rinna- ja kõhuuimed erinevad kõhrkalade omadest selle poolest, et nad asetsevad p õ i k i (mitte rõhtsalt) ja neid saab tihedasti vastu keha tõmmata, mis kala liikumist kergendab. Kõhuuimed äratavad tähelepanu oma asukoha varieeruvuse poolest: enamasti on nad «õigel kohal» — kõhu all, kuid paljudel on nad «rännanud» rinna või isegi kurgu alla (näit. tursalistel ja paljudel limakalalistel).

2. **Katted.** Luukalade naha **marrasknahk** (**epidermis**) koosneb — samuti nagu teistel kaladel — kogu ulatuses e l u s a t e s t rakkudest. Epidermise pindmised rakud on lamedad, kuid mida sügavamale, seda enam muutuvad rakud kõrgemaks, ja kõige alumised rakud on sammasjad. Viimased on ühtlasi paljunemisvõimelised ja toodavad uusi rakke, mis nihkuvad keha pinna poole ja asendavad seal ülemisi irduvaid rakke.

Kalade epidermisele on iseloomulik ainurakuliste näärmete rohkus (56. joon.). Need näärmed tekivad marrasknaha alumises kihis ja nihkuvad siis (koos teiste rakkudega) naha pinna poole. Talitluselt on nad kahesugused: mukoossed ja seroossed. **Mukoossed näärmed** (limanäärmed) on levinud marrasknahas üle kogu keha. Naha pinnale jõudnult on nad omandanud karikja kuju



56. joon. Luukala naha läbilõige. 1 — limanäärmed, 2 — epidermise alumine kiht, 3 — pärisnahk, 4 — epidermis, 5 — seroossed näärmed («sõmerrakud»), 6 — kolbjad seroossed näärmed, 7 — närvid, 8 — veresooned.

ja «valavad» oma sisu (lima) siin korraga välja. Tänu mukoossetele näärmetele on kala alati limane, mis kergendab ta liikumist ja kaitseb teda parasiitide eest. **Seroossed näärmed** toodavad valgurikast (seroosset) nõret. Ühed neist on keraja, teised kolbja kujuga. Kerajad seroossed näärmed on võrdlemisi suured ja sageli sõmerja sisuga (nn. sõmerrakud). Oma sisu heidavad nad kas keha pinnale või eritavad teiste rakkude vahele. Kolbjad seroossed näärmed on kolvikujulised ainult noorena, kui nad on veel ühenduses epidermise alumise rakukihiga. Hiljem muutuvad nad pirnjaks või ovaalseks. Tühjenevad samal viisil nagu kerajad seroossed näärmed. Kolbjaid seroosseid näärmeid on eriti rohkesti mandunud soomustega kaladel (angerjalistel, sägalastel, linaskil jt.), nad puuduvad aga näiteks lõhilastel ja ahvenalistel.

Seroossete näärmete teisenditeks on kaunis paljudel kaladel (eeskätt süvamerekaladel) h e l e n d u s n ä ä r m e d ehk h e l e n d u s e l u n d i d. Tavaliselt kujutavad need endast helendavat sekreeti tootvate rakkude kogumeid. Sekreet jääb harilikult rakkude sisse, ka niisugusel korral, kui näärmel on juha. Suuruselt, kujult ja arvult on helendusorganid väga mitmesugused ja asetsevad kala eeskehal või külgedel. Nende ökoloogiline tähtsus seisneb nähtavasti vastassugupoole või saagi ligimeelitamises. Ühtedel kaladel on helendamine kaladega sümbioosis elavate

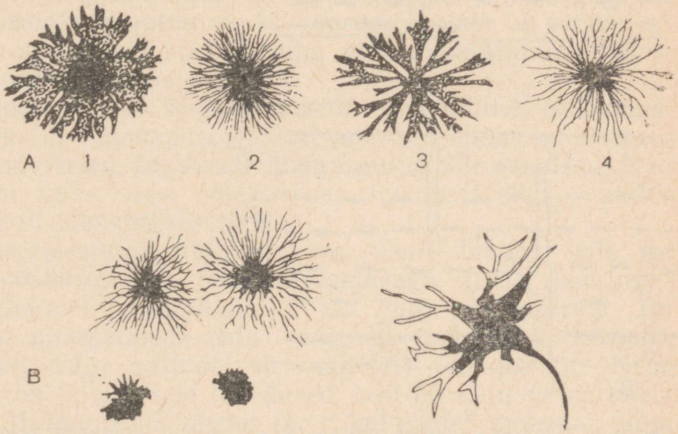
helendusbakterite elutegevuse tulemus, teistel — eriliste ainete (lutsiferiinide) hapendumisest tingitud. Valgus, mida helendusorganid välja saadavad, on külm, — helendamisel soojust ei teki.

Pärisnaha (kooriumi) pindmine osa koosneb rakkuderikkast kohevast kiulisest sidekoest, alumine osa aga rakkudevaesemast tihedast sidekoest, mille kiud kulgevad kimpudena, peamiselt paralleelselt naha pinnaga. Mõnedel kaladel on koorium võrdlemisi paks (näit. tursklastel) ja niisugune nahk kõlbab mitmesuguste galanteriiesemete valmistamiseks. Sidekoekiudude vahel on rohkesti veresooni ja närvikiudude lõpmeid. Pärisnaha pindmises ja alumises kihis on ka suuri pigmendirakke, kromatofoore ja väikesi valgustmurdvaid iridotsüüte.

Kromatofoorid on tähekujulised (jätketega) rakud (57. joon.). Nende pigmendiks on kollased, ruuged ja punased *lipokroomid* või must *melaniin*. Teised värvused tekivad mitme erineva värvusega kromatofooride koosmõjul. Pigmenditerakesed kromatofoorides võivad liikuda, koondudes kord raku keskele, kord hajudes üle kogu raku (ka jätketesse). Vastavalt sellele muutub raku ja kala kogu kehapinna koloriit: kui pigment on koondunud raku keskele, on kogu rakk (ja ka vastav nahaosa) hele, kui pigment nihkub raku piirdele, muutub rakk tumedamaks.

Iridotsüüdid (guanofoorid) sisaldavad kristallilist või amorfset guaniini. Guaniini leidub ka kala soomustes, silma vikerkestas, kõhukelmes jm. See on nukleoproteiidide laguprodukt, puriini derivaat — tugevasti valgust peegeldav aine, mida muide kasutatakse tehispärlite valmistamiseks ja kofeiini sünteesimiseks.

Kala naha tumedates paikades on rohkesti melaniini sisaldavaid kromatofoore, heledates aga rohkesti iridotsüüte. Tänu mela-



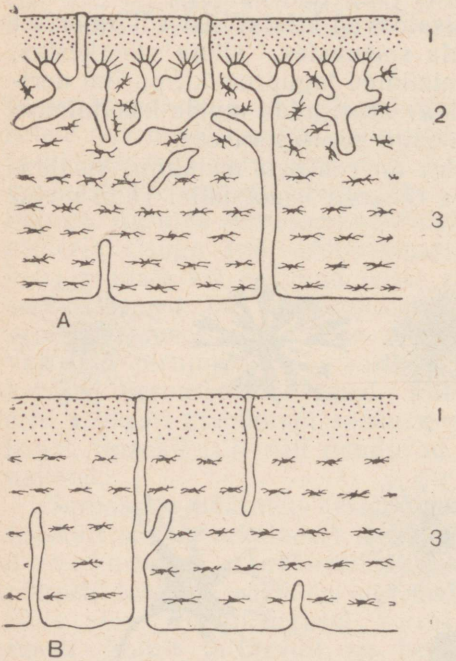
57. joon. Kromatofoorid (melanofoorid). A: 1 — raudkiisal, 2 — *Caranx*'il, 3 — tursal, 4 — kammeljal. B: pigmendi liikumine melanofoorides.

niini ja lipokroomide liikuvusele kromatofoorides võivad kalad oma värvust vastavalt ümbruskonna värvusele (valgusele) muuta (enesekaitse).

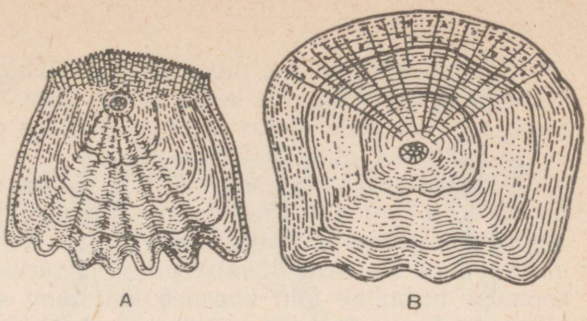
Värvuse muutumist reguleerib närvisüsteem silmadest saabuvate erutuste mõjul: pime kala ei muuda oma värvust. Kui näiteks asetada lest niiviisi, et ta pea on heledal, kere aga tumedal foonil, siis muutub kere samasuguseks heledaks kui pea; kui aga asetada lestal pea tumedale ja kere heledale foonile, siis toimub vastupidine värvuse muutus. Värvust mõjutab ka sisenõrenäärmete talitlus. Hüpofüüs eritab hormooni, mille mõjul värvaine valgub kromatofoorides laiali, neerupealise adrenaliini mõjul koondub värvaine tuuma ümber kokku. Värvuse muutumine kudemise puhul (pulmarüü tekkimine) toimub sugunäärmete hormoonide toimel: kui kala mõni aeg enne kudemist kastreerida, siis värvuse muutumist ei esine.

Luukalade kooriumi kõige iseloomulikumateks moodustisteks on soomused. Need on siin kahte tüüpi: ganoidsoomused ja elasmoidsoomused.

Ganoidsoomused esinevad käsiuimsetel ja vaaphaugidel. Ka esineb neid tuurlaste sabauime ülahõlmal. Kaugemas minevi-



58. joon. Ganoidsoomuste ehitus. A — paleoniskoidtüüpi ganoidsoomus, B — lepidosteoidtüüpi ganoidsoomus. 1 — ganoiinkiht, 2 — kosmiinkiht, 3 — isopediinkiht.



59. joon. Pärisluukalade õhiksoomused. A — ktenoidsoomus, B — tsükloidsoomus.

kus oli luukaladel ganoidsoomus väga levinud. Seega tuleb teda pidada ajalooliselt vanemaks soomuseliigiks kui elasmoidsoomust, mis iseloomustab pärisluukalu.

Ganoidsoomus kujutab endast tavaliselt rombjat, paksu ja kõva plaadikest. Külg külje kõrval üksteisega koos olles moodustavad niisugused soomused keha pinnal tugeva rüü.

Histoloogiliselt ehituselt koosneb käsiuimsete ganoidsoomus kolmest kihist: ganoiin-, kosmiin- ja isopediinkihist (58. joon.). **Ganoiinkiht** moodustab soomuse tiheda ning väga kõva emailitaolise pinnakihi, **kosmiinkiht** on rohketest koopakestest ja kanalikestest läbitud dentiinitaoline moodustis ja **isopediinkiht** kujutab endast paksemat tihket lamellaarset luuollust. Et selline kolmest kihist koosnev ganoidsoomus oli tavaliseks soomusetüübiks ka kivisöeaegsetel paleoniskoididel, siis nimetatakse teda **paleoniskoidtüüpi ganoidsoomuseks.**

Vaaphaugidel (*Lepidósteus*) on ganoidsoomuse histoloogiline struktuur lihtsamaks muutunud: ta koosneb ainult ganoiinkihist ja isopediinkihist ning teda nimetatakse **lepidosteoidtüüpi ganoidsoomuseks.**

Elasmoidsoomused ehk **õhiksoomused**, nagu öeldud, iseloomustavad pärisluukalu. Elasmoidsoomused on väga õhukesed painduvad kõvad moodustised, tavaliselt ümmargused või ovaalsed. Nad asetsevad üleni naha sees, sidekoelises soomusetaskus, kattes katusekivitaoliselt üksteist servaga.

Kui elasmoidsoomuse välisserv on üleni tasane, siis on tegemist **kaarsoomuse** ehk **tsükloidsoomusega** (näit. heeringalistel, karpkalalistel, haugilistel), kui aga välisserval on ogakesed, siis nimetatakse teda **saagsoomuseks** ehk **ktenoidsoomuseks** (näit. väga paljudel ahvenalistel) (59. joon.). Need soomusetüübid on teineteisele lähedased, sest on kalu (*Pleuronectes punctatus*, *Mullus*, *Epinépheles* jne.), kel esineb mõlemat tüüpi elasmoidsoomuseid. Tsükloidsoomus on fülogeneetiliselt vanem kui ktenoidsoomus.

Elasmoidsoomuskate moodustab pärisluukaladel küllalt tõhusa kaitse ning on seejuures kerge ja painduv. On mõistetav, et niisugune kate on neile olelusvõitluses suureks eeliseks, võrreldes raske ja kohmaka ganoidsoomusrüüga.

Elasmoidsoomus (õhiksoomus) koosneb kahest kihist. Tema pindmine kiht (pindmik) on läbitav, peaaegu homogeense ehitusega, väga kõva, kuid habras. Selle kasvamine toimub soomuse ülemise pinna ja serva piirkonnas. Elasmoidsoomuse basaalne kiht koosneb kaltsiumi sooladega läbiimbunud sidekoest ja on õhikulise ehitusega. Igal aastal kasvab sellele alt uus ja suurem õhik juurde. Soomuse keskosas on basaalne kiht seega kõige paksem, servades kõige õhem, nii et selline soomus sarnaneb väga lameda kuhikuga. Kui teda pealt vaadata, siis paistavad iga-aastased juurdekasvud aastaringidena, sest iga ringi kitsas algusosa on tumedam kui lai kaugmine osa. Esimene on tekkinud talvel, kui kalad ei toitu või vähe toitu tarvitavad, teine — suvel, kui kalad kasvavad kiiresti. Elasmoidsoomuste aastaringide arvu järgi saab seega kalade vanust määrata. Aastaringid on muide ka paljudel kaladel luudel.

Et elasmoidsoomus on tekkinud ganoidsoomusest regressiivse arenemise teel, siis võib selle soomuse pindmist kihti samastada ganoidsoomuse ganoiinkihiga, basaalset — isopediinkihiga.

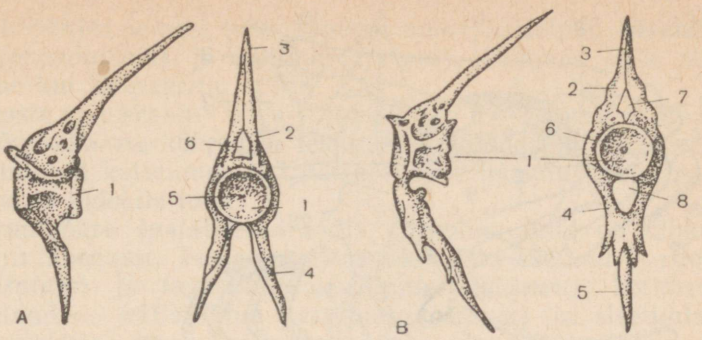
Paljudel kaladel liituvad soomused suuremateks luuplaatideks või isegi rüüks. Luuplaate leiame näiteks ogaliku külgedel, rüü esineb kohverkaladel jne.

3. **Toes, lihased, elektrielundid**. Luukoe (luude) rohkusest toese-elundites on luukalad saanud oma nimetuse.

Kõrgemate luukalade **selgroog** koosneb luulistest selgroolülidest ja liigendub kere- ning sabaosaks.

Keha kuju poolest on luukalade selgroolülid kaksilohkset (amfitsöölsed). Nende vahele jäävad seljakeeliku jäänused, mis on selgroolülide kehi läbivate mulgukeste kaudu ühenduses. Iga selgroolüli keha selgmisele küljele kinnitunud neuraaljätked (neurapofüüsid) koos moodustavad selgmise ogajätkega lõppeva **neuraalkaare.** Neuraalkaare alumikust väljuvad mõnedel luukaladel kummalgi pool nii ette- kui ka tahapoole ulatuvad **liigesejätked** (sügapofüüsid), mille varal naaber-selgroolülid on teineteisega liigeselises ühenduses. Interdorsaalid tekivad ka luukaladel, kuid kaovad hiljem (60. joon.).

Sabalülide keha kõhtmiselt küljelt algavad kummaltki poolt hemaaljätked (hemapofüüsid), mis liitudes moodustavad kõhtmise ogajätkega lõppeva **hemaalkaare.** Kerelülidel hemaaljätked kaart ei moodusta, vaid suunduvad külgedele, kus nad, samuti nagu kõhrkaladel, alusjätke (basapofüüsi) moodustavad ja alaroideid kannavad. Viimased asetsevad kere külje lihaste all, kõhuõõne seintes ja arenemisel kasvavad selgroost väljapoole. Käsiuimseil on kere selgmiste ja kõhtmiste lihaste



60. joon. Pärisluukala (ahvena) selgroolülid. A — kerelüli külg- ja eestvaates: 1 — selgroolüli keha, 2 — neuraalkaar, 3 — selgmine ogajätke, 4 — alusjätke, 5 — mulk kaksilohkses kehas, 6 — selgrookanal. B — sabalüli külg- ja eestvaates: 1 — keha, 2 — neuraalkaar, 3 — selgmine ogajätke, 4 — hemaalkaar (alakaar), 5 — kõhtmine ogajätke, 6 — mulk (selgroolüli keha keskel), 7 — selgrookanal (neuraalkanal), 8 — hemaalkanal.

vahekohal ülaroided, mis kasvavad väljastpoolt sissepoole. Interventraalid tekivad, kuid, vastandina kõhrkaladele, kaovad peagi.

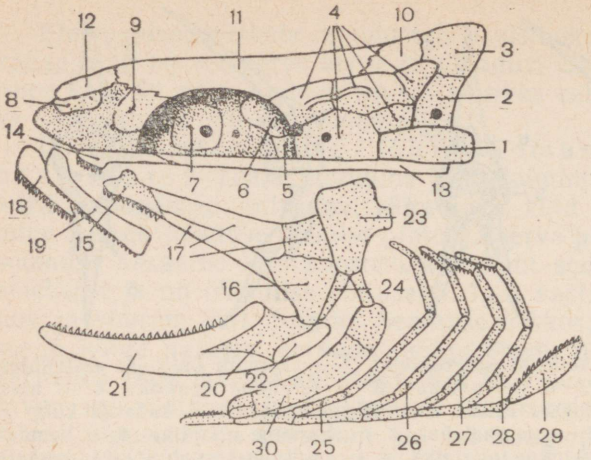
Kõhrluustel kaladel on «selgroolülid» märksa madalamal arenguastmel kui teistel luukaladel: nendel puudub keha ja kaared «istuvad» otseselt seljakeelikul, kusjuures nad on ainult osaliselt luustunud.

Kõige lihtsama **kolju** leiame kõhrluustel. Siin ei ole ajukolju kõhreline osa peaaegu üldse luustunud, väiksemaid luustisi (luumoodustisi) leiame ainult kõrva- ja silmapiirkonnas. Selle-eest on aga niisugune kõhrkolju kaetud kaunis rohkete katteluudega (desmogeensete luudega). Nokisepiirkonnas on need luud eriti arvukad, kuid väikesed ja osalt sarnanevad soomustega. Päritolult on katteluud seega soomuste tekised. Ajukolju põhjas leiame samuti katteluid: ees sahkluu, tagapool lisakiilluu (parasfenoidi). Näokolju on nõrgalt arenenud ja ainult osaliselt luustunud.

Kõige paremini arenenud kolju leiame pärisluustel. Kõhr on siin peaaegu kadunud, selle asemele on tekkinud rida aseluid. Katteluude arv on tublisti vähenenud, kuid selle-eest on nad suuremad ja neid on tekkinud ka sinna, kus nad kõhrluustel veel puuduvad.

Pärisluuste ajukolju kuklapiirkonnas leiame 4 kondrogeenset luud: paaritu **ülakuklaluu** (*supraoccipitale*), paarilise **küljekuklaluu** (*exoccipitale* = *occipitale laterale*) on paaritu **aluskuklaluu** (*basioccipitale*) (61. joon.).

Kõrvapiirkonnas on pärisluustel kummalgi pool 5 luud: **kiilkõrvaluu** (*sphenóticum* = *postfrontale*), **tiibkõrvaluu** (*pteróticum*), **ülakõrvaluu** (*epióticum*), **eeskõrvaluu** (*proóticum*) ja **tagakõrvaluu**



61. joon. Pärisluukala kolju ehitus. Joonisel puuduvad lõpusekaane luud ja infraorbitaalid. Aseluud on märgitud punktiiriga. 1 — aluskuklaluu, 2 — küljekuklaluu, 3 — ülakuklaluu, 4 — kõrvaluud, 5 — aluskiilluu, 6 — tiibkiilluu, 7 — silmakiilluu, 8 — keskskõelluu, 9 — välisskõelluu, 10 — kiiruluu, 11 — laubaluu, 12 — ninaluu, 13 — lisakiilluu, 14 — sahkluu, 15 — suulaeluu, 16 — ruutluu, 17 — tiibluud, 18 — ees-ülalõualuu, 19 — ülalõualuu, 20 — liigeseluu, 21 — hambaluu, 22 — nurgaluu, 23 — hüomandibulaar, 24 — sideluu, 25—29 — lõpusekaared, 30 — hüoid.

(*opisthóticum*) (62. joon.). Kiilkõrvaluud ja tiibkõrvaluud tuleb pidada segaluudeks — katteluudeks, mis on naha alla vajunud ja siin kõhrest tekkinud luuosadega liitunud, teised aga on aseluud. Tagakõrvaluu võib paljudel liikidel puududa. Väga stabiilne luu on aga eeskõrvaluu, sest selles asub sisekõrv.

Kiirupiirkonnas leiame, ülal paarilise **kiiruluu** (*parietale*), all — paaritu **aluskiilluu** (*basisphenoideum*) ja paarilise **tiibkiilluu** (*alisphenoideum = pleurosphenoideum*). Nendest on kiiruluu katteluu, teised — aseluud. Paljudel liikidel (karpkalal, turskadel jt.) aluskiilluu puudub. Enamikul aga lisandub neile silmakoobaste (orbiitide) vahele ulatuv **silmakiilluu** (*orbitosphenoideum*).

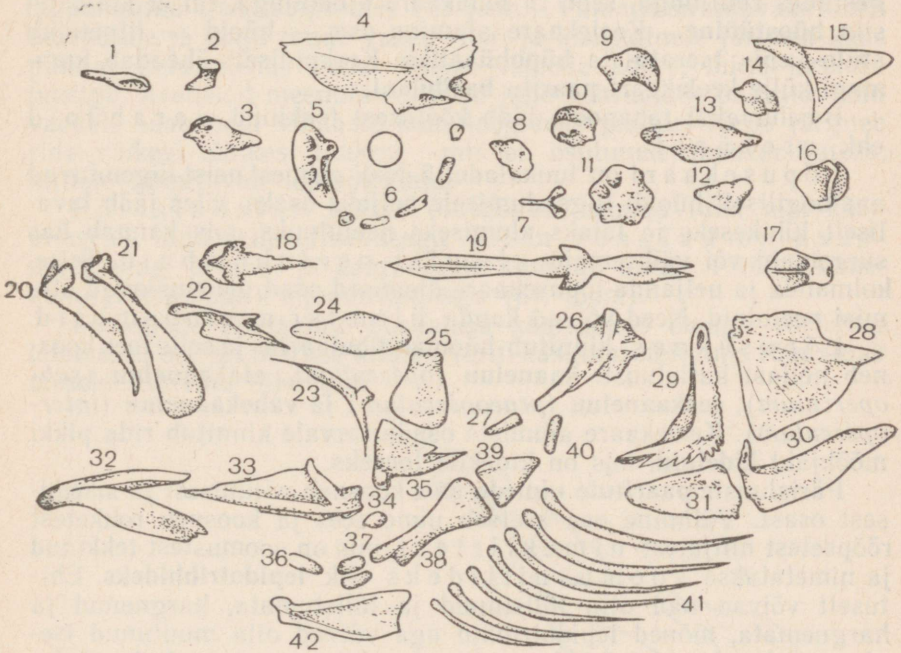
Laubapiirkonnas on paariline **laubaluu** (*frontale*), silmakoopa all ja taga rida **infraorbitaale**, millest eesmine, kõige suurem kannab **pisaraluu** (*lacrimale*) nimetust. Kõik need on desmogeensed luud. Silmakoopad on pärisluukaladel suured ja ulatuvad keskpidisel tasapinnal niivõrd kokku, et peaaju osad nende vahele ei ulatu (tropibasaalne kolju).

Ninapiirkonna keskosas asetsevad paaritu **keskskõelluu** (*mesethmoideum*), paariline **välisskõelluu** (*ectoethmoideum = praefrontale*) ja paariline **ninaluu** (*nasale*). Viimane on katteluu. Esimesed aga on segaluud ja on tekkinud alamatel luukaladel esinevate katteluude (eeslaubaluu ja ülasõelluu) «vajumise» teel kõhresse, mille luustuvate osadega nad liituvad.

Ajukolju põhjas leiame kaks tugevat suurt katteluud: **lisakiilluu** (*parasphenoideum*) ja **sahkluu** (*vomer*). Viimane võib olla nii paariline kui ka paaritu.

Pärisluuste vistseraalne toes — n ä o k o l j u — koosneb lõua-, keele- ja lõpusekaarte kõhredest tekkinud aseluudest ja neile väljastpoolt liitunud katteluudest. Uudisarendina lisandub neile veel lõpusekaane ja kidekile toes.

Suulaeruutkõhre (palatokvadraadi) piirkonna luud on nihkunud ajukolju lähedusse. Tema tagaosas tekib kaks aseluud — **ruutluu** (*quadratum*) ja **tagatiibluu** (*metapterygoideum*), keskosas kaks katteluud — **välistiibluu** (*ectopterygoideum*) ja **sisetiibluu** (*entopterygoideum*), ees — segapäritoluga **suulaeluu** (*palatinum*). Suulaeluust eespool, ülamokas, tekivad suured katteluud — **üla-**



62. joon. Ahvena ajukolju, lõua- ja keelekaare ning lõpusekaane ja kidekile luud. 1 — ninaluu, 2 — kesksõelluu, 3 — välissõelluu, 4 — laubaluu, 5 — pisaraluu, 6 — infraorbitaalid, 7 — aluskiilluu, 8 — tiibkiilluu, 9 — kiiruluu, 10 — kiilkõrvaluu, 11 — eeskõrvaluu, 12 — tagakõrvaluu, 13 — tiibkõrvaluu, 14 — ülakõrvaluu, 15 — ülakuklaluu, 16 — küljekuklaluu, 17 — aluskuklaluu, 18 — sahkluu, 19 — lisakiilluu, 20 — ees-ülalõualuu, 21 — ülalõualuu, 22 — suulaeluu, 23 — välistiibluu, 24 — sisetiibluu, 25 — tagatiibluu, 26 — hüomandibulaar, 27 — sideluu, 28 — kaaneluu, 29 — eeskaaneluu, 30 — alakaaneluu, 31 — vahekaaneluu, 32 — hambaluu, 33 — liigeseluu, 34 — nurgaluu, 35 — ruutluu, 36 — keeleluu, 37 — hüpohüaal, 38 — tseratohüaal, 39 — epihüaal, 40 — stülohüaal, 41 — kideluud, 42 — parahüoid.

lõualuu (*maxillare*) ja **ees-ülalõualuu** (*praemaxillare*). Mõlemad on paarilised.

Meckeli kõhre tagaosa luustub **liigeseluuks** (*articulare*). Sellest allpool tekib **nurgaluu** (*angulare*), viimasest eespool **hambaluu** (*dentale*). Mõlemad on katteluud. Alamatel luukaladel (käsiuimsetel ja täisluustel) tekib Meckeli kõhre piirkonnas veel teisi katteluid.

Ülalõualuu ja ees-ülalõualuu on luukaladel kujunenud ülalõua põhilisteks toeseosadeks, hambaluu aga alalõua põhiliseks toeseosaks. Nimetatud luudele kinnituvad tavaliselt hambad. Neid võib olla aga ka suulae- ja tiibluudel.

Keelekaare ja lõpusekaarte piirkonnas tekkinud luud on kõik aseluud. Keelekaare ülemine osa luustub suureks **hüomandibulaariks** ja sellest eraldub väike luuke — **sideluu** (*symplécticum*). Liigestudes ruutluuga, seob ta lõuakaare ajukoljuga, nii et kolju on siin **hüostüülne**. Keelekaare alumine osa — hüoid — liigendub **stülo-**, **epi-**, **tserato-** ja **hüpohüaaliks**. Keskpidiselt ühendab kummagi külje keelekaart paaritu **basihüaal**.

Basihüaalist tahapoole jääb kõõlusest tekkinud p a r a h ü o i d ehk u r o h ü a a l.

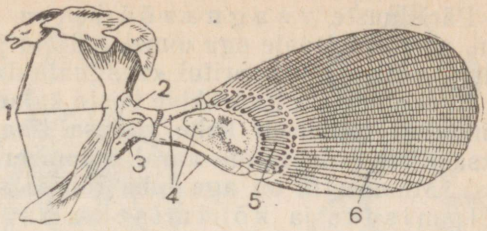
L õ p u s e k a a r i on luukaladel 5. Neli esimest neist liigenduvad analoogiliselt hüoidi liigendumisele neljaks osaks, viies jääb tavaliselt lühikeseks ja laiaks alumiseks neeluluuks, mis kannab kas suuremaid või väiksemaid a l u m i s i n e e l u h a m b a i d. Teise, kolmanda ja neljanda lõpusekaare ülemised osad moodustavad ülemisi neeluluid. Need võivad kanda ü l e m i s i n e e l u h a m b a i d.

L õ p u s e k a a s kinnitub hüomandibulaarile ja selle toes koosneb neljast katteluust: **kaaneluu** (*opérculum*), **alakaaneluu** (*subopérculum*), **eeskaaneluu** (*praeopérculum*) ja **vahekaaneluu** (*interopérculum*). Keelekaare alumiste osade servale kinnitub rida pikki mõõkjaid **kideluid**, mis on kidekile toeseks.

Pärisluuste **paaritute uimede** toes koosneb välimisest ja sisemisest osast. Välimine osa asetseb uime sees ja koosneb rohketest rööpsetest niitjatest u i m e k i i r t e s t, mis on soomustest tekkinud ja nimetatakse s o o m u s n i i t i d e k s ehk **lepidotrihhideks.** Ehituselt võivad nad olla lülistunud ja lülistumata, hargnenud ja hargnemata, mõned lepidotrihhid aga võivad olla muutunud isegi ogadeks. Lepidotrihhide rohkus ja ehitus on luukalade süstemaatikas suure tähtsusega. Paaritute uimede toese sisemine osa asetseb uime kohal lihaste vahel ja koosneb teravatest lamedatest **uimekandjatest** (pterügiofooridest), mis «istuvad» selgroolülide selgmisel ogajätkel.

Luukalade **rinnauimede toest** iseloomustab teisese õlavöötme teke, s. o. katteluude osavõtt õlavöötme ehitusest, ja basaalide kadumine.

K ä s i u i m s e t e õlavöötmes leiame kaks aseluud — **abaluu** (*scapula*) ja **kaarnaluu** (*coracoideum*) ning mitu katteluud: **rang-**

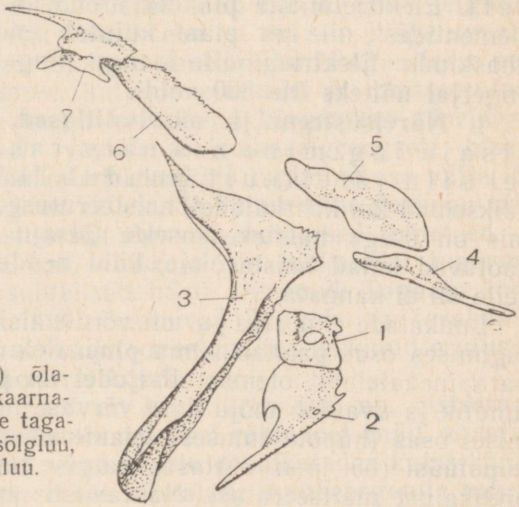


63. joon. Hulkuime õlavöötme ja rinnauime toes. 1 — teisene õlavööde (kõige all rangluu, sellele järgneb sõlgluu, tagasõlgluu, ülasõlgluu ja tagaoimuluu), 2 — abaluu, 3 — kaarnaluu, 4 — «basaalid», 5 — uimekandjad («radiaalid»), 6 — uimekiired (lepidotrihhid).

luu (*clavicula*), **sõlgluu** (*cleithrum*), **üla-** ja **tagasõlgluu** ning **tagaoimuluu** (*posttemporale*) (63. joon.). Viimane on siduvaks luuks õlavöötme ja kolju luude vahel. Aba- ja kaarnaluule järgneb kaks pulkjat luud, nende vahel leiame lameda kõhre, mille keskosa luustub. Asetuselt meenutavad need luud kõhrkalade basaale, kuid vaevalt saab neid viimaste homoloogideks pidada. Neile järgneb rida väikesi lühikesi luukesi, mis on osutunud uimekandjateks, millele kinnituvad lepidotrihhid.

P ä r i s l u u s t e l leiame õlavöötmes samad luud mis käsiuimsetel, kuid selle erinevusega, et siin r a n g l u u o n k a d u n u d ning et aba- ja kaarnaluule kinnitub ainult 4 või 5 uimekandjat (radiaali) lepidotrihhidega (64. joon.).

Luukalade rinnauime basaalosa kõhrkalade omaga võrreldes leiame, et see on märksa kitsam (eriti käsiuimsetel), mis võimaldab uimele suurema liikuvuse.



64. joon. Pärisluuse (ahvena) õlavöötme toes. 1 — abaluu, 2 — kaarnaluu, 3 — sõlgluu, 4 — kõhtmine tagasõlgluu, 5 — selgmine tagasõlgluu, 6 — ülasõlgluu, 7 — tagaoimuluu.

Pärisluuste vaagnavööde on veelgi enam lihtsustunud: siin pole ei basaale ega uimekandjaid ja uimekiired istuvad vahetult paarilisel või paaritul «vaagnaluul».

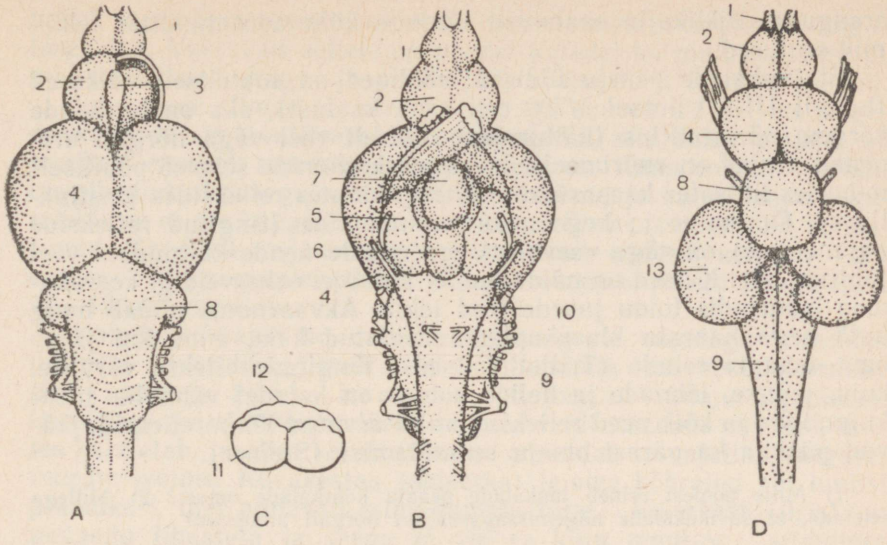
Luukalade (ja ka kõikide teiste kalade) **somaatilised lihased** on esindatud peamiselt kahe võimsa lihasena kere külgedel ja on siksakiliste müoseptide varal **müomeerideks** jaotatud (metameersus). Müomeerid on aga juba rõhtsa sidekoelise vahesena varal selgmiseks ja kõhtmiseks osaks liigendunud. Talitluse suhtes on see suureks progressiks: et kumbki osa võib nüüd iseseisvalt kokku tõmbuda, saavutatakse kehа liigutustes suurem mitmekesisus. Kõhupiirkonnas hakkab lihaskiudude esialgne pikisuund põikseks muutuma, võib täheldada välimise piki- ja sisemise põikilihaskihi teket. Kerelihastest siirduvad lihaskimbud uimede võötmepiirkonda. Vastavalt lõuaaparaadi eristumisele muutub hüpobranhiaalne lihastik keerukamaks.

Keerukamaks muutub ka **vistseraalne lihastik**, eristudes rohketeks lihasteks, mis jäävad lõugade ja keeleaparaadi koosseisu.

Mõnedel kaladel on kujunenud saagi ümastamiseks või surmamiseks ja enesekaitseks **elektrielundid**. Need esinevad väga erinevatel kalarühmadel — ka kõhrkaladel, ja võivad paikneda mitmesugustes kehaosades: elektriangerjal (*Electróphorus*) saba kõhtmises osas, elektrisägal (*Malapterurus*) kahe väädina kogu kere külgedel naha all jne. Histoloogiliselt on elektrielundid ühtliku ehitusega: nad koosnevad hulktuumalistest sültjas vahemassis asetsevaist ja sidekoe varal pikkadeks «sammasteks» liitunud plaatidest. Iga niisugune plaat on närvikiuga varustatud ja ühel küljel negatiivselt, teisel positiivselt laetud; vahemass on rikkalikult varustatud veresoontega. Elektrilaengud tekivad närvierutuse mõjul, kusjuures elektrienergia tekib keemilisest energiast otseselt. Elektrielundite plaadid arenevad somaatiliste lihaste algelementidest, — iga plaat kujutab endast üksikut muundunud lihaskiudu. Elektrielundite laengu pinge on küllalt suur: elektriangerjal näiteks üle 300 voldi.

4. **Närvisüsteem ja närvitalitlused. Käitumine.** Luukalade otsaju lagimine osa närvirakke ei sisalda, mantel siin järelikult puudub. Haistesagarad on suhteliselt väiksemad kui kõhrkaladel, haisteerutused antakse edasi **juttkehha**, mis on seega haistekeskuseks. Otsaju (juttkeha) eemaldamisel kaotavad kalad haistevõime, kuid nende liigutused ja käitumine selle all ei kannata.

Luukalade vaheaju on võrdlemisi hästi arenenud. Vaheaju lagimises osas paistab silma **pineaalelund** ja looteeas on siin ka parapineaalelund olemas. Paljudel on pineaalelund veel valgustundlik ja avaldab mõju kala värvuse muutumisele. Vaheaju alumises osas (hüpotalamuses) leiame **alasagarad, soonkoti, lehtri** ja **hüpofüüsi** (65. joon.). Alasagaratesse tuleb otsajust haisteerutusi, piklikajust maitseerutusi. Nähtavasti on siin tegemist organiga,



65. joon. Luukala peaaju ehitus. A — ülaltvaade, B — altvaade, C — otsaju ristlõige, D — ühe karplase peaaju, 1 — haistesagar, 2 — otsaju poolkerad, 3 — käbikeha, 4 — keskaju (nägemissagarad), 5 — alasagarad, 6 — soonkott, 7 — hüpofüüs, 8 — väikeaju, 9 — piklikaju, 10 — tagaaju kõhtmine osa, 11 — juttkeha, 12 — otsaju lagi, 13 — maitsesagarad.

kus nimetatud erutused omavahel seostatakse. Soonkott näib olevat meeleelundiks, mille kaudu võetakse vastu vee liikumise kiirenemise ärritusi, aga võib-olla ka veesurve ärritusi, sest süvamerekaladel on soonkott eriti hästi arenenud.

Iseloomulikult suur on luukaladel keskaju. Selle selgmine osa — **nägemissagarad** ehk **kaksikkeha** — on siin kõige suurem peaajuosa. Peale nägemiserutuste saabub nägemissagaratesse veel kuulmis- ja tasakaaluerutusi, küljejoone-erutusi ja maitseerutusi. Nägemissagarad on siin seega kujunenud kõrgemaks närviorganiks, mis funktsionaalselt vastab maismaaselgroogsete otsaju koorele. Tõepoolest, kui luukaladel keskaju lagimine osa välja lõigata, siis lakkab neil tingitud reflekside kujunemine peaaegu täielikult. Keskaju kõhtmisest osast algavad motoorsed juhteteed.

Tagaaju selgmine osa, **väikeaju**, on luukaladel tugevasti tahapoole kooldunud ja suhteliselt hästi arenenud. Tagaaju kõhtmises osas on keskused, kuhu saabuvad kuulmis- ja tasakaaluerutused ning peapiirkonna küljejooneelundites tekkinud erutused. Viimased tulevad siia näonärvi kaudu.

Luukalade piklikajus on hästi arenenud nn. **vistseraalsagarad** («maitsesagarad»), mis mõnedel rühmadel (näit. karplastel ja sägalastel) ulatuvad väga suurte «poolkerade» kujul külgedele välja. See asjaolu on seoses luukalade maitseorganite tugeva

arenguga. Piklikajju saabuvad ka kere küljejooneelundites tekkinud erutused.

Et luukalade peaaju üldised mõõtmed on suhteliselt väikesed (haugil 1/1300, lutsul 1/700 osa keha kaalust), siis on ka nende kõrgem närvitalitlus (käitumine) üldiselt veel väga nõrgalt arenenud. Kalad on «nürimeelsed», nende käitumine seisneb põhiliselt mõnedes lihtsates kaasasündinud tingimatutes refleksides (instinktides). Õppimine ja kogemuste omandamine (tingitud reflekside kujunemine) on väga vaevaline ega etenda nende käitumises veel juhtivat osa. Katsed on näidanud, et kalad ei oska veidigi keerukamas labürindis toidu juurde teed leida. Akvaariumis püüab haug hulk aega haarata klaaskupliga eraldatud kala, enne kui jätab oma «saagi» rahule (Trillet' katsed). Tingitud reflekse värvuse, kuju, maitse, lõhnade ja helide suhtes on kaladel võimalik siiski kujundada ja kõik need refleksid, välja arvatud lõhnarefleksid, jäävad püsima ka pärast otsaju eemaldamist (Steiner).

1) Mille poolest erineb luukalade peaaju kõhrkalade omast? 2) Millega seletada, et süvikukalade nägemissagarad on nõrgalt arenenud?

5. **Meeleelundid.** Luukalade **haisteelund** kujutab endast paarilist haistekotikest (ninaõõnt), mille limaskest moodustab rohkesti haistepungakestega varustatud radiaalseid kurde. Kumbki haistekotike avaneb kahe välimise ninaava kaudu välja, kusjuures eesmise ava kaudu läheb vesi (koos lõhnaerutusi tekitavate aineosakestega) haistekotikesse ja väljub sealt tagumise ava kaudu.

Ehkki luukaladel on haisteelund märksa väiksem ja vähem arenenud kui kõhrkaladel, etendab ta nende elus toidu otsimisel põhilist osa (eriti öise eluviisiga kaladel). Pimedaks tehtud luts näiteks leiab mõne minutiga kätte 30 cm kaugusel oleva liimukatüki; kui tal aga ninaavad sulgeda, siis ei leia ta seda isegi 1 cm kauguselt. Haisteelundi abil orienteeruvad kalad oma rännakuil vee «lõhnades». Katsed on näidanud, et kalad ujuvad laiali ja muutuvad rahutuks, niipea kui nende ninna satub sama liigi kala vigastatud nahast erituvaid «alarmeerivaid» aineid.

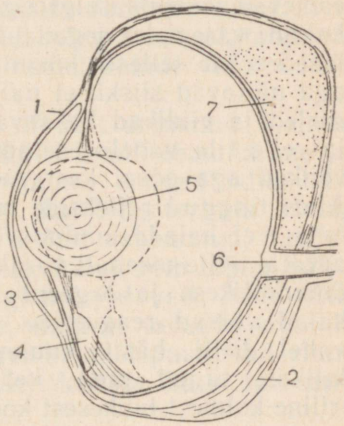
Luukalade **maitsepungad** tekivad kõigepealt suuõõne, neelu ja söögitoru limaskestas. Hiljem siirduvad nad siit nahale: suu ümbrusesse (mokkadele), poisetele ja lõpuks kogu k e h a p i n n a l e. Katsed on näidanud, et kui toidupala asetada kala saba lähedusse, siis pöördub ta ümber ja haarab selle. Kui aga läbi lõigata kala peaajunärvide (IX ja X) harud, mille kaudu sabapiirkonnast maitseerutusi vastu võetakse, siis kaotab ta sellise võime. Ka on katseliselt tõestatud, et kaladel on maitsepungad palju tundlikumad kui näiteks inimesel: magusate ainete suhtes 500 korda, soolase suhtes 200 korda jne. «Kibedatele» ainetele reageerivad kalad siiski nõrgalt.

Toidu leidmisel ja hindamisel etendavad maitsepungad eriti suurt osa neil luukaladel, kes elavad veekogude põhjas või taimede

vahel, kus nägemise abil on raske orienteeruda (karplased, sägalased jt.). Vastavalt sellele on nendel kaladel ka maitseelundid ja maitsekeskused (taga- ja piklikajus) erakordselt hästi arenenud.

Luukalade **silmad** on suhteliselt väga suured. Et neil ka nägemissagarad on «valitsevaks» peaajuosaks, siis tuleb arvata, et meeltest etendab siin nägemine peamist osa. Kuna enamik luukalu on piiratud ulatusega veebiotoopide elanikud ja kuna nende liikumiskiirus ei ole kaugeltki nii suur kui hailistel, siis on nad kohastunud lähedaste asjade nägemiseks. Nad näevad selgesti vaid umbes 1 m kaugusele, pärast silmade akommodeerimist aga kuni 10—12 m kaugusele.

Kalade silmadel on maismaaselgroogsete omadega võrreldes mitmeid ehituslikke iseärasusi. Silmamuna **sarvkest** (kornea) on lame ja lääts kerajas (66. joon.). Viimane asjaolu on kooskõlas vee-eluviisiga: lääts on vaid veidi tihedam kui vesi, milles kala elab, ja alles kerakujulisena omandab ta vajaliku valgusemurdmisvõime. **Kõvakestas** (skleeras) leiame kõhrelisi või luulisi plaadikesi, mis annavad silmamunale tuge. **Vikerkest** (iiris) on peaaegu lihasteta ja seega ei ole ta kuju muutuv: silmatera (pupill) ei saa aheneda ega suureneda. Silmamuna soonkestast ulatub silmamuna õõnde (klaaskehha) eriline kitsas lame jätke — **sirpjätke**, mis lõpeb läätseni ulatuva lihasega — läätsetaanduriga. See lihas on luukaladel silma akommodatsioonivahendiks: tema kokkutõmbumisel tõmmatakse lääts tahapoole ja kala näeb nüüd kaugemale. Soonkesta välimine kiht sisaldab kaladel rohkesti guaniinikristalle, mis annab silmale metalse läike ja kannab seetõttu **hõbekesta** (*argentea*) nimetust. Silmamuna sisekesta tagumises osas ehk **võrkkestas** (retiinas) on päevase eluviisiga luukaladel ülekaalus kolvikesed, öise eluviisiga kaladel aga kepikesed. Haugil näiteks on võrkkesta samal pindalal, kus linaskil on 260



66. joon. Luukala silma vertikaalne läbilõige. 1 — sarvkest, 2 — kõvakest, 3 — iiris, 4 — läätsetaandur, 5 — lääts, 6 — nägemisnärv, 7 — korioidaalnääre.

kepikest, ainult 18 kepikest. Kolvikeste esinemine luukalade silma võrkkestas lubab oletada, et nad aistivad värvusi. Katsed on näidanud, et see on tõepoolest nii, kusjuures on selgunud, et kõige paremini aistivad nad kollast ja rohelist värvust.

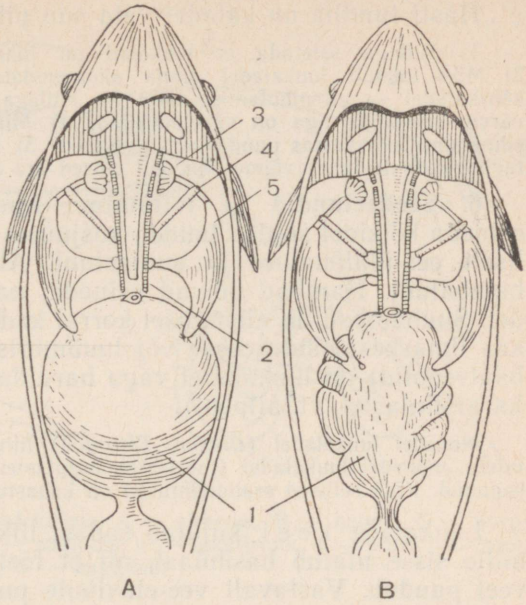
Mõnede luukalade silmad kujutavad endast huvitavaid kohastumusi. Lõuna-Ameerika mageveekogudes elutseval **neliksilmal** (*Anableps tetróphthalmus*) näiteks on kumbki silm jaotatud kaheks, nii et silma ülemine pool on kohastunud nägemiseks õhus, alumine aga vees. See kala ujub veepinnal nii, et ta silmade ülemine pool on veest väljas, alumine aga vees. Paljudel süvikukaladel leiame teleskoopsilmad: nende silmamunad on pikenenud ja püüavad kinni paljude süvikuloomade poolt väljasaadetud nõrka valgust. Mõnedel süvikukaladel, vastuoksa, on silmad väga väikesed või puuduvad hoopis.

Luukalade küljejooneelundid ehk **neuromastid** asetsevad küljejoonekanalites. Et neuromastide kaudu aistivad kalad lainetusel tekkivat vee liikumist ja vee võnkumisi, mis vee tagasipõrkamisel tahketelt kehadelt tekivad, siis orienteeruvad nad nende abil ümbruskonna esemete suhtes ka sogases vees, leiavad saaki ning tajuvad vaenlaste lähenemist. Pime haug näiteks tunneb neuromastide abil saagi liikumist ja haarab selle kinni. Kui aga neuromastid vigastada, siis ei reageeri ta enam saagi liikumisele (Wunder).

Tasakaaluliigutusi põhjustavad signaalid tulevad kaladel sisekõrva lookjuhade ampullide **kuulmeharjadest.**

Katsed on näidanud, et kui kaladel ovaalkotike koos lookjuhadega eemaldada, siis ei suuda nad enam tasakaalu hoida. Peagi aga harjuvad nad silmadest tulevate signaalide põhjal taas tasakaalu säilitama. Kui kaladel ka silmad kinni siduda või välja lõigata, siis ei ole neil tasakaalu hoidmine enam üldse võimalik.

Sisekõrva ümarkotikese vigastamine tasakaaluhäireid ei põhjusta. Et aga ümarkotikeses puuduvad sellised moodustised, mis esinevad maismaaselgroogseil, ja et siin ka keskkõrv puudub, siis kalduti varematel aegadel arvama, et kalad ei kuule. Otsesed vaatlused ei ole sellesse küsimusse kuigi suurt selgust toonud. Katsed aga näitavad siiski, et paljud kalad kuulevad. Nii näiteks ujuvad särjed ja viidikad helisevast elektrikellast eemale; kui aga kella ja selle tila vahele asetada nahk, nii et kell enam ei helise, vee võnked aga edasi kestavad, siis kalad eemale ei uju (Zennek). Alles tingitud reflekside meetodi varal on läinud korda kindlaks teha, et kalade kuulmisvõime on siiski hoopis suurem kui võis arvata. Selle meetodi varal on ka selgunud, et kalade kuulmeks on ümarkotikese ja lageeni **kuulmetähnikesed.** Helispekter, millele kalad võivad reageerida, kõigub ümmarguselt 100 ja 5000 Hz vahel. Eriti hästi kuulevad karpkalalised (karpkala, särjed, latikas, sägad jne.), kel ujupõie ja sisekõrva vahel asetseb eriline kolmest luukesest koosnev Weberi aparaat (67. joon.).



67. joon. Weberi aparaat. 1 — ujupõis (A — õhku täis, B — kokku langenud), 2 — selgroog, 3, 4 ja 5 — luukesed, mis ujupõie võnked ja gaasisurve sisekõrvale edasi annavad.

Helivõnked antakse sisekõrvale edasi nähtavasti kogu keha kaudu, kusjuures ujupõis etendab hääle resonaatori osa. Weberi aparaat on helisignaalide võimendaja ja tõstab seega kuulmise teravust. Ühtlasi talitleb ta veesurve «manomeetrina». Mõned karpkalalised on suutelised isegi $^1/_4$ tooni võrra erinevate helide vahel vahet tegema. Ka on selgunud, et kalad toovad kuuldavale rohkesti mitmesuguseid hääli, mida me tavaliselt ei kuule ja mida on võimalik kinni püüda vaid spetsiaalsete aparaatide (hüdrofoonide) abil. Kalad kuulevad seega hoopis teisiti kui kõrgemad selgroogsed. Mõned uuemad kalapüügimeetodid põhinevad kalade «kõne» imiteerimisel.

Kalade k o m p e m e e l on üldiselt nõrgalt arenenud. Kalade naha tundlikkus on laustundlikkus — üldist laadi, ebamäärane ja madal, midagi niisugust nagu inimene tunneb seedeelundite häirete korral. Kala ei tee järske liigutusi, kui teda torgata. Haug näiteks, kes on õnge otsa hakanud ja sellest vabanenud, haarab uuesti õnge otsa pandud peibutise järele; kalal võib silma välja opereerida ja ta ei reageeri sellele kuigi märgatavalt; haile võib haamriga või terariistaga pähe taguda, ilma et ta seda eriliselt tähele paneks jne. See on ka arusaadav: kaladel puuduvad elundid, millega end vigastuste eest lokaalselt kaitsta, ka ei tule neil seda normaalsetes tingimustes teha.

Hästi tundlik on kaladel vaid suu piirkond (mokad ja poised).

1) Millega seletada, et luukalad on lühi-, kõhrkalad kaugenägelikud? 2) Miks toimub luukaladel silma akommodatsioon läätse tagasitõmbamise, kõhrkaladel — ettenihutamise teel? 3) Millega seletada, et luukalad näevad värve, kõhrkalad aga on värvipimedad? 4) Millega seletada, et süvikukalade silmamuna võrkkestas puuduvad kolvikesed? 5) Millega seletada, et kalad kaotavad toidu leidmise võime, kui neil poised ära lõigata?

6. **Seedeelundid ja toitumine.** Luukaladel võivad **hambad** esineda kõikidel suulae luudel, kusjuures kõige enam on neid tavaliselt ees-ülalõualuul ja suulaeluul. Alalõua hambad asetsevad hambaluul. Hambad võivad esineda, nagu nägime, ka neeluluudel. Suuhambad on niisugusel korral kadunud. Hambad kinnituvad kas limaskesta sidekoesse või luuümbrisele, hambasombud (hambaalveoolid) on luukaladel väga haruldane nähtus (esinevad näit. karatsiinlastel, vt. allpool).

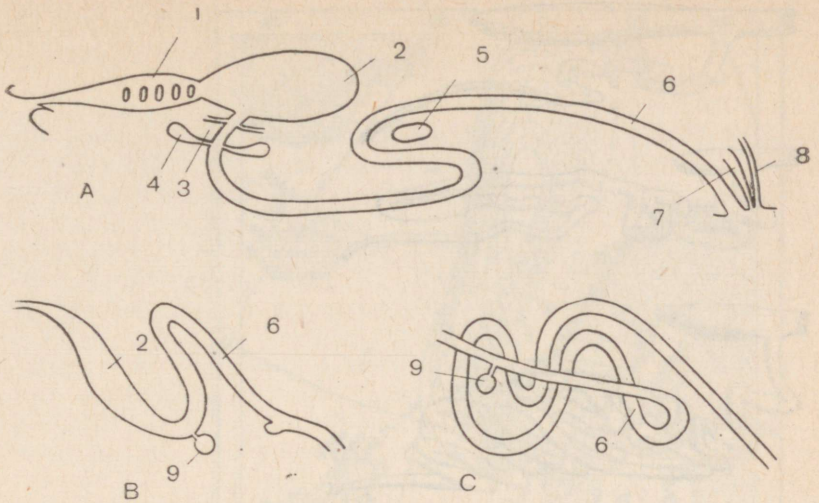
Mõnedel luukaladel (*Diodon, Tétrodon*) liituvad hambad tugevateks plaatideks, mõnedel luukaladel (tuurlastel, karplastel) on suuhambad sekundaarselt kadunud. Kõik sellised erandnähtused on kohastumused erilaadseks toitumiseks.

Luukalade k e e l kujutab endast liikumatut limaskesta kurdu, mille sisse ulatub basihüaal, nii et tõeline (lihaseline) keel siin veel puudub. Vastavalt vee-eluviisile puuduvad kaladel ka süljenäärmed.

Seedekulgla lõpusekaarte piirkond ehk **neel** ja sellele järgnev lühike ning lai, kuid väga venitatav **söögitoru** on tugevate vööt-lihastega.

Lõpusekaarte sisemisel küljel leiame enamikul luukaladel luupulgakestega toestatud jätkeid — **lõpusepiisid.** Tavaliselt ulatuvad ühe lõpusekaare tagumised lõpusepiid tagumise lõpusekaare eesmiste lõpusepiide vahele. Niimoodi moodustavad lõpusepiid nagu sõela, mis kaitseb lõpuseid veega neelust lõpusepiludesse sattuda võivate toiduosakeste eest. Ühtlasi ei lase lõpusepiid toidupaladel (väiksematel loomadel jne.) neelust välja sattuda. Sellele vastavalt on taimetoidulistel ja planktonitoidulistel kaladel lõpusepiisid rohkesti ja need on pikad, röövkalade lõpusepiid on aga väikesed.

Luukalade m a g u on suhteliselt lühike ja mõnedel vormidel (näit. karplastel) alles kujunemata. Sool on vähe liigendunud (68. joon.). Kõhrkalade soolega võrreldes on ta suhteliselt pikk ja moodustab käärusid. K ä s i u i m s e t e, k õ h r l u u s t e j a t ä i s l u u s t e k a l a d e s o o l e s l e i a m e k e e r i t s k u r r u (samuti nagu kõhrkaladel), pärisluustel keeritskurd puudub, selle asemel on siin soole sisepinna suurendamiseks soole algusosas **lukutiripikud** ehk **püloorilised ripikud.** Neid on 2 või 3 kuni 400 (mõnedel lõhilastel). On pärisluuseid kalu, kel lukutiripikud puuduvad (karplased, sägalased, haugid, liitlõpuselised jt.). Soole pikkus oleneb pärisluustel kala suurusest ja tema toidu laadist. Suurtel ja taimetoidulistel kaladel on sool suhteliselt pikem kui väikestel ja loomatoidulistel kaladel (69. joon.). Haugil



68. joon. Pärisluuste kalade seedekulgla. A — ahvenal, B — haugil, C — karplastel. 1 — neel, 2 — magu, 3 — sapijuha, 4 — lukutiripik, 5 — põrn, 6 — sool, 7 — sugujuha, 8 — kusejuha, 9 — sapipõis.

näiteks on sool keha pikkune, taimetoidulisel *Discognathus*'el aga 10 korda pikem kui keha. Seedekulgla lõpeb luukaladel **pärakuga.**

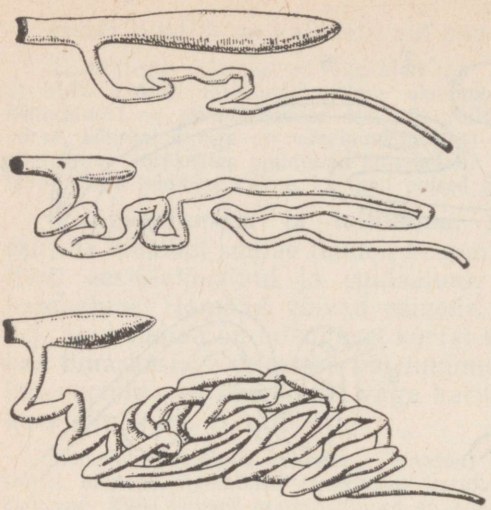
Maks on luukaladel suhteliselt väiksem kui kõhrkaladel. Et maks on kaladel peamiseks rasvade (õlide) mahutiks, siis on ta suhteliselt seda suurem, mida «lahjem» (õlivaesem ehk «kuivem») on kala lihaskude. Maksa suurus oleneb ühtlasi aastaajast ja kala füsioloogilisest seisundist. Jõeforellil näiteks kõigub maksa suhteline kaal aastas 2,5 ja 4,5% vahel.

Kõhunääre (pankreas) ei moodusta veel ühtlikku tervikut.

Seedimise kiirus (ensüümide aktiivsus) oleneb luukaladel suurel määral temperatuurist. Vingerjal näiteks kestab seedimine 20° C juures 11 tundi, 7,5° juures 86 tundi.

Toidu omastamine oleneb kasutatud toidu hulgast. Nii omastab keskmiselt toidetud karpkala 100 g lupiinist 35,2 g valke, rohkesti toitu saanud karpkala aga kõigest 18,9 g (Knaute). Ületoidetud kalad heidavad seega osa toitu poolseeditult välja.

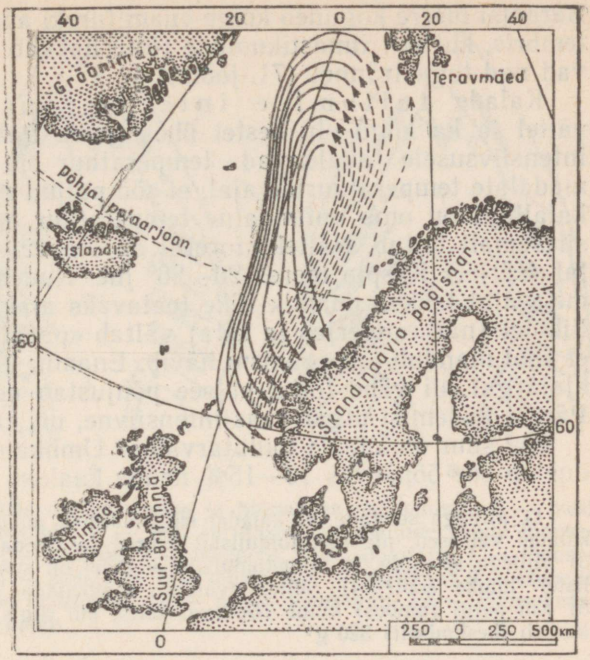
Valdav enamik luukalu on looma- ja segatoidulised. Teistest kaladest toituvaid kalu on hakatud nimetama röövkaladeks. Et iga kalaliik on suurel määral seotud teatava kindla elupaigaga (biotoobiga), siis etendab viimane suurt osa kala toidu laadi kujunemisel. Veekogude põhjapiirkonnas elutsevad kalad toituvad peamiselt putukate vastsetest ja ussidest, pelaagilised vormid — planktonist. Kala toidu laadi kujunemisel on määrava tähtsusega kala anatoomilised ja morfoloogilised ise-



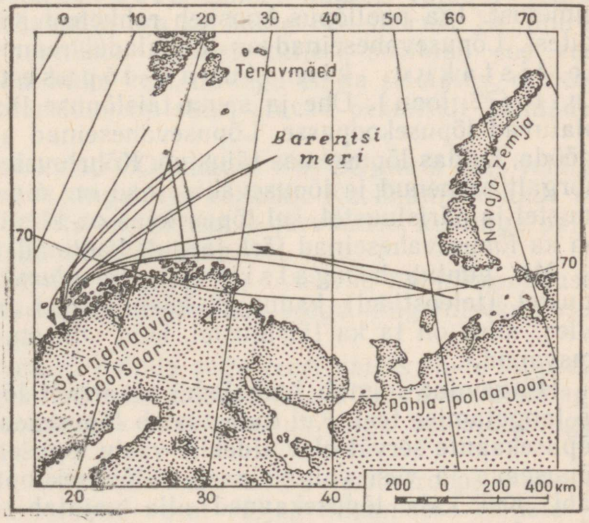
69. joon. Sool mõnedel kirevlaste *(Cichlidae)* sugukonna liikidel. Ülalt alla: *Cichla temensis* — röövkala, *Geophagus brasiliensis* — loomatoiduline, *Tilapia heudeloti* — taimetoiduline.

ärasused, mis pikkade aegade vältel on kohastumustena loodusliku valiku teel tekkinud. Hammaste kuju, suuava suurus ja asend, lõpusepilude arv ja suurus jne. võimaldavad alati saada üldise kujutluse sellest, mida antud kala sööb. Taimetoidulisi kalu leidub põhjapoolkeral peamiselt karpkalaliste sugukonnas (roosärg, kramul jt.). Noores eas on kõik kalad planktonitoidulised. Üleminek rööveluviisile toimub väga mitmesuguses vanuses. Ahven hakkab kalu sööma alles 50—150 mm pikkusena, haug läheb loomsele toidule üle juba 25—33 mm, koha 33—35 mm pikkuselt.

Et kalade toidulaud aastaajast olenevalt muutub, eeskätt kvantitatiivselt, ja et kaladel toidust puudus ei tuleks, siis võtavad paljud kalaliigid parvedena ette kas lühemaid või pikemaid **toitumisrändeid**. Anšoovis näiteks toitub NSV Liidu vetes suviti Aasovi ja Musta mere põhjapoolsetel aladel, talviti, kui siin toit lõppema hakkab, rändab ta lõuna poole, sügavamatesse vetesse. Atlandi heeringas rändab suviti Norra edelarannikult (kus ta koeb) loodesse Fääri saarte ja isegi Gröönimaa lähedusse (70. joon.). Nimetatud piirkondades, kus Golfi hoovus ja arktilise ala külmad veemassid kokku puutuvad, areneb rikkalik plankton ja heeringas leiab siin külluses toitu. Pikki rändeid teeb ka atlandi tursk. Tema rändetee algab Lofootide piirkonnast, kus on üks tema peamisi kudemispaiku. Pärast kudemist, muutunud väga aplaks, liigub ta siit itta ning põhja — Novaja Zemlja, Karusaare ja isegi Teravmägedeni (juhindudes seejuures Nordkapi soojadest hoovustest).



70. joon. Heeringa aastaringne ränne Norra ranniku piirkonnas.



71. joon. Atlandi tursa toitumisrände teed.

Barentsi merre koguneb kõige enam turski augustis, kuid juba septembris, kui toit ilmastikuolude tõttu hakkab siin lõppema, alustavad nad tagasirännet (71. joon.).

Kalade toitumise intensiivsus ei ole kogu aasta vältel ja ka kogu elu kestel ühesugune. Peamist mõju toitumise intensiivsusele avaldavad temperatuur ja kudemine. Talviti, madalate temperatuuride ajal, ei söö paljud meie kalad üldse. Igal kalaliigil on oma optimaalne temperatuur, millal ta kõige intensiivsemalt toitub. Näiteks forellil on see 12—14°, haugil 19°, vobla l (särjel) Kaspia meres 20—26° jne. Kudemisrännetel või kudemise ajal lakkab enamik liike teatavaks ajaks toitumast. Mõnedel liikidel (näit. angerjas ja keta) vältab «paastumine» niivõrd kaua, et sool mandub ja organism hävib. Enamik liike tarvitab kudemisajajärgul nii vähe toitu, et see põhjustab neil tugeva lahjumise. Pärast kudemist algab taas intensiivne, nn. taastav toitumine.

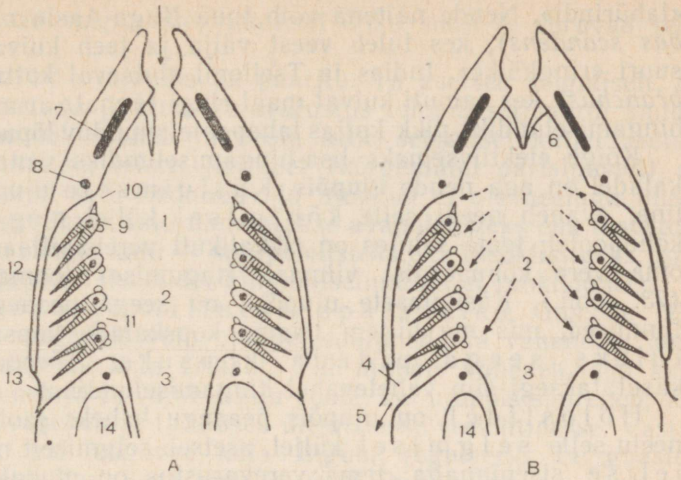
Kui suur on kalade toidutarvidus? Umbkaudsetel andmetel moodustab see ööpäevas 10—15% nende kaalust.

1) Millega seletada, et kaladel süljenäärmed puuduvad? 2) Miks on röövkaladel väikesed, planktonitoidulistel suured ja tihedasti asetsevad lõpusepiid? 3) Millega seletada, et taimetoidulistel kaladel on suhteliselt pikk, loomatoidulistel lühike sool? 4) Milles avaldub röövkalade kahjulikkus, kasulikkus? 5) Kui palju (umbes) kulub ööpäevas toitu, kui tiigis on 2500 forelli ja forell kaalub (keskmiselt) 320 g?

7. **Hingamiselundid. Kopsud ja ujupõis.** Luukalade lõpused asetsevad neljal esimesel lõpusekaarel, nii et lõpuseid on siin kummalgi pool 4; keelekaarel poollõpus puudub. Lõpusekaane sisemisel küljel leiame aga mandunud poollõpuse, mis kannab **ebalõpuse** nimetust. Iga poollõpus koosneb rohketest pikkadest lõpuseliistakutest. Lõpusevaheseinad on luukaladel redutseerunud ja lõpuseliistakud kinnituvad lõpusekaartele vahetult (72. joon.). Ühe ja sama täislõpuse liistakute vabad otsad ulatuvad lõpusekoopasse. Lõpusevaheseinad aga taanduvad sedamööda, kuidas lõpusekaas täiustub. Kõhrluuste lõpusekaas on alles nõrgalt arenenud ja lõpusevaheseinad on siin kaunis suured; täisluustel ja pärisluustel, kel lõpusekaas on täielikult välja arenenud, on ka lõpusevaheseinad järk-järgult kadunud.

Mis puutub hingatsisse (*spiráculum*), siis on see pärisluustel (teleostidel) kadunud, käsiuimsetel ja kõhrluustel on ta alles; alles on ta ka täisluustel, kuid siin on ta väljaspool kokku kasvanud.

Hingamine toimub luukaladel tavaliselt lõpusekaante tõstmise ja langetamise teel. Kui kala tõstab lõpusekaaned üles, siis liibub lõpusekaante serval olev kidekile vastu lõpuseava tagaserva, suleb lõpuseava ja vesi valgub neelust lõpusekoopasse, lõpuste vahelt läbi. Kui kala lõpusekaaned alla vajutab, siis surutakse vesi lõpusekoopast välja (72. joon.). Kiirel ujumisel hoiavad kalad suu lahti ja vesi ise liigub neelu ning sealt lõpusekoopasse.



72. joon. Luukalade lõpuste asetus, ehitus ja hingamise mehhanism. A — vesi tõmmatakse suu- ja neeluõõnde, B — vesi surutakse lõpusepilude kaudu lõpusekoopasse ja sealt välja. 1 — suuõõs, 2 — neeluõõs, 3 — söögitoru, 4 — lõpusekoobas, 5 — lõpuseava, 6 — suuklapp, 7 — lõuakaar, 8 — keelekaar, 9 — esimene lõpusekaar, 10 — esimene lõpusepilu, 11 — neljas lõpusepilu, 12 — lõpusekaas, 13 — kidekile, 14 — kehaõõs.

Kalade hingamise intensiivsus oleneb suurel määral vee temperatuurist: soojas vees on kalade hapnikutarvidus suurem kui külmas vees. Linask näiteks vajab 4° juures ühe tunni jooksul kehakaalu iga kg kohta 12—16 cm^3, 19° juures aga juba 60 cm^3 hapnikku. Teisest küljest sisaldab soe vesi vähem hapnikku kui külm vesi, millega on ka seletatav, et need kalad, kelle hapnikutarvidus on suur, elavad peamiselt külmades veekogudes.

Väga tundlikud on kalad CO_2 suhtes. Kui CO_2 hulk vees veidigi tõuseb, muutub kaladel hingamine raskeks. Ka hapnikurohkus on kaladele kahjulik. Seetõttu on tiikides ja järvikutes, kus liiga palju vetikaid kasvab, kalade elu hädaohus.

Mõned kalad (näit. koger, särg jt.) tõusevad hapnikupuudusel veepinnale ja ahmivad õhku, rikastades seega hingamiseks kasutatavat vett hapnikuga.

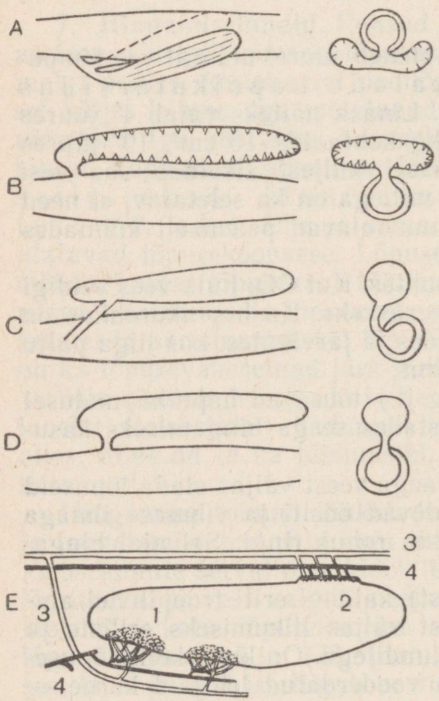
Mõned kalad võivad ka mõnda aega veest väljas elada lõpuseid kasutamata. Angerjad näiteks tulevad öösiti ja vihmase ilmaga veest välja ning «roomavad» niiskes rohus ringi. Sel ajal hingavad nad naha abil.

Väga mitmeid (ja eri rühmadest) kalu — eriti troopilistel aladel — on loodus varustanud veest väljas liikumiseks eriliste ja väga mitmesuguste lisa-hingamiselunditega. On kalu, kelle lõpusekaared moodustavad limaskestaga vooderdatud lehtjaid kurde —

«labürindi». Nende näitena võib tuua Kagu-Aasia **ronikala** (*Anabas scandens*), kes tuleb veest välja ja teeb kuival maal isegi suuri «ringkäike». Indias ja Tseilonil elutseval **kottsägal** (*Saccobranchus*), kes samuti kuival maal ringi rännata armastab, on lisahingamiselundiks pikk kotjas tahapoole suunduv lõpusekoopa jätke.

Kõige efektiivsemaks lisa-hingamiselundiks vanapärastel luukaladel on aga nende **ujupõis**. Käsiuimsete ujupõis on paariline, avaneb neelu selle kõhtmisel küljel ning asetseb kala kõhupoolel; tema seintes on rikkalikult verekapillaare ja ta saab oma vere kõhuaordist viimase (tagumise) toomaarteri kaudu (73. joon.). Käsiuimsete ujupõiel on seega peaaegu kõik need tunnused, mis me hiljem leiame kopskalade kopsudel, ja teda tuleks seega pidada kopsuks. Tõepoolest, ujupõit kasutataksegi siin vahetevahel hingamiselundina.

Holostidel on ujupõis peaaegu kaheks jaotatud, avaneb neelu selle selgmisel küljel, asetseb selgmiselt ning on kärjelise sisepinnaga; tema verevarustus on mudakalal samasugune nagu käsiuimsetel, vaaphaugidel aga toimub see seljaaordi kaudu. Holostide ujupõis on seega ainult osaliselt kopsude sarnane. Vahetevahel funktsioneerib aga ujupõis siingi hingamiselundina:



73. joon. Luukalade ujupõis. A — hulkuim, B — vaaphaug ja mudakala, C — karatsiinlased, D — füsostoomsed pärisluukalad, E — füsoklistse pärisluukala ujupõie verevarustus. 1 — gaasinäärmed (punakehad), 2 — ovaal (gaasi resorbeerimiseks), 3 — arterid, 4 — veenid.

kalad tõusevad veepinnale, ahmivad õhku suhu ja suruvad selle ujupõide.

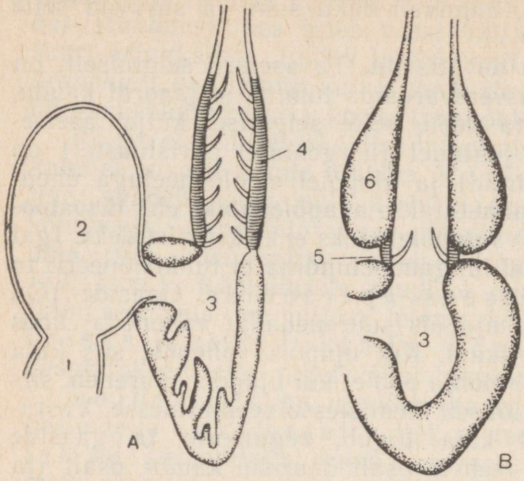
Teleostide ujupõis on paaritu. Ta asetseb selgmiselt, on sileda sisepinnaga ja tema verevarustus toimub seljaaordi kaudu. Ühtedel juhtudel avaneb ta neelu selle selgmisel küljel asetseva õhujuha kaudu, teistel juhtudel (kõrgematel pärisluustel) on **õhujuha** suletud (või kadunud) ja ujupõiel ei ole neeluga ühendust. Esimese rühma kalu nimetatakse **avapõielisteks** ehk **füsostoomideks**, teise rühma kalu — **sulupõielisteks** ehk **füsoklistideks.** Igal juhul aga ujupõis teleostidel hingamiselundina ei funktsioneeri: ta on siin hüdrostaatiliseks aparaadiks. Gaaside (O_2, N_2) hulgale vastavalt võib ujupõis suureneda ja väheneda; koos sellega muutub ka kala erikaal. Kui ujupõis väheneb, siis kala erikaal suureneb ja ta vajub põhja poole; kui ujupõis suureneb, siis kala erikaal väheneb ja ta tõuseb ülemistesse veekihtidesse. Vastavalt sellele, kui sügaval kala liigub, reguleerib ta gaaside hulka oma ujupõies. Seda teeb ta osalt õhujuha kaudu, osalt (ja füsoklistid ei saagi seda teisiti teha) vere kaudu. Ujupõie seinte verekapillaarid moodustavad siin «imevõrgud» ehk **punakehad**. Viimaste kohal on erilised gaasinäärmed, mis eritavad ujupõide hapnikku. Gaaside (O_2) vähenemine toimub samuti ujupõie verekapillaaride kaudu, peamiselt nn. **ovaali** kaudu (ujupõie tagaosas).

Kuidas on ujupõis tekkinud? Kalade lõpused olid esialgu kahtlemata ebatäiuslikud. Seetõttu tekkis kaladel hingamiseks neelu tagaosa paarilise väljasopistise kujul lisaelund, umbes selline nagu käsiuimsete ujupõis. Niisugune lisaelund arenes edasi kahes suunas: neil vormidel, kel lõpused hästi välja arenesid või kes sellist lisa-hingamiselundit kasutada ei saanud (merre siirdunud vormid), on see elund muutunud hüdrostaatiliseks elundiks, neil aga, kel lõpuseaparaat puudulikult arenenuks jäi, sai sellest elundist abi-hingamiselund algeliste kopsude kujul.

1) Miks on talvel järvedel jäässe raiutud aukudest võimalik kalu püüda? 2) Missuguse verega varustatakse käsiuimsete ja mudakala ujupõit? 3) Miks värske kala lõpused on punased? 4) Miks lisa-hingamiselundid on tekkinud just troopiliste alade kaladel?

8. **Ringeelundid ja vereringe.** Käsiuimsetel, kõhrluustel ja vaaphaugidel koosneb süda samadest osadest nagu kõhrkaladel. Mudakala südames on arterioosküuhik lühenenud, pärisluustel aga puudub ta hoopis või on redutseerunud väga lühikeseks üleminekualaks ühe paari klappidega (74. joon.). Arterioosküuhiku asemel leiame pärisluustel (teleostidel) **arterioossibula** (*bulbus arteriosus*). Selles puuduvad klapid, selle seinad on ehitatud silelihasrakkudest ja sidekoe elastsetest kiududest ning seetõttu tuleb teda pidada veresoone (kõhuaordi) osaks.

Arterioossibul (alamatel luukaladel arterioosküuhik) läheb üle **kõhuaordiks**, millest kummalgi pool lõpusekaartesse läheb 4 **tooma-**



74. joon. Alama luukala (käsiuimse) (A) ja pärisluuse kala (B) südame ehitus: 1 — venoosurge, 2 — koda, 3 — vatsake, 4 — arterioooskuhik, 5 — arterioos-kuhiku jäänus, 6 — arterioossibul.

lõpusearterit. Lõpusekaarest (lõpustest) algavad **viima-lõpusearterid** (epibranhiaalarterid) koonduvad kummalgi pool seljaaordi juureks, mis tagapool liitudes annavad seljaaordi.

Luukalade venoosses süsteemis võime täheldada *sümmeetriat kadumist*: parem kaudaalne kardinaalveen on tavaliselt märksa tugevamini arenenud kui vasak. *Küljeveenid puuduvad*. Neerude väratisüsteem püsib. Alumisi kägiveene on üksainus ja see suubub otse venoosurkesse (75. joon.).

Verd on kaladel suhteliselt vähe: karpkalal näiteks 2% kehakaalust, ketal 1,6% jne. (imetajail 6,8%!). Veri on «embrüonaalse» iseloomuga: punased vererakud (erütrotsüüdid) on kaksikkumerad, ovaalse kujuga ja tuumaga. Luukalade erütrotsüüdid on suhteliselt suured, kuid üldiselt siiski märksa väiksemad kui kõhrkaladel ja koaankaladel. Erütrotsüütide arv veres on väike: kogrel näiteks on 1 mm^3-s veres kõigest 0,87 miljonit erütrotsüüti, haugil ja forellil 1,4 miljonit, ogalikul 3,3 miljonit jne. Valgete vererakkude (leukotsüütide) — lümfo- ja granulotsüütide — arv veres seevastu on väga suur: forellil on 1 mm^3-s veres 25 500 leukotsüüti, ahvenal 40 000, kogrel 51 000, angerjal 90 000 jne.

Hemoglobiini *hapnikusiduvus* on eri liikidel (ja rühmadel) erinev. Need kalad, kellel hemoglobiini hapnikusiduvus on suur (näit. angerjas ja karpkala), võivad elada ka niisuguses keskkonnas (vees), kus hapnikusisaldus on väike, hemoglobiini väikese hapnikusiduvusega kalad aga (näit. forell, tursk, luts) vajavad väga hapnikurikast vett. Kõrge temperatuur ja süsihappegaasi

isegi õige nõrk rohkenemine vees vähendab hemoglobiini hapnikusiduvust. Sellepärast soovitatakse veepaakidesse, kus kalu tahetakse kaua elus hoida, lisada veidi soodat.

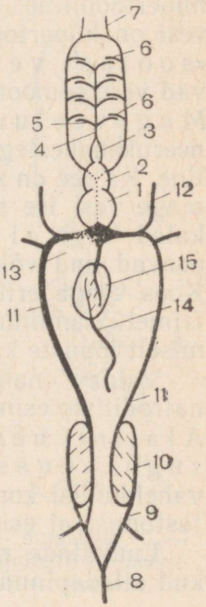
Luukalade vereloomeelunditeks on põrn ja neerude kraniaalne osa (eelneer). Viimases luuakse peamiselt leukotsüüte.

Kalu ja kahepaikseid iseloomustab neerude väratisüsteem. Sauropsiididel hakkab see kaduma ja imetajail puudub hoopis. Millega seda seletada?

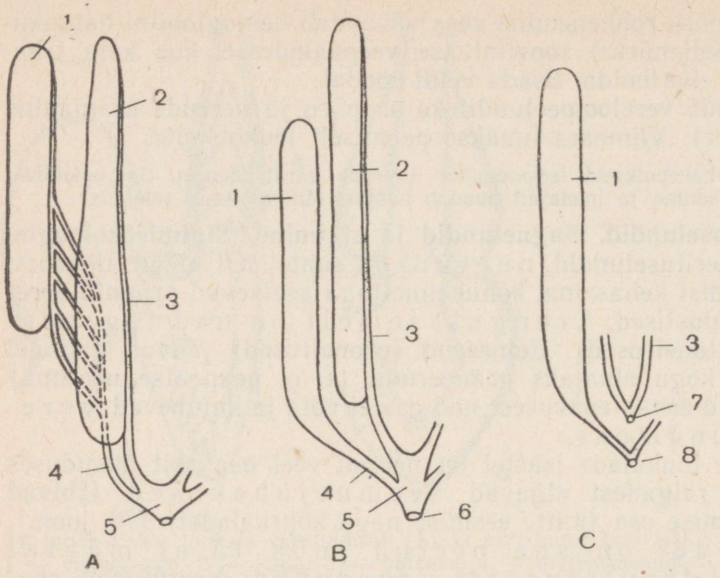
9. **Erituselundid. Suguelundid ja sigimine. Sigimisökoloogia.** Luukalade erituselundid, neerud, on suhteliselt pikad, tihedasti vastu selgmist kehaseina, kõhukelme taga asetsevad pruunid vererikkad moodustised. Arengutasemelt on nad taganeerud (opistonefrosed). Eelneerud (pronefrosed) jäävad paljudel luukaladel kogu eluajaks **peaneeruna** (s. o. peapoolse neeruna) püsima, kuid eritustegevusest nad osa ei võta ja kujunevad vereloomeelunditeks.

Alamate luukalade isastel on neerud veel osaliselt ühenduses raigadega: raigadest algavad seemnejuhakesed läbivad neeru tagumise osa (mitte eesmise nagu kõhrkaladel) (76. joon.). Teleostidel on aga neerud juba täiel määral raigade «teenistusest» vabanenud. Neerujuhad avanevad kas iseseisvalt või koos sugujuhadega tagapool pärakut väliskeskkonda.

Nefronite ehituse ja talitluse alusel jagunevad luukalade neerud kahte tüüpi: mereluukalade ja mageveeluukalade tüüp.



75. joon. Luukala vereringe. 1 — südame koda, 2 — südame vatsake, 3 — arterioossibul, 4 — kõhuaort, 5 — tooma-lõpusearter, 6 — viima-lõpusearter, 7 — unearter, 8 — sabaveen, 9 — neeru väravaveen, 10 — neer, 11 — tagumine kardinaalveen, 12 — eesmine kardinaalveen, 13 — ühine kardinaalveen (Cuvier' juha), 14 — maksa väravaveen, 15 — maks.



76. joon. Isaste luukalade suguelundid ja neerud. A — hulkuimed, B ja C — kõrgemad luukalad. 1 — raig, 2 — neer, 3 — neerujuha, 4 — seemnejuha, 5 — kuse-suguurge, 6 — kuse-suguava, 7 — kuseava, 8 — suguava.

M e r e l u u k a l a d e neerude nefronite neerukehakesed on väiksed või puuduvad hoopis. Nad eritavad vähe uriini ja see on hüpertooniline. Miks see nii on kujunenud? Sellepärast, et merevesi on hüpertoonilisem kui mereluukalade veri: kalad j o o v a d «s o o l a s t v e t t», eritavad liigsed soolad lõpuste kaudu ning peavad vere osmootse rõhu säilitamiseks veega kokkuhoidlikud olema. M a g e v e e l u u k a l a d e neerude nefronid seevastu on suurte neerukehakestega ja eritavad rikkalikult uriini, mis on hüpotooniline. Ka see on mõistetav: kõnesolevad kalad elavad magedas vees, mage vesi ise tungib osmootsel teel ohtralt kalade kehha, nii et kalad isegi e i j o o v e t t, ja vere osmootse rõhu säilitamiseks peavad nad võimalikult rohkesti vett neerude kaudu ära andma. Koos veega eritavad nad neerude kaudu kusihapet, kreatiniini ja trimetüülamiinoksiidi. Valkude laguprodukte eritavad nad peamiselt lõpuste kaudu ammoniaagi kujul.

Valdav enamik luukalu on **lahksugulised** (gonohoristid), hermafroditism esineb tavaliselt anomaaliana (haugidel, turskadel jt.). A l a l i s i h e r m a f r o d i i t e l e i d u b m e r e a h v e n l a s t e s u g u k o n n a s. Niisugusel korral funktsioneerivad gonaadid vaheldumisi kord kui raiad, kord kui munasarjad, mistõttu iseviljastumist ei esine.

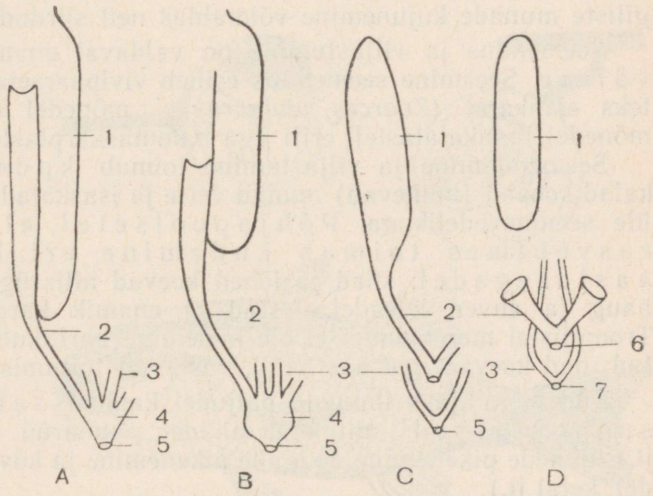
Luukalade **raiad** ehk n i i s a d on enamasti paarilised piklikud siledapinnalised organid. Alamatel luukaladel, nagu nägime,

on raiad ühenduses neerudega. Raigades moodustub siin eri juha — seemnejuha, mis avaneb kuse-suguurkesse (76. joon., A). Teleostidel raiast algavad seemnejuhakesed neeru ei suubu, vaid ühinevad lühikeseks sekundaarseks seemnejuhaks, mis on ühtlasi raia jätkuks ja avaneb kas kuse-suguurkesse või iseseisvalt (76. joon., B ja C). Kõhr- ja luukalade seemnejuha on seega eri päritoluga.

Luukalade **munasarjad** on enamasti samuti paarilised. Alamatel vormidel (käsiuimsetel, kõhrluustel ja mudakalal) liibuvad lühikesed munajuhad vastu munasarja, teleostidel aga on munajuha muutunud munasarja lühikeseks lõpposaks (jätkuks), nii et iseseisvad munajuhad siin puuduvad. Munasarjad (teleostidel) on seest õõnsad ja valminud munarakud langevad sellesse õõnde, kust nad «munajuha» kaudu kas kuse-suguurget mööda või otse väliskeskkonda kanduvad (77. joon.). On ka erandeid: mõnedel lõhilastel (eriti näit. tintidel) on iseseisvad munajuhad säilinud, kuid nad on väga lühikesed.

Luukalad saavad suguküpseks väga mitmesuguses vanuses: gorbuuša 2., vobla 3., lõhi 5., angerjas 6.—9., tuur 12.—13. eluaastal. Rikkalik toit ja vee paras hapnikurežiim kiirendavad suguküpsuse saabumist.

Seemnerakkude (spermatosoidide) arv on kaladel erakordselt suur. Esialgu (niiskades) on seemnerakud anabiootilises olekus ja omandavad liikuvuse alles pärast seda, kui nad on vette sattu-



77. joon. Emaste luukalade suguelundid. A — hulkuimed, B — mudakala, C — kõrgemad luukalad, D — lõhilane. 1 — munasari, 2 — munajuha, 3 — neerujuha, 4 — kuse-suguurge, 5 — kuse-suguava, 6 — suguava, 7 — kuseava.

nud (seemendumisel). Vees hävivad seemnerakud aga võrdlemisi ruttu (tavaliselt mõne minuti pärast).

Samuti on kaladel munarakkude (munade) arv üldiselt väga suur: angerjal ja kohal 300 000—900 000, tursal 3—9 miljonit, kuukalal 300 miljonit jne. Tuleb aga märkida, et munade arv on seoses järglaste ellujäämise tõenäosusega: mida enam koetud munad on ohustatud, seda suurem on nende arv ja vastupidi. Et näiteks ogalikel isane kaitseb mune ja vastseid pesas, koeb emane kõigest 80—100 muna; mereahvenal (vivipaar) on kuni 1000 muna jne.

Luukaladel tehakse vahet pelaagiliste ja demersaalsete munade vahel.

Pelaagilised munad on tavaliselt väikesed, hõljuvad vees vabalt ega kleepu veealuste taimede ning esemete külge. Paljude liikide pelaagilised munad sisaldavad rasvatilku, mis nende erikaalu vähendab, või on niitjate võsunditega, mis nende põhjavajumist takistavad. Pelaagilised munad esinevad peamiselt merekaladel (tursklastel, paljudel heeringlastel, makrelllastel jt.).

Demersaalsed munad on suuremad, suhteliselt rasked, kleepuvad oma kestaga veealustele taimedele ja esemetele või langevad põhja. Demersaalsed munad iseloomustavad peamiselt mageveekalu ja rannaäärseil madalikel elutsevaid merekalu. Et niisugused kalad kuuluvad fülogeneetiliselt vanadesse sugukondadesse, siis tuleb demersaalseid munegi pidada fülogeneetiliselt vanemateks. Siin on meil tegemist nähtusega, mis lubab oletada, et kalad on tekkinud magevees. Pelaagiliste munade kujunemine võimaldas neil siirduda ulgumerre.

Seemendus ja **viljastumine** on valdaval enamikul luukaladel väline. Seesmine seemendus esineb vivipaarsetel vormidel, näiteks emakalal (*Zoarces viviparus*), mõnedel mereahvenlastel, mõnedel limakalalastel, eriti aga hammaskarplastel.

Seemendamine ja viljastumine toimub kudemisel: emaskalad koevad (munevad) munad vette ja isaskalad paiskavad need üle seemnevedelikuga. Põhjapoolsetel aladel ja parasvöötmes toimub kudemine eri liikidel eri aastaaegadel: siiad ja lõhed koevad hilissügisel, luts talvel, haug ja ahven kevadel, lestad ja enamik karplasi suvel jne. Troopilistel merekaladel ei ole kudemine harilikult ajaliselt piiratud; nad koevad igal aastaajal, vastavalt toitumistingimustele.

Kudemise ajaks ilmuvad paljudel kaladel sekundaarsed sugutunnused: mitmetel liikidel pulmarüü (ogalikul, lõhel jt.), uimede pikenemine, lõugade pikenemine ja kõverdumine (lõhedel, ketal jt.).

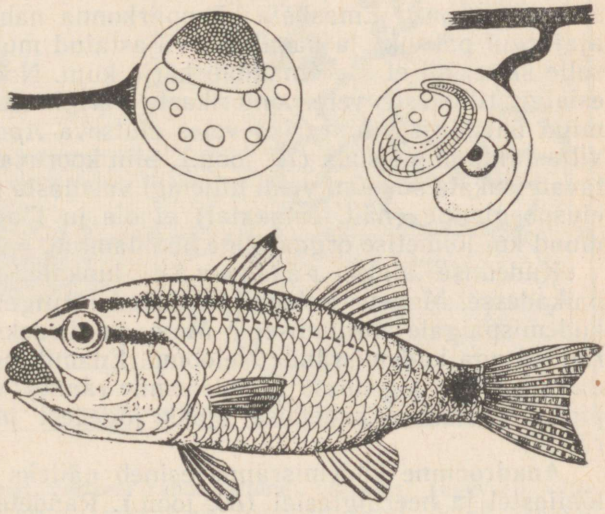
Enamik luukalu jätab munad ja nendest koorunud vastsed saatuse hoolde. Osal kaladel esineb siiski lõimetise hooldamine.



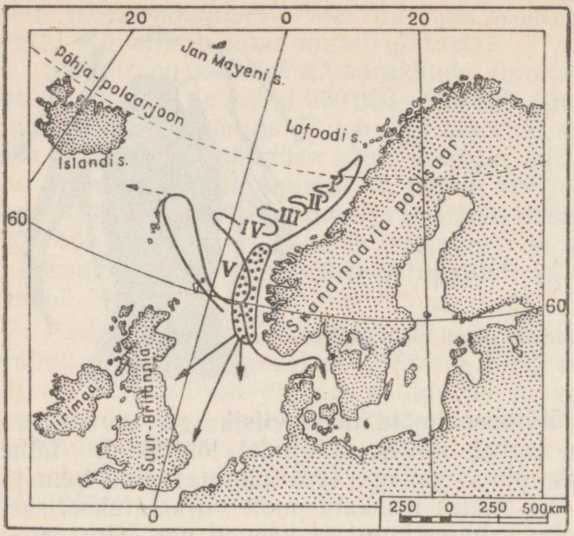
78. joon. Emane *Asperdo laevis*, munarakud kõhul.

Kõige lihtsamaks lõimetise hooldamise viisiks on avaspesade ehitamine. See esineb näiteks paljudel lõhilastel. Lõhe emaskala teeb liivasesse põhja sabaga (või kõhuga) pika lohu ja koeb sellesse munad, mis samas isaskala poolt viljastatakse, seejärel ajab emaskala lohu sabaga kinni ja kaevab uue lohu, kuhu koeb uue portsjoni mune jne.

Keerukama pesa ehitab ogalik. Isaskala valmistab rohust kahe sissekäiguga keraja suluspesa. Taimeosad kleebitakse neerudest ja soolest tuleva lima abil kokku. Niisugusesse pessa ajab isaskala nüüd järgemööda mitmed emaskalad kudema. Pärast munade seemendamist jääb ta paariks nädalaks pesa valvama ja hoiab ning kaitseb seega vastseid.



79. joon. *Apogon semilineatus* (ahvenaliste seltsist), munad suuõõnes. Ülal — munad (looted) eri arenemisastmetel.



80. joon. Heeringa kudemisränne Norra rannikul. Kudemisalalt kanduvad vastsed Nordkapi hoovusega Lofootide piirkonda. Üheaastased (I), kaheaastased (II), kolmeaastased (III) ja nelja-aastased (IV) tulevad kudemispaigale. Täiskasvanud heeringad (V) rändavad pärast kudemist nii põhja kui ka Põhjamerre.

Väga mitmed luukalad kannavad viljastatud mune oma kehal või kehas. Näitena nimetame *Aspredo laevis*'t karpkalaliste seltsist (78. joon.). Emaskala kõhupiirkonna nahk muutub kudemisajajärgul paksuks ja käsnjaks; viljastatud munarakud pressitakse selle sisse, nii et see omandab kärje kuju. Noored vastsed jäävad esialgu tillukeste veresoonterikaste varrekeste varal emaorganismiga ühendusse. Ameerika vetes elutseva *Apogon*'i isane kannab viljastatud mune suus (79. joon.). Siin kooruvad vastsed, kes kasutavad isakala suuõõnt veidi hiljemgi vaenlaste eest peitumiseks. Ka eluspoegimine (näit. emakalal) ei ole ju lõppude lõpuks midagi muud kui lõimetise orgaaniline hooldamine.

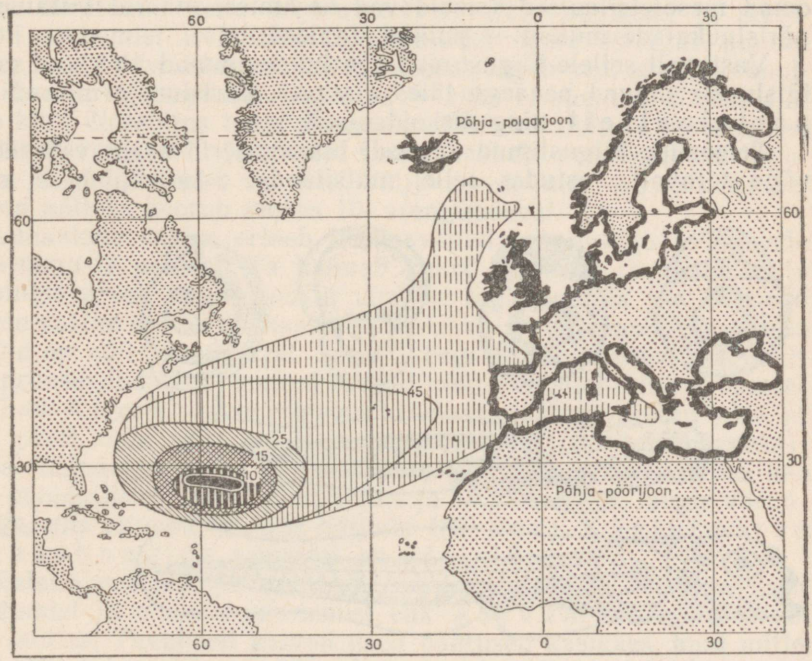
Kudemise ajaks r ä n d a v a d luukalad tavaliselt teistesse paikadesse. Mageveekaladel piirduvad niisugused ränded sobivale kudemispaigale siirdumisega. Mere- ja siirdekaladel võtavad need ränded aga **kudemisrände** iseloomu. Enamik niisuguseid kalu rändab meredest jõgedesse (anadroomne ränne), mõned liigid, vastupidi, rändavad kudemise ajaks jõgedest merre (katadroomne ränne).

Anadroomne kudemisränne esineb näiteks paljudel tuurlastel, lõhilastel ja heeringlastel (80. joon.). Rändetee pikkus on eri liikidel väga erinev. Lõhed siirduvad jõgedesse ainult mõnekümne kilomeetri ulatuses. Teisiti on aga olukord Kaug-Ida k e t a l, kes

rändab Vaiksest ookeanist Amuuri jõkke. Teekonna pikkus on siin üle 3000 km. Liikumine toimub tohutute parvedena, kiirusega kuni 80 km ööpäevas. Teel ületatakse igasuguseid takistusi, kuni jõutakse jõe ülemjooksule ja selle harudesse. Selleks ajaks on kalad oma toiduvarud (jõureservid) ära tarvitanud, kõhnaks muutunud, ei ole suutelised isegi enam toituma ning hukkuvad pärast kudemist.

Katadroomne kudemisränne esineb tüüpilisel kujul euroopa angerjal. Suguküps angerjas rändab Euroopa ja Põhja-Aafrika jõgedest Atlandi ookeani läänepoolsesse ossa, Sargasso merre («kodumaale», umbes 7000—8000 km kaugusele), kus ta koeb sügavates veekihtides. Pärast kudemist angerjad oma endistesse elukohtadesse tagasi ei pöördu. Euroopa angerja vastsed rändavad itta ja jõuavad 3 aasta pärast kohale (81. joon.). Rändamine toimub suurel määral passiivselt — Golfi hoovuse kaasabil.

Viimasel ajal on hakatud euroopa angerja sellises rändes kahtlema. Inglise teadlase Tuckeri arvamuse kohaselt ei saa euroopa



81. joon. Euroopa angerja vastsete ränne Atlandi ookeanis. Tugevasti viirutatud ala — euroopa angerja kudemispaik Sargasso meres. Arvud näitavad vastsete pikkust (kasvu). Tugev joon Euroopa ja Aafrika ranniku kohal osutab jõgedele, kus euroopa angerjas on levinud.

ja ameerika angerjat eri liikideks pidada. Nimelt arvab ta, et Euroopa vetes elavad angerjad pärinevad Põhja-Ameerika magevetest, Sargasso merre kudema siirdunud angerjatest. Tucker oletab, et osa angerjavastseid liigub Antillide hoovuse mõjul läände, nende arenemine on kiire ja neist kujunevad ameerika angerjad; osa vastseid kandub Antillide hoovuse idaosa mõjul itta, nende arenemine on madalama temperatuuri ja zooplanktoni vähesuse tõttu aeglasem, mistõttu Euroopa ranniku vetesse kanduvad nad alles kolmandal suvel.

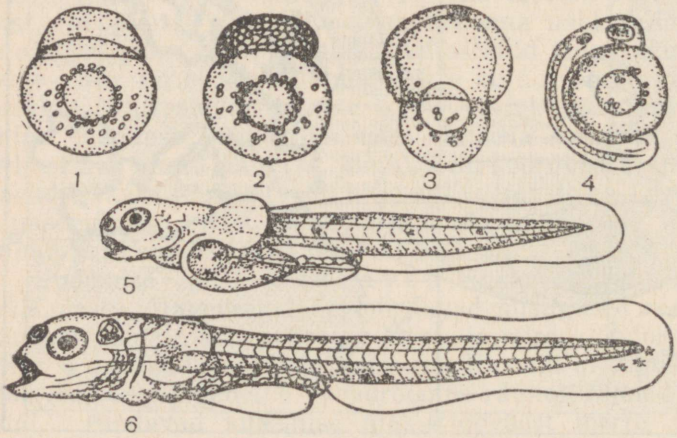
Osa merekalu rändab kudemise ajaks avamerest rannapiirkondadesse ja vastupidi. Niisugusteks kaladeks on näiteks heeringad, tursad, kilttursk jt.

1) Mis on kalade neerude põhiliseks ülesandeks? 2) Millises järjestuses asetsevad päraku-, kuse- ja suguava luukalade kõhul? 3) Mida tuleb mõista kunstliku seemendamise all kaladel? Kuidas seda teostatakse? Milleks seda teostatakse? 4) Milles seisnevad põhilised erinevused kõhr- ja luukalade sugurakkude vahel?

10. **Luukalade ontogeneetiline arenemine. Kasvamine.** Kõhrluuste kalade munarakud (munad) on oligoletsitaalsed, täisluuste omad mesoletsitaalsed (sisaldavad keskmisel määral toitaineid), pärisluukalade munad — polületsitaalsed.

Vastavalt sellele lõigustuvad kõhrluuste munad t o t a a l s e l t, täisluuste munad peaaegu täies ulatuses, pärisluuste munad aga p a r t s i a a l s e l t ning diskoidaalselt.

Teleostide lõigustunud sügoodi blastomeerid eralduvad rebust väga teravalt, istudes sellel mütsilaadse lootekilbikese kujul



82. joon. Pärisluuse kala (ahvena) arenemine. 1 — valminud lõigustamata muna (tsütoplasmaatilise kettaga), 2 — 64 blastomeeri staadium, 3 — gastrulastaadium, 4 — vastne silmapõiekesega, kuulmekihnuga ja kere segmentidega, 5 — koorunud vastne rebukotiga, 6 — vastne hilisemal arenguastmel, rebukott on imendunud.



83. joon. Küttkala vastne.

(82. joon.). Gastrulatsioon toimub epiboolia teel: lootekilbikese rakud hakkavad rebu peale (ümber) kasvama. Lootekilbikese ühes otsas tekib paksumus: blastodiski (lootekilbikese) paksenenud serv pöördub sisse (invaginatsioon), kuid esmast sooltoru (gastrotsööli) seejuures ei teki. Selles piirkonnas hakkab kujunema loode paksenenud ja segmenteerunud väädi kujul. Vahepeal on lootekilbikese rakud ümber rebu kasvanud ja rebu on seega muutunud loote rebukotiks. Närvisüsteemi ja mesodermi arenemist iseloomustab teleostidel õõnte esialgne puudumine; need tekivad hiljem. Loote eesosas algab pea, silmade, kuulmekihnu ja lõpusepilude, tagaosas — saba eristumine. Samal ajal käib kiire ülesehitus loote sisemuses. Tekivad süda ja veresoonestik, lihaste sugemed ja uimed. Loode hakkab munakestades liigutama ja peagi «tuleb ta neist välja» — toimub koorumine. Ahven näiteks koorub umbes 10. arengupäeval.

Luukalade vastne erineb täiskasvanud kalast kuju ja mõnede välistunnuste poolest. Ta kannab suurt rebukotti ja toitub selle toitainete arvel, tema paaritu uim on liigendumata jne. Mõnede kalade vastne erineb täiskasvanud kalast õige tugevasti. Niisugune vastne on näiteks angerjal: sel on kõrge ja läbipaistev, külgedelt komprimeeritud keha, suured silmad ning lõugadel erilised vastsehambad. Angerja vastse erinevus täiskasvanust on niivõrd suur, et teda peeti kaua aega eri loomaperekonnaks (*Leptocéphalus*'eks). Väga omapärane on ka **küttkala** (*Lophius piscatórius*) vastne, kes elab pelaagiliselt, toitub planktonist ja on varustatud laiade võsunditega, mis aitavad tal vees hõljuda (83. joon.). Käsiuimsete ja vaaphaugide vastsetel on välislõpused.

Kalade vastsete ja maimude arenemisel tuleb eristada kuju muutumist ja massi suurenemist ehk kasvamist sõna kitsamas mõttes. Tavaliselt käivad need nähtused käsikäes, kuid mitte alati. Nii toimuvad angerja vastsete moondumisel küll suured muutused keha kujus, kuid keha mass väheneb.

Kalad kasvavad esialgu (esimestel eluaastatel) võrdlemisi kiiresti, hiljem hakkab kasvamise tempo langema, kulgedes seega paraboolse kõvera kujul. Kasvamises võib eristada 2 või 3 aja-

järku. Esimese ja teise ajajärgu piiriks on suguküpsuse saabumine; siitpeale aeglustub kasvamise kiirus tugevasti. Kolmas kasvamisjärk (kui see esineb) iseloomustab vanaduse tulekut ja sugulise talitluse soikumist.

Kalade postembrüonaalne arenemine, eeskätt kasvamine, oleneb suurel määral toitumistingimustest ning hapniku- ja temperatuurirežiimist ega ole seega ühtlane. Talvel kasvavad kalad aeglaselt, suvel kiiresti. Millised tingimused eri aastatel on olnud, seda on võimalik kala soomuste aastaringide kaudu välja lugeda, ja et massi juurdekasv on võrdeline aastaringi laiusega, siis võib selle kaudu välja arvutada kala mõõtmed eelmistel aastatel.

Kalad elavad üldiselt kaunis vanaks. Beluuga elab umbes 120 aastat, ahven 28 aastat (Rootsis), tursk ja latikas üle 20 aasta jne.

1) Millal (millisel vanusejärgul) on kõige sobivam kalu püüda? 2) Kuidas mõjub toidukonkurents kalade kasvamisele?

11. **Kalade ökoloogia.** Väliskeskkonna põhilised füüsikalis-keemilised tegurid, mis avaldavad suurt mõju kalade elule, on vee liikuvus, rõhk, hapnikusisaldus, soolsus ja temperatuur.

Vee liikuvus mõjutab kõigepealt teiste füüsikalis-keemiliste tegurite iseloomu. Liikuvas vees on rohkem hapnikku kui seisvas vees, temperatuuride erinevused on väiksemad, soolsus ühtlasem. Et erisuguse liikuvusega veekogudes elavad erisuguse kehakujuga kalad, on seega mõistetav. Ei saa näiteks kujutleda, et lest suudaks elada kiiresti voolavais jõgedes ja lõhi tunneks end kodus olevat vaikse veekogu põhjas.

Vee liikuvus etendab suurt osa ka kalade passiivsel liikumisel. Nii kannab Golfi hoovus heeringavastsed Skandinaavia lääneranniku kirdesse kuni 1000 km kaugusele. Paljude lõhilaste vastsed kooruvad suurte jõgede ülemjooksul ja kanduvad sealt passiivselt merre.

Merehoovused viivad kaasa rohkesti planktonit ja see omakorda mõjutab kalade toitumisrännet. Eriti rohkesti toitu (loomi) on külmade ja soojade veemasside kohtumispaikades, mistõttu need kohad meelitavad ligi suuri kalaparvi.

Magevee **soolsus** on suhteliselt väike ja niisugune vesi on enamvähem pehme. Kõige vähem soolasid on turbasoode vetes. Ookeanide ja suurte merede vees on lahustunud aga suhteliselt rohkesti soolasid (ümmarguselt 35‰) ja niisugused veed on karedad. Väiksemates meredes on vesi magedam; tugevasti auravates meredes on vesi soolasem. Nii on Balti mere vees umbes 7‰ sooli, Punases meres aga kuni 45‰.

Et iga kalaliik või kalarühm on oma ajaloolises minevikus kohastunud vee teatava soolsuse määraga, tehakse vahet mere- ja mageveekalade vahel. Osa kalu rändab kudemise ajaks meredest jõgedesse ja vastupidi. Niisugused siirdekalad või-

vad teatavatel elujärkudel kergesti kohaneda vee erineva soolsusega. Seejuures jäävad nad mõneks ajaks jõesuudmesse (riimvette), et uue väliskeskkonnaga harjuda.

Ühed kalad taluvad kergesti suuremaid erinevusi vee soolsuses (eurühaliinsed kalad), teised on soolsuse ja selle muutumise suhtes väga tundlikud (stenohaliinsed kalad). Esimeste hulka kuuluvad näiteks ogalik ja mõned mudilaseliigid, teiste hulka mõned heeringlased. Heeringasaak Rootsi edelarannikul oleneb suurel määral hüdroloogilisest režiimist: saak on seni hea, kuni vee soolsus püsib 32—35‰ piirides, ja lõpeb niipea, kui tuuled ajavad siia Atlandi ookeani soolasemat (35—45‰) vett.

Vee temperatuur avaldab kalade elutegevusele, nagu seda varemgi rõhutatud, väga suurt mõju. Kõrgema temperatuuri juures vajab kala rohkem toitu ja rohkem hapnikku; selle tõttu muutub ta vilkamaks ning kasvab ja areneb kiiremini.

Iga kalaliik on kohastunud siiski teatavates kindlates temperatuuripiirides elama, samuti on igal kalaliigil elutegevus kõige intensiivsem teataval optimaalsel temperatuuril. Forell näiteks lakkab toitumast 18° juures ega talu temperatuuri üle 20—30°. Karpkala toitub 8—30° juures; ta ei sigi, kui vee temperatuur on alla 18°. Paljud troopiliste alade kalad taluvad vabalt vee soojenemist kuni 31°-ni, mõned kalad elavad soojaveeallikates temperatuuril kuni 45° või isegi veel soojemates vetes. Põhjapoolsete alade kalad aga võivad välja kannatada väga madalat temperatuuri.

Ühed kalad võivad taluda vee temperatuuri väga suuri kõikumisi (eurütermsed kalad), teised aga on temperatuuri muutuste suhtes väga tundlikud (stenotermsed kalad). Eurütermsete esindajad on paljud parasvöötme mageveekalad, nagu ahven, kiisk, haug, luts jt., samuti ka enamik rannavööndi kalu. Stenotermsete kalade hulka kuuluvad kõik polaarsed ja paljud troopilised vormid ning kõik süvikukalad.

Soojades veekogudes elamiseks kohastunud kalu (sägalasi, enamikku karplasi jt.) nimetatakse soojalembesteks, külma temperatuuriga kohastunud kalu (lõhilasi, tursklasi jt.) — külmalembesteks kaladeks.

Kalade võime eristada väga väikesi muutusi vee temperatuuris etendab suurt osa kalade orienteerumisel rännetel.

Mõned kalad langevad tugeva külma käes anabiootilisse olekusse: nende elutegevus lakkab, nad muutuvad surnutaolisteks. Eriti tuntud ses suhtes on **dallia** (*Dallia pectoralis*) haugiliste seltsist. See Tšukotka poolsaare ja Alaska soiste veekogude kala külmub talvel koos veega, jäädes anabiootilisse olekusse kogu pikaks polaartalveks; ta elustub alles suve tulekul, kui jää sulab. Kogred, ahvenad ja vingerjad võivad lume sees ära külmuda ja kui see ei kesta üle tunni ning nende kehatemperatuur ei lange alla —0,8 kuni —2°, siis ärkavad nad aeglasel sulamisel uuesti ellu.

Mõned mageveekalad (nurg, latikas, koha, säga, vobla jt.) jäävad madala temperatuuri juures (4—6°) t a l i u n n e. Nende elutegevus vaibub: hingamine aeglustub 3—4 korda, südamelöökide arv minutis langeb 30-lt 2-le jne. Niisugused kalad kogunevad sügiseti sügavatesse paikadesse ja veedavad seal talve.

Mõnedel troopilistel kaladel (näit. hulkuimel) vastab taliunele s u v e k a n g e s t u s ehk s u v e u n i. Niisugune nähtus esineb siis, kui veekogud ära kuivavad: kala poeb mutta, ehitab enda ümber limast ja mudast voodri ning veedab selles ebasoodsa aastaaja. Suveuni võib esineda ka vingerjal.

Vee h a p n i k u s i s a l d u s ei ole konstantne. Magevees on rohkem hapnikku kui merevees, külmas vees rohkem kui soojas. Talviti, kui vesi kattub jääga ja roheliste taimede elutegevus vaibub, võib kaladel hapnikust puudus tulla ja nad võivad lämbuda. Hapnikupuuduse korral tulevad nad hingama jäässe raiutud aukude juurde. Mudastes veekogudes on samuti vähe hapnikku, sest kõdunemisel kulub seda rohkesti. Niisugused veekogud on kaladele ebasoodsad.

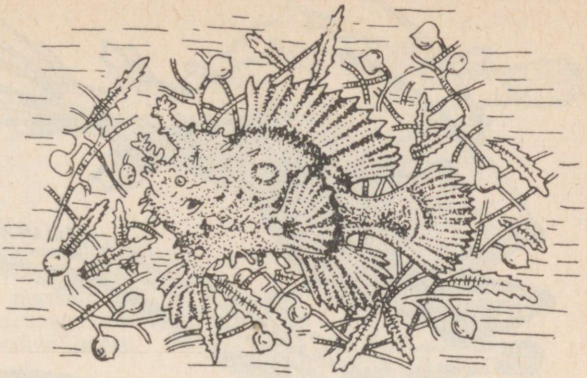
Ühed kalad on kohastunud vähese hapnikuhulgaga, teised vajavad rohkesti hapnikku. Esimeste hulka kuuluvad näiteks koger, linask, särg, ahven ja kiisk; teistest võib nimetada iherust, lepamaimu, trullingut, turba, rünti, ärni jt.

Vee rõhk suureneb sügavusega 1 atm võrra iga 10 m kohta. Suurtes sügavustes elutsevad kalad peavad seega taluma vee väga kõrget rõhku. Kuidas nad seda suudavad? Süvikukalade keha on sisemuses käsnja struktuuriga ja sisaldab rohkesti vett, mis on samasuguse rõhu all nagu vesi väljaspool keha. Kui sellised kalad aga veepinnale tõsta, siis ei jõua nende siserõhk nii kiiresti järele anda ja nad hukkuvad, kusjuures sisikonnad ja silmad välja pöörduvad. Sellest on ka ilmne, et kalad on kohastunud ainult rõhu teatava amplituudiga ja väljaspool seda nad elada ei saa.

Biootilisteks teguriteks, mis kalade elus määravat osa etendavad, on teised loomad ja taimed.

Teised **loomad** on kaladele toiduks, toidukonkurentideks või vaenlasteks. Et valdav enamik kalu on loomatoidulised, siis etendavad teised loomad kalade elus toiduna määravat osa. Röövkalad toituvad seejuures teistest kaladest, lepiskalad — selgrootutest loomadest. Viimastest on kalade toiduks suurel määral ainuraksed, väikesed vähid ja teised väikesed organismid, mis koos moodustavad **planktoni.** Seega on kalade olenevus planktonist (zooplanktonist) väga suur. P l a n k t o n i s t t o i t u v a d k õ i k m a i m u d j a n o o r k a l a d, paljud siiad, viidikad, heeringlased, sardiinid, kilu, hamsa jt. Söödud planktoni hulk on mõnikord väga suur: ühe siialiigi (*Coregónus oxyrhynchus*) maost on leitud ligi 50 000 *Bosmina* (ühe vähiperekonna) isendit.

Kalade **vaenlasteks** on peamiselt teised kalad (röövkalad).



84. joon. Marmor-antennaar (*Pterophryne túmida*) sargasso-vetikate keskel.

Kaladele peavad jahti ka mõned linnud (kajakad, kalakurg, kalakotkas jne.) ning mitmed imetajad (vaalad, saarmad, hülged jne.).

Toidukonkurentideks kaladele on need loomad (eeskätt kalad), kes toituvad samast toidust mis antud kalad. Seda tuleb eriti arvestada kalade ümberasustamisel.

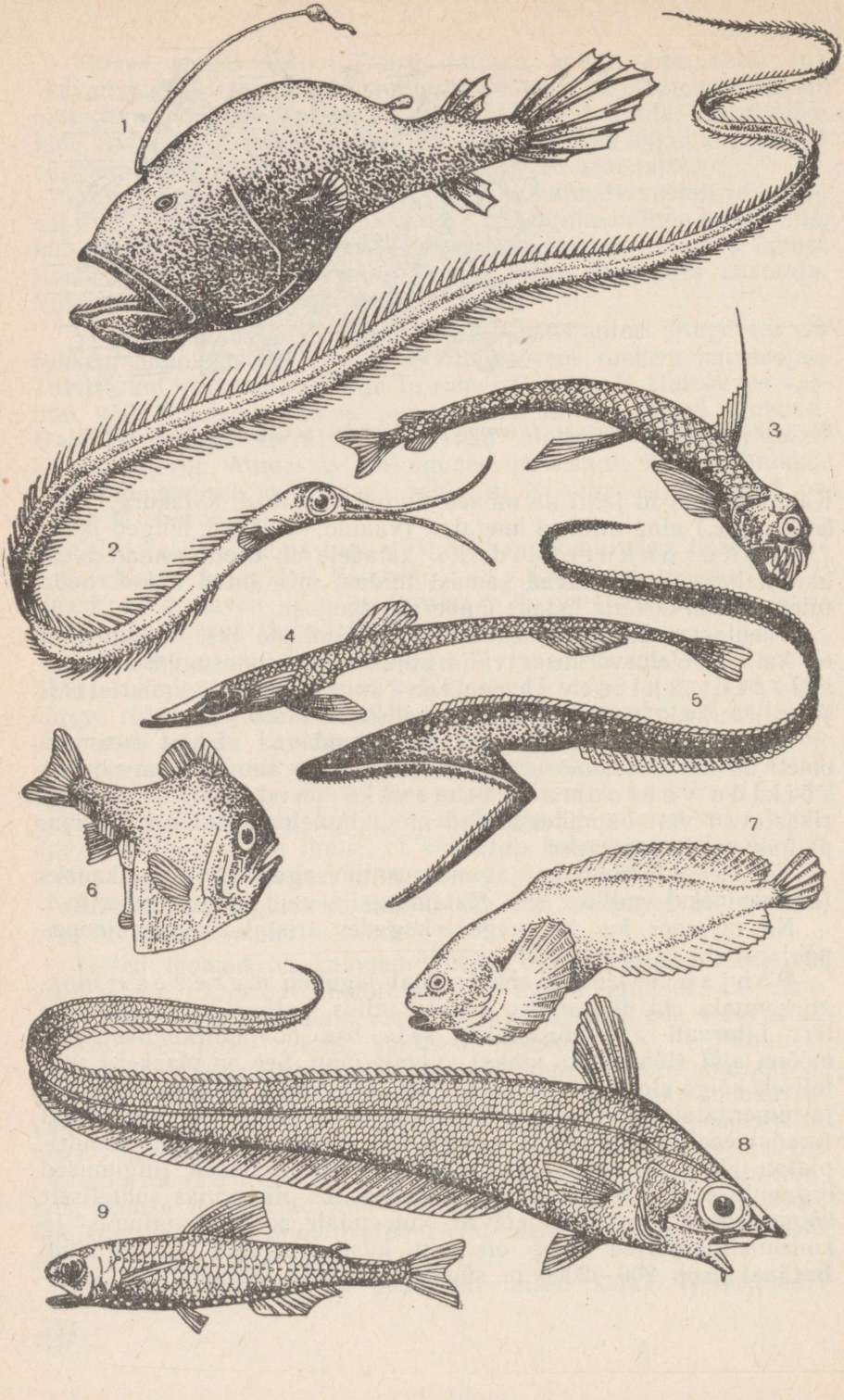
Vaenlaste vastu «võitlemiseks» ja vaenlaste eest hoidumiseks on kaladel olelusvõitluses välja kujunenud mitmesugused passiivsed kaitsevahendid: kaitsevärvus, mimikri (84. joon.), torkeogad, mürginäärmed, elekterelundid jne.

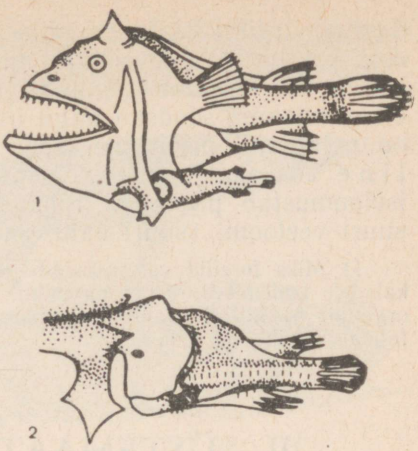
Kui **taimed** toiduna kalade elus etendavad väikest osa, siis ometi on kalade olenevus veetaimedest väga suur: taimed on kõikide veeloomade esmaseks toidubaasiks, nad rikastavad vett hapnikuga, nad on paljudele kaladele ka varjupaigaks (eriti kudemise ajal).

Veeline eluruum jaguneb mitmesugusteks elupaikadeks (biotoopideks), millest siin tõstame esile vaid kõige olulisemad.

Nii meredes kui ka mageveekogudes eristatakse esmajoones põhjapiirkonda ja avaveepiirkonda.

Põhjapiirkond ehk **bentaal** jaguneb meredes rannapiirkonnaks ehk litoraaliks, sublitoraaliks, batüaaliks ja abüssaaliks. **Litoraali** all mõistetakse seda osa põhjapiirkonnast, mis mõõna ajal (lühikeseks ajaks) kuivale jääb. See on maakera suhteliselt kõige elurikkam biotoop: siin on rohkesti valgust, hapnikku ja mineraalaineid — orgaanilise elu põhilisi tegureid. **Sublitoraal** (madalveepiirkond) ulatub kuni 200 m sügavuseni ja on mandriplatoo jätk. Ka selles piirkonnas on kõik soodsad tingimused orgaanilise elu arenemiseks. Kalu on selles piirkonnas suhteliselt kõige rohkem, sest nad leiavad siin endale soodsad toitumis- ja kudemistingimused ning on siin hästi varjatud ja kaitstud. **Batüaal** asub 200—2000 m sügavuses. Teda iseloomustab mere-


1
2
3
4
5
6
7
8
9



86. joon. Suguparasitism abüsaalikalal *Edriolychnus schmidti*. 1 — emane, 2 — isane (suurendatult). Isaskala on kinnitunud emaskala lõpusekaane jätkele ja toitub oma «peremehe» verest.

põhja järsk langus, rahutu reljeef ja valguse nappus. Et suuremad veetaimed siin puuduvad, siis puuduvad ka peidupaigad kaladele. Planktonit on siiski suhteliselt rohkesti. Ülemistes veekihtides on ka «allasadavat» faunat. **Abüssaal** hõlmab merede ja ookeanide kõige sügavamaid paiku, merede ja ookeanide põhja sõna otseses mõttes. Võimsad «mäeahelad» vahelduvad siin samasuguste suurte «orgudega». Siin valitseb pilkane pimedus, vesi on ühtlase temperatuuriga ja külm (2—4°). Enamik abüssaalikalu on väikesed ja paljud neist on erilaadse peletisliku välimusega (85. joon.). Rohkesti vorme on helendusorganitega. Et iga liigi isendite arv on siin väike, siis on mitmetel liikidel välja kujunenud väga omapärane kohastumus sigimise kindlustamiseks: isaskala kinnitub juba varakult emaskala kehale, kuhu ta jääb väikese parasiidina kogu eluks (86. joon.).

M a g e v e t e s (järvedes) on litoraaliks see ala, mis ulatub kaldast kuni suurvetikate piirini. Sublitoraali iseloomustab põhja järsk langus. Kõige sügavam ala järvedes — järve põhjapiirkond — kannab **profundaali** nimetust. Selle põhi on tavaliselt kaetud mudaga, kõrgemad taimed puuduvad. Temperatuur on võrdlemisi madal, hapnikku on vähe. Detriidi mineraliseerumine toimub siin intensiivsemalt kui mujal.

A v a v e e p i i r k o n d ehk **pelagiaal** — hõljuvate ja ujuvate pisiorganismide (planktoni ja nektoni) eluruum — jaguneb m e r e -

85. joon. Süvikukalu: 1 — *Cryptopsarus couesii* (õngitsejaliste seltsist), 2 — *Nemichthys avocetta* (angerjaliste s.), 3 — *Chauliodus sloanei* (heeringaliste s.), 4 — *Ipnops murrayi* (helendsardelliliste s.), 5 — *Gastrostomus bairdi* (angerjaliste s.), 6 — *Argyropélecus olfersi* (helendsardelliliste s.), 7 — *Neoliparis mucosus* (ahvenaliste s.), 8 — *Coelorhynchus carminatus* (pikasabaliste s.), 9 — *Ceratoscopelus maderensis* (helendsardelliliste s.).

des neriitiliseks ja okeaaniliseks tsooniks. Neriitiline tsoon ehk padumere avaveepiirkond asetseb litoraali ja sublitoraali kohal. Siin on elutingimused taimede assimilatsiooniks ja kalade eluks niisama soodsad nagu litoraalis ja sublitoraalis. Selle tõttu on pelagiaali neriitiline tsoon võrdemisi kalarikas. Okeaaniline tsoon jaguneb rõhtsateks allosadeks. Tema ülemisi kihte iseloomustab planktoni rohkus. Samuti on siin küllalt rohkesti suuri veeloomi (suuri kalu, vaalasid, kalmaare jne.).

1) Miks forellid «armastavad» allikavett? 2) Millised piirkonnad sobivad kaladele kudemiseks kõige paremini? 3) Milleks on abüssaalikaladel helendusorganid? 4) Milles avaldub suguparasitism kui kohastumus? 5) Miks on profundaalis vähe hapnikku?

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

1. KÄSIUIMSETE EHK HULKUIMSETE ALAMKLASS (*BRACHIOPTERYGII s. POLYPTERI*)

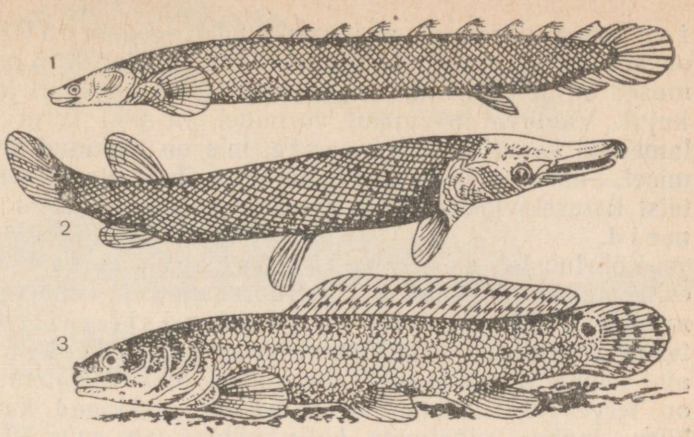
Käsiuimsed ehk brahhiopterüügid on oma nime saanud sellest, et nende rinnauimed on alumikul kitsamad kui distaalosas ja on varustatud lihastega, meenutades seega kätt. Hulkuimseteks ehk polüpteriteks nimetatakse seda rühma seetõttu, et neil on rohkesti seljauimi, kusjuures igaühe eesosas on ogajas uimekiir.

Käsiuimsete keha on kaetud paleoniskoidtüüpi ganoidsoomustega. Sabauim on difütserkne. Hingats on säilinud.

Toes on võrdlemisi tugevasti luustunud, seljakeelik redutseerunud. Sekundaarses õlavöötmes leiame peale sõlgluu ka rangluu. Kurgupiirkonnas on luulised gulaarplaadid.

Ujupõis meenutab kopskalade kopse. Sooles leiame keeritskurru. Südamel esineb arterioooskuhik, kere tagaosas tekib tagumine õõnesveen (samuti nagu kopskaladel). Munajuhad on lühikesed ja liibuvad vastu munasarja. Arenemine toimub moonde teel.

Käsiuimsete asukoht süsteemis, s. o. nende geneetiline vahekord teiste alamate luukaladega, on olnud kaua aega vaieldav ja lõplikult kindlaks ei saa seda praegugi pidada. See on tingitud paleontoloogiliste andmete puudumisest. Et käsiuimsete rinnauim meenutab väliselt vihtuimsete rinnauime, siis arvati nad kaua aega vihtuimsete hulka. Selle vaate kasuks kõneleb ka asjaolu, et käsiuimsete ujupõie ehitus, sabauime difütserksus, tagumise õõnesveeni sugenemine ja välislõpused vastseil on tunnused, mis lähendavad neid kopskaladele, kes omakorda on väga lähedased vihtuimsetele. Et aga vihtuimsete rinnauime toes on käsiuimsete rinnauime toesest küllaltki erinev, siis on jõutud otsusele, et vii-



87. joon. Alamaid luukalu. 1 — hulkuim, 2 — vaaphaug, 3 — mudakala.

maseid esimestega süstemaatilises mõttes ühtekuuluvaks pidada ei saa.

Anatoomiliste tunnuste alusel võib väita, et käsiuimsed on tekkinud väga ammu. Ent kumb alamklass on primitiivsem, kas käsiuimsed või kõhrluused? Kuigi toese tugev luustumine, ganoidsoomused ja gulaarplaadid lubaksid käsiuimseid asetada kõrgemale kui kõhrluuseid, tuleks nad teiste vanapäraste tunnuste ja sarnasuse tõttu paleoniskoididega (ja isegi kopskaladega) siiski luukalade klassi e t t e o t s a asetada. Võimalik, et neid tuleks käsitleda hoopis eri klassina, nagu seda mõned teadlased teevadki.

Väärib tähelepanu, et käsiuimseid on säilinud haruldaselt vähe — kõigest 2 perekonda: **hulkuimed** (*Polýpterus*) 13 liigiga, kellest kõige tuntum on **niiluse hulkuim** (*P. bichir*) (87. joon.), ja **kõrkjakala** ühe liigiga — *Calamoichthys calabaricus*. Hulkuimed on maksimaalselt kuni 1,2 m pikad, kõrkjakala umbes 40 cm. Kõik nad e l u t s e v a d t r o o p i l i s e A a f r i k a m u d a s e p õ h j a g a j õ g e d e s. Ujuvad võrdlemisi aeglaselt. Õise eluviisiga. Toituvad väiksematest kaladest, konnadest, vähkidest, putukatest jne.

1) Milline on käsiuimsete ujupõie ehitus ja verevarustus? 2) Mis iseloomustab käsiuimsete vastseid (hingamise suhtes)? 3) Milline on käsiuimsete rinnauime toes?

2. KÕHRLUUSTE ALAMKLASS (*CHONDRÓSTEI*)

Kõhrluused kalad (kondrostid) «võistlevad» oma primitiivsuselt käsiuimsetega. Välimuselt meenutavad nad isegi hailisi: nad on k ä ä v j a h a a b i t u s e g a, pea all asetseb p õ i k n e s u u a v a, nii et sellest ettepoole jääb n o k i s, nende saba on h e t e r o-

tserkne, nende paarilised uimed on rõhtsad ja nad on võrdlemisi suured kalad. Mõnedel liikidel on hingats. Soomused on neil kadunud või esinevad ainult paiguti ja muundunud kujul. Valdaval enamikul vormidel on piki keret 5 rida suuri lamedaid koonilisi luunaaste, mis on tekkinud soomuste liitumisel. Sabauime ülaserval leiame rea ühest otsast hargnenud, üksteist katusekivide-taoliselt katvaid ganoidsoomuseid — fulkrumeid.

Kõhrluuste selgroolülidel puuduvad kehad, siin esinevad ainult kaared (interdorsaalide ja interventraalidega), mistõttu seljakeelik on väga hästi säilinud; ses suhtes on kõhrluused isegi alamal arenguastmel kui kõhrkalad. Samal ajal leiame nende toeses juba küllalt rohkesti luukude: kolju laes on terve rida soomustest (sidekoest) tekkinud katteluid (näit. kiiru-, lauba-, ninaluud), kolju põhjas on suur lisakiilluu (parasfenoid) ja paariline sahkluu. Lõpusepilud on kaetud osaliselt luustunud lõpusekaanega. Õlavöötme toeses leiame luulise sõlg- ja rangluu.

Sooles on keeritskurd. Südamel on arteriooskuhik. Paljudel on ujupõis. See suubub söögitoru eesmisse ossa selle selgmisel küljel. Kopulatsiooniorganid puuduvad, viljastumine on väline.

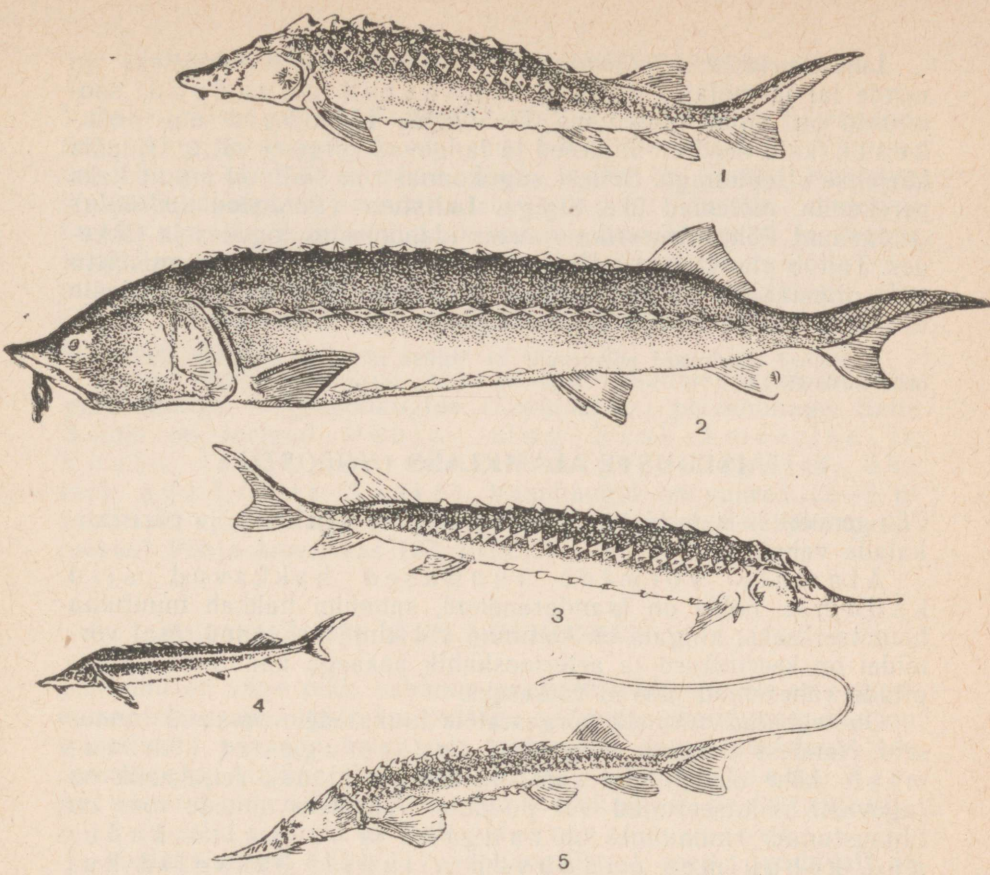
Kõhrluuste kõige vanemad kivistised on leitud devoni lademetest. Kõhrluused ei ole kunagi olnud arvukad ja kuigi palju ei ole neid ka tänapäeval. Sellest on ilmne, et neid tuleb pidada (samuti nagu käsiuimseid) arengu «ebaõnnestunud sammuks».

Kõhrluused on põhiliselt merekalad, kuid kudemiseks rändavad nad jõgedesse. Mõned liigid — sterlet, koldtuur, kaluuga — elavad alaliselt jõgedes (ja järvedes).

Osa kõhrluuseid (näit. tuurad ja sterlet) toitub putukate vastsetest ja limustest, osa (näit. beluuga) kasutab toiduks teisi kalu — heeringlasi, voblat jt., samuti aga ka vähke ja limuseid.

Valdav enamik kõhrluuste liike (24 liiki) kuulub **tuurlaste** (*Acipenséridae*) sugukonda. Need on võrdlemisi suured kalad, luunaastudega kerel (88. joon.). Hambad puuduvad. Levinud Euraasia ning Põhja-Ameerika meredes ning suuremates jõgedes ja järvedes. Olulise majandusliku tähtsusega, eeskätt tänu oma «punasele lihale» ja mustale kaaviarile. Ujupõiest saadakse kalaliimi. Suurimaks tuurlaste püügikohaks on Volga—Kaspia bassein, kus väljapüük on 25 000 tonni aastas. Musta ja Aasovi mere bassein annab igal aastal üle 1000 tonni ja Siberi jõed ligi 1700 tonni tuurlasi.

Läänetuur (*Acipenser sturio*), kuni 3 m pikk ja 200 kg raske, on levinud kogu Euroopa ja Põhja-Ameerika idaosa meredes. Eestis on suuremaid eksemplare püütud Narva jõest, väiksemaid Soome lahe rannavetest. Toitub limustest, vähkidest, putukate vastsetest, ussidest, aga ka väiksematest kaladest ja põhja-



88. joon. Kõhrluuseid kalu. 1 — vene tuur, 2 — beluuga, 3 — sevrjuuga, 4 — sterlet, 5 — eba-lasntuur.

mudast. **Vene tuur** (*A. güldenstädti*), üle 2 m pikk, on levinud Musta, Aasovi ja Kaspia mere basseinis. Samas on levinud ka **sevrjuuga** (*A. stellatus*) (88. joon.). Musta ja Kaspia mere jõgedes, Põhja-Dvinaas ja Obi jões on üks tavalisemaid tuurlasi **sterlet** (*A. ruthenus*) — märksa väiksem kala kui eelmised. Kõige suurem tuurlane (üle 8 m pikk ja üle 1000 kg raske) on **beluuga** (*Huso huso*) — Kaspia, Musta ja Aasovi mere ning neisse suubuvate jõgede röövkala. Tema lähim «sugulane» — **kaluuga** (*H. dáuricus*) — on levinud Amuuri basseinis. Sõr-Darja ning Amu-Darja basseinis on väga omapärase haabitusega väikesed **ebalasntuurad** (*Pseudoscaphirhynchus*) (3 liiki).

Põhja-Ameerika tuurlastest nimetame **kollatuura** (*Acipenser fulvescens*), üle 2 m pikk, Mississippi basseinis ja Suurjärvede vetes, ning **lasntuura** (*Scaphirhynchus*) Mississippi basseinis.

Luitstuurlaste (*Polyodóntidae*) iseloomulikuks tunnuseks on nende lai ja mõlajas nokis. Luunaastud puuduvad, soomuseid on ainult sabauime ülahõlmal. Hambaid on rohkesti, kuid need on väikesed ja langevad kergesti välja. Ujupõis kärjelise sisepinnaga. Sellest sugukonnast on säilinud ainult kaks perekonda, mõlemad ühe liigiga. **Luitstuur** (*Polyodon spáthula*) on levinud Põhja-Ameerika suurtes idapoolsetes jõgedes ja järvedes. Toitub planktonist, püüdes seda suure avatud suuga, mistõttu teda nimetatakse «elusaks planktonivõrguks». Teine luitstuurlaste esindaja elutseb Hiinas (Jangtse jões).

1) Kellest kõhrluused põlvnevad? 2) Millise järelduse võib teha luitstuurlaste levikust?

3. TÄISLUUSTE ALAMKLASS (*HOLOSTEI*)

Fülogeneetiliselt on täisluused vahevormiks kõhrluuste ja pärisluukalade vahel.

Alamate vormide tunnused hakkavad siin kaduma: nokis on taandarenenud, sabauim hakkab muutuma homotserkseks, hingats on kadunud või kinni kasvanud, osal vormidel on keeritskurd ja arteriooskuhik peaaegu kadunud, lõpusepilude vaheseinad jäävad väikeseks.

On tekkinud mitmeid kõrgematele luukaladele omaseid tunnuseid. Nendest märgime kõigepealt toese tugevat luustumist: kõhr on säilinud vaid üksikutes kohtades, seljakeelik on tugevasti redutseerunud või puudub. Paariliste uimede toes on lihtsustunud: rinnauimes on rangluu ja basaalid kadunud, kõhuuimes puuduvad niihästi basaalid kui ka uimekandjad. Väärib märkimist, et sahkluu on veel paariline, alalõuas on säilinud rohkesti katteluid ja kolju kuklapiirkonnas ei ole ülakuklaluu veel tekkinud. Isaskalade suguelundid on alles vanapärased: raiad on ühenduses neerudega ja seemnerakud väljuvad neerujuha (Wolffi juha) kaudu. Emaskalade suguelundid seevastu hakkavad ehituselt lähenema teleostide omadele: lühike munajuha liibub mudakalal vastu munasarja, vaaphaugidel aga on kujunenud munasarja «jätkuks» nagu teleostidelgi. Ujupõis talitleb veel suurel määral kopsuna ja see võimaldab täisluustel elutseda ka mudastes ja hapnikuvaestes veekogudes, kus nad vahetevahel veepinnale tulevad õhku neelama.

VAAPHAUGILISTE SELTS (*LEPIDOSTEIFORMES*)

Vaaphaugilised on haugilaadse haabitusega: lõuad on pikenenud, selja- ning pärakuuim on nihkunud sabauime lähedusse. Viimane on nõrgalt heterotserkne. Keha on kaetud rombjate lepidosteoidtüüpi ganoidsoomustega. Uimede eesserval fulkrumid. Selgroolülide kehad on eest kumerad ja tagant lohus, nad on seega tagalohksed (opistotsöölsed), mis on ainulaadne nähtus kaladel. Seetõttu on seljakeelik siin täiesti redutseerunud. Keeritskurd ja arterioooskuhik on säilinud.

Vaaphaugiliste seltsist elab praegu üksainus sugukond ühe perekonnaga — **vaaphaugide** (*Lepidósteus*) perekonnaga. Selle 3 liiki on levinud Põhja- ning Kesk-Ameerika ja Kuuba saare suuremates mageveekogudes, üks liik aga Lõuna-Aasias. Vaaphaugid on suured (2—3 m pikkused) röövkalad. Kõige tuntum liik on **luu-vaaphaug** (*L. osseus*) Põhja-Ameerikas (87. joon.).

MUDAKALALISTE SELTS (*AMIIFORMES*)

Seljauim on väga pikk, sabauim peaaegu homotserkne. Soomused on vaaphaugide soomustega võrreldes mandunud, nad on ganoiinkihi peaaegu kaotanud, sarnanedes seega pärisluukalade soomustega. Alalõua all leiame paaritu gulaarplaadi. Keeritskurd mandunud, arterioooskuhik redutseerunud ja selle asemele on tekkinud arterioossibul.

Mudakalalised erinevad vaaphaugilistest seega tunduvalt ja lähenevad pärisluustele, mistõttu mõned zooloogid eraldavad nad koguni iseseisvaks alamklassiks. Ka näeme sellest, et täisluused ei moodusta kuigi ühtlikku ja «loomulikku» kalarühma.

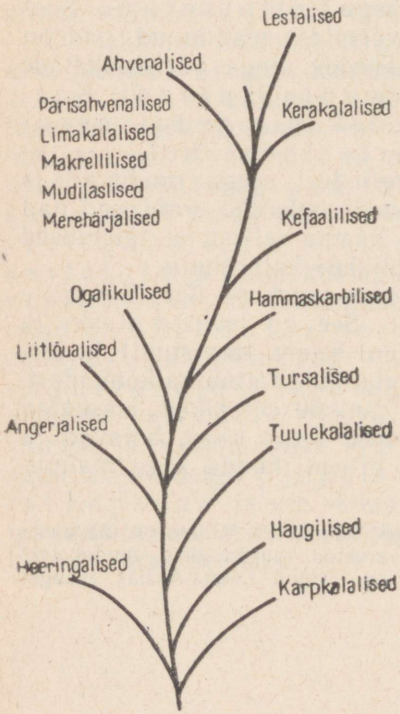
Mudakalalistest on säilinud üksainus perekond ühe liigiga — **mudakala** (*Amia calva*) (87. joon.). See on levinud Kesk- ja Põhja-Ameerika lõunaosa jõgedes (kuni Suure Järvistuni) ja järvede mudastes vetes. Põhiliselt röövkala, kuid toitub ka konnadest, vähkidest ja putukatest. Emaskalad kuni 60 cm pikad, isaskalad väiksemad. Viimased ehitavad kudemise ajaks pesa, hoiavad ja kaitsevad selles maime ning ujuvad hiljem mõnda aega maimudega kaasas.

1) Missugustest kaladest on täisluused põlvnenud? 2) Milline on täisluuste ujupõie ehitus? 3) Milline on ujupõie verevarustus vaaphaugidel, mudakalal? 4) Mida näitab fakt, et üks vaaphaugiliik on levinud Lõuna-Aasias (kaugel Ameerikast)?

4. PÄRISLUUSTE ALAMKLASS (*TELEOSTEI*)

Pärisluuste kalade ehk teleostide alamklassi kuulub valdav enamik luukalu. Fülogeenetiliselt moodustavad nad luukalade klassi kõige hilisema ja kõige progressiivsema rühma. Vanapärased soomusetüübid on siin lõplikult kadunud, nende asemele on tulnud õhukesed ja painduvad õhiksoomused ehk elasmoidsoomused. Sabauim on muutunud homotserkseks. Hingats on kadunud. Lõpusepilud on kaetud luustunud lõpusekaanega. Gulaarplaadi asemel leiame kideluud.

Toes on tugevasti luustunud. Teisest küljest tuleb märkida, et alamate teleostide luukude sisaldab luurakke, kõrgemate, s. o. fülogeneetiliselt hilisemate vormide luukude aga enam luurakke ei sisalda ja on struktuurilt seega regressiivselt arenenud. Koljus leiame esmakordselt ülakuklaluu. Sahkluu on muutunud paarituks. Alalõuas on üksikluude arv vähenenud kolmele (liigeseluu, nurgaluu ja hambaluu). Rinnauimes on basaalid kadunud, radiaalide arv on vähenenud ja need kinnituvad õlavöötmele otseselt. Rangluu, nagu teame, kadus juba täisluustel.



89. joon. Pärisluuste mõnede seltside sugupuu.

Otsaju on suhteliselt nõrgalt arenenud, mis kõhrkaladega võrreldes on teataval määral tagasiminek. Otsaju on kateisiti arenenud kui kõhrkaladel: mantel puudub. Keskaju nägemissagarad seevastu on suhteliselt väga suured.

Soole sisepinna suurenemine toimub lukutiripikute kujunemise ja soole pikenemise (käärdumise) teel. Keeritskurd puudub, sool lõpeb pärakuga (kloaak puudub). Lõpusepilude vaheseinad on täiel määral redutseerunud. Ujupõis on muutunud hüdrostaatiliseks aparaadiks. Arteriooskuhik on kadunud, temast on säilinud ainult üks paar klappe ja teda «asendab» arterioossibul. Gonaadid on tavaliselt paarilised ja paljudel seest õõnsad. Seemnejuha on raia (niisa), munajuha — munasarja lühikeseks jätkuks.

Vastavalt ajaloolise arengu eri suundadele ja liigilisele ohtrusele jaguneb teleostide alamklass rohketeks süstemaatilisteks rühmadeks. Akadeemik L. S. Bergi järgi võime teleostide alamklassis eristada 40 seltsi. Nendest käsitleme siin vaid tähtsamaid (89. joon.).

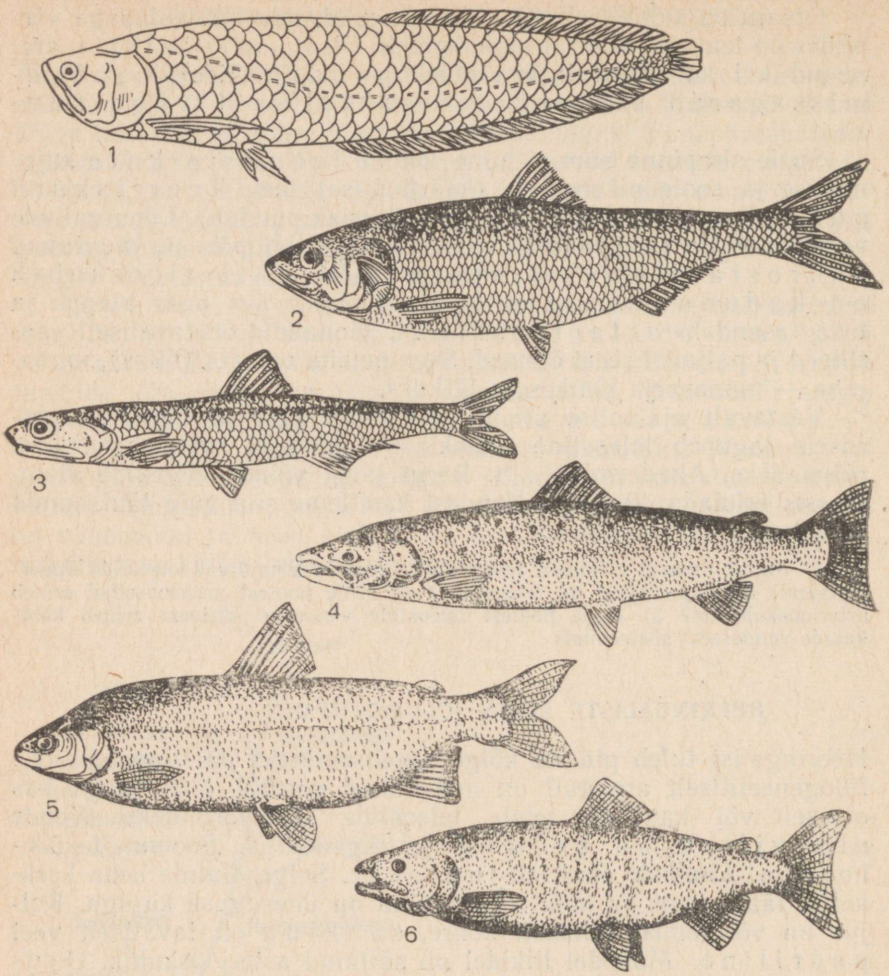
1) Millal ilmusid esimesed teleostid? 2) Millele kinnituvad teleostide lõpuseliistakud? 3) Mitu lõpust on teleostidel? 4) Mille poolest arterioossibul erineb arteriooskuhikust? 5) Mille poolest teleostide venoosne süsteem erineb kõhrkalade venoossest süsteemist?

HEERINGALISTE SELTS (*CLUPEIFORMES*)

Heeringalisi tuleb pidada kõige algelisemateks pärisluusteks. Ka fülogeneetiliselt arengult on nad vanad vormid, olles seega kas otseselt või kaudselt teiste teleostide lähtevormideks. Nende uimekiired on pehmed ja liigendatud. Soomus tsükloidne. Luukude sisaldab luurakke. Selgroolülide keha keskkohta läbib mulk ja kõik selgroolülid on ühesuguse kujuga. Koljus on võrdlemisi rohkesti kõhre, sahkluu on tavaliselt veel paariline. Mõnedel liikidel on säilinud arteriooskuhik. Ujupõis neeluga ühenduses (füsostoomne).

Heeringaliste üheks kõige vanapärasemaks rühmaks on **hammaskeellaste** (*Osteoglóssidae*) sugukond. Selle sugukonna liigid on võrdlemisi suured mageveekalad väga suurte ja õhukeste soomustega. Keelel on hambad. Väheliigiline reliktne sugukond, levinud Austraalias, Indo-Malai alamvaldkonnas, troopilises Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas. Tuntuim liik on **arapaima** (*Arapáima gigas*) — üks suuremaid mageveekalu (kuni 4 m pikk) Brasiilia ja Guajaana jõgedest (90. joon.).

Heeringaliste kõige liigirikkam ja tähtsam ning tuntum sugukond on **heeringlased** (*Clupéidae*) (üle 170 liigi). Selle sugukonna liikidel on õhukesed, väga kergesti lahtitulevad soomused. Küljejoon kerel puudub (peale väheste erandite),



90. joon. Heeringalisi. 1 — arapaima, 2 — kaspialoosa, 3 — anšoovis, 4 — lõhi, 5 — peipsi siig, 6 — keta.

kuid peapiirkonnas on see väga tugevasti arenenud. Hambad tillukesed või puuduvad. Kaugelt enamik heeringlasi elutseb troopilistes vetes. Kõige mitmekesisem on heeringlastefauna India ning Vaikse ookeani aladel, kus me leiame ka kõige rohkem fülogeneetiliselt vanu vorme. Mageveeheeringlased elavad peamiselt Aafrikas. Peaaegu kõik heeringlased on pelaagilised vormid, nad liiguvad suurte parvedena koos ja toituvad peamiselt planktonist, osalt aga ka vähki-

dest, limustest ja ussidest, mõned liigid isegi väiksematest kaladest.

Heeringlased on kõige suurema majandusliku tähtsusega kalarühm. 30-ndatel aastatel oli ülemaailmne heeringlaste väljapüük aastas üle 60 miljoni tsentneri, s. o. umbes 37% kogu kalasaagist, NSV Liidus — 4,5 miljonit tsentnerit.

Kõige tuntum heeringlane on **heeringas** (*Clúpea harengus*) — põhjapoolkera merede vorm. Kudemise ajal võtab ta ette suuri rändeid. Vastavalt oma määratu suurele levilale moodustab heeringas mitmeid alamliike ja lokaalseid vorme. Alamliikidest nimetame siin **atlandi heeringat** (*C. harengus harengus*), **idaheeringat** (*C. harengus pallasi*) ja **räime** (*C. harengus membras*). Räim on Läänemere idaosa endeemiline vorm ja meil kalamajanduslikult tähtsaim kala. Teiseks tähtsaks heeringlaseks meie vetes on **kilu** (*Sprattus sprattus*). Kaspia, Aasovi ja Musta mere alade endeemilised vormid on **kaspialoosa** (*Caspialosa*) perekonna liigid, millest osa on mere-, osa siirdekalad. Esimeste hulka kuulub näiteks **kaspia kaspialoosa** ehk kaspia pusanok (*C. caspica*), teiste hulka — **Kessleri kaspialoosa** (*C. Kessleri*). Väga suure kalamajandusliku tähtsusega heeringlased Vaikse ookeani ja Atlandi ookeani vetes on **sardiinid. Atlandi sardiini** (*Sardina pilchardus*) areaal ulatub ka Vahemerre.

Anšoovislased ehk hamsalased (*Engráulidae*) on väikesevõitu kalad ja erinevad teistest heeringalistest eeskätt suhteliselt väga suure suuava ja ümardunud kõhu poolest. Nad on laialt levinud nii põhja- kui ka lõunapoolkera troopilistes ja parasvöötme vetes. Umbes 40 liiki. **Anšoovis** ehk **hamsa** (*Engraulis encrasicholus*) — Atlandi ookeani kala, on levinud ka Aasovi ja Mustas meres. Toitub planktonist. Esineb hiiglasuurel arvul ja on seega suure kalamajandusliku tähtsusega (90. joon.).

Lõhilased (*Salmonidae*) erinevad teistest heeringalistest enam kui sardelllased. Nende soomused on väiksemad ja asetsevad tihedamini kui heeringlastel; kerel on küljejoon; nendel on tugevasti arenenud hambad; seljauimest tagapool on pehme, toeseta **rasvauim**; neil on väga palju lukutiripikuid; mõnedel neist on väikesed eraldi munajuhad.

Kehalaadilt on lõhilased voolujoonelised ja seega kõigiti kohastunud suurteks ränneteks. Külmalembesed siirde- ja mageveekalad. Levinud seetõttu põhjapoolkera jõgedes ja merede rannaaladel. Toituvad põhiliselt teistest kaladest. Üle 40 liigi. Maitsva liha tõttu on nad suure majandusliku tähtsusega. Iga-aastane lõhilastepüük on kuni 10 miljonit tsentnerit (üle 6% kogu kalasaagist). Munad kannatavad hästi transporti ja seetõttu kasvatatakse paljusid lõhilasi kunstlikult. Ka kasvavad lõhilased kiiremini kui teised kalad.

Euroopa vetes on selle sugukonna kõige tuntum liik **lõhi** (*Salmo salar*). Sügisel rändab ta meredest jõgedesse kudema, kus-

juures võib isegi paisudest üle hüpata. Munad koetakse osakaupa. Meil püütakse lõhe Soome lahes ja Põhja-Eesti suuremates jõgedes. Teistest lõhilastest kohtame meie vetes **iherust** ehk **mereforelli** (*S. trutta*), **hõrnast** ehk **jõeforelli** (*S. trutta fario*), **rääbist** (*Coregónus álbula*), **meresiiga** (*C. lavaretus*) ja **peipsi siiga** (*C. lavaretus maraenoides*), **meretinti** (*Osmérus eperlanus*). Kõik need on Euroopa aladel levinud majandusliku tähtsusega kalad.

Võrdlemisi hiljuti asustati meie järvedesse ümber Kirde-Euroopa ja Siberi päritoluga **peled** (*Coregónus peled*) — vähenõudlik, hea kasvukiirusega, zooplanktonist toituv lõhilane.

Kaug-Ida vetes on meil väga tuntud ja hinnatavateks lõhilasteks **keta** (*Oncorhynchus keta*) ja **gorbuuša** (*O. gorbuscha*).

Rohkesti heeringalisi on kunagi siirdunud elama suurtesse meresügavustesse. Vastavalt sellele on nende kehalaad tugevasti muutunud. Tavaliselt on neil lai suuava, pikad hambad, mitmetel liikidel teleskoopsilmad, helendusorganid jne. Mõnedel esinevad kääbusisased (suguline parasitism). Tuntumad perekonnad on *Chauliodus*, *Argyropélecus*, *Malacosteus* (vt. 85. joon.).

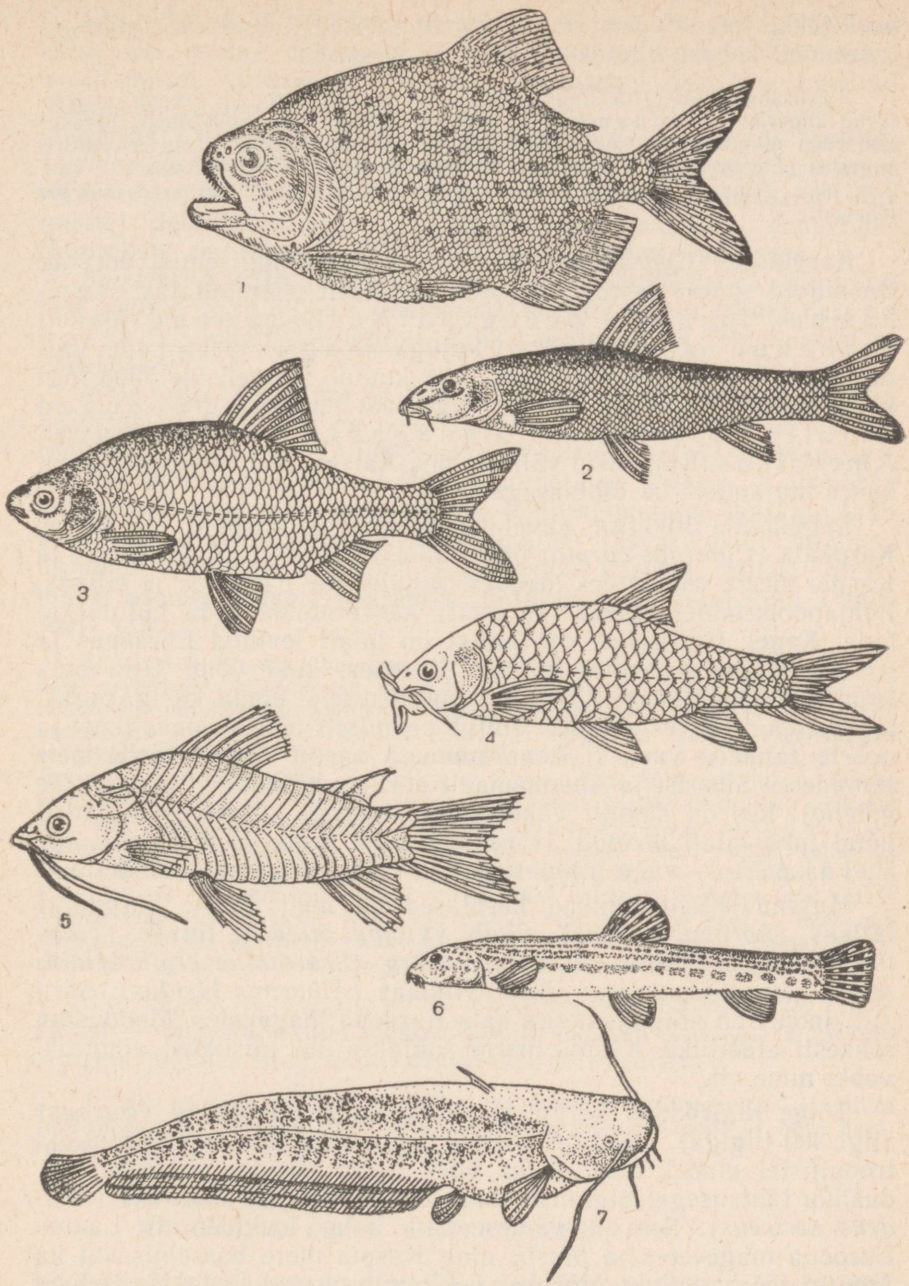
1) Millised on heeringa rändeteed? 2) Kui pikk rong oleks vajalik, et aastast heeringalistesaaki (ca 65 milj. ts.) ära mahutada?

KARPKALALISTE SELTS (*CYPRINIFORMES*)

Karpkalaliste seltsi kuulub enamik mageveekalu (üle 5000 liigi). Fülogeneetiliselt on nad samavõrra vanapärased nagu heeringalisedki. Nende koljus on võrdlemisi r o h k e s t i k õ h r e, luukoes leidub l u u r a k k e. Paljudel on rasvauim; see tunnus lähendab neid l õ h i l a s t e l e. Keha on kaetud tsükloidsoomustega või suletud luuplaatidest rüüsse. E n a m i k u l k a r p k a l a l i s t e l p u u d u v a d s u u h a m b a d (nad on hambutud). Niisugusel korral on neil aga n e e l u h a m b a d h ä s t i a r e n e n u d. Karpkalaliste kõige omapärasemaks tunnuseks on W e b e r i a p a r a a t. Soole omapäraks on l u k u t i r i p i k u t e p u u d u m i n e.

Karpkalalised eristusid juba võrdlemisi varakult kaheks haruks: üheks kujunesid karatsiinlased, elekterangerlased, karplased, vingerlased jt., teiseks — sägalased ja rida teisi sugukondi.

Kõige vanapärasemad karpkalalised on **karatsiinlased** (*Characínidae*). L õ u a l u u d e l h a m b a d. Tavaliselt leidub ka r a s v a u i m. Siia kuulub umbes 400-liigiline rühm A a f r i k a, eriti aga K e s k - ja L õ u n a - A m e e r i k a vorme. Lõuna-Ameerikas asendavad nad seal puuduvaid karplasi. Väga mitmesuguse eluviisiga. **Huntkala** (*Hydrócyon goliath*), Aafrika jõgedest, on suur (üle 1 m pikk) röövkala. Lõuna-Ameerika jõgedes elutsev **piraia** (*Serrasalmo piraya*) on väga tugevate ja vahedate hammastega röövkala, kes tungib kallale suurematele loomadele (kui



91. joon. Karpkalalisi. 1 — piraia, 2 — pardkala, 3 —särg, 4 — mokk-kala, 5 — kohversäga, 6 — vingerjas, 7 — säga.

need jõkke jooma või ujuma lähevad) ja isegi inimesele, hammustades neil kehast lihatükke välja (91. joon.).

Elektriangerlased (*Electrophóridae*) oma pikaks veninud kehaga meenutavad angerjaid. Suuhambad olemas. Pärak kurgu piirkonnas, pärakuuim väga pikk, sabauim mandunud. Sugukonna kõige tuntum vorm on **elektriangerjas** (*Electróphorus eléctricus*), Amasoonase ja Orinoko jõe basseinist, kuni 2 m pikk. Tema elektrilaeng võib maha lüüa isegi veiseid, kui need läbi jõe lähevad.

Karplased (*Cyprínidae*) on seltsi kõige tüüpilisemad vormid. Soomused suured ja tugevad. Suu tavaliselt ettenihutatav. Suuhambad lõugadel puuduvad. Neeluhambad hästi arenenud ja igal liigil eri kujuga. Magu puudub. Valdav enamik toitub zoobentosest. Siia kuulub kaugelt üle 1000 liigi kalu, millele vastavalt nad on väga laia levikuga: puuduvad ainult Austraalias, Madagaskaril ja Lõuna-Ameerikas. Kujunesid välja Lõuna-Aasias. Paljud karplased on suure majandusliku tähtsusega.

Sugukonna liikidest nimetame kõigepealt karpkala ja kokre. **Karpkala** (*Cyprinus carpio*) on levinud Vahemerre, Musta merre ja Kaspia merre voolavates jõgedes, Amuuri jõe basseinis ja Hiinas. Põhjapoolsematel aladel (ka meil) kasvatatakse teda kultuurkalana. **Koger** (*Carassius carassius*) on laialt levinud Euroopas ja Aasias. Kõige paremini kasvab järvedes, kuid võib, tänu oma suurele vastupidavusele ja vähenõudlikkusele, elada ka igasugustes teistes mageveekogudes. Toitub peamiselt põhjaloomastikust ja noorte taimede vartest. Paarkümmend aastat tagasi toodi meie järvedesse Siberist ja Amuurimaalt pärinev **hõbekoger** (*C. auratus gibelio*), kes on samuti vähenõudlik, kasvab kiiresti ja on meil nüüd juba laialt levinud. Hõbekogrest on aretatud terve rida nn. kuldkalu — väga mitmesuguseid ja ilusaid akvaariumikalu.

Majanduslikult tähtsad karplased on meil (peale karpkala) **latikas** (*Abramis brama*), **vimb** (*Vimba vimba*), **linask** (*Tinca tinca*), **särg** (*Rútilus rútilus*), **roosärg** (*Scardinius erythróphtalmus*), **säinas** (*Leuciscus idus*), **viidikas** (*Alburnus lúcidus*). Särg (91. joon.) on kõige levinum kala Euroopa magevetes. Moodustab rohkesti alamliike. Kaspia meres tuntakse üht niisugust alamliiki **vobla** nime all.

Kõige liigirikkam karplaste perekond on **pardkalad** (*Barbus*) (ligi 300 liigiga). Need on levinud Vana-Maailma parasvöötme ja troopilistel aladel ning on ka NSV Liidu piirides suure majandusliku tähtsusega. Sigimisbioloogilist huvi pakub **mõrukas** (*Rhodeus sericeus*). See on väikesevõitu kala, levinud nii Lääne-Euroopa magevetes ja Musta ning Kaspia mere basseinis kui ka Amuuri jõe basseinis. Mõrukas koeb oma munad liistaklõpuseliste mantliõõnde (munade kaitseks). Kudemine toimub selleks ajaks pikaks kasvanud toruja muneti abil.

Vingerlased (*Cobitidae*) on pikliku ja madala kehaga põhjakalad (91. joon.). Soomused väikesed, nahas peidus. Suu ümber 6—12 poiset. Ujupõie eesmine osa on suletud luukihnu. Levinud peamiselt Lõuna-Aasias. Meie vetes leiduvad sellest sugukonnast **vingerjas** (*Misgurnus fóssilis*), **hink** (*Cobítis taenia*) ja **trulling** (*Nemachílus barbátulus*). Vingerjal on väga tugevasti arenenud soolehingamisvõime (soole seintes on tihe verekapillaaride võrgustik). Seetõttu võib ta elada ka kraavides ja soodes. Ilmastikutingimuste muutumisel tuleb ta ülemistesse veekihtidesse.

Sägalased (*Silúridae*) on Euraasia mageveekalad. Nahk on neil pehme ja paljas (soomusteta). Suuava ümbruses poised. Suuhambad olemas. Kõik sägalased on põhjavormid ja röövkalad.

Meie vetes (Emajões ja Narva jões) elutseb sägalastest **säga** (*Silurus glanis*). See on suur (kuni 3 m pikk ja 200 kg raske) röövkala (91. joon.). Toitub peamiselt teistest kaladest, konnadest jne. Saagijahti peab öösiti. Munad munetakse «pessa» — jõepõhja puhastatud ossa, mis ümbritsetakse toidujäätmetega. Isaskala jääb pesa juurde seda kaitsma. Säga liha on rasvarikas ja maitsev, ujupõiest saadakse kalaliimi. Säga nahka kasutati vanasti aknaklaasi asemel. Kaspia basseinis püütakse igal aastal kuni 4 miljonit säga.

Sägalastele lähedaste sugukondade liigid on enamasti madalate ning seisvate veekogude väheliikuvad põhjakalad troopilistel aladel. Nad äratavad tähelepanu mitmete ökoloogiliste omapärasuste poolest. Nende hulgas leiame vorme, kes kannavad hoolt oma lõimetise eest. **Kohversägad** (*Callichthys*) ehitavad munade ja vastsete kaitseks pesi ja kaitsevad neid. *Arius*'e, *Galeichthys felis*'e ja mitmete teiste Lõuna-Ameerika liikide isased kannavad viljastatud munarakke suus (kuni neist vastsed kooruvad), lakatesel ajal toitumast. Rohkesti liike on lisa-hingamiselunditega (sooles või lõpusekoopas), mistõttu nad võivad veest välja tulla ja isegi suuremaid rännakuid ette võtta. *Doras lythogáster* — Brasiilia ja Guajaana soodes — ronib kuivavatest veekogudest välja ja, toetudes oma rinnauimede tugevatele ogadele, võib nagu sisalik ringi rännata, kuni ta leiab uue sobiva veekogu. Tavaliselt toimuvad niisugused rändeid öösiti. Samalaadseid rändeid võtab ette Niiluse ülemjooksu piirkonnas elav *Clarias anguillaris*.

Üks sägalaste «sugulasi» — **elektrisäga** (*Malapterurus eléctricus*) — on omandanud elektrielundid. Elutseb Niiluses ja Lääne-Aafrika jõgedes ning teda kasutatakse terapeutikas.

1) Mis on neeluhambad? 2) Millest on tekkinud elektrielundid? 3) Milles seisneb poisete ülesanne? 4) Miks on karplased soojalembesed? 5) Mitu karplaseliiki elutseb Eesti sise- ja rannavetes?

HAUGILISTE SELTS (*ESOCIFORMES*)

Haugilised meenutavad mitmeti heeringalisi, mistõttu mõned ihtüoloogid peavad neid heeringaliste alamseltsiks. Nende uimed on pehmed, soomused on väikesed (peale väheste erandite) ja tsük-

loidsed. Ujupõis on neeluga ühenduses (füsostoomne), lukutiripikud puuduvad. Põhilised tunnused, mille poolest haugilised heeringalistest erinevad, on kohastumuslikku laadi: suurem suuava, tugevad hambad jne. Need tunnused viitavad haugiliste rööveluviisile. Levinud on nad põhjapoolkera mageveekogudes ja vähese soolsusega merelahtedes.

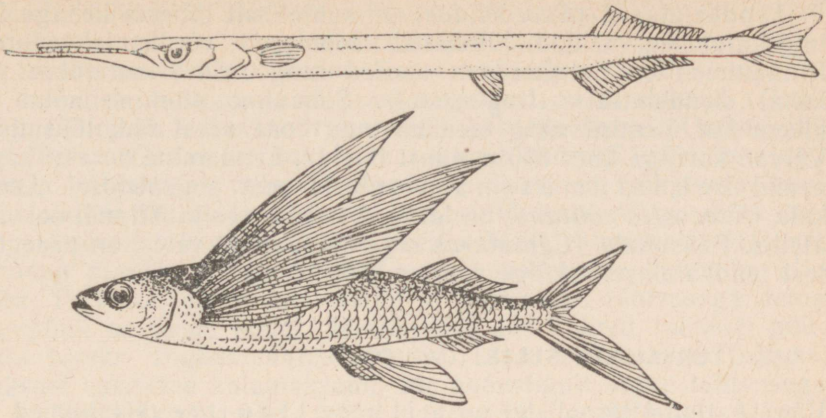
Tüüpiline sugukond on **hauglased** (*Esócidae*). Nende seljaning pärakuuim on nihkunud tahapoole, millele vastavalt kere on pikk. Lõuad on lamendunud ja ulatuvad tugevasti ette. Laia levikuga kalad Euraasia ja Põhja-Ameerika parasvöötme vetes. Viis liiki. **Haug** (*Esox lucius*) on ablas röövkala. Toitub teistest kaladest, konnadest, veelindudest jne. Koeb varakevadel madalas vees (üleujutatud luhtadel jm.). On paiguti suure majandusliku tähtsusega. Ehtsaks arktiliseks haugiliseks on Tšukotka poolsaare ja Alaska soistes veekogudes elutsev **mustkala** ehk **dallia** (dallialaste sugukonnast) (*Dallia pectoralis*).

1) Millistes järvedes on haugide kasvatamine kasulik, kahjulik? 2) Milles avaldub dallia bioloogiline omapära?

ANGERJALISTE SELTS (*ANGUILLIFORMES*)

Angerjalised on madala organisatsiooniga, peamiselt aga degeneratiivset laadi tunnustega liigirikas kalarühm. Nende keha on suhteliselt pikk ja madujas. Selja- ning pärakuuim liituvad nõrgalt arenenud sabauimega. Kõhuuimed puuduvad. Uimekiired pehmed. Soomused tillukesed või puuduvad hoopis. Lõpuseavad väikesed. Luukoes luurakud. Ujupõis (kui see olemas) on neeluga ühenduses. Angerjalised on peaaegu kõik troopiliste ja subtroopiliste merede kalad. Kõige enam leidub neid Vaikse ookeani ja Indo-Malai arhipelaagi vetes. Rohkesti angerjalisi elutseb süvikutes (vt. 85. joon.). Mõned on parasiidid. Seltsi kuulub 25 sugukonda.

Angerjaliste tuntuim sugukond on **angerlased** (*Anguillidae*). Laia levikuga, puuduvad ainult Lõuna-Ameerikas. Euroopa rannavetes — Valgest merest Musta mereni — ja vastavates jõgedes elutseb **angerjas** (*Anguilla anguilla*) — põhjakala, kes toitub vähkidest, ussidest, putukavastsetest, kalamaimudest jne. Toidujahti peab öösiti ning võib siis, samuti ka niiske või vihmase ilmaga veest välja tulla ja niiskes rohus «roomata». Talviti uuristab angerjas end mutta ega toitu. Koeb teatavasti Sargasso meres. Euroopa rannikule jõudnud maimud on esialgu mõne sentimeetri pikkused ja tuletiku jämedused; nad rändavad nüüd jõgedesse ning järvedesse, kus nad 10—12 aasta jooksul üles kasvavad. Tänu oma väärtuslikule lihale on angerjas majanduslikult tähtis kala.



92. joon. Tuulekalalisi. 1 — tuulekala, 2 — pääsukala.

Mureenlaste (*Muráenidae*) sugukonnast nimetame **mureeni** (*Muraena hélena*). See elab Vahemeres, Atlandi ja India ookeani vete sügavustes. Suur (üle 1 m pikk), värvirikas suurte tugevate hammastega kala. Toitub vähkidest ja peajalgsetest. Tema liha hinnati juba varematel aegadel. Vana-Roomas kasvatati teda tiikides.

Mereangerlased (*Cóngridae*) ei ole oma arengus üldse seotud magevetega. Levinud Atlandi, India ja Vaikse ookeani vetes. Soomused puuduvad. **Mereangerjas** (*Conger conger*) elutseb Atlandi ookeanis ja Vahemeres, harva tuleb ka Musta merre. Tugevate hammastega suur röövkala (2—3 m pikk). Liha vähem väärtuslik kui angerlastel.

1) Millega seletada, et angerlaste lõpuseavad on väikesed? 2) Miks angerjad tulevad maale niiske ja vihmase ilmaga? Mis on teada angerja rändest?

TUULEKALALISTE SELTS (*BELONIFORMES*)

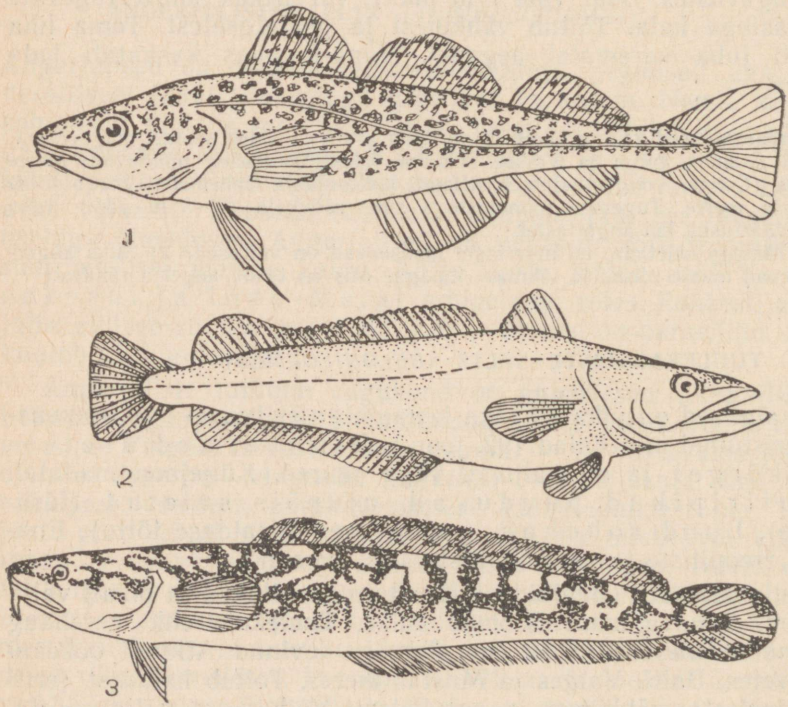
Tuulekalalised on pika sihvaka kehaga, tsükloidsete soomustega eristunud merekalad (92. joon.). Rinnauimed asetsevad kõrgel ja on paljudel väga suured. Küljejoon madalal. Lukutiripikud puuduvad, ujupõis suletud (füsoklistne). Luud rohekad (rauafosfaadi sisalduse tõttu). Enamikus troopiliste ja subtroopiliste alade vormid.

Tuulekalalaste (*Belónidae*) lõuad on peenikesed ja pikalt välja veninud. Suuava suur. Soomus väike. **Tuulekala** ehk merehaug (*Belone belone*), kuni 90 cm pikk, on levinud Atlandi ookeani rannavetes, Balti, Valges ja Mustas meres. Toitub kaladest (eriti ogalikkudest), vähkidest ja putukatest. Võib veest välja söösta. Liha söödav.

Lendkalalased (*Exocóetidae*) on suhteliselt lühema kehaga kui tuulekalalased. Lõuad lühikesed, soomused võrdlemisi suured. Rinnauimed on harukordselt suured ning neid kasutatakse vee kohal «lendamisel» (liuglemisel). Sabauime alumine hõlm on pikem kui ülemine ning etendab suurt osa veest õhkutõusmisel. Võivad korraga kuni 300 m edasi liuelda. Lendamine on siin kujunenud kohastumusena vaenlaste eest põgenemisel. **Lendkala** (*Exocoetes vólitans*) on levinud Vahemeres ja Atlandi ookeani aladel. **Pääsukala** (*Cypselurus argoo*), Jaapani vetes, on praegustest lendkalalastest kõige suurem (92. joon.).

TURSALISTE SELTS (*GADIFORMES*)

Väga paljudel tursalistel on mitu seljauime, kõhuuimed on rinnauimede all või nende ees. Sabauim isotserkne. Uimekiired pehmed ja liigendamata. Soomused tsükloidsed ja väga väikesed. Tursaliste tagakõrvaluu on iseloomulikult väga suur, esimene kaelalüli liitub koljuga. Haistesagarad on kau-



93. joon. Tursklasi. 1 — tursk, 2 — merluus, 3 — luts.

gele ette nihkunud, asetsedes ninakihnude vastas. Ujupõis (kui see olemas) on suletud (füsoklistne). Laialt levinud nii põhja- kui ka lõunapoolkera meredes. Suure majandusliku tähtsusega.

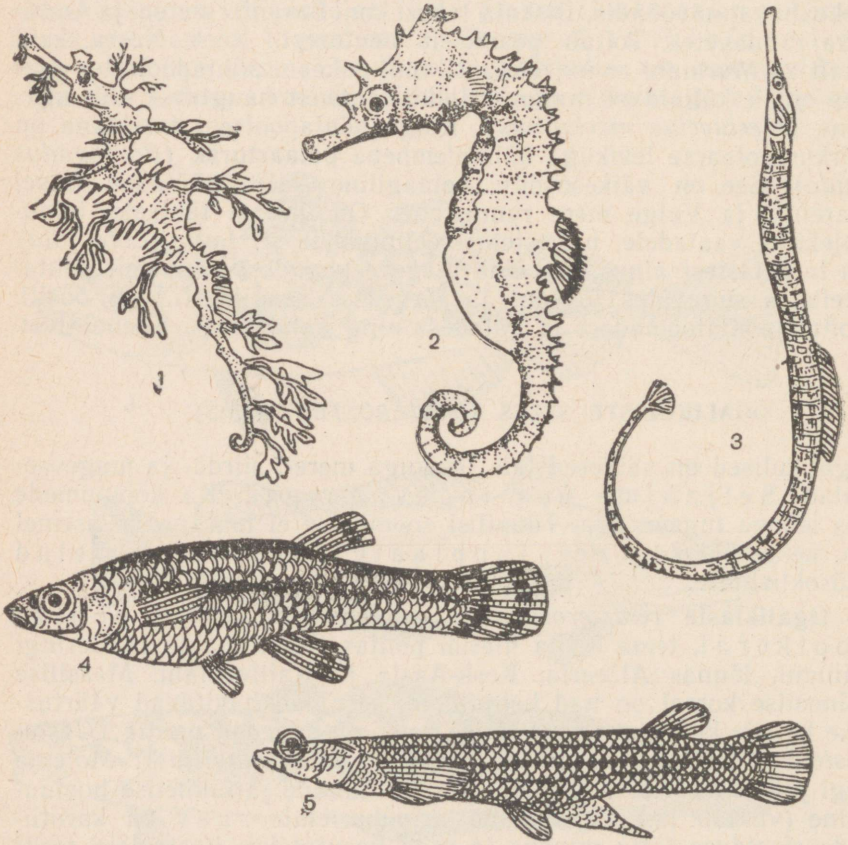
Tursaliste tuntuim ja tähtsam sugukond on **tursklased** (*Gadidae*) (93. joon.). Levinud peamiselt põhjapoolkeral. Umbes 120 liiki. **Tursa** (*Gadus morhua*) areaal langeb suuresti kokku heeringa omaga. Moodustab mitmeid alamliike. Tursk on põhjakala, kuid toitu otsides tõuseb ka ülemistesse veekihtidesse. Väga ablas, toitub peamiselt teistest kaladest (meil eeskätt räimedest). Maimud toituvad planktonist ja lähevad sageli meduuside kummiku alla peitu. Tursk on erakordselt suure majandusliku tähtsusega: tema kogupüük on teisel kohal, heeringlaste järel. Eriti rohkesti püütakse turska Inglismaal ja Norras. Liha kasutatakse toiduks, maksast saadakse kalamaksaõli. Majanduslikult suure tähtsusega on ka **kiltttursk** ehk pikša (*Melanogrammus aeglefinus*), Atlandi ookeani rannavööndis, Biskaia lahest kuni Barentsi mereni ja Ameerika rannavetes. Toitub peamiselt bentosest. Koeb Norra, kuid osalt ka Murmani rannavetes. Atlandi ookeani põhjapoolsetes osades omab küllaldast majanduslikku tähtsust **haugtursk** ehk merluus (*Merluccius merluccius*). Kõige põhjapoolsem tursklane on tsirkumpolaarse levikuga külmalembene **polaartursk** (*Boreogadus saida*). See on väikesevõitu pelaagiline kala, püütakse talvel Barentsi ja Valge mere rannavetes. On ühtlasi tähtsaks toiduobjektiks vaaladele, hüljestele, veelindudele jt. **Luts** (*Lota lota*) on tursklastest ainus, kes elab mageveekogudes, peamiselt puhtaveelistes sügavates jõgedes ja järvedes. Saagijahti peab öösiti. Toitub põhjaloomadest ja kaladest ning kalakudust. Koeb talvel.

OGALIKULISTE SELTS (*GASTEROSTEIFORMES*)

Ogalikulised on väikesed laia levikuga mere-, siirde- ja mageveekalad. Seljauime ees tugevad ogad. Ka kõhuuimede ees leiame tugeva oga. Tüüpilisi soomuseid ei teki, nende asemel on keha külgedel rida luuplaate. Ujupõis suletud (füsoklistne).

Ogaliklaste (*Gasterostéidae*) sugukond on levinud põhjapoolkeral, tema levila ulatub põhjas Gröönimaani ja Beringi väinani, lõunas Alžeeria, Kesk-Aasia ja Kaliforniani. Massilise esinemise korral on nad kahjulikud, sest nad hävitavad väärtuslike kalade kudu ja maime. Meie vetes on sagedad **ogalik** (*Gasterósteus aculeátus*) ja **luukarits** (*Pungitius pungitius*). Mõlema liigi juures väärib tähelepanu pesa ehitamine ja lõimetise hooldamine (vt. 119. lk.). Ogalikkude ja luukaritsate rasv on karotiinide sisalduse tõttu punane ja seda kasutatakse haavadele (eriti põletushaavadele) määrimiseks kui valuvaigistavat ning granuleerivat vahendit.

Liitlõualiste lõua- ja ees-ülalõualuud on tugevasti pikenenud ja moodustavad toruja koonu (94. joon.). Uimed on tugevasti mandunud või osalt puuduvad. Ehtsad soomused puuduvad, nende asemel on nahas luuplaadikesi, luunaastukesi jne. Küljejoon puudub. Lõpuseliistakud on redutseerunud ja väikesteks kimpudeks koondunud, mistõttu liitlõualisi nimetati varematel aegadel ka kimplõpuselisteks. Esimesed 3—6 selgroolüli on üksteisega liikumatult ühendatud või tugevasti muundunud. Roided puuduvad, nende aset täidavad pikad parapofüüsid. Hambad puuduvad, ujupõis suletud. Peale väheste erandite on liitlõualised merekalad, levinud peamiselt troopilistes ja subtroopilistes vetes.



94. joon. Liitlõualisi ja hammaskarbilisi. 1 — narmaskala, 2 — merehobuke, 3 — merenõel, 4 — gambuusia, 5 — neliksilm.

Seltsi kõige tuntum ja levinum sugukond on **merenõellased** (*Syngnáthidae*). Need on väikesed, pika ja peenikese ning ümardunud kehaga kalad. Keha on kaetud luurõngastega. Elavad peamiselt rannapiirkondades ja äratavad tähelepanu ümbruskonna esemete jäljendamise ehk mimikri poolest: kehakujult, värvuselt ja keha püstasendilt sarnanevad nad meretaimedega. Isaskaladel on kõhu all või saba kõhtmisel küljel haudetasku, millesse emaskala koeb ja milles looted arenevad kuni munakestadest koorumiseni. Arenemise ajal saavad maimud hingamiseks hapnikku isaslooma haudetasku limaskesta veresoontest.

Euroopa rannavetes, Vahemeres ja Mustas meres on levinud **merenõel** (*Syngnáthus typhle*) ja **madunõel** (*Nérophis ophidion*). Neid leidub ka meie vetes. «Ujuvad» püstasendis vetikate ja meretaimede vahel, kus nad oma roheka värvuse ja kehakuju tõttu väga raskesti märgatavad on. Madunõel keerdub oma pika niitja saba varal vetikate ümber. Emaskala koeb munad isaslooma nõrgalt kärgjale kõhunahale, mille servad üles kurduvad ja lahtise haudetasku moodustavad. Merenõela «haudetasku» asetseb isaskala sabaosa kõhtmisel küljel.

Mustas meres, Vahemeres ja Atlandi ookeani rannikul on õige populaarseks merenõellaseks **merehobuke** (*Hippocámpus hippocampus*). Ka see kala ujub püstasendis, kusjuures pea on terava nurga all ettepoole pööratud. Kumbki silm liigub iseseisvalt, olenemata teisest. Saba on kujunenud haardsabaks ja selle abil hoiab loom vetikatest kinni. Kõhul on haudetasku. Paaritusajal mänglevad ja tantsivad. Kõige selle tõttu on merehobuke üheks kõige «lõbusamaks» akvaariumikalaks. Ida-India vetest on klassikalise mimikrinäitena hästi tuntud **narmaskalad** (*Phyllópteryx*) (94. joon.).

HAMMASKARBILISTE SELTS (*CYPRINODONTIFORMES*)

Hammaskarbilised on väikesed kalad ja paljud neist meenutavad kehalaadilt karpkalalisi, millest nad on saanudki oma nime. Nende uimekiired on pehmed, ujupõis suletud (füsoklistne), küljejoon puudub. Osa hammaskarbilisi on taimetoidulised, osa toitub putukatest, ussidest, keriloomadest jne. Enamik hammaskarbilisi on troopiliste ja subtroopiliste alade mageveevormid; merevormid elutsevad rannalähedastel madalikkudel. Mitmed liigid elavad massiliselt riisipõldudel. Paljud hammaskarbilised on värvirikkad, paljudel esineb suguline dimorfism. Seetõttu on paljud neist hinnatavad akvaariumikalad. Niisugused on näiteks *Xiphophorus*, *Lebistes*, *Platypoecilus*, *Girardinus* jt.

Gambuusia (*Gambusia affínis*) — väike soojalembene vivipaarne hammaskarbiline on tuntud abilisena malaariavastases võitluses. Esinedes massiliselt ja toitudes malaariasääse vastsetest,

puhastab ta veekogud neist täielikult. 1924. a. toodi gambuusia Põhja-Ameerikast NSV Liitu. Tänapäeval on ta siin edukalt aklimatiseerunud Lõuna-Ukrainas, Kaukaasias, samuti ka Turkmeenias, Tadžikistanis ja Usbekistanis. Kollapalaviku tekitaja — moskiito — vastu võitlemiseks kasutatakse Põhja-Ameerikas analoogiliselt hammaskarbilist *Lebistes reticulatus*'t.

Nii vees kui õhus nägemiseks kohastunud silmadega hammaskarbilistest tuletame siin meelde **neliksilma** (vt. 104. lk.).

AHVENALISTE SELTS (*PERCIFORMES*)

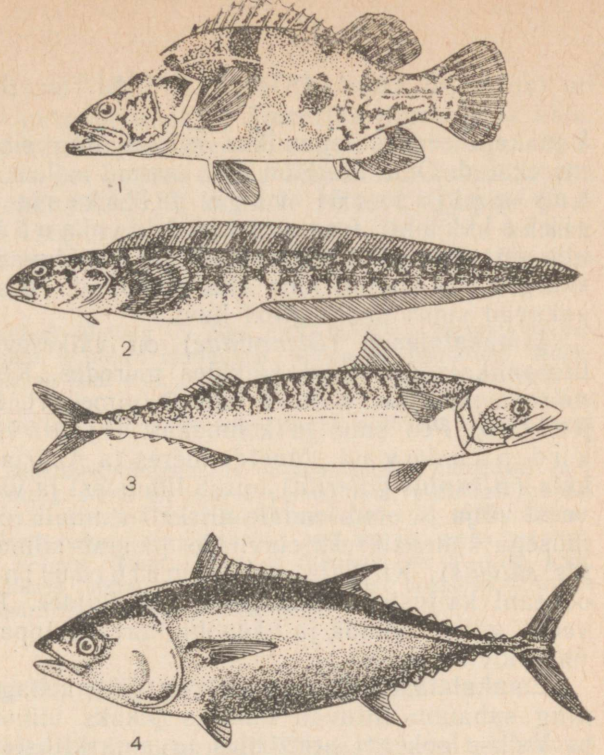
Ahvenaliste selts on luukalade klassis üks kõige liigirikkamaid ja kõige rohkem eristunud kalarühmi: siia kuulub ligi 150 sugukonda, mis rühmituvad enam kui 20 alamseltsiks. Sellisele tohutu suurele vormirikkusele vaatamata on ahvenalistel rohkesti ühiseid tunnuseid. Neil on tavaliselt kaks seljauime, millest eesmine on harilikult ogajate uimekiirtega. Ogajad on ka pärakuuime eesmised uimekiired. Kõhuuimed asetsevad rinnauimede kohal või isegi nende ees. Soomused on enamasti ktenoidsed, harvemini tsükloidsed. Luukoes puuduvad luurakud. Ujupõis on tavaliselt füsoklistne. Mere- ja mageveekalad, kusjuures viimased on levinud peamiselt troopika- ja ekvaatorialadel. Selle seltsi liigid on üldiselt väga suure majandusliku tähtsusega, eriti ahvenalised, küürlased, makrelllased ja tuunlased.

PÄRISAHVENALISTE ALAMSELTS (*PERCOIDEI*)

Pärisahvenalised on kõige tüüpilisemad ahvenaliste seltsi esindajad. Umbes 90 sugukonnast käsitleme siin lühidalt vaid nelja.

Ahvenlased (*Pércidae*) on peamiselt põhjapoolkera mageveekogudes levinud röövkalad (95. joon.). Koonilised hambad kinnituvad peale lõualuude veel mitmele teisele suuõõne luule. **Ahvenat** (*Perca fluviátilis*) leidub kogu Euroopa (välja arvatud Hispaania) ja Siberi (kuni Leena jõeni) jõgedes ja järvedes. Toitub kaladest, hävitab suurel hulgal noorkalu. NSV Liidus püütakse igal aastal umbes 6000 tonni ahvenaid. **Koha** (*Luciopérca luciopérca*) on samuti laialt levinud mage- ja riimveekala. Kaspia—Volga piirkonnas püütakse igal aastal kuni 50 000 tonni koha. Meie vetes elab ahvenlastest veel **kiisk** (*Acerina cérnua*).

Kiviahvenlased (*Serránidae*) on (peale väheste erandite) levinud peamiselt troopiliste merede rannavetes. Umbes 550 liiki. Mustas meres ja Vahemeres elutsevad **kiviahvenad** (*Serranus*) väärivad tähelepanu kui alalised hermafrodiidid. Kaug-



95. joon. Pärisahvenalisi, limakalalisi, makrellilisi ja tuunilisi. 1 — hiinaahven, 2 — emakala, 3 — makrell, 4 — tuun.

Idas, Hiina jõgedes ja Amuuri jões on tuntud kiviahvenlaseks **hiinaahven** (*Siniperca chuatsi*).

Küürlased (*Sciáenidae*) on laialt levinud pelaagilised merekalad troopilistes ja subtroopilistes meredes. Paljud neist häälitsevad, arvatavasti ujupõie rikkalike sopikeste varal. Kagu-Aasia kaluritel on tavaks enne püüniste vette heitmist kuulatada, kas kalad on kohal. Küürlased on suure majandusliku tähtsusega. Hiinas üksi püütakse neid igal aastal 700 000 tonni. Atlandi ookeani küürlastest nimetame suurt (kuni 2 m pikka) röövkala — **kotkaskala** (*Sciaena áquila*). Mustas meres on üheks tuntud ja hinnatud küürlaseks **varjukala** (*Umbrina cirrhósa*).

Kirevlased (*Cichlidae*), enamikus väikesed mageveekalad, levinud Aafrikas, Indias ja Lõuna-Ameerikas, äratavad tähelepanu oma imeilusa kireva värvusega. Peaaegu kõik selle sugukonna liigid h o o l d a v a d l õ i m e t i s t: mõned kaevavad veekogu põhja augud ning hooldavad ja kaitsevad maime; teised (näit. *Tilapia* liigid) kannavad mune suus, kuhu hiljem ka maimud lähevad kaitset ja varju otsima jne. Ligi 400 liiki. Mõned on suure majandusliku tähtsusega, näiteks **ngege** (*Tilápia esculenta*) Aafrika järvedest. Paljusid kirevlasi kasvatatakse akvaariumides.

LIMAKALALISTE ALAMSELTS (*BLENNIOIDEI*)

Limakalalised on enamikus ruljad ning sihvakad laia levikuga merekalad. Oma nime on nad saanud sellest, et nende nahk on kas paljas või väga tillukeste soomustega ja rikkalikult varustatud limanäärmetega. Seljauim on väga pikk, kõhuuimed kas puuduvad või on väikesed ja «kurgu» või koguni lõua alla nihkunud. 18 sugukonda. Kõik nad pakuvad suurt ökoloogilist huvi.

Limakalalased (*Blenníidae*) on väikesevõitu mitmevärvilised litoraalikalad, levinud kõikides meredes. Kõhuuimed mandunud, neis on säilinud vaid 2 või 3 uimekiirt. Nahk pehme ja paljas. Pea suur ja kohmakas. Ujupõis ja lukutiripikud puuduvad. Mustas meres ja Aadria meres levinud **limakala** (*Blénnius galerita*) toitub limustest ja vähkidest. Sageli ronib veest välja ja otsib endale niiskelt rannalt toitu. Tugeva kohastumusega kahepaikseks eluviisiks paistab silma **kitskala** (*Rupiscártes sáliens*). Kitskala on taimetoiduline ja elutseb Vaikse ookeani kaljustel rannaaladel veeloikudes. Ta võib küllalt kaua veest väljas viibida ja hädaohu korral hüppab sisaliku osavusega ühelt kivilt teisele.

Emakalalased (*Zoárcidae*) on pika kehaga põhjakalad. Seljaning sabauim liituvad ühiseks pikaks uimeks. Levinud Atlandi ja Vaikse ookeani arktilistes ja antarktilistes osades. Umbes 60 liiki. Sugukonna üks tüüpilisemaid vorme on **emakala** (*Zoárces vivíparus*), kuni 40 cm pikk, tavaline kala Balti ja Barentsi meres (95. joon.). Toitub peamiselt limustest ja vähkidest. Sünnitab elusaid poegi. Liha on söödav.

Majandusliku tähtsusega limakalalised on ka **huntkalalased** (*Anarrhichidae*). **Huntkalad** (*Anarrhichas*) on suured arktiliste vete põhjakalad. Nad toituvad okasnahksetest ja limustest. Eesmised hambad on suured ja tugevad ning asetsevad puseriti, tagumised meenutavad imetajate purihambaid. NSV Liidus püütakse huntkalu Valges ja Barentsi meres. Liha kasutatakse toiduks, nahast valmistatakse tarbeasju.

1) Millega seletada limakalalaste võimet veest väljas viibida? 2) Emakala sigivus on väike: ta sünnitab kõigest kuni 300 maimu. Millega seda seletada?

MAKRELLILISTE ALAMSELTS (*SCOMBROIDEI*)

Sellesse alamseltsi kuuluvad pelaagilised, sihvaka käävja kehaga kalad (95. joon.). Ujupõis (kui see olemas) on suur, lukutiripikuid palju. Levinud peamiselt troopilistes ja parasvöötme meredes. Suure majandusliku tähtsusega.

Makrelllaste (*Scómbridae*) sugukonna vormide iseloomulikuks tunnuseks on 5 lisauime esinemine tagumise selja- ning sabauime

ja päraku- ning sabauime vahel. **Makrell** (*Scomber scombrus*) on umbes 30—40 cm pikkune Euroopa ja Ameerika litoraalvete kala. Külmal aastaajal siirdub kaugele merele, sageli isegi väga sügavale, suvel tuleb suurte parvedena ranna lähedusse, kus teda siis rohkesti püütakse. Vahel juhtub ta ka meie vetesse. Ujupõie puudumise tõttu saab ta isegi vertikaalsuunas oma asukohta kiiresti muuta. Mustas meres on makrell üheks kõige tähtsamaks tööndus-kalaks.

Mõõkkalalaste (*Xiphiidae*) ülalõug on õige pikk, mõõkjas, teravate servadega ja pika vaheda tipuga. Hambad mandunud. Soomused puuduvad. **Mõõk-kala** (*Xiphias gládius*) kasvab kuni 4 m pikaks, on levinud soojades meredes — Vaikse ja Atlandi ookeani vetes, vahel satub ka Balti merre. Oma mõõkja «sõjariista» tõttu võib see kala kiire liikumise juures ohtlikuks saada isegi väiksematele laevadele.

Makrellilistele väga lähedased «sugulased» on **tuunlased** (*Thúnnidae*) tuuniliste alamseltsist (95. joon.). Need on suured pelaagilised, peamiselt troopiliste merede vormid. Tuunlaste nahas on rikkalik veresoonestik, mille ülesandeks on nähtavasti kehatemperatuuri reguleerimine, sest see on veetemperatuurist mitme kraadi võrra kõrgem. **Tuun** (*Thunnus thynnus*) on 3—4 m pikk, teda leidub peamiselt Vaikses ookeanis, samuti ka Atlandi ookeanis, kust ta tuleb isegi Vahemerre. Suure majandusliku tähtsusega.

MUDILASLISTE ALAMSELTS (*GOBIOIDEI*)

Mudilaslised on väikesed, peamiselt litoraalialadel elutsevad troopiliste ja osalt ka parasvöötme vete kalad (ligi 600 liiki). Seljauime ogajad uimekiired nõrgalt arenenud. Soomused väga väikesed või puuduvad. Küljejoon ja ujupõis tavaliselt puuduvad. Paljud mudilaslised hooldavad oma lõimetist, sageli esineb suguline dimorfism. Rida vorme võib kaua aega veest väljas viibida. Mõned mudilaslised on majanduslikult tähtsad.

Mudilaslaste (*Gobiidae*) sugukonda iseloomustavad iminapaks liitunud kõhuuimed. Iminapale tuleb siin vaadata kui kohastumusele mere rannapiirkondades kividest kinnihoidmiseks tõusu ja mõõna ajal tekkiva veeliikumise puhul. Enamik mudilaslasi on väheliikuvad vormid. Isased on tavaliselt suuremad ja eredama värvusega kui emased. Munad koetakse veekogude põhja. Enamikul vormidel kaevavad isaskalad munade jaoks augud või pesad ja hoiavad (kaitsevad) maime. Et mudilaslasi esineb massiliselt, siis on nad looduses küllaltki suure tähtsusega, olles toitumisahelikus vahevormideks bentose ja suuremate tööndus-kalade vahel. Paiguti on mudilaslased ka küllalt suure majandusliku tähtsusega.

Meie fauna mudilaslastest nimetame ainult **väikemudilast** (*Potamoschistus minútus*). Aasovi, Musta ja Kaspia mere vetes on tähtsaks püügikalaks **leinamudilane** (*Neogobius melanóstomus*). Sellesse sugukonda kuuluvad ka kõige väiksemad kalad —

Misthichthys luzonensis (12—14 mm pikk) ja *Pandaka pygmaea* (7,5—11,5 mm pikk). Filipiinide vetes. Vaatamata oma väikesele suurusele on esimene neist tähtis tööndusskala.

Mudahüpiklaste (*Periophthálmidae*) sugukonna mudilasliste seas on meil tegemist väga omapäraste kohastumustega amfiibseks eluviisiks. Nimetatud kalad on levinud peamiselt India ookeani rannikul, kus nad elutsevad jõesuudmete ja madala ning mudase veega aladel. Toidu hankimiseks, peamiselt putukate püüdmiseks, tulevad mudahüpiklased veest välja ning hüppavad seal ringi oma käpataoliste rinnauimede ja sabauime varal. Nad võivad ronida ka puu otsa, eriti manglipuude kõrgetele juurtele. Lõpuseavad on väikesed ja maal olles pigistatakse need kinni, et lõpused ära ei kuivaks. Hingamine toimub nüüd naha kaudu. Silmad istuvad pikkadel tagasitõmmatavatel «jalgadel», nii et nende abil on võimalik igas suunas näha. Kõige tuntum mudahüpiklane on **mudahüpik** (*Periophthálmus koelreuteri*) — 15 cm pikkune India ookeani rannavete kala.

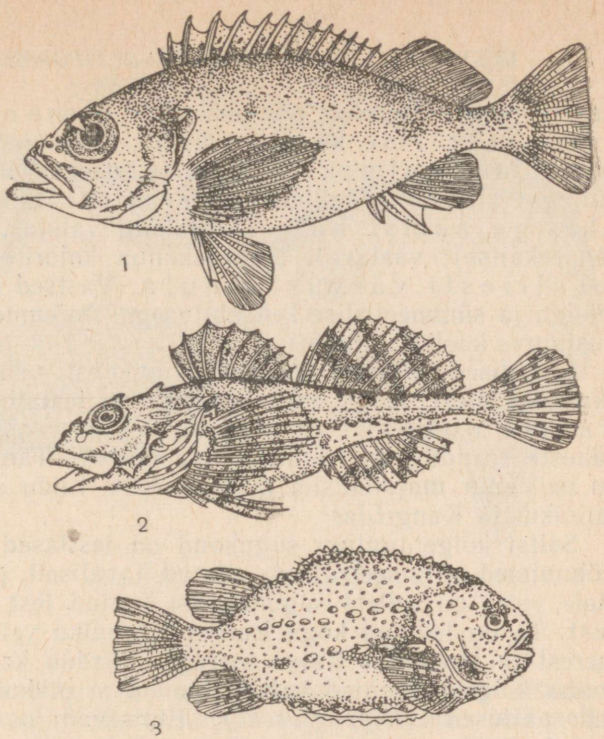
MEREHÄRJALISTE ALAMSELTS (*COTTOIDEI*)

Merehärjalised on kergesti äratuntavad nende pea ehituse järgi: teine infraorbitaal kasvab tahapoole, eeskaaneluu suunas välja, kattes mõnikord kogu põsepiirkonna. Ka pea teised luud ja soomused on sageli ogade ning naastudega («maskiga»). Ogajad uimekiired on tugevasti arenenud (96. joon.).

Peamiselt merekalad, eeskätt troopilistes vetes. Alamseltsi kuulub 20 sugukonda. Tekkinud pärisahvenalistest, on nad väga mitmes suunas eristunud. Bentaali siirdunud vormid muutusid väheliikuvaks ja vastavalt sellele on nende pea suur ja suuava suurenenud, samuti on paljud neist kaotanud soomused (hingamise hõlbustamiseks). Pelaagilised vormid on oma «maski» kaotanud. Litoraalivormidest on paljud omandanud iminapad. Tänu massilisele esinemisele, liigirikkusele ja väga laiale levikule etendavad merehärjalised looduses suurt osa. Paljud vormid on ühtlasi suure majandusliku tähtsusega.

Kõige tüüpilisem ja majanduslikult tähtsam merehärjaliste sugukond on **merepuuklased** ehk **skorpeenlased** (*Scorpáenidae*). Nende ogajate uimekiirte alumikul on mürginäärmed (enesekaitse). Umbes 250 liiki. **Mereahven** (*Sebastes marinus*) on levinud Atlandi ookeanis, kust ta siirdub Põhja-Jäämerre kuni Novaja Zemljani. Elutseb 200—300 m sügavuses, toitub tillukestest vähkidest ja kaladest. Sünnitab elusaid poegi.

Mustas meres ja Vahemeres on tuntud **merepuuk** (*Scorpaena scrofa*). Tema eesmise seljauime ning kõhu- ja pärakuuime ogade torked on väga valusad



96. joon. Merehärjalisi. 1 — mereahven, 2 — nolgus, 3 — merevarblane.

(mürginäärmed!). Elab litoraalis kivide vahel. Ida-India saarestikus ja Austraalia rannikul elab **õudnäsalik** (*Synancéia horrida*), kelle ogapisted võivad inimese surmata.

Merehärglased (*Cóttidae*) on alamseltsi kõige liigirikkam sugukond. Pea on suur, luuogade ja -naastudega. Karakteersed põhjamerede kalad, väiksem osa on levinud ka lõunapoolsetes vetes. Elutsevad litoraali põhjaaladel. Mõned liigid on siirdunud magevette. Meie fauna liikidest on tavalisemad **merehärg** (*Myoxocéphalus quadricornis*) ja **nolgus** (*M. scórpius*).

Väga omapärased merehärglased on **ketasuimlased** (*Cycloptéridae*). Keha on kõrge ning jäme, kaetud pehme paksu nahaga. Kõhuuimed liitunud ja laiaks ning lamedaks imiketтaks muundunud. Ketasuimlased on enamikus litoraali põhjakalad. **Merevarblane** (*Cyclópterus lumpus*) — väheliikuv kohmakas kala — on levinud Atlandi ookeani rannavetes, Balti ja Barentsi meres. Toitub peamiselt vähkidest ja ussidest. Hoiab (kaitseb) oma kudu ja maime.

1) Miks nimetused «mereahven», «merehärg» jne. ei ole õiged? 2) Milleks vajab merevarblane iminappa? 3) Mis tüüpi on merehärjaliste soomused?

LESTALISTE SELTS (*PLEURONECTIFORMES*)

Lestalised on vastavalt põhjaeluviisile lamendunud ja ebasümmeetrilise kehaga kalad. Selja- ning pärakuuim pikk ja pehmete uimekiirtega. Elutsevad liivasel põhjal, ühe küljega allapoole, millele vastavalt silmad asetsevad ühel ja samal küljel. Alakülg valkjas, ülakülg värviline (enesekaitse); vastavalt ümbruskonna koloriidile võivad lestalised kiiresti värvust muuta. Vastsed on pelaagilise eluviisiga ja sümmeetrilise kehaehitusega. Asümmeetria tekib hiljem, kusjuures kaob ka ujupõis.

Lestalised toituvad peamiselt limustest, vähkidest, ussidest ja okasnahksetest. Kõige rikkalikumalt on lestalistefauna esindatud Vaikse ookeani ekvatoriaalsetes ja troopilistes vetes. Peale väheste erandite on lestalised merekalad. Tänu maitsvale lihale on neil suur majanduslik tähtsus, NSV Liidu alal eriti Murmani rannikul ja Kaug-Idas.

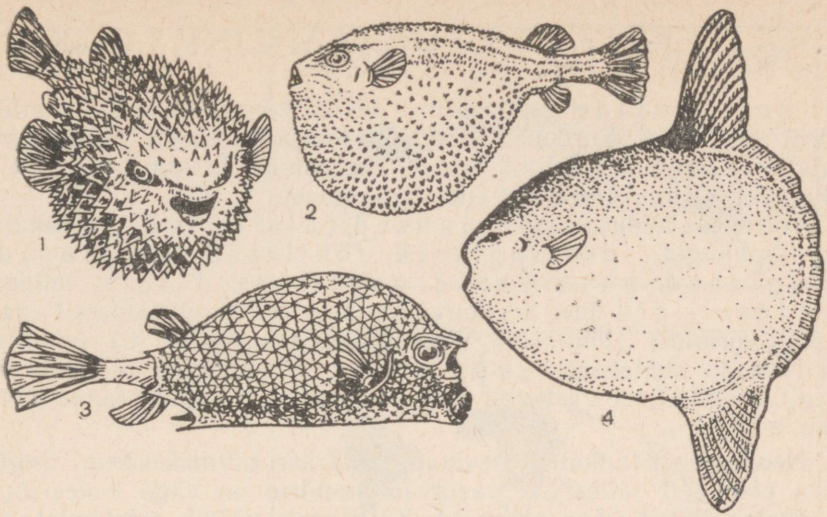
Seltsi kõige tuntum sugukond on **lestlased** (*Pleuronéctidae*). Kõhuuimed sümmeetrilised, silmad tavaliselt paremal küljel. Meie vetes on sellest sugukonnast tuntud **lest** (*Pleuronectes flesus*). Ta on levinud kogu Euroopa ranniku vetes, alates Mustast merest ja lõpetades Valge merega. Siirdub ka jõgedesse. Sugukonna kõige suuremad kalad (kuni 5 m pikkused) on **hiidlestad** ehk **paltused** (*Hippoglossus*). Elutsevad peamiselt arktilistes meredes.

Romblaste (*Bóthidae*) sugukonna vormidel on kõhuuimed ebasümmeetrilised ja silmad asetsevad tavaliselt vasakul küljel. Kõige enam tuntud on **kivikammeljas** (*Rhombus máximus*) ja **silekammeljas** (*R. rhombus*). Kammeljad toituvad peamiselt väiksematest kaladest. Kivikammeljas, keda vähesel arvul kohtab ka meie vetes, on levinud Lääne-Euroopa rannavetes, Vahemerest kuni Põhjamereni.

KERAKALALISTE SELTS (*TETRODONTIFORMES*)

Kerakalaliste keha on tavaliselt lühike ja suuava väike (97. joon.). Uimekiired pehmed. Keha on kaetud omapärase luulise välistoesega, mis koosneb plaatidest, ogadest või luunaastukestest. Ülalõualuud ja ees-ülalõualuud liituvad lühikeseks teravaks «nokaks». Hambad on peiteljad ja kinnituvad lõualuudele. Toes nõrgalt luustunud. Ujupõis suletud või puudub. Üks osa maost on eraldunud; niisugusesse maokotti võivad loomad võtta õhku ja vastavalt sellele oma erikaalu vähendada.

Levinud peamiselt troopilistes meredes. Toituvad limustest ja krabidest.



97. joon. Kerakalalisi. 1 — siilikkala, 2 — kerakala, 3 — kohverkala, 4 — kuukala.

Kohverkalalaste (*Ostracióntidae*) sugukond on oma nimetuse saanud sellest, et selle rühma kalade keha on kolme- või neljakandilise kohvri laadi ja liikumatult suletud hulknurksetest luuplaadikestest koosnevasse rüüsse, kusjuures ainult lõuad, uimed ja saba jäävad vabaks. **Neliksarv-kohverkala** (*Ostrácion quadricornis*) on levinud Atlandi ookeani troopilistes vetes.

Kerakalalaste (*Tetrodóntidae*) ja **siilikkalalaste** (*Diodóntidae*) keha on kaetud soomustega, mille välimised osad on muundunud pikkadeks tugevateks ogadeks, või luunaastukestega. Tõmmanud maokoti õhku täis, tõusevad nad veepinnale. Kui hädaoht on möödunud, puhuvad nad õhu suure kohinaga taas välja. M ü r g i s e d. Kerakalalaste hulka kuuluvad kõige mürgisemad kalad üldse. Mõnede kerakalalaste sapiga määrisid kohalikud elanikud omal ajal nooli. **Kerakalad** (*Tétrodon*) on levinud Aasias Havai saartest kuni Indiani ja elutsevad väikestes merelahtedes ning jõesuudmete läheduses. **Siilikkalad** (*Díodon*) on levinud kõikides soojades meredes.

Kuukalalased (*Mólidae*) äratavad tähelepanu oma haabitusega: keha näib olevat tagant nagu pooleks lõigatud. **Kuukala** (*Mola mola*) elutseb sporaadiliselt kõikides troopilistes ja osalt ka parasvöötme meredes. Võib kasvada väga suureks (üle 700 kg raskeks). Kuukala tuleb pidada kõige viljakamaks kalaks: ta koeb kuni 300 miljonit muna (marjatera).

1) Millistes biotoopides kerakalalased (peamiselt) elutsevad? 2) Millega seletada kuukala suurt viljakust?

IV. KALADE GEOGRAAFILINE LEVIK

Mageveekalade geograafilise leviku kõige üldisemal vaatlemisel selgub, et Euroopa, Siberi ja Põhja-Ameerika (arktogea) kalafauna on märgatavalt erinev Austraalia, Lõuna-Aasia, Aafrika ning Lõuna-Ameerika (neogea) omast.

Arktogeas leiduvad kõhrluused, täisluused (mudakala ja vaaphaugid), heeringlased, lõhilased, karplased, hauglased, ahvenlased, ogaliklased, luts, mõned võldaseliigid jne. Seejuures on iseloomulik, et valdaval enamikul vormidel (lõhilastel, ahvenlastel, hauglastel jt.) on siin pidev ja suhteliselt suur areaal. Niisugune pidevus on tingitud sellest, et vastavad maa-alad on alati moodustanud ühtliku terviku.

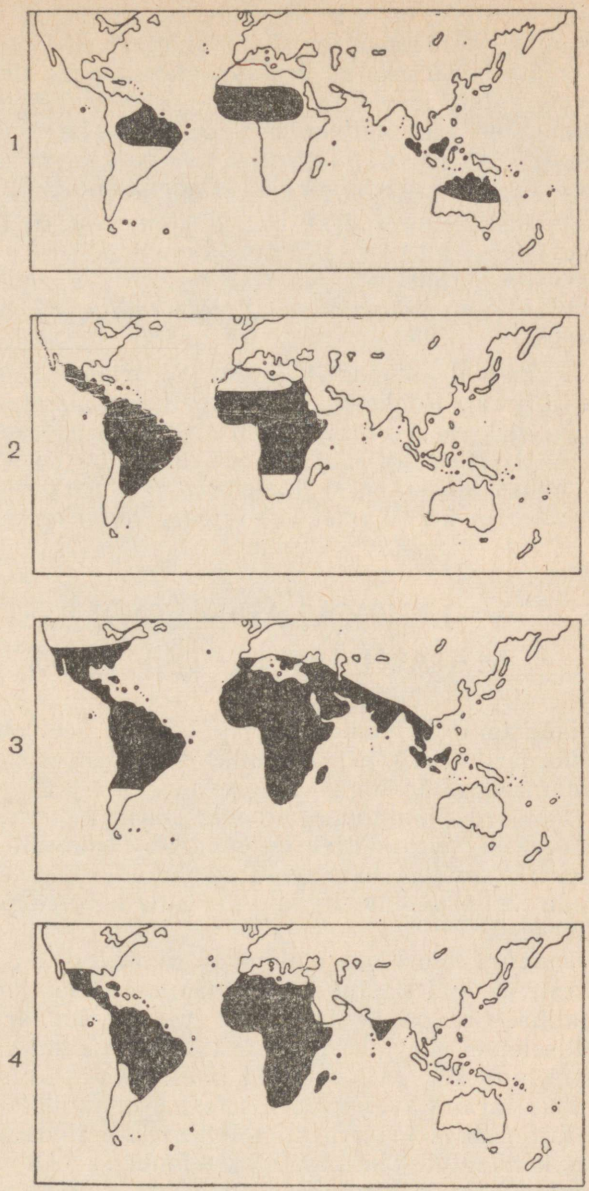
Neogeas on luukalade levikupilt märksa mitmekesisem, tingituna põhiliselt sellest, et vastavad mandrid on väga isoleeritud ja ökoloogiliselt väga erinevad. Kõigepealt väärib märkimist, et siin on rohkesti geoloogiliselt vanu kalarühmi: käsiuimsed, karatsiinlased, hammaskeellased jt. Ka kõik retsentsed koaankalad on siin levinud. Mõned kalarühmad on neogeas väga iseloomulikud, nagu hammaskarplased, kirevlased, ronikalalased (*Anabántidae*), kroomlased (*Chrómidae*) jt. (98. joon.).

Suure fülogeneetilise tähtsusega on nähtus, et rohkesti neogea vorme on katkendliku areaaliga. Nii esinevad kirevlased Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Aafrikas ja Lõuna-Indias; ronikalalased — Aafrikas, Ees- ja Taga-Indias ning Malai saarestikus; karatsiinlased — Aafrikas ning Lõuna-Ameerikas jne.

Meredes ja ookeanides on kalade elutingimused ühtlikumad kui mageveekogudes ja leviku barjäärid on siin hoopis väiksemad kui magevetes. Sellest tuleneb, et merekalade areaalid on suuremad kui mageveekalade areaalid. Merekalade levilate võrdlemisel ei saa aga lähtuda ainult geograafilisest asukohast, vaid siin tuleb arvestada ka biotoope ja kalade vertikaalset levikut.

Arktilist litoraali iseloomustab erinevate vormide vähesus. Selle piirkonna tuntumaks vormiks on merehärg.

Boreaalses litoraalis on kalavorme märksa rohkem. Iseloomulikud sugukonnad on siin merehärglased, tursklased, ketasuimlased, limakalalased, heeringlased, lestlased, romblased; leidub isegi lõunapoolseid vorme, nagu mokk-kalalased (*Labridae*), noolhauglased (*Sphyraenidae*), hobumakrelllased (*Carangidae*), merehobukesed jt. Ka tuleb märkida, et Vaikse ookeani boreaalses regioonis on kalade vormirikkus suurem kui Atlandi ookeani selles valdkonnas.



98. joon. Näiteid pärisluuste kalade levikust. 1 — hammaskeellased, 2 — karatsiinlased, 3 — hammaskarplased, 4 — kirevlased.

Troopiliste merede litoraali kalafauna on väga vormirikas ja arvukas, kuid geograafilises mõttes siiski võrdlemisi ühtlane. Troopilised merekalad äratavad tähelepanu kirevate värvuste, läikivate katete ja veidra kehakujuga. Kõige iseloomulikumad sugukonnad on siin näiteks mokk-kalalased, kohverkalalased, ogaselglased (*Balistidae*), kerakalalased, harjashammaslased (*Chaetodóntidae*).

Antarktilisel ja arktilisel alal on rohkesti ühiseid vorme: mitmed emakalalaste perekonnad, mereahven jt. Viimane võis siia sattuda sügavate veehoovuste kaudu. Antarktika autohtconseks sugukonnaks on *Notothenïidae* (pärisahvenaliste alamseltsist).

Pelagiaal on, nagu öeldud, kalafauna poolest märksa vaesem kui litoraal. Rohkesti on siin hailisi. Luukaladest on iseloomulikud näiteks lendkalad, tuun, makrell, mõõkkala, purikalad (*Histióphorus*), mõned merehobukese-liigid jt.

Abüssaali kaladest nimetame helendsardelllasi (*Scopélidae*) ja kurdrindlasi (*Sternoptýchidae*).

V. LUUKALADE LOODUSLIK JA MAJANDUSLIK TÄHTSUS

Kalade tähtsus looduse majapidamises seisneb selles, et nad on erakordselt oluliseks vahelüliks selle kolossaalse energia ümbertöötamisel, mida koguvad taimed.

Taimsed planktonorganismid, vetikad ja nende laguproduktid on toiduks selgrootutele loomadele, peamiselt aerjalalistele vähkidele. Alamatest loomadest omakorda toituvad kalad ja nende kaudu satub vastav orgaaniline aine kõrgematesse loomadesse ja inimesesse.

Kuivõrd suurt osa etendavad kalad toiduvaruna, nähtub sellest, et igal aastal läheb maailmaturule üle 30 miljoni tonni kalaliha. See on lihahulk, mis vastab ümmarguselt 120 miljoni pealisele veisekarjale. Inimese toidus on kalaliha kolmandal kohal, piima ning sea- ja loomaliha järel. NSV Liidus langeb 14% kogu toiduks tarvitatavatest loomsetest produktidest kaladele. Kalaliha on fosforirikas ja kergesti seeditav. Kalatööstuse jäätmed ja toiduks kõlbmatud kalad töötatakse ümber kalajahuks, mis läheb koduloomade ja -lindude söödaks ning põldude väetamiseks, niisiis kaudselt ikkagi inimese valguvajaduste katteks.

Kalade soomuseid kasutatakse tehispärlite valmistamiseks. Kalade (angerjate, tursklaste, huntkalade jt.) nahast tehakse käekotte, rahataskuid ja isegi kingi. Tursklaste maksast saadakse vitamiinirikast kalamaksaõli.



1. KALAD

Liblikkala. Mokk-kala. Rihmkala. Merekukk. Mureen. Mereahven. Latimeeria.

NSV Liidu vetes elab ümmarguselt 1000 kalaliiki, kellest majandusliku tähtsusega on umbes 300 liiki. Peamised püügikalad on heeringlased, kes moodustavad meie kalapüügist umbes 15%. Tähtsal kohal heeringlaste püügi poolest on Kaspia meri, kus heeringlaste osatähtsus saagist on umbes 50%.

Teisel kohal on lõhilased, eeskätt Kaug-Ida liigid. Küllalt suur osatähtsus on siin ka siigadel.

Kolmanda koha pärivad karplased: karpkala, latikas, vobla jt. Voblat püütakse peamiselt Kaspia mere põhjapoolsetes osades, karpkala ja latikat Aasovi, Kaspia ning Araali mere basseinis.

Suure majandusliku tähtsusega on koha. Seda püütakse peamiselt Volga, Doni ja Uraali jõe alamjooksul.

Merekaladest, peale heeringlaste, on suure tähtsusega ka tursad ja lestalised. Neid püütakse põhjapoolsetes vetes ja Kaug-Idas, lestalisi ka Mustas meres.

Kõige suurema majandusliku tähtsusega on aga tuurlased. Nende kogupüük ei ole küll suur, kuid liha ja marja (musta kaaviari) väärtuse tõttu tulevad nad kogu kalatoodangus esikohale. Et Põhja-Ameerikas on tuurlaste varud röövpüügi tagajärjel tunduvalt langenud, siis on NSV Liit selle kalarühma produktide toodangu alal peaaegu monopoliseisundis. Tuurlasi püütakse siin peamiselt Kaspia mere basseinist.

Kui vaadelda kalapüüki NSV Liidus valdkondade kaupa, siis saame järgmise pildi.

Esikohale tuleb **Volga—Kaspia** valdkond — Kaspia meri ja sellesse voolavad jõed. See regioon annab Liidu kalasaagist umbes 35%. Peamised püügiobjektid on siin heeringlased, vobla, koha, latikas, karpkala ehk sasaan ja tuurlased (sevrjuuga, beluuga jt.).

Teisele kohale tuleb **Kaug-Ida** valdkond — Kamtšatka poolsaar, Ohhoota ning Jaapani mere rannaveed ja vastavad jõed. See valdkond annab umbes 20% kogu Liidu kalatoodangust. Püütakse peamiselt lõhilasi, heeringlasi, lestlasi, turskilasi jt.

Kolmanda koha pärib **Põhja** valdkond (umbes 20% toodangust). Põhilise osa saagist moodustavad siin mitmed tursklased, heeringlased, lestalised, lõhi jt.

Aasovi—Musta mere valdkond annab 17% saagist. Püütakse peamiselt koha, latikat, karpkala, heeringlasi, tuurlasi, lesta, makrelli.

Mitmeid hinnalisi kalu on NSV Liidus ümber asustatud teistesse veekogudesse: kefaali Kaspia merre, siigu ja räästbiseid Uraali järvedesse, peledit Balti vabariikide järvedesse jne.

Hinnaliste kalade varude kindlustamiseks ja suurendamiseks töötavad NSV Liidus paljud suured kalamajandid-haude-

jaamad. Neist nimetame eeskätt Volhovi, Kaspia ja Ufaa haudejaama. Eesti NSV-s on kalahaudejaamad Sindis, Äksis, Pidulas, Keila-Joal jm. Forelle kasvatatakse Põlulas.

Rohkesti kalu, eeskätt kiiresti kasvavaid karpkalu, kasvatatakse kolhoosides ja sovhoosides.

Kõikides suuremates kalapüügipiirkondades töötavad teaduslikud asutused kalade bioloogia uurimiseks ja kalapüügi igakülgseks ratsionaliseerimiseks.

KOAANKALADE KLASS
(CHOANICHTHYES)

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS JA PÕLVNEMINE

Koaankalade klassi kuuluvad kopskalad ja vihtuimsed kalad. Esimese rühma moodustavad neotseratodus (Austraaliast), protopterus (Aafrikast) ja lepidosiiren (Lõuna-Ameerikast), teise rühma kuulub üksainus liik — latimeeria (Lõuna-Aafrika kaguranniku lähedalt).

Kopskalad on mageveekalad ja hingavad nii lõpustega kui ka kopsudega, millest nad on ka oma nime saanud. Kopsudega hingamise korral pääseb õhk ninaõõnest kopsudesse suuõõne laes olevate sisemiste ninaavade ehk **koaanide** kaudu, mis ninaõõnt suuõõnega ühendavad. Latimeeria on merekala ja hingab ainult lõpustega. Koaanid tal järelikult puuduvad. Koaanid puuduvad ka latimeeria otsestel eellastel (tsölakantiididel). Latimeeria eellaste paralleelvormidel (osteolepiididel) olid aga koaanid olemas. Seetõttu hakkas ameerika paleontoloog Romer (1937. a.) vihtuimseid kalu koos kopskaladega nimetama koaankaladeks ja eraldas nad iseseisvaks klassiks. Kuna hiljem selgus, et osteolepiidide koaanid ei ole kopskalade koaanidega homoloogilised, siis soovitas ta hiljem koaankalade nimetus asendada lihasuimsete ehk sarkopterüügide (*Sarcopterygia*) nimetusega, sest nii kopskalu kui ka vihtuimseid iseloomustavad lihastega varustatud ja soomustega kaetud loibjad paarilised uimed[1].

Õppekirjanduses arvatakse kopskalad ja vihtuimsed tavaliselt luukalade hulka, kusjuures teised luukalad koondatakse kiiruimsete (aktinopterüügide) rühma. Selline liitmine on liigagi kunstlik. Kopskalad ja vihtuimsed on lähedases suguluses ja erinevad teistest luukaladest ehk kiiruimsetest kaladest paljude olu-

[1] Sisuliselt on lihasuimsed kahtlemata parem nimetus kui koaankalad. Võiksime aga siiski jääda vanema nimetuse juurde. Paarilised lihasuimed iseloomustavad ju ka käsiuimseid ja ometi eraldati nad vihtuimsetest, samuti nagu sõõrsuud me loeme selgroogsete hulka, kuigi neil selgroog puudub.

liste tunnuste poolest, osalt isegi enam kui alamatest maismaaselgroogsetest (amfiibidest). Nende eraldamine iseseisvaks kalaklassiks on seega põhjendatud ja vajalik.

Koaankalade eraldamine kiiruimsetest on õigustatud ka paleontoloogilistel kaalutlustel. Koaankalade minevikku võib jälgida sama ajani (või veidi veelgi kaugemale) kui kiiruimsete minevikku, kusjuures nad olid juba tol ajal viimastest eraldunud. Nad olid võrdlemisi suured madalate mageveekogude kalad, heterotserkse sabauimega, kahe seljauimega (erinevus paleoniskoididest!), kosmoidsoomustega (vt. allpool) ja nende koljul oli rohkesti katteluid. Ka olid nende rinnauimed juba siis tugeva lihasterikka «varrega» ja teistsuguse toesega ning neid kasutati arvatavasti veekogu põhja mööda «roomamiseks».

Samuti olid koaankalad juba varakult eristunud kaheks rühmaks ja edaspidisel arenemisel süvenes see eristumine veelgi. Need rühmad olid vihtuimsed kalad ja kopskalad. Kopskalad läksid üle toitumisele limustest ja vähkidest, millele vastavalt nende hambad liitusid luulisteks plaatideks. Nad jäid aeglaselt liikuvateks vormideks ja säilitasid kopsuhingamise. Triiases nende osatähtsus vähenes ja praegused kopskalad on oma kaugete esivanemate reliktid.

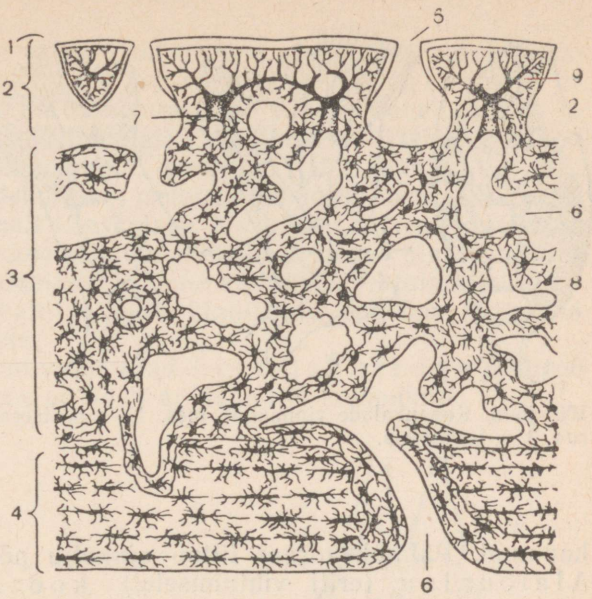
Vihtuimsed seevastu jäid röövkaladeks. Neil olid suured hambad, mille email ulatus rohkete ja sügavate kurdude kujul dentiinisse (labürintodontsed hambad). Ka olid nende paarilised uimed teistsuguse toesega kui kopskaladel. Devonis ja osalt ka kivisöeajastul olid vihtuimsed peaaegu valitsevaks kalarühmaks.

Vanapärased vihtuimsed — osteolepiidid ehk ripidistid — surid permis välja, teine haru — tsölakantiidid ehk aktinistid — siirdus elama merre. Paleontoloogilistel andmetel surid ka nemad kriidiajastul välja. Seda suurem oli üllatus, kui avastati (1938. a.) latimeeria, kes osutus tsölakantiidide rühma kuuluvaks vihtuimseks! Latimeeria avastamist tuleb pidada kõige suuremaks sündmuseks faunistilise zooloogia alal viimase 200 aasta jooksul.

II. ÜLDBIOLOOGILINE ÜLEVAADE

Retsentsed koaankalad on võrdlemisi suured (üle 1 m pikad), kohmakad ja aeglaselt liikuvad põhjavormid. Seljauimi on neil kaks, sabauim on difütserkne, kusjuures latimeerial on see jaotatud kolmeks hõlmaks. Hingats on säilinud.

Nagu tähendatud, oli ürgsetel koaankaladel keha kaetud **kosmoidsoomustega.** Need on vihtuimsetel kaladel (latimeerial) säilinud. Nimetatud soomused on enam-vähem rombja kujuga ning



99. joon. Vihtuimse kosmoidsoomuse läbilõige. 1 — emaililaadne kiht, 2 — kosmiinkiht, 3 — käsnkiht (vaskulaarkiht), 4 — isopediinkiht, 5 — poor (ava), 6 — kanalid, 7 — pulbiõõs, 8 — osteoblast, 9 — dentiini kanalikesed.

koosnevad neljast kihist: õhukesest pindmisest **emaililaadsest kihist**, rohkete pulbiõõntega **kosmiinkihist**, urbsest paksust **käsnkihist** ja õhikulise ehitusega **isopediinkihist** (99. joon.). Kosmoidsoomus erineb ganoidsoomusest seega käsnkihi ja ganoiinkihti asendava emaililaadse väliskihi poolest.

Retsentsetel kopskaladel on kosmoidsoomus tugevasti lihtsustunud: kosmiinkiht on kadunud, soomus hakkab omandama elasmoidsoomuse (ja nimelt tsükloidsoomuse) ilmet.

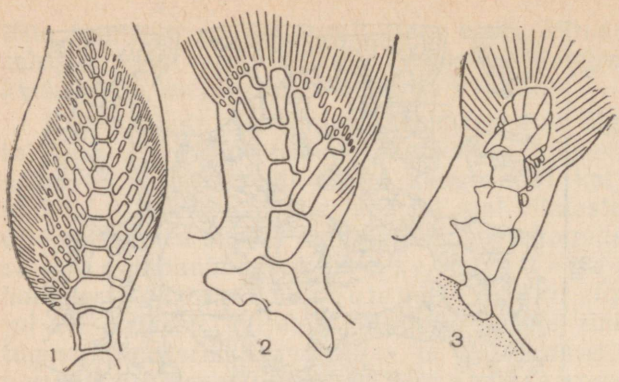
Koaankalade **toese** kõhrelised osad on võrdlemisi vähe luustunud, katteluude osatähtsus seevastu on küllaltki suur.

Selgroolülidel puudub keha, need koosnevad ainult üla- (neuraal-) ja alakaarest (hemaalkaarest). Vastavalt sellele on siin seljakeelik kogu ulatuses väga hästi säilinud.

Kolju kõhreline osa on nõrgalt luustunud. Ajukolju katteluud olid ürgsetel koaankaladel (eriti kopskaladel) väikesed, kuid rohkearvulised. Retsentsetel koaankaladel seevastu on ajukolju katteluud suured ja õhukesed, kuid sellele vastavalt on nende arv tugevasti vähenenud.

Vihtuimsete ajukolju jaotub kaheks osaks: tagumiseks ja eesmiseks, kusjuures need osad on isekeskis liigeselises ühenduses.

Koaankalade näokolju iseärasuseks on ülalõualuu puudumine; kopskaladel on isegi ees-ülalõualuu ja hambaluu



100. joon. Koaankalade rinnauime toes. 1 — neotseratodus, 2 — *Eusthenopteron*, 3 — latimeeria.

kadunud. Palatokvadraat liitub ajukolju põhjaga (autostüülia). Alalõualuu (eriti vihtuimsetel) koosneb väga mitmest osast. Pea alumisel küljel leiame gulaarplaadid.

Suure tähelepanu osaliseks on saanud koaankalade rinnauime (ja kõhuuime) toes. Õlavöödet iseloomustab rangluu olemasolu. Uime enese toes on vihtuimsetel ja kopskaladel erinev.

Vihtuimsete **rinnauime** toese proksimaalne osa koosneb ühestainsast luust (mis on võrreldav maismaaloomade õlavarreluuga); sellele järgneb kaks paralleelset luud (mida võib võrrelda maismaaselgroogsete küünar- ja kodarluuga), viimasest edasi leiame mitmeid luid (mis on võrreldavad maismaaselgroogsete randme- ja kämblaluudega), millele kinnituvad lepidotrihhid (100. joon.). Vihtuimsete rinnauime toes meenutab seega ürgsete maismaaselgroogsete (kahepaiksete) eesjäseme toest ja on nähtavasti selle «eellane».

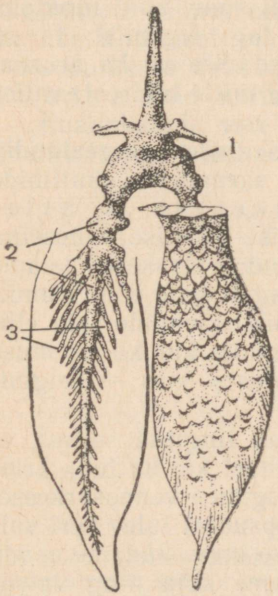
Kopskalade rinnauime toeses leiame rohkesti ridamisi asetsevaid kõhri, mis moodustavad rinnauime telje. Selle kummalegi küljele kinnitub neotseratodusel rida osadeks liigendunud pulkjaid kõhri (100. joon.). Niisugune rinnauim meenutab linnu sulge ja on tuntud biseriaalse rinnauime nime all.

Koaankalade **peaaju** eritunnuseks on soonkoti tugev vähenemine (vihtuimsetel) või täielik puudumine (kopskaladel), alasagarate nõrk areng ja keskaju väiksus. Muus osas on vihtuimsetel peaaju areng läinud teist teed kui kopskaladel. Vihtuimsete peaaju (ja ka seljaaju) on suhteliselt väga väike. Kopskalade otsaju on võrdlemisi tugevasti arenenud: ta jaotub kaheks poolkeraks, kusjuures nende lagi on närvirakkuderikas ja moodustab otsaju mantli, sarnanedes ses suhtes amfiibide otsajuga ja erinedes luukalade otsajust.

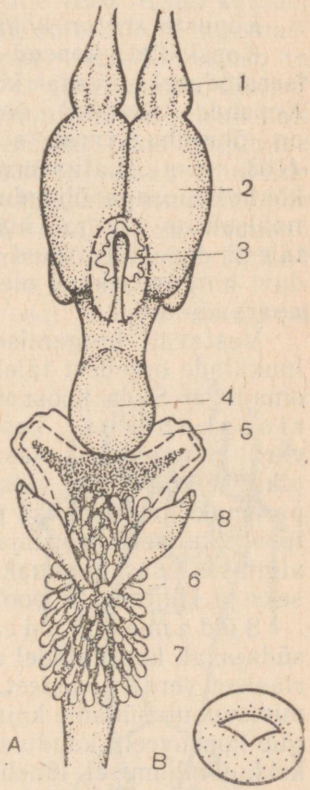
Vihtuimsete otsaju on väike, kuid ehituse plaanilt sarnaneb kopskalade otsajuga. Väikeaju seevastu on kopskaladel väga nõrgalt arenenud, moodustades väikese vahelüli kesk- ja järelaju vahel (nagu amfiibidelgi). Vihtuimsetel (latimeerial) on väikeaju siiski märksa paremini arenenud (102. joon.).

Koaankalade **seedekulgla** iseloomulikkudest omapärasustest tuleb märkida kõigepealt kopskalade hambaid. Need kujutavad endast viie-kuue ettepoole suunduva «hambakesega» plaate, millest üks paar kinnitub suulaeluudele, teine alalõuale. Vihtuimsetel kaladel on rohkesti hambaid ja need kinnituvad suuõõne piirkonna mitmesugustele luudele.

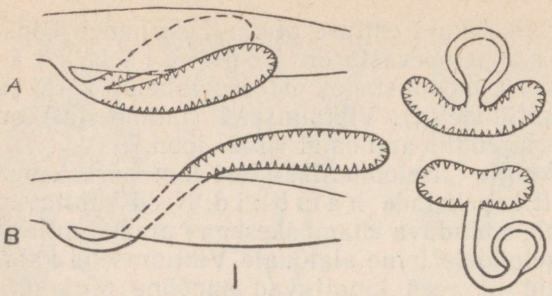
Koaankalade sool on varustatud keeritskurruga ja lõpeb kloaagiga. Pankreas on hästi arenenud ja kompaktne.



101. joon. Kopskala kõhuuime toes. 1 — vaagnavööde, 2 — basaalid, 3 — radiaalid.



102. joon. Kopskala peaaju. A — pealtvaates, B — otsaju «poolkera» ristlõige. 1 — haistesagar, 2 — otsaju poolkera, 3 — käbikeha, 4 — nägemissagar, 5 — väikeaju, 6 — piklikaju, 7 — endolümfiurke harud, 8 — endolümfiurge.



103. joon. Protopteruse, lepidosiireni (A) ja neotseratoduse (B) kopsud külgvaates ja ristlõikes.

Lõpuste arv on koaankalade eri perekondadel erinev.

Kopskalade **kopsud** on ürgselt paarilised, kuid neotseratodusel on vasak kops mandunud, nii et ta on «ainukopsuline». Kopsude sisepind on kärjelise ehitusega ja nad on õhujuha varal söögitoru kõhtmise osaga ühenduses (103. joon.). Latimeeria kops on paaritu ja on samuti söögitoru kõhtmise osaga ühenduses. Ta on suhteliselt suur, kuid funktsionaalselt ei ole tal hingamisega enam midagi tegemist: ta on täiesti degenereerunud ja rasvkoega täitunud. See on ka arusaadav: hingamiseks ei ole teda vaja, samuti ka mitte hüdrostaatilise aparaadina.

Vastavalt hingamise omapärale on kopskalade **ringeelundid** luukalade omadest täiel määral erinevad ja sarnanevad amfiibide omadega. Süda koosneb kojast, vatsakesest ja arterioskuhikust, kusjuures koda on osalise pikutise vaheseina varal paremaks ja vasakuks pooleks jaotatud; vatsakeses leiame pikutise kurru, mis vatsakese kokkutõmbel jagab selle õõne samuti paremaks ja vasakuks pooleks. Arteriooskuhiku klappide rida «liitub» pikutiseks keeritsjaks «vaheseinaks», jagades kuhiku sisemuse algmises osas paremaks ja vasakuks, kaugmises osas — selgmiseks ja kõhtmiseks pooleks.

Südame osade poolitumine on tingitud sellest, et süda saab kopskaladel nii venoosset verd kehast kui ka juba arteriaalset verd kopsudest. Kehast tulev veri koguneb venoosurkesse, mis suubub südame koja paremasse ossa. Kopsudest tulev veri valgub kopsuveeni kaudu südame koja vasakusse ossa. Südame osade kokkutõmbumisel läheb venoosne veri südame koja ning vatsakese parempoolseid osasid kaudu ja arteriooskuhiku parempoolse selgmise osa kaudu tagumistesse tooma-lõpusearteritesse, sealt lõpuste kaudu seljaaorti, osalt aga kõige tagumise tooma-lõpusearteri haru ehk **kopsuarteri** kaudu kopsudesse. Kopsudest tulev arteriaalne veri liigub südame koja ja vatsakese vasakpoolseid

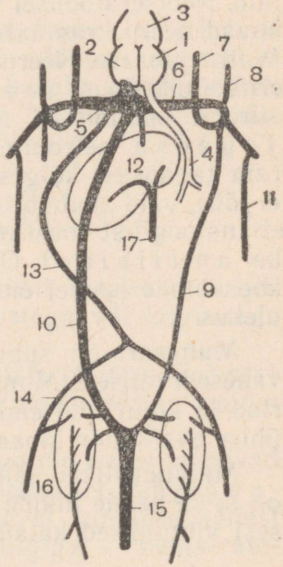
osasid kaudu ning arteriooskuhiku vasakpoolse kõhtmise osa kaudu eesmistesse tooma-lõpusearteritesse, nende kaudu lõpustesse ja sealt edasi seljaaorti.

Kui hingamiseks kasutatakse lõpuseid, siis saavad kõik viimalõpusearterid ja seega ka seljaaort arteriaalset verd ning keha varustamine arteriaalse verega on täiuslikum kui kopsuhingamise korral.

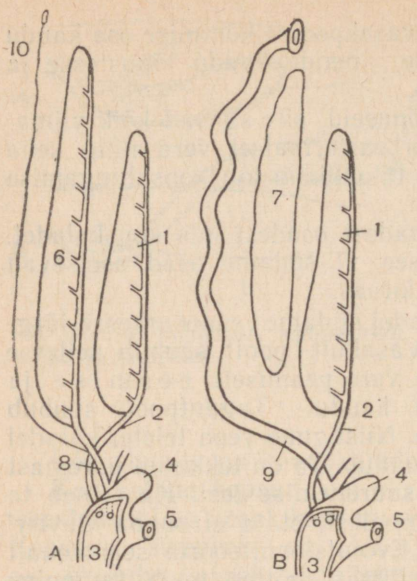
Vihtuimsetel koosneb süda samadest osadest mis kopskaladel. Omapäraseks nähtuseks on siin see, et südame osad asetsevad enam-vähem üksteise taga, s. o. pikireas.

Venoosne veri koguneb kopskaladel südame venoosurkesse järgmiste peamiste veenide kaudu. Vasakult poolt suubub sellesse vasak Cuvier' juha, mis saab oma vere peamiselt eesmise ja tagumise kardinaalveeni kaudu. Tagantpoolt suubub venoosurkesse **tagumine õõnesveen.** Niisugune veen teistel kaladel (kui jätame kõrvale käsiuimsed) puudub. Ta on tekkinud paremast tagumisest kardinaalveenist selle suurenemise teel. Ka erineb ta tagumisest kardinaalveenist selle poolest, et ta ei suubu Cuvier' juhasse, vaid otse venoosurkesse. Evolutsiooniteooria seisukohalt on oluline märkida, et fülogeneetilises mõttes tekib tagumine õõnesveen kopskaladel peaaegu esmakordselt ja vastab amfiibide tagumisele õõnesveenile. Kõhuuimedest tulevate niudeveenide harude liitumisel tekib **kõhuveen** (*v. abdominalis*), mis suubub venoosurkesse (104. joon.). Kõhuveen teistel kaladel puudub, kuid amfiibidel on ta olemas.

Koaankalade vere erütrotsüüdid on väga suured (samuti nagu kõhrkaladel ja amfiibidel).



104. joon. Neotseratoduse vereringeelundid. 1 — südame vasak koda, 2 — südame parem koda, 3 — südame vatsake, 4 — kopsuveen, 5 — venoosurge, 6 — Cuvier' juha, 7 — eesmine kardinaalveen, 8 — kägiveen, 9 — tagumine kardinaalveen, 10 — tagumine õõnesveen, 11 — külgmine nahaveen, 12 — maks, 13 — kõhuveen, 14 — niudeveen, 15 — sabaveen, 16 — neer, 17 — maksa värativeen.



105. joon. Isase (A) ja emase (B) protopteruse kuse-suguorganid. 1 — neer, 2 — kusejuha, 3 — kloaak, 4 — kusepõis, 5 — pärasool, 6 — raig, 7 — munasari, 8 — seemnejuha, 9 — munajuha, 10 — mandunud Mülleri juha.

Kopskalade **neerud** on paarilised; latimeerial on nad teineteisega servapidi liitunud. Neerujuhad (Wolffi juhad) avanevad kloaaki.

Raiad on suured; latimeerial on nad ebasümmeetriliselt arenenud. Neotseratodusel väljub raiast rohkesti viimajuhakesi, mis suubuvad neeru kraniaalsesse ossa ja avanevad selle nefronite kaudu Wolffi juhasse. Neeru kraniaalne osa on siin seega kaotanud oma eritusfunktsiooni ja astunud suguelundkonna teenistusse. Lepidosiirenil suunduvad raiast tulevad seemnejuhakesed läbi neeru tagaosa nefronite kaudu Wolffi juhasse. Protopterusel väljub raia tagaosast kõigest üksainus viimajuhake, mis üldse neerusse ei lähe, vaid suubub iseseisvalt kloaaki (105. joon.). Märgime siin, et analoogilist «neerude vabanemist raiast» võime hiljem täheldada ka amfiibidel. Omapäraseks nähtuseks tuleb pidada seda, et kopskalade isastel on ka Mülleri juhad säilinud, kuigi mandunud olekus.

Munasari on suur ja paariline, munarakud on suured, kuid vähesearvulised. Munajuhad (Mülleri juhad) algavad eraldi lehtrina ja kujutavad endast pikki väändunud torukesi, mis suubuvad ühise ava kaudu kloaaki.

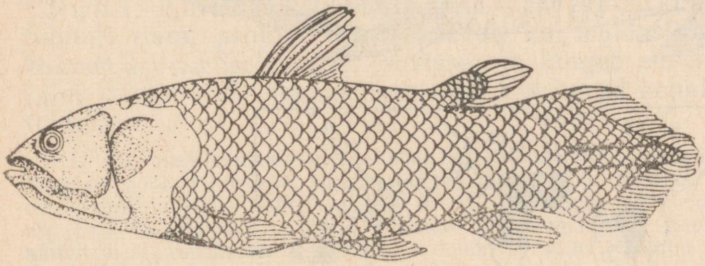
Majanduslikku tähtsust koaankaladel ei ole. Haruldaselt väike on ju ka nende liikide arv. Teadusele on nad aga suure tähtsusega, sest vihtuimsed kalad on maismaa-selgroogsete eellased.

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

VIHTUIMSETE ALAMKLASS (*CROSSOPTERYGII*)

Vihtuimsete kalade ehk krossopterüügide kõige iseloomulikumaks tunnuseks on kahtlemata nende rinnauimede toes, eriti sellisena, nagu see esineb fossiilsetel vormidel (nimelt osteolepiididel). See, nagu teame, meenutab vihta (kuidas?) ja sellest on alamklass oma nimegi saanud. Tuletame ka meelde, et uime basaalne osa («vars») on lihasterikas ja soomustega kaetud.

Vihtuimsetest kaladest on säilinud üksainus liik — **latimeeria** (*Latimeria chalumnae*). Kõik selle liigi seni püütud eksemplarid on pärit India ookeanist, Madagaskari lähedusest.



106. joon. Latimeeria.

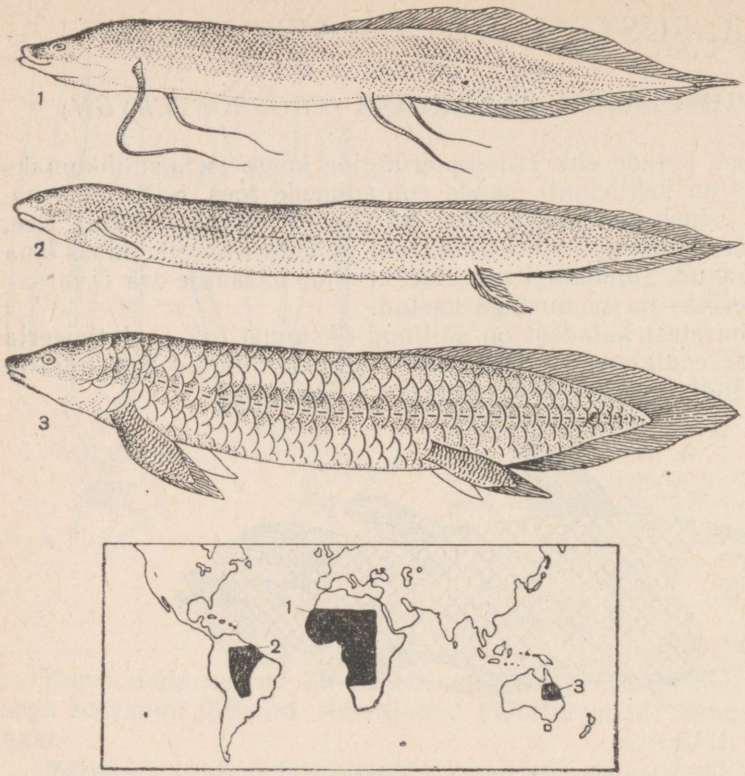
Latimeeria on sinakashall, valkjate tähnide, tugeva, kuid kehast vähe eraldunud sabaga suur (kuni 1,8 m pikkune) kohmakas kala (106. joon.). Elutseb mere põhjas, basaltrahnude vahel, umbes 150—800 m sügavuses. Kardab valgust. Toitub teistest kaladest.

KOPSKALADE ALAMKLASS (*DIPNOI*)

Kopskalad on kõige «tüüpilisemad» kahel viisil hingavad kalad: vastavalt olukorrale hingavad nad kas lõpustega või kopsudega või mõlematega korraga.

Retsentsed kopskalad kuuluvad **tseratoodiliste** (*Ceratodiformes*) seltsi ja jagunevad kaheks sugukonnaks: tseratoodlased ja lepidosiirenlased (107. joon.).

Tseratoodlaste (*Ceratódidae*) sugukonna vorme iseloomustavad väga suured soomused, tugevad rinna- ja kõhuuimed ning p a a r i t u k o p s («ainukopsulised»). Tänapäeval tuntakse sellest sugukonnast ühtainust perekonda üheainsa liigiga — **neotserato-**



107. joon. Kopskalad ja nende levik. 1 — protopterus, 2 — lepidosiiren, 3 — neotseratodus.

dus (*Neocerátodus fórsteri*) ehk «austraalia kopskala», kes esineb Austraalia idapoolsete soiste alade aeglaselt voolavates jõgedes. See on suur (kuni 1,7 m pikkune) aeglane kohmakas põhjakala; toitub limustest, vähkidest ning ussidest. Liha on roosakas ja maitsev. Neotseratoduse lõpused on hästi arenenud, nii et lõpusehingamine etendab siin peaosa. Vahetevahel tuleb ta siiski veepinnale, et kopsudesse õhku neelata; õhu neelamisega kaasneb oigav hääl, mis vaikse ilmaga (ja öösiti) kaugele kuulda on. Ainult suvekuudel, kui vesi roiskub ja hapnikuvaeseks muutub, hingab neotseratodus peamiselt kopsudega.

Kaugemas minevikus olid tseratoodlaste liigid levinud üle kogu maakera.

Lepidosiirenlased (*Lepidosirénidae*) on pika angerjalaadse kehaga, nõrkade niitjate rinna- ja kõhuuimedega, väga väikeste (nahasse peidetud) soomustega ja paarilise kopsuga

(«kahekopsulised») kalad. Arenemine toimub moonde teel, vastsetel on välislõpused.

Sellest sugukonnast on säilinud kaks perekonda: protopterus ja lepidosiiren.

Protopterus on levinud Aafrika läänepoolsetel aladel. Teada on 4 liiki, millest tuntuim on *Protópterus annectens*. Protopterused on kuni 2 m pikad välislõpustega kalad, kes elavad jõgedes ning madalates soovetes. Suviti, kui veekogud ära kuivavad, uuristuvad nad mutta, eritavad endale ümber limast «kihnu» ja jäävad suveunne. Suveune ajal hingavad nad ainult kopsudega. Kunstlikkudes tingimustes võib selline suveuni kesta 3—4 aastat. Vihmade tulekul ärkavad protopterused üles ja alustavad intensiivset toitumist. Söövad usse, väikesi kalu ja (peamiselt) konni. Protopteruste liha kasutatakse toiduks.

Lepidosiiren, ühe liigiga — *Lepidosiren paradoxa*. See on Lõuna-Ameerika soiste maa-alade kala, kuni 1,3 m pikk. Samuti nagu protopterused, kaevub ka lepidosiiren suviti veekogude kuivamisel mutta (savisse) ja langeb suveunne. «Kihnu» ta ei valmista. Ka lepidosiireni liha kasutavad kohalikud elanikud toiduks.

1) Mis iseloomustab kalade soomuste fülogeneetilist arengut? 2) Milliste tunnuste poolest erinevad koaankalad luukaladest? 3) Millised ühised tunnused on koaankaladel ja kahepaiksetel? 4) Millised tunnused iseloomustavad vihtuimseid? 5) Millised olulised tunnused iseloomustavad kopskalu? 6) Mida näitab meile kopskalade geograafiline levik? 7) Miks ei olnud latimeeriat kopse resp. ujupõit vaja?

KAHEPAIKSETE KLASS *(AMPHIBIA)*

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS, PÕLVNEMINE JA SÜSTEMAATILINE JAOTUS

Kahepaiksed ehk amfiibid — konnad, vesilikud, salamandrid jne. — on esimesed maismaaselgroogsed. Üleminek veest maismaale oli murranguliseks sündmuseks selgroogsete evolutsioonis. Seda võimaldasid peamiselt kaks asjaolu.

1. Kalade uimjäsemed (paarilised uimed), ehitatud lihtsa hoova printsiibil, muutusid pikkamisi **varvasjäsemeteks**, liithoova tüüpi liikumisvahenditeks. Niisugused jäsemed võimaldasid keha toetumist aluspinnale ja liikumist maad mööda. Varvasjäse iseloomustab kõiki maismaaselgroogseid.

2. Lõpusehingamine asendus **kopsuhingamisega.** Tänu kopsudele ei tarvitsenud kahepaiksed enam alaliselt seotud olla veega. Siirdumine ühekülgsest veekeskkonnast uutesse, avaramatesse ja mitmekesisematesse elutingimustesse lõi omakorda eeldused amfiibide eristumiseks ja edasiseks evolutsiooniks.

Seoses teistlaadi liikumisega hakkab eristuma kael ja pea muutub liikuvamaks: õlavööde kaotab ühenduse koljuga ja tekivad kuklapõndad, mis jäävad liigeselisse ühendusse selgrooga (esimese kaelalüliga).

Nahk muutub kuivemaks, kuigi ta säilitab kaladele omase näärmeterikkuse.

Tekib mitmeid muutusi meeleelundites, sest mõõduandvaks saavad teistsugused signaalid kui vees. Nendest muutustest on kõige olulisemad neuromastide kadumine, keskkõrva kujunemine ja sisekõrva eristumine.

Kopsuhingamisega seoses muutub vereringe ja vereringeelundkond: südame koda jaotub kaheks, hakkab tekkima kaks vereringet: väike (kopsu-) ja suur (keha-)vereringe. Ainevahetus muutub intensiivsemaks.

Kõige selle juures on amfiibid siiski veel väga suurel määral jäänud **kalalaadseteks** loomadeks: 1) nad on poikilotermsed («kül-

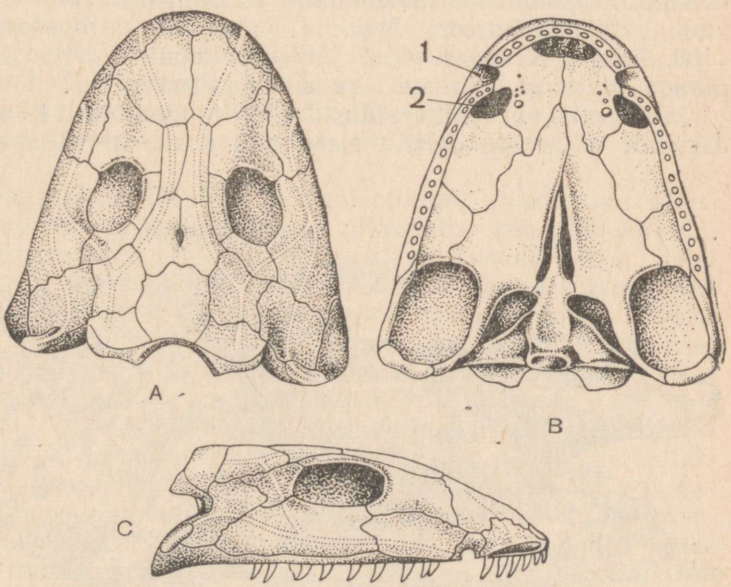
maverelised») loomad nagu kaladki; 2) nende südamel on säilinud alamatele kaladele omane arterioooskuhik; 3) nende erituselundid on sama tüüpi nagu alamatel kaladel; 4) paljude vormide isastel on neerujuha nii kuse- kui ka seemnejuhaks; 5) nende munarakud on õhukese (või sültja) kestaga kaetud ja nende loodetel puuduvad lootekestad; 6) nende arenemine toimub moonde teel: munad munetakse (koetakse) tavaliselt vette ja neist arenevad lõpustega hingavad, jäsemeteta, mõlaja saba ning neuromastidega varustatud, niisiis kalalaadsed vastsed.

Et osa amfiibe elab kogu eluaeg vees, valdav enamik aga läheb vette vähemalt kudemise ajaks, et nende nahk ei talu veel kuigi suurt kuivust ja et nende arenemine toimub vees, siis kannavad kahepaiksed oma nime täie õigusega.

Vastavalt oma kehalaadile (haabitusele) ja anatoomilistele erinevustele jagunevad kaasaegsed kahepaiksed kolmeks seltsiks: sabakonnalised, siugkonnalised ja päriskonnalised.

Sabakonnalisi on teada ligi 220 liiki, siugkonnalisi üle 70 liigi ja päriskonnalisi ümmarguselt 2600 liiki.

Kauges minevikus, eeskätt kivisöeajastu teisel poolel (enam kui 300 miljoni aasta eest) oli amfiibiliike väga palju ja nad olid



108. joon. Ühe ülemdevoni katispealise (*Ichthyostega*) kolju, restaureeritud. A — pealtvaates, B — altvaates, C — külgvaates. 1 — välimine ninaava, 2 — sisemine ninaava.

laialt levinud. Kaasaegsed amfiibid on seega endisaegsete amfiibide vähesed jäänused (reliktid).

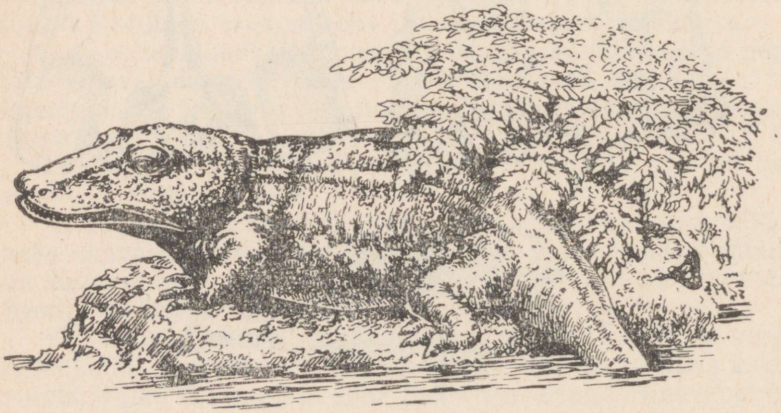
Iidsete amfiibide kolju katteluud moodustasid lausalise katise nende ajukolju ülaosas ja külgedel, mistõttu neid on hakatud nimetama **katispeasteks** (*Stegocephália*). (108. joon.). Praegu on see nimetus süstemaatikas oma tähenduse kaotanud, sest, nagu selgunud, kuulub sellesse rühma väga erinevaid vorme.

Katispeaste põhiliseks rühmaks on osutunud **labürintodondid** (*Labyrinthodóntia*) — suured (60 cm kuni 3 m pikkused), kõige liigirikkamad kesk- ja ülemkarboni, permi ning triiase kahepaiksed. Nende kõige iseloomulikumaks tunnuseks on hammaste ehitus: nende hammaste email moodustab keerukaid kurde, mis ristlõikes meenutavad mingit labürinti.

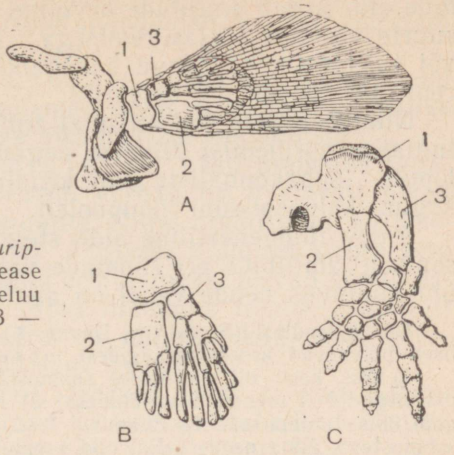
Kõige vanapärasemad ja primitiivsemad labürintodondid on devoni lõpul elanud **ihtüostegaalid** (*Ichthyostegália*). Need olid kalalaadsed loomad, mandunud lõpusekaanega, ülalõualuu serval asetsevate ninaavadega (nagu ka kopskaladel) ja jäsemetega, mis sarnanesid osteolepiidide paariliste uimedega. Ihtüostegaalid olid «neljajalgsed kalad».

Labürintodontidest nimetame veel **stereospondüüle** (*Stereospóndyli*). Need olid suured loomad suure pea, lühikese kere, väikese mandunud saba ning lühikeste ja suhteliselt nõrkade jäsemetega. Kolju oli neil lamendunud, kuklaluudest olid neil säilinud vaid küljekuklaluud. Näitena nimetame *Mastodonsáurus*'t (109. joon.). Triiases surid stereospondüülid välja. Neid tuleb pidada päriskonnaliste eellasteks.

Võrdlemisi varakult eraldusid labürintodontidest lepospondüülid (*Lepospondyli*). Need olid enamasti väikesed, kaunis



109. joon. Üks stereospondüül (*Mastodonsaurus*), restaureeritud. Tema kolju oli umbes 1 m pikkune.



110. joon. Devoniaegse vihtuimse *Sauripterus*'e (A ja B) ja permiaegse katispease kahepaikse (C) eesjäse. 1 — õlavarreluu homoloog, 2 — kodarluu homoloog, 3 — küünarluu homoloog.

eristunud vormid, kes elasid peamiselt väikestes veekogudes ja soodes. Paljud neist olid väga pika keha ja mandunud jäsemetega (näit. *Sauropleura*). Seniste andmete kohaselt võib neid pidada ühest küljest sabakonnaliste, teisest küljest siugkonnaliste eellasteks.

Ürgsed amfiibid tekkisid (põlvnesid) kahtlemata vihtuimsetest (krossopterüügidest), sest ainult neil kaladel oli olulisi ühiseid tunnuseid katispeastega: 1) nende pea oli kaetud luulise «rüüga»; 2) nende kolju laes oli kiirumulk; 3) neil olid labürintodontsed hambad; 4) nende alalõualuu koosnes mitmest luust; 5) nad hingasid (muidugi mitte kõik) kopsudega; 6) nende paariliste uimede toeses oli sarnasust amfiibide jäsemete toesega (110. joon.).

Krossopterüügide ühe osa (osteolepiidide) siirdumine maismaale ja kujunemine amfiibideks on pikaajalise kohastumise tulemus tolleaegsete muutuvate elutingimustega. Devoni kuiva kliima tingimustes oli osteolepiidide elu madalates veekogudes üsna raske (hapnikupuudus, veekogude ärakuivamine, toidu vähesus). Kopsuhingamine pidi täiustuma. Kuivale või mutta jäänud loomad pidid katsuma edasi liikuda, et uusi veekogusid leida. Muidugi toimus see peamiselt paariliste uimede varal, mis seejuures üha enam omandasid varvasjäseme ilme. Kivisöeajastu niiske kliima ning erakordselt rikkalik taimestik veekogude kallastel ja soodes, samuti ka toidu (putukate) küllus maismaal, soodustas kahepaiksete kujunemist. Loodusliku valiku tulemusena omandasid nende jäsemed lõplikult maismaatüüpi jäseme kuju, nende soomusrüü redutseerus, nende nahk muutus abi-hingamiselundiks.

Esialgu olid ürgsetele amfiibidele kõik arenemisvõimalused avatud. Roomajad, kellele nad alguse andsid, kujunesid aga peagi nende vaenlasteks, kellega nad võistelda ei suutnud. Permis muutub kliima kuivaks ja see omakorda raskendab tolleaegsete amfii-

bide elu. Algab amfiibide arvuline vähenemine, mis lõpeb ürgsete suurte vormide väljasuremisega. Püsima jäävad ainult väikesed või taas vette siirdunud kahepaiksed, kes ei saanud olla suurte reptiilide tähelepanu objektiks.

Nüüdisaegsete (retsentsete) amfiibide vahetute eellaste kivistisi tuntakse võrdlemisi hilistest aegadest: päriskonnaliste omi juura lõpult, sabakonnaliste omi kriidiajastust ja siugkonnaliste omi koguni kainosoikumi lõpupoolelt.

Pidev fülogeneetiline side stegotsefaalide eri rühmade ja retsentsete amfiibide eri rühmade vahel seega puudub. Sarnasus ja ühtekuuluvus nende vahel on aga vaieldamatu.

On ka teadlasi (Stensiö, v. Heune jt.), kes arvavad, et saba- ja siugkonnalised põlvnevad krossopterüügidest o t s e s e l t, stegotsefaalidega rööbiti.

1) Mis kasu oli amfiibidel soomusrüü kadumisest? 2) Miks mitte kõik osteolepiidid ei arenenud amfiibideks? 3) Millised on amfiibide ja krossopterüügide ühised tunnused? 4) Enamikul fossiilsetel amfiibidel oli kõht veel kaetud soomustega, kuna nende seljal olid soomused juba kadunud. Millega seda seletada?

II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE JA ÖKOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. Kehakuju ja keha välimine liigendus. Liikumine. Vastavalt oma pikale ajaloolisele minevikule on kaasaegsed amfiibid mitmeti kohastunud maismaa erisuguste elutingimustega. See peegeldub kõigepealt nende kehakujus ja keha üldises välimises liigenduses.

Sabakonnalised ehk u r o d e e l i d on kõige vähem eristunud vormid. Nende keha on üldiselt sisalikulaadne ja lõpeb pika mõlaja sabaga; ees- ja tagajäsemed on enam-vähem ühepikkused ja nõrgalt arenenud.

Vee-sabakonnalised liiguvad u j u d e s, saba külgmiste või vindilaadsete liigutuste abil. Jäsemed ei etenda ujumisel peaaegu mingit osa; nad pööratakse tahapoole. Neid kasutatakse veekogu põhja mööda liikumisel, keha toetamiseks ja tasakaalustamiseks. Mõnede sabakonnaliste keha on väga pikk ja maolaadne (näit. angervesilikkudel). Niisuguste vormide jäsemed on väikesed või hoopis mandunud. Liikumine toimub siin keha looklemise teel (nagu angerjatel või madudel).

Maismaa-sabakonnalised liiguvad r o o m a t e s. Tagajäsemed tõukavad keha ettepoole, eesjäsemed määravad liikumise suuna, keha teeb looklevaid liigutusi. Mõned urodeelid aga võivad küllalt kiiresti j o o s t a.

Siugkonnalised ehk a p o o d i d on maolaadse haabitusega. Liikumine toimub neil roomamisprintsiibil, samuti nagu madudel:

keha looklevate liigutuste abil. Nahk moodustab rohkesti rõngjaid kurde, mis liikumisel kaasa aitavad.

Päriskonnalised ehk a n u u r i d on lühikese lamendunud kehaga. Nende jäsemed on võrdlemisi hästi arenenud, kusjuures tagajäsemed on enamasti märksa pikemad kui eesjäsemed.

Vees liiguvad päriskonnalised u j u d e s: hästi arenenud tagajäsemete tõugete abil. Tagajäsemete varbad on vastavalt pikad ja paljudel ujulestade varal ühendatud. Kiirel ujumisel on eesjäsemed liikumatud ja taha suunatud. Aeglasel ujumisel sirutatakse tagajäsemed vaheldumisi välja ning eesjäsemedki teevad kõndimisliigutusi meenutavaid liigutusi. Maal liikumine toimub enamasti h ü p a t e s, kui aga tagajäsemed ei ole küllalt pikad (näit. kärnkonnadel), siis k õ n d i d e s või isegi j o o s t e s.

Mõned päriskonnalised (näit. lehekonlased) võivad koguni puu otsa r o n i d a. Pikad varbad ja varvastevahelised «lennulestad» võimaldavad mõnedel päriskonnalistel ühelt puult teisele l i u e l d a (vt. allpool).

Kahepaiksete v a r v a s j ä s e m e d (nagu varvasjäsemed üldse) on liigendunud **õlavarreks** (*brachium*) või **reieks** (*femur*), **küünarvarreks** (*antebrachium*) või **sääreks** (*crus*) ja **käpaks** ehk **jalaks** (*pes*). Eesjäseme käpp liigendub omakorda **randmeks** (*carpus*), **kämblaks** (*metacarpus*) ja **varvasteks** (*digiti*), tagajäseme käpp — **kannaks** (*tarsus*), **pöiaks** (*metatarsus*) ja **varvasteks**. Eeskäpal on 3 kuni 5, tagakäpal 2 kuni 5 varvast.

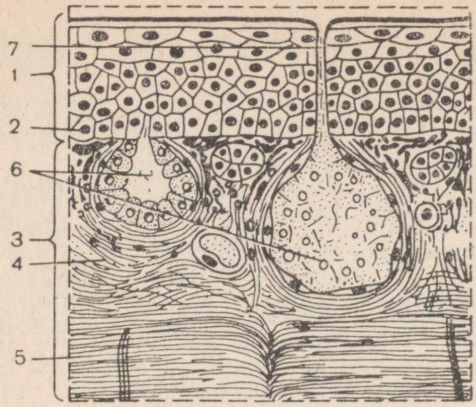
Jäsemete kehapoolne lüli (õlavars või reis) asetseb horisontaalselt. Seetõttu ei suuda jäsemed siin keha raskust veel kuigi hästi kanda. Ühtlasi raskendab jäseme niisugune asend liikumist.

2. **Katted. Näärmed. Värvus.** Kahepaiksete nahk on õhuke ja paljas. Veevormidel on ta ühtlasi limane (samuti nagu kaladel), paljudel maismaavormidel aga võrdlemisi kuiv. Amfiibide vastsete ja vee-urodeelide nahas leiame **küljejooneelundid** (neuromastid): need on kaladelt päritud.

Maismaakahepaiksetel hakkab **marrasknahk** (epidermis) eristuma kaheks kihiks, kusjuures välimise (õhukese) kihi rakud sarvestuvad (111. joon.), siis tükkidena irduvad ja pikkamisi uutega asenduvad. See nähtus, k e s t a m i n e, esineb perioodiliselt, eriti kevaditi. Sarvkiht kaitseb naha alumisi kihte kuivamise eest.

Kahepaiksete **pärisnahk** (*corium*) meenutab kalade oma: sidekoelised kiud paiknevad siin veel võrdlemisi korrapäraselt: rõhtsate, üksteisega perpendikulaarsete kihtidena. Rõhtsatest kihtidest põimuvad läbi vertikaalsete kiudude kimbud, millega koos kulgevad veresooned ja närvid.

Pärisnaha all on õhuke **alusnahk** (*subcutis*). Selle abil kinnitub nahk lihastele. Konlaste ja kärnkonlaste nahk kinnitub lihastele vaid üksikute alusnaharibade abil, nii et naha ja lihaste vahele jäävad ruumikad pilud — l ü m f i u r k e d, mis on täidetud lüm-



111. joon. Konna naha läbilõige. 1 — marrasknahk, 2 — kasvukiht, 3 — pärisnahk, 4 — kohev sidekude, 5 — tihe sidekude, 6 — hulkrakulised näärmed, 7 — näärme viimajuha.

figa (koemahlaga). Seetõttu on konnade nahk võrdlemisi «lahtine».

Amfiibide nahk on näärmeterikas. Vastsetel ja vee-urodeelidel (sabakonnalistel) on need näärmed ainurakulised, samuti nagu kaladel. Maismaa-amfiibidel asenduvad ainurakulised näärmed moonde ajal hulkrakuliste näärmetega — lima- ja seroossete näärmetega. Hulkrakulised näärmed on siin järelikult uudisarendiks.

Limanäärmed (mukoossed näärmed) on suhteliselt väikesed, kaunis rohkearvulised ja levinud üle kogu keha (111. joon.). Neist valgub alatasa lima nahapinnale ja hoiab selle niiske või (veevormidel) isegi limase. Naha niiskus on amfiibidel väga olulise tähtsusega: nende nahk on veresoonterikas ja väga tähtis abi-hingamiselund. Kui näiteks konnal kopsud välja lõigata ja ta vette lasta, siis jääb ta ellu; asetatakse aga vigastamata konn kuiva kätte, siis ta hukkub. See on ka arusaadav: gaasid tungivad ainult läbi niiske naha. Nahahingamise paratamatuse tõttu elavadki amfiibid vees või vähemalt niiskes keskkonnas. Sügiseti, kui konnad sügavamate veekogude põhja (või mutta) talikorterisse poevad, muutub neil kopsude abil hingamine võimatuks ja nad hingavad ainult naha kaudu. Mõnedel sabakonnalistel puuduvad niihästi kopsud kui ka lõpused; nendel on nahk (ja neelu limaskest) isegi ainsaks hingamiselundiks. Neil amfiibidel, kelle nahk on võrdlemisi kuiv (näit. kärnkonnadel) ja kus naha tähtsus abi-hingamiselundina on väiksem, on kopsud hästi arenenud. Ka vee «joomine» toimub kahepaikseil naha kaudu: vesi imbub neil kudedesse läbi naha. Asetatakse näiteks kuiva käes kannatanud konn märja lapi sisse, siis paisub ta peagi suuremaks ja muutub vee arvel raskemaks.

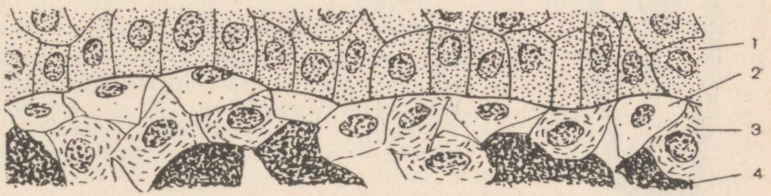
Seroossed näärmed on tublisti suuremad kui limanäärmed. Neid leidub rohkesti salamanderlastel, siugkonnalistel ja kärnkonnadel. Asetsedes rühmiti, muudavad nad naha kühmuliseks ja kõbruliseks. Nende eritis on pahalõhnaline ja mürgine, mistõttu nad kannavad ka *mürginäärmete* nimetust.

Mürginäärmed on amfiibidel passiivse kaitse vahendiks. Kärnkonnade mürginäärmete eritis on valge ja piimjas. Sellest on tekkinudki ekslik arvamus, nagu käiksid kärnkonnad lautades lehmade nisast piima imemas. Tegelikult tulevad kärnkonnad lautadesse lehmadelt kärbseid püüdma, valged vedelikupiisad nende nahal on aga nende mürgivedelik. Väiksematele loomadele, nagu lindudele, hiirtele ja kutsikatele, mõjub amfiibide mürk surmavalt. Tunduvat mõju avaldab ta ka suurematele loomadele ja isegi inimesele. Koer, kellel kärnkonna nina all hoitakse, hakkab turtsuma; satub kärnkonna mürki haavasse, siis hakkab selle ümbrus tugevasti paistetama; kui inimene nuusutab kotti, milles on kärnkonni raputatud, hakkab ta aevastama ja silmad lähevad vesiseks.

Amfiibide **värvus** on nii nagu kaladelgi tingitud naha vastavatest värvainetest — mustast, pruunist, kollakast või punakast pigmendist ja guaniinist. Pigment on nahas difuusselt või terakeste kujul. Difuusset pigmenti (tavaliselt kollakat) leiame marrasknahas. Teraline pigment esineb pärisnaha pigmendirakkudes — **kromatofoorides** (nagu kaladelgi) (112. joon.). Kõige sügavamal asetsevad kromatofoorid (melanofoorid) sisaldavad musta või pruuni pigmenti, kõige pindmised (ksantofoorid) — kollakat või punakat. Kromatofoorid võivad kord lamenduda, kord haraliseks muutuda. Pigmenditerakesed võivad kromatofoorides kompaktseks massiks koguneda või kogu rakku mööda laiali valguda. Guaniiniterakesed — hõbedaläikelised kristallikesed — asetsevad pärisnaha keskmistes kihtides — *guanofoorides*.

Rohelist ja sinist pigmenti amfiibide nahas ei ole ja vastavad värvused tekivad teiste pigmentide koosmõjul: roheline värvus tekib kollase ja musta pigmendi, sinine — musta pigmendi ja guaniini kristallikeste üheaegsel esinemisel.

Amfiibide naha kromatofooride kuju ning värvuse intensiivsuse muutumine, seega ka loomade *värvuse muutumine* toi-



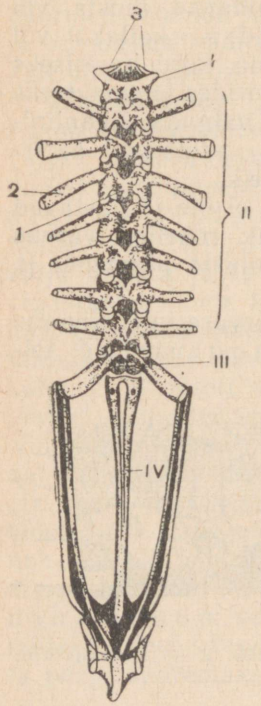
112. joon. Kromatofoorid konna nahas. 1 — marrasknahk, 2 — ksantofoorid, 3 — guanofoorid, 4 — melanofoorid.

mub valguse, ümbruskonna koloriidi, temperatuuri, õhu niiskuse jne. mõjul. Rohukonn näiteks on kuiva käes hele, vihmase ilmaga aga tume — «konnad muutuvad vihmaga või vihma eel mustaks». Kui roheline veekonn panna tumedasse keskkonda, siis muutub ta tumedaks; tagasi rohu sisse panduna muutub ta taas roheliseks jne.

Katsed on näidanud, et amfiibid peavad seejuures oma ümbruskonda nägema: pime loom kaotab võime kohaneda ümbruskonna koloriidiga. Ühtlasi näitavad katsed, et värvuse muutumine toimub närvisüsteemi vahendusel. Osalt mõjuvad seejuures kaasa ka hüpofüüsi hormoonid, mille tekkimist reguleerib peaaju (vahe- ja keskaju).

1) Miks on päeval ja eriti põuasel ajal konni harva näha, vihmasel ajal ja öösiti aga tulevad nad peidupaikadest välja? 2) Miks tungib vesi läbi kahepaiksete naha? 3) Miks amfiibid ei saa elada merevees (soolases vees)?

3. **Toes ja lihastik.** Kahepaiksete, eeskätt päris- ja siugkonnaliste **selgroog** koosneb hästi luustunud selgroolülidest. Selgroolülid on mitmesuguse kujuga. Alamatel amfiibidel — siugkonnalistel ja peamiselt alamatel sabakonnalistel — on selgroolülid **kaksiklohksed** ehk **amfitsöölsed** (nagu kaladelgi). Niisugustel vormidel jäävad seljakeeliku osad eluajaks püsima. Osal anuuridel ja urodeelidel on selgroolülid **tagalohksed** ehk **opistotsöölsed**: selgroolüli



113. joon. Konna selgroog (koos vaagnavöötmega) pealtvaates. I — kaelapiirkond (üksainus selgroolüli), II — kerepiirkond, III — ristluu piirkond (ristluu), IV — sabapiirkond (pahlluu). 1 — ogajätke, 2 — ristijätke, 3 — liigesepinnad (kaelalülil).

keha on eest kumer ja tagant lohus. Osal anuuridel on nad **eeslohksed** ehk **protsöölsed**: selgroolüli keha on eest nõgus ja tagant kumer.

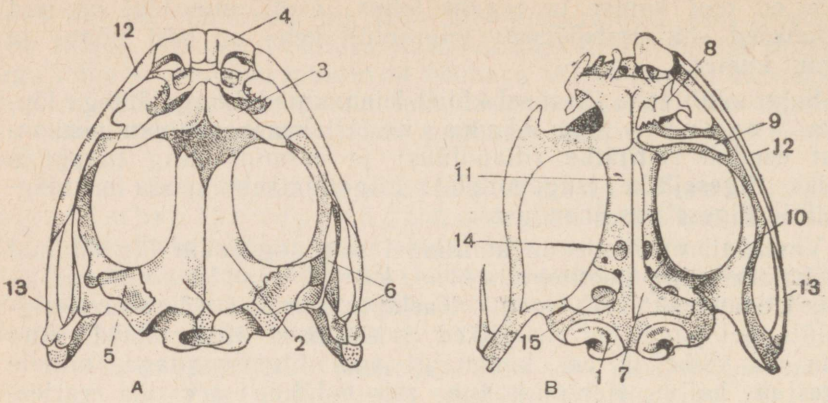
Selgroolüli keha ülemisel küljel leiame madala ogajätkega lõppeva neuraal- ehk ülakaare. Ülakaare alumiku piirkonnast eendub **ristijätke** (diapofüüs) ja eesmine ning tagumine lühike **liigesejätke** (sügapofüüs). Liigesejätkete kaudu on selgroolülid liigeselises ühenduses.

Vastavalt eluviisile on amfiibidel selgroog enam liigendunud kui kaladel ning koosneb kaela-, kere-, ristluu- ja sabapiirkonnast (113. joon.). Kaelapiirkonnas on üksainus selgroolüli. Sel puuduvad ristijätked ja eesmised liigesejätked, tema keha on väike ja ees kummalgi pool liigesepinnaga, millele liigestub kolju. Kerepiirkonna selgroolülide arv on varieeruv: anuuridel on neid tavaliselt 7, apoodidel üle 200. Ristluulülisid on üksainus (apoodidel puudub seegi) ja see kannab tugevaid ristijätkeid (niudeluuga liigestumiseks). Sabapiirkonnas on urodeelidel selgroolülisid rohkesti, apoodidel vähe, anuuridel samuti vähe, kusjuures needki on pikaks **pahlluuks** (urostüüliks) liitunud. Hästi arenenud sabalülid kannavad lisaks ülakaarele ka hemaal- ehk alakaart.

Roided on kaasaegseil amfiibidel redutseerunud: nende jäänused liituvad enamasti selgroolülide ristijätketega. Kõige enam on roided mandunud anuuridel. Tekkelt vastavad saba- ja päriskonnaliste roided kalade ülaroietele.

Kahepaiksete **kolju** on lai ja madal, samuti nagu alamatel luukaladel. Silmakoopad (orbiidid) on enamasti suured ja asetsevad teineteisest eemal, mistõttu koljuõõs ulatub ette silmakoobaste vahele. Koljus on rohkesti kõhre ja luude arv on siin väike (114. joon.).

Ajukolju (*neurocranium*) kuklapiirkonnas leiame kummalgi pool **küljekuklaluu** (*exoccipitale*), kusjuures need mõlemad on kuklapõndaga (*cóndylus occipitalis*), mille varal kolju liigestub selgroole. Ürgsetel amfiibidel oli üks (paaritu) kuklapõnt ja selle moodustas aluskuklaluu. Kõrvapiirkonnas on kummalgi pool samuti üksainus luu — **eeskõrvaluu** (*proóticum*) säilinud. Silmapiirkonnas tekib urodeelidel paariline **silmakiilluu** (*orbitosphenoideum*) ja jääb kolju külgedele. Anuuridel tekib siin aga lühike paaritu torujas koljuõõne ümber asetsev **kiilsõelluu** (*sphenoethmoideum*). Kõik nimetatud luud on aseluud. Ninapiirkond jääb kõhreliseks. Kolju kaane moodustavad katteluud. Urodeelidel leiame siin **kiiruluu** (*parietale*) ja **laubaluu** (*frontale*), anuuridel aga liituvad need kummalgi pool **laubakiiruluuks** (*frontoparietale*). Laubaluudest ettepoole jääb paariline **ninaluu** (*nasale*). Urodeelidel asetseb sellest külgmiselt veel paariline **eeslaubaluu** (*praefrontale*). Ajukolju põhja moodustab **lisakiilluu** (*parasphenoi-*



114. joon. Konna kolju. A — pealtvaates, B — altvaates. 1 — küljekuklaluu, 2 — laubakiiruluu, 3 — ninaluu, 4 — ees-ülalõualuu, 5 — eeskõrvaluu, 6 — soomusluu (tiibkõrvaluu), 7 — lisakiilluu, 8 —sahkluu, 9 — suulaeluu, 10 — tiibluu, 11 — kiilsõelluu, 12 — ülalõualuu, 13 — ruut-ülalõualuu, 14 — nägemisnärvi väljumise ava, 15 — kolmiknärvi väljumise ava.

deum), millest ettepoole jääb paariline **sahkluu** (*vomer*). Ajukolju külgedel tekib **soomusluu** (*squamosum*).

Amfiibide **näokolju** (*splanchnocranium*) tekib samadest elementidest mis kaladelgi: lõua- ja keelekaarest ning lõpusekaartest ja lõuakaart ümbritsevast sidekoest.

Vastseeas on amfiibidel kõik nimetatud kaared olemas ja veeurodeelidel säilivad nad suurel määral kogu eluaja. Maismaavormidel aga keelekaare alumine osa (hüoid) ja neli eesmist lõpusekaart liituvad ning muunduvad moonde ajal ühiseks keele toeseks. Keelekaare ülemine osa (hüomandibulaar) muutub väikeseks kepjaks luukeseks ja «rändab» keskkõrva, kus ta on tuntud **kuulmetulbakese** (*columella auris*) nime all.

Lõuakaare ülemise osa (palatokvadraadi) eesmine ja tagumine osa liituvad ajukoljuga. Kahepaiksete kolju on seega autostüülne. Palatokvadraadi tagaosa luustub **ruutluuks** (*quadratum*), tema muud osad jäävad kõhreliseks. Palatokvadraadi pinnale tekib rida katteluid: **tiibluu** (*pterygoideum*), **suulaeluu** (*palatinum*), **ees-ülalõualuu** (*praemaxillare*) ja **ülalõualuu** (*maxillare*). Urodeelidel liitub suulaeluu kummalgi pool sahkluuga. Anuuridel tekib ülalõualuu ja ruutluu vahele veel **ruut-ülalõualuu** (*quadratomaxillare*) ja nii kujuneb siin tugevasti külgedele väljaulatuv **sarnakaar.** Sabakonnalistel ei ulatu palatokvadraat kuigi kaugele ettepoole ja nii ei ole siin ka nimetatud kaart.

Lõuakaare alumine osa (Meckeli kõhr) moodustab alalõua toese. Selle kõhre eesmine osa luustub tavaliselt kummalgi pool tillukeseks **lõuatsi-alalõualuuks**, tagumine osa aga liigestub ruut-

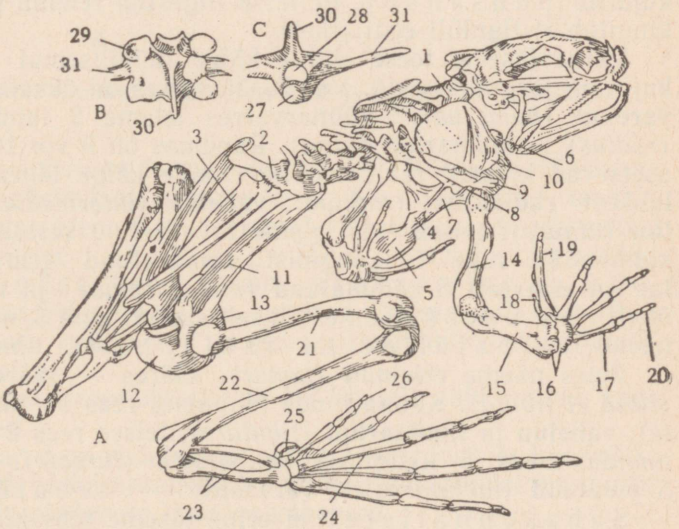
luule. Meckeli kõhre pinnal tekivad katteluud — **hambaluu** (*dentale*) ja **nurgaluu** (*angulare*).

Et ürgsete amfiibide kolju oli märksa enam luustunud ja sarnanes suurel määral vihtuimsete kalade koljuga, siis tuleb retsentsete amfiibide koljut pidada taandarenenuks.

Õlavöötme toes on amfiibidel kas peaaegu kogu ulatuses või vähemalt suures ulatuses kõhreline.

Sabakonnaliste õlavöötme toes koosneb kummalgi pool kõhrelisest plaadist, mis liigendub kõhtmiseks **korakoidaal-** (kaarnaluuliseks) ja selgmiseks **skapulaar-**(abaluuliseks)**osaks**. Korakoidaalosa ees leiame jätke, mis kannab **prokorakoidi** nimetust. Luustumist võib täheldada ainult õlavarreluu liigestumise piirkonnas. Korakoidaalosad ulatuvad all kokku (teineteise peale); nende taha (sabamiselt) jääb kõhreline **rinnaluu** (*sternum*). Viimane on amfiibidel, kaladega võrreldes, uudisarendiks.

Päriskonnalistel eristub õlavöötme toes kolmeks osaks: **abaluuks** (*scapula*), **kaarnaluuks** (*coracoideum*) ja **eeskaarna-**



115. joon. Konna toes. A — toes tervikuna, B — selgroolüli ülaltvaates, C — selgroolüli eestvaates. 1 — kaelalüli, 2 — ristluulüli, 3 — pahlluu, 4 — rinnaluu, 5 — rinnaluu tagumine kõhreosa, 6 — eesrinnaluu, 7 — kaarnaluu, 8 — eeskaarnaluu, 9 — abaluu, 10 — abaluuüline kõhr, 11 — niudeluu, 12 — päraluu, 13 — süleluu, 14 — õlavarreluu, 15 — küünar-kodarluu, 16 — ranne, 17 — kämmal, 18 — mandunud I varvas, 19 — II varvas, 20 — V varvas, 21 — reieluu, 22 — sääre-pindluu, 23 — kand, 24 — pöid, 25 — mandunud eesvarvas, 26 — I varvas, 27 — selgroolüli keha, 28 — lülimulk, 29 — liigesepind, 30 — ogajätke, 31 — ristijätke.

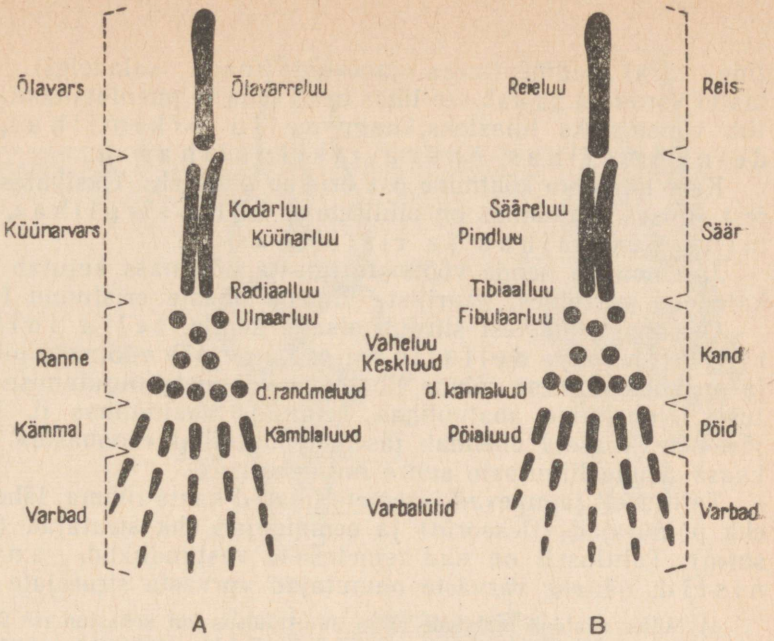
luuks (*procoracoideum*) (115. joon.). Eeskaarnaluu pinnale jääb tugev desmogeenne **rangluu** (*clavicula*). Abaluu selgmisele osale liitub suur ü l a - a b a l u u k õ h r (*suprascapulare*). Kaarnaluud (mõnedel ka eeskaarnaluud) ulatuvad allpool kokku, kusjuures nad ühtedel vormidel jäävad teineteise peale ja on liikuvas ühenduses (liikerinnalised), teistel aga liituvad (kõhre varal) liikumatult (kinnisrinnalised). Esimene moodus iseloomustab peamiselt kõndivaid vorme (kärnkonlasi, mudakonlasi jt.), teine — hüppavaid rühmi (konlasi). Kaarna- ja eeskaarnaluude kokkupuutekohast ettepoole jääb **eesrinnaluu** (*omosternum*), mis lõpeb kõhreplaadikesega, tahapoole aga samuti kõhrega lõppev **rinnaluu.** Et roided puuduvad, siis ei ole rinnaluu telgtoesega ühenduses, r i n n a k o r v p u u d u b ja õlavöötme toes koos rinnaluu ja eesrinnaluuga moodustab kaare, mis asetseb lihastes ja on amfiibide iseloomulik tunnus.

Vaagnavöötme toes on tugevam ja rohkem luustunud. Selles võime eristada kaht luulist osa — **niudeluud** (*ilium*) ja **päraluud** (*ischium*) ning **sülekõhre** (*pubis*). Kõik nimetatud toeseosad ulatuvad üht külge pidi kokku ja liituvad, kusjuures nende liitekohale kujuneb p u u s a n a p p, millesse liigestub reieluu pea. Niudeluu kinnitub ristluulüli ristijätkele.

Varvasjäseme toese ehitus kõige tüüpilisemal (ja ürgsemal) kujul on järgmine (116. joon.). Õlavarres on üksainus luu — **õlavareluu** (*húmerus*), küünarvarres leiame 2 luud — **kodarluu** (*rádius*) ja **küünarluu** (*ulna*). Randmes on 9 või 10 luud ja need asetsevad kolmelt realt. Küünarvarrele kõige lähemas reas on 3 luukest: **radiaalluu** (*radiale*), **vaheluu** (*intermedium*) ja **ulnaarluu** (*ulnare*); teises reas leiame tavaliselt 2 **keskluud** (*centrale*); kolmandas reas 5 kaugmist **randmeluud** (*carpale*). Kämblas on esmaselt 5 **kämblaluud** (*metacarpale*) ja need asetsevad ühelt realt. V a r b a i d on esialgselt samuti kuni 5, nende luud kannavad v a r b a l ü l i d e ehk f a a l a n k s i t e nimetust.

Reies näeme **reieluud** (*femur*), sääres — **sääre-** ja **pindluud** (*tibia et fibula*). Kanna luude lähimises reas on **tibiaalluu** (*tibiale*), **vaheluu** ja **fibulaarluu** (*fibulare*), teises reas 2 **keskluud**, kolmandas reas 5 kaugmist **kannaluud** (*tarsale*). Põias leiame 5 **põialuud** (*metatarsale*), varvastes — v a r b a l ü l i d.

S a b a k o n n a l i s t e l ei erine jäseme toes kirjeldatud põhitüübist kuigi oluliselt, p ä r i s k o n n a l i s t e l aga küll. Kodar- ja küünarluu, samuti ka sääre- ja pindluu on teineteisega liitunud. Randme ja kanna luud on samuti osaliselt liitunud, osaliselt aga ei ole nad arenenudki (on kadunud). K a n n a l ä h i m i s e d luud (tibiaal- ja fibulaarluu) o n p i k e n e n u d ja moodustavad jäsemes lisahoova. Puhkeseisundis on tagajäseme osad (hoovad) üksteise kõrvale tõmmatud, hüppamisel sirutatakse nad korraga ja kiiresti välja. Eesjäseme esimene varvas on mandunud, tagajäseme esimese varba ees aga leiame tillukese e e s v a r b a (115. joon., A).



116. joon. Varvasjäsemete luustik. A — eesjäse, B — tagajäse.

Kuidas on varvasjäsemed tekkinud? Kõige tõenäolisema vastuse sellele küsimusele annab A. N. Severtsovi teooria, mille järgi varvasjäsemed on tekkinud vihtuimsete uimjäsemetest nende luuelementide järkjärgulise taandarenemise ja lihtsustumise teel. Jäseme pikenemine ja hoobadeks liigendumine on tingitud jäseme uutest talitlustest: keha raskuse kandmisest ja keha edasinihutamisest (kõndimine ja hüppamine).

Vastavalt toese muutumisele on ka **lihastik** läbi teinud väga suured muutused.

Et lõpusekaared on redutseerunud, redutseeruvad ja kaovad ka vastavad lihased, eeskätt maismaavormidel; veevormidel on muutused lõpusekaarte piirkonna lihastes vähemad.

Amfiibide **vistseraalsed lihased** säilivad peamiselt lõua- ja keelekaarepiirkonnas ning on mälumis-, hingamis- ja neelamisprotsesside teenistuses. Niisugused lihased on näiteks oimulihas, mälurlihas ja tagumised tiiblihased. Vistseraalseid lihaseid innerveerivad V, VII, IX ja X peaajunärv.

Somaatilised lihased, vastupidi, omandavad seoses varvasjäsemete ja uue liikumisviisi kujunemisega uue ilme ja eristuvad tugevasti.

Algelisematel amfiibidel kulgeb piki selga kummalgi pool võimas kere seljalihas (*m. dorsalis trunci*), mis on müosep-

tide varal segmentideks jaotatud (nagu kaladelgi). Kõrgematel vormidel kaotab see lihas osalt oma segmentatsiooni ja eristub vähemateks lihasteks, nagu *selja pikimlihas*, *niude-nimmelihas*, *õndra-ristluulihas* jt.

Kere lihastiku kõhtmine osa eristub kihtideks. Üksikutest lihastest siinses piirkonnas on olulisemad *kõhu sirglihas*, *välimine põikilihas* ja *ristilihas*.

Jäsemete ja nende vöötmete lihaste põhimass kujutab endast, kaladega võrreldes, paariliste uimede lihaste eristunud tekiseid. Osa neist lihastest siirdub otsaga kerele: *selja lailihas*, *rinnalihas* ja *deltalihas*; osa aga jääb vöötmete piirkonda ja on koos esimese rühma lihastega vöötmete liigutamise teenistuses: vahelmine abaluulihas, selgmine abaluulihas jt. Enamik jäsemete lihaseid ühendab jäsemete üksikuid «hoobasid» ja toob kaasa nende liigutuste suure mitmekesisuse.

Talitluselt jagunevad jäsemete lihased kahte rühma: lähendajad ehk painutajad (fleksorid) ja eemaldajad ehk sirutajad (ekstensorid). Talitluselt on nad teineteisele vastandlikud, *antagonistid*; näiteks varvaste painutajad varvaste sirutajate suhtes.

1) Milles avaldub amfiibide kolju autostüülsus kui kohastumus? 2) Millistel loomadel tekib esmakordselt rangluu? 3) Kuidas soodustab konnade tagajäseme toese omapära hüppamist? 4) Mis toimub seljakeelikuga kahepaiksetel, kelle selgroolülid on opisto- või protsöölsed?

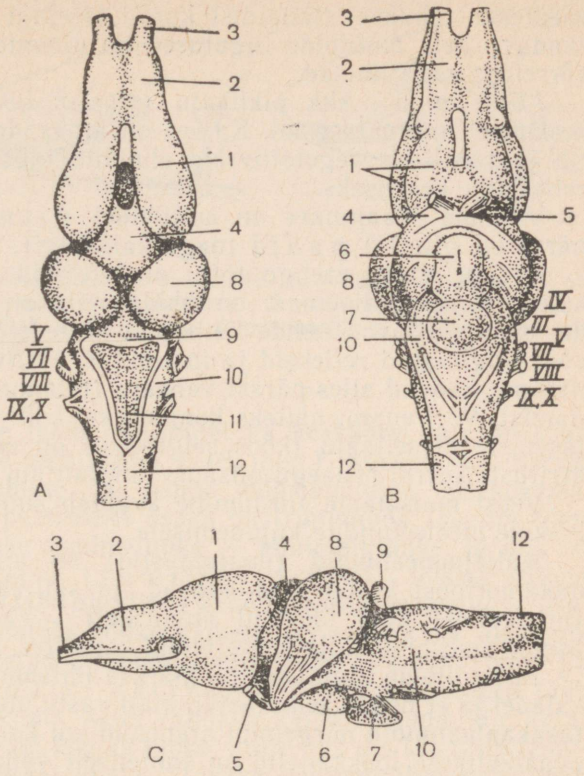
4. **Närvisüsteem ja meeleelundid.** Seoses varvasjäsemete tekkimisega on amfiibide seljaajus kujunenud kaks suuremat närvirakkude kogumit: **kaela-** ja **nimmepaisumus.** Nendest väljuvad ja jäsemetesse suunduvad närvid on samuti märksa jämedamad kui teised seljaajunärvid.

Amfiibide *peaaju* sarnaneb mitmeti kopskalade peaajuga ja on seega osalt primitiivne, osalt aga kõrgemini arenenud kui teistel kaladel (117. joon.).

Peaaju osad asetsevad rõhtsalt üksteise taga, nii nagu kaladelgi.

Otsaju (*telencéphalon*) on teiste peaajuosadega võrreldes suur ja *poolkeradeks* liigendunud. Poolkerad on suhteliselt pikad ja lähevad eespool sujuvalt üle haistesagarateks, mis päriskonnalistel on eesosas teineteisega ühenduses. Kalade, eriti kõhrkalade haistesagaratega võrreldes on amfiibide haistesagarad väikesed, sest nende elus ei etenda lõhnaärritused nii suurt osa kui kaladel. Otsaju laepiirkonnas (mantlis) on kõikjal närvirakke (vastandina luukaladele). Funktsionaalselt on amfiibide otsaju aga siiski veel täiel määral *haisteaju* ja seetõttu ei kutsu tema eemaldamine esile kuigi märgatavaid muutusi loomade käitumises — hüppamises, ujumises, toidu hankimises jne., välja arvatud haistevõime kadumine.

Vaheaju (*diencéphalon*) selgmises osas leiame *käbikeha* ehk pineaalelundi ja selle ees mõnedel ka mandunud parapineaal-



117. joon. Konna peaaju. A — ülaltvaates, B — altvaates, C — külgvaates. 1 — otsaju poolkerad, 2 — haistesagar, 3 — haistenärv, 4 — vaheaju, 5 — nägemisnärvide ristmik, 6 — lehter, 7 — hüpofüüs, 8 — keskaju, 9 — väikeaju, 10 — piklikaju, 11 — neljas ajuvatsake, 12 — seljaaju, IV kuni X — peaajunärvid.

elundi. Vaheaju keskosa ehk talamus on suhteliselt hästi arenenud ja on üheks looma liigutusi reguleerivaks keskuseks. Vigastatud talamusega konn kaotab aktiivsuse, ta liigutused on (kui teda ärritada) masinlikud ja ühesugused. Ta võib jääda paigale kuni ta lõpuks kuivab ja hukkub. Soonkott ja alasagarad (vaheaju alumisel küljel) puuduvad.

Keskaju (*mesencéphalon*) esineb nägemissagarate (*lobi óptici*) kujul ja on suhteliselt hästi arenenud. Ta on motoorsete talitluste — silmalihaste ja jäsemete liigutamise, samuti ka värvuse muutmise peamine reflektoorne keskus. Nägemissagarad on ühtlasi nägemiserutuste vastuvõtukeskused: nägemissagarateta amfiibid ei näe.

Tagaaju selgmine osa — **väikeaju** — on amfiibidel nõrgalt arenenud, samuti nagu kopskaladel. See kujutab endast vaid

võrdlemisi õhukest ristipidist kurdu järelaju ees. See on ka arusaadav, sest amfiibide liigutused on ujuvate kalade liigutustega võrreldes väga lihtsad.

J ä r e l a j u ehk **piklikaju** (*myelencéphalon*) on amfiibidel keskmisel arengutasemel. Ka see on arusaadav: piklikaju reguleerib ju põhiliselt vegetatiivsete elundite talitlusi ja on vastavate reflekside keskuseks.

Viimane peaajunärv on amfiibidel u i t n ä r v, nii et peaajunärve on siin 1 0 p a a r i (nagu kaladelgi).

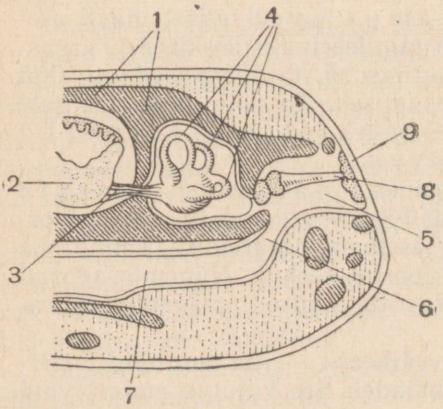
Peaaju nõrga arengu tõttu on amfiibid alles peaaegu täielikult n.-ö. refleksiloomad: amfiibide mälu on alles minimaalne ja nii iseloomustavad nende käitumist mitte omandatud kogemused, vaid tingimatud refleksid ja instinktid. Aktiivsed liigutused, nagu nägime, kaovad alles pärast vaheaju (talamuse) ja keskaju eemaldamist. Veel enam: näiteks konnad, kel kõik kehaosad peale tagajäsemete ja seljaaju (koos selgrooga) on eemaldatud, hüppavad ärrituste korral peaaegu niisama kindlalt kui vigastamata loomad.

Veest maismaale siirdumine avaldab suurt mõju kahepaiksete kõikide meeleelundite kujunemisele.

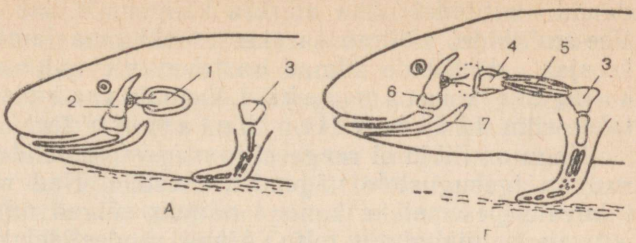
Küljejooneelundid (neuromastid) on ainult vastseeas, kuid metamorfoosi kestel nad kaovad ja säilivad vaid veevormidel (urodeelidel ning üksikuil anuuridel). Vastandina kaladele ei asetse amfiibide küljejooneelundid kanalites, vaid naha lohukestes.

Et amfiibide liigutused on märksa lihtsamad ja aeglasemad kui kaladel ja et nende keha toetub alati vastu aluspinda, siis on nende **tasakaaluelundid** nõrgemini arenenud kui kaladel: nende sisekõrva ovaalkotikese lookkanalid on suhteliselt väikesed.

Sisekõrva alumises osas (ümarkotikeses) sopistub välja l a g e e n, samuti nagu kaladel. Lageeni kõrvale tekib siin aga veel teine väike sopis — **teojuha** (*ductus cochlearis*) suge. Teojuha sugemes on k u u l m e p a p i l l — heliretseptorite asupaik.



118. joon. Konna kolju ristlõige kõrvapiirkonnas. 1 — kolju, 2 — piklikaju, 3 — tasakaalu-kuulmisnärv, 4 — lookkanalid, 5 — keskkõrvaõõs, 6 — kuulmetõri, 7 — neel, 8 — kuulmetulbake, 9 — trummikile.



119. joon. Sise- ja keskkõrva ühendus urodeelidel. A — kuulmetulbake (1) on säilinud ja võtab ärritusi vastu soomusluult (2); B — kuulmetulbake on redutseerunud, operkul (4) võtab ärritusi vastu operkulaarlihase (5) abil abaluult (3), 6 — ruutluu, 7 — hüoid.

Lisaks sisekõrvale tekib amfiibidel ka **keskkõrv**, mis on juba täiel määral kuulmise teenistuses (118. joon.). Keskkõrvas toimub helilainete võimendamine ja nende edasiandmine sisekõrvale. Anuuride keskkõrva peamiseks osaks on **trummiõõs** (*cavum tympani*), milles on tilluke kuulmeluuke — **kuulmetulbake**, ja mis on välismaailmast eraldatud trummikile varal, teisest küljest aga on **kuulmetõrve** (*tuba auditiva*) kaudu ühenduses neeluga. Sisekõrvaga puutub trummiõõs kokku väikese ovaalakna abil, mis on õhukese kilega suletud. Arenemislooliselt on trummiõõs ja kuulmetõri hingatsi derivaadid: viimase siseosa jääb kuulmetõrve kujul püsima, selle välisava kasvab trummikile kujul kinni. Kuulmetulbake on kepjas luuke, mille üks ots kinnitub trummikilele, teine aga ovaalaknale. Lisaks kuulmetulbakesele tekib keskkõrvas veel teine tilluke luuke — **operkul**. See tekib ovaalakna kõrval, kuulmekihnu seinast. Nii kuulmetulbake kui ka operkul on helilainete (võngete) edasiandjaks sisekõrva. Saba- ja siugkonnaliste keskkõrvas on trummiõõs ja trummikile kadunud, sageli puudub ka kuulmetulbake. Kuulmetulbake võtab siin ärritusi vastu soomusluult, operkul (kui kuulmetulbake redutseerub) võtab maapinna võnkeid (ja ka helivõnkeid?) vastu lihase kaudu, mis teda abaluuga ühendab (119. joon.).

Urodeelidel ja apoodidel on trummiõõs ja trummikile kadunud. Kuulmetulbake esineb valdaval enamikul amfiibidel.

Katsed ja tähelepanekud on näidanud, et anuurid reageerivad ainult niisugustele helidele, mis on neil ökoloogiliselt tähtsad: sulpsatused, krooksumised jne. Siug- ja sabakonnalised, samuti aga ka vastsed, ei näi helidele üldse reageerivat.

Nägemine on amfiibidel suhteliselt hea. **Silma** ehituses on kaladega võrreldes muutusi, mis on maismaaeluviisist tingitud. Silmad on varustatud **laugudega** ja **pisaranäärmetega.** Veevormidel need elundid siiski veel puuduvad ja silmamuna on läbipaistva kilega kaetud. Silmamuna sarvkest on kumer ja lääts veidi lamendunud. Need anatoomilised iseärasused võimal-

davad amfiibidel näha märksa kaugemale, kui näevad luukalad. Vee-amfiibidel säilitab sarvkest siiski oma lameduse ja lääts on kerajas. Amfiibide silmad on tavaliselt akommodeeritud kaugele vaatamiseks. Lähemale vaatamiseks akommodeeritakse silm läätse ettenihutamise teel.

Nagu amfiibid ei reageeri igasugustele helidele, nii ei reageeri nad ka igasugustele nägemisärritustele. Nad reageerivad ainult liikuvatele esemetele: konnad näiteks võivad nälga surra, kuid ei võta vastu liikumatut toitu. Ainult urodeelidel kutsub reaktsiooni esile ka liikumatu toit.

Seoses kopsuhingamisega on amfiibidel kujunenud paariline **ninaõõs** (haistekihnuõõs). See algab välimise ninaavaga ja lõpeb sisemise ninaava ehk koaaniga. Ninaõõne külgmise seina limaskest moodustab kurde ja suurendab seega tunduvalt haistepinda.

Haistekihnus tekivad näärmed, mille nõre hoiab haistepinna niiskena.

Tänu koaanidele omandavad haistekihnud siin veel teise talitluse: nad astuvad hingamise teenistusse.

Amfiibidel eraldub ninaõõnest eriline sopis — nn. Jacobsoni organ. Selle haisteepiteeli kaudu nähtavasti «hinnatakse» suhu võetud toidu lõhna.

Maitseelundid (maitsepungakesed) leiduvad amfiibidel ainult suuõõnes: keelel, suulaes ja lõugadel.

Nahk on amfiibidel märksa tundlikum kui kaladel. Amfiibid reageerivad kergesti kompeärritustele ja vigastustele, samuti ka termilistele ja keemilistele ärritustele. Maismaal on niisuguse tundlikkuse järele suurem «vajadus» ja sellest on amfiibidel ka kasu: oma pikkade ja liigendatud jäsemetega võivad nad iga kehaosa (nahapinna osa) kompida ja end seega kaitsta.

1) Kus asetseb amfiibidel hüpofüüs? 2) Katsed on näidanud, et amfiibid (vähemalt osa neist) ei reageeri magusale ja kibedale. Millega seda seletada? 3) Millest on tekkinud kuulmetulbake?

5. **Seedeelundid ja toitumine. Toitumisökoloogia.** Amfiibide suuõõs kujutab endast laia rõhtsat pilu. Tema lae eesosas leiame koaanid, tagaosas — kuulmetõrve avad. Suuõõne põhjas täheldame **kõripilu** (*glottis*). Suuõõne limaskest on kaetud ripsepiteeliga, milles leiame esmakordselt ka hulkrakulisi limanäärmeid. Limaskestas on ühtlasi rohkesti veresooni (verekapillaare), mistõttu ta on tähtis lisa-hingamiselund.

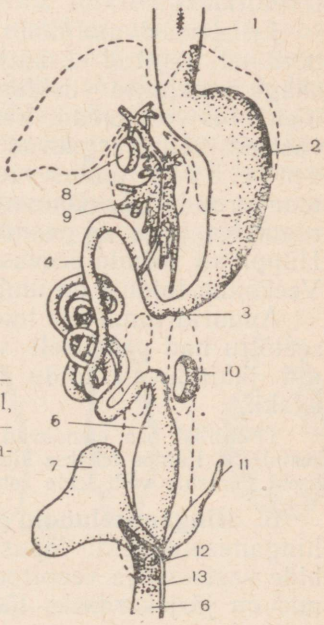
Alamatel amfiibidel võivad kõik suuõõne luud kanda hambaid, mis on algeline, kaladelt päritud nähtus. Kõrgematel amfiibidel (anuuridel) esinevad hambad ainult ees-ülalõualuul, ülalõualuul, sahkluul, harvemini alalõualuul (hambaluul). Mõnedel anuuridel (kärgkonnal, kärnkonnadel) ei ole üldse hambaid. Amfiibide hambad on väikesed, koonilised ja kõlbavad seega vaid toidu kinnihoidmiseks.

Vee-urodeelide **keel** on alles väike ja väheliikuv, meenutades seega kalade keelt. Salamanderlastel ja anuuridel on aga eluviis ja toit ka keelele mõju avaldanud: keel on neil lihasterikas (liikuv) ja rohkete limanäärmetega. Niisugune keel on uudisarend — ta tekib suuõõne põhja kurru kujul. Keel kinnitub suuõõne põhjale kas oma eesmise otsa või oma aluspinna keskmise osa kaudu, nii et ta tagumine ots või servad jäävad vabaks. Keele niisugune kinnitusviis ja kuju on kooskõlas saagi haaramise viisiga: limane keel viskub suust välja saagi järele. Toidu allaneelamisel tõmmatakse silmamunad silmakoobastesse ja need aitavad seega toidupalasid neelu poole suruda: niisugune nähtus on amfiibidele väga iseloomulik ja esineb ainult nendel.

Söögitoru on amfiibidel lühike ja lai. Samuti nagu suuõõne ja neelu limaskest on tema limaskest kaetud ripsepiteeliga (alamate keelikloomade tunnus!).

Magu on suhteliselt pikk ja meenutab seega kalade magu. Soolest ta kuigi teravalt ei eraldu (120. joon.). Sool liigendub peensooleks ja sellest selgesti eristatavaks lühikeseks ning jämedaks tagasooleks. Peensoole limaskest moodustab seede- ja imendumispinna suurendamiseks piki- ja põikikurde, mis ehituselt sarnanevad imetajate peensoole hattudega. Tagasool avaneb **kloaaki.**

Amfiibide **sool** on suhteliselt lühike, sest nad on loomatoidulised vormid, loomne toit aga on kergesti seeditav. Pealegi on amfiibide seedemahlad tugeva seedevõimega. Anuuride vastsetel



120. joon. Konna seedekulgla. 1 — söögitoru, 2 — magu, 3 — maolukuti, 4 — kesksool, 5 — jämesool, 6 — kloaak, 7 — kusepõis, 8 — sapipõis, 9 — pankreas, 10 — põrn, 11 — munajuha, 12 — munajuhaava, 13 — neerujuhaava.

(kullestel) on aga sool suhteliselt väga pikk, vastavalt sellele, et nad on taimetoidulised.

Maks on suur ja sapipõiega varustatud. Maksa ühissapijuha suubub duodeenumisse, mille käärus leiame ka kõhunäärme (pankrease).

Amfiibide toidutarvidus on soojal ajal kaunis suur. Temperatuuri langedes langeb aga ka toidutarvidus ja talvel (taliunes) ei toitu amfiibid üldse.

Amfiibide toit on erakordselt mitmekülgne: paljud ussid, vähid, ämblikulised, putukad (kahetiivalised, sipelgad, kiilid, mardikad jne.) ja nende vastsed, limused ja isegi väiksemad selgroogsed. Järvekonn ja hiidsalamander söövad väiksemaid kalu ja kalamaime, kärnkonnad — hiirepoegi ja hiiri, sarvikkonn ja härgkonn — linnupoegi, hiiri, sisalikke jne.

Taimetoiduliste puudumine amfiibide seas tuleb sellest, et neil vastavad hambad alles puuduvad ja et nende ööpäevase aktiivsuse kestus on lühike: neil ei jätkuks aega vähetoitva taimse toidu hankimiseks.

Et amfiibid, eriti põhjapoolsed vormid, ei ole toidu suhtes nõudlikud, seletub sellega, et nad on väheliikuvad ja väheaktiivsed loomad ning peavad paratamatult ära kasutama kogu saagi, mis nad leiavad. Ainult troopilistel aladel, kus elutingimused on amfiibidele erakordselt soodsad, tõuseb nende aktiivsus. Et toitu on siin ka hoopis rohkem, siis leiame siin toitumise suhtes spetsialiseerunud vorme. Rida Aafrika vorme näiteks toitub ainult sipelgatest ja termiitidest.

Erinevused amfiibide eri liikide toidus on siiski olemas ning need on tingitud eeskätt keskkonnast, milles amfiibid elavad, ja saagi hankimise viisidest. Vee-amfiibide toidus on suures ülekaalus veeloomad. Vesilikkude toidus on esikohal kahetiivaliste vastsed, neile järgnevad vähilaadsed ja veelimused. Maismaa-amfiibide toidus veeloomad puuduvad, neid asendavad maismaavormid. Kärnkonnad ja mudakonn, kes liiguvad ronides ja roomates, toituvad peamiselt sipelgatest, tigudest, mardikatest jne. Hüppajad vormid seevastu püüavad suure osa oma saagist õhust. Veekonna toidust on umbes 25% lendavad putukad.

Anuurid tunnevad toidu ära nähtavasti ainult nägemise abil ja seetõttu nad peamiselt varitsevad saaki. Urodeelid ja apoodid juhinduvad toidu hankimisel ka haistmisest ja otsivad saaki.

1) Millist osa etendavad ripsmed amfiibide suuõõne ja söögitoru limaskestal? 2) Kuidas tehakse kindlaks amfiibide eri liikide toidu koosseis? 3) Milliseid parasiite võib leida rohukonna tagasooles (jämesooles)?

6. **Hingamiselundid ja hingamine.** Amfiibidel on kahesuguseid hingamiselundeid: lõpused ja kopsud. **Lõpused** esinevad amfiibide vastsetel ja vee-urodeelidel. Vastsetel tekivad ka lõpusepilud, mis on järjekordseks tõendiks, et amfiibide eellasteks on kalad.

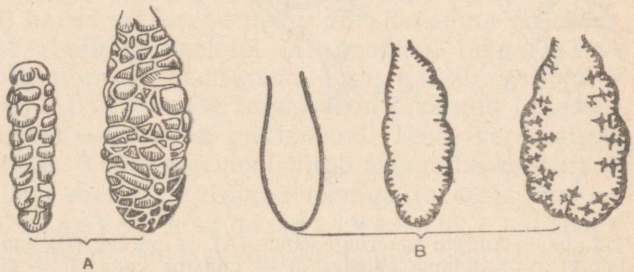
Tekkelt ja asetuselt jagunevad amfiibide lõpused kahte rühma: sise- ja välislõpused. Siselõpused, mis on homoloogilised kalade lõpustega, esinevad ainult konnade vastsetel lõpusekaarte limaskesta eendite kujul. Välislõpused leiame päris- ja siugkonnaliste vastsetel ja sabakonnaliste veevormidel. Nad on nähtavasti käsiuimsete ja kopskaladè vastsete lõpuste homoloogid ja vihtuimsetelt päritud.

Maismaa-amfiibid hingavad **kopsudega.** Urodeelidel kujutavad need endast pikki silinderjaid, anuuridel — lühikesi ümardunud kotikesi (121. joon.). Apoodidel (siugkonnalistel) on vasak kops mandunud. Lootel tekivad kopsud neelu kõhtmise seina sopistena. Fülogeneetiliselt on kopsud vanad moodustised: nad tekkisid lisahingamiselunditena juba koaankaladel.

Vee-amfiibidel on kopsud seest siledapinnalised ja seega lihtsama ehitusega kui kopskaladel. Maismaa-amfiibide kopsude sisepinnal leiame aga rohkesti isekeskis liitunud õhukesi kurde, nii et kopsude sisepind on siin kärjelise ehitusega. Mida maismaalisema eluviisiga liik, seda rohkem on ta kopsude sisepinnal kurde. Kärnkonnal näiteks on kopsude sisepind märksa kärjelisema ehitusega kui konnadel. Mõnedel salamandrilaadsetel urodeelidel on kopsud kadunud ning kopsuhingamine asendunud suu- ja nahahingamisega (vt. allpool).

Lihtsamatel juhtudel algavad kopsud peaaegu vahetult paaritust ruumist — **kõrist** (*larynx*), mis on pikliku kõripilu kaudu suuõõne või neelu alumise (kõhtmise) osaga ühenduses. Kõri külgedes on kõripilu ahendavate ja laiendavate lihastega varustatud kõhred. Vastavalt pikale kaelale tekib mitmetel urodeelidel ja apoodidel kõri ja kopsude vahele ühendustee — **hingetoru** (*trachea*), mille seintes leiame väikestest kõhredest toese. Anuuridel moodustab kõri limaskest häälepaelad ja suu põhjas või nurkades kotjad häälepõied, mis häälitsemisel õhuga täituvad ja talitlevad hääle resonaatoritena. Kõri kõhred tekivad viimase lõpusekaare kõhrest.

Hingamise mehhanism on amfiibidel omapärane ja meenutab kalade oma. Veevormid hingavad lõpustega: langetades suu-



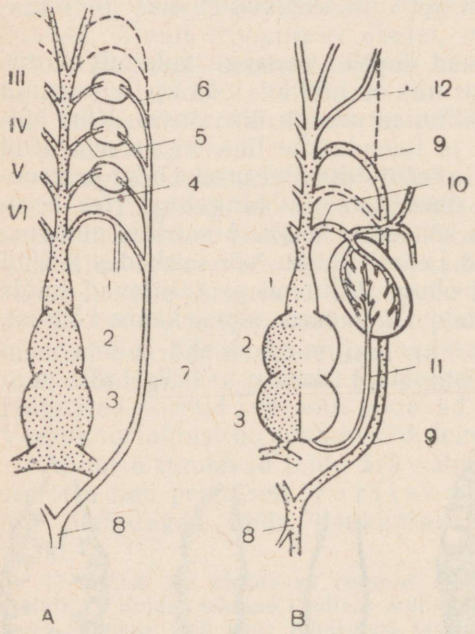
121. joon. Mõnede kahepaiksete kopsud. A — välisilme, B — pikilõige.

õõne põhja ja pigistades lõpusepilud kinni, tõmbavad nad ninaõõne või suuava kaudu vett suuõõnde. Suuõõne põhja tõstmisega suruvad nad vee läbi lõpusepilude. Maismaavormid tõmbavad suuõõne põhja langetamisel ninaõõne kaudu õhku suuõõnde ja suruvad ehk «pumpavad» selle suuõõne põhja tõstmisel ja ninaavade sulgemisel kopsudesse. Kopsudest väljub õhk nende elastsuse tõttu sama teed kaudu välja. Konnad teevad umbes 30 niisugust pumpamisliigutust minutis.

Amfiibide kopsuhingamine ei ole üldiselt kuigi täiuslik. Võib isegi öelda, et kopsuhingamine (vähemalt paljudel) on abihingamine, peaosa aga etendab nahahingamine. Veekogude põhjas (näit. külmadel aastaaegadel) hingavad amfiibid ainult naha abil. Päriskonnaliste suuõõne limaskestas on rikkalikult veresoonekesi ja seega võtab limaskest samuti hingamisest osa.

7. **Ringeelundid ja vereringe. Veri.** Seoses üleminekuga maismaaelule on amfiibide ringeelundid läbi teinud suuri muutusi.

Vastsete ringeelundid on veel kaunis sarnased kalade (kopskalade) omadega (122. joon. A). Süda koosneb neil kojast,



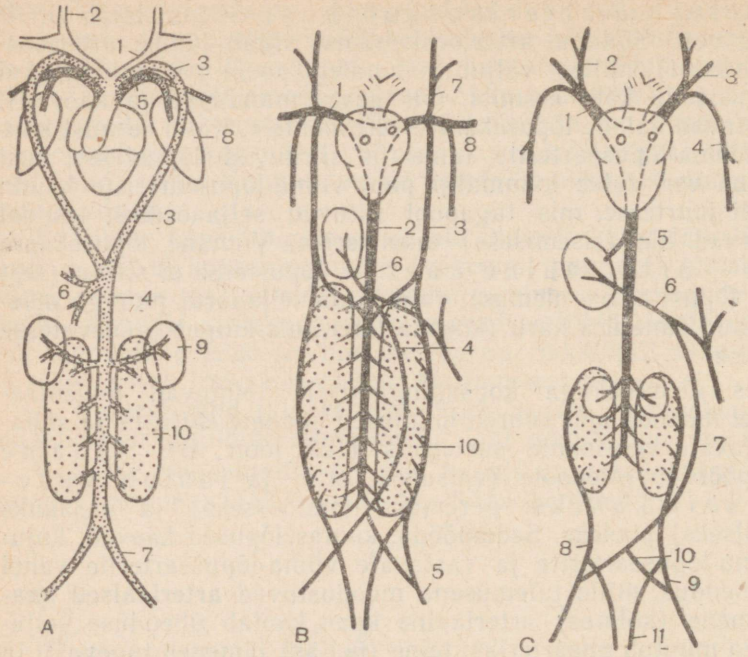
122. joon. Amfiibi vereringe enne (A) ja pärast (B) moonet. 1 — areterioos-kuhik, 2 — südame vatsake, 3 — südame koda, 4 — kõhuarter, 5 — toomalõpusearter, 6 — viima-lõpusearter, 7 — seljaaordi juur, 8 — seljaaort, 9 — aordi kaar, 10 — kopsu-nahaarter, 11 — kopsuveen, 12 — unearterid.

vatsakesest ja arterioooskuhikust. Südant läbib ainult venoosne veri. Südame arterioooskuhikust algab lühike arterioostüvi (kõhuaort), millest väljub kummalegi poole 4 veresoont (kui mitte arvestada kaht eesmist, mis peagi manduvad ja kaovad). Need vastavad kalade lõpusekaarte veresoontele. Kolm eesmist kannavad tooma-lõpusearterite nime ja siirduvad lõpustesse, kust arteriaalne veri tuleb kummalgi pool viima-lõpusearterite kaudu seljaaordi juurtesse, mis tagapool liituvad seljaaordiks, eespool aga lähevad üle (sisemiseks) unearteriks. Viimane lõpusekaare veresoon — arteriaalne kaar — lõpustesse ei siirdu (sest vastavat lõpust ei ole olemas), vaid liitub seljaaordi juurega otseselt, andnud enne ära haru (kopsuarteri), mis kulgeb arenevatesse kopsudesse.

Seoses üleminekuga kopsuhingamisele toimuvad maismaaamfiibidel moonde ajal suured muutused südame ehituses ja südamest algavate veresoonte süsteemis (122. joon., B). Südame koda pöördub ettepoole (vatsakese ette) ja jaotub vaheseina abil kaheks: paremaks (venoosseks) ja vasakuks (arteriaalseks) pooleks. Sedamööda, kuidas lõpused kaovad, kujuneb tooma-lõpusearterite ja vastavate viima-lõpusearterite vahel otsene ühendus, mille tulemusena moodustuvad **arteriaalsed kaared.** Esimene (kolmas) arteriaalne kaar kaotab ühenduse seljaaordiga ja muutub unearteriks; teine (neljas) jämeneb tugevasti ja muutub **aordi kaareks**, mis ühineb vastaskülje samasuguse kaarega, moodustades seljaaordi; kolmas (viies) kaob hoopis või jääb (mõnedel urodeelidel) aordi lisakaarena alles; neljas (kuues) muutub **kopsu-nahaarteriks**, kusjuures ta urodeelidel jääb ühendusse aordi kaarega. Vastav ühendussoon on tuntud Botallo juha nime all. Kõik nimetatud veresooned on paarilised.

Kõnesolevate veresoonte kujunemine näitab, et uued elundid kujunevad endistest elunditest, et loodus ei ole oma materjalivalikus vaba, vaid peab kasutama olemasolevaid materjale ja on seega oma ajaloolise minevikuga seotud.

Amfiibide venoosses süsteemis on meil tegemist põhiliselt sama arenemistee jätkumisega, mida nägime juba kopskaladel. Sabaveeni ja niudeveeni harud suubuvad neeru väravateenina neerusse. Kummastki neerust algab urodeelidel ja apoodidel tagumine kardinaalveen, neerude vahekohal aga paaritu **tagumine õõnesveen** (123. joon., B). Viimase tagaosa on tekkinud tagumistest kardinaalveenidest, eesosa on uudisarend. Tema veri valgub vahetult venoosurkesse. Kummalgi pool liitub tagumine kardinaalveen pea poolt tuleva eesmise kardinaalveeniga ja eesjäsemetest tuleva veeniga ühiseks kardinaalveeniks (Cuvier' juhaks). Ühised kardinaalveenid suubuvad samuti venoosurkesse. Päriskonnalistel on areng läinud kaugemale: tagumised kardinaalveenid manduvad ja kaovad; püsima jääb ainult tagumine õõnes-



123. joon. A — konna arteriaalne süsteem: 1 — ühine unearter, 2 — sisemine unearter, 3 — aordi kaar, 4 — seljaaort, 5 — kopsu-nahaarter, 6 — kõhuõõnearter, 7 — niudearter, 8 — kops, 9 — raig, 10 — neer.
B — sabakonnalise venoosne süsteem: 1 — ühine kardinaalveen, 2 — tagumine õõnesveen, 3 — tagumine kardinaalveen, 4 — kõhuveen, 5 — niudeveen, 6 — maksa värativeen, 7 — kägiveen, 8 — rangluuveen, 10 — neer.
C — päriskonnalise venoosne süsteem: 1 — eesmine õõnesveen, 2 — välimine kägiveen, 3 — sisemine kägiveen, 4 — rangluuveen, 5 — tagumine õõnesveen, 6 — maksa värativeen, 7 — kõhuveen, 8 — neeru värativeen, 9 — niudeveen, 10 — vaagnaveen, 11 — päraveen.

veen. Seega kaovad ka ühised kardinaalveenid, muutudes venoosurkesse suubuvateks *eesmisteks õõnesveenideks* (123. joon., C).

Kummagi niudeveeni eesmised harud liituvad amfiibidel **kõhuveeniks** (nagu kopskaladel). Seda veeni tuleb pidada alamate kalade küljeveenide liitumise saaduseks. Ta ühineb seedekulglast tuleva sooleveeniga, mis siis *maksa värativeenina* suubub maksa. Maksast läheb veri tagumisse õõnesveeni.

Amfiibidel — eeskätt kõrgematel vormidel — toimub *vereringe* järgmiselt. Kehast tulev venoosne veri suundub venoosurke kaudu südame paremasse kotta ja sealt vatsakese paremasse ossa, kuna samaaegselt kopsudest saabuv arteriaalne veri läheb südame vasaku koja kaudu vatsakese vasakusse ossa. Et südame

vatsakese seintes on rikkalikult lihaspõrgakesi, et anuuridel kulgeb vatsakese põhjas isegi pikikurd, et vatsake täitub mõlemalt poolt tuleva verega samaaegselt ning et veri lahkub sealt kiiresti, siis ei ole vatsakeses arteriaalse ja venoosse vere segunemine kuigi suurel määral võimalik.

Eksperimentaalsed uurimised on näidanud, et arterioosne ja venoosne veri segunevad alles arteriooskuhikus ja sedagi täiel määral ainult urodeelidel. Anuuridel ei ole arteriaalse ja venoosse vere segunemine isegi siin enam täielik: venoosne veri siirdub kopsu-nahaarteritesse, segaveri (mis tuleb vatsakese keskosast) — aordi vasakusse kaaresse, arteriaalne veri — aordi paremasse kaaresse ja unearteritesse.

Et amfiibide keha saab segunenud vere ja et hingamiselundid ei ole siin, nagu nägime, veel kuigi hästi arenenud, siis on arusaadav, et amfiibide ainevahetus ei ole kuigi intensiivne, et nad oma eluavaldustes on loiud ja et nende kehatemperatuur on madal ning oleneb ümbruskonna temperatuurist (poikilotermsed loomad).

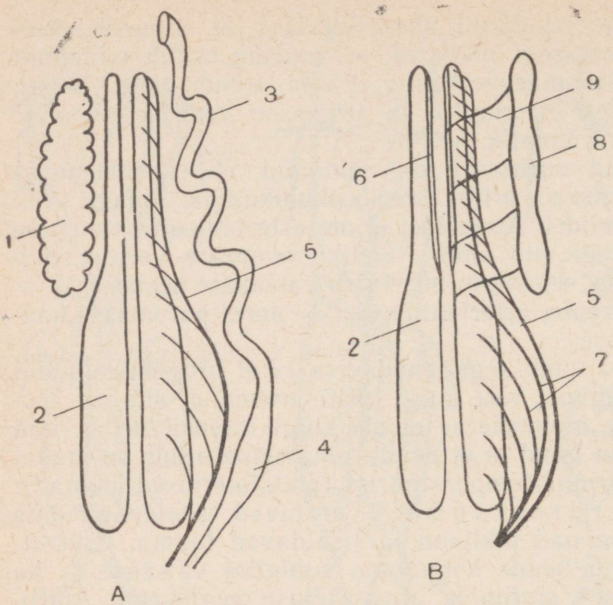
Amfiibide vere *erütrotsüüdid* äratavad tähelepanu oma suurusega. Kujult on nad piklikud ja sisaldavad tuuma. Erütrotsüütide suurus tingib nende kogupinna suhtelise väiksuse ja ka see asjaolu on seoses amfiibide ainevahetuse aeglusega. Amfiibide vere *leukotsüüdid* fagotsüteerivad väga aktiivselt ja nende arv on suhteliselt suur (konnal näit. on 1 mm^3-s veres üle 30 000 leukotsüüdi).

Verd on amfiibidel juba märksa rohkem kui kaladel — 4,8% kehakaalust.

1) Milles avaldub amfiibide ja kopskalade kopsude sarnasus? 2) Milles avaldub amfiibide ja kopskalade venoosse süsteemi sarnasus? 3) Millistel alamatel kaladel esinevad küljeveenid? 4) Milliste kalade erütrotsüüdid sarnanevad amfiibide erütrotsüütidega kõige enam?

7. **Erituselundid.** Amfiibide loodete ja vastsete erituselundiks on *eelneer* (pronefros), mis talitleb siin kuni metamorfoosini. Metamorfoosi ajal asendub ta **taganeeru** ehk opistonefrosega. Täiskasvanud amfiibide neer on tumepunane paariline kehake selgroo kõrval kõhuõõne seinal. Urodeelide ja apoodide neerud on pikad ja eristunud kaheks osaks: eesmiseks — kitsamaks seksuaalseks osaks, mis isastel talitleb seemnerakkude edasitoimetajana (munandimanusena), ja tagumiseks — laiemaks ekskretoorseks osaks (124. joon.). Anuuride neerud on lühikesed, kompaktsed ega ole liigendatud, kuigi ka siin jääb enamiku liikide isastel neeru eesosa seemnesarjaga ühendusse ja on seega seemnerakkude edasikandmise teenistuses (125. joon.). Emastel ei ole neerud suguelunditega ühenduses.

Nefronid on osalt veel nefrostoomide varal kehaõõnega ühenduses ja luubi abil võib nende avasid näha. Anuuridel on nefrostoomid ühenduse nefronitega kaotanud.



124. joon. Sabakonnaliste kuse-suguelundid. A — emasel, B — isasel. 1 — munasari, 2 — neer, 3 — munajuha, 4 — emakas, 5 — neerujuha emasel, seemnejuha isasel, 6 — neeru servajuha, 7 — kusejuhad (ureetrid), 8 — raig, 9 — viimajuha.

Neeru serva mööda kulgeb **neerujuha** (Wolffi juha). Tagapool lähenevad neerujuhad teineteisele ja avanevad kloaaki. Anuuride isastel on neerujuha enamasti nii kuse- kui ka seemnejuhaks ja mõnedel juhtudel laieneb selle tagaosa seemnerakkude reservuaariks — seemnepõiekeseks. Urodeelide isastel suubuvad aga neeru ekskretoorse osa nefronid kusejuhade kaudu neerujuha lõppossa või otse kloaaki, nii et neerujuha jääb siin seemnejuhaks.

Funktsionaalselt on amfiibide neerud põhiliselt üleliigse vee eemaldajad, seega osmoregulatsioonielundid, samuti nagu kaladel. Rohukonn näiteks eritab ööpäeva jooksul veehulga, mis on võrdne $^1/_3$ tema kehakaalust. Vastavalt sellele on tal nefronite neerukehakesed suured ja uriin hüpotooniline.

Kloaagi kõhtmisest osast sopistub välja õhukeseseinaline ruumikas **kusepõis**. Talitluselt on kusepõis siin peamiselt vee reservuaariks, millest organism saab vajaduse korral vett ammutada ja seega kudede veesisaldust reguleerida.

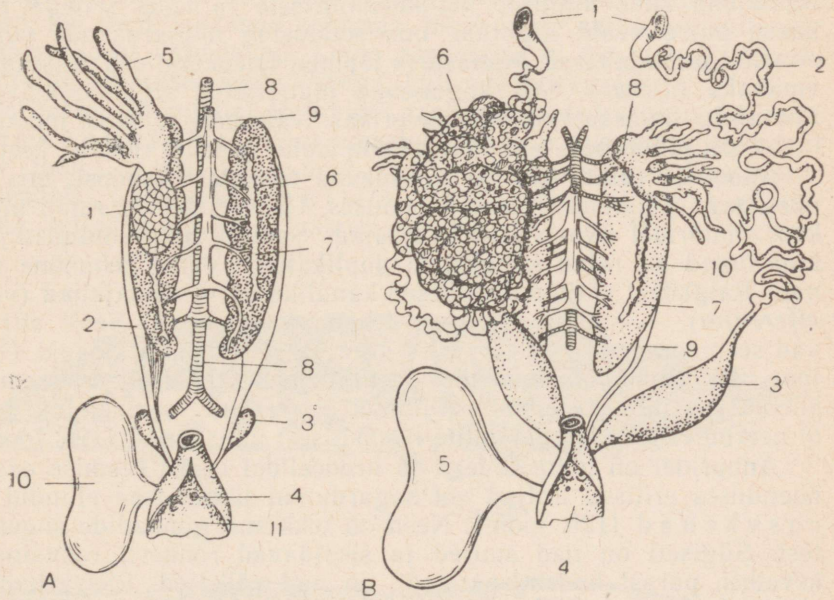
Neerude pinnal leiame pikliku lameda heleda kehakese — **neerupealise** (*glándula suprarenalis*). See on sisenõrenääre ja toodab adrenaliini, mis ahendab veresooni.

8. **Suguelundid ja sigimine. Sigimisökoloogia.** Amfiibid on

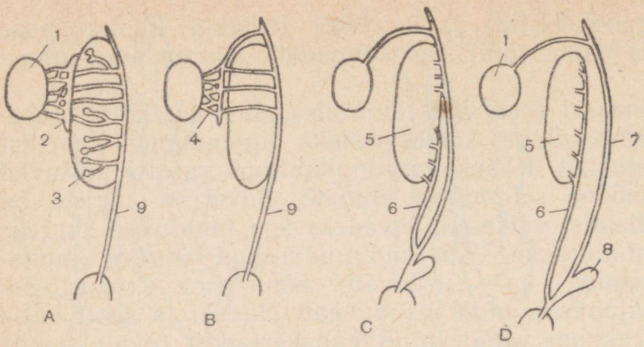
lahksugulised (gonohoristid) ja kui neil leidubki liitsugulisuse (hermafroditismi) nähte (näit. kärnkonnadel), siis on need juhuslikku laadi.

Amfiibide **munasari** (*ovarium*) kujutab endast kas kotjat (urodeelidel) või vaheseintega kambrikesteks liigendunud paarilist (anuuridel) moodustist. Kõhukelme duplikatuuri varal kinnituvad munasarjad kõhuõõne selgmisele pinnale. Suvel ja sügisel on munasarjad võrdlemisi väikesed, kevadeks aga muutuvad suureks ja on pakil täis munarakke. Valminud munarakud langevad munasarjadest kehaõõnde ja siirduvad kõhukelme ripsepiteeli vahendusel munajuhasse, mille kaudu nad kloaaki ja sealt välja kanduvad. Munarakkude vabanemine munasarjadest (ovulatsioon) toimub hüpofüüsi eessagara hormooni mõjul, kusjuures eessagara tegevus sõltub välisteguritest (ilmastikutingimustest). Mingi imetaja hüpofüüsi ekstrakti süstimise teel võib konnadel ovulatsiooni igal aastaajal esile kutsuda.

Munajuhad (*oviducti*) on pikad torujad keerdunud elundid (124. ja 125. joon.). Eriti pikad on nad anuuridel. Kumbki muna-



125. joon. Konna kuse- ja suguelundid. A — isasel. 1 — parem raig (vasak eemaldatud), 2 — neeru-sugujuha (Wolffi juha), 3 — seemnepõieke, 4 — neeru-sugujuhaava (kloaagis), 5 — rasvkeha, 6 — neer, 7 — neerupealis, 8 — seljaaort, 9 — tagumine õõnesveen, 10 — kusepõis, 11 — kloaak, B — emasel. 1 — munajuha lehter, 2 — munajuha, 3 — «emakas», 4 — kloaak, 5 — kusepõis, 6 munasari, 7 — neer, 8 — rasvkeha, 9 — neerujuha (Wolffi juha), 10 — neerupealis.



126. joon. Neerude vabanemine suguelundite teenistusest. A — konnal, B — ungil, C — ketaskeelel, D — köidikkonnal. 1 — raig, 2 — servajuha, 3 — neerukehake, 4 — viimajuhad, 5 — neer, 6 — kusejuha, 7 — seemnejuha, 8 — seemnepõieke, 9 — kuse-sugujuhad.

juha algab kehaõõne eesosas lehterja suudmega ja avaneb kloaaki. Munajuha suue kinnitub südameümbrisele ja koos sellega teeb kaasa pulseerivaid liigutusi, mis soodustab munarakkude edasiminekut munajuhasse. Munasarja lõpmist laienenud osa kutsutakse **emakaks** (*úterus*). Siia kogunevad munarakud sigimisajajärgul. Munajuha limaskest on näärmeterikas. Näärmete eritisest moodustuvad siit läbiminevate munarakkude ümber paksud tihedad kestad.

Apoodide **raiad** (*testes*) koosnevad rohketest osadest, mis on üksteisega pikikanali varal ühenduses. Urodeelidel on raiad piklikud, anuuridel ovaalsed või kerajad. Samuti nagu munasarjad, kinnituvad ka raiad kõhukelme duplikatuuri varal kehaõõne seinale. Raigadest väljuvad väikesed kanalikesed — **viimajuhad** (*vasa efferentia*) — suubuvad neeru seksuaalsesse ossa. Sealt siirduvad seemnerakud neerujuhasse ja selle kaudu kloaaki (124. joon., B). Enamikul anuuridel on neerujuha talitluselt nii seemne- kui ka kusejuhaks, teistel amfiibidel aga ainult seemnejuhaks, nii et neerud on neil suguelundite teenistusest vabanenud (126. joon.).

Anuuridel on gonaadidega ja urodeelidel neeru eesmise osaga ühenduses erilised lintjad või sagardunud lümfoidsed elundid — rasvkehad (125. joon.). Need on tekkinud gonaadide sugemetest. Sügiseti on nad suured ja sisaldavad rohkesti rasvaineid, kevaditi, pärast kudemisperioodi, on nad väikesed. Rasvkehad ei ole siiski mitte ainult rasvainete kogunemiskohaks (sugurakkude toitmiseks), vaid ühtlasi ka sisenõrenäärmeteks: nende eemaldamine kutsub esile gonaadide mandumise.

Kärnkonlastel on gonaadide eesmine osa arenemisel peatuma jäänud väga varasele astmele: ta koosneb noortest munarakusarnastest rakkudest, kujutades endast seega «redutseerunud munasarja», ja kannab Bidderi elundi nimetust. Kevaditi ta redutseerub, hiljem regenereerub. Isasloomade kast-

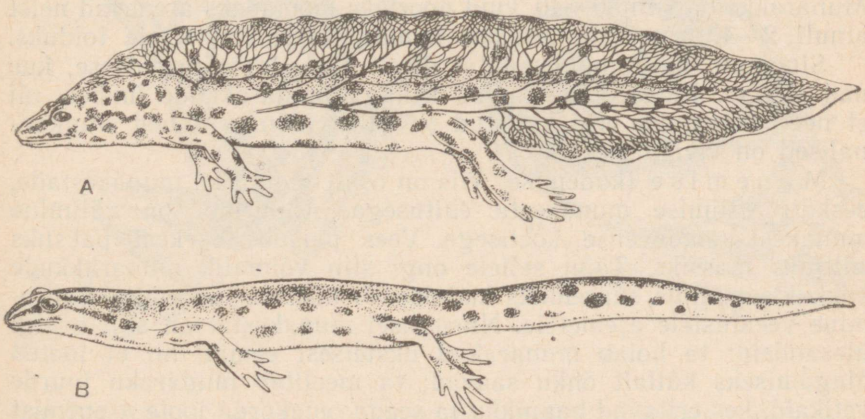
ratsiooni korral kujuneb neil Bidderi elund munasarjaks ja Mülleri juha suge munajuhaks — isasloom muutub emasloomaks.

Amfiibide **sigimine** on alles tihedalt seotud veega või vähemalt niiske keskkonnaga. Munemine — k u d e m i n e — toimub kevaditi või (troopilistel aladel) vihmaperioodidel. Selleks ajaks tekivad paljudel vormidel mitmesugused kohastumused eluks vees ja seksuaalne dimorfism suureneb. Paljudel konnadel muutuvad tagajala varvaste vahelised ujulestad märksa suuremaks, vesilikkude selja- ning sabauim suurenevad ja muutuvad veresoonterikkaks (kohastumus vees hingamiseks), isased muutuvad liikuvaks, hakkavad häälitsema, paljudel liikidel omandavad nad kireva värvuse (pulmarüü) jne. (127. joon.).

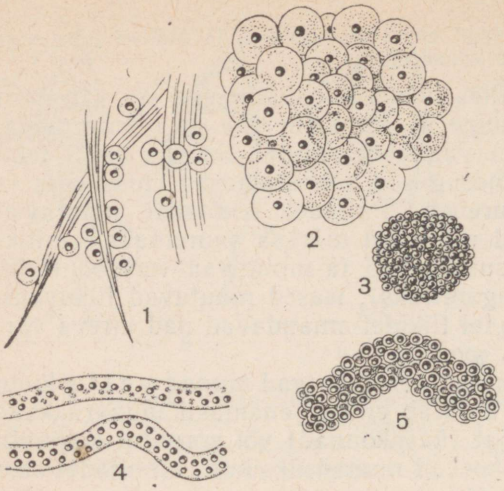
Urodeelid ja valdav enamik anuure koevad munad v e t t e kudu kujul või üksikult. K u d u kujutab endast enamasti munarakkude vorstjat (mudakonn), nöörjat (kärnkonnad) või vormitut kogumit. Ungid ja enamik urodeele koevad munad üksikult, kinnitades nad veealustele taimedele (128. joon.).

Kesk-Euroopas elutseva k ö i d i k k o n n a (*Alytes obstetricans*) isased mässivad munanööri oma tagajäsemete ümber ja siirduvad nendega niiskesse paika (137. joon.). Siin arenevad munakestades looted; kui need hakkavad kooruma, läheb isane vette, kus kullesed munakestadest vabanevad. Loote arenemine ei ole siin järelikult enam kogu ulatuses seotud veega, küll aga niiskusega.

Mitmetel troopilistel amfiibidel arenevad looted keha mahlades: k ä r g k o n n a l (*Pipa pipa*) emaslooma seljas tekkivates aukudes (129. joon.), n o k i s k o n n a l (*Rhinoderma darwini*) isaslooma häälepõies, t a s k u k o n n a l (*Gastrothéca marsupiatum*) emaslooma seljal asetsevas «taskus» (130. joon.) jne. Et niisugune



127. joon. Tähnikvesiliku isane sigimisajajärgul (A) ja maismaal elamise ajal (B).



128. joon. Päriskonnaliste kudu. 1 — unkidel, 2 — konnadel, 3 — lehekonnadel, 4 — kärnkonnadel, 5 — mudakonnadel.

keskkonnast sõltuvuse kadumine võis kujuneda just siin, saab mõistetavaks, kui arvestada, et troopilistel aladel on paljud veekogud vaid ajutised ja vesi sisaldab vähe hapnikku.

Mõnedel amfiibidel esineb ka munaspoegimine (ovovivipaarsus) ja poegimine (vivipaarsus). Tähniksalamandril (*Salamandra salamandra*) arenevad munad (looted) munajuhas (emakas) kuni vastseastmeni ja vastsed lähevad vette, kus nad oma arenemise lõpetavad. Alpi salamandril (*Salamandra atra*) toimub munade (vastsete) arenemine kogu ulatuses emakas. Munarakke on siin 30—40, kuid noorteks loomadeks arenevad neist ainult 2—4, teised munarakud lammutatakse vastsetele toiduks.

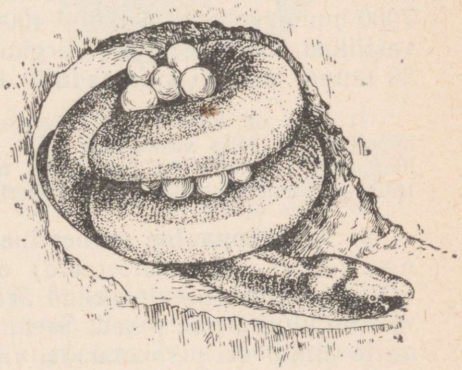
Siugkonnalised munevad tavaliselt samadesse urgudesse, kus nad elavad. Emased keerduvad kehaga munarakkude ümber, nii et need kuivamise eest kaitstud on (131. joon.). Mõned siugkonnalised on vivipaarid.

Munemise (kudemise) viis on osalt seotud ka munakestade, eeskätt välimise munakesta ehitusega. Anuuridel on välimine munakest homogeense koetisega. Vees paisub see kest paksuks sültjaks massiks. Tänu sellele ongi siin võimalik munarakkude kokkukleepumine suuremaks kuduks või nööriks ja nende kinnitumine veealustele esemetele. Niisugusel munakestal on siin teisigi ülesandeid: ta hoiab munarakud üksteisest eemal, nii et looted hingamiseks küllalt õhku saavad; ta meelitab munaraku juurde vetikaid, kes eritavad hapnikku ja seega omakorda loote arenemist soodustavad; ta on nagu lääts, mis kogub munarakusse soojust, ja lõpuks on ta vastsele toiduks esimestel elupäevadel.



129. joon. Kärgkonn. Vastsed arenevad emaslooma selja naha «kannudes».





130. joon. Looted arenevad taskukonnal emaslooma seljal asetsevas «taskus».

131. joon. Tseiloni kalamadulik. Emasloom keerdub oma munarakkude ümber.

Urodeelide välimine munakest on õhem, samuti kleepuv, kuid osalt kiulise struktuuriga. Niisugune kest on märksa tugevam ja võimaldabki urodeelidel munad muneda üksikult. Veelgi tihedam on köidikkonna välimine munakest. Väga tihe ja kõva on see ka siugkonnalistel.

Munarakkude **viljastumine** on enamikul anuuridel ja mõnedel urodeelidel väline. See toimub kudemise ajal ja on anuuridel seotud paaritumisega: isane hoiab eesjäsemetega emase ümbert tugevasti kinni ja eritab oma seemnerakud munarakkudele (munadele), kui need emase kloaagist väljuvad. Emase hoidmiseks on isastel eeskäppade sisemisel varbal suur kare mõhn («pulmatüügas»), mis sigimise ajajärguks eriti suureks kasvab.

Valdaval enamikul urodeelidel esineb seesmine viljastumine: isased heidavad kevadistel paaritumismängudel seemnerakud väikese pakikese — **spermatofoori** kujul vette või kleebivad veealustele taimedele ja emased püüavad selle kloaagiga nagu rüübates kinni, nii et munarakud kloaaki läbides ühinevad seemnerakkudega.

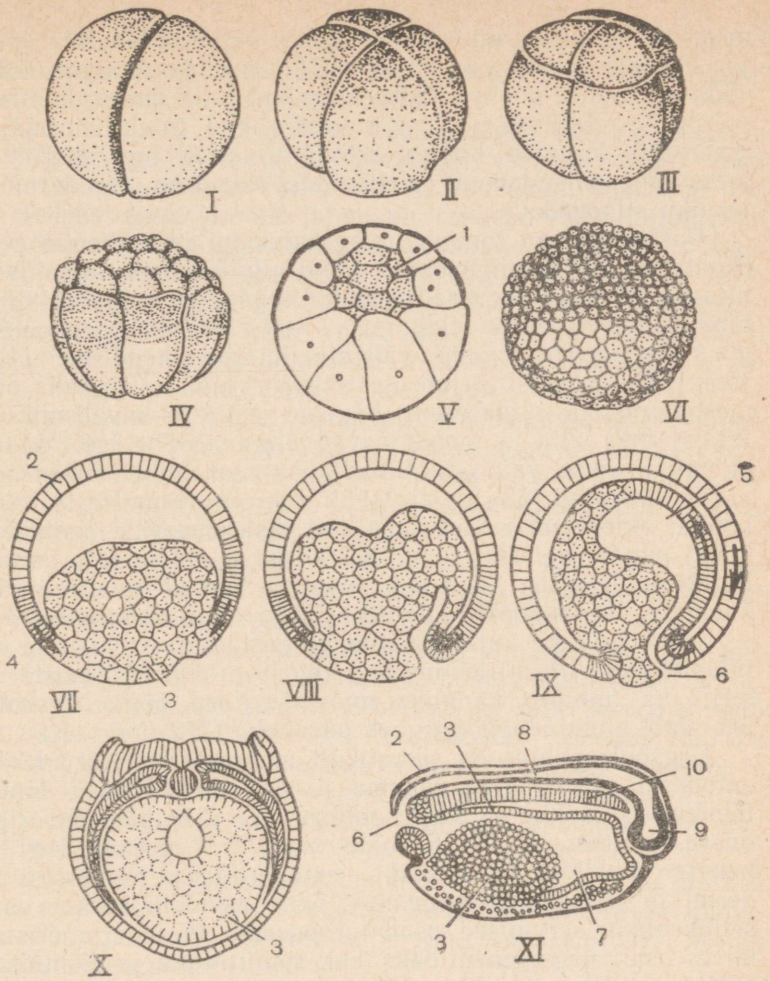
Seesmine viljastumine esineb ka ovovivipaarsetel ja vivipaarsetel amfiibidel ning siugkonnalistel. Viimastel on isegi kopulatsiooniorganid.

M u n a d e a r v amfiibidel vastab munade arenemise tingimustele. Niisugusel korral, kui munad ja neist arenevad vastsed (kullesed) jäävad vette täiesti iseenda hooleks, nii et nad on üsna suures hukkumisohus, on ka munade arv suur. Kui aga munad koetakse varjatud paikadesse, kui vanemad võtavad nad oma kaitse alla või kui looted arenevad vanemate kehamahlades või emakas, nii et loodete (vastsete) ellujäämine on enam-vähem kindlustatud, on munade arv väike. Tavaline kärnkonn näiteks muneb 1200—7000 muna, rohukonn 1500—4000 muna, köidikkonn 60—120 muna, vesilikud 60—200 muna, kärgkonn 50—100 muna, nokiskonn 20—30 muna, tseiloni kalamadulik 10—15 muna.

1) Miks on konnade neerukehakesed suured? 2) Kus asetseb amfiibidel hüpofüüs? 3) Miks vesilikkude selja- ja sabauime veresoonterohkus soodustab hingamist? 4) Miks on troopilistes mageveekogudes vähe hapnikku? 5) Kus tekib amfiibide munade välimine (tertsiaarne) kest?

9. **Embrüonaalne arenemine. Metamorfoos.** Amfiibide s e e m n e r a k u d (spermatosoidid) on pika peaosaga. K e t a s k e e l e (*Discoglossus*) seemnerakud äratavad tähelepanu oma suurusega: nad on kuni 3 mm pikad. Seemnerakkude kuju on väga varieeruv; mitte ainult eri perekondade, vaid ka eri liikide seemnerakud võivad erinevad olla. Sellega seletubki, miks amfiibidel on lähedaste liikide ristumine väga haruldane nähtus.

Amfiibide m u n a r a k u d (munad) on üldiselt õige suured ja reburikkad (polületsitaalsed). Munaraku pindmine osa, välja arvatud väike ümardunud areaal vegetatiivsel poolusel, sisaldab



132. joon. Amfiibi loote arenemise algfaasid. I kuni XI — eri faasid. 1 — blastotsööl, 2 — ektoderm, 3 — entoderm, 4 — piiritsoon, 5 — gastrotsööl, 6 — ürgsuu (gastropoor), 7 — ürgsool, 8 — närvitoru, 9 — peaaju suge, 10 — seljakeelik.

rohkesti musta pigmenti (melaniini). Viljastatud munarakk pöördub kesta sees alati nii, et pigmenteerunud poolus jääb ülespoole. Pigmendi «ülesandeks» on soojuse kogumine (absorbeerimine) ja munaraku kaitsmine ultraviolettkiirte eest.

Vastavalt oma ehitusele teevad viljastatud munarakud enamikul juhtudel läbi t o t a a l s e, kuid i n e k v a a l s e l õ i g u s t u s e. Kui rebu on väga palju, siis on lõigustumine diskoidaalne. Juba varakult hakkab loote keskusesse kogunema vedelikku ja blasto-

meerid tõrjutakse pinna suunas kokku — tekib **blastula** (põisloode) ja selle sees blastotsööl (132. joon. V). Blastotsööli laes on nüüd animaalse pooluse väikesed rakud (mikromeerid), blastotsööli põhjas vegetatiivse pooluse suured rakud (makromeerid). Mikromeeridest kujuneb hiljem ektoderm, makromeeridest entoderm, kuna vahepealse tsooni, «piiritsooni» rakud on mesodermi ja seljakeeliku sugemeks.

Gastrulatsioon toimub invaginatsiooni ja epiboolia teel. Invaginatsioon algab piiritsoonist veidi allpool, loote tagumisel küljel: mesodermi suge koos seljakeeliku sugemega sopistub («rändab») blastotsööli sisse — tekib gastrotsööl ehk ürgsooleõõs, mis gastropoori kaudu välismaailmaga ühendusse jääb (132. joon.). Gastrotsööl tõrjub blastotsööli kõrvale. Blastula piiritsooni mesodermi (ja seljakeeliku) sugeme rakud nihkuvad mikromeeride (ektodermi) alla ja moodustavad ürgsooleõõne lae. Makromeerid ei sopistu sisse, vaid pöörduvad koha peal ümber, nii et nende esialgne välispind jääb gastrotsööli põhjaks. Samal ajal toimub epiboolia: ektodermi rakud kasvavad makromeeride (entodermi rakkude) peale, nendest üle. Pealekasvava rakumassi serv (mokk) liigub poolringina kogu aeg edasi ja tõmbub gastropoori suunas koomale. Gastropoorist ulatub esialgu välja makromeeride kogum — rebukorgi kujul. Lõpuks sulgub ka gastropoor ja omandab pikipilu kuju. Pilu ülemine osa kattub hiljem närvisüsteemi sugemega ja muutub kanaliks, mis närvitoru õõnt ürgsooleõõnega ühendab, alumine osa kujuneb pärakuks (132. joon., XI).

Ürgsoole põhjas on rikkalikult makromeere. Need kujundavad entodermi. Entodermi rakumassi servad kasvavad lõpuks ülal teineteisega kokku — tekib sooltoru. See jääb gastropooriga ühendusse, vastasotsas tekib loote suuava. Ürgsoole lagi koosneb kahest rakukihist: välimisest — ektodermist ja sisemisest — mesodermi ja seljakeeliku sugemest. Selle rakukihi keskne osa annab seljakeeliku, servmised osad mesodermi. Mesoderm eristub selgmises osas ürgsegmentideks ehk **somiitideks** ja kõhtmises osas **küljeplaatideks.** Kumbki küljeplaat lõhestub kaheks lestmeks, nende vahele kujuneb nn. teisene kehaõõs ehk tsöloom.

Ürgsoole lae ektodermaalne osa moodustab peagi pikutise närviplaadi (132. joon., X), mille servad kasvavad ülespoole ja ülal lõpuks liituvad: tekib närvitoru, tulevase kesknärvisüsteemi suge. See vajub peagi ektodermi alla, ektoderm kasvab sellest üle.

Samal ajal kasvab loode pikemaks, hakkavad eristuma pea ja saba. Umbes nädala pärast (olenevalt temperatuurist) on loode välja kujunenud, päeva-paari pärast «sulatab» ta munakestad läbi ja tuleb välja — vette. Nüüdsest peale kannab ta vastse ehk kullese nimetust.

Amfiibide **kullesed** meenutavad tugevasti kalu. Nad elavad vees, on pika kehaga ja sabaga. Esialgu hingavad nad välislõpustega. Hiljem välislõpused (anuuridel) atrofeeruvad, tekivad lõpusepilud

ja siselõpused. Selleks ajaks, kui kopsud on tekkinud, hakkavad siselõpused manduma ja hiljem lähevad kullesed üle kopsuhingamisele. Naha pinnal on küljejooneelundid.

Anuuride kullesed imevad end esialgu sültja munakesta külge, hiljem aga vetikate ja veealuste esemete külge. Veel hiljem, kui nende saba on küllalt pikaks kasvanud, hakkavad nad ujuma. Selleks ajaks on ka juba suu rohkem välja kujunenud: mokad moodustavad ringja lehtri, mille põhjas leiame kaks tugevat sarvlõuga, servadel aga mitu rida tillukesi madalaid sarvhambaid. Kullesed on seega taimetoidulised. Nende suuaparaat on nagu hõõrel, mille varal nad hõõruvad tükikesi lahti nii elusatelt kui ka surnud taimeosadelt ja surnud loomsetelt organismidelt. Peagi ilmuvad jäsemed, sool kasvab pikaks.

Urodeelide vastsetel suulehtrit, sarvhambaid ja sarvlõugu ei teki, neil tekivad kohe samalaadsed lõuad nagu on täiskasvanutel. Vastavalt sellele on nad algusest peale röövloomad, toitudes väikestest selgrootutest. Pikka soolt ja siselõpuseid ei teki, silmad ilmuvad varakult ning on suured.

Metamorfoosi ehk **moonde** all tuleb mõista kõiki neid arenemisnähtusi, mis on seotud vastse üleminekuga maismaa-elule. See toimub sama aasta sügisepoolikul.

Et anuuridel vastsed täiskasvanuist märksa enam erinevad kui urodeelidel, siis on nende moone hoopis ulatuslikum. Vastsed lakkavad toitumast. Sool resorbeerub ja selle asemele tekib uus. Suuaparaat heidetakse ära, «vastsesuu» asendub lõpliku suuga. Veri hakkab liikuma ainult kopsuarteritesse, lõpused ja lõpusepilud kaovad. Silmad kasvavad suureks. Naha ehitus muutub tunduvalt. Saba kaob ja sabamaterjali arvel toimuvadki kõik kirjeldatud nähtused.

Urodeelide vastsetel on metamorfoos sujuvam ja märksa väiksema ulatusega — algab hiljem. Suuremad muutused toimuvad ainult hingamis- ja ringeelundite ning naha ehituses, needki ainult maismaavormidel.

Metamorfoosi kiirus oleneb suurel määral temperatuurist. Külmas vees toimub metamorfoos hoopis aeglasemalt kui soojas vees. Rohukonna moone näiteks lõpeb 25°-sel temperatuuril kahe kuu võrra varem kui 10°-sel temperatuuril. Seepärast ei jõua põhjapoolsetel aladel vastsed mõnikord samal aastal metamorfoosi läbi teha ja moonduvad alles järgmisel aastal. Sellisel juhul tekivad sageli hiidvastsed.

Paljudel urodeelidel, olenevalt elutingimustest, jääb metamorfoos pikemaks ajaks toimumata või ei toimu üldse. Metamorfoosi ärajäämise poolest on eriti tuntud Põhja-Ameerikas elutsevad tõmpsuud (*Ambystoma*), kelle vastseid nimetatakse **aksolotliteks.** Aksolotlid on niisama suured nagu nende vanemadki, nad saavad suguküpseks ja sigivad. Loomade sigimist vastseeas nimetatakse **neoteeniaks.** On põhjust arvata, et mitmed urodeelide sugu-

konnad — sireenlased, proteuslased jt. — on metamorfoosivõime kaotanud neoteensed vastsed. Niisugust evolutsioonilist neoteeniat võib käsitada kui kord maal elanud urodeelide taassiirdumist vette. Neoteenia näitab ühtlasi, et loomad võivad põlvneda ka oma eellaste vastselistest vormidest.

Sugukküpseks saavad amfiibid väga mitmesuguses vanuses, üldiselt võrdlemisi varakult: vesilikud ja ungid — 2. eluaastal, konnad 3., kärnkonnad 3.—4., mudakonnad 2.—4. eluaastal. Sugukküpsuse saabumisel kasvamine ei lakka, vaid kestab veel aastaid.

Akvaariumis ja terraariumis elavad amfiibid küllaltki kaua: on täheldatud, et mudakonn elab siin 11 aastat, rohukonn 18, harivesilik 28, tavaline kärnkonn 36, jaapani hiidvesilik 62 aastat jne.

1) Kuidas saaks teostada konnadel kunstlikku viljastamist? 2) Millega seletada, et urodeelide vastsetel on silmad suuremad kui anuuridel? 3) Millised muutused toimuvad amfiibide nahas metamorfoosi ajal?

10. **Elutingimused, ökoloogiline levik, olenevus teistest organismidest.** Amfiibide seos ümbritseva loodusega, eeskätt abiootiliste tingimustega on veel väga tihe. Põhiliste abiootiliste elutingimustena (peale toidu ja õhu) vajavad amfiibid niiskust ja soojust. Nad on peamiselt niiskete alade või koguni veeriigi elanikud, ei suuda kuigi kaua elada kuivas keskkonnas ja nende sigimine on tavaliselt väga tihedasti seotud veega. Mitmed amfiibid elavad küll puu otsas ja võivad isegi liuelda (vt. allpool), kuid ikkagi niisketes metsades; maa sees elavate amfiibide (siugkonnalised, mudakonn, kaevekonn jt.) puhul on samuti tegemist niiske keskkonnaga. Selle nähtuse põhjusteks on niiske, peaaegu sarvestumata marrasknahk, õhukesed munakestad ja lootekestade puudumine loodetel.

Amfiibe ei leidu ainult soolastes veekogudes. Konnad näiteks surevad 1,5%-lises keedusoolalahuses 24 tunni pärast, 2%-lises 7 tunni ja 5%-lises lahuses juba 2,5 tunni pärast.

Amfiibid on põhiliselt mitte ainult vee-, vaid ka soojalembesed vormid. Tähelepanekud ja katsed näitavad, et soojadel aladel on amfiibid väga aplad ja aktiivsed, sest soojuses tõuseb nende erutuvus ja reaktsioonide kiirus tunduvalt. Seevastu madalal temperatuuril ei reageeri nad miljöö ärritustele kas üldse või reageerivad nõrgalt. Juba 7°-sel temperatuuril amfiibid tarduvad: nad sulevad silmad ja lakkavad ärritustele reageerimast. Ka ei suuda amfiibid taluda tugevat külma. Ainult mõned neist võivad —1,5° juures ellu jääda ja külmuda, aeglasel sulamisel aga isegi taaselustuda. Noored amfiibid taluvad külmumist paremini kui vanad.

Õeldust on ühtlasi selge, miks amfiibid kõrbealadel ja kuivades piirkondades peaaegu täielikult puuduvad, miks neid on meie aladel ja palearktilises regioonis üldse vähe, miks nende lii-

kide arv ekvaatori suunas kiiresti kasvab ja miks neid troopilistes metsades esineb massiliselt. Polaarjoonest põhja poole ulatub ainult 3 amfiibi — rohukonna, rabakonna ja siberi nurgihammasvesiliku levila. Meil Eestis esineb 10 amfiibiliiki ja neid võiks siin esineda rohkemgi. Kesk-Aasias, määratu suurel kuival maa-alal, elutseb aga kõigest 2 amfiibiliiki: järvekonn ja rohe-kärnkonn. Ekvaatoripiirkonna niisketes metsades asustavad amfiibid iga kohakest, alustades maa-aluste veekogudega ja lõpetades kõrgete puulatvadega. Agaavide ja ananasside avaraisse lehekaenaldesse kogunevat vett kasutavad mõned amfiibid isegi kudemispaigana.

Troopiliste alade elutingimustes — ühtlases temperatuuris ja niiskuses — on amfiibid kogu aeg enam-vähem aktiivsed. Troopilistes kõrbetes ja savannides, kus niiskuserežiim tugevasti muutub (põuad vahelduvad vihmaperioodidega), muutub vastavalt ka amfiibide aktiivsus: põua tuleku eel täidavad neist paljud (näit. *Bréviceps*, *Chiroleptes* jt.) oma lümfiurked veega, kaevuvad maasse ja jäävad s u v e u n n e. Põhjapoolsetel aladel, kus temperatuuri sesoonsed kõikumised on suured, jäävad amfiibid t a l i u n n e: nende ainevahetus soikub, nende erutuvus langeb või kaob jne. Juba enne taliunne jäämist hakkab nende maksasse glükogeeni kogunema, funktsioneerivate verekapillaaride arv nahas suureneb. Järve-, vee- ja rohukonn veedavad taliune veekogude põhjas, kärnkonnad, rabakonn, mudakonn ja vesilikud — kuival: keldrites, koobastes, kändude all, näriliste urgudes jm.

Vastavalt temperatuuri ja niiskuse ööpäevasele kõikumisele on amfiibide a k t i i v s u s t s ü k l i l i n e: kuivamaaliigid (rohukonn, kärnkonnad, harivesilik jt.) liiguvad ja tegutsevad peamiselt öösiti (niiskuses), veevormid, vastupidi, on päeval (soojuses) aktiivsemad kui öösel.

Amfiibid o l e n e v a d t e i s t e s t o r g a n i s m i d e s t (loomadest ja taimedest) eelkõige toitumise suhtes, s. t. vajavad teiste organismide olemasolu. Tavaliselt, sigimisajajärk välja arvatud, on amfiibidel peaaegu kõikide toimingute eesmärgiks toitumine; nad on õgilad loomad ja püüavad kugistada kõiki oleseid, kellest nende jõud üle on. Seejuures on nad isegi kaladega võrreldes siiski õige abitud, sest neil puuduvad aktiivse pealetungi ja kaitse vahendid. Nii omavahelises kui ka teiste loomadega suhtlemises on amfiibidel määravateks teguriteks nende k a i t s e t u s j a n ä r v i t a l i t l u s e m a d a l t a s e. Nad on arad loomad ning püüavad vajaduse ja võimaluse korral peitu pugeda. Kaitsevahenditeks on amfiibidel mürginäärmed, kaitsevärvus ja üksikutel vormidel ka hambad. Maismaa-amfiibidel on m ü r g i n ä ä r m e i d rohkem kui vees elavatel liikidel; seetõttu on esimesed kiskjate loomade, röövlindude ja välisparasiitide vastu paremini kaitstud kui teised. K a i t s e v ä r v u s esineb valdaval enamikul amfiibidel ja on kahtlemata tõhus tegur olelusvõitluses. Rida amfiibe on

rohelised (näit. veekonnad ja lehekonnad), mõnede värvus meenutab koltunud puulehti, mullapinda (mudakonn), samblikke, puukoort jne. Ameerika lehekonn *Hyla squierella* näiteks on niivõrd männikoore karva, et teda männi tüvel on raske märgata. Kaitsevahendiks on muidugi ka värvuse muutumine. Amfiibide passiivsete kaitsevahendite hulka võib lugeda ka nende suure regeneratsioonivõime. Alamatel vormidel kasvavad mõnede kaotatud kehaosade (näit. saba) asemele viie-kuue nädala jooksul uued. Vigastatud kehaosad paranevad amfiibidel hästi, haavad ei lähe mädanema. Ka võivad amfiibid kaua aega elada toiduta.

Närvitalitluse madal tase tingib amfiibidel üksildase elu ja selle monotoonsuse. Nad elavad igaüks omaette ega tee üksteisest väljagi. Mitte kooselamise instinkt ei ole see, mis amfiibe sageli kokku viib ja koos hoiab, vaid toit ja soodne ümbrus. Erandiks on kevadine paaritumisaeg. Konnade krooksumist on nüüd rohkesti kuulda, nad liiguvad päevalgi, tõsi küll, iga kahtluse korral mutta või rohtu peitu pugedes.

Närvitalitluse madala tasemega seletub osalt seegi, et amfiibidel kooseluline side vanemate ja järglaste vahel enamasti peaaegu puudub. Kudemisel on nad ükskõiksed veekogude valiku suhtes, oma vastsetest ei tee nad väljagi. Lõimetise hooldamine esineb väga vähestel, seejuures kõige primitiivsemal kujul. Tavaliselt on siin tegemist rohkem organismi kehalise kohastumisega ebasoodsate sigimistingimustega kui lõimetise tõelise hooldamisega.

Lõimetise hooldamise primitiivsus, kaitsetus, võimetus kogemusi omandada, rohked vaenlased (kalad, maod, kured, inimene jne.) ja suur olenevus ilmastikutingimustest — kõik see vähendab amfiibide arvukust. Veekogude kuivamisel hävib kulleseid sageli massiliselt. Sellest on tingitud ka suured kõikumised populatsioonide suuruses. Amfiibide väljasuremist on siiski vältinud ja väldib nende suur sigivus, osalt ka suur vastupidavus.

1) Miks amfiibid soolast vett ei talu? 2) Millist osa etendavad taimed amfiibide elus? 3) Miks amfiibide haavad ei lähe kergesti mädanema? 4) Millistel amfiibidel esineb lõimetise hooldamine? 5) Millist mõju avaldab inimese tegevus amfiibide arvukusele?

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

SABAKONNALISTE SELTS (*URODELA s. CAUDATA*)

Sabakonnalised (urodeelid) on kõige madalamalt organiseeritud amfiibid. Nende keha on veel pikk, kere läheb pikkamisi üle lapikuks või ümardunud sabaks. Jäsemed tavaliselt ühepikkused ja enamasti nõrgalt arenenud. Eesjalgadel 3 või 4, tagajalgadel 2 kuni 5 varvast.

Selgroolülid on kas amfi- või opistotsöölsed. Esimesed on sagedamad. Kerelülidele kinnituvad lühikesed, tõelised roided, mis arvatavasti vastavad kalade ülaroietele. Kolju on suhteliselt hästi arenenud. Lauba- ja kiiruluud ei ole liitunud. Esinevad paarilised silmakiilluud. Ruut-ülalõualuu puudub, nii et ülalõualuu tagaosa lõpeb vabalt. Lisakiilluu väga lai, suulaeluu kaob või liitub sahkluuga. Hambad sahkluudel, enamasti ka lõualuudel.

Rangluud puuduvad. Küünar- ja kodarluu, samuti ka sääre- ja pindluu ei ole liitunud. Vabadeks jäävad ka randme ja kanna luud. Jäsemete ehitus on seega algeline ja eristumata.

Trummiõõs ja trummikile puuduvad. Sellele vaatamata on kuulmetulbake olemas, nii et trummiõõne ja trummikile puudumine näib olevat sekundaarne nähtus. Veevormidel säilivad kogu eluaja küljejooneelundid. Juhtivaks meeleks on haistmine.

Mõnedel (alamatel) urodeelidel säilivad kogu eluaja välislõpused (harva isegi mandunud siselõpused). Valdaval enamikul vormidel kaovad lõpused ja kõik lõpustega ühenduses olevad moodustised ning hingamine toimub peamiselt kopsude ja naha abil.

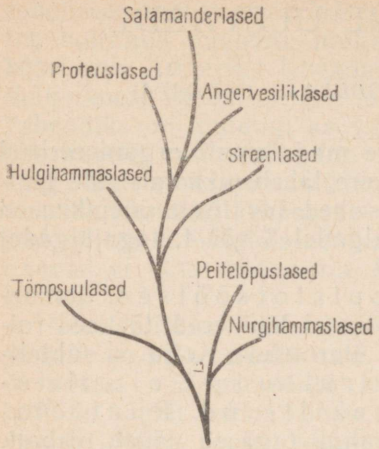
Südame koda on vaheseinaga poolitatud. Mõnedel vormidel, vastavalt lõpuste säilimisele, säilivad ka lõpusearterid. Esineb tagumine õõnesveen, kuid säilivad ka tagumised kardinaalveenid (vt. 123. joon.).

Kopulatsioonielundid puuduvad, kuid viljastumine on siiski (üksikud erandid välja arvatud) seesmine. Osa urodeele on ovipaarid, osa vivipaarid. Mitmetel liikidel esineb neoteenia.

Urodeelid on levinud põhjapoolkeral, peamiselt Põhja-Ameerikas. Üksikuid liike leidub ka Kesk- ja Lõuna-Ameerikas.

Süstemaatilises mõttes on urodeelid kaunis mitmekesised ja jagunevad reaks sugukondadeks (133. joon.). Asetaksime siin esikohale anatoomiliselt lihtsamad vormid.

Sireenlased (*Sirénidae*) on pika angerjalaadse kehaga, üheainsa (eesmise) paari jäsemetega vee-elanikud. Kogu eluaeg talitleb 3 paari välislõpuseid. Kummalgi pool kaela küljel on



133. joon. Sabakonnaliste sugupuu.

1—3 lõpusepilu, mis viivad lõpusekoopaisse, kus on säilinud isegi mandunud siselõpused. Selgroolülid on amfitsöölsed. Silmad laugudeta. Tagavöötmest ei ole midagi säilinud. Võimalik, et sireenlased on neoteensed vormid, kuid katseliselt on see tõestamata. Neid on 2 perekonda 3 liigiga, Põhja-Ameerikas. **Sisalsireen** (*Siren lacertina*) (134. joon.), umbes 70 cm pikkune sireenlane, on levinud USA kaguosa soodes ja madalates veekogudes. Sageli varjab end puukändude all, ujub halvasti.

Proteuslased (*Protéidae*) on pika kehaga, nõrgalt arenenud jäsemetega, kogu eluaja kolme paari välislõpustega ja kopsudega hingavad veevormid. Kaela külgedel kummalgi pool 2 lõpusepilu. Selgroolülid amfitsöölsed. Võimalik, et ka proteuslased on neoteensed vormid. Neid on 2 perekonda 4 liigiga.

Koopaolmi (*Próteus anguinus*) (134. joon.) leidub Jugoslaavias. Koobastes elutsev, kuni 25 cm pikkune loomake. Silmad mandunud, naha all peidus, nii et loom ümbrust ei näe. Pigment nahas kadunud, mistõttu nahk on kollakasvalge ja veidi roosakas, lõpused aga helepunased. Kui koopaolm üles kasvatada valguse käes, siis tekib nahas pigmenti, samuti arenevad silmad paremini välja. Kui vee temperatuur on üle 15°, siis kinnitab ta koetud munad ühekaupa veekogu põhjale; kui veekogu temperatuur langeb alla 15°, siis sünnitab elusaid poegi, 2 poega korraga. Koopaolmi sugukonnakaaslased, **vaguvesilikud** (*Necturus*), elutsevad Põhja-Ameerika idaosa järvedes. Nad on normaalse pigmentatsiooniga ja nägemisvõimelised. Õise eluviisiga.

134. joon. Sabakonnalisi. 1 — tähnikvesilik, isane ja emane; 2 — angervesilik (*Amphiuma*), 3 — aksolotl, 4 — tõmpsuu, 5 — tähnik-salamander, 6 — koopaolm, 7 — sisalsireen.


1
2
3
4
5
6
7

Kui sireenlaste ja proteuslaste tõelises primitiivsuses võidakse kahelda, siis **nurgihammaslaste** (*Hynobiidae*) sugukonnal langeb see kahtlus ära: siin on tegemist tõeliselt kõige vanapärasemate urodeelidega. Need on suhteliselt väikesed vormid. Lõpusekaared osaliselt säilinud, kopsud nõrgalt arenenud või puuduvad, selgroolülid amfitsöölsed, viljastumine väline. Oma nime on nad saanud suulaehammaste V-kujulisest asetusest. Siberi **nurgihammasvesilik** (*Hynóbius keyserlingii*) on kõige põhjapoolsem urodeel. Tema levila ulatub Uraalist Kamtšatkani. Munad koeb ta läbipaistvasse kotikesse, mille siis taimedele kinnitab. Habarovskis, Primorje krais, Koreas ja Jaapanis levinud **küünisvesilikud** (*Onychodáctylus*) on ainukesed küünistega urodeelid. Elavad kiiresti voolavates vetes ja küüniste abil hoiavad kinni veealustest esemetest. Kopsud neil puuduvad, nad hingavad ainult naha kaudu.

Nurgihammaslastele kõige lähedasemad on **peitelõpuslased** (*Cryptobránchidae*) — suure lameda keha ja suure laia peaga vormid. Silmad väga väikesed, laud puuduvad. Lõpusekaared osaliselt säilinud. Selgroolülid amfitsöölsed. Selle sugukonna kõige suurem liik (ja kõige suurem kahepaikne üldse) on **jaapani hiidvesilik** (*Megalobátrachus japónicus*), Jaapani ja Ida-Hiina külmaveeliste mägiojade elanik, kuni 160 cm pikk. Õise ja peidulise eluviisiga, loidude liigutustega. Toitub kaladest, konnadest, vesilikkudest ja selgrootutest. Munad munetakse nööridena vette. Isane «valvab» munade juures ja kiirendab saba liigutustega vee liikumist nende ümber. Hiidvesiliku liha tarvitatakse toiduks. XVIII saj. Saksamaal miotseeni lademetest leitud suure kahepaikse jäänused (mida omal ajal peeti «veeuputust näinud patuse inimese» luudeks) on osutunud hiidvesiliku jäänusteks. Teine peitelõpuslaste tuntud liik — **peitelõpuslane** (*Cryptobránchus alleghaniénsis*) — on laialt levinud Põhja-Ameerika idaosa jõgede piirkonnas. See on kuni 70 cm pikkune väga ablas kahepaikne.

Tõmpsuulased (*Ambystómidae*) on kohmaka haabitusega, keskmise suurusega, ümardunud (tõmbi) koonuga loiud maismaa-urodeelid (134. joon.). Levinud Põhja-Ameerikas. Umbes 20 liiki. USA-s ja Mehhikos levinud **tiigertõmpsuu** (*Ambýstoma tigrinum*) juures avastati esmakordselt (1865. a.) neoteenia. Selle liigi suured kohmakad, tugevate välislõpustega suguküpsed vastsed (aksolotlid) elavad järvedes. Mehhikos tarvitatakse neid toiduks. Iluja katseloomana kasvatatakse neid laialdaselt akvaariumides. Napil toitmisel ja veekogu vähendamisel teevad läbi moonde ja saavad täiskasvanuks. Akvaariumitingimustes on võimalik aksolotlitest täiskasvanud isendeid saada kilpnäärme sekreedi mõjul. Varematel aegadel peeti aksolotlit eri amfiibiliigiks (*Síredon pisciformis*).

Salamanderlaste (*Salamándridae*) sugukond on urodeelidest kõige arenenum rühm. Selle sugukonna vormid on sisalikulaadse kehaga ja suhteliselt hästi arenenud jäsemetega (134. joon.). Nahk kõbruline ja rohkete mürginäärmetega. Silmad laugudega, selgroolülid opistotsöölsed. Umbes 40 liiki osalt maismaa-eluviisiga loomi.

Vesiliku (*Tritúrus*) liigid on levinud Euroopas, Lääne-Siberis,

Väike-Aasias ja Iraanis. Need on põhiliselt maismaavormid, kuid kevaditi lähevad vette kudema. Toituvad veeputukatest, putukate vastsetest, tigudest ja konnakullestest. Meie faunas esineb **tähnikvesilik** (*Triturus vulgaris*) (127. ja 134. joon.) ja **harivesilik** (*T. cristatus*). Lääne-Euroopas, Loode-Aafrikas ja Lääne-Aasia mägimetsades levinud **tähniksalamander** (*Salamandra salamandra*) äratab tähelepanu oma ereda värvusega: ruugekollased laigud mustal foonil (134. joon.). Niisugust värvust peetakse hoiatusvärvuseks. Tõepoolest, tähniksalamandri nahanäärmed eritavad väga mürgist vedelikku ja imetajad-röövloomad ning röövlinnud ei puutu seda looma. Alpi, Karsti ja Hertsegoviina mägedes (600—2500 m kõrgusel) elab **alpi salamander** (*Salamandra atra*). Emane sünnitab kõigest 2—4 poega, kes juba emakas on metamorfoosi läbi teinud. Kaukaasia läänepoolsetel aladel elutseva **kaukaasia pikksabaliku** (*Mertensiella caucásica*) iseloomulik omadus on autotoomia: kui tema sabast kinni võtta, siis väänleb ta maona ja murrab lõpuks teravat pööret tehes saba ära. Seda nähtust tuleb pidada enesekaitsevahendiks, sest murtud kehaosa jääb vaenlasele, loom ise aga pääseb põgenema. Murdunud saba asemele kasvab pikkamisi uus.

Hulgihammaslased ehk kopsudeta salamanderlased (*Plethodóntidae*) on väikesed sihvakad värviküllased urodeelid. Suulaes rohkesti hambaid, eriti kiilluul. Selgroolülid ühtedel amfi-, teistel opistotsöölsed. Kopsud puuduvad ja hingamine toimub naha ning suulae limaskesta kaudu. Vastavalt sellele on ka südame ehitus sekundaarselt lihtsustunud (südame koda ei ole kaheks osaks jaotunud). Kopsude kadumine on toimunud nähtavasti seoses mägiojades elamisega. Maismaavormid on sekundaarse tekkega. Nad munevad enamasti niisketesse paikadesse ja paljudel jääb isane munade juurde valvele, kuni neist kooruvad vastsed või moonde läbiteinud noored loomad. Kaugelt üle 100 liigi. Levinud Põhja-, osalt Lõuna-Ameerikas.

Puusalamander (*Aneides lugubris*), Kaliforniast, elab puuõõntes ja puudel, kus ta osavasti ronida võib. Hingab peamiselt jalgade abil: varbad on rikkalikult varustatud verekapillaaride võrgustikuga. Muneb puuõõnte krobelisele seinale. Kaitseb end aktiivselt ja võib hammustada. **Koopatriiton** (*Typhlotriton spelaeus*) elab Põhja-Ameerika edelaosa koobaste täielikus pimeduses. Vastavalt sellele on ta pime (laud on kokku kasvanud) ja heleda nahaga. Tema vastsed elavad aga mägiojades, on tumedavärvilised ja normaalse nägemisega. **Sardiinia koopasalamander** (*Hydromántes genei*) on ainuke hulgihammaslaste esindaja, kes elab Euroopa (Itaalia ja Lõuna-Prantsusmaa) mägiste alade niisketes koobastes. Ta keel on kohastunud hämaruses putukate püüdmiseks: see on välkkiiresti ja pikalt suust välja sirutatav ning limane. Vivipaarne vorm. Teised koopasalamandri liigid elavad Kalifornias.

1) Millistel loomadel tekib tagumine õõnesveen esmakordselt? 2) Miks on koopaolmi lõpused helepunased? 3) Millega seletada, et koopaolm on madalal temperatuuril vivipaarne, kõrgemal temperatuuril aga ovipaarne? 4) Mida võib järeldada sellest, et koopaolm on levinud Jugoslaavias, teised proteuslaste liigid aga Põhja-Ameerikas? 5) Millest võib näha, et hiidvesilikud on väljasurevad vormid? 6) Kuidas seletada kopsude kadumist küünisvesilikel?

Siugkonnalised (apoodid) on osalt kaunis algelised, osalt aga tugevasti eristunud vormid. Eristumine on seoses nende maa-aluse eluviisiga, enamikule omase tuhnimisega.

Siugkonnaliste keha on suhteliselt pikk, siulaadne, paljudel liikidel rõngjate soonististe varal väliselt liigendunud, mistõttu nad hiiglasuuri liimukaid meenutavad. Saba väga lühike, nii et pärak avaneb peaaegu keha lõpul. Jäsemed puuduvad, kuid puuduvad ka nende vöötmeluud. Silma ja ninaava vahekohal kummalgi pool vagu, mille põhjas on väljasirutatav ja tagasitõmmatav kombits (arvatavasti nii kompe- kui ka haisteelund). Nahk on paljas ja rohkete limanäärmetega. Naha sees leidub paljudel vormidel luuplaadikesi, mida peetakse kaugete esivanemate luulise rüü jäänusteks.

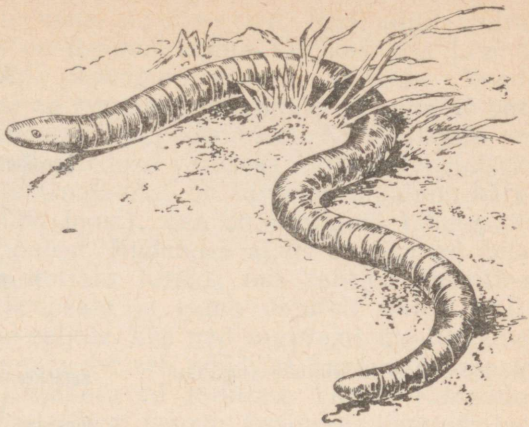
Selgroolülid on amfitsöölsed ja vastavalt keha pikkusele on neid rohkesti. Lühikesed tõelised roided on olemas. Kolju katteluud on tugevasti arenenud ja moodustavad lausalise kihnu. Ninaluu ja ees-ülalõualuu liituvad suureks tugevaks plaadiks; soomusluu on tugevasti arenenud ja lai, suulaeluud liituvad ülalõualuudega. Kõiki neid nähtusi võib vaadelda kui kohastumusi. Hambad väikesed ja vahedad.

Silmad on mandunud ja naha all peidus. Keskkõrv nõrgalt arenenud: trummiõõs ja trummikile puuduvad, kuulmetulbake on alles ühenduses ruutluuga. Vastavalt sellele on ka nägemis- ja kuulmenärv mandunud. Seevastu on haisteelund arenenud väga hästi, vastavalt on ka otsaju haistesagarad harulda-selt suured.

Vasak kops on mandunud (lühike), parem väga pikk. Süda on lihtsa ehitusega: koja vahesein ei ole veel täielik. Isasel võib kloaak välja sopistuda ja täidab niisugusel korral kopulatsiooniorgani ülesannet. Munad munetakse maa-alustesse urgudesse, puukändude alla jm. Koorunud vastsed siirduvad vette, kus nende arenemine lõpule jõuab. Mõned liigid on vivipaarsed.

Toituvad liimukatest ja maa sees elutsevatest putukatest. Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, troopilises Aafrikas ja Lõuna-Aasia troopiliste metsade aladel (140. joon.).

Süstemaatikas moodustavad siugkonnalised üheainsa **pimelaste** (*Coeciliidae*) sugukonna. Sellest sugukonnast tuntakse kõige paremini **tseiloni kalamadulikku** (*Ichthyóphis glutinósa*) (vt. 131. joon.). See on ligi 40 cm pikkune loom, levinud Hindustanis, Indo-Hiinas, Tseiloni saarel ja Suurtel Sunda saartel. Elutseb ojade ja jõgede kallaste läheduses rohukamara all, urgudes. Roomab kiiresti. Kaitseb aktiivselt ennast, mune ja vastseid sisalikkude ja madude eest nende hammustamise teel. Niivõrd kohastunud maismaa-eluga, et upub vees. Kõige enam pimelasi on Lõuna-Ameeri-



135. joon. Rõngurglik.

kas, näiteks **rõngurglik** (*Siphónops annulatus*), ligi 40 cm pikk (135. joon.), ja **pimelikud** (*Coecilia*), kuni 1 m pikad.

1) Kellest põlvnevad apoodid? 2) Millised on nende vanapärased tunnused, eristumistunnused? 3) Millega seletada, et apoodidel on silmad ja keskkõrv mandunud? 4) Milles avaldub tseiloni kalamadulikul lõimetise hooldamine?

PÄRISKONNALISTE SELTS (*ANURA, SALIENTIA*)

Vaatamata arvukusele moodustavad päriskonnalised (anuurid) kehalaadilt siiski kaunis ühtlase loomarühma. Nende kere on lühike ja lai, kael väga vähe eristunud, saba puudub, jäsemed hästi arenenud, kusjuures tagajäsemed on enamasti märksa pikemad kui eesjäsemed. Viimane asjaolu on seoses nende omapärase liikumisviisiga — hüppamisega.

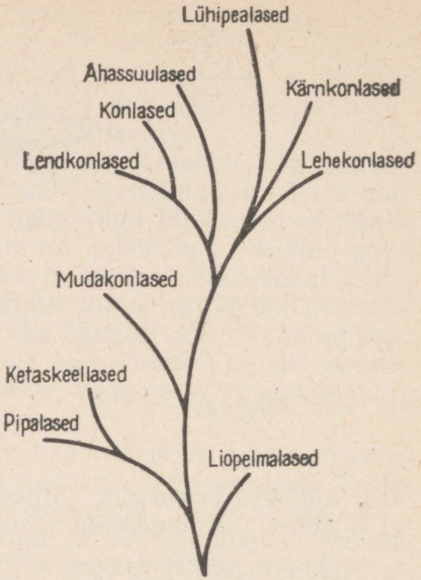
Selgroolülid on enamasti protsöölsed, kerepiirkonnas on kõigest 7—9 selgroolüli, sabalülid on liitunud pikaks pahluuks (urostüüliks). Roided enamasti mandunud ja selgroolülide ristijätketega liitunud. Lauba- ja kiiruluu on liitunud **laubakiiruluuks**, silmapiirkonnas leiame iseloomuliku **kiilsõelluu.** Lõpusekaared mandunud ja moodustavad keele toese.

Õlavöötmes on rangluu olemas. Küünarvarre ja sääreluid iseloomustab nende kokkukasvamine. Luude liitumist esineb kandme- ja kannapiirkonnas (vt. 185. lk.).

Trummiõõs ja trummikile on olemas, kuigi viimane on mõnedel vormidel naha all. Silmad laugudega.

Lõpused ja lõpusepilud puuduvad kõikidel. Südame koda eristub kaheks. Aordi kaari on üks paar, kardinaalveenid puuduvad.

Osa (vanapärasemaid) vorme veedab kogu elu vees. Nende iseloomulikuks jooneks on küljejooneelundite säilimine. Valdav enamik on seotud maapinnaga. Levinud kõikidel mandritel, välja



136. joon. Päriskonnaliste sugupuu.

arvatud antarktiline ala. Peamiselt lõunapoolkera elanikud. Eriti rohkesti anuure elutseb Lõuna-Ameerikas.

Anuuridefauna jaguneb selgroolülide keha kuju alusel 5 alamseltsiks: kaksi-, taga-, eri-, ees- ja võõriklohulisteks (136. joon.).

KAKSILOHULISTE ALAMSELTS (*AMPHICOELA*)

Kaksilohulised (amfitsöölid) on kõige algelisemad anuurid: nende selgroolülid on kaksilohkse d (amfitsöölsed), seljakeeliku jäänustega ja osalt kõhrelised. Roided on vabad (ei ole selgroolülide ristijätketega liitunud) ja sabalihaste mandunud osad on säilinud.

Siia kuulub **liopelmalaste** (*Liopelmidae*) sugukond 2 perekonnaga: *Liopelma* Uus-Meremaalt, kus ta on amfiibide ainus esindaja, ja *Ascaphus* Põhja-Ameerikast. Viimane on kohastunud külmades mägiojades elamiseks. Isase kloaak on torujaks kopulatsiooniorganiks välja veninud, viljastumine on seesmine.

TAGALOHULISTE ALAMSELTS (*OPISTHOCOELA*)

Selgroolülid tagalohkse d (opistotsöölsed), mõnedel on vabad roided. Abaluu nõrgalt arenenud. Kaks sugukonda.

Pipalased (*Pipidae*) on täiel määral veeloomad ja vastavalt sellele on neil küljejooneelundid säilinud. Keel puudub. Hambad kas puuduvad või on ainult ülalõualuul. Tagajalgade var-

bad väga pikad ja nende vahel ujulestad. Ristluulüli õndraluuga liitunud. Osa liike on levinud Lõuna-Aafrikas, osa Lõuna-Ameerikas. **Kannuskonnad** (*Xénopus*) elavad Aafrikas. Nende tagajalgade kolmel varbal on küünised («kannused»), mis hõlbustavad põhjamudą «segamist» toidu otsimisel. Kannuskonni on kasutatud (ja kasutatakse) raseduse varaseks kindlakstegemiseks (vt. allpool). Brasiilias ja Guajaanas on tavaline pipalane **kärgkonn** (*Pipa pipa*) (vt. 129. joon.). See on äratanud tähelepanu oma erilise sigimisviisi poolest. Kudemise ajaks sopistuvad emasel kloaagi seinad välja kotjaks toruks, mis talitleb munetina. «Muneti» ulatatakse selja peale ja isane vajutab sellest välja munad, mis jäävad emase seljale, kus nad tugevasti ülestursunud nahasse «vajuvad». Iga muna asetseb nüüd eri kannus («pesas») ja kannud kogumikuna meenutavad mesilase kärge. Kannudes toimub vastsete arenemine ja isegi moone, kusjuures kannude seinad eritavad vastsetele arenemiseks vajalikke toitaineid. Tavaliselt areneb emase seljal 60—70 muna (vastset).

Ketaskeellaste sugukond (*Discoglóssidae*). Keel on ketasjas. Kaks-kolm selgroolüli kannab vabu roideid, ristluulüli ei ole õndraluuga liitunud. Selle sugukonna liike leidub Euroopas, Kaug-Idas ja Põhja-Ameerika edelaosas. NSV Liidu faunas kohtame sellest sugukonnast näiteks **unke** (*Bombina*). Nendest on kõige levinum **punakõht-unk** (*Bombina bombina*) Kesk-Euroopast ja Ida-Euroopa lõunapoolsetelt aladelt (137. joon.). Väike loomake, väga kontrastsete värvustega (kõhualusel). Nahk rohkete mürginäärmetega (krobeline). Elutseb tasastel maa-aladel, suurema aja veedab väikestes puhastes veekogudes. Maismaal teeb end mõnikord «surnuks»: heidab selili ja jääb liikumatult paigale. Sobiv ja ilus akvaariumiloom. Selle sugukonna liikidest pakub erilist ökoloogilist huvi Edela-Euroopas levinud väike (5 cm) tuhkjashall **köidikkonn** (*Álytes obstetrícans*) (137. joon.). See on täiel määral maismaavorm; päeval on ta peidus, saagijahil käib öösiti. Talveks kaevub maasse. Munad (umbes 50 tükki) munetakse umbes meetripikkuse nöörina. Munade edaspidise saatuse eest «hoolitseb» isane (vt. 203. lk.).

ERILOHULISTE ALAMSELTS (*ANOMOCÓELA*)

Presakraalsed selgroolülid on kas protsöölsed (eeslohksed) või vabade lülidevaheliste ketastega, vabad roided puuduvad.

Siia kuulub **mudakonlaste** (*Pelobátidae*) sugukond, mille liigid sarnanevad osalt kärnkonlastega, osalt konlastega. Silmaava (pupill) enamikul vertikaalne; trummikile naha all peidus. Levinud Euroopas, Kagu-Aasias ja Põhja-Ameerika lõunaosas. Üle 50 liigi.

Kesk- ja Ida-Euroopas tuntakse **mudakonna** (*Pelóbates fuscus*). Meil esineb peamiselt Kagu-Eestis. Elutseb niisketel liivmullamaa-



137. joon. Päriskonnalisi. 1 — köidikkonn, 2 — lendkonn, 3 — lehekonn, 4 — haardkonn, 5 — rohekärnkonn, 6 — rohukonn, 7 — unk.

del. Päeval kaevub mullasse, öösiti peab saagijahti, püüdes mardikaid, rohutirtse, ämblikke jne. Maasse kaevumiseks on tal tagajalgade kanna siseserval teravaservaline «kühvlike». Munad munetakse lühikese nöörina, milles nad on mitmelt realt (vt. 128. joon.). Vastsed arenevad tiikides ja teistes väiksemates veekogudes ning äratavad tähelepanu oma suurusega (kuni 17 cm pikad).

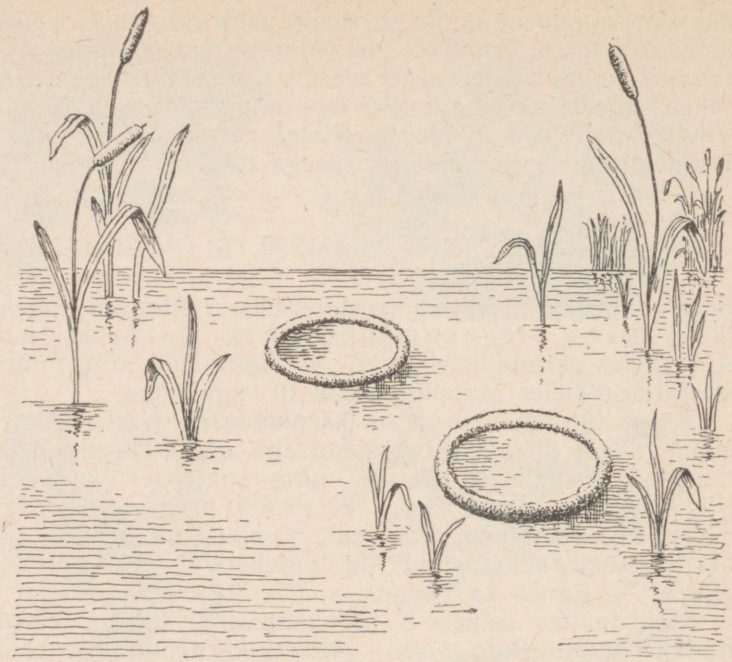
EESLOHULISTE ALAMSELTS (*PROCOELA*)

Selgroolülid protsöölsed (eeslohksed), ristluulüli liigestub pahluuga kahe liigesepõnda abil. Roided puuduvad. Arvestades eeslohuliste vormi- ja liigirikkust ning mitmekesisust, eristatakse selles tänapäeval üle 10 sugukonna.

Kõige tuntumad neist on **kärnkonlased** (*Bufónidae*). Need on enam-vähem ühepikkuste jäsemetega eeslohulised. Nahk rohkete mürginäärmetega (krobeline) ning suhteliselt kuiv. Hambad paljudel puuduvad. Eesvöötme osad liikuvas ühenduses (liikerinnalised). Levinud Lõuna-Aasias, Ameerikas ja Austraalias; ainult üks perekond — kärnkonna perekond (*Bufo*) — esineb ka Euraasias. Üle 800 liigi.

Meie faunas esineb 3 kärnkonnaliiki: **harilik kärnkonn** ehk **hallkärnkonn** (*Bufo bufo*), **juttselg-kärnkonn** (*B. calamita*) ja **rohekärnkonn** (*B. víridis*) (137. joon.). Harilikku kärnkonna leidub meil üle kogu maa, juttselg-kärnkonn on levinud saartel ja Lääne-Eestis, rohekärnkonn — Ida-Eestis, Peipsi ja Pihkva järve lähistel. Kärnkonnad tegutsevad öösiti. Nad hävitavad väga palju putukaid, nende hulgas rohkesti kahjulikke, tuues seega suurt kasu aiandusele ja põllumajandusele. Vette lähevad ainult sigimise ajal. Ameerika kõige tuntum ja suurem kärnkonn on **aaga** ehk **merekärnkonn** (*Bufo marinus*). Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerika rannikualadel jõesuudmete piirkonnas. Aaga on ainus amfiib, kes võib elada soolasevõitu vees. Nahk tugevasti sarvestunud, kopsud vastavalt sellele hästi arenenud. Mürginäärmed väga suured. Lõuna-Ameerikas on «populaarsed» vilekonnad ja sarvikkonnad. Mõlemad äratavad tähelepanu oma suuruse ja värviiluga. **Vilekonnad** (*Leptodáctylus*) veedavad päevad vees, öösiti aga tulevad maale saagijahile. Vilistavad tugevasti erilise häälepõie abil, mis asetseb kurgupiirkonnas. **Sarvikkonnad** (*Ceratóphrys*) on oma nime saanud sellest, et nende kummagi silma kohal on kõrge terav sarvunud oga («sarv»). Mõned neist kaevuvad mullasse ja varitsevad niiviisi saaki.

Lühipealased (*Brachycephálidae*) on väikesed (mitte üle 4 cm pikad) kärnkonnalaadsed eeslohulised. Kärnkonnadega sarnanevad nad ka oma sisemiselt ehituselt. Ristluulüli ristijätked on (peale väheste erandite) laienenud. Ülalõualuus hambad puuduvad. Õlavöötme osad on ees keskel enam-vähem liitunud (kinnisrinnalised). Peamiselt maapinnal ja puu otsas elutsevad vormid. Levinud Kesk-



138. joon. Pesa-lehekonna «pesa».

ja Lõuna-Ameerikas. **Nokiskonn** (*Rhinoderma darwinii*) on tuntuks saanud oma erilaadse sigimisviisiga. Isasloomal on õhuke, paaritule häälepõiele vastav kurgualune kotike, mis ulatub keha tagaotsani ja mida kasutatakse haudekotikesena. Isasloom «neelab» viljastunud munad selle sisse, kus vastsed teevad läbi moonde. Esialgu toituvad vastsed munarebust, hiljem aga isasloomа kehamahladest. Nokiskonn elab peamiselt väikestes veekogudes. Ninamik ulatub tal nokisena ette. **Värvalkonn** (*Dendróbates tinctórius*) on troopiliste metsade puu-elanik. Puude otsas liikumist soodustavad varvastel asetsevad napakesed. Selle konna nahanäärmete eritis on väga m ü r g i n e ja pärismaalased kasutavad seda nooleмürgina. Mürk surmab mõne minuti jooksul isegi suuri loomi, nagu jaaguare jt. Mõned värvalkonna liigid munevad vihmaveeloikudesse. Kui vesi kaduma hakkab, imevad kullesed end vanemate seljale kinni ja lasevad end uutesse veekogudesse kanda.

Lehekonlaste (*Hýlidae*) sugukonna vorme iseloomustavad varvaste otstel asetsevad kettalaadsed n a p a k e s e d. Need on varustatud näärmetega, mille nõre napakese alumise pinna kleepuvaks muudab. Tänu niisugustele napakestele saavad lehekonlased ka püstistel pindadel liikuda ja elavad seetõttu enamasti puu otsas. Ula-

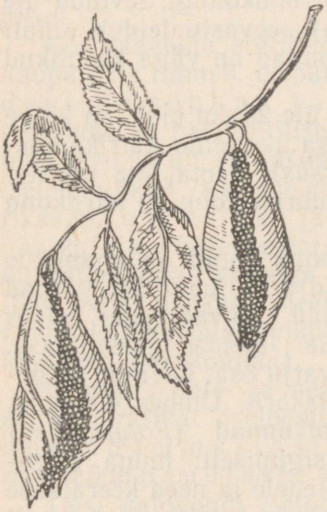


2. KAHEPAIKSED

Rohekärnkonn. Koopaolm. Rõngurlik. Sarvikkonn. Lehekonn. Kerakonn.

lõuas on hambad. Kõige väledamad ja liikuvamad anuurid. Üle 400 liigi. Levinud peamiselt Lõuna-Ameerikas ja Austraalias.

Lääne-Euroopas, NSV Liidu Euroopa-osas, Kaukaasias ja Väike-Aasias kohtame sellest sugukonnast **puu-lehekonna** (*Hyla arbórea*). See elutseb peamiselt metsas puu otsas, kus ta liigub suure osavusega. Eriti aktiivne on ta öösiti. Rohelise värvuse tõttu on teda väga raske märgata. Kudemise ajaks läheb vette. Brasiilias levinud **pesa-lehekonn** (*Hyla faber*) on oma nime saanud sellest, et ta ehitab munade jaoks jõekaldale mudast «pesa». See kujutab endast veest väljaulatuvat ringvalli, mille sisemine pind varbanapakeste abil siledaks voolitakse. Pesa ehk vall-loigu läbimõõt on umbes 30 cm (138. joon.). Lõuna-Ameerikas levinud **taskukonnade** (*Gastrotheca*) emastel on seljal tahapoole pilujalt avanev tasku, millesse isane surub viljastatud munad. Selles taskus toi-



139. joon. Iheringi haardkonna (*Phyllomedusa iheringii*) «pesa».

mub vastsete arenemine, kusjuures ühtedel liikidel teevad vastsed siin läbi ka moonde, teistel liikidel aga toimub see vees. **Sarvik-taskukonna** (*Gastrotheca cornutum*) vastsed äratavad tähelepanu oma erilaadsete lõpustega: need on pika varrekese otsas asetsevate kellukeste taolised.

Lõuna-Ameerika lehekonlaste hulka kuuluvad ka **haardkonnad** (*Phyllomedusa*) (137. joon.). Nende konnade esimene varvas, nii ees- kui ka tagajalgadel, on teiste varvaste suhtes vastandatav, nii et jalad on siin haardeelundiks kujunenud. Huvi pakub ka haardkonnade sigimine: nad munevad oma munad vee kohal rippuvatele puulehtedele, mille servad siis kokku pööratakse. Hiljem kukuvad kullesed siit vette (139. joon.).

Eesmised presakraalsed selgroolülid p r o t s ö ö l s e d, viimane enamasti amfitsöölne. Ristluulüli eest kumer, taga 2 liigesepõnda varal pahlluuga liigestunud. Roided puuduvad.

Selle alamseltsi kõige tuntum sugukond on **konlased** (*Ránidae*). Levinud kõikides maailmajagudes. Tekkisid Vanas Maailmas, kusjuures A a f r i k a oli nende eristumise keskuseks. Umbes 450 liiki.

NSV Liidus esineb konlaste sugukonnast ainult k o n n a d e (*Rana*) perekond. Meie faunas on see esindatud 4 liigiga: rohukonn, veekonn, rabakonn ja järvekonn. Nendest kõige tavalisem on **rohukonn** (*Rana temporaria*) (137. joon.). See läheb vette ainult varakevaditi kudemise ajaks. Talvel ja kudemise ajal ei söö midagi. **Veekonn** (*Rana esculenta*) — Kagu-Eestis — elutseb kogu aeg madalates kinnikasvavates veekogudes, veepinnal saaki varitsedes. **Rabakonn** (*Rana terrestris*) on, nii nagu rohukonngi, levinud üle kogu Eesti. **Järvekonna** (*Rana ridibunda*) seevastu leidub ainult Kagu-Eesti piirialadel. Kõik nimetatud konnad on väga kasulikud loomad.

Hiidkonn (*Rana goliath*) Kamerunist, üle 25 cm pikk, on kõige suurem anuur. Peaaegu niisama suur on ka üks teine Aafrika konlane — **kaevekonn** (*Pyxicéphalus adspersus*). Tema liha tarvitatakse kohapeal toiduks. Põhja-Ameerika suurim konn on **härgkonn** (*Rana catesbeiána*) (kuni 20 cm pikk).

Lendkonlaste (*Polypedátidae*) sugukonna liigid on enamikus arborikoolid (puu otsas elutsevad vormid). Paljudel on varbad nappade ja ujulestadega, mistõttu nad võivad puu otsas osavasti ronida ja ühelt puult teisele liuelda («lennata»). Viimasel juhul etendavad ujulestad langevarju osa. Levinud Kagu-Aasias, Indoneesias, Aafrikas ja Madagaskaril. Umbes 400 liiki. Mõned Kagu-Aasia ja Indoneesia **lendkonnad** (*Polypedátes*) (137. joon.) väärivad tähelepanu oma sigimiselt: muna munetakse veekogude kohal rippuvate okste lehtedele ja need keeratakse ning kleebitakse siis kokku; munapakend kuivab küll väljastpoolt ära, kuid selle sisemuses muutuvad sültjad munakestad vedelikuks, milles kullesed arenevad ja millest nad ka toituvad.

Ahassuulaste (*Brevicipitidae* s. *Microhýlidae*) sugukond äratab tähelepanu suure mitmekesisusega (56 perekonda). Elavad puu otsas või kaevuvad pinnasesse. Levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, Lõuna-Aafrikas ja Madagaskaril, Kagu-Aasias ning Indoneesias. Aafrika **kerakonnad** (*Bréviceps*), väga lühikese tõmbi peaga, ettepoole suunatud silmadega, väga lühikeste jäsemetega ja tugevasti ümardunud kerega hambutud ahassuulased, elavad maa sees, kust nad saju eel hulgana välja tulevad. Niipea kui maapind hakkab kuivama, kaevuvad nad taas maasse. Toituvad peamiselt termiitidest.

1) Kellest on päriskonnalised põlvnenud? 2) Mille arvel on päriskonnaliste (anuuride) tagajäse pikenenud? Kuidas? 3) Mispoolest kaksilohulised meenutavad urodeele? 4) Mis on Bidderi elund ja kellel ta esineb? 5) Kus on meil levinud juttselg-kärnkonn, rohekärnkonn? 6) Miks merekärnkonn talub soolast vett? 7) Millistel anuuridel tuntakse lõimetise hooldamist?

IV. KAHEPAIKSETE GEOGRAAFILINE LEVIK

Amfiibide geograafilises levikus etendavad ökoloogilised tegurid juhtivat osa. Sellega seletub, miks amfiibid puuduvad ookeanisaartel ja (peale väheste erandite) kõrbealadel, on aga rikkalikult esindatud troopilistel niisketel aladel. Ka tuleb arvestada, et amfiibide levimisel on maastikulised tegurid hoopis suurema tähtsusega kui kõrgemate maismaaloomade levimisel.

Kui vaadelda amfiibide levikut eri geograafiliste valdkondade kaupa, siis ilmneb, et **pale- ja nearktikat** iseloomustab urodeelide rohkus ja apoodide puudumine. Seejuures märkame, et palearktilise ja nearktilise valdkonna vahel on amfiibide levikus nii sarnasust kui ka spetsiifilisi erinevusi. Euroopale iseloomulikud salamanderlased esinevad ka Põhja-Ameerikas, proteuslasi ja hulgihammaslasi leidub nii Euroopas kui ka Põhja-Ameerikas. Kõik nimetatud rühmad (ja liigid) on katkendliku levikuga ja on seega oma kunagise ühise ulatusliku leviku nõrgaks järelnähtuseks. Muidugi leiame nii pale- kui nearktikas ka laia levikuga rühmi (konlased, lehekonlased, mudakonlased, kärnkonnad).

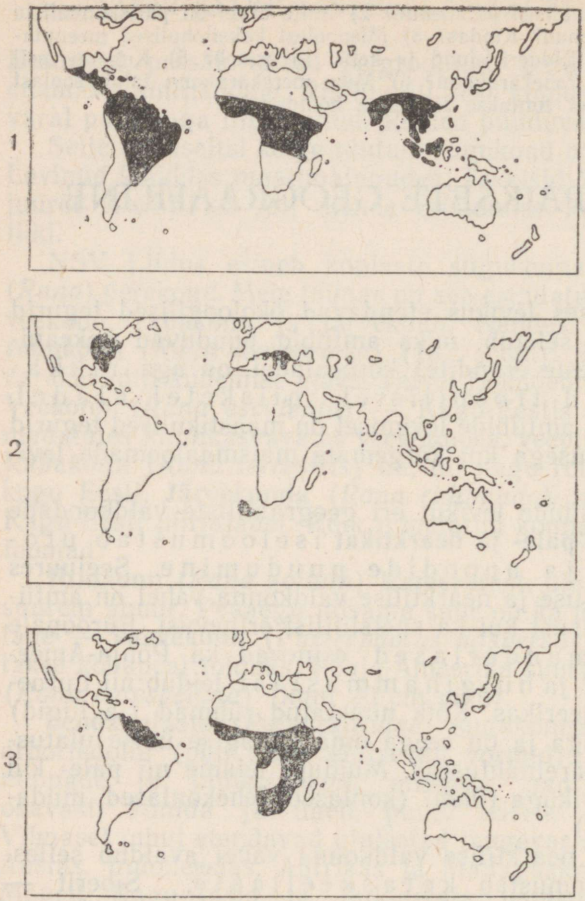
Erinevus pale- ja nearktilise valdkonna vahel avaldub selles, et palearktikat iseloomustab ketaskeellaste, Siberit — nurgihammaslaste ja Põhja-Ameerikat — sireenlaste ning tömpsuulaste esinemine.

Teisi valdkondi iseloomustab peaaegu täielik urodeelide puudumine, apoodide esinemine ning kõrgemate anuuride rohkus.

Etioopilises valdkonnas on levinud peale kosmopoliitsete rühmade (konlaste ja kärnkonlaste) kannuskonnad, osa ahassuulasi ja lendkonlasi.

Orientaalses valdkonnas kohtame peale kosmopoliitsete vormide veel ahassuulasi ja lendkonlasi. Iseloomulikud on siin ka mudakonlased.

Austraaliat ja neotroopilist valdkonda iseloomustab liikerinnaliste anuuride (kärnkonlaste ja lehekonlaste) rohkus. Urodeelid ja apoodid puuduvad Austraalias täielikult, võõriklohuliste rühmast esineb siin vaid üks konnaliik. Märkimist väärib ka see, et



140. joon. Mõnede amfiibirühmade levik. 1 — siugkonnalised, 2 — proteuslased, 3 — pipalased.

Austraalia kärnkonnad sarnanevad niihästi etioopilise kui ka neotroopilise valdkonna omadega.

Neotroopiline valdkond on lõunapoolsetest aladest ainus, kus on levinud urodeelid, kuid kõigest kahe perekonna — *Hydromántes* ja *Pléthodon* — kujul, kes siia on siirdunud Põhja-Ameerikast. Samuti esinevad siin vaid mõned Põhja-Ameerikast tulnud konlased. Alamatest anuuridest on neotroopilises valdkonnas levinud (peale kosmopoliitsete vormide) p i p a l a s e d, v i l e k o n n a d ja l ü h i p e a l a s e d. Viimased on neotroopilise valdkonna endeemilised sugukonnad.

NSV Liit hõlmab suurema osa palearktilisest valdkonnast, aga et see on üldiselt amfiibide poolest vaene, siis leiame siin kõigest 10 urodeeliliiki ja 23 anuuriliiki, kusjuures enamik amfiibe on lõunapoolsete piirkondade vormid. Eesti NSV territooriumil on levinud 2 urodeeli- ja 8 anuuriliiki.

Eestis on amfiibide levik selles mõttes huvitav, et siit läheb läbi mitme amfiibiliigi leviku piir ja et mõnedel liikidel on siin nähtavasti välja kujunenud teistsugused ökoloogilised nõudlused kui samadel liikidel mujal.

1) Millised ökoloogilised tegurid etendavad amfiibide geograafilises levikus juhtivat osa? 2) Millised amfiibide rühmad on katkendliku levilaga ja mida sellest järeldada? 3) Millised pipalased ja lühipealased iseloomustavad neotroopilist valdkonda? 4) Mis iseloomustab amfiibide levikut Eestis?

V. KAHEPAIKSETE LOODUSLIK JA MAJANDUSLIK TÄHTSUS

Looduse majapidamise seisukohalt tuleb amfiibidele vaadata eeskätt kui e n e r g i a m u u n d a j a t e l e. Toitudes mitmesugustest ussidest, putukatest, putukate vastsetest, limustest ja rohketest teistest vähematest loomadest, on nad ise toiduks paljudele lindudele (nagu kured, mõned kullilised, kakud, varesed jne.), madudele, kilpkonnadele, mitmetele kiskjalistele jt. Mitmed kalad, mitmed veemardikad jt. söövad meelsasti konnade vastseid. Et amfiibe, eeskätt mitmesuguseid «konni», on looduses üldiselt kaunis ohtrasti, siis peaksid nad toiduahela lülina looduse tasakaalus küllaltki suurt osa etendama.

Mis puutub seejuures amfiibide k a h j u l i k k u s e s s e, siis ei ole see kuigi suur. On täheldatud näiteks, et mõnede konnade vastsed võivad kahju tuua kalakasvatusele, sest nad hävitavad rohkesti loomakesi, keda kalamaimud võiksid toiduks tarvitada. Ka söövad täiskasvanud veekonnad kalamaime. Kalu söövad ka mitmed suuremad urodeelid (*Megalobátrachus*, *Cryptobranchus* jt.). Samuti hävitavad amfiibid kahjulike putukate kõrval ka kasulikke putukaid (mõned isegi mesilasi).

Amfiibide poolt toodav k a s u on aga võrratult suurem kui kahju ja seega tuleb amfiibe üldiselt pidada väga kasulikeks loomadeks. Amfiibid toovad suurt kasu kõigepealt kahjulike putukate ja limuste hävitamisega puu- ja köögiviljaaedades ning kasvuhoonetes. Mitmetes maades koguvad aednikud (ja isegi ostavad) oma aedadesse kärnkonni — need on neile siin ustavateks abilisteks. Kesk-Aasias, Hiinas ja Jaapanis tulevad konnad määratu suurel arvul riisipõldudele ja tänu oma aplusele aitavad kahjurite hävitamisele märgatavalt kaasa. Nad jätkavad siin öösiti seda tööd, mida laululinnud teevad päeval.

Mitmetes maades tarvitatakse kahepaiksete liha t o i d u k s. Jaapanis näiteks süüakse hiidvesiliku liha, Aafrikas kaevekonna oma, Lääne-Euroopas on selles mõttes väga tuntud loomaks veekonn. Veekonna reisi hakati kasutama juba keskajal «paastuliha» nime all. Väga palju süüakse mitmesuguste konnade liha ka Põhja-Ameerikas. USA-s tapetakse ja süüakse igal aastal umbes 100 miljonit konna.

Konni, nagu tähendatud, on looduses üldiselt külluses ja ilmaaegu hävib neid igal aastal massiliselt. Konnade liha kasutamine on mõeldav ka põllumajanduses — kodulindude (partide, hanede, kanade) toitmiseks. Algust on sellega tehtudki. Ka on mõeldav konnade liha kasutamine jahvatatult (loomadele toiduks). Mudakonna vastseid saab kasutada partide ja hanede nuumamiseks. Konnade liha kasutatakse ka vähkide püüdmisel.

Mitmed anuurid (eeskätt kannuskonnad) on kliinikutes kasutamist leidnud raseduse varaseks kindlakstegemiseks. Raseda naise uriin, sisaldades gonadotroopseid hormoone, kutsub isastel kannuskonnadel esile tormilise spermatogeneesi — spermatosoidide eraldumise. Meie anuuridest sobib selleks otstarbeks rohekärnkonn.

Tuleb mainida lõpuks seda, et oma suure vastupidavuse ja «tuimuse» tõttu on amfiibid — eeskätt konnad — saanud teaduslike katsete ning bioloogiliste uuringute ja vaatluste objektiks. Niisugustena on nad inimkonnale rohkesti kasu toonud. Akvaariumiloomadest on konnad ja vesilikud ühed tähtsamad ja vaevalt saame kujutleda kooli elavnurka ilma nendeta.

ROOMAJATE KLASS *(REPTILIA)*

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS, FÜLOGENEETILINE ARENG JA SÜSTEMAATILINE JAOTUS

Kui kahepaiksed on esmaselt veeloomad ja mitmete tunnuste poolest sarnanevad oma eellastega — alamate kaladega, siis roomajad ehk reptiilid on t õ e l i s e d m a i s m a a l o o m a d — loomad, kelle organisatsioon on täiel määral kohastunud elamiseks kuival maal. Ja kui osa reptiile siiski kas ajutiselt või alaliselt elab vees, siis on see sekundaarne nähtus, sest vähemalt sigimise ajaks tulevad nad veest välja, et muneda maismaale: nende looted vajavad hingamiseks õhku.

Millised on need uudsed ja põhilised tunnused, mis amfiibidega võrreldes muudavad roomajad ehtsateks maismaaloomadeks?

1. Roomajate **munadel** on väga tihe, kas pärgamendilaadne või kaltsiumi sooladega läbiimbunud kõva k o o r (koorkest), mis neid kuivamise eest kaitseb. Munad on ühtlasi s u u r e d (reburikkad), nii et lootel ei tarvitse toitu hankida.

2. Roomajate l o o t e l e tekivad võrdlemisi varakult ümber k e s t a d, nagu on kõrgemategi selgroogsete juures. Sisemise lootekesta ehk a m n i o n i ja loote vahele jääv õõs täitub lootevedelikuga, milles loode otsekui ujub. Loode on siin seega kõigiti kaitstud ja toiduga varustatud ning ei vaja üldse välist v e e k e s k k o n d a. Et amnion iseloomustab roomajaid, kuid samuti ka linde ja imetajaid, siis kannavad kõik need loomad **amniootide** nimetust.

3. Roomajate naha e p i d e r m i s e p e a l m i s e d k i h i d **sarvestuvad.** Epidermise sarvestunud pindmik on tihe ja keemilistele mõjustustele vastupidav ning kaitseb naha alumisi kihte väliste kahjulike mõjude ja kuivamise eest.

4. Roomajad on h o o p i s l i i k u v a m a d kui amfiibid. Eeskätt on see tingitud j ä s e m e t e j a n e n d e v õ õ t m e t e t u g e v a m a s t a r e n g u s t j a p a r e m a s t ü h e n d u s e s t s e l g r o o g a. R i s t l u u l ü l i s i d o n k a k s; õlavöötme luud seondu-

vad telgtoesega. Kerest eristub k a e l, mis tagab pea suurema liikuvuse ja järelikult ka meeleelundite täielikuma kasutamise.

5. S e l g r o o k e r e p i i r k o n d eristub r i n n a- j a n i m m e o s a k s. Rinnaosa selgroolülidele liigestuvad r o i d e d. Tekib **rinnakorv** (*thorax*). Et roided jäävad nii selgroolülidega kui ka rinnaluuga liikuvasse ühendusse, siis võib rinnakorv suureneda ja aheneda, millele vastavalt ka kopsud laienevad ja ahenevad. Et kopsude sisepind on suurem kui amfiibidel, siis muutub k o p s u h i n g a m i n e t õ h u s a k s ja ühtlasi ka ainsaks hingamisviisiks.

6. Vastavalt hingamise intensiivsusele muutub ka südame ehitus: osalise või peaaegu täieliku v a h e s e i n a v a r a l j a o t u b s ü d a m e v a t s a k e k a h e k s o s a k s; selle tõttu kujuneb lõplikult välja kaks vereringet ja kudede varustamine hapnikuga muutub täiuslikumaks.

7. Oluline muutus toimub ka erituselundites: opistonefros kaob, selle asemele tekib **järelneer** ehk m e t a n e f r o s, mis on funktsionaalselt hoopis täiuslikum ja suguelundite teenistusest täiel määral vabanenud.

Vaatamata kõigele sellele on reptiilidel siiski veel amfiibidega ühiseid jooni. Samuti nagu amfiibidel on ka reptiilidel k a k s a o r d i k a a r t: kere saab veel ikkagi segavere; kehatemperatuur ei ole veel kuigivõrd reguleeritav, vaid oleneb endiselt ümbruskonna temperatuurist (poikilotermsus). Reptiilide madalast arengutasemest annab tunnistust ka see, et peaaju on amfiibide omaga võrreldes üsna vähe edasi arenenud.

R e p t i i l i d o n m i n e v i k u v o r m i d. Nad tekkisid kivisöeajastul algelistest amfiibidest (stegotsefaalidest). Mesosoikumi keskel ja lõpul — juuras ja alamkriidis — saavutab reptiilide klass oma õitsengu ning algab tagasiminek, nii et kriidiajastu lõpuks on valdav enamik reptiile välja surnud.

Praeguse ajani on säilinud ainult neli reptiiliseltsi. Need on:

1) kilpkonnalised (*Chelonia*),
2) kärsspealised (*Rhynchocephalia*),
3) soomuselised (*Squamata*)
4) krokodillilised (*Crocodylia*).

Kärsspealistest on säilinud vaid üks liik — h a t e e r i a (*Sphénodon punctatus*). Kõige rohkem on soomuselisi (sisalikulisi ja maolisi): ligi 4500 liiki.

Reptiilide minevik pakub suurt huvi kahes mõttes: 1) reptiilid on kõige võimsamad ja (selgroogsete rühmas) kõige arvukamad minevikuloomad; 2) minevikureptiilidest on võrsunud kõrgemad selgroogsed — linnud ja imetajad.

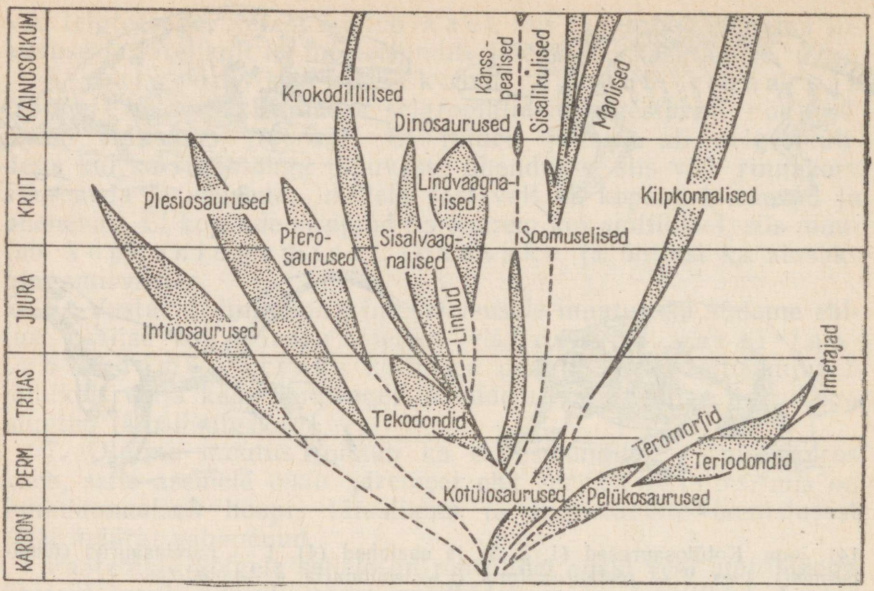
Paleontoloogilistel andmetel ilmusid esimesed reptiilid eluareenile ülemkarboni lõpul. Kui varematel aegadel — «amfiibide valitsemise ajajärgul» — oli kliima soe, niiske ja ühtlane, siis nüüd muutus see suurte orogeneetiliste protsesside tulemusel paljudes



141. joon. Kotülosaurused (1, 2, 3) ja ebalohed (4). 1 — pareiasaurus (ülempermist), toes, 2 — restaureerituna, 3 — seimuuria, 4 — ebalohe.

paikades kuivaks ja kontinentaalseks ning suured metsad, sood ja rabad taandusid. Enamik stegotsefaale hävis, need aga, kelle naha epidermise pindmik oli rohkem sarvestunud, kelle loodetel tekkisid kaitsekestad jne., jäid uutes tingimustes püsima, loodusliku valiku tulemusena kohastusid veelgi enam maismaa-eluga ja kujunesid reptiilideks. Kuiva ja vahelduva kliima tõttu sattunud väga mitmesugustesse elutingimustesse, leides kõikjal küllaldaselt toitu ja kohtamata vaenlaste vastupanu (keda veel ei olnud olemas), arenesid reptiilid väga kiiresti ja mitmes suunas. Juba mesosoikumi algul tõrjusid nad amfiibid tagaplaanile ja jäid aegkonna lõpuni valitsevaks loomarühmaks.

Esimesed ja kõige algelisemad reptiilid, nn. **kotülosaurused,** olid massiivse kohmaka keha ja lühikeste jäsemetega mõnekümne sentimeetri kuni mõne meetri pikkused loomad (141. joon.). Nende kolju lagimine osa koosnes üksteise kõrval asetsevatest katteluudest, mille vahele jäid mulgud silmade, ninaavade ja kiirusilma jaoks. Õlavöötmes oli s õ l g l u u [nii nagu ürgsetel (alamatel) luukaladel ja ürgsetel amfiibidel], selgroolülid olid a m f i t s ö ö l s e d. Seega meenutasid kotülosaurused veel suurel määral stegotsefaale, oma eellasi. Ürgsematest kotülosaurustest on hästi tuntud Põhja-Ameerika permi ladestutest leitud s e i m u u r i a (*Seymouria*). Suurematest kotülosaurustest on tuntud ka 3 m pikkune p a r e i a s a u r u s, kelle rohked jäänused avastas vene teadlane V. P. Amalitski Põhja-Dvinaa ääres. Keskpermis oli kotülosaurusi rohkesti, kuid juba ajastu lõpuks surid nad välja.



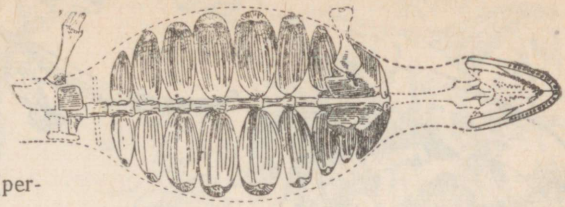
142. joon. Roomajate fülogeneetiline arenemine.

Kotülosaurustest on võrsunud kõik teised reptiilirühmad, niisiis kaudselt ka praegused vormid (142. joon.).

Reptiilide edasine arenemine toimus suurema liikuvuse omandamise ja osalt ka keha suurenemise suunas. Toes muutus suhteliselt kergemaks, kuid tugevamaks. Õlavöötmest kadus sõlgluu, jäsemed muutusid pikemaks ja vaagnavööde hakkas seostuma kahe selgroolüliga. Kolju oimupiirkonda tekkisid augud ja nende vahekohale jäid sarnakaared mälumislihaste kinnitumiseks.

Üks kotülosaurustest võrsunud kõige vanapärasemaid reptiilirühmi on **kilpkonnalised** (*Chelonia*). Kõige algelisem kilpkonn, keda seni tuntakse, on permi ajastu eunotosaurus (143. joon.). See oli väikesevõitu sisalikulaadne loom, kelle lühikesed ja väga laiad roided moodustasid koos midagi seljakilbi taolist. Vanaaegsed kilpkonnalised olid kraapivad maismaaloomad. Kilbid ning mitmed teisedki tunnused tekkisid neil kohastumusena kraapimisele. Tänu kilpidele on nad kõik mineviku «katsumused» läbi teinud ja elavad tänapäevalgi edasi.

Väga varakult eraldusid kotülosaurustest ka niisugused reptiilid, kes taas vette siirdusid. Need olid **kalauimsed** ehk **ihtüopterüügid** (*Ichthyopterygia*) ja **sisaluimsed** ehk **sauropterüügid** (*Sauropterygia*). Kalauimsetest on kõige tuntumad **ihtüosaurused** — suured delfiinilaadsed pikkade vahedate lõugadega ja loibadeks muutunud jäsemetega mereloomad. Kriidis surid nad välja, jät-

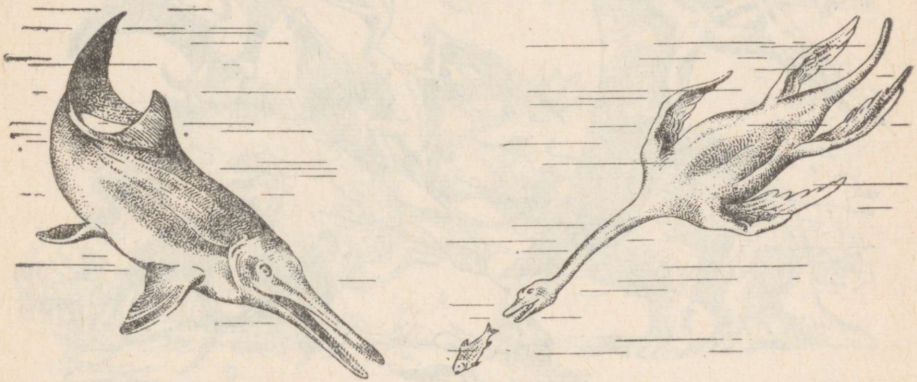


143. joon. Eunotosaurus (permist).

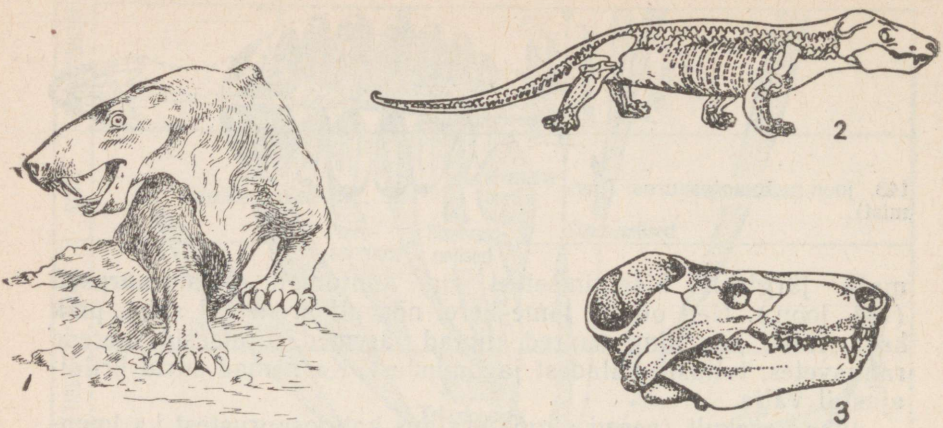
mata järglasi. Sisaluimsetest on tuntumad **plesiosaurused** (144. joon.). Neil oli lai lame kere, nõrgalt arenenud saba, pikk kael, väike pea ning suured tiibjad jäsemed. Elutsesid merede rannavetes, toitusid kaladest ja limustest. Ka nemad surid kriidiajastul välja.

Juba varakult (permi algul) eraldus kotülosaurustest ka **loomsisalikkude** ehk **teromorfide** (*Theromorpha*) rühm. Kõige algelisemad teromorfid olid **pelükosaurused** (*Pelycosauria*). Kõhuroiete, amfitsöölsete selgroolülide ja mõnede teiste tunnuste poolest olid nad veel väga sarnased kotülosaurustega. Kuid neil oli ka juba uudseid tunnuseid: kolju oimupiirkonnas tekkis auk, hambad istusid sompudes ja hakkasid suuruselt eristuma. Keskpermis kujunevad pelükosauruste asemele **loomahambused** ehk **teriodondid** (*Theriodontia*). Teriodontide toeses on rohkesti imetajaile omaseid tunnuseid. Tuntumad teriodondid on inostrantseevia (*Inostrancevia alexandrovi*) Põhja-Dvinaa äärest ja tsünognaatus Lõuna-Aafrikast (145. joon.). Triiase lõpul jääb teriodonte aina vähemaks, kuni nad lõpuks kaovad. Nende ürgsetest vormidest põlvnevad aga hilisemad (ja praegused) imetajad.

Varakult eraldus kotülosaurustest ka **eelsisalikkude** (*Prosauria*) rühm. Eelsisalikud olid suurte sisalikkude taolised, amfitsöölsete



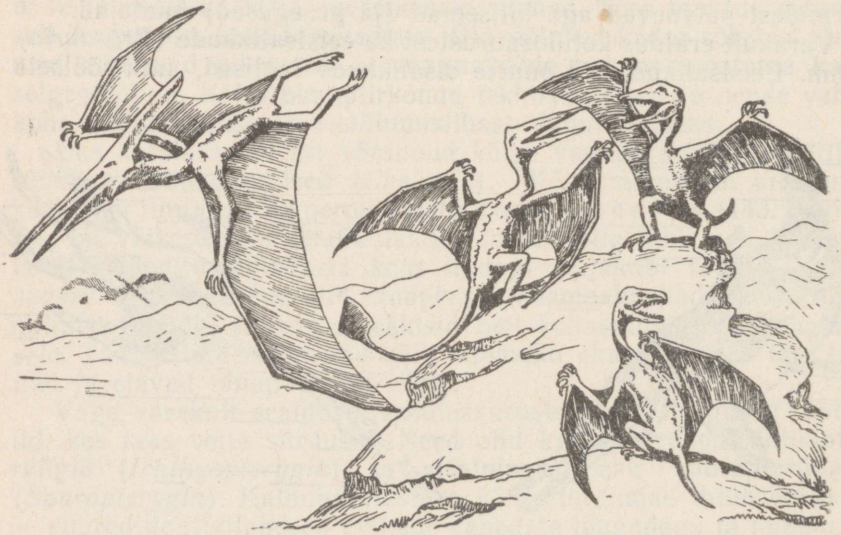
144. joon. Ihtüosaurus ja plesiosaurus.



145. joon. Loomahambused. 1 — inostrantseevia (ülempermist), restaureeritud, 2 — tsünognaatuse (alamtriiasest) toes, restaureeritud, 3 — tsünognaatuse kolju.

selgroolülidega ja kahe sarnakaarega loomad. Nende otsesteks järglasteks tuleb pidada **kärsspealisi.**

Kärsspealiste sugulasteks on **soomuselised** ja järelikult tuleks ka neid pidada eelsisalikkude otsesteks või kaudseteks järglasteks. Paleontoloogilistel andmetel ilmusid soomuselised, ja nimelt s i s a l i k u l i s e d, siiski alles juura lõpul. Kriidiajastul eraldusid neist m a o l i s e d.



146. joon. Tiibsisalikud.



147. joon. Raitsisalikud. 1 — tseratosaurus, 2 — brontosaurus, 3 — diplodokkus, 4 — iguanodon, 5 — stegosaurus, 6 — tritseratops.

Arvatavasti juba permi ajastu lõpul kujuneb kotülosaurusest välja äärmiselt progressiivne reptiilirühm — **tekodondid** (*Thecodontia*) ehk **ebalohed** (*Pseudosuchia*). Need olid pikkade tagajäsemetega ja hambasompudes istuvate hammastega sisalikulaadsed röövloomad. Triiases annavad nad alguse lendavatele **tiibsisalikkudele** (*Pterosauria*) (146. joon.) ja **raitsisalikkudele** (*Dinosauria*) (147. joon.). Viimased kujunesid suurimateks loomadeks, keda maakera kunagi on kandnud; mesosoikumis olid nad valitsevaks loomarühmaks, kriidiajastu lõpul aga surid välja. Jagunevad **sisalvaagnalisteks** (*Saurischia*) ja **lindvaagnalisteks** (*Ornithischia*). Esimesi esindavad näiteks tseratosaurus, brontosaurus ja diplodokkus, teisi — iguaanodon, stegosaurus ja tritseratops. Täiskasvanud brontosaurus oli 18 m ja diplodokkus 25 m pikk.

Juba mõned triiase tekodondid sarnanesid krokodillidega. Juuras tekkisid neist esimesed tõelised **krokodillilised**, kes kriidis ja karbonis arenesid nüüdisaegseteks vormideks.

Tekodontidest on võrsunud ka linnud.

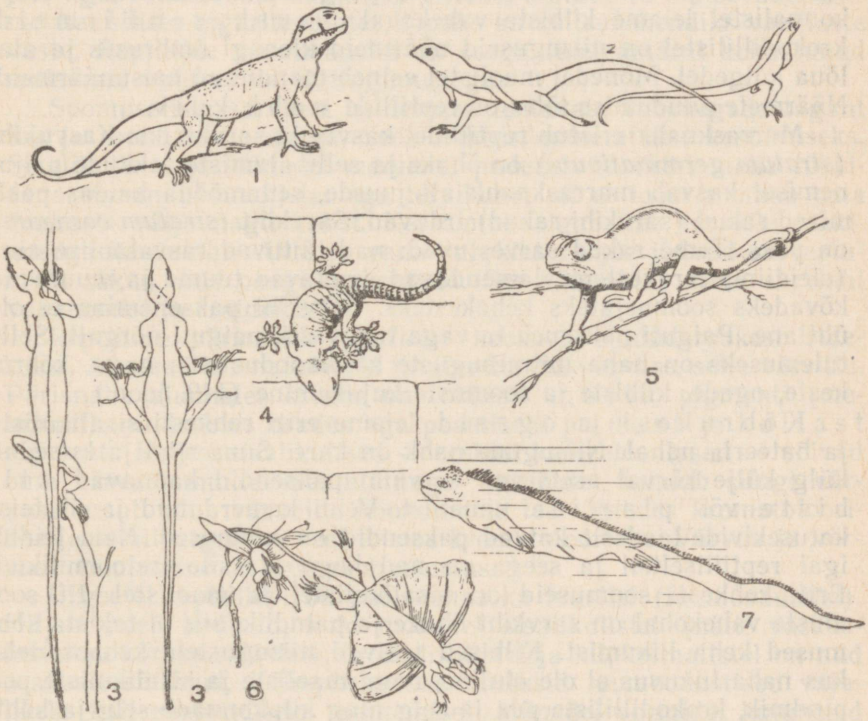
Reptiilide põlvnemist uurivaid teadlasi on alati huvitanud küsimus: miks surid välja paljud omaaegsed reptiilid, eeskätt suured ning eristunud vormid?

Lõplikku vastust sellele küsimusele veel anda ei saa. Näib aga, et reptiilide väljasuremise peamiseks põhjuseks oli nende liiga kitsapiiriline eristumine ja liiga tugev kohastumine antud elutingimustega, kusjuures nende organisatsiooni üldine laad ja elutegevuse tase ei olnud põhiliselt muutunud. Niisugust kohastumist nimetatakse A. N. Severtsovi järgi **idioadaptatsiooniks**, vastandina **aromorfoosile**, mille puhul loomade organismis tekivad murrangulised muutused, mis nende eluvõimalusi avardavad ja neid kõrgemale elutasemele tõstavad. Mesosoikumi lõpupoolel, kui taas algasid suured mäetekkelised protsessid ja kliima tugevasti muutus, ei suutnud suured ja kitsapiiriliselt endiste elutingimustega kohastunud reptiilid ümber kohastuda ja hakkasid hävinema. Aromorfoosi teel olid juba varem ühest osast reptiilidest tekkinud imetajad — poikilotermsed ja suhteliselt hoopis suurema peaajuga loomad, kes uude keskkonda paremini sobisid. Hiljem muutusid nad reptiilidele konkurentideks ja kiirustasid seega omakorda oma «vanamoeliste» eellaste väljasuremist.

II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE JA ÖKOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Kehalaad ja keha väline liigendus.** Reptiilidel võime üldiselt eristada kolme põhilist haabitusetüüpi: sisalikulaadset, maolaadset (madujat) ja kilpkonnalaadset.

S i s a l i k u l a a d n e haabitus on omane ligi pooltele reptiilidele: hateeriale, krokodillilistele ja sisalikuliste valdavale enamikule. Keha on liigendunud peaks, kaelaks, kereks ja sabaks, kusjuures viimane on enamasti suhteliselt pikk. Et sisalikulaadse kehakujuga reptiilide jäsemed kinnituvad kehale enamikul juhtudel enam-vähem küljesuunaliselt, nii et nad ei suuda keha raskust kuigi hästi kanda ja looma kõht asetseb vastu aluspinda, siis toimub liikumine r o o m a t e s. Suurt osa etendab roomamisel saba. Vastavalt jäsemete ja käppade ehitusele on sisalikulaadsete reptiilide liikumine siiski väga mitmekesine (148. joon.).



148. joon. Sisalikuliste alamseltsi kuuluvate reptiilide liikumisviise. 1 — kõrvukümarpea, 2— kaelussisalik, 3 — iguaan, 4 — stepigeko, 5 — kameeleon, 6 — lend-draakon, 7 — mereiguaan.

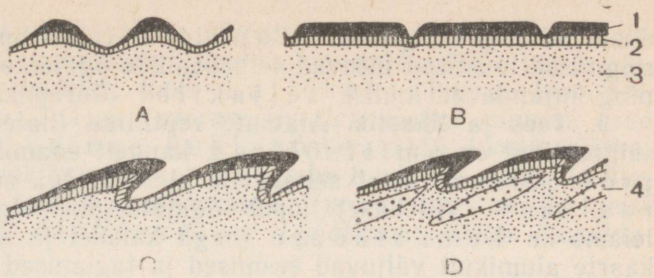
Madujas kehalaad iseloomustab madusid ja jäsemeteta sisalikulisi. Neil puudub eristunud kael, kere läheb sujuvalt üle lühikeseks sabaks. Maduja haabitusega reptiilide liikumine (roomamine) toimub keha kõverdavate liigutuste abil — siuglemisena, kusjuures abistavad ka nahalihased ja soomused. Madujat kehalaadi tuleb käsitada kui kohastumust tihedas rohus liikumiseks.

Kilpkonnalaadne haabitus esineb kilpkonnalistel. Kere on neil lühike ja lamendunud (peale väheste erandite), kael hästi arenenud, pikk ja liikuv. Jäsemed lühikesed, veevormidel mõlajad. Eesjäseme õlavars suundub ettepoole, küünarvars alla, nii et ka küünarliiges on suunatud ettepoole (mitte taha nagu teistel maismaaselgroogsetel).

2. **Katted. Värvus. Marrasknaha tekised.** Reptiilide **marrasknahk** ei moodusta näärmeid, või kui neid tekib, siis ainult mõnedel vormidel ja väga vähesel määral. Nii leiame sisalikulistel reite sisemisel küljel rea augukesi, millest sigimisajajärgul eritub kleepuvat niitjat massi. Niisuguste reieurvete ülesanne ei ole aga teada ja mõned teadlased ei peagi neid näärmeteks. Kilpkonnalistel leiame kilbiste vahekohal muskusenäärmeid, krokodillilistel on niisuguseid näärmeid kloaagi ümbruses ja alalõua külgedel. Mõnedel maolistel esineb mandunud haisunäärmeid. Näärmete puudumise tõttu on reptiilide nahk kuiv.

Marrasknahk eristub reptiilidel kasvu- ja sarvkihiks. **Kasvukiht** (*stratum germinativum*) on õhuke ja selle alumiste rakkude paljunemisel kasvab marrasknahk alt juurde, sedamööda kuidas pealmised rakud (sarvkihi rakud) irduvad. **Sarvkiht** (*stratum corneum*) on paks. Tema rakud sarvestuvad: nad täituvad rasvataolise aine (eleidiini) terakestega, lamenduvad, kaotavad tuuma ja muutuvad kõvadeks soomusjateks kehakesteks. Sarvkihi paksenemine ei ole ühtlane. Paiguti pakseneb ta väga tugevasti, paiguti nõrgalt. Selle tulemuseks on naha mitmesuguste sarvmoodustiste, nagu kõbrukeste, ogade, kilbiste ja soomuste kujunemine (149. joon.).

Kõbrukesi ja ogasid leiame eriti rohkesti sisalikuliste ja hateeria nahal. Niisugune nahk on kare. Suuremad ja lamedad külg külje kõrval asetsevad sarvkihi paksendid kannavad kilbiste või plaatide nimetust. Veidi kumerdunud ja üksteist katusekivide-laadselt katvad paksendid on **soomused.** Neid leidub igal reptiiliseltsil ja seega on nad kogu klassile iseloomulikud. Eriti rohkesti soomuseid on sisalikulistel ja maolistel. Et soomuste vahekohal on sarvkiht õhuke ja paindlik, siis ei takista soomused keha liikumist. Kilbised tekivad niisugustele kehaosadele, kus naha liikuvus ei ole oluline, nagu maoliste ja sisalikuliste pea pindmik, krokodilliliste pea ja selg ning kilpkonnade selg ja kõht. Et soomuste ja kilbiste kuju ja paigutus on igal rühmal ning isegi ühe ja sama perekonna liikidel erinev, on neil taksonoomiline tähtsus.



149. joon. Reptiilide marrasknaha sarvkihi tekised. A — kõbrukesed, B — plaadid ja kilbised, C ja D — soomused. 1 — sarvkiht, 2 — kasvukiht, 3 — pärisnahk, 4 — luu.

Reptiilide naha sarvmoodustiste hulka kuuluvad ka küünised. Vastavalt looma eluviisile on need kas vahedad või nürid.

Sarvkiht ja selle tekised on loomale kaitseks. Esialgu piirdus sarvkihi ülesanne arvatavasti naha kuivamise ärahoidmisega, hiljem aga, sedamööda, kuidas ta eristus, muutus ta kaitsevahendiks mehhaaniliste tegurite suhtes, lõpuks ka kaitsevahendiks vaenlaste vastu. Reptiilide marrasknahk on seega täiel määral kohastunud maismaal valitsevate elutingimustega.

Soomuseliste sarvkest heidetakse teatavate vaheaegade tagant ära ja asendatakse uuega. Seda nähtust nimetatakse **kestamiseks.** Sisalikulistel ja mõnedel maolistel pudeneb sarvkiht maha tükkidena, enamikul maolistel aga tervikuna, nii et loom roomab oma «nahast» välja nagu kotist. Kestamine algab uue sarvkihi tekkimisega kasvukihis. Uue ja vana sarvkihi vahele jäävad sarvestumata rakud, mis peagi limastuvad. See võimaldab vana sarvkihi vabanemist ja eraldumist.

Reptiilide **pärisnahk** (*corium*) koosneb kiududerohkest sidekoest. Arvukad **kromatofoorid** tingivad naha värvuse, selle värviilu. Pärisnaha alumistes osades on rohkesti musta pigmenti (melaniini), pindmistes osades aga peamiselt punast ja kollast pigmenti. Paljud sisalikulised — eeskätt kameeleonlased — võivad oma värvust muuta. Samuti nagu amfiibidel, toimub siingi värvuse muutumine värvaine koondumise teel ühtedes kromatofoorides ja laialivalgumise teel teistes kromatofoorides. Värvus ja värvuse muutumine on kaitsekohastumused.

Ürgsetel reptiilidel oli pärisnahas ka luustisi (luumoodustisi). Hiljem need kadusid, kuid mõnedel sisalikulistel (näit. vaskuslastel ja kõrbesisalastel), krokodillilistel ja kilpkonnalistel on nad osaliselt säilinud. Kõhupiirkonnas osutusid luumoodustised vajalikeks kaitsevahenditeks roomamisel. Mõnedel vormidel kujunesid niisugused luumoodustised seetõttu nn. **kõhuroieteks** (näit. hateerial ja krokodillilistel).

Kilpkonnaliste kõhuroided liituvad õlavöötme luudega ja moo-

dustavad tugeva luulise kõhukilbi (plastroni), kuna naha selgmised luustised liituvad selgroolülide ogajätketega ja roietega ning kujundavad luulise seljakilbi (karapaksi).

3. **Toes ja lihastik.** Alamate reptiilide (hateeria, gekolaste) **selgroolülid** on amfitsöölsed, kaugelt enamikul on nad aga protsöölsed, nii et seljakeelik puudub. Iga selgroolüli neuraalkaar (ülakaar) lõpeb ogajätkega. Selgroo sabalülidel leiame ka hemaalkaare (nagu kaladel ja amfiibidel). Ülakaarte alumikult väljuvad eesmised ja tagumised liigesejätked (sügapofüüsid) ning ristijätked (diapofüüsid), selgroolüli kehal leiame madala, sageli lohukesega välje — **kõrvaljätke** (parapofüüsi).

Enamikule selgroolülidele kinnituvad **roided.** Hateerial (osaliselt) ja krokodillilistel kinnituvad roided nii risti- kui ka kõrvaljätkele, seega kahe liigese abil. Teistel reptiilidel kinnituvad roided selgroolülidele aga ühekordselt — ainult ristijätkeile. Viimane nähtus on teisene ja võimaldab roietele suurema liikuvuse.

Selgroo liigendus on reptiilidel (välja arvatud maolaadsed vormid) märksa suurem kui amfiibidel. Kaelapiirkond eristub selgesti. Kaks esimest kaelalüli teevad läbi omapärase muutuse: esimese kaelalüli keha eraldub sellest ja liitub teise kaelalüli kehaga, moodustades selle hamba. Esimene kaelalüli — **kandelüli** ehk atlas — muutub seega võrulaadseks ning pöördub (koos peaga) teise kaelalüli — **telglüli** ehk aksise — hamba ümber. Tagumised kaelalülid kannavad roideid.

Rinnalülidele kinnitunud roided on hästi arenenud. Esimesed neist ulatuvad all (ees) rinnaluuni ja moodustavad sellega koos **rinnakorvi** (*thorax*), mis on siin uudisarendiks ja etendab suurt osa hingamisel. Et madudel rinnaluu puudub, siis puudub neil ka rinnakorv. Eesmised (peapoolsed) roided koosnevad selgmisest luulisest ja kõhtmisest kõhrelisest osast. Kärsspealiste ja krokodilliliste roiete selgmisest osast suundub tahapoole **konksjätke** (*processus uncinatus*).

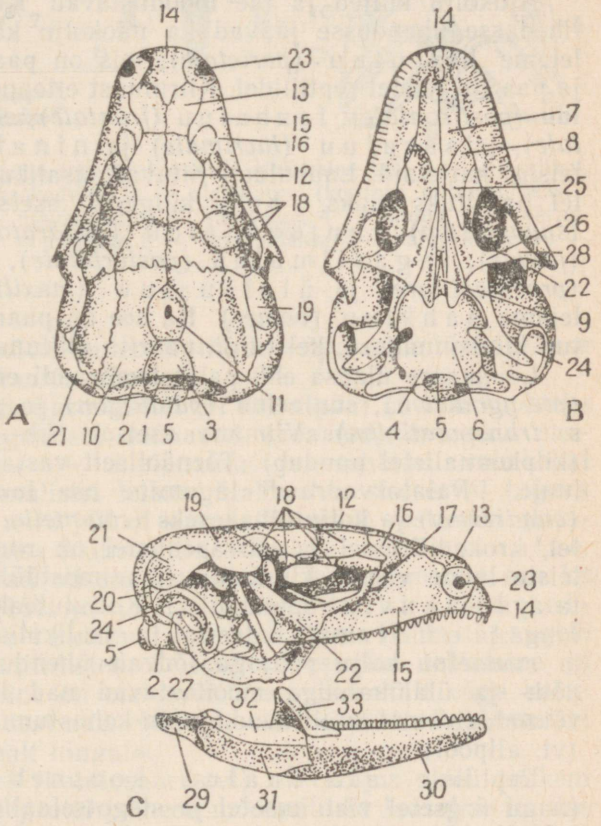
Nimmepiirkonnas iseseisvad roided puuduvad. Nad jäävad nõrgalt arenenuks ja liituvad selgroolülide ristijätketega, moodustades nendega koos **külgjätked** (pleurapofüüsid).

Ristluupiirkonnas on kaks selgroolüli. Nad kannavad tugevaid küljejätkeid, millele kinnitub vaagnavööde (niudeluud). Viimase seondus selgrooga on seega reptiilidel märksa tugevam kui kahepaiksetel.

Sabalülide arv on väga varieeruv. Nende keha keskel leiame õhukese vertikaalse kõhrelise «murdejoone» (vaheseina).

Reptiilide **kolju** on suhteliselt kitsas: suured orbiidid asetsevad lähestikku ja nende vahesein ei luustu. Amfiibide koljuga võrreldes on reptiilide kolju peaaegu täielikult luustunud ja kolju luude arv on siin märksa suurem.

Ajukolju põhi ning osalt ka küljed koosnevad aseluudest. Kuklapiirkonnas, kuklamulgu ümber, on neid neli: aluskuklaluu (*basioccipitale*), kaks küljekuklaluud (*exoccipitale*) ja ülakuklaluu (*supraoccipitale*). Kolme esimese osad moodustavad üheainsa kuklapõnda (150. joon.). Kõrvapiirkonnas (kõrvakihnu seinas) tekib kolm luud: ees-, taga- ja ülakõrvaluu, kuid ainult **eeskõrvaluu** (*proóticum*) säilib neist iseseisva luuna; ülakõrvaluu (*epióticum*) liitub ülakukla-



150. joon. Sisaliku kolju. A — ülaltvaade, B — altvaade, C — külgvaade. 1 — kuklamulk, 2 — küljekuklaluu, 3 — ülakuklaluu, 4 — aluskuklaluu, 5 — kuklapõnt, 6 — aluskiilluu, 7 — sahkluu, 8 — tagumised ninaavad (koaanid), 9 — lisakiilluu (jäänus), 10 — kiiruluu, 11 — kiiruelundi-ava, 12 — laubaluu, 13 — ninaluu, 14 — ees-ülalõualuu, 15 — ülalõualuu, 16 — eeslaubaluu, 17 — pisaraluu, 18 — ülasilmaluud, 19 — tagasilmaluu, 20 — soomusluu, 21 — ülaoimuluud, 22 — sarnaluu, 23 — väline ninaava, 24 — ruutluu, 25 — suulaeluu, 26 — tiibluu, 27 — koljutulbake (tulpluu), 28 — põikluu, 29 — liigeseluu, 30 — hambaluu, 31 — nurgaluu, 32 — ülanurgaluu, 33 — pärgluu.

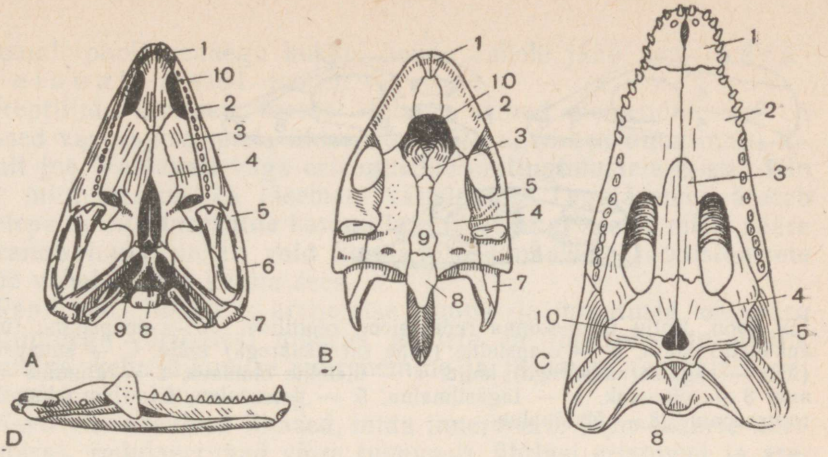
luuga ja tagakõrvaluu (*opisthóticum*) küljekuklaluuga (välja arvatud kilpkonnalistel, kel tagakõrvaluu jääb iseseisvaks). Aluskuklaluust eespool tekib suur lai **aluskiilluu** (*basisphenoideum*), mis siin asendab alamatele vormidele (kaladele ja kahepaiksetele) iseloomulikku lisakiilluud. Viimane reptiilidel ei arene ja säilib vaid (mõnedel) aluskiilluu eesmise «nokisena». Krokodillilistel ja mõnedel soomuselistel esineb siin ka **küljekiilluu** (*laterosphenoideum*). Ninapiirkond jääb reptiilidel kõhreliseks.

Ajukolju küljed ja lae moodustavad katteluud, millega tihedasse ühendusse jäävad ka näokolju katteluud. Kolju laes leiame kiiruluu (*parietale*), mis on paariline kilpkonnalistel ja paaritu teistel reptiilidel. Kiiruluust ettepoole jäävad **tagalaubaluu** (*postfrontale*), laubaluu (*frontale*), **eeslaubaluu** (*praefrontale*), pisaraluu (*lacrimale*) ja ninaluu (*nasale*). Tekib teisigi katteluid. Laubaluud liituvad sisalikulistel ja krokodillilistel paarituks luuks. Kolju külgedel asetsevad soomusluu (*squamosum*), ruutsarnaluu (*quadratojugale*), sarnaluu (*jugale*), tagasilmaluu (*postorbitale*), ees-ülalõualuu (*praemaxillare*) ja ülalõualuu (*maxillare*). Kolju põhjas leiame sahkluu (*vomer*). Ka see on paariline luu, välja arvatud kilpkonnalised, kel ta on paaritu (liitunud).

Lõuakaare ülaosa ehk palatokvadraadi eesosas tekivad **tiibluu** (*pterygoideum*), **suulaeluu** (*palatinum*) ja **põikluu** (*transversum* s. *transpalatínum*). Viimane asetseb tiib- ja ülalõualuu vahel (kilpkonnalistel puudub). Tõenäoliselt vastab ta kalade välistiibluule. Palatokvadraadi tagumine osa luustub ruutluuks (*quadratum*) ja **koljutulbakeseks** (*columella cranii*). Kilpkonnalistel, krokodillilistel ja kärsspealistel on ruutluu liikumatult teiste luude vahele kiildunud (monimostüülia), soomuselistel on ta aga liikuv (streptostüülia). Koljutulbake seob tiibluud kiiruluuga ja esineb ainult hateerial ja sisalikulistel. Maolistel on tiib- ja suulaeluu kolju põhjaga lõdvalt ühenduses ning koos ruut-, põik- ja ülalõualuuga moodustavad nad liikuva luusarra, mis võimaldab suud laialt avada ja on kohastumuseks toidu neelamisel (vt. allpool).

Reptiilide alalõualuu koosneb mitmest luust (nagu ürgsetel vihtuimsetel ja stegotsefaalidel). Kõige tagumine neist — liigeseluu (*articulare*) — on tekkinud lõuakaare alaosa luustumisel, teised — **hambaluu** (*dentale*), **nurgaluu** (*angulare*), **ülanurgaluu** (*supraangulare*), **plaatluu** (*spleniale*) ja **pärgluu** (*coronare*) — on katteluud. Keelekaare ülaosa (hüomandibulaar) on reptiilidel (nagu amfiibidelgi) «rännanud» keskkõrva ja muutunud siin kuulmetulbakeseks.

Näokolju kõik ülejäänud elemendid liituvad keeleaparaadiks. See koosneb kõhrelisest kehast ja kolmest paarist sarvedest (hüoidi ja lõpusekaarte homoloogid).



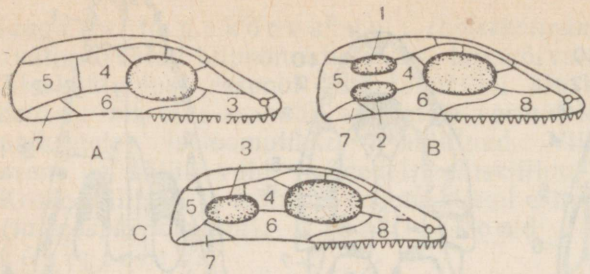
151. joon. Teisese kõvasuulae teke ja koaanide nihkumine taha. A — sisalikul, B — kilpkonnal, C — krokodillil, D — alalõualuu (koosneb mitmest osast). 1 — ees-ülalõualuu, 2 — ülalõualuu, 3 — suulaeluu, 4 — tiibluu, 5 — sarnaluu, 6 — ruutsarnaluu, 7 — ruutluu, 8 — aluskuklaluu, 9 — aluskiilluu, 10 — koaanid.

Fülogeneetilises mõttes tuleb reptiilide koljus esile tõsta teisese kõvasuulae ja sarnakaarte teket.

Alamatel maismaaselgroogsetel oli kolju põhi ühtlasi suulaeks (suuõõne laeks). Tagumised ninaavad (koaanid) avanesid suuõõnde selle eesosas — ülalõualuu ja sahkluu vahekohal (151. joon.). Kilpkonnalistel leiame ülalõualuu siseserval tugeva laia jätke, kusjuures need jätked kummaltki poolt vastamisi ulatuvad, moodustades rõhtsa luulise silla — teisese kõvasuulae. Krokodillilistel võtavad teisese kõvasuulae kujundamisest osa ka suulae- ja tiibluud (151. joon., C). Koaanid nihkuvad teisese kõvasuulae tekkimisel tahapoole. Eriti kaugele nihkuvad nad krokodillilistel. Teisese kõvasuulae tekkimine ja koaanide tahanihkumine on olelusvõitluse seisukohalt väga kasulikud uudisnähtused, sest nad võimaldavad loomal toidu puremisel ja allaneelamisel vabalt hingata.

Iidsetel reptiilidel (kotülosaurustel) oli koljus veel rohkem katteluid kui nüüdisaegsetel ja need moodustasid lausalise luulise «kihnu» (nagu stegotsefaalidel ja varasematel vihtuimsetel). Selline kolju kannab **anapsiidse** kolju nimetust (152. joon., A).

Hiljem, kui alalõua lihased tugevnesid ja pea liikuvus suurenes, osutus niisugune kohmakas kolju ebakohaseks ja edaspidises evolutsioonis hakkasid tema luud osaliselt redutseeruma. Selline reduktsioon toimus mitmel teel. Ühtedel reptiilidel tekkis kolju oimupiirkonnas katteluude vahekohale kaks auku — ülemine ja alumine oimuauk — kusjuures luud jäid rõhtsate sildadena ehk **sarnakaartena** nende vahele: ülemise ja alumise oimuaugu vahele



152. joon. Kolju laepiirkonna reduktsioon reptiilidel. A — anapsiidne (oimuaukudeta) kolju, B — diapsiidne (kahe sarnakaarega) kolju, C — sünapsiidne (ühe — sega-sarnakaarega) kolju. 1 — ülemine oimuauk, 2 — alumine oimuauk, 3 — oimuauk, 4 — tagasilmaluu, 5 — soomusluu, 6 — sarnaluu, 7 — ruutsarnaluu, 8 — ülalõualuu.

jäi ülemine sarnakaar ja alumise oimuaugu alla alumine sarnakaar. Ülemise sarnakaare moodustavad tagasilmaluu ja soomusluu, alumise — sarnaluu, ruutsarnaluu ja ruutluu (152. joon., B). Sellist koljut nimetatakse **diapsiidseks** koljuks. Nüüdisaja reptiilidest esineb see kärsspealistel ja krokodillilistel. Ka soomuseliste kolju arenes sama teed mööda, kuid veelgi kaugemale: sisalikulistel säilis ainult ülemine sarnakaar, maolistel (ja mõnedel sisalikulistel) kadus seegi.

Ürgsetel teromorfidel läks kolju katteluude reduktsioon teist teed: neil tekkis oimupiirkonda üks oimuauk ja nii kujunes ka üks sarnakaar, mille moodustavad sarnaluu, ruutsarnaluu ja soomusluu (152. joon., C). Sellist sarnakaart nimetatakse sega-sarnakaareks ja sellist koljut **sünapsiidseks** koljuks. Sünapsiidne kolju iseloomustab ka teromorfide järglasi — imetajaid.

Kilpkonnalised arvatakse tavaliselt anapsiidse koljuga reptiilide hulka. Kuid nende seas on rohkesti selliseid vorme, kelle kolju oimupiirkonda on tekkinud (tagapool) sälk, mille suurenedes ka siin kujunes üks sarnakaar, mis oma koosseisult sarnaneb sega-sarnakaarega.

Reptiilide **õlavöötmes** on mitmed osad kõhrelised, eriti alamatel vormidel. Aseluid on siin kaks: selja pool abaluu (*scapula*) ja kõhu pool kaarnaluu (*coracoideum*). Viimane on ühenduses rinnaluuga. Sisalikulistel ja hateerial esineb ka **rangluu** (*clavicula*). See on katteluu ja kinnitub rinnaluu ees asetsevale T-kujulisele **pealisrinnaluule** (*episternum*). Viimane on reptiilidele iseloomulik luu (153. joon.).

Reptiilide **vaagnavöötmes** leiame kolm luustunud elementi: niudeluu (*ilium*), süleluu (*pubis*) ja päraluu (*ischium*). Need liituvad üksteisega, kusjuures liitumise keskusse jääb puusanapp, liigestumiseks reielõuga. Süle- ja päraluu ulatuvad

mõlemalt poolt peaaegu kokku, nende vahele jääb avar pära-süleluuaken (154. joon.).

Reptiilide **jäsemete toeses** leiame samad elemendid, mis on omased varvasjäsemetele üldse, tõsi küll, enamasti muutunult, liitunult jne. Vastavalt väga erisugustele elutingimustele esineb siin suur mitmekesisus ka jäsemete välīslaadis. Tagajäsemes äratab tähelepanu **intertarsaalne kannaliiges**, sest ta ei asetse mitte sääre ja kanna luude vahel, vaid kanna proksimaalsete ja distaalsete luude vahel, niisiis kanna sees.

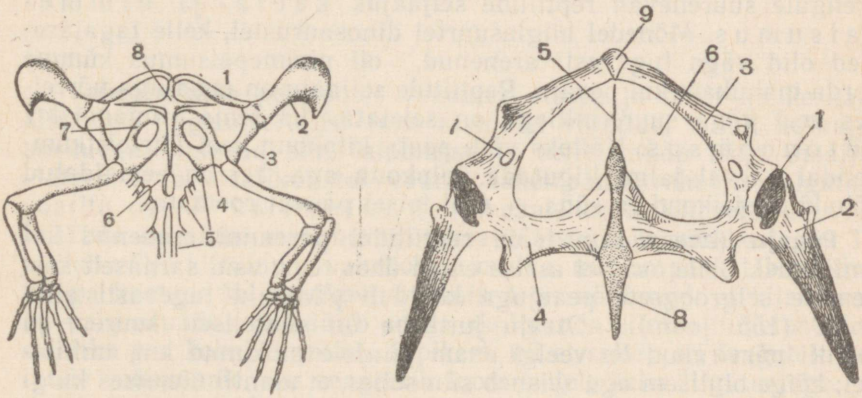
Reptiilide **lihaste** arenemise suuna ja muutuste omapära (amfiibidega võrreldes) määras lõpuste ja lõpusekaarte lõplik kadumine, keha liikuvuse suurenemine ja jäsemete (eeskätt tagajäsemete) täiuslikum areng.

Need **vistseraalsed lihased**, mida innerveerib lõpusekaarte närv (uitnärv), redutseeruvad väga tugevasti, ühtlasi eristuvad ja arenevad hästi välja trapetslihased.

Keelekaare piirkonna lihasteks (mida innerveerib näonärv) on lõua-keeleluulihas (*m. mylohyoideus*), oimulihas (*m. temporalis*), tiiblihas (*m. pterygoideus*). Soomuselistel on ruut- ja tiibluu liikuvuse tõttu tekkinud ka vastavad lihased: tiib-luu tagasitõmbajad ja tõsturid.

Maolistele on väga iseloomulikud nahalihased, mis tõmbavad kilbised (soomused) roomamisel serviti. Teise otsaga kinnituvad need lihased roietele.

Kere selgmised **somaatilised lihased** (nn. epaksoonsed lihased) eristuvad kolmeks reaks. Piki kogu selgroogu kulgevad risti-



153. Sisaliku õlavööde ja eesjäseme luud. 1 — rangluu, 2 — abaluuüline kõhr, 3 — abaluu, 4 — kaarnaluu, 5 — roided, 6 — rinnaluu, 7 — kaarnaluu-eesne kõhr, 8 — pealisrinnaluu.

154. joon. Arusisaliku vaagnavööde (altvaade). 1 — puusanapp, 2 — niudeluu, 3 — süleluu, 4 — päraluu, 5 — side, 6 — «aken», 7 — toppurmulk, 8 — tagumine kõhrjätke, 9 — eesmine kõhrjätke.

jätke-ogalihased (*mm. transversospinales*), neist väljaspool pikimlihased (*mm. longissimi*), roideid mööda (tagant ettepoole) niude-roidelihased (*mm. iliocostales*). Esimesed kaks on selgroo sirutajad, viimased — kere painutajad. Eriti hästi on kõik need lihased arenenud maolistel ja lühikeste jäsemetega sisalikulistel.

Vastavalt kaela eraldumisele eristuvad tugevasti ka selle lihased: tekivad näiteks rinna-keeleluulihas (*m. sternohyoideus*) ja lõuatsi-keeleluulihas (*m. geniohyoideus*) jt. Sabas säilivad metameersed, üksteisest müoseptidega eraldatud primitiivsed lihased.

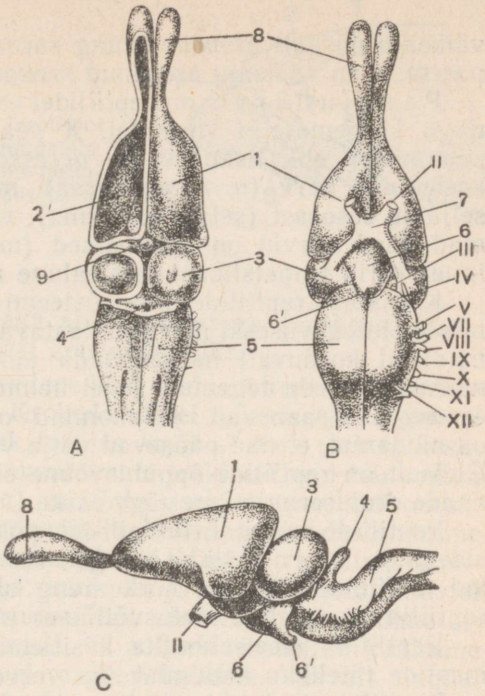
Seoses rinnakorvi tekke ja tema osaga hingamisel tekivad vastavad hingamislihased. Roiete vahele kujunevad välimised ja sisemised roietevahelised lihased (*mm. intercostales externi et interni*). Nendest väljapoole jäävad pindmine välimine põikilihas ja süvamine välimine põikilihas, sisemine põikilihas ja ristilihas. Kõhu keskossa jääb kõhu sirglihas (*m. rectus abdominis*), mille omapäraks on segmentatsioon. Kõik need lihased on nn. hüpaksoonsed lihased.

Seoses jäsemete suurema liikuvusega eristuvad nende lihased veelgi enam kui amfiibidel.

1) Millest on tingitud asjaolu, et amfiibidel on kaks kuklapõnta, reptiilidel üks? 2) Millistele luudele luukalade koljus vastavad reptiilide eeslaubaluu, tagalaubaluu, soomusluu? 3) Madudel kinnituvad (liigestuvad) roided selgroolülidele n.-ö. ühekordselt; milleks on see siin kasulik?

4. **Närvisüsteem ja meeleelundid.** Vastavalt jäsemete paremale arengule suurenevad reptiilide **seljaajus** kaela- ja nimmepaisumus. Mõnedel hiiglasuurtel dinosaurustel, kelle tagajäsemed olid väga tugevasti arenenud, oli nimmepaisumus kümme korda mahukam kui peaaju. Reptiilide seljaaju on peaajuga võrreldes veel väga suur, millega on seletatav ka tema silmapaistev autonoomsus. Näiteks võib peata kilpkonn veel üheteistkümnendal päeval jalgu liigutada, kilpkonn aga, kel on eemaldatud kõhukilp, sisikond ja süda — veel teisel päeval roomata.

Peaaju (*encéphalon*) on reptiilidel paremini arenenud kui amfiibidel. Selle osad ei asetse enam ühes reas, vaid sarnaselt kõrgemate selgroogsete peaajuga kooldub piklikaju tugevasti allapoole (155. joon.). Otsaju juttkeha on suhteliselt suurem ja mantli närvirakud on veelgi enam piirdele nihkunud kui amfiibidel; kõige olulisem aga seisneb siin selles, et mantli ülemises külgmises osas on tekkinud piirkond, mis kannab **uusmantli** (*neopallium*) nimetust. Uusmantli koor (uuskoor) võtab vastu erutusi, mis tulevad kehast ja osalt ka silmadest (vaheaju kaudu). Temas on suhteliselt hoopis rohkem närvirakke kui mantli teistes osades (vanamantlis) ja need asetsevad kihtidena, mis närvierutuste edasiliikumist hõlbustab.



155. joon. Sisaliku peaaju. A — pealtvaade, B — altvaade, C — külgvaade. 1 — eesaju, 2 — vöötkeha, 3 — keskaju (nägemissagarad), 4 — väikeaju, 5 — piklikaju, 6 — lehter, 7 — nägemisnärvide ristmik, 8 — haistesagar, 9 — käbikeha, II kuni XII — peaajunärvid.

Vaheaju jääb pealtpoolt vaadates otsaju ja osalt ka keskaju alla. Osa nägemiserutusi (mis alamatel vormidel ainult keskajju siirduvad) tulevad siin talamusse ja selle kaudu isegi otsajju. Hateerial ja sisalikulistel väärib tähelepanu vaheaju selgmine paaritu osa — k i i r u e l u n d (pineaalelund). Kiiruelundil võib eristada osi, mis sarnanevad silma läätsega ja võrkkestaga. Ta ulatub välja kiiruluude vahekohale mulku, mis on pealt läbipaistva kilega kaetud. M. Novikovi uurimised on näidanud, et kiiruelund on valgustundlik ja väärib seega «kolmanda silma» nimetust: kui sisaliku pea kohal liigutada kepikest, nii et selle vari langeb kiiruluude vahekohale, siis reageerib loom sellele keha liigutustega.

Keskaju esineb, nagu amfiibidelgi, **kaksikkeha** ehk n ä g e m i s s a g a r a t e (*corpora bigemina s. lobi optici*) kujul, kuid on suhteliselt nõrgemini arenenud, sest osa nägemisnärvi kiude siirdub siin, nagu nägime, juba vaheajju (talamusse).

Väikeaju arengutase on reptiilidel mitmesugune, vastavalt looma liikumise iseloomule. Sisalikulistel ja eriti maolistel on

väikeaju nõrgalt arenenud ning sarnaneb amfiibide omaga. Kõige paremini on väikeaju arenenud krokodillilistel.

Peaajunärve on reptiilidel esmakordselt juba 12 paari, nagu kõrgematelgi vormidel. X peaajunärvist on eraldunud XI peaajunärv ehk **lisanärv** (*n. accessorius*). XII peaajunärv ehk **keelealune närv** (*n. hypoglossus*), mis alamatel vormidel väljub seljaaju eesosast (seljaajunärvina), väljub nüüd piklikajust. Mõlemad uued närvid on efektoorsed (motoorsed) närvid. Lisanärv innerveerib trapetslihast, keelealune närv keele lihaseid.

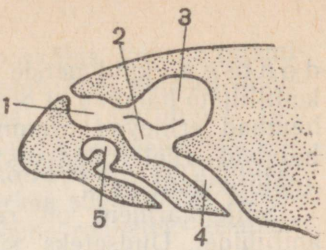
Kooskõlas reptiilide närvisüsteemi kõrgema arengutasemega on nende elutegevuseski märgata teatavat progressi. Kui näiteks lasta madudel korduvalt hammustada mingit raudeset, siis lakkavad nad varsti seda tegemast ja ei hammusta ka asju, mis niisuguse esemega sarnanevad. Kilpkonnad on «nürimeelsemad»: katsed on näidanud, et nad pääsevad välja vaid väga lihtsast labürindist. Üldiselt on reptiilide õppimisvõime siiski alles kaunis piiratud ja nende dresseerimine on väga raske.

Reptiilide närvitalitlus piirdub põhiliselt kaasasündinud refleksidega, s. o. instinktidega, kuid need on juba keerukamad kui amfiibidel. Peaaju nõrk areng oli ka üheks põhjuseks, miks reptiilid imetajatele olelusvõitluses alla jäid.

Reptiilide **meeleelundite** käsitlemisel tuleb esile tõsta neuromastide täielikku kadumist (ka veevormidel).

Reptiilide juhtivateks meelteks on nägemine ja haistmine. Silmamuna on laugudega kaitstud ja hoitakse niiske pisaranäärmete nõrega (välja arvatud hateeria ja krokodillilised). Silmamuna kõvakest on kõhreline ja luulise sklerotikaalrõngaga varustatud (peale maoliste). Akommodatsioon ei toimu enam läätse nihutamise, vaid selle kuju muutmise teel (erandiks on maolised). Sklerotikaalrõnga kohal asetseb ripslihas, mis kokkutõmbumisel avaldab survet läätsele ja surub selle eest kumeraks. Silma võrkkestas leiame enamikul vormidel kepikesi ja kolvikesi. Nagu kahepaiksed, nii tunnevad reptiilidki nägemise teel ära vaid niisuguseid esemeid, mis liiguvad ja millel on seega nende jaoks bioloogiline mõte. Katsed on näidanud, et ainult gekolased suudavad ära tunda ka liikumatut toitu.

Ninaõõnes eraldub haistepiirkond (haisteepiteel) paremini kui amfiibidel. Ninaõõne seintel (lateraalselt) tekivad väljaulatuvad karbikud, mis haistepiirkonda suurendavad. Soomuselistel on Jacobsoni organ hästi arenenud (156. joon.). Katsed on näidanud, et kõige paremini haistavad maolised. Nad jälgivad põgenevat hiirt tema jälgede järgi ja tunnevad saagi või toidu juba üsna kaugelt ära. Hilisemad uurimised on näidanud, et enamikul reptiilidel tuleb ka keelt pidada haisteelundiks või vähemalt abi-haisteelundiks. Soomuseliste keel on pikk ja kaheharuline ning kui keel suhu tagasi tõmmatakse, siis suunatakse selle



156. joon. Sisaliku ninaõõs ja Jacobsoni organ. 1 — ninaõõne esik, 2 — hingamispiirkond, 3 — haistepiirkond, 4 — nina-neelukäik (ninaõõne tagaosa), 5 — Jacobsoni organ.

otsad koos neile jäänud lõhnava aine osakestega Jacobsoni organisse. Keel on reptiilidel ühtlasi kompeelundiks.

K u u l m i s - j a t a s a k a a l u e l u n d i d on reptiilidel amfiibidega võrreldes täienenud. Krokodillilistel on sisekõrva ümarkotikesest välja kasvanud pikk torujas sopis — t e o j u h a; kesk- ja sisekõrva vahele on lisaks ovaalaknale tekkinud veel teine aken — **ümaraken** (*fenestra rotunda*), mistõttu sisekõrva perilümf omandab suurema liikuvuse ja trummikile helivõngete edasiandmine sisekõrvale muutub täiuslikumaks. Mitte kõikide reptiilide kuulmiselund ei ole edasi arenenud: madudel ja mõnedel sisalikulistel ei ole trummikilet ja isegi trummiõõnt olemas, kuigi kuulmetulbake esineb. Katsed on näidanud, et paljude reptiilide kuulmine on vilets. Kilpkonnad näiteks ei reageeri helidele. Vaevalt maodki kuulevad selles mõttes, nagu meie seda mõistame: nemad tajuvad maapinna võnkeid. Neid küsimusi on sageli raske lahendada, sest loom võib küll helisid kuulda, kuid neile mitte reageerida, kui helidel ei ole ta elus tähtsust.

1) Milline funktsionaalne erinevus on reptiilide ja alamate selgroogsete otsaju vahel? 2) Millistel alamatel selgroogsetel esineb «kolmas silm»? 3) Mida tuleb järeldada faktist, et neuromastid veereptiilidel (näit. krokodillilistel) puuduvad? 4) Mida näitab asjaolu, et reptiilide silmamuna võrkkestas on nii kepikesi kui ka kolvikesi? 5) Millega seletada, et trummikile ja trummiõõs madude keskkõrvas puuduvad? 6) Millega seletada, et krokodilliliste väikeaju on väga hästi arenenud?

5. **Seedeelundid ja toitumine.** S u u õ õ s on reptiilidel (vastavalt näokolju suurusele) üldiselt mahukas ja krokodillilistel ning osalt ka kilpkonnalistel teisese suulae varal ninaõõnest eraldatud. Kui paljudel ürgsetel reptiilidel olid h a m b a d veel rohketel suulae luudel ja kui retsentsetest reptiilidest on nad mõnedel maolistel ja sisalikulistel peale lõualuude ka tiib- ja suulaeluudel (nagu amfiibidel), siis enamikul reptiilidel on nad koondunud juba ainult lõualuudele. Hambad asetsevad enamasti veel luude pindadel või servadel (nagu kaladel ja kahepaiksetel), kuid mõnedel väljasurnud reptiilidel — imetajate eellastel — ja krokodillilistel asetsevad nad juba hambasompudes, nagu on tavaline imetajail. Niisugused hambad kannavad **tekodontsete** hammaste nimetust. Kujult on reptiilide hambad koonilised ja võrdlemisi ühesugused — h o m o -

dontsed, kuid nende eristumise tendents on juba olemas: krokodilliliste hambad ei ole enam ühesugused, kärsspealiste eesmised hambad erinevad tagumistest, paljudel madudel tekivad mürgihambad (heterodontsus). Hambavahetus on reptiilidel korduv (polüfüodontsus).

Süljenäärmeid on reptiilidel suuõõnes märksa rohkem kui amfiibidel. Uudseteks süljenäärmeteks on siin keelealused süljenäärmed ja mokanäärmed (*glandulae labiales*).

Eriti mitmesugune, nii morfoloogiliselt kui ka funktsionaalselt, on reptiilide **keel**. Soomuselistel on keel pikk ja väga liikuv, krokodillilistel ja kilpkonnalistel aga lühike ja lihasterikas.

Reptiile iseloomustab seega suuõõneelundite (ja lõualuude) mitmekesisus ning tugevus. See väärib seda enam nimetamist, et ajukolju on neil võrdlemisi väike. Reptiilide evolutsioon ei ole läinud mitte toidu hankimiseks vajalike instinktide kujunemise suunas (nagu hiljem lindudel ja imetajail), vaid lõugade ja suuõõneelundite ning jäsemete suurenemise ja mitmekesistumise suunas.

Magu on reptiilidel veel võrdlemisi eristumata. Ainult krokodillilistel saab juba mao välisel vaatlusel vahet teha eesmise (kardiaalse) ja tagumise (püloorilise) osa vahel. Peensool moodustab enamasti käärusid, kuid jämesool on tavaliselt lühike ja tema alguses leiame sageli sopise — umbsoole. Jämesool lõpeb kolmeks osaks jaotunud kloaagiga.

Vastavalt hammaste kujule on kaasaegsed reptiilid peamiselt loomatoidulised. Loomatoidulised on nimelt kärsspealised, krokodillilised, peaaegu kõik veekilpkonnad, kõik maod ja enamik sisalikke. Maismaakilpkonnad ja üksikud sisalikulised on taimetoidulised. Loomatoidulised reptiilid neelavad saagi alla tervena, peale krokodilliliste ja kilpkonnaliste, kes (vastavalt oma eristunud hammastele või lõualuude sarvtuppedele ja teisesele kõvasuulaele) kisuvad saagi katki ja hoiavad seda mõnda aega suus ning «mäluvad».

Toidu suhtes ei ole reptiilid kuigi nõudlikud, vaid neelavad kõike, mis neile jõukohane. Teatavale toidule kitsalt spetsialiseerunud vorme (stenofaage) on reptiilide hulgas vähe.

Paljud reptiilid võivad kaua aega nälgida. Mitu kuud võivad toiduta elada maolised ja kilpkonnalised. Niisugune kohastumus kujunes neil välja seoses sellega, et paiguti ei ole toitu igal aastaajal saada või et regulaarne toidu hankimine ei ole võimalik. Füsioloogiliselt on pikaajaline nälgimine võimalik seetõttu, et nad söövad korraga rohkesti, rasvuvad kiiresti ja nälgimise ajal elutegevus aeglustub.

1) Millega seletada, et reptiilidel tekib suus palju rohkem sülge kui amfiibidel? 2) Millega seletada, et taimetoidulistel maismaakilpkonnadel on umbsool suhteliselt väga suur?

6. **Hingamiselundid ja hingamine.** Kooskõlas kopsuhingamisega ja lõpuste puudumisega looteeas on reptiilidel **kopsud** täielikuma ehitusega (suurema hingamispinnaga) kui amfiibidel. Tõsi küll, hateerial ja mõnedel sisalikkudel on kopsud samasugused lihtsad kärjelaadsete (sombuliste) seintega kotid nagu amfiibidelgi, kuid enamikul sisalikulistel on sombud märksa sügavamad ja kõrgemate vaheseintega, mis jaotavad kopsuõõne rohketeks osadeks. Kilpkonnalistel ja krokodillilistel läheb sompude vaheseinte areng veelgi kaugemale, nii et ainult kopsude keskõõs — kopsutoru jätk — jääb neist vabaks. Samal ajal tekivad sompude vaheseintel teisesed vaheseinad, mis sombud omakorda osadeks jaotavad. Paljudel madudel on üks kops väiksem kui teine või puudub hoopis. Mitmetel sisalikulistel (eeskätt kameeleonlastel) on kopsude tagumised osad sõrmjateks siledaseinalisteks jätketeks — õhukottideks — hargnenud (157. joon.). Vere rikastumist hapnikuga neis ei toimu.

Et reptiilide kael on võrdlemisi pikk (mõnedel isegi väga pikk), siis on neil ka **hingetoru** (*trachea*) hästi arenenud. Hingetoru seintes on toesemoodustised — tagant avatud kõhrelised poolrõngad. Hingetoru jaguneb kaheks kopsudesse suunduvaks **kopsutoruks**



157. joon. Kameeleoni kopsud õhukottidega.

(*bronchus*). Hingetoru alguses asetsev **kõri** (*larynx*) ei ole reptiilidel amfiibidega võrreldes edasi arenenud. Tema seintes leiame kaks kõhre: eesmise (kraniaalse) — paarilise pilkkõhre ja tagumise — paaritu sõrmuskõhre.

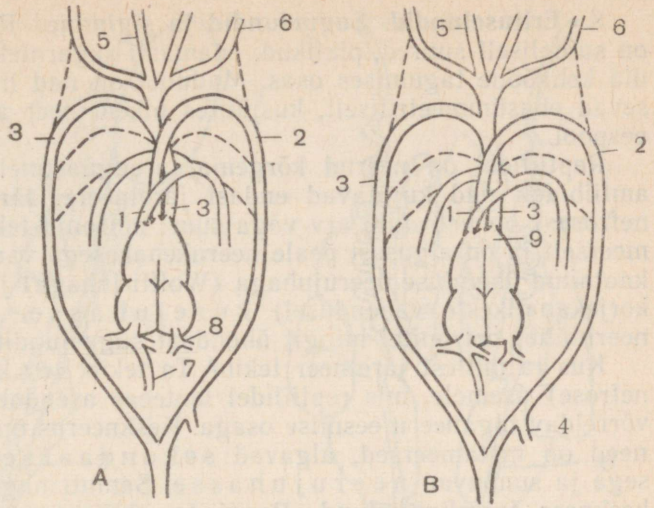
Hingamismehhanism on reptiilidel põhiliselt teistsugune kui amfiibidel. Hingamine ei toimu siin mitte õhu neelamise ja kopsudesse pumpamise teel, vaid rinnaõõne vahelduva suurenemise ja ahenemise teel roietevaheliste lihaste ja kõhulihaste abil. Niisugune märksa täiuslikum hingamismehhanism võimaldab intensiivsemat ainevahetust ning oli ka üheks eelduseks nahahingamise kadumisel.

1) Millest on tingitud madudel ühe kopsu mandumine või puudumine? 2) Mis ülesanne on hingetoru seintes olevatel kõhredel?

7. **Ringeelundid ja vereringe.** Seoses kopsuhingamisega on mõnevõrra täienenud ka ringeelundkond. Enamikul reptiilidel on **süda** küll veel kolmeosaline nagu amfiibidelgi — kaks koda ja üks vatsake, kuid piki vatsakest kulgeb vahesein, mis tingib arteriaalse ja venoosse vere parema eraldumise. Krokodillilistel on see poolvahesein juba peaaegu täielikuks muutunud, nii et vatsakesi on siin kaks. Venoosurge, mis on omane alamatele selgroogsetele, liitub parema kojaga. Arteriooskuhik on redutseerunud, sellest on säilinud vaid klapid (158. joon.).

Väga oluliseks edusammuks on arterioostüve (kõhuaordi) jaotumine kolmeks iseseisvaks arteriks: kopsuarteriks ning aordi paremaks ja vasakuks kaareks. Kopsuarter algab vatsakese paremast (venoossest) osast ning jaguneb siis paremaks ja vasakuks haruks, mis venoosset verd kopsudesse viivad. Aordi parem kaar algab vatsakese vasakust (arteriaalsest) osast ja kaardub siis paremale taha, andes enne seda pähe minevad unearterid ja eesjäsemetesse minevad rangluuarterid. Aordi vasak kaar algab vatsakese paremast osast, kuid vatsakese poolvaheseina vahetust lähedusest ja saab seega segavere; ta kaardub vasakule taha. Südamest tagapool liituvad aordi parem ja vasak kaar ühiseks aordiks (seljaaordiks), kusjuures enne liitumist annab aordi vasak kaar haru (sisusearteri) seedeelundeisse (158. joon., A).

Reptiilide venoosne vereringe ei erine oluliselt amfiibide vastavast vereringest. Sabapiirkonna veri koguneb sabaveeni, mis neerudest tagapool jaguneb kaheks haruks. Need võtavad vastu reieveenid, annavad haru neerudesse (neerude väravenid) ja hiljem teineteisega liitudes kujundavad **kõhuveeni**. Krokodillilistel niisugust liitumist ei toimu ja seega on kõhuveen nendel paariline (nii et teda võiks siin nimetada ka küljeveeniks). Kõhuveen siirdub maksa, kusjuures enamikul vormidel võtab ta oma teekonnal vastu harusid sisikonnast. Neerudest algavad vee-



158. joon. Reptiilide südame ning suurte arterite ja veenide skeem. A — sisalikulistel, B — krokodillilistel. 1 — kopsuarteri tüvi, 2 — aordi vasak kaar, 3 — aordi parem kaar, 4 — sisusearter, 5 — sisemine unearter, 6 — välimine unearter, 7 — tagumine õõnesveen, 8 — kopsuveenid, 9 — südame vatsakeste vaheline ava (Panizza mulk).

nid liituvad **tagumiseks õõnesveeniks** (*v. cava posterior*), mis võtab vastu ka maksast tuleva maksaveeni ja suubub siis südame paremasse kotta (158. joon., B).

Pea veri koguneb paarilisse kägiveeni (*v. jugularis*), eesjäsemete veri rangluuveeni (*v. subclavia*). Sama külje kägi- ja rangluuveen liituvad **eesmiseks õõnesveeniks** (*v. cava anterior*), mis suubub, samuti nagu tagumine õõnesveen, südame paremasse kotta. Eesmise õõnesveeni südamepoolne osa kujutab endast muundunud Cuvier' juha.

Venoosse vereringe peamised erinevused reptiilidel, võrreldes alamate amfiibidega, seisnevad seega selles, et 1) tagumised kardinaalveenid kaovad lõplikult ja nende asemele astub tagumine õõnesveen ja et 2) neerude väratisüsteem hakkab taandarenema, neerudesse läheb ainult osa sabast ja tagajäsemetest tulevast verest.

Reptiilidel on verd suhteliselt rohkem kui amfiibidel: umbes 5,8% kehakaalust. Punased vererakud (erütrotsüüdid) on tuumaga. Nende arv ei ole siiski veel kuigi suur: vaskussil on leitud 1 mm^3-s veres 1,42, nastikul 0,97 miljonit erütrotsüüti.

Et reptiilide keha varustamine hapnikuga on puudulik ja seega ainevahetuski ei ole veel kuigi intensiivne, siis on neil ka kehatemperatuur madal ja kõikuv, olenedes peamiselt väliskeskkonna temperatuurist.

8. **Erituselundid. Suguelundid ja sigimine.** Reptiilide neerud on suhteliselt suured, piklikud, enamasti sagarateks jaotatud elundid kehaõõne tagumises osas. Madudel on nad lintjad ning asetsevad ebasümmeetriliselt, kusjuures pikem neer asetseb lühemast eespool.

Reptiilidel on neerud kõrgemal arenguastmel kui kaladel ja amfiibidel: nad kujutavad endast järelneere. **Järelneerus** (metanefroses) on nefronite arv väga suur; nefronid tekivad mittemetameerselt ja on algusest peale neerukehakesega varustatud; nad on kaotanud ühenduse neerujuhaga (Wolffi juhaga) ja avanevad (nn. korjekanalikeste vahendusel) kusejuhasse. Ka ei ole selle neerutüübi nefronitel mingit ühendust suguelunditega.

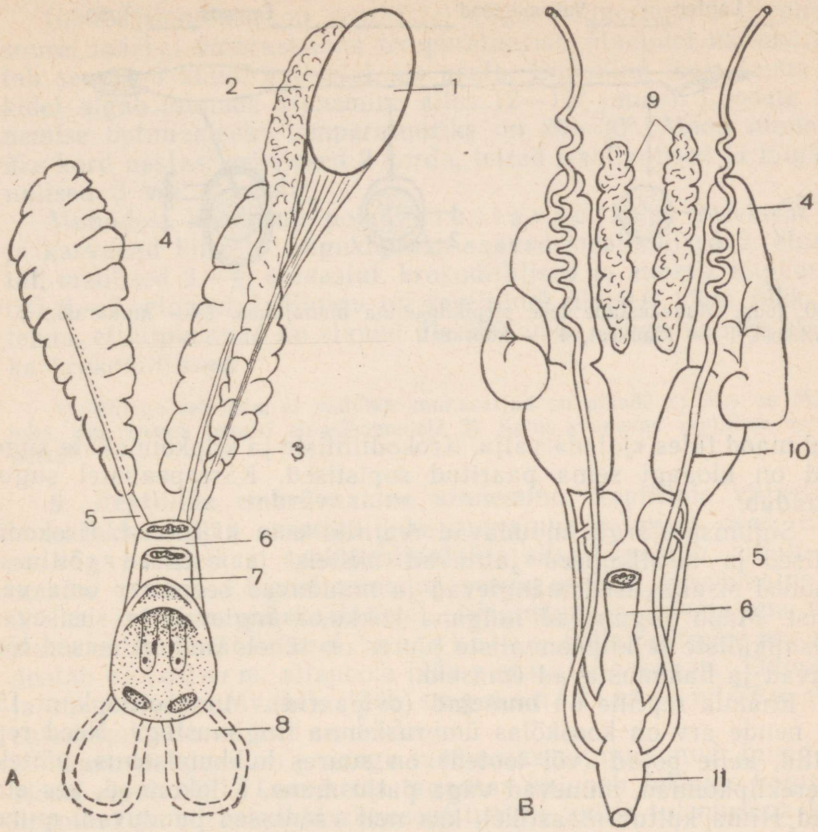
Kus ja millest järelneer tekib? Ta tekib keskneeru (mesonefrose) asemele, mis reptiilidel looteeas asendab eelneeru ja on võrreldav taganeeru eesmise osaga. Keskneerus on nefroneid vähe, need on metameersed, algavad sekundaarselt neerukehakesega ja suubuvad neerujuhasse. Samuti nagu eelneer, on ka keskneer looteline elund. Peagi ta oblitereerub, peale väheste osade, mis isastel kujunevad raiamanusteks, emastel aga kaovad peaaegu täielikult. Keskneerust tagapool (kaudaalselt), sellega samalaadsest lootelisest materjalist tekibki reptiilide lõplik neer — järelneer. (vt. 25. joon.).

Neerudest väljunud kusejuhad suubuvad reptiilidel **kloaaki.** Kloaagi kõhtmisest osast sopistub kilpkonnalistel ja sisalikulistel välja kusepõis.

Enamiku reptiilide uriin on paks puderjas valkjas mass, sest selle peamiseks koostisosaks on kusihape, vett on aga vähe. Vee vähest eritamist neerude kaudu tuleb siin käsitada kui kohastumust kuivale keskkonnale. Kloaagis imendub uriinist veelgi osa vett verre tagasi.

Reptiilide **gonaadid** asetsevad kõhuõõnes neerudest kõhtmiselt.

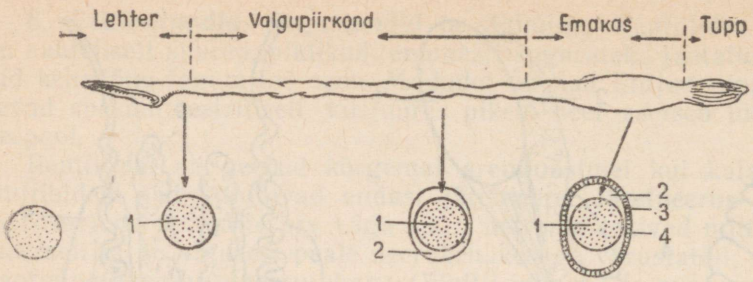
Munasarjad (*ovaria*) on enamikul reptiilidel kobarja pinnaga, sest munarakud on suured ja reburikkad. Maoliste (ja mõnede sisalikuliste) munasarjad on pikad ja kotjad, kusjuures parem munasari on tugevamini arenenud (pikem) kui vasak ja paikneb eespool. Valminud munarakud langevad kehaõõnde, kust nad munajuhadesse siirduvad (159. joon., B). **Munajuha** (*oviductus*) on suhteliselt pikk ja keerdunud torujas organ, mis algab laienenud suudmega (lehtriga) ja suubub kloaaki. Arenemislooliselt on ta Mülleri juha. Munasarja eesmine osa eritab kilpkonnalistel ja krokodillilistel valku, mis jääb kestana munaraku ümber, munajuha tagumine osa eritab munale ümber nahkkesta või kaltsiumi sooladega läbiimbunud kõva koorkesta ehk koore (kilpkonnalistel, krokodillilistel ja gekolastel) (160. joon.). Muna kestad kaitsevad munarakku kuivamise eest ja on seetõttu suure bioloogilise tähtsusega.



159. joon. Reptiilide kuse-suguelundid: A — isasel varaanil, B — noorel emasel alligaatoril. 1 — raig, 2 — raiamanus (epididümis), 3 — seemnejuha, 4 — neer, 5 — kusejuha, 6 — sool, 7 — kusepõis, 8 — sugutipaun, 9 — munasari, 10 — munajuha, 11 — kloaagi lõpposa.

Raiad (*testes*) on tavaliselt ovaalsed. Raigadest väljuvad seemnerakud siirduvad kõigepealt **raiamanusesse** (*epididymis*). See on väike piklik kehake raia vahetus läheduses ja on tekkinud kesknеeru mandunud osadest ning neerujuha eesosast. Raiamanus läheb üle **seemnejuhaks** (*vas déferens*), mis on neerujuha tekis. Mülleri juha isastel mandub (159. joon., A).

Seemendus ja viljastumine on reptiilidel seesmine: suguti kaudu viiakse seemnerakud (seemnevedelik) munajuhasse. Soomuselistel on suguti paariline ja kujutab endast kloaagiava servadel asetsevat kotikest, mis sugutamise korral välja sopistatakse nagu kindasõrm. See toimub ka igasuguse tugeva ärrituse korral ja sellest on nähtavasti pärit arvamus, nagu ajak-



160. joon. Munakestade teke stepikilpkonna munajuhas. 1 — munarakk, 2 — valkkest, 3 — kiudkest, 4 — koorkest.

sid maod tules «jalad» välja. Krokodilliliste ja kilpkonnaliste sugutid on kloaagi seina paaritud sopistised. Kärsspealistel suguti puudub.

Sigimisajajärgul muudavad reptiilid oma käitumist. Krokodillilised ja sisalikulised jälitavad üksteist ja astuvad võitlusse. Mõned sisalikulised mänglevad ja muudavad seejuures oma värvust. Maod kogunevad hulgana kokku, mänglevad ja susisevad. Sisalikuliste ja kilpkonnaliste juures on täheldatud, et isased tõukavad ja hammustavad emaseid.

Enamik reptiile on **munejad** (ovipaarid). Mune on 2 kuni 150 ja nende arv on kooskõlas ümbruskonna tingimustega. Need reptiilid, kelle pojad (või looted) on suures hukkumisohus, näiteks merekilpkonnad, munevad väga palju mune. Kilpkonnad, kes elavad Hiina kultuurmaastikel, kus neil vaenlased puuduvad, munevad vähe. Ronivad vormid munevad rohkem kui maapinnal elutsevad vormid.

Munad munetakse tavaliselt niisketesse soojadesse paikadesse — samblasse, puulehtede alla, liivasse või urgudesse. Mõned Ameerika krokodillilised munevad oma munad «pesadesse»: lehehunniku otsa, mis siis taimejäänustega kinni kaetakse. Kõdunemisel tekib nii kõrge temperatuur, et pesa hakkab suitsema. Madagaskari krokodillid, samuti ka kaimanid, kaitsevad oma pesi.

Paljud soomuselised on **poegijad** (vivipaarid) või **munaspoegijad** (ovovivipaarid). Poegijatel jäävad munad munajuhasse seni kuni neist kooruvad noored loomad, munaspoegijail langeb munemine ajaliselt kokku poegade koorumisega munadest. Elusate poegade «sünnitamine» (vivipaarsus) on välja kujunenud kui kohastumus ebasoodsatele keskkonnatingimustele: see esineb niisugustel reptiilidel, kes elavad kas vees (*Hydrophis*, mõned nastikuliigid) või külmadel aladel, kus õhutemperatuur langeb öösel väga madalale (vaskuss, arusisalik, rästik, ümarpea jt.), maa sees (apteegiskink, liivarästik jt.) või põõsaste ja puude otsas (*Dryophis*, *Boiga* jt.).

Inkubatsiooniaeg on reptiilidel väga mitmesugune ja oleneb suurel määral ümbruskonna temperatuurist. Madudel näiteks vältab see 2—3 kuud, hateerial üle aasta. Enamikul meie fauna liikidel algab munade arenemine alles 12—15° juures. Loodete arenemise optimaalseks temperatuuriks on 20—30°. Maod munevad üks kord aastas, gekolased 2 korda, teised sisalikulised ja kilpkonnalised 3 või 4 korda.

Munadest koorunud pojad *alustavad* kohe iseseisvat elu ja kasvavad kiiresti. Suguküpseks saavad sisalikulised 2. eluaastal, maolised 3.—4. eluaastal, krokodillilised ja enamik kilpkonnalisi 6.—7. eluaastal. Eluiga on reptiilidel üldiselt väga pikk. On teada, et kilpkonnad on elanud üle 250 aasta. Väga vanaks elavad ka krokodillilised.

1) Millega seletada, et maoliste munasarjad on pikad? 2) Mis on Mülleri juha, mis areneb temast emasloomadel? 3) Kuhu avanevad reptiilide seemnejuhad?

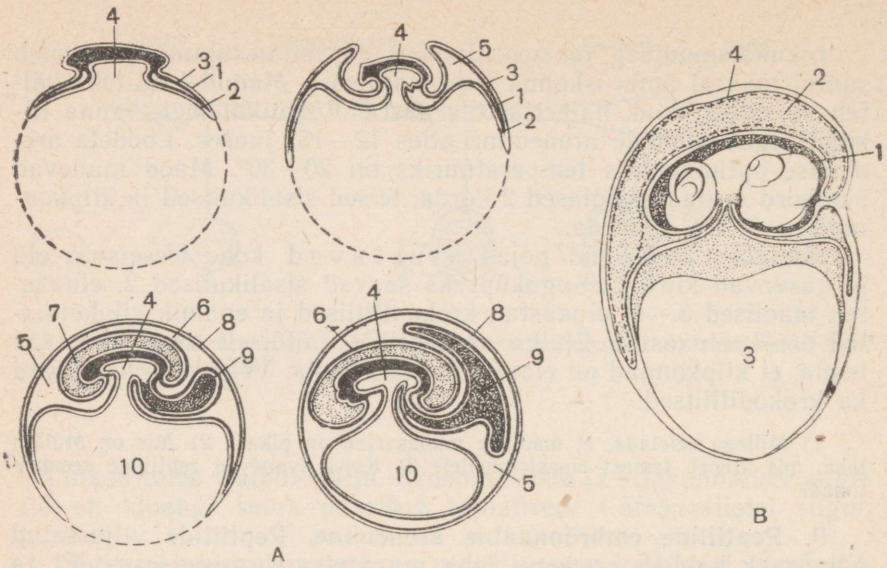
9. **Reptiilide embrüonaalne arenemine.** Reptiilide viljastatud munarakk hakkab arenema juba munajuha eesmises osas. Et ta on väga reburikas (polületsitaalne), siis lõigustub ainult animaalne poolus. Lõigustumine on seega osaline (partsiaalne) ja ühtlasi kettaline (diskoidaalne). Lõigustumise tulemusena tekib muna animaalsel poolusel *looteketas*. Selle pindmise osa moodustab *ektoderm*, allapoole jääb *rebuentoderm*. Ektodermi ja rebuentodermi vahele jääb *segmentatsiooniõõs*, rebuentodermi alla — *täiendõõs*.

Gastrulatsioon on peaaegu tundmatuseni muutunud. Invaginatsioon algab hilja. Looteketta tagaosas kujuneb rakkude kogum — **ürgplaat** ja siit algabki sissesopistumine, mille tulemusena kujuneb *kesk-entoderm* ja selle all *ürgsoolekanal*. Viimane suureneb ja liitub lõpuks täiendõõnega (nagu amfiibidel), moodustades **ürgsoole.** Ürgsool on nüüd ürgsuu kaudu välismaailmaga ühenduses. Invaginatsiooni teel tekkinud kesk-entoderm jääb ühendusse rebuga.

Mesoderm tekib ürgsuu piirkonnas ning ektodermi all kujunevad sellest seljakeelik ja teised mesodermi sugemed. Ektodermi keskosa moodustab närviplaadi; see kujuneb närvivaoks, mis peagi närvitoruks muutub.

Loode — looteketta lame keskosa — hakkab nüüd kuju muutma. Ta eraldub rebukotist, mis lõpuks jääb peenikese varre abil loote külge nagu «rippuma». Rebukott säilitab ühenduse loote sooltoruga.

Juba varem on hakanud tekkima **lootekestad.** Loode vajub madalamale (rebu sisse). Lootest väljaspool asuvast piirkonnast, mis (samuti nagu loode) koosneb ekto-, meso- ja entodermist, hakkab kurd tekkima. Et aga enne seda mesoderm eristub kaheks lestmeks, siis tekib kõnesolev kurd ektodermist ja mesodermi väli-



161. joon. A — lootekestade teke reptiilidel (ja üldse amniootidel): 1 — ektoderm, 2 — entoderm, 3 — mesoderm, 4 — sooleõõs, 5 — looteväline kehaõõs, 6 — amnion, 7 — amnioniõõs, 8 — aerooskest, 9 — allantois, 10 — rebukott. B — arenev sisalik: 1 — amnion, 2 — allantois, 3 — rebu, 4 — serooskest.

misest lestmest. Kurd kasvab kõrgemale, kurru servad kasvavad kesksuunas kokku ja nii kujuneb loote ümber kaks lootekesta (161. joon.). Sisemine neist, mis jääb lootele lähemale ning koosneb ekto- (seespool) ja mesodermist (väljaspool), kannab **amnioni** ehk **veekesta** nimetust. Amnioni ja loote vahele jääb amnioniõõs. Välimist lootekesta, mis jääb vastu munakesti ning koosneb meso- (seespool) ja ektodermist (väljaspool), nimetatakse **serooskestaks.** See kasvab (koos entodermiga) ümber rebu ja ümbritseb seega nii rebu kui ka loodet.

Amnioniõõs täitub amnionivedelikuga (lootevedelikuga) ja loode jääb selles hõljuvasse asendisse. Amnionivedelik võtab vastu tõukeid, mis loodet võiksid vigastada, ja on seega lootele samasuguseks kaitseks nagu lootekestadki. Kust tuleb amnioniõõnde kogunev vedelik? Kilpkonnalistel ja krokodillilistel on selle allikaks munaraku valkkest. Teistel reptiilidel tekib amnionivedelik rebusse talletatud rasvade lammutumisel või tuleb läbi munakestade väliskeskkonnast.

Et loode on suletud munakestadesse, ei saa ta hingata nii nagu kalade ja kahepaiksete looted, samuti ei saa ta väliskeskkonda eritada oma ainevahetusjääke. Hingamiseks ja ainevahetusjääkide panipaigaks tekib sooltoru tagaosa kõhtmise seina väljasopistu-

mise teel eriline looteline elund — loote kusekott ehk **allantois.** See on mahukas põisjas organ, mis tungib amnioni ja serooskesta vahele, kus ta viimasega osaliselt liitub. Läbi allantoisi, serooskesta ning urbse munakesta (munakoore) toimub gaasivahetus allantoisi veresoonte vere ja välismaailma vahel.

Loode toitub rebust. Sedamööda kuidas loode kasvab ja eristub, «tühjeneb» rebukott ja kaob lõpuks hoopis. Selleks ajaks on loode kujunenud nooreks eluvõimeliseks loomaks, lõhub loote- ja munakestad ning tuleb ilmale. Seda sündmust nimetatakse **koorumiseks.** Lootekestad (ja allantois) on loote arenemisel niivõrd olulise tähtsusega moodustised, et nad säilivad ka kõrgematel selgroogsetel — lindudel ja imetajatel.

1) Milles seisneb lootekestade tähtsus? 2) Kas saab allantoisi nimetada lootekestaks? 3) Kuhu jääb allantoisi «sisu»?

10. **Reptiilide ökoloogia.** Klimaatilistest teguritest on temperatuur peaaegu ainuke, mis reptiilide elutegevusele tugevat mõju avaldab. Nagu oma fülogeneetilise kujunemise ajajärgul, nii on reptiilid ka tänapäeval soojalembesed loomad. Maod näiteks muutuvad 16° juures loiuks, 6° juures lakkavad nad liikumast ja 2° juures kangestuvad, 4—6° külma käes nad aga külmuvad ja hukkuvad. Reptiilide soojalembesusest oleneb eeskätt nende geograafiline levik. Kuid selle küsimuse juurde tuleme hiljem. Temperatuuri ööpäevase ja aastaajalise kõikumise kahjuliku mõju vältimiseks on reptiilidel kujunenud mitmeid kohastumusi käitumises ja elutegevuses.

Madalal temperatuuril, vastavalt liikuvuse vähenemisele, langeb reptiilidel söögiisu, külmal aastaajal aga kaob hoopis. Külmas ja parajas kliimas jäävad reptiilid talveks taliunne. Mida pikem ja külmem talv, seda kauem vältab taliuni. Talve veedavad loomad mullas või mudas (veereptiilid) või kogunevad hulgakesi kokku urgudesse, puujuurte alla jm. (rästikud, lõgismaod) (162. joon.). Taliune ajal langeb elutegevus ja ainevahetus miinimumini ning toimub varem kehha kogunenud toitainete arvel.

Kuumal ja kuival aastaajal langevad paljud reptiilid suveunne. Stepikilpkonn näiteks kaevub kuumaga maasse ja tuleb välja alles järgmisel kevadel. Paljud krokodillilised kaevuvad vee kuivamisel mutta.

Päikese liigse kuumuse eest kaitsevad reptiilid end mitmeti: mõned sisalikulised kaevuvad keskpäeval liivasse, peituvad urgudesse või varjulistesse paikadesse, teised (kõrbealadel) ronivad liivaseljandikele või põõsaste otsa, kus puhub tuul ja kus temperatuur on madalam kui maapinnal; rohkesti reptiile on öise eluviisiga.

Kohastumuseks temperatuuri kõikumiste suhtes on ka vivipaarsus ja ovovivipaarsus.

Et reptiilid ei vaja alaliselt niisket keskkonda, võib neil amfii-



162. joon. Rästikud talvitumas.

bidega võrreldes oodata ka hoopis suuremat mitmekesisust erilaadsete elupaikade vallutamisel ja nendega kohastumisel.

Enamik reptiile on seotud kõva ja enam-vähem tasase maapinnaga. Siia kuuluvad näiteks hateeria, peaaegu kõik sisallased, paljud agaamlased ja iguaanlased, enamik varaanlasi ja maolisi, vaskuslased ja maismaakilpkonnad. Paljudel niisugustel reptiilidel kujunesid välja kohastumused kiireks liikumiseks. Üksikud vormid, näiteks kaelussisalik, mõned agaamid ja iguaanid (vt. 148. joon.), on omandanud võime ainult tagajäsemetel joosta. Tavaliselt on tasandikuvormidel pikk saba, mis soodustab kiiret edasiliikumist. Ka keha pikenemine ja jäsemete kadumine mitmes hoopis eri reptiilirühmas — madudel, vaskuslastel, mõnedel skinklastel jt. — on kohastumused kiireks liikumiseks tasasel maapinnal, eriti aga rohus.

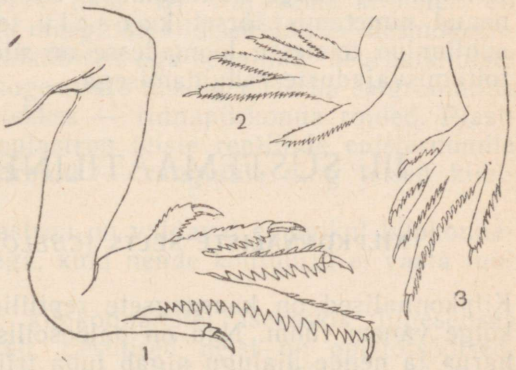
Maa sees elutsevatel reptiilidel leiame veelgi spetsiaalsemaid kohastumusi. Ka siin on keha pikenemine ja jäsemete kadumine üheks abinõuks maa sees (urgudes) liikumiseks. Silmad on väikesed või puuduvad hoopis, laud on kokku kasvanud,

soomused siledad või kadunud, välimiste ninaavade kaitseks on kujunenud nahalapp (taandlased, enamik skinklasi, pimemadulased). Maa sisse kaevuvatel vormidel on lühikesed ja laiad käpad või on nende pea kitsas, talvjas ning suuava on nihkunud pea alla. Mõnedel reptiilidel on ninamikule tekkinud suur terava servaga rostraalkilbis (vagelpimemadu, liivaboa, *Lytorhynchus* jt.).

Liivastel ja kõrbealadel elutsevatel reptiilidel on kujunenud kohastumused liivasse vajumise vältimiseks: lai ja lame keha (ropasisalikud, ümarpead jt.), pikenenud ja pikkade harjaste reaga või pikkade ogadega varbad (skinklased, kõrvuk-ümarpea jt.), suusataolised käpad (mõned sisalikulised) (163. joon.).

Puude-vormidel (kameeleonlastel, paljudel iguaanlastel, mõnedel agaamlastel) on kitsas ja kõrge keha, pikad küünistega või «iminappadega» (gekolased) või vastandatavad varbad (kameeleonlased). Mõnedel arborikoolidel on tekkinud vahendid õhus liuglemiseks: lend-draakonil on keha külgedel määratu suured nahakurrud, mille sisse ulatuvad roided (vt. 148. joon.); mõnedel gekolastel on keha ja jäsemete külgedel laiad nahakurrud. Kõik puude-vormid on kaitsevärvi — peamiselt rohelised.

Veevormidel on saba muutunud suureks ja mõlajaks (krokodillilistel, mõnedel sisalikulistel, meremadudel); keha on muutunud kitsaks ja lintjaks (*Hydrus platurus*); varvaste vahele on arenenud ujulestad (krokodillilised); neelus on tekkinud lisahingamiselundid (meremaod, pehmenahalised kilpkonnad). Merekilpkonnadel märkame sarvkilbiste kadumist ja luukilbiste reduktsiooni.



163. joon. Liivastel aladel elutsevate sisalikkude tagakäpad: 1 — kõrvuk-ümarpea, 2 — skink, 3 — võrksisalik.

Reptiilidel on küllalt rohkesti *vaenlasi* nii imetajate kui ka lindude hulgas: sigalased, siilid, vaaraorott, kurgkotkas, tallekotkas, kariaama, madukotkas jne. Ka paljud reptiilid ise on üksteisele vaenlasteks.

Vaenlaste eest kaitsevad reptiilid end kõigepealt *kaitsevärvuse* abil. Seda märkame eeskätt soomuselistel. Puudevormid ja paljud rohu sees elutsevad reptiilid on tavaliselt rohelised. Kõrbealade reptiilid on seevastu liivakarva või kirjud, sarnanedes ümbruskonna koloriidiga. Paljud maismaavormid on hallid, mis vastab samuti ümbruskonna värvusele.

Paljud reptiilid, eeskätt kameeleonlased ja Põhja-Ameerika anoolised, võivad oma *värvust muuta*. Ruuged värvitoonid lähevad neil üle sinakasroheliseks, hallid aga mustaks kuni violetseks. Mõned reptiilid muudavad värvust ärrituse korral (stepiagaam jt.). Sisalikulistel tuleb kaitsevahendiks pidada *autotoomiat* (saba äramurdmist), samuti ka tugevaid ogasid ja «sarvekesi» nahas.

Mõned soomuselised kaitsevad end arvatavasti «ähvarduspoosi» abil (prillmaod, kõrvuk-ümarpea) või paiskavad kloaagist haisvat vedelikku (nastikud). Kilpkonnad eritavad haisvat vedelikku kubemepiirkonna näärmetest. Varaanlased ja krokodillilised kaitsevad end sabalöökidega. Kilpkonnaliste kaitsevahendiks on kilprüü.

Kõige efektiivsemad kaitsevahendid maolistel on *mürgihambad* ja mürginäärmed. Hammaste abil kaitsevad end ka mõned sisalikulised, hateeria ja krokodillilised.

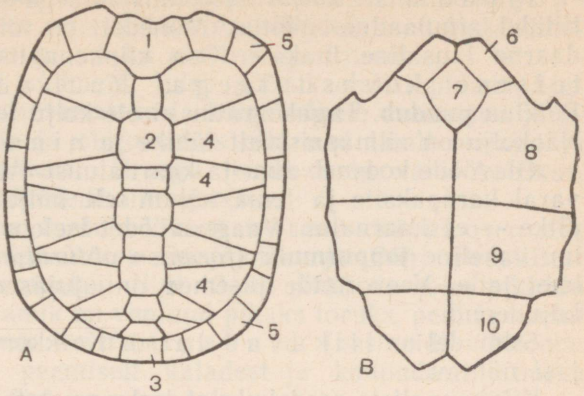
Maolistel ja krokodillilistel on aga hambad ühtlasi ka juba *pealetungivahendiks* saagi vallutamisel. Hambad on peaaegu ainsad enam-vähem efektiivsed moodustised, mis reptiilid on agressioonielunditest omandanud. Pealetungiks ja saagi vallutamiseks ei ole reptiilidel kujunenud ka tugevaid instinkte. Nende närvisüsteemi arengu madal tase ei võimalda veel kuigi suurt «leidlikkust» saagi omandamisel. Seetõttu ei ole reptiilidel kujunenud nimetamisväärset *kooselu* teiste loomadega. Reptiilide suhtumine teistesse loomadesse on üldiselt passiivne ja piirdub toitumisvajaduste rahuldamisega.

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

KILPKONNALISTE SELTS (*CHELONIA*)

Kilpkonnalised on kaasaegsete reptiilide hulgas fülogeneetiliselt kõige vanem rühm. Nad on paleosoiliste kotülosauruste «kõrvalharu» ja nende ajalugu algab juba triiases.

Kilpkonnaliste põhiliseks omapäraks on nende luuline **kilprüü** (pantser), mis ümbritseb keret ja mille varjus pea, saba ning



164. joon. Kilpkonnade karapaks (A) ja plastron (B). 1 — nuhaalkilbis, 2 — neuraalkilbis, 3 — pügaalkilbis, 4 — kostaalkilbised, 5 — marginaalkilbised, 6 — epiplastron, 7 — endoplastron, 8 — hüoplastron, 9 — hüpoplastron, 10 — ksifiplastron.

jäsemedki võivad kaitset leida. Pantser on passiivse kaitse vahendiks ja temale võlgnebki see vanapärane rühm oma säilimise. Pantser koosneb kilbistest. Seljapoolel moodustavad nad seljakilbi ehk **karapaksi**, kõhupoolel kõhukilbi ehk **plastroni**. Karapaksi kilbised asetsevad kolmes reas: keskel on neuraalkilbised, nendest eespool leiame nuhaalkilbise, tagapool pügaalkilbise; neuraalkilbisest külgmiselt asetsevad kostaalkilbised ja viimastest väljaspool marginaalkilbised (164. joon., A). Plastron koosneb neljast paarilisest kilbist — epiplastronist, hüoplastronist, hüpoplastronist ja ksifiplastronist — ja ühest paaritust kilbisest — endoplastronist (164. joon., B). Karapaksi kilbistest on nuhaalkilbis, pügaalkilbis ja marginaalkilbised uudsed desmogeensed luud, neuraal- ja kostaalkilbised aga segaluud: neuraalkilbiste tekkes osalevad peale desmogeensete luusugemete ka selgroolülide ogajätked, kostaalkilbiste tekkes — rinnapiirkonna roided. Plastroni kilbistest vastab endoplastron teiste reptiilide episternumile (pealisrinnaluule), epiplastronid — rangluule ning teised kilbised — kõhuroietele.

Nii karapaks kui ka plastron on valdaval enamikul kilpkonnalistel kaetud sarvkilbikestega, kuid nende kontuurid ei vasta luukilbiste omadele.

Selgroo kaelalülid on kilpkonnalistel isekeskis liigeselises ühenduses ja väga liikuvad. Eesmised neist on opistotsöölsed, tagumised protsöölsed ja nende vahel leiame kaksikkumera kehaga kaelalüli. Rinnalülid on aga karapaksiga liitunud ja seega liikumatud. Rinnaluu puudub.

Kilpkonnaliste **koljut** iseloomustab sega-sarnakaar, mis on reptiilidel ainulaadne nähtus. Mõnedel on oimupiirkonnas sekundaarne lausaline luukate. Osa kilpkonnalisi on hästi arenenud teisese kõvasuulaega. Ruutluu on liikumatu. Põikluu puudub. Tagakõrvaluu ei ole kolju teiste luudega liitunud. Näokolju on silmapaistvalt lühike ja ninaluud puuduvad.

Õlavööde koosneb aba- ja kaarnaluust. Abaluu kinnitub sideme varal karapaksile ja tema kõhtmiselt küljelt väljub väga tugev jätke — eeskaarnaluu. Vaagnavöödet iseloomustab niude- ja süleluu vaheline **toppurmulk** (*foramen obturatum*), mis on omane ka imetajaile. Veevormide jäsemed on ujujäsemeteks ehk loibadeks kujunenud.

Silmadel on liikuvad laud. Keskkõrva trummikile on väljast nähtav.

Kilpkonnaliste seedekulglat iseloomustab hammaste puudumine, lõualuude servi katab sarvestunud tupp. Maismaakilpkonnad toituvad taimedest, veekilpkonnad on röövloomad. Keel on lihasterikas ja liikuv. Magu on paksuseinaline ja soolest teravalt eraldunud. Veekilpkonnadel avaneb pärasoole ja kloaagi vahekohale kummalgi pool anaalpõieke, mille vedelikuga niisutatakse munemisel «pesa».

Kopsud on kilpkonnalistel suured ja keeruka käsnja ehitusega. Et rinnakorv ei ole liikuv, siis toimub hingamine samal printsiibil mis amfiibidelgi: suuõõs täidab pumba osa, mille põhi kord langeb, kord tõuseb; õhk tõmmatakse ninaõõne kaudu suuõõnde ja surutakse sealt kopsudesse.

Isasloomadel on kloaagis paaritu kopulatsioonielund. Sugujuhad ja kusejuhad suubuvad kusepõide, mis seega talitleb sugukuseurkena.

Sigimine toimub munemise teel. Merekilpkonnadel on munad pärgamendilaadse kestaga, teistel aga koorkestaga. Merekilpkonnadel on munade arv suur, teistel aga väike.

Kilpkonnalistest on säilinud umbes 270 liiki. Nad on levinud peamiselt troopilistel ja subtroopilistel aladel. Jagunevad neljaks alamseltsiks.

1) Milline on kõige ürgsem teadaolev fossiilne kilpkonnaline? 2) Millistest luudest koosneb kilpkonnaliste kolju sega-sarnakaar? 3) Millega seletada, et just kilpkonnalistel tekkis sega-sarnakaar ja toppurmulk? 4) Millised luud moodustavad kilpkonnalistel teisese kõvasuulae?

PÖÖRDKAELALISTE ALAMSELTS (*PLEURODIRA*)

Pöördkaelaliste kõige silmapaistvam iseärasus on asjaolu, et nad ei saa oma kaela koolutada, vaid võivad selle kas paremale või vasakule pööramise teel karapaksi serva alla varjule viia. Kaela niisugune liikumine on võimalik ja paratamatu kaelalülide

hästi arenenud ristijätkete tõttu. Omapära ilmneb kavaagnavööt me ehituses: see on (vastandina kõikidele teistele kilpkonnalistele) nii karapaksiga kui ka plastroniga liitunud.

Paleontoloogilistel andmetel tuleb pöördkaelalisi pidada ürgsete reptiilide kõige otsesemateks ja kõige vähem muutunud järglasteks. Veel eotseenis ja oligotseenis olid nad laialt levinud ja esinesid ka põhjapoolkeral. Praegu leidub neid vaid Aafrikas, Austraalias ja Lõuna-Ameerika magevetes.

Pöördkaelaliste üks tuntum liik on narmaskilpkonn ehk **matamata** (*Chelus fimbriatus*) Guajaanast ja Põhja-Brasiiliast (165. joon.). Tema karapaksil (ligi 40 cm pikk) on kolm pikirida kuhikjaid kühme. Ninamik on veninud pikaks toruks, peal ja kaelal leiame rohkesti väikesi naharipakuid (narmaid). Ööloom. Elab jõgedes, toitub peamiselt kaladest ja konnadest. Kuulub **madukaellaste** (*Chelidae*) sugukonda.

Samasse sugukonda kuuluvad ka Argentiinas ja Brasiilias levinud väga omapärased pika kaelaga pöördkaelalised — **madukaelkilpkonnad** (*Hydromedusa*) ja Austraalias levinud **pikkkael-kilpkonnad** (*Chelodina*). Need ujuvad kiiresti, toituvad kaladest. Mõlemate liha tarvitatakse kohapeal toiduks.

Lõuna-Ameerika põhjaosas etendab **pelomeduuslaste** (*Pelomedúsidae*) sugukonda kuuluv **arrau** (*Podocnemis expansa*) majanduslikult kaunis tähtsat osa: kohalikud elanikud kasutavad tema mune suurel arvul (ligi 50 milj. muna aastas) toiduks ja rasva saamiseks. Arrau muneb sügavale liivaauku, mille ta siis kinni ajab. Toitub vette langenud puuviljadest.

KOOLDKAELALISTE ALAMSELTS (*CRYPTODIRA*)

Kooldkaelaliste kilpkonnaliste alamseltsi kuulub enamik kilpkonnalisi. Kõiki neid iseloomustab vertikaalsuunas S-kujuliselt liikuv kael, nii et pea koolutatakse hädaohu korral karapaksi eesserva alla. Vastavalt sellele ei ole siin kaelalülide ristijätked kuigi hästi arenenud või nad pole üldse säilinud.

Selle alamseltsi kõige liigirikkam sugukond on **lamekilplased** (*Emydidae*). Vilkad mageveevormid (ligi 80 liiki). Neid iseloomustab nõrgalt kumerdunud karapaks ja ujulestadega seotud ning tugevate küünistega varbad. Levinud Lõuna- ja Kesk-Euroopas, Loode-Aafrikas, Lõuna-Aasias, Hiinas, Jaapanis, Indoneesias ja Ameerikas.

NSV Liidu faunast kuulub siia **sookilpkonn** (*Emys orbicularis*) (165. joon.) ja **kaspia vee-kilpkonn** (*Clemmys caspica*). Esimene neist on levinud Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Kaukaasias, Väike-Aasias ja Loode-Aafrikas. Veel 400 aastat tagasi ulatus ta levila isegi Skandinaaviasse. Elutseb soodes, järvedes ja aeglase vooluga jõgedes. Toitub kaladest, kahepaiksetest, ussidest, veepu-

tukatest jne. Munad munetakse kaldale liivasse. Kaspia veekilpkonn — Balkani poolsaarelt kuni Lõuna-Turkmeeniani — elutseb jõgedes ja järvedes.

Kumerkilplaste sugukonda (*Testudinidae*) kuuluvad väheliikuvad, põhiliselt taimetoidulised maismaakilpkonnad. Nende karapaks on tugevasti kumerdunud, nende jäsemed on lühikesed, postilaadsed, varbad liitunud ja tugevate nüride küünistega (kohastumus kraapimiseks). Umbes 40 liiki. Levinud Lõuna-Euroopas, Aafrikas, Lõuna-Aasias, Indoneesias, Kesk- ja Lõuna-Ameerikas. NSV Liidu faunas on sellest rühmast tuntud **vahemere kilpkonn** (*Testudo graeca*) (165. joon.) ja eriti **stepikilpkonn** (*T. hórsfieldii*). Stepikilpkonna (nagu kõrbealade teistegi kilpkonnade) omapäraks on suveuni: kuumade ja kuivade ilmade saabumisel poeb ta sügavale maasse, kuhu jääb järgmise aasta märtsini. Kraapimisega tekitab paiguti kahju.

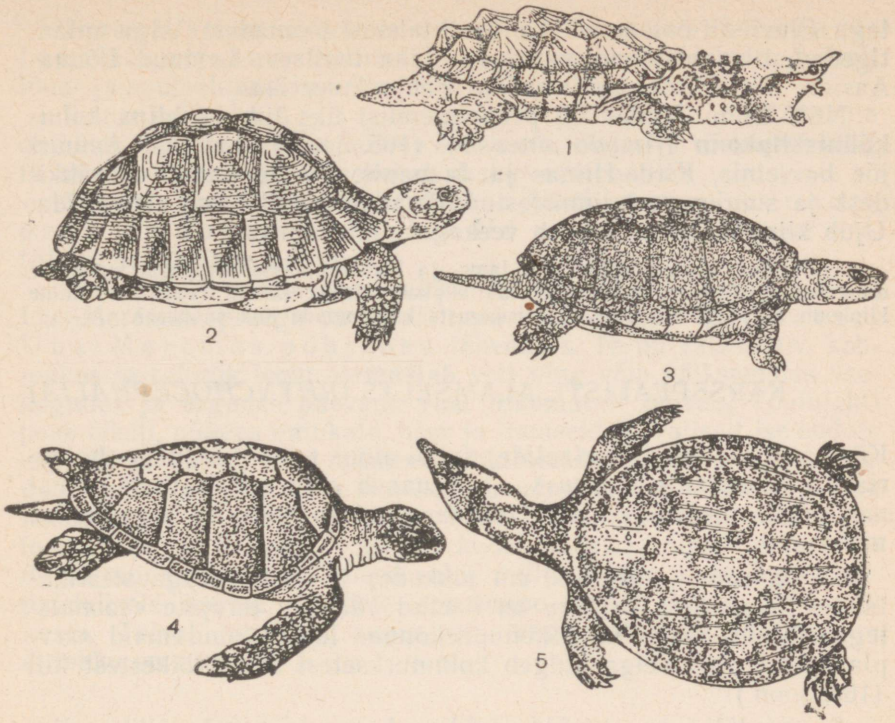
Kumerkilplaste sugukonda kuuluvad ka kaasaegsed väga suured kilpkonnad, kes on levinud India ookeani läänepoolsetel saartel ja Galápagose saartel. **Elevantkilpkonn** (*Testudo elephántopus*) Galápagose saartelt on 1,5 m pikk ja kaalub üle 200 kg. Varematel aegadel oli nimetatud saartel rohkesti niisuguseid suuri ja isegi suuremaid kilpkonni ja nad moodustasid meresõitjate toidust suure osa.

Kooldkaelaliste hulka kuulub ka **kaimankilpkonn** (*Macroclemys temminckii*) **kaimankilplaste** (*Chelydridae*) sugukonnast. See on kõige suurem mageveekilpkonn (1,4 m pikk) USA lõunaosas. Oma konksja «noka» lööb ta nagu harpuuni saagi kehha.

MÕLAJALALISTE ALAMSELTS (*CHELONIOIDEA*)

Mõlajalalised on liigivaene rühm. Siia kuuluvad merekilpkonnad, kelle jäsemed on muutunud suurteks mõlajateks ujuriistadeks. Pantser on suhteliselt väike ja lame, nii et pead ja jäsemeid ei ole võimalik selle alla tõmmata. Laialt levinud troopilistes ja subtroopilistes meredes.

Mõlajalalised kuuluvad enamikus **merekilplaste** sugukonda (*Cheloniidae*). Selle sugukonna tuntuim liik on **rohekilpkonn** (*Chelonia mydas*) — 1,1 m pikkuse pantseriga 450 kg raskune mereelanik. Toitub merevetikatest. Munad (kuni 200) muneb asustamata saarte liivasele rannale. Väga maitsva ja hinnatava liha tõttu, mida veetakse isegi Euroopasse ja Ameerikasse, nimetatakse rohekilpkonna ka supikilpkonnaks. Teine troopilistes meredes levinud merekilplaste tuntud liik **bissa** ehk **karettkilpkonn** (*Eretmochelys imbricata*) on veidi väiksem kui eelmine. Toitub kaladest ja limustest. Selle liigi sarvkilbised on väga paksud ja neid kasutatakse «kilpkonnaluu» nime all ilu- ja väiksemate tarbeasjade valmistamiseks.



165. joon. Kilpkonnalisi. 1 — matamata, 2 — lõunakilpkonn, 3 — sookilpkonn, 4 — eba-karettkilpkonn, 5 — kolmküüniskilpkonn.

Küllalt tuntud liik on ka **eba-karettkilpkonn** (*Caretta caretta*) (165. joon.). See on põhjapoolsemate vete vorm, tuleb ka Vahemerre. Suure peaga, üle 1 m pikk.

Teistest mõlajalalistest erineb märgatavalt **nahkkilpkonn** (*Dermochelys coriacea*) **nahkkilplaste** (*Dermochelyidae*) sugukonnast. Tema luukilbised on väikesed, kuid rohkearvulised. Sarvkilbised puuduvad, nii et keha on kaetud nahaga. Nahkkilpkonn on kuni 2 m pikk ja 500—600 kg raske. Toitub peamiselt vähkidest, limustest ja kaladest. See omapärane kilpkonn on välja suremas.

PEHMENAHALISTE ALAMSELTS (*TRIONYCHOIDEA*)

Peaaegu kõik pehmenahalised on mageveeloomad. Kael on neil S-kujuliselt koolduv. Karapaks ja plastron on puudulikult arenenud ja pehme nahaga kaetud. Ninamik on pikaks liikuvaks «londiks» muutunud, varbad ujulestade varal ühenduses, küüniseid kolm. Mõnedel liikidel on varbad varustatud verekapillaariderikaste naharipikutega: nähtavasti on siin tegemist lisa-hingamiselundi-

tega. Eluviisilt ööloomad. Toituvad teistest loomadest. Väga aplad, tigedad, hammustavad valusasti. Liha maitsev. Levinud Lõuna-Aasias, Uus-Gineal, Aafrikas ja Põhja-Ameerikas.

NSV Liidu faunas on pehmenahalisi üks liik — **hiina kolmküüniskilpkonn** (*Amyda sinensis*) (165. joon.). Levinud Amuuri jõe basseinis, Kirde-Hiinas ja Jaapanis. Toitub kaladest, vähkidest ja suurematest limustest. Võib tundide viisi vee alla jääda. Ujub kiiresti. Talveks poeb veekogu põhja mutta.

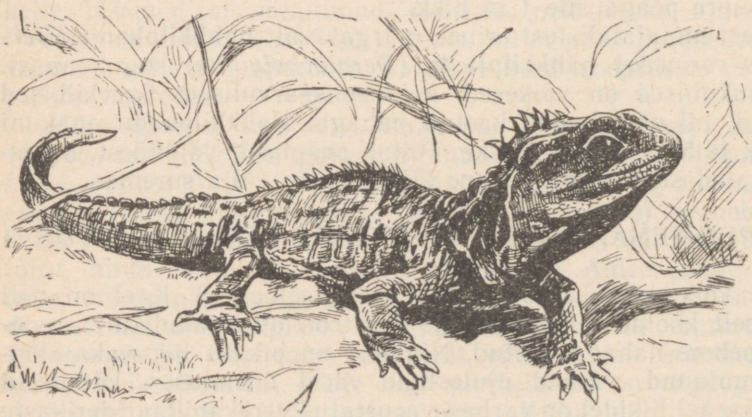
1) Millest võiks tingitud olla lame- ja kumerkilplaste karapaksi kumeruse erinevus? 2) Millised siin nimetatud kilpkonnalistest elavad vees? 3) Milline kilpkonn on kõige suurem? 4) Missuguste kilpkonnade liha süüakse?

KÄRSSPEALISTE ALAMSELTS (*RHYNCHOCEPHALIA*)

Kärsspealiste (rünhotsefaalide) seltsi ainus retsentne liik — **hateeria** (*Sphénodon punctatus*) — sarnaneb oma mesosoiliste esivanematega niivõrd, et teda tuntakse «elusa fossiili» klassikalise näitena.

Ta on suur (umbes 50 cm pikkune) ja suure peaga sisalikulaadne loom. Pea ja kere on kaetud väikeste terajate «soomustega», ainult selja- ning kõhupiirkonnas leiame suuremaid sarvplaadikesi. Piki selga kulgeb kolmnurksetest sarvkilbikestest kiil (166. joon.).

Selgroolülid on amfitsöölsed, nende vahel säilib seljakeelik. Roiete selgmistel osadel on konksjätked. Kõhupiirkonna nahas leiame väikesi desmogeenseid luid — kõhuroideid, mis on nähtavasti kaugete esivanemate (stegotsefaalide) nahaluude «järglasteks».



166. joon. Hateeria.

Hateeria koljut iseloomustab kaks sarnakaart ja ruutluu liikumatus. Noortel loomadel on hambad mitte ainult lõua- ja suulaeluudel, vaid ka sahkluul (nagu amfiibidel).

Trummikile ja trummiõõs puuduvad. Kiirusilm on hästi arenenud: selles leiame sarvkesta, läätse ja võrkkesta ning ta avaneb kiiruluude vahekohal asetsevasse mulku.

Südame juures äratab tähelepanu hästi arenenud venoosurge. Kopulatsioonielundid puuduvad, mis on reptiilidel ainulaadne nähtus.

Hateeria oli varem (veel möödunud sajandil) levinud üle kogu Uus-Meremaa, praegu on ta säilinud vaid vähestel saartel Uus-Meremaa põhjaosa läheduses. Ta on väheliikuv, kohmakas ja rahulik loom. Ärmastab vett ning võib väiksemates veekogudes ja urgudes päevade viisi liikumatult lebada. Toidujahti peab öösiti, püüdes putukaid, usse ja limuseid. Tavaliselt ise endale urgusid ei kaeva, vaid kasutab albatrosside ja teiste ookeanilindude omi. Sageli elab ta siin koos hauduvate lindudega, ei puutu nende mune ja poegi, küll aga kaitseb oma «pererahvast» teiste loomade eest. Kevadel (novembris-detsembris) muneb emasloom 8—12 muna ning matab need auku, mille ta öösel kaevab päikesepaistelisele kohale. Loodete arenemine kestab kaua, ligikaudu aasta. Talvel (aprillist augustini) langeb hateeria taliunne ja ei lahku oma urust.

SOOMUSELISTE SELTS (*SQUAMATA*)

Soomuselised (skvamaadid) on ainukesed reptiilid, kes praegu on täiel õitsengul. Nad tekkisid nähtavasti küll juba ülemjuuras, kuid alles kriidis ilmuvad nad suuremal arvul.

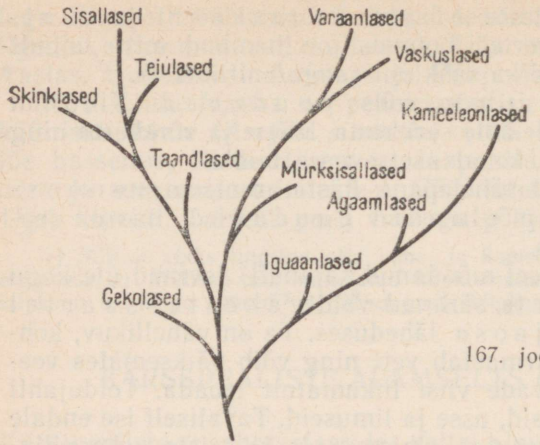
Peaaegu kogu keha on neil soomustega kaetud. Väga iseloomulik on kolju: see on tugevasti eristunud ja kujutab endast liikuvate «põrkade» sarda, eriti madudel. Ruutluu on liikuv. Kaks alamseltsi: sisalikulised ja maolised.

SISALIKULISTE ALAMSELTS (*LACERTILIA*)

Sisalikulisi (latsertiile) iseloomustab piklik keha, suhteliselt hästi arenenud jäsemed (kui need esinevad) ja pikk saba. Nendel vormidel, kel jäsemed puuduvad (näit. vaskuslastel), on õlavöötmes kõik luud ja vaagnavöötmes vähemalt niudeluu säilinud.

Välistunnustest väärivad sisalikulistel tähelepanu liikuvad laud ja hästi arenenud trummikile (peale väheste erandite). Kõhul enamikul vormidel mitu rida soomuseid.

Selgroolülid protsöölsed (gekolastel amfitsöölsed). Rinna- ja rangluu tavaliselt olemas.



167. joon. Sisalikuliste sugupuu.

Koljus äratab tähelepanu koljutulbake (puudub vaid kameeleonlastel ja taandlastel). Õimupiirkonnas üksainus sarnakaar ja nimelt ülemine. Alalõualuud liitunud ühiseks paarituks luuks.

Hambad kinnituvad enamikul vormidel lõualuude sisepinnale (pleurodontsed hambad), vähemikul — lõualuude servale (akrodontsed hambad). Mõnedel vormidel on hambaid ka suulaeluudel. Keel on mitmesugune ja tema kuju on siin isegi tunnuseks, mille järgi võib liike (ja rühmi) eristada.

Eluviisilt on sisalikulised maismaaloomad ja elutsevad mitmesugustes biotoopides. Toituvad peamiselt putukatest, ussidest ja tigudest, tuues seega rohkesti kasu. On ka taimetoidulisi. Suuremad liigid võivad aga kallale tungida lindudele ja väiksematele imetajatele. Toidu hankimine toimub enamikul vormidel päeval. Siis on nad küllaltki väledad ja aktiivsed. Sageli jälgivad saaki tundide kaupa.

Kevadel munevad sisalikulised 2—30 muna ja peidavad need liivasse, mullasse, samblasse, kõdunenud kändudesse, puukoore alla jm. Mõned on vivipaarsed.

Omapäraseks kaitsevahendiks on sisalikulistel **autotoomia**: vaenlane, kes on sisaliku sabapidi kinni püüdnud, peab leppima ainult sabaga, kuna selle omanik põgenema pääseb. Autotoomia on reflektoorne protsess ja toimub vastavate lihaste kokkutõmbumisel saba otsa ärritamise korral. Murdumise kohal on vastav sabalüli nagu kaheks jaotatud ja veresoonestik moodustab seal kapillaaridepõimiku, mis suure verekaotuse ära hoiab. Peata sisalikud (seni kuni nad veel elus on) murravad oma saba ära niisama kiiresti kui vigastamata sisalikud. Murdunud saba asemele kasvab pikkamisi uus, ehk küll viletsam kui endine.

Sisalikulisi leidub igas maailmajaos. Kõige sisalikurikkamad maad on Kesk- ja Lõuna-Ameerika ning Lääne-India saared.

Sisalikulised jagunevad rohketeks sugukondadeks (167. joon.), mida võib rühmitada viieks ülemsugukonnaks: gekolaadsed, iguaanilaadsed, viskkeelelaadsed, skiŋgilaadsed ja vaskussilaadsed.

GEKOLAADSETE ÜLEMSUGUKOND (*GECKONES*)

Gekolaadsed on väikesed, mitmeti kaunis algelised vormid: nende nahk on kaetud tillukeste kõbrukestega, selgroolülid on amfitsöölsed ja selgroolülide vahel säilivad seljakeeliku jäänused. Ühtlasi on neil ka mõned kõrge spetsialisatsiooni tunnused: nende silmad on suured ja püstise piluja pupilliga (kohastumus öisele eluviisile), nende laud on kokku kasvanud ja läbipaistvad (kaitse), nende suhteliselt lühikeste varvaste alumisel küljel on ristipidistest nahaliistakutest koosnevad padjakesed. Niisugused varbad võimaldavad gekolastel joosta mööda püstisi ja siledaid pindu. Elavad liivakõrbetes, kaljustel aladel ja müüridel ning tulevad meelsasti inimasulatesse. Toituvad putukatest ja nende vastsetest. Paljud liigid toovad kuuldavale tugevaid sisisevaid hääli. Gekolaadsed on levinud Vahemeremaadel, Lõuna-Aasias, Indoneesias, Austraalias, Kesk- ja Lõuna-Ameerikas.

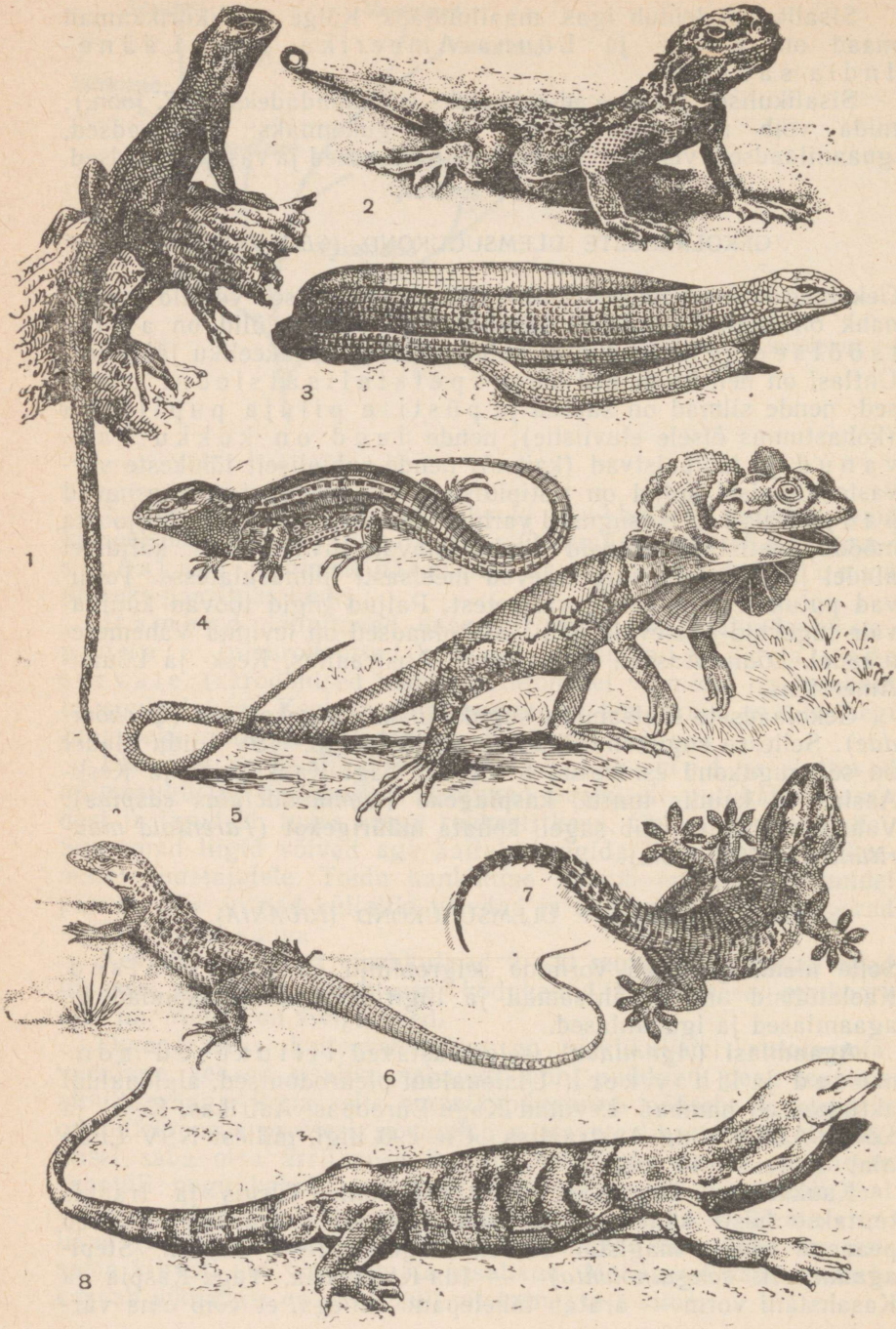
Gekolaadsete tähtsamaks sugukonnaks on **gekolased** (*Geckónidae*). Sellesse sugukonda kuulub üle 300 liigi. NSV Liidu aladel on see sugukond esindatud 8 liigiga. Taga-Kaukaasias ja Kesk-Aasias on kaunis tuntud **kaspiageko** (*Gymnodáctylus cáspius*). Vahemeremaades võib sageli kohata **müürigekot** (*Taréntola mauritánica*) (168. joon.).

IGUAANILAADSETE ÜLEMSUGUKOND (*IGUANIA*)

Selle ülemsugukonna vormide selgroolülid on protsöölsed. Kaelalülisid on 6. Tähtsamad ja liigirikkamad sugukonnad on agaamlased ja iguaanlased.

Agaamlasi (*Agámidae*) iseloomustavad tillukesed soomused ja lihav keel. Ülalõualuul pleurodontsed, alalõualuul akrodontsed hambad. Levinud Kagu-Euroopas, Aafrikas, Kesk- ja Lõuna-Aasias ning Austraalias. Üle 290 liigi, millest NSV Liidu alal tuntakse 14 liiki.

Kaukaasias, Taga-Kaspias, Afganistanis, Türgis ja Iraanis tuntakse hästi **kaukaasia agaami** (*Agama caucásica*). Elutseb peaaegu ainult mägistel aladel. Liigub kiiresti, kartlik. **Stepiagaam** (*A. sanguinolenta*). — Ida-Kaukaasia, Taga-Kaspia ja Kasahstani vorm — äratab tähelepanu sellega, et võib oma vär-


1
2
3
4
5
6
7
8

vust muuta: isastel muutub erutuse korral kõht ja kurguala tumesiniseks, emastel tekivad seljale punased laigud ja kurgualune muutub sinakaks (168. joon.). Elavad saksauulimetsades, eelmägedes ja rohtunud liivaaladel. Südapäeval (kuumaga) ronivad pöösaste otsa. Turkmeenia ja Usbekistani liivakõrbetes on laialt levinud **kõrvuk-ümarpea** (*Phrynocéphalus mystáceus*) (168. joon.). Selle sisaliku pea külgedel on suured nahakurrud, mis meenutavad kõrvalesti. Pikad sarvniidikesed («kamm») varvastel võimaldavad vaba ja kiiret liikumist liival. Erutatult võtab ähvardava seisangu: kargab tagajäsemetele püsti, tõstab saba üles ja avab laialt suu, kusjuures suuõõne sisepind ja «kõrvalestad» muutuvad vere juurdevoolust punaseks, tõmbab kopsud õhku täis, susiseb ja turtsub.

Eksootilistest agaamlastest nimetame eeskätt **lend-draakonit** (*Draco volans*) Sunda saartelt ja Malaka poolsaarelt. Oma kontrastse värvusega sobib hästi troopiliste metsade värviküllasesse taimestikku. Keha külgedel on tal lennus (vt. 148. joon.), mis väljasirutatult võimaldab loomal teha kuni 20 m pikkusi liuglevaid hüppeid ühelt puult teisele. Lõuna-Austraalia liivastel aladel võib kohata «kohutava» välimusega **moolokit** (*Moloch hórridus*). Tema selg on kaetud tugevate ogadega, mis on vee kogumise paikadeks. **Kaelussisalik** (*Chlamydosaurus kingi*) — Austraaliast — suure nahkkurruga ümber kaela, äratab tähelepanu sellega, et võib (samuti nagu iidsed dinosaurused) kahel tagajäsemel joosta (168. joon.).

Iguaanlased (*Iguanidae*) meenutavad välimuselt agaamlasi, keda nad asendavad Ameerikas. Mõned liigid on levinud ka Madagaskaril ja Polüneesias. Hambad pleurodontsed. Paljudel on selja keskjoonel teravad o g a d. Suured vormid, kuni 1,5 m pikad ja pikemadki. Kohalikud elanikud tarvitavad iguaanlaste liha ja mune toiduks. Umbes 500 liiki.

Sugukonna kõige liigirikkam on **anooliste** (*Anolis*) perekond troopilisest ja subtroopilisest Ameerikast. Need on kirevate värvidega vilkad puu otsas elavad sisalikud. Võivad oma värvust kiiresti muuta, mistõttu neid nimetatakse ka Uue Maailma kameeleonideks. **Roheiguaan** (*Iguana tuberculata*), kuni 1,6 m pikk, elutseb Kesk- ja Lõuna-Ameerika troopilistes metsades. Toitub lehtedest ja puuviljadest. Mehhiko mägistel aladel elab **ropasisalik** (*Phrynosoma cornutum*). See on laia lameda kere ja lühikese sabaga aeglane kohmakas loom. Erutuse korral (näit. kui ta kinni võtta) pritsib silmast verd. Galápagose saartel elab omapärane ja suur (1,3 m pikkune) **mereiguaan** (*Amblyrhynchus cristatus*). See

168. joon. Agaamlasi ja teisi sisalikulisi. 1 — stepiagaam, 2 — kõrvuk-ümarpea, 3 — stepivaskuss, 4 — kivisisalik, 5 — kaelussisalik, 6 — urusisalik, 7 — müürigeko, 8 — hallvaraan.



169. joon. Kameeleonid.

ujub kaugele merre, võib kauaks ajaks vee alla jääda ja toitub vetikatest.

VISKKEELELAADSETE ÜLEMSUGUKOND (*RHIPTOGLOSSA*)

Viskkeelelaadsed ehk kameeleonilaadsed äratavad tähelepanu väga eristunud adaptatiivsete tunnuste poolest, mistõttu mõned bioloogid nad ka iseseisvaks alamseltsiks eraldavad. Süstemaatiliselt on nad lähedased agaamlastele.

Kameeleonilaadsed on puude-elanikud (dendrobiondid), mis peegeldub ka nende vastavates kohastumustes. Keha on kohmakas ja lapik, jäsemed pikad, kaks esimest varvast on kokku kasvanud ja vastastatavad kolmele viimasele varbale, mis samuti on liitunud. Nii võivad viskkeelelaadsed varvaste (käppade) abil nagu tangidega puuokstest kinni hoida. Saba on pikk ja keerduv (haardsaba) ning seda kasutatakse samuti okstest kinni-

hoidmiseks. Toiduks on neil putukad, keda nad püüavad väga pika ja väljavisatava, otsast nuialaadselt jämenenud keele abil. Silmad liiguvad toidu otsimisel kumbki iseseisvalt. Laud on paksud ja kokku kasvanud, kuid pupilli kohal on neis ümmargune mulk. Kameeleonilaadsete kaitsevahendiks on aeglus — nad võivad tundide kaupa liikumatult paigal püsida — ja võime oma värvust kiiresti muuta, vastavalt ümbruskonna värvusele. Surres muutuvad tulipunaseks.

Ka mitmete morfoloogiliste tunnuste poolest kalduvad kameeleonilaadsed kõrvale tüüpilistest sisalikulistest: nende kiiru- ja ülakuklaluu keskosad ulatuvad kaugele taha ja aitavad moodustada kilpjat kurdu ehk «kraed» kuklapiirkonnas; tüüpiliste soomuste asemel leiame neil teravaid kühme ja plaadikesi; autotoomiat ei esine; kopsude servalt algavad siseelundite vahele ulatuvad kotjad sopised — õhukotid (vt. 157. joon.), mis nad erutuse korral õhku täis tõmbavad ja seega oma kuju muudavad.

Kameeleonilaadsed moodustavad üheainsa — **kameeleonlaste** (*Chamaeleóntidae*) — sugukonna (169. joon.). Sellesse kuulub umbes 85 liiki, kellest pooled elutsevad Madagaskaril, teised on levinud peamiselt Aafrikas ja Lõuna-Aasias.

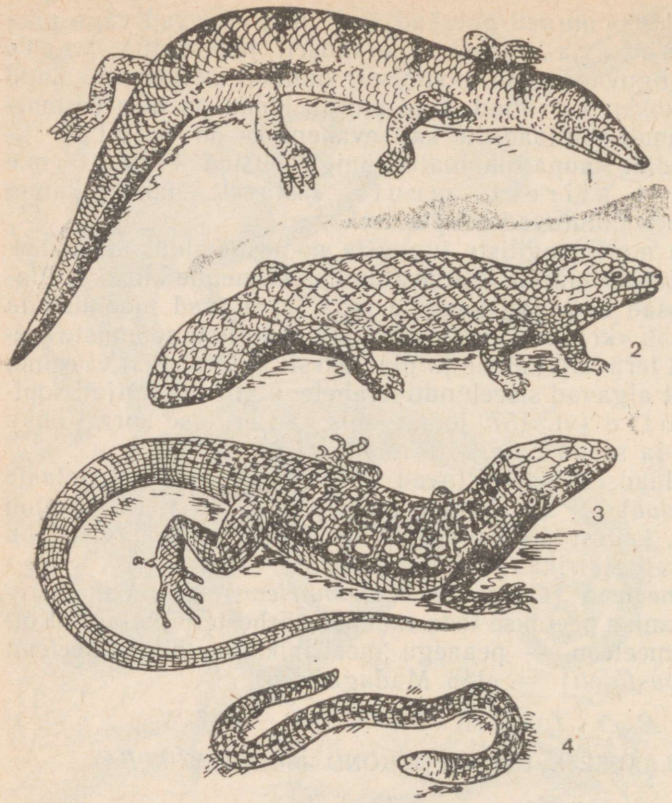
Harilik kameeleon (*Chamaeleon chamaeleon*) elab Vahemeremaades. Hispaanias peetakse teda tubades kärbeste püüdjana. Kõige suurem kameeleon — peaaegu meetripikkune **hiidkameeleon** (*Chamaeleon oustaleti*) — elab Madagaskaril.

SKINGILAADSETE ÜLEMSUGUKOND (*SCINCOMORPHA*)

Sellesse rühma kuulub rohkesti nii eluviisilt kui ka elupaigalt väga erinevaid vorme. Selgroolülid protsöölsed. Keel soomuste või näsakestega kaetud. Rangluud (kui need on olemas) laienenud. Hambad teravad.

Skingilaadsete keskseks sugukonnaks, nii liikide arvult (üle 600 liigi) kui ka leviku ulatuselt, on **skinklased** (*Scíncidae*). Need elavad tavaliselt peidus, varjates end (metsades) lehtede all, kõdus ja kivide all või (kõrbealadel) liivas. Liivasse poevad nad niivõrd kiiresti, et neid kutsutakse «kõrbekaladeks». Kehalaadilt võrdlemisi ühesugused sihvakad vormid. Jäsemed suhteliselt lühikesed või mandunud. Soomused paljudel siledad, läikivad (kohastumus!) ja luulise «tuumaga». Laud võivad kokku kasvada, jäädes seejuures läbipaistvaks. Enamik ovovivipaarsed. Levinud kõikides maailmajagudes, eeskätt Vanas Maailmas, peamiselt troopilistel ja subtroopilistel aladel.

NSV Liidu territooriumil elutseb kõigest 9 skinklast, peamiselt **liitsõbalikkude** (*Ablépharus*) perekonnast. Need on liitunud laugudega väikesed roomajad. Kagu-Euroopale ja Loode-Aasiale on iseloomulikud **maduskingid** (*Ophiomorus*). Nende jäsemed on



170. joon. Skingilaadseid. 1 — apteegiskink, 2 — nürisabalik, 3 — silmiksisalik, 4 — taandlane (*Amphisbaena*).

mandunud või puuduvad. Liiguvad kiiresti liiva mööda ja hädaohu korral sukelduvad sellesse nii kärmesti, et kaovad peaaegu silmapilkselt. Saharas ja Punase mere äärsetes liivakõrbetes on levinud **apteegiskink** (*Scincus officinalis*) (170. joon.). Araablased tarvitavad teda toiduks. Kuivatatult ja pulbriks hõõrutult kasutati vanasti «arstimina». Austraalias elab **nürisabalik** (*Trachysaurus rugosus*) (170. joon.). See on ainus reptiil, kel esineb tõeline platsenta.

Euraasia ja Aafrika kõige tuntumad skingilaadsed on **sisallased** (*Lacértidae*) — väikesed kuni keskmise suurusega sihvakad vormid. Keel sügavalt kaheharuline. Toituvad putukatest, ämblikest, liimukatest jne. Üle 150 liigi, nendest NSV Liidu alal 31 liiki. Meie faunas on 2 sisallaseliiki: kivisisalik ja arusisalik. **Kivisisalik** (*Lacerta ágilis*) on võrdlemisi suur, kõrge peaga, roheka värvusega ja esineb ainult kuivadel liivastel aladel (168. joon.).

Arusisalik (*L. vivípara*) on väiksem ja erandina teistest sisallastest niiskete, metsastunud ja sammaldunud paikade elanik. Kaunis tavaline, ovovivipaarne vorm. Lõuna-Prantsusmaal, sooja ning pehme kliima tingimustes on arusisalik ovipaarne. Lõuna- ja Kesk-Euroopas on üsna tavaline liik kivisisaliku sarnane **rohesisalik** (*L. viridis*) (kuni 15 cm pikk). Elutseb kuivadel põõsastunud aladel. **Silmiksisalik** (*L. ocellata*) Edela-Euroopast ja Põhja-Aafrikast äratab tähelepanu oma suurusega (kuni 50 cm pikk) (170. joon.). Oma nime on ta saanud sellest, et ta keha külgedel on suured sinised ümmargused laigud. Kesk-Aasia ja Kasahstani kõrbealadel leidub rohkesti **urusisalikke** (*Eremias*) (168. joon.). Paljud neist kaevavad urgusid või kasutavad teiste loomade omi.

Taandlased (*Amphisbáenidae*) on maa sees elavad madujad skingilaadsed. Jäsemed ja soomused neil puuduvad (peale väheste erandite), pea ei ole kerest eraldunud, saba lühike ja tömp, silmad ja suuava väikesed. Võivad liikuda pea ees või saba ees. On levinud Aafrikas ja Kesk- ning Lõuna-Ameerikas. Umbes 100 liiki. Üks taandlaseliik, **tuhkurtõngur** (*Blanus cinereus*), on levinud Marokos, Alžeerias ja ka Hispaanias. Elutseb kivide all ja sipelgapesades.

VASKUSSILAADSETE ÜLEMSUGUKOND (*ANGUIMORPHA*)

Sellesse ülemsugukonda kuuluvad kaunis erilaadsed, kõrge organisatsioonitasemega ja erisuunaliselt kohastunud vormid. Selgroolülid protsöölsed, hambad pleurodontsed, teravad ja veidi kõverdunud.

Vaskuslaste (*Anguidae*) sugukonnas on rohkesti mandunud jäsemetega (ja jäsemeteta) madujaid liike. Soomuste all luuplaadikesed (osteodermid). Ülemine oimuauk desmogeensete luudega kaetud, ninaluud lahus. Keel lühike, selle eesmine osa peenike, tagumine aga jäme. Umbes 60 liiki. Levinud peamiselt Kesk-Ameerikas ja Lõuna-Aasias.

Meie faunas leidub sellest sugukonnast **vaskuss** (*Anguis frágilis*) — peamiselt kobemullase maapinna elanik. Toitub liimukatest, nälkjatest, putukavastsetest jne., tuues seega väga palju kasu. Tegutseb öösiti. Vivipaarne. Kagu-Euroopas ja Kesk-Aasias lõunapoolsetel aladel on vaskuslastest tuntud umbes meetripikkune **stepivaskuss** (*Ophisaurus apodus*) (168. joon.). Tema tagajäsemetest on säilinud vaid väikesed «jätked». Elutseb kuivadel stepialadel, peamiselt orunõlvadel urgudes. Toitub putukatest, nälkjatest, sisalikkudest, hiirtest jne. Ovipaarne.

Varaanlaste (*Varánidae*) sugukonda kuulub 24 liiki väga suuri, sihvaka keha, pika saba ja hästi arenenud jäsemetega sisalikulisi. Nad jooksevad kiiresti, hoides seejuures oma keha maast kõrgel. Selg lai ja lame, keel pikk, haraline ja erilisse tuppe tagasitõmmatav. On levinud Aafrikas, Lõuna-Aasias, Indo-Malai saartel ja Austraalias.

Loode-Indiast kuni Kaspiani, Uraalini ja Põhja-Aafrikani on levinud **hallvaraan** (*Varanus griseus*) (168. joon.). NSV Liidus on see ainus varaanlane. Kuni 1 m pikk. Kohalikud elanikud nimetavad teda «krokodilliks». See on tüüpiline kõrbeloom, elutseb liivastesse mäenõlvakutesse kraabitud urgudes. Toitub peamiselt närilistest ja väiksematest reptiilidest. Erutatud olekus püüab hammustada, tõmbab end õhku täis, susiseb ja peksleb pika sabaga. Tema ilusast tugevast nahast valmistatakse jalatseid, käekotte, rahataskuid jne. Kõige suurem varaanlane — **komodo varaan** (*Varanus komodensis*) Sunda saartelt — on ligi 3 m pikk.

1) Missuguste luude vahel on sisalikuliste (ülemine) sarnakaar? 2) Mida tuleks järeldada iguaanlaste leviku omapärast? 3) Missuguseid sisalikke tarvitatakse toiduks? 4) Kuidas võhikule selgeks teha, et vaskuss ei ole madu? 5) Millist tähtsust omab sisalikulistel ruutluu liikuvus?

MAOLISTE ALAMSELTS (*OPHIDIA*)

Maolised on eriti tugevasti eristunud reptiilide rühm, kusjuures nende eristumine on toimunud kahes suunas: 1) erilaadse liikumisviisi (siuglemine) ja 2) suurte toidupalade allaneelamise mehhanismi omandamise suunas.

Maoliste keha on pikk, ussilaadne ja vormivaene. Jäsemeid neil ei ole ja puuduvad isegi vöötmeluud, välja arvatud vähesed vormid, kel me võime leida vaagnavöötme või isegi tagajäsemete jäänuseid. Kõik need moodustised on aga niivõrd mandunud, et neil igasugune talitluslik tähtsus puudub. Nad on vaid tõendiks, et maoliste kehalaad on teisene nähtus — kohastumus erilaadsele roomamisviisile.

Maoliste kere on kaetud soomustega, pea piirkonnas leiame kilbiseid. Kõhualused soomused asetsevad ristipidi ja on tavaliselt ühesainsas pikireas. Pea kilbised on eri liikidel erineva suuruse ja kujuga ning neil on seega taksonoomiline tähtsus.

Selgroog on maolistel (vastavalt jäsemete ja rinnaluu puudumisele) peaaegu liigendumata. Selgroolülid on protsöölsed. Roided leiduvad kõikidel selgroolülidel. Nad on väga liikuvad ja toetuvad kõhu lihastele, mis omakorda on ühenduses kõhusoomustega. Sirgjoonelisel siuglemisel või läbi pilude roomamisel toetub madu roiete otstele, mis niisugusel korral tegutsevad jalgadena.

Vastandina sisalikulistele luustub maolistel kolju eesmine osa. Alalõualuud on enamasti elastse sideme varal teineteisega ühenduses, mistõttu nad võivad külje poole laiali nihkuda. Mitte ainult ruutluu, vaid ka kolju põhimiku luud — tiibluu, põikluu ja ülalõualuu — on liikuvad. Nende luude liikuvuse tõttu saavad maolised suuri toidupalasid tervelt suhu võtta

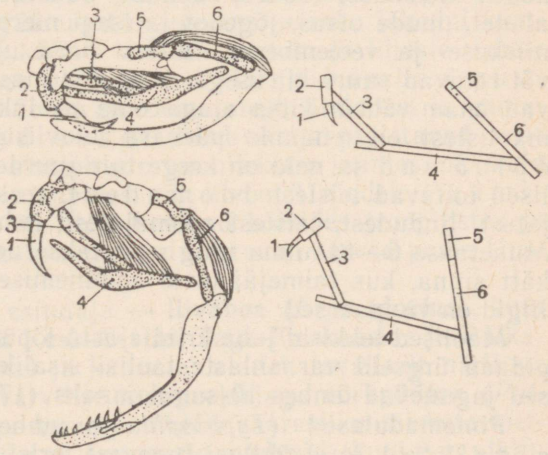
ning alla neelata. Neelamisel deformeerub mao pea sageli otse tundmatuseni, näokolju iga luu on nagu paigast väänatud.

Vastandina enamikule sisalikulistele on maolistel trummikile ja trummiõõs mandunud. Laud on liitunud, läbipaistvad ja katavad silmamuna uuriklaasitaoliselt (kaitse).

Vastavalt toidule on maoliste seedeelundite ehituses ja talitluses rohkesti iseärasusi. Hambad asetsevad enamikul vormidel peale lõualuude veel tiib- ja suulaeluudel ning on neelamise teenistuses: nad on tahapoole kõverdunud ja ei lase toidupaladel tagasi nihkuda. Paljudel madudel on eesmised ülalõualuuhambad teistest erinevad. Nad on hoopis suuremad, kanali või vaoga ning kannavad **mürgihammaste** nimetust. On maol suu kinni, siis on mürgihambad rõhtsalt vastu suulage pööratud ja seega «peidus». Avab madu suu, siis tõmmatakse ruutluu, mis seni tahapoole oli suunatud, püsti; sellega tõugatakse tiib- ja põikluu kaudu ülalõualuu ja koos sellega ka mürgihambad püsti: suuõõs avardub tugevasti ja madu on nüüd valmis «nõelamiseks» (171. joon.). Mürkmao «nõelamine» on seega hammustamine, kusjuures mürk valgub mürgihammaste kaudu haavasse.

Maoliste keel on sügavasti kaheharuline, pikk, must, neelamise ajal erilisse tuppe tagasitõmmatav ja ülamokas asetseva sälgu kaudu alati (isegi kinnise suuga) väljasirutatav. Sageli peetakse seda eksikombel nõelaks.

Maolistel on rohkesti süljenäärmeid ja sülge: rikkalik sülg aitab toidupalad kergemini alla neelata. Osal maolistel on süljenäärmed (ülemised mokanäärmed) muutunud mürgi-



171. joon. Lõgismao kolju kinnise (ülal) ja avatud suuga (all). 1 — mürgihammas, 2 — ülalõualuu, 3 — põikluu, 4 — tiibluu, 5 — soomusluu, 6 — ruutluu.

näärmeteks. Madude mürk on veidi kleepuv, läbipaistev, lõhnata, tavaliselt värvuseta või kollakasrohekas vedelik. See ei kaota oma mürgisust ka kuivatatuna ega isegi piirituses. Eri maoliikide mürk on toimelt erinev: ühtede mürk lõhub erütrotsüüte, teiste oma halvab närvisüsteemi keskusi. Rästiklaste mürk kuulub esimeste, kobrade mürk teiste hulka. Rästiklaste mürk kutsub esile haava ümbruse punetuse ja paistetuse, tugeva valutunde, üldise loiduse või erutuse, iivelduse, kehatemperatuuri languse ja südametegevuse nõrgenemise. Suurte annustena on madude mürk surmav: 1 g kuiva kobramürki võib tappa 1000 küülikut või 66 inimest.

Maohammustuste korral tuleb 1) vastav kehaosa, haavast ülaltpoolt rätikuga tugevasti kinni siduda (mitte kauaks!), et mürgi laialivalgumist ära hoida, 2) mürk haavast välja pigistada ja 3) mürk haavas neutraliseerida (kaaliumpermanganaadi või kroomhappe 1%-lise lahusega jne.).

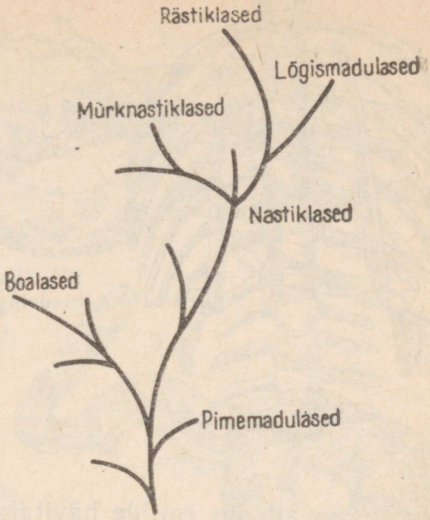
Maoliste magu on pikk ja haruldaselt veniv. Koos roiete liikuvusega ja rinnaluu puudumisega võimaldab see asjaolu suurte toidupalade mahutamist. Seedimine on põhjalik, väljaheiteid vähe, kuid neile lisandub rohkesti paksu valget kusihappemassi, mis tuleb otse neerudest.

Siseelundite iseärasuseks on ka nende pikaksveninud kuju ning ebasümmeetria. Nii on näiteks mürkmadudel vasak kops peaaegu kadunud. Kõri on tublisti ettenihutatav ja võib toidupalade neelamisel (mis mõnikord vältab tund aega) suu põhja mööda suu servale nihkuda, nii et hingamine ei ole takistatud.

Maolisi elutseb kõikides biotoopides, kus neil on toitu ja peidukohti: metsades, soodes, rabades, puisniitudel, kõrbetes, kaljustel aladel, puude otsas, jõgedes ja isegi meredes. Enamik maolisi on niiskuse- ja veelembesed, ühtlasi head ujujad; paljud roomavad või ronivad suure kiirusega. Nad ei armasta rännata, vaid piirduvad enam-vähem kitsa alaga oma peidukoha ümbruses. Mürgita maolistest on enamik päevase eluviisiga, mürkmaod on ööloomad ja neid on kerge tule juurde kokku meelitada. Maolised toituvad teistest loomadest, eeskätt väiksematest imetajatest, lindudest, teistest roomajatest, kahepaiksetest ja kaladest. Munetakse 6—40 muna ning peidetakse need niiskesse kohta, eeskätt sinna, kus taimejäänuste kõdunemisel tekib soojust. Mitmed liigid on vivipaarsed.

Maolised tekkisid juba kriidiajastu lõpul. Nende eellasteks tuleb pidada ürgseid varaanlaste taolisi sisalikulisi. Retsentsed maolised jagunevad umbes 10 sugukonnaks (172. joon.).

Pimemadulased (*Typhlópidae*), umbes 170 liiki, on väga algelised, kuid ühtlasi tugevasti eristunud maolised. Väikeste vageljate kahjutute loomadena elutsevad nad maa sees ja vastavalt sellele on nende silmad mandunud, tavaliselt naha all peidus, soomused siledad. Vaagnavöötme jäänused on



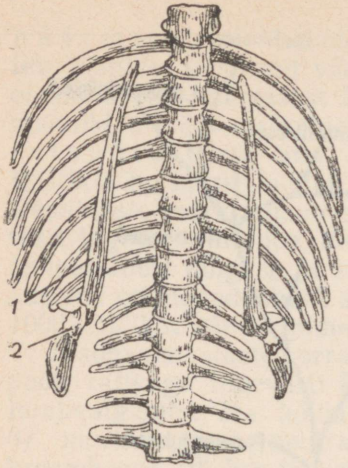
172. joon. Maoliste sugupuu.

olemas. Kolju luud tihedasti koos, lõuaaparaat ei ole veel liikuv, alalõualuus hambad puuduvad. On levinud Aafrikas, Lõuna-Aasias, Austraalias ja Lõuna-Ameerikas.

Balkanil, Egiptuses, Taga-Kaukaasias, Turkmeenias, Lääne-Indias on üsna tuntud **vagelpimemadu** (*Typhlops vermicularis*), 30 cm pikk. Kõige sagedamini võib teda kohata viinamarjaistandustes ja arbuusiväljadel urgudes või mullakampade all. Toitub peamiselt sipelgatest ja nende vastsetest.

Boalased (*Boidae*) äratavad tähelepanu oma suurusega. Tagavöötme ja tagajäsemete jäänused on olemas, päraku lähedal kummalgi pool on isegi nüri küünis, mis on ühenduses lihaste vahele peidetud reieluu jädemega (173. joon.). Mürgihambad puuduvad. Kopsusid kaks. Toituvad roomajatest, lindudest ja imetajatest. Mässivad end saagi ümber ja pigistavad selle surnuks. Enamik boalasi elutseb suurtes niisketes laantes, üksikuid liike leidub veekogudes, steppides või liivastel aladel. Peamiselt ööloomad. Üle 80 liigi. Levinud kõikides troopilistes ja subtroopilistes maades, kaasa arvatud vastavad saared peale Uus-Meremaa.

Sugukonna väikseim esindaja — **liivaboa** (*Eryx jáculus*), kuni 70 cm pikk, — on levinud Kesk-Aasias, Taga-Kaukaasias ja Balkanil, kus ta elutseb liivastel ja kaljustel aladel, tavaliselt näriliste urgudes. Ilusa ja mitmevärvilise marmorkirjaga **võrkpüüton** (*Python reticulatus*) on Kagu-Aasia ja Malai saarestiku niiskete metsade elanik (174. joon.). Ta on suurimaid madusid (kuni 9 m pikk). Ta liha on söödav, nahast valmistatakse iluasju. Loomaaedades on boalastest kaunis tavaline **tiigerpüüton** (*P. molurus*) — Lõuna-Aasiast pärit, kuni 4 m pikk. Kohapeal kasutatakse teda paiguti



173. joon. Boa vaagnavöötme toes. 1 — niudeluu jäde, 2 — reieluude jäde.

kuurides ja aitades rottide hävitajana. **Kuningboa** (*Boa constrictor*), kuni 4 m pikk, elutseb Kesk- ja Lõuna-Ameerika kuivades metsades. Tema liha on söödav, nahast valmistatakse jalatseid. Kasutatakse rottide hävitajana. **Anakonda** (*Eunectes murinus*) on boalastest kõige veelembesem. Elutseb Lõuna-Ameerika jõgede äärsetes metsades. Tavaliselt kuni 7 m pikk.

Maoliste kõige liigirikkam sugukond on **nastiklased** (*Colubridae*) — üle 1100 liigi. Nendel on tagajäsemed ja vaagnavööde täiel määral kadunud. Valdaval enamikul puuduvad mürgihambad. Pupill on enamikul ümmargune; kopsusid kaks. Vastavalt oma vormirikkusele peaaegu kosmopoliitsed.

Meie faunas (saartel ja Loode-Eestis) võib sageli kohata **nastikut** (*Natrix natrix*) (174. joon.). Rästikust on teda kerge eristada kukla piirkonnas esineva kahe poolkuuja kollaka laigu tõttu. Elutseb veekogude läheduses ja läheb meelsasti vette. Toitub peamiselt pahepaiksetest. **Veenastik** (*N. tesselata*) Lõuna- ja Kagu-Euroopast toitub peamiselt kaladest. **Vilbasnastikud** (*Cóluber*) — Euroopas, Aasias, Põhja- ning Kesk-Ameerikas — elutsevad põõsaste ja puude otsas. Väga vilkad ja liikuvad ning isegi agressiivsed. Nendest on NSV Liidu aladel (Ukrainas ja Kaukaasias) levinud näiteks **koldkõht-vilbasnastik** (*C. jugularis*), üle 2 m pikk. Rohkesti NSV Liidu alade nastiklasi kuulub **roninastiku** (*Elaphe*) perekonda. Nendest on kuni 2 m pikkune **eskulaabi roninastik** (*E. longissima*) tuntud kui arstiteaduse sümbol. Elutseb Kesk- ja Lõuna-Euroopa, Väike-Aasia, Taga-Kaukaasia ja Põhja-Hiina kal-

174. joon. Maolisi. 1 — prillkobra, 2 — lõgismadu, 3 — korallmadu, 4 — võrkpüüton, 5 — rästik, 6 — nastik.


1
2
3
4
5
6

justel aladel; toitub hiirtest. Laia areaaliga on ka **väändnastikud** (*Coronella*) ja **puunastikud** (*Dendrophis*). Esimeste hulka kuulub **vask-väändnastik** (*Coronella austriaca*) Lõuna-Euroopast, Väike-Aasiast, Kasahstanist ja Iraanist. Puunastikud on levinud Kagu-Aasias ja Austraalias.

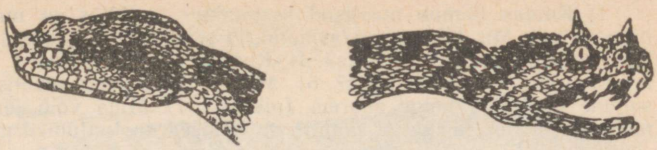
Väike osa nastiklasi on poolmürgised, nagu näiteks Kasahstanis, Kirgiisias ja sellest lõunapoolsematel kõrbe- ning poolkõrbealadel arvukalt levinud **noolmadu** (*Taphrométopon lineolatum*). See liigub harukordselt suure kiirusega. Ronib pöösastele.

Mürknastiklased (*Elapidae*) (ümmarguselt 190 liiki) on vaoga varustatud mürgihammastega, enamikus väga mürgised maod. Elutsevad ja tegutsevad maapinnal, toituvad peamiselt teistest madudest, hiirtest jne. Enamikus ovovivipaarsed.

Kõige tuntumad mürknastiklased on **kobrad** (*Naja*). Erutatud olekus tõstab enamik kobraliike pea ja keha eesosa püsti, sirutab kaelaroided külgede suunas välja, nii et kael läheb labidalaadselt laiaks. Kõige tuntum on Lõuna-Aasias laialt levinud **prillkobra** ehk **prillmadu** (*Naja naja*) (174. joon.). Oma nime on see madu saanud sellest, et ta laiaksaetud kaela tagapinnal on vanaaegseid prille meenutavad eredad laigud. Tema hammustusest sureb igal aastal tuhandeid inimesi. Hindud peavad prillkobrat pühaks loomaks ja maotaltsutajad kasutavad teda muusika saatel etenduste andmiseks. Üks alamliik elutseb ka NSV Liidu aladel. Kõige suurem ja ühtlasi ka kõige mürgisem kobra on **kuningkobra** (*Naja hannah*) Indiast, kuni 4,5 m pikk. Tema hammustusest sureb inimene 3 minuti jooksul. Aafrikas on väga levinud **mustkaelkobra** (*Naja nicricollis*), kes võib oma mürki kuni 1 m kaugusele pritsida. India, Lõuna-Hiina, Kagu-Aasia ja Indoneesia kuivadel aladel on väga levinud ja tuntud ka **bungarused** ehk kaljumaod. Ameerikas on laialt levinud **korallmaod** (*Micrurus* = *Elaps*). Neid on 40 liiki ja enamasti on nad väikesevõitu värviküllased läikivad vormid. Suuremate liikide hammustus on sageli surmav.

Väga tuntud mürgisteks maolisteks on suhteliselt jämeda kere, lameda pea ja enamasti lühikese sabaga väikesevõitu **rästiklased** (*Viperidae*). Nende silma pupill on pilujas ja püstine. Ülalõualuu on lühike ja kannab kanaliga varustatud mürgihammast. Vasak kops puudub. Ovovivipaarsed (välja arvatud üks perekond). Osa liike tegutseb maapinnal, osa puu otsas, osa on poolveelise eluviisiga. Sugukonnas 65 liiki. Levinud Euraasias ja Aafrikas (välja arvatud Aasia põhjaosa).

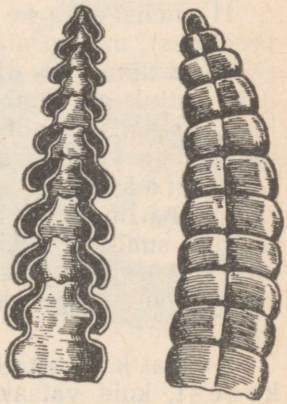
Selle sugukonna keskse perekonna moodustavad rästikud (*Vipera*). Meil ning kogu Euraasia kesk- ja põhjaosas on levinud **rästik** (*V. berus*) — peamiselt niiskevõitu raiesmike ja võsastunud mätlike alade elanik (174. joon.). Väga varieeruva värvusega, seljal sakiline must triip. Toitub peamiselt hiirtest ja karihiirtest. Edela-Euroopas, Taga-Kaukaasias ja Väike-Aasias on tuntud **liivarästik** (*V. ammodytes*) (175. joon.). Taga-Kaukaasias,



175. joon. Rästiklaste päid: vasakul liivarästik (*Vipera ammodytes*), paremal — sarvikrästik (*Cerastes cornutus*).

Pärsias ja Turkmeenias on levinud jämeda kehaga väga mürgine **gürsa** (*V. lebetina*). Kesk-Aasia lõunapoolsete alade, Araabia ja Põhja-Aafrika iseloomulik rästiklane on **efa** (*Echis carinatus*). Kirde-Aafrika, Araabia ja Palestiina kõrbealadel on väga sage **sarvikrästik** ehk **lefa** (*Cerastes cornutus*) kuni 70 cm pikk, liivakarva värvusega, toitub hiirtest.

Lõgismadulased (*Crotalidae*). Sellesse sugukonda kuulub ümmarguselt 90 liiki mürgiseid madusid. Nende pea külgedel on eriline lohk, mille põhja nahk on niivõrd tundlik õhutemperatuuri muutuste suhtes, et madu tunneb väikeste imetajate loomade lähenemist. Põhiliselt öö- ja videvikuloomad. Valdav enamik ovovivipaarsed. On levinud Aasias (välja arvatud selle põhjaosa) ja Ameerikas.



176. joon. Lõgismao lõgisti (pikilõikes ja pealtvaates).

NSV Liidu alal on lõgismadulased esindatud **kilplõugmadude** (*Ancistrodon*) perekonna kahe liigiga. Need on levinud Kesk-Aasia aladel ja Uraalist lõuna pool. Kaunis hädaohtlikud inimesele ja suurematele koduloomadele. Ameerikas on sugukonna keskseks rühmaks **lõgismaod** (*Crótalus*). Nende madude saba lõpul leiame mitmest üksteise sisse ulatuvast sarvrõngast «lõgisti» (176. joon.), mille raputamisel tekib lõgisev heli. Seda peetakse «hoiatusheliks». Elutsevad peamiselt preeriates ja on väga mürgised.

1) Kuidas toimub maolistel kestamine? 2) Miks on maoliste roided väga liikuvad? 3) Mis tähtsus on asjaolul, et madude alalõualuud võivad teineteisest külje suunas eemale nihkuda? 4) Kuidas toimub madudel suu avamine hammustamiseks ja neelamiseks? 5) Milleks kasutavad maolised keelt? 6) Missugune madu on kõige suurem (pikem)? 7) Mida võib järeldada sellest, kui maol on püstine ja pilujas pupill? 8) Millised on tuntumad mürgised maod?

KROKODILLILISTE SELTS (*CROCODYLIA*)

Krokodillilised on suured vee-eluga kohastunud reptiilid. Keha lamendunud, saba aga lapik. Koon pikk ja suuava suur. Nina- ja kuulmeavad nahalapiga suletavad. Tagajalgade varvastel on kas täielikud või osalised ujulestad.

Keha on kaetud sarvkilbistega, mille alla jäävad suured luukilbised. Alalõua all ja kloaagi ümbruses leidub muskusenäärmeid.

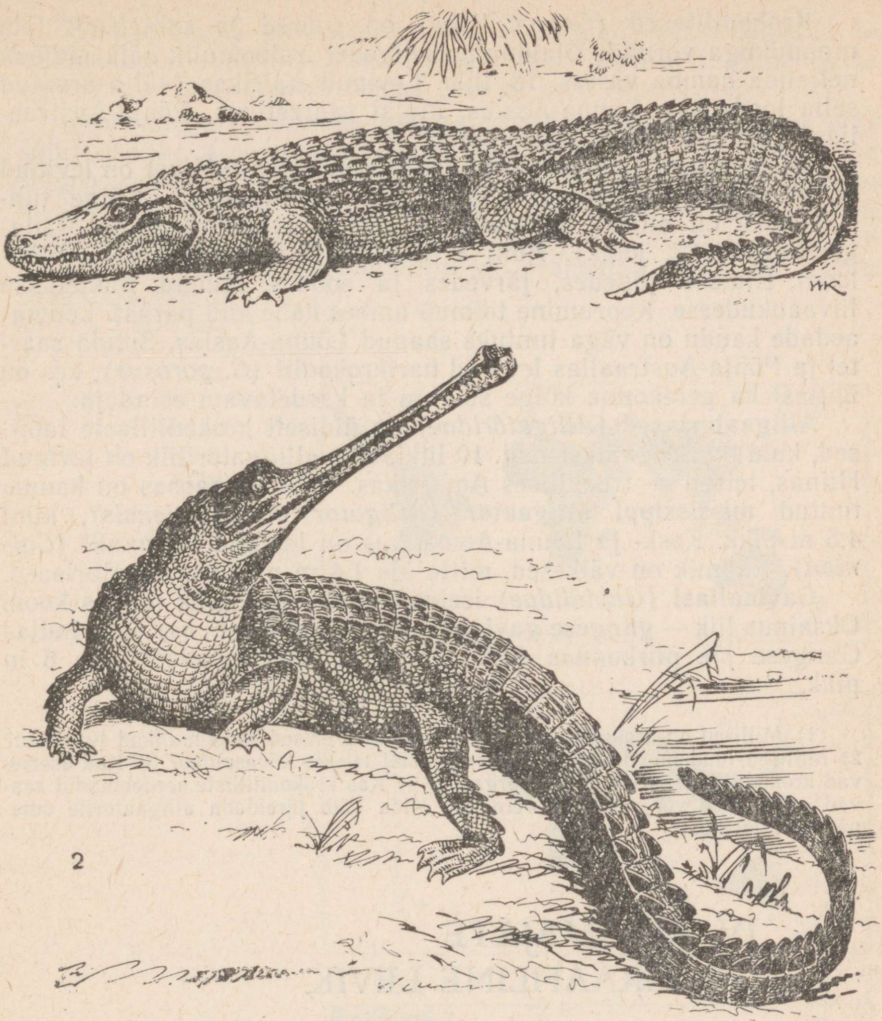
Selgroolülid on protsöölsed. Roietel on konksjätked, kõhupiirkonna nahas on kõhuroideid. Õlavöötmes puudub rangluu, vaagnavöödet iseloomustab pära- ja süleluu vaheline toppurmulk.

Koljus on kaks sarnakaart, ruutluu on liikumatu. Progressiivseks tunnuseks on siin teisene kõvasuulagi, mis on väga pikk, nii et koaanid kaugele taha nihkuvad.

Hambad asetsevad hambasompudes (hambaalveolides), mis on ainulaadne nähtus kaasaegsetel reptiilidel. Nad esinevad ainult ees-ülalõua-, ülalõua- ja alalõualuudel (hambaluudel). Kujult on hambad koonilised ning on märgata suuruse poolest eristumise tendentsi. Sedamööda kuidas vanad hambad ära kuluvad ja välja langevad vahetuvad nad uutega. Keel on liikuv, süljenäärmed puuduvad. Suulae tagaosast ripub alla ristipidine lihaskiududerikas kurd, mis laskub vastu keele pära ja eraldab suuõõne täiel määral neelust. Nii võib loom saagi püüdmise ja neelamise ajal vabalt hingata, kui vaid ninaavad veest väljas on. Magu kaheosaline, millest tagumine on rohkete lihastega.

Süda koosneb kahest kojast ja kahest vatsakesest, kuid vatsakestevahelises seinas (kodade läheduses) on väike mulk (Panizza mulk). Venoosurge on redutseerunud. Vasakust vatsakesest algab aordi parem kaar ja paremast vatsakesest aordi vasak kaar. Enne kaarte liitumist aordiks väljub paremast kaarest suur haru siseelunditele.

Oma organisatsioonilistelt tunnustelt on krokodillilised seega ühest küljest kõige progressiivsemad reptiilid (hammaste asetus, kõvasuulagi, südame ehitus), teisest küljest on neil aga säilinud mitmeid primitiivseid tunnuseid (kaks sarnakaart, kõhuroided, liikumatu ruutluu).



177. joon. Krokodillilisi. 1 — niiluse krokodill, 2 — gangese gaviaal.

Krokodillilised on levinud kogu maakera troopiliste ja subtroopiliste alade mage- ja riimveekogudes. Vees liiguvad kiiresti ja osavasti, kuid maal on nad võrdlemisi abitud. Tegutsevad öösiti, päeval soojendavad end kaldal ja on loiud. Toituvad kaladest ja vähematest imetajatest. Kuival aastaajal kraabivad end mutta ja jäävad s u v e u n n e.

Retsentsed krokodillilised — 24 liiki — jagunevad kolmeks sugukonnaks: krokodilllased, gaviaallased ja alligaatorlased.

Krokodilllased (*Crocodýlidae*) on suured ja suhteliselt laia ninamikuga vormid. Ülalõualuu külgedel iseloomulik sälk alalõua neljanda hamba vastas. 13 liiki. Levinud Aafrikas (välja arvatud selle loodeosa), Lõuna-Aasias, Malai saarestikus, Põhja-Austraalias, Kesk- ja Lõuna-Ameerikas.

Kõige liigirikkam perekond **krokodillid** (*Crocodýlus*) on levinud kõikides maailmajagudes (välja arvatud Euroopa). Kõige tuntum neist on **niiluse krokodill** (*C. nilóticus*) Aafrikast ja Madagaskarilt (177. joon.). Kuni 8 m pikk, tugev ja kardetav röövloom. Elutseb jõgedes, järvedes ja soodes. Munad munetakse liivaaukudesse. Koorumine toimub umbes kahe kuu pärast. Loomaaedade kaudu on väga tuntuks saanud Lõuna-Aasias, Sunda saartel ja Põhja-Austraalias levinud **harikrokodill** (*C. porosus*), kes on ühtlasi ka perekonna kõige suurem ja kardetavam esindaja.

Alligaatorlased (*Alligatóridae*) on üldiselt krokodilllaste taolised, kuid märksa väiksemad. 10 liiki. Üks alligaatoriliik on levinud Hiinas, teised — troopilises Ameerikas. USA lõunaosas on kaunis tuntud **mississippi alligaator** (*Alligator mississipiensis*), kuni 4,5 m pikk. Kesk- ja Lõuna-Ameerikas on levinud **kaimanid** (*Caiman*). Enamik on väikesed, mitte üle 1,4 m pikad alligaatorlased.

Gaviaallasi (*Gaviálidae*) iseloomustab väga pikk nokjas koon. Üksainus liik — **gangese gaviaal** (*Gavialis gangeticus*) elab Indias Gangese jõe piirkonnas (177. joon.). Toitub kaladest. Üle 6 m pikk.

1) Millised on krokodilliliste ja kärsspealiste ühised iseloomulikud tunnused? 2) Millised luud moodustavad krokodillilistel teisese kõvasuulae? 3) Kus asetsevad krokodillilistel kopulatsiooniorganid? 4) Kas krokodilliliste seedeelundid saavad arteriaalse või venoosse vere? 5) Mida võib järeldada alligaatorite omapärasest levikust?

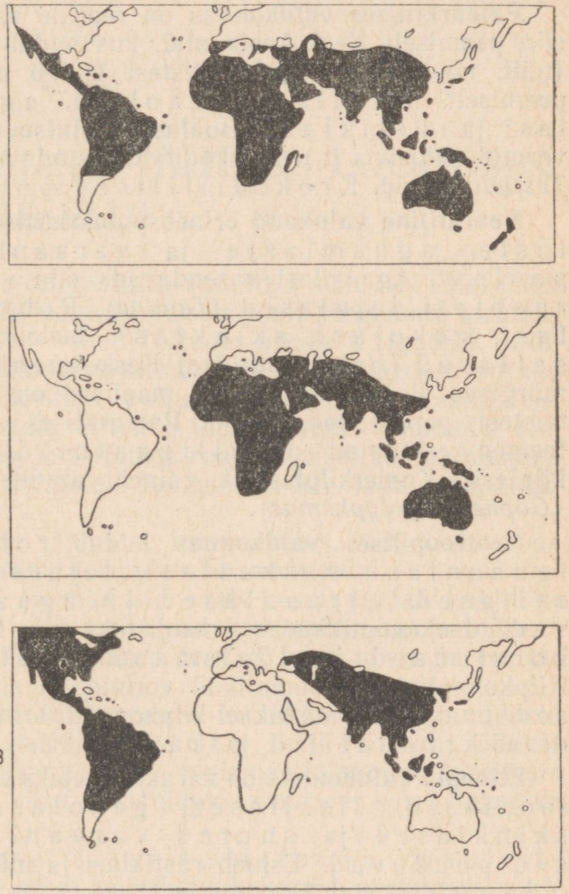
IV. ROOMAJATE GEOGRAAFILINE LEVIK

Põhiliseks ökoloogiliseks teguriks, mis määrab reptiilide geograafilise levikupildi peajooned, on soojus. Olles väga soojalembesed, on reptiilid levinud peamiselt troopilistel ja subtroopilistel aladel — Lõuna-Aasias, Lõuna-Ameerikas ja Aafrikas. Polaarvöötmes esinevad vaid vähesed liigid, samuti ei küüni reptiilide levikupiir mägedes kuigi kõrgele.

Troopilistel aladel on reptiilide arvukus suur ja ka nende liike on rohkesti. Nii on leitud näiteks Jaava saarelt 122, Filipiinidelt 204 liiki reptiile, Mandžuuriast kõigest 6, Saksamaalt 12, Soomest 3 liiki jne. NSV Liidu aladel leidub Kesk-Aasias 50, Põhja-Kaukaasias 28 ja Eestis 5 reptiililiiki.

Mida lähemal ekvaatorile, seda suuremad, värvirikkamad ja vilkamad on reptiilid. Nad tekkisid sooja kliima tingimustes ja on nendele tingimustele truuks jäänud kuni tänapäevani.

Reptiilide eri rühmade geograafilises levikus etendavad õige suurt osa ka ajaloolised tegurid, isegi suuremat kui ühegi teise selgroogseteklassi levikus. Reptiilid on fülogeneetiliselt võrdlemisi vanad vormid ja minevikus olid nad laialt levinud. Praegu avaldub niisuguse leviku järelmõju kõigepealt selles, et reptiilide hulgas on rohkesti kosmopoliite või vähemalt väga ulatusliku areaaliga rühmi.



178. joon. Näiteid reptiilide levikust. 1 — gekolased, 2 — agaamlased, 3 — lõgismadulased.

Kosmopoliidid on näiteks rästiklased, pimemadulased, gekolased, skinklased, kumerkilplased jt.; laialt on levinud krokodillilised, paljud maolised, paljud sisalikulised jne.

Veel enam annab ajaloolise mineviku mõju end reptiilide levikus tunda asjaoluna, et nende hulgas leidub rohkesti katkendliku levilaga vorme (178. joon.). Iguaanlased näiteks on põhiliselt Ameerika vormid, kuid mõned liigid on levinud ka Madagaskaril ja isegi Fidži saartel. Taandlased on levinud Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, kuid neid leidub ka Aafrikas ja Indias. Alligaatorlased on Lõuna-Ameerika karakterloomad, kuid üks elutseb ka Hiinas.

Palearktilises valdkonnas on reptiile vähe ja nad on levinud siin peamiselt Kesk-Aasia alal, kus leidub ka endeemilisi vorme (näit. noolmadu). Soomuselistest leidub palearktilises regioonis peamiselt sisallasi, gekolasi, agaamlasi, nastiklasi ja rästiklasi. Boalastest elutsevad siin ainult väikesed vormid (liivaboa jt.). Kilpkonnalisi esindavad peamiselt *Emys*'e ja *Testudo*' liigid. Krokodillilised puuduvad.

Nearktiline valdkond erineb palearktilisest kõigepealt sisallaste, agaamlaste ja varaanlaste puudumise poolest. Agaamlasi «asendavad» siin iguaanlased, varaanlasi tejulased (*Tejidae*). Rohkesti on vaskuslasi, gekolasi, skinklasi. Iseloomulikud on mürksisallased (*Helodermatidae*) Kesk-Ameerikast, kes on ainukesed mürgised sisalikulised. Kõik maolised on teised liigid või isegi teistest perekondadest kui Palearktises. Krokodilliliste karakteersed esindajad on alligaatorid. Leidub suuri lamekilplasi. Kumerkilplastest esineb ainult koopakilpkonn (*Gopherus polyphemus*).

Neotroopilises valdkonnas leidub rohkesti gekolasi, iguaanlasi, vaskuslasi, tejulasi, skinklasi. Sisallased, varaanlased ja agaamlased puuduvad. Iseloomulikkudeks maolisteks on boad, anakonda, korallmaod ja lõgismaod. Rästikud puuduvad. Kilpkonnaliste iseloomulikud vormid on siin pöördkaelalised (matamata, madukael-kilpkonnad, arrau). Krokodillilisi esindavad krokodillid ja kaimanid.

Etioopia valdkonnas on karakteerseteks sisalikulisteks kameeleonlased, sisallased, gekolased, agaamlased, skinklased ja suured varaanlased. Vaskuslased puuduvad. Esineb rästiklasi ja mürknastiklasi. Püütonid ja kobrad osutavad Etioopia ja Aasia fauna sugulusele. Kilpkonnalistest on iseloomulikud *Testudo*, pehmenahalised, pelomeduuslased (viimased on levinud ka Lõuna-Ameerikas). Rohkesti on krokodille.

Orientaalses valdkonnas elab rohkesti soomuselisi, eriti agaamlasi (nende hulgas ka niisugune liik nagu lenddraakon) ja skinklasi. Rohkesti on ka gekolasi, sisallasi ja suuri varaanlasi. Kameeleonlased on esindatud kõigest ühe liigiga. Mürgistest madudest leidub rohkesti kobra ja bungaruse liike. Boalased on esindatud ainult püütonitega. Pöördkaelalised kilpkonnalised puuduvad. Krokodilliliste iseloomulik liik on gangese gaviaal.

Austraalia valdkonnas leidub iseloomulikke agaamlasi (moolok, kaelussisalik). Maoliste hulgas on rohkesti mürgiseid vorme. Mürgitutest madudest on levinud püütonid ja rida nastiklasi. Krokodillilistest esineb *Crocodylus johnsoni*. Kilpkonnalistest võime leida pikkkael-kilpkonnalisi ja pehmenahalisi.

V. ROOMAJATE TÄHTSUS LOODUSES JA INIMESE ELUS

Looduse majapidamises on reptiilid eeskätt vahelüliks ühelt poolt taimede ja alamate loomade, teiselt poolt kõrgemate loomade — lindude ja imetajate — vahel. Toitudes ussidest, tigudest, putukatest, kaladest, kahepaiksetest, ka närilistest ja taimedest, on nad omakorda toiduks kondoritele, paljudele kullilistele, kakulistele, vareslastele, kärpkaslastele, siilidele jne. Kuivadel kuumadel aladel, näiteks Kesk-Aasias, kus elutseb rohkesti sisalikulisi, moodustavad need toidubaasi mitmetele karusloomadele (rebastele, tuhkrutele jt.).

Mis puutub reptiilide tähtsusse inimese elus, siis ei saa seda küll eriliselt suureks hinnata, kuid tuleb arvestada.

Mitmeid sisalikulisi ja madusid saab kasutada kui kahjulike putukate ja näriliste hävitajaid. Head kärbsepüüdjad on näiteks kameeleonid; nastikud ja boalased toovad kasu hiirte ja rottide hävitamisega.

Paljudes maades tarvitatakse suuri sisalikke ja isegi madusid (püütoneid ja kuningboasid) toiduks. Eriti rohkesti süüakse kilpkonnalisi. Ookeanisaarte suuri maismaa-kilpkonni tarvitasid meremehed veel XVIII—XIX saj. toiduks. Rohkesti kasutatakse ka kilpkonnade mune.

Krokodilliliste, suurte sisalikuliste ja maoliste nahast valmistatakse kingi, vöörihmu, kohvreid, portsigare, portfelle, käekotte jne. Eriti hinnatavaks peetakse krokodillinahka. Kasutatavad on ka agaamlaste, noolmao ja mõnede nastiklaste nahad.

Suure kaubandusliku ja tööndusliku tähtsuse on omandanud bissa, kelle paksu sarvpantserit kasutatakse kammide, prilliraamide ja mitmesuguste iluasjade valmistamiseks.

Viimasel ajal on kilpkonni nende suure vastupidavuse tõttu hakatud kasutama katseloomadena mitmesugustes bioloogilistes ja meditsiinilistes katseasutustes. Maomürkidest valmistatakse ravimeid (raskete närvihaiguste, astma jne. ravimiseks). Madudelt mürgi saamiseks rajati Taškendi lähedal sellekohane maofarm.

Suurel määral on reptiilide tähtsus inimese elus aga negatiivne ja ses mõttes on väga oluline ka kahjulikke reptiile tunda. Suur osa madusid — umbes 250 liiki — on mürgised. Troopilistel aladel hukkub nende läbi igal aastal palju inimesi ja koduloomi. Indias näiteks suri 1911. aastal maohammustuse kätte üle 24 000 inimese ja 10 000 karilooma. USA-s registreeritakse aastas 2000—3000 inimest, keda madu on hammustanud, kusjuures 10—35% kannatanutest sureb.

Paljud reptiilid on kahjulikud ka selle poolest, et nad hävitavad kalu ja neid loomi, kellest kalad saaksid toituda.

LINDUDE KLASS *(AVES)*

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS JA PÕLVNEMINE

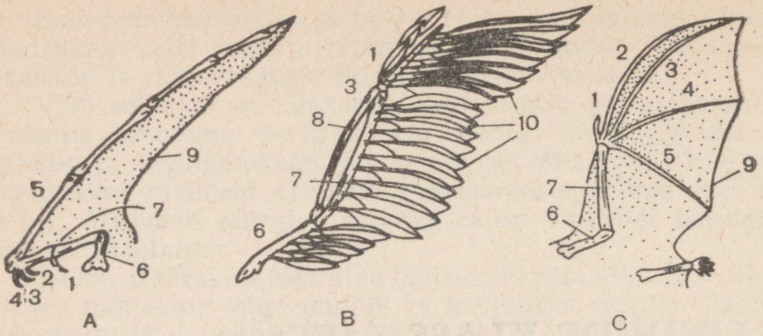
Linnud on täielikult õhueluga kohastunud selgroogsed. Ühtlasi on neil mitmeid organisatsioonilisi tunnuseid, mis neid seni käsitletud maismaaselgroogsetest kõrgemale arenguastmele tõstavad.

1. Linnud on **homoiotermsed** loomad. Homoiotermsus sai võimalikuks tänu sulgede kujunemisele, mis on head soojusehoidjad. Osalt aitas selleks kaasa ka arteriaalse vere täielik eraldumine venoossest. Püsiv ja kõrge kehatemperatuur võimaldas intensiivsema ainevahetuse ja elutegevuse, mistõttu linnud võisid elama asuda ka külmadele elualadele ja oma mune hauduma hakata. Kõik see avardas nende eluvõimalusi tunduvalt.

2. Eesjäsemed on kujunenud tiibadeks, mis võimaldab lindudele erilaadse liikumise — lendamise. Lennuvõime esineb mõnes teiseski selgroogseteklassis, kuid mitte sellisel täiuslikul kujul nagu lindudel. Tänu lennuvõimele on linnud väga laialdaselt levinud (neid leidub näiteks ka niisugustel meresaartel, kus teised maismaaselgroogsed puuduvad). Samuti võivad nad seetõttu väga ulatuslikke rändeid sooritada, kindlustades seega endale toitumisvõimalused kogu aastaks.

3. Lindude tagajäsemed on tavaliselt hästi arenenud ja nii ei ole linnud kaotanud ka oma maismaalist liikumisviisi — kõndimist ja jooksmist. Tagajäsemete iseloomulikuks osaks on jookse. See vastab teiste maismaaselgroogsete põiale ja osalt ka kannale.

4. Lindudel on närvisüsteem mitmeti kõrgemini arenenud kui reptiilidel. See võimaldab neil käitumise mitmekesistumist ja keerukate instinktide väljakujunemist toidu hankimiseks, enesekaitseks ja järglaste hooldamiseks (pesade ehitamine, poegade toitmine, nende õpetamine jne.).



179. joon. Tiibsisaliku (A), linnu (B) ja nahkhiire (C) tiib. 1 kuni 5 — sõrmed, 6 — õlavarreluu, 7 — küünarluu, 8 — kodarluu, 9 — lennus, 10 — suled.

Samal ajal on lindudel rohkesti ka reptiilidega ühiseid organisatsioonilisi tunnuseid, nii et mõned teadlased nimetavad linde isegi «soojaverelisteks reptiilideks». See aga näitab ühtlasi, et linnud on reptiilidega sugulased, et nad põlvnevad reptiilidest. Seda kinnitavad ka paleontoloogilised andmed.

Permi ajastu lõpul eraldusid ürgsetest reptiilidest (kotülosaurustest) **tekodondid.** Tuletame meelde, et need olid võrdlemisi väikesed, loomatoidulised, pikkadel tugevatel tagajäsemetel kõndivad (jooksvad) ja ronivad loomad. Võimalik, et viimane asjaolu ajendaski üht osa neist «õhuriiki vallutama»: neist võrsusid tiibsi-



180. joon. Linnu hüpoteetiline eellane.

salikulised. Need lendasid eesjäseme tohutu pika viienda varba ja eesjäseme teiste osade ning kere külje vahel asetseva nahakurru ehk lennuse varal (nagu nahkhiiredki) (179. joon.). Kuid tiibsisalikuliste lennused olid paljad nagu nende kehagi. Ka oli neil loomadel pikk saba. Seega olid tiibsisalikulised, vaatamata oma lennuvõimele, ikkagi reptiilid: nad olid «lendavad sisalikud». Nad surid kriidiajastul välja ja linde ei saanud nendest võrsuda. Tekkis teisigi linnulaadseid ja väga eristunud reptiile, kuid linde ei kujunenud neistki.

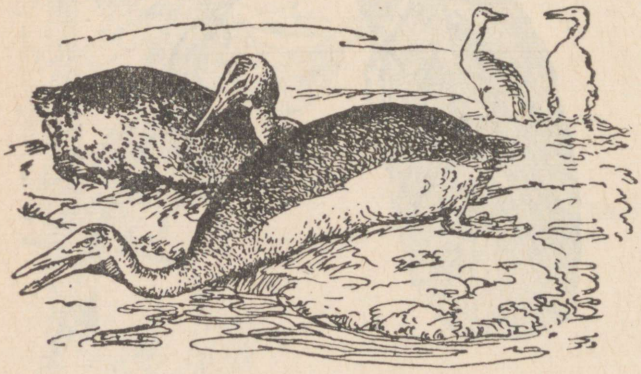


181. joon. Arheopterüksi luustiku jäljend.

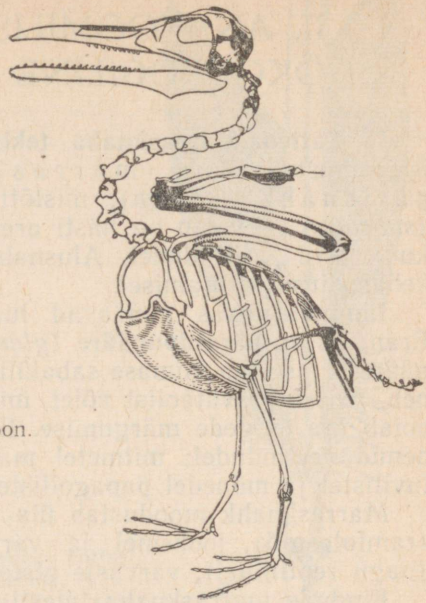
Et lindudel on siiski kõige rohkem sugulust fossiilsete tekodontidega, siis tuleb viimaseid pidada lindude kaugeteks eellasteks. Linnud tekkisid väga ürgsetest, alles eristumata tekodontidest. Nende arenemine algas nähtavasti kohastumisega puude otsas ronimiseks (180. joon.). Veel tänapäevalgi leidub Lõuna-Ameerika ürgmetsades linde (näit. hoatsiin kanaliste seltsist), kelle tiibadel on säilinud küünistega varbad, mida kasutatakse ronimisel. Tagajäse kohastus seejuures substraadile toetumiseks ja esimene varvas muutus teistele vastandatavaks. Järgmiseks arenguetapiks oli arvatavasti ühelt puult teisele hüppamine. Soomused pikenesid, nende servad laienesid ja nad omandasid sulgede kuju, eeskätt eesjäsemetel ja sabal. Hüppamine kujunes liuglemiseks, liuglemine lendamiseks.

Esimesed «linnud», keda me seni tunneme, on **ürglinnud** (181. joon.). Ürglinnud elasid juura ajastul, umbes 160 miljoni aasta eest. Nad olid kaarnasuurused, nende tiibadel olid suled, nende saba oli alles pikk (20 või 21 selgroolüliga) ja ka selle külgedel olid suled; neil olid lõualuudel hambad, neil puudus veel tüüpiline nokk ja nende eesjäsemetel (tiibadel) oli kolm varvast küünistega. Nende vaagnaluud olid veel liikuvas ühenduses selgrooga nagu reptiilidel (vt. 190. joon.). Ürglinnud olid seega linnud, kuid ühtlasi ka veel väga suurel määral reptiilid: nad olid «reptiillinnud» — vahevormid lindude ja reptiilide vahel. Seega on nad ühtlasi lindude reptiilidest põlvnemise «asitõenditeks».

Ürglindude kivistisi (skelette) on leitud Saksamaal (Baieris) kiltkiviladematest. Esimene skelett avastati 1861. a. ja seda säilitatakse Londoni Loodusteaduste Muuseumis. Hiljem on leitud veelgi niisuguseid skelette. Kõik seni leitud ürglinnueksemplarid arva-



182. joon. Läänelind.



183. joon. Kalalinnu toese rekonstruktsioon.

takse kuuluvat ühte ja samasse liiki — *Archaeópteryx lithográphica.*

Kriidiajastust on seni teada 6 perekonda fossiilseid linde. Nendest on üldiselt tuntud **läänelind** (*Hesperornis regalis*) — suur lennuvõimetu (tiibadeta) pingviinitaoline põhjapoolkera veelind — ja **kalalind** (*Ichthyornis*) — sõudjalaliste taoline kalatoiduline lind. Lääne- ja kalalindudel olid veel hambad (hammaslinnud) (182. ja 183. joon.).

Linnuriigi tõeline õitseng algas alles tertsiaaris, eriti eotseenis, mil linnud kujunesid üheks valitsevaks loomarühmaks.

Eotseenis leidub veel hammastega linde, kuid selleks ajaks on välja kujunenud ka osa kaasaegseid, isegi väga eristunud linnurühmi (kurvitsalised, rähnilised, värvulised jne.). Oligotseenis ja eriti miotseenis muutub lindude klassi süstemaatiline koosseis veelgi sarnasemaks praegusega: ilmuvad mitmed kaasaegsed perekonnad, nagu haned, kalakured, kaurid, kakud jne.

Hilispleistotseeni linnufaunas oli kaasaegseid liike — päris-linde — juba umbes 80%.

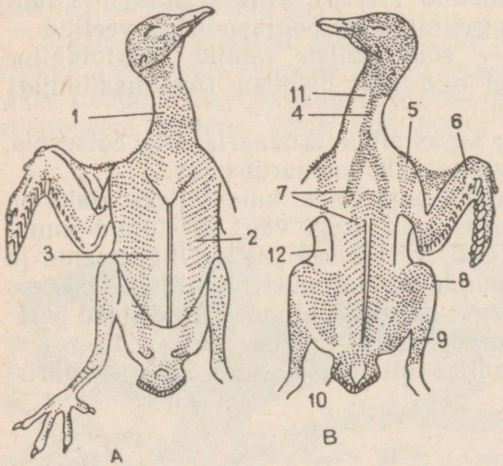
II. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE JA ÖKOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Katted. Marrasknaha tekised. Sulgimine.** Lindude nahka iseloomustab õhuke marrasknahk (*epidermis*) ja õhuke pärisnahk (*corium*), mistõttu ta on habras. Alusnahk (*subcutis*) seevastu on hästi arenenud ja sisaldab rohkesti rasvkude, eriti veelindudel. Alusnaha rasvkude etendab suurt osa kehasoojuse säilitamisel.

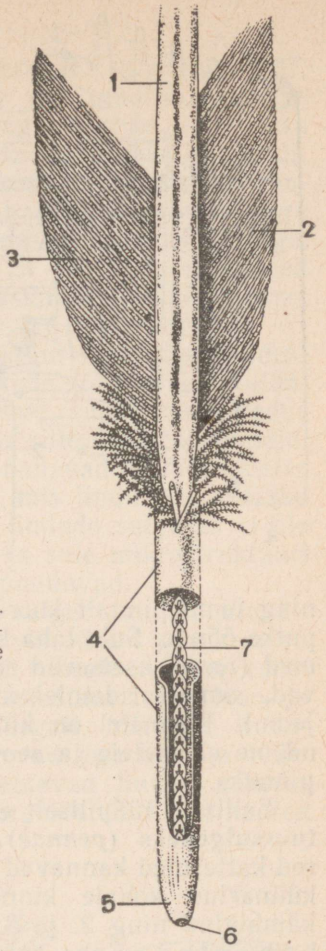
Lindude nahas puuduvad luulised moodustised ja näärmed. Erandiks on **päranipunääre** (*glándula uropýgii*). See on paariline nääre ja asetseb viimase sabalüli kohal, kus ta naha pinnale avaneb. Eritab rasvataolist võiet, millega lind oma sulgi võiab. Võie hoiab ära sulgede märgumise. Eriti hästi on päranipunääre arenenud veelindudel; mitmetel maismaalindudel (näiteks mõnedel tuvilistel ja mõnedel papagoilistel) ta seevastu isegi puudub.

Marrasknahk moodustab üla- ja alanokal tugevad **nokakatted** (ramfoteegid), jooksmel ja varvastel **soomused** ning **kilbised** (nagu reptiilidel), varvaste otstel — **küünised.**

Lindude marrasknaha täiesti uudsed ja erilaadsed tekised on **suled.** Lindude sulestik moodustab nende keha tähtsa soojuskaitsevahendi ja tähistab reptiilidega võrreldes suurt sammu edasi elamisvõimaluste avardamise suunas. Eriti hästi arenenud (tiheda) sulestiku leiame veelindudel.



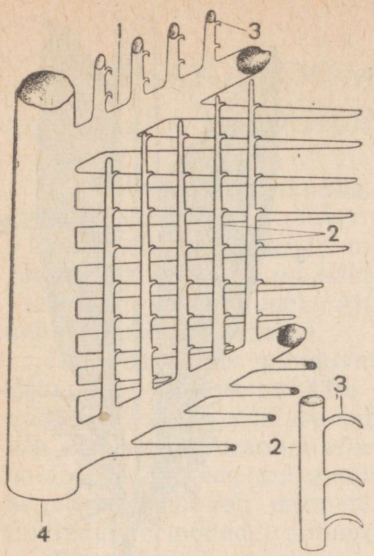
184. joon. Tuvi sulisväljad ja paljasväljad, kõhu (A) ja selja poolel (B). 1 ja 4 — kaela sulisväli, 2 — kõhu sulisväli, 3 — kõhu paljasväli, 5 — õla sulisväli, 6 — tiiva sulisväli, 7 — selja sulisväli, 8 — reie sulisväli, 9 — sääre sulisväli, 10 — saba sulisväli, 11 — kaela paljasväli, 12 — külje paljasväli.



185. joon. Linnu kattesule (kontuursule) ehitus. 1 — rood, 2 — välislaba, 3 — siselaba, 4 — putk, 5 — tüviku tipp, 6 — mulguke, 7 — sule näsa jäänused.

Suled asetsevad keha pinnal ridamisi ja on koondatud **sulisväljadeks** (pterüülideks), mille vahekohale jäävad **paljasväljad** (apteerid) (184. joon.). Sulgede selline asetus on kohastumus lendamiseks, sest sulgede paiknemine väljadena soodustab tiibade ja naha liikuvust. Ainult alamatel lindudel asetsevad suled üle kogu keha ühtlaselt.

Tavaliselt koosneb sulg keskmisest vetruvast telgosast — **tüvikust** (*scapus*) — ja pehmest õhukesest **labast** (*pogónium*). Sule tüviku ülemist, umbset osa nimetatakse **rooks** (*rhachis*), alumist, silinderjat, seest õõnsat osa aga **putkeks** (*cálamus*) (185. joon.). Sule putk on otsapidi nahataskus — sulenääpsus — ja tema tipul on mulguke. Noorel areneval sulel ulatub mulgukese kaudu sule putkesse rohkesti veresoonterikast sidekude, mis sulge toidab ja sule **näsa** (papilli) nime kannab. Hiljem näsa mandub ja kaob



186. joon. Sule laba ehitus. 1 — ude, 2 — ebe, 3 — kidake, 4 — rood.

ning tema pinnalt koorunud sarvestunud kestakesed jäävad sule putke õõnde. Sule laba koosneb udemetest ja ebemetest. Sule **udemed** (*rami*) asetsevad ridamisi sule roo külgedel ja neile kinnituvad, samuti ridamisi mõlemal pool, sule **ebemed** (*radii*) (186. joon.). Ebemetel on **kidakesed** (*hámuli*), mis haakuvad naaberudeme ebemetele ja seovad seega laba osad ühtlikuks vetruvaks pinnaks.

Selliseid tüüpiliselt ehitatud sulgi nimetatakse **katte-** ehk **kontuursulgedeks** (*pennae*). Eesjäseme tagaservale kinnitunud suured kattesuled kannavad **hoosulgede** (*rémiges*) nimetust, kusjuures küünarluu kohale kinnituvad küünrahoosuled, randmekämblaluu ning 2. ja 3. varba (sõrme) luude kohale — labahoosuled. Keha sabaosale kinnituvaid suuri pikki kattesulgi nimetatakse **tüürsulgedeks** (*réctrices*).

Kui sule tüvik on peenike ja lühike ning udemed ja ebemed on teineteisest lahus (kidakesteta), siis on meil tegemist **udusulgedega** (*plumae*). Udusuled asetsevad kattesulgede all ja vahel ning on suure tähtsusega linnu kehasoojuse säilitamisel. Eriti rohkesti udusulgi on veelindudel ja põhjamaade lindudel.

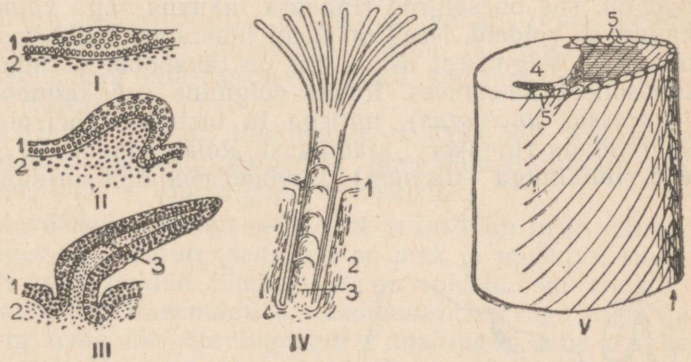
Sule erilaadsed teisendid on **harjassuled** (*vibrissae*): nendel laba puudub ja tüvik on harjaselaadne. Harjassulgi on paljudel lindudel noka lahknurga piirkonnas, noka põhimiku ümbruses ja mujalgi ja nad on kompimisel suure tähtsusega. Putukatoidulistel vormidel (eriti öösorridel), kes saaki püüavad õhust, moodustavad harjassuled ja avatud nokk otsekui lehtri, mis toidu tabamist kergendab.

Sulg tekib naha sees pärisnaha (kooriumi) näsana, mis koos epidermisega moodustab tahapoole suunduva kõbru. Viimane

vajub sügavamale nahasse, tema ümber moodustub sulenääps (187. joon.). Kõbru pärisnahaline (sidekoeline) osa muutub tulevase sule näsaks, kõbru marrasknahaline osa aga eristub pindmiseks õhukeseks «tupeks» ja kestseteks pikutisteks väätjateks paksenditeks. Tupp sarvestub peagi ja eraldub keskosast. Kesksed paksendid sarvestuvad samuti, kuid enne seda kasvab üks neist väga tugevaks ja kujuneb sule tüvikuks, teised jäävad viltu tema külge, muutudes sule udemeteks ja ebemeteks. Et reptiilide soomused tekivad samuti pärisnaha näsa pinna marrasknahast, siis on ilmne, et *suled on reptiilide soomuste homoloogid*.

Sulgede **värvus** oleneb nende mikrostruktuurist ja pigmentidest sule rakkudes. Sule mikrostruktuur — rakkude (õigemini rakujäänuste) asetus, erilised valgustmurdvad rakud, sule pinna siledus jne. — tingib eeskätt sulgede läike ja nende sillerdavad varjundid. Pigmendid — must, punane ja kollane — annavad mitmesugustes kombinatsioonides kogu selle värvikülluse, mis lindude sulestikku iseloomustab. Sinist ja violetset pigmenti lindude sulgedes ei ole ja need värvused on tingitud pigmentide ja sule mikrostruktuuri koosmõjust. Valgetes sulgedes pigmendid puuduvad.

Vähemalt kord aastas toimub lindudel sulgede vahetumine — **sulgimine** (*ecdysis*). See toimub kas enne või pärast paaritumist. Esimesel korral on tavaliselt tegemist vaid väheste sulgede vahetumisega ilusate «pulmasulgede» ehk **hundsulestiku** vastu. Hoo- ja tüürsuled langevad välja enamasti järk-järgult. Mitmetel lindudel (mõnedel partidel, hanedel jne.) langevad aga hoo- ja tüürsuled välja korraga. Niisugusel juhul kaotavad linnud mõneks ajaks lennuvõime ja nende organism on nõrgestatud. Uued noored



187. joon. Sule arenemine. I, II ja III — sule eri vanuste sugemete pikilõiked, IV — areneva (lootelise) sule pikilõige, V — areneva kattesule stereogramm. 1 — epidermis, 2 — koorium, 3 — sule näsa, 4 — roo suge, 5 — udemete sugemed. Pärast väliskesta eemaldumist laba udemed vabanevad ja sirguvad mõlemale poole noolega tähistatud suunas.

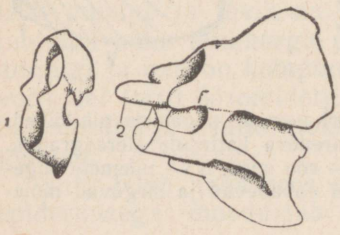
suled, **verisuled**, on tugeva veresoonterikka näsaga, pehme tüvikuga ja koosolevate udemetega.

2. **Toes ja lihased.** Lindude toes on 1) peaaegu täielikult luustunud, 2) luudel on tugev tendents liituda ja 3) enamikus luudes on rikkalikult õhuruumikesi (pneumaatilised luud). Kõik need omapärasused on kooskõlas õhueluviisiga (lendamisega). Lendamiseks on vaja, et luustik oleks tugev ja stabiilne. Kõhr ei vasta sellele nõudele. Liikuvalt seondunud luud ei oleks samuti kuigi kindlaks kinnituskohaks tugevatele lennulihastele ja ei suudaks ära hoida siseelundite muljumist lendamisel. Luude pneumaatilisus tagab nende kerguse, kusjuures nende tugevus ei kannata.

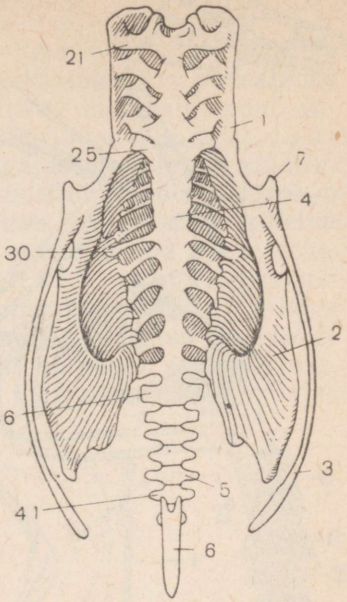
Lindude **selgroog** jaotub kaela-, rinna-, nimme-, ristluu- ja sabaosaks, kusjuures mõned eesmised rinnalülid liituvad paljudel lindudel seljaluuks (*notarium*); osa rinnalülisid, nimmelülid, ristluulülid ja osa sabalülisid liituvad aga liitristluuks.

Selgroo kaelaosa, vastavalt pea ülesandele toidu otsimisel ja selle haaramisel, on enamasti pikk ja väga liikuv. Kaelaosa pikkus on tingitud nii kaelalülide rohkusest (9—25) kui ka nende pikkusest. Kaelaosa liikuvuse tingib lülide omapärane ehitus: nende kehad on sadulakujuliste liigesepindadega (otstega) — sagitaallõikes opistotsöölsed ja frontaallõikes protsöölsed. Niisuguseid selgroolülisid nimetatakse **erilohkseteks** ehk **heterotsöölseteks** selgroolülideks. Pingviinidel, papagoidel ja mõnedel teistel lindudel on kaelalülid opistotsöölsed. Esimene kaelalüli on muundunud kandelüliks, teine telglüliks samuti nagu reptiilidel (188. joon.). Kaks viimast kaelalüli kannavad lühikesi ja vabu roideid.

Rinnalülisid on lindudel 3—10. Et need enamasti liitunud on, siis on selgroo rinnaosa liikuvus väga väike. Rinnalülid kannavad **roideid.** Need on üleni luustunud, kuid koosnevad rindmisest ja selgmisest osast, mis on tahapoole suunduva nurga all liigeselises ühenduses. Roiete selgmine osa kannab **konksjätket** (*processus uncinatus*), millega ta toetub naaberroidele ja aitab suurendada rinnakorvi stabiilsust. Roiete rindmised osad liigestuvad **rinnaluuga** (*sternum*). Lindude rinnaluu on suur kilpjas luu



188. joon. Hane kaks esimest kaelalüli: kandelüli ja telglüli. 1 — liigeselohk kolju kuklapõntade jaoks, 2 — hammas (hammasjätke).



189. joon. Kana liitristluu ja vaagnavööde. 1 — niudeluu, 2 — päraluu, 3 — süleluu, 4 — ristluulülid, 5 — vabad sabalülid, 6 — päranipp (pügostüül), 7 — kammjätke, 21—41 — selgroolülid.

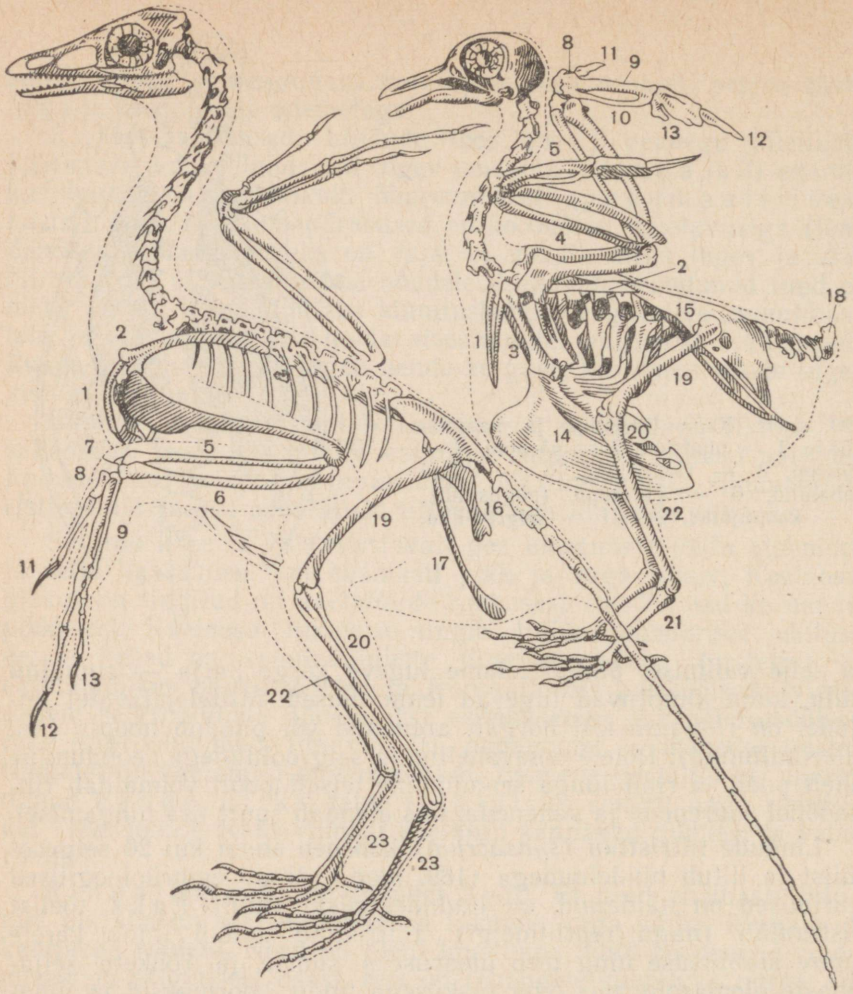
ja selle välimisel pinnal leiame tugeva kõrge harja — **rinnaluu kiilu**, kuhu kinnituvad tugevad lennulihased. Mittelendavatel lindudel on rinnaluu kiil nõrgalt arenenud või puudub hoopis (nn. silerindlinnud). Roiete omavaheline ja selgroolülidega seondumine ühelt poolt ja rinnaluuga seondumine teiselt poolt võimaldab rinnaõõnel suureneda ja väheneda, mis etendab suurt osa hingamisel.

Lindude **liitristluu** (*synsacrum*) koosneb enam kui 20 selgroolülist ja liitub niudeluudega (189. joon.). Nagu embrüoloogilised uurimised on näidanud, on lindudel siiski ainult k a k s tõelist ristluulüli (nagu reptiilidelgi). Liitristluu annab linnu kerele suure stabiilsuse ning teeb ülearuseks suurte ja rohkete seljalihaste olemasolu, mis oma raskusega lindu koormaksid ja ilmaaegu energiat kulutaksid.

Selgroo s a b a o s a s on lindudel 6—9 vaba lüli, kusjuures viimased sabalülid liituvad külgedelt lamendunud **päranipuks** (p ü g o s t ü ü l i k s) — tüürsulgede toetuskohaks.

Lindude **õlavööde**, vastavalt sellele, et ta on tiiva toeks, omandab erilise tugevuse. **Abaluu** (*scapula*) on pikk ja mõõkjas, suundub tahapoole ning hoidub tihedasti vastu roideid, suurendades seega kere stabiilsust. **Kaarnaluu** (*coracoideum*) on väga tugev ja massiivne ning tema üks ots liigestub rinnaluuga, teine ots on ühenduses aba- ja õlavarreluuga. R a n g l u u on peenike ja liitub vastaspoolse rangluuga lookjaks **harkluuks** (*fúrcula*), mis annab õlavöötmele erilise vetruvuse.

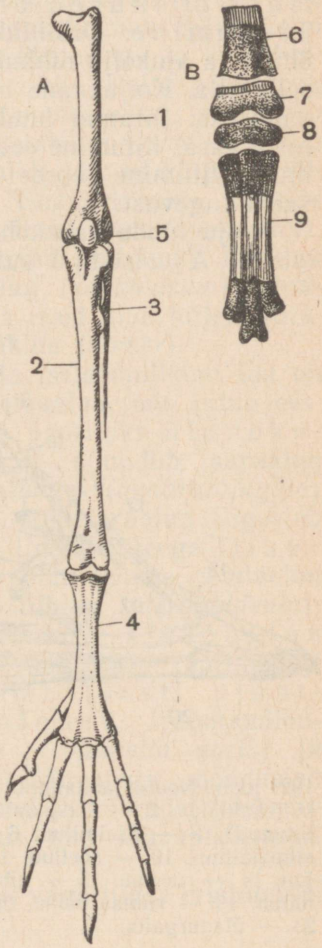
Õlavarres leiame tugeva **õlavarreluu** (*humerus*). Küünarvarres on **küünarluu** (*ulna*) märgatavalt tugevam kui **kodarluu** (*radius*)



190. joon. Arheopterüksi luustik, rekonstrueeritud (vasakul) ja tuvi luustik (paremal). 1 — harkluu, 2 — abaluu, 3 — kaarnaluu, 4 — õlavarreluu, 5 — kodarluu, 6 — küünarluu, 7 — randme luud, 8, 9, 10 — kämblaluud, 11, 12, 13 — sõrmelülid, 14 — rinnaluu, 15 — niudeluu, 16 — päraluu, 17 — süleluu, 18 — õndraluu, 19 — reieluu, 20 — pindluu, 21 — jooksmeluu, 22 — säärekannaluu, 23 — jooksmeluu (põialuud on liitunud alles osaliselt).

(190. joon.). Randme- ja kämblapiirkonna luud on tugevasti muundunud. Randme (karpuse) proksimaalsetest luudest on kaks — u l n a a r - j a r a d i a a l l u u — lahus (iseseisvad). Randme distaalsed luud liituvad kämbla luudega ühiseks **randme-kämblaluuks** (*carpometacarpus*). Sõrmedest säilib kolm: esimene, teine ja kolmas. Ka sõrmelülisid on vähem: esimesel ja kolmandal sõrmel on üks, teisel — kaks lüli.

Lindude **vaagnavöötmes** tekib kolm luud — niude-, süle- ja päraluu, kuid need liituvad aegsasti pikaks tugevaks **puusaluuks** (*os coxae*). Vähe sellest: puusaluud liituvad kummalgi pool liitristluuga ja viimase kohal ka teineteisega. Niimoodi kujuneb v a a g e n (*pelvis*) — väga stabiilne alus tagajäsemete luude kinnitumiseks. **Niudeluu** (*ilium*) on suur ja suundub rööbiti selgrooga ettepoole. Niudeluu külgmisest osast algab kitsas orkjas **süleluu** (*pubis*), mis kummalgi pool tahapoole suundub ega ulatu kõhtmiselt kokku. Lindude vaagen on järelikult l a h t i n e. Vaagna selline ehitus soodustab munemist, sest munad on suured ja kõva koorega. Ainult jaanalinnul on kinnine vaagen. **Päraluu** (*os ischii*) ulatub niudeluust otse t a h a p o o l e ja on nagu selle jätkuks. Päraluu ja niudeluu vahekohal leiame puusanapa, mille põhjas on mulk.

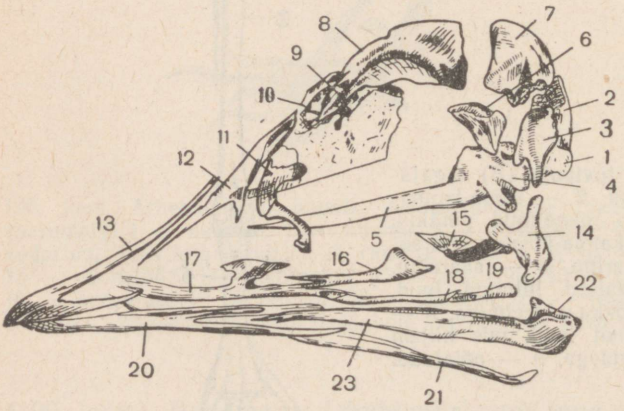


191. joon. Tuvi (A) ja tuvipoja (B) tagajäseme toes. 1. — reieluu, 2 — sääre-kannaluu (tibiotarsus), 3 — mandunud pindluu, 4 — jooksmeluu ehk kanna-põialuu (tarsometatarsus), 5 — kederluu, 6 — säärelu, 7 — kanna proksimaalsed liitunud luud, mis hiljem kasvavad kokku sääreluuga, 8 — kanna distaalsed liitunud luud, mis hiljem kasvavad kokku põialuudega, 9 — põialuud.

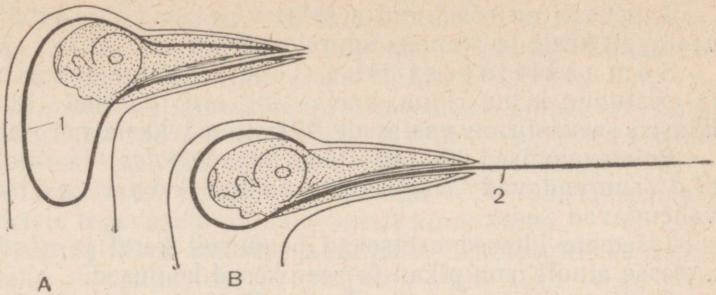
Reies täheldame tugevat **reieluud** (*femur*). Sääres on pindluu väga väike, lühike ja orkjas ning osalt sääreluuga liitunud. Säärelu distaalse otsaga liituvad ka kanna proksimaalsed luud. Lindude sääreluu on seega tõeliselt **sääre-kannaluu** (*tibiotarsus*). Kanna distaalsed luud ja pöia (metatarsuse) luud liituvad omakorda pikaks tugevaks kanna-pöialuuks ehk **jooksmeluuks** (*tarsometatarsus*). Kannaliiges jääb lindudel seega kanna proksimaalsete ja distaalsete luude vahele ehk kanna sisse ja on seega intertarsaalne (191. joon.) samuti nagu reptiilidel. Varbaid on enamikul lindudel 4, kusjuures esimene varvas suundub tavaliselt taha, teised suunduvad ettepoole. Kõndimisel toetuvad linnud ainult varvastele — nad on varvulkõndijad ehk digitigraadid.

Lindude **koljut** iseloomustab 1) ajukolju suhteliselt väga suur maht, 2) suured orbiidid ja 3) koljukaane luude kokkukasvamine. Orbiidid on niivõrd suured, et nende vahesein on õhuke ja ajukolju nihkub tahapoole, mistõttu suur kuklamulk jääb selle alla. Koljukaane luude kokkukasvamine on kohastumus lendamiseks: liitunud luudega koljukaas on õhuke ja kerge (õmbluste varal liitumine eeldab paksemaid luid). Osalt on koljukaane luude liitumine seoses ka noka ülesannetega, mis nõuab koljult suurt tugevust.

Kolju luude vahekohti võime täheldada noortel lindudel (192. joonis). Ajukolju kuklapiirkonnas leiame neli kuklaluud.



192. joon. Noore jaanalinnu kolju. Luud on üksteisest eemale nihutatud. 1 — küljekuklaluu, 2 — ülakuklaluu, 3 — soomusluu, 4 — põhikiilluu (lisakiilluuga liitunud), 5 — lisakiilluu, 6 — tiibkiilluu, 7 — kiiruluu, 8 — laubaluu, 9 — silmakiilluu, 10 — sõelluu, 11 — pisaraluu, 12 — ninaluu, 13 — ees-ülalõualuu, 14 — ruutluu, 15 — tiibluu, 16 — suulaeluu, 17 — ülalõualuu, 18 — sarnaluu, 19 — ruutsarnaluu, 20 — hambaluu, 21 — nurgaluu, 22 — liigeseluu, 23 — ülanurgaluu.



193. joon. Roherähni keeleaparaat ja selle liikumine. A — puhkeseisund, B — ettesirutatud keelega. 1 — keeleluu sarved, 2 — keeleluu keha.

Nendest aluskuklaluu ja küljekuklaluud moodustavad ühe ainsa **kuklapõnda**, nagu on reptiilidelgi. Kõrvapiirkonnas tekib kolm **kõrvaluud** (samuti nagu reptiilidel), mis üksteisega ja kuklaluudega hiljem liituvad ühiseks koljukaane osaks. Kolju põhimikul, oimupiirkonnas, leiame **aluskiilluu** (*basisphenoideum*), mis lõpeb ees nokisega (*rostrum*). Nokis kujutab endast lisakiilluu (parasfenoidi) jäänust. Aluskiilluu külgedele jäävad **külje-** ja **silmakiilluu** (*latero- et orbitosphenoideum*). Ninapiirkonnas, orbiitide vaheseina eesmises osas, tekib **keksõelluu** (*mesethmoideum*). Kolju ülemises ja külgmistes osades tekivad katteluud: **kiiruluu** (*parietale*), **laubaluu** (*frontale*), **soomusluu** (*squamosum*), **ninaluu** (*nasale*) ja **pisaraluu** (*lacrimale*). Ka need luud hiljem liituvad. Kolju eesosa põhja katteluuks on **sahkluu** (*vomer*).

Lindude näokolju kõige suurem ja iseloomulikum luu on **ees-ülalõualuu**. Sellest tagapool asub **ülalõualuu**, mis liitub ees-ülalõualuu ja ninaluuga ühiseks suureks paarituks ülanokaluuks. Ülalõualuu külgedelt tahapoole suundub **sarnaluu** (*jugale*), mis koos peenikese **ruutsarnaluuga** (*quadratojugale*) moodustab alumise sarnakaare. Ruutsarnaluu liigestub tagapool **ruutluuga** (*quadratum*), mis on lindudel seega liikuv (streptostüülia). Suulaepiirkonnas, tagapool, leiame **suulaeluu** (*palatinum*), selle ja ruutluu vahele jääb **tiibluu** (*pterygoideum*). Teisene kõvasuulagi lindudel puudub. Lindude alalõualuu (*mandibula*) on alanoka toeseks ja koosneb nagu reptiilidelgi mitmest osast: liigeseluust, hambaluust, plaatluust, nurgaluust ja ülanurgaluust. Hüomandibulaar muutub kuulmetulbakeseks (*columella auris*) ja hüoidkõhr koos lõpusekaarte kõhrede jäänustega moodustab keeleluu. Keeleluu tagasarved on pikad ja rähnidel kõverduvad nad koguni ülespoole, üle kolju, kus nad laubapiirkonnas kokku ulatuvad (193. joon.).

Lindude **lihastikku** iseloomustab paiguti väga tugev eristumine, paiguti aga mandumine.

Tugevasti on eristunud eeskätt vistseraalsed lihased vastavalt keele ja alanoka suurele liikuvusele.

Somaatilistest lihastest on kõige paremini arenenud ja eristunud kõhu, rinna, kaela ning eriti jäsemete lihased. Selja lihased seevastu on vastavalt liitristluu tekkele nõrgalt arenenud.

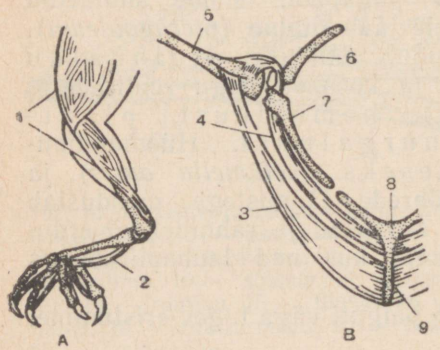
Roietevahelised lihased (*mm. intercostales*) ja roiete tõsturid suurendavad rinnaõõne mahtu, kõhu põiklihased vähendavad seda.

Jäsemete lihased asetsevad peamiselt kerel ja saadavad jäsemetesse ainult oma pikad ja peenikesed kõõlused.

Eesjäseme (tiiva) lihastest väärivad eriti tähelepanu suur rinnalihas ja rangluulihas. **Suur rinnalihas** (*m. pectoralis major*) täidab rinnaluu ja rinnaluu kiilu vahelise ruumi, algab rinnaluu kiilult ning rangluult ja kinnitub õlavarreluu alumisele servale ning tõmbab seega lendamisel õlavart ette- ja allapoole. Suur rinnalihas on linnu kõige võimsam lihas, moodustades koos rangluulihasega kuni 20% linnu kaalust. **Rangluulihas** (*m. subclavius*) asub suure rinnalihase all, saadab oma pika kõõluse abaluu selgmisele pinnale ja funktsioneerib seega kui õlavarre eemaldaja (194. joon.).

Tagajäseme lihastiku moodustavad kuni 35 eri lihast. Nendest mainiksime siin kaarlihast ja süva varvastepainutajat. Kuigi need lihased kõikidel vormidel ei esine, pälvivad nad siiski tähelepanu lindudel puuokstest kinnihoidmise mehhanismi mõistmise seisukohalt.

Kaarlihas (*m. ambiens*) algab puusaluul, puusanapa läheduses ja siirdub siit reie sisemisele küljele, kus ta läheb üle kõõluseks, mis kaardub üle põlveliigese ja liitub siis varbapainutajaga. Kui lind laskub oksale ja tagajäse põlvest kõverdub, siis tõmbub kaarlihas sirgu, pingutab varbapainutajaid ja varbad painduvad mehhaaniliselt kõvasti ümber oksa, nii et lind sellelt maha kukkuda ei saa.



194. joon. Linnu tagajäseme (A) ja lennulihased (B). 1 — tagajäseme lihased, 2 — kõõlus, 3 — suur rinnalihas, 4 — rangluulihas, 5 — õlavarreluu, 6 — abaluu, 7 — kaarnaluu, 8 — rinnaluu, 9 — rinnaluu kiil.

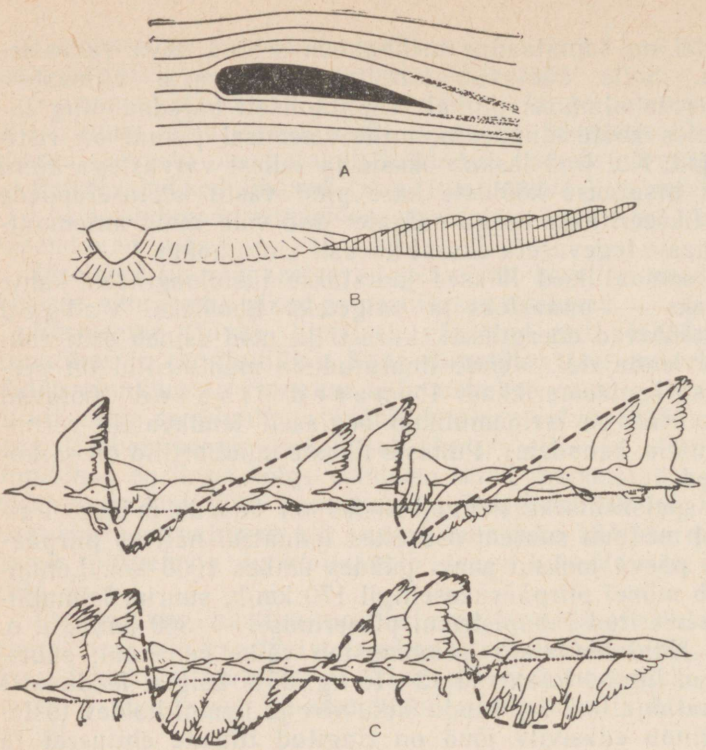
Värvulistel on samalaadne mehhanism seotud **süva varvastepainutajaga**. Selle kõõlused kinnituvad varvaste viimastele lülidele, on oma alumisel pinnal rasplitaoliselt karedad ning liiguvad erilistes kõõlusetuppedes, mille sisemisel pinnal on ristipidised harjad. Kui lind laskub oksale ja sellest varvastega kinni haarab, siis litsutakse kõõluste kare pind vastu kõõlusetuppede harjasid ja fikseeritakse seega paigale: lind võib nüüd automaatselt, ilma lihaste tegevuseta oksast kõvasti kinni hoida.

Lindude somaatilised lihased jaotatakse füsioloogiliselt kahte tüüpi lihasteks — punasteks ja valgeteks lihasteks. V a l g e d l i h a s e d töötavad energiliselt, kiiresti ja neid esineb eriti rohkesti headel lendajatel. Nende lihaskiudude müofibrillid on peenikesed ja sarkoplasmarikkad. P u n a s e d l i h a s e d töötavad aeglasemalt. Nad on iseloomulikud aeglaselt lendavatele vormidele (faasanitele, kanadele). Punaste lihaste müofibrillid on sarkoplasmavaesed.

Lindude spetsiifiliseks liikumisviisiks on l e n d a m i n e. Paljudel liikidel möödub suurem osa elust lennates: näiteks piirpääsuke lendab päeva jooksul saaki püüdes umbes 1000 km. Lennukiirus ulatub mõnel piirpääsukeseliigil 170 km/h, suurim lennukiirus on registreeritud rabapistrikul pikeerimisel — 360 km/h, s. o. 100 m/sek.! Häid lendajaid iseloomustab väike kehakaal: suurimad lendavad linnud kaaluvad 12—16 kg, 85% kõigist lendavaist lindudest kaalub alla 2 kg. Lindu õhku viiv ja lennul hoidev tõstejõud ning lindu edasiviiv jõud on tingitud tiibade ehitusest ja tööst. Tõstejõud tekib tänu tiiva ristlõikele ja hoosulgede paindele tiiva eri osades (195. joon.). Tiiva langetamisel tekib edasiviiv jõud labahoosulgede piirkonnas. Seega tekib vastuliikuv õhuvool, mis tingituna tiiva kujust loob tõstejõu, eriti küünrahoosulgede piirkonnas. Tõstejõud tasakaalustab keha raskuse tingimusel, et edasiliikumine toimuks teatava minimaalse kiirusega ja et tiiva pind oleks teatava minimaalse suurusega: tõstejõud on proportsionaalne tiiva pindalaga. Seega on lennu kiirus, tiivalöökide sagedus ja tiiva pindala üksteisest sõltuvad suurused. Tiiva pindala kehakaalu 1 g kohta on suurim headel lendajatel: näiteks suitsupääsukesel 7,0, kuldnokal 2,2, aga laululuigel 0,6 cm^2.

Linnu lendamise viis sõltub tema eluviisist ja lihaste ehitusest. Eristatakse sõudelendu, rappelendu ja purilendu. **Sõudelend** on tavaline lendamisviis ja toimub tiibade aktiivse üles-alla liigutamise teel. **Rappelend** on sõudelennu omapärane variant: lind vehib küll tiibadega, kuid püsib õhus paigal. Seda lennuviisi kasutavad mõned liigid (tuuletallaja, kalakotkas) saagi varitsemisel ja koolibrid nektarist toitumisel (vt. 372. lk.). **Purilennul** lind tiibu ei liiguta, vaid laseb end kanda tõusvate õhuvoolude poolt. Purilendu kasutavad näiteks toonekured, kotkad ja paljud teised suured linnud.

Tiivad etendavad lindudel suurt osa ka **sukeldumisel**. Sukel-



195. joon. Linnu lennumehhanism. Tiiva profiil (A), tiiva keerdumine tiiva langetamisel (B), tiiva asendid lennul (C). Tiiva profiilist tingituna tekib tiiva pinnal õhuhõrendus, mis loob tõstejõu. Lindu edasiviiva jõu loob tiiva langetamisel propellerjaks muutuva tiiva tipmine osa.

lindude tiivad on kitsad ja väikesed, tiibade lihastik on üldiselt nõrgemini arenenud, kuid rangluulihas areneb siiski hästi välja ja saavutab peaaegu võrdse kaalu suure rinnalihasega. Vastavalt tiiva ehituse niisugusele muutumisele on sukellinnud halvad lendajad. Sukeldumisel töötavad linnul ka jalad aerudena kaasa ja kooskõlas sellega on neil varvaste vahel ujulestad.

Liikumine maapinnal ja puu otsas on lindudel arenenud mitmes suunas ja vastavalt sellele on niisugustel lindudel ka jalad ehituselt ja küüniste kujult väga erinevad: sumajalad, röövjalad, puisjalad, hüppejalad, ujujalad jt.

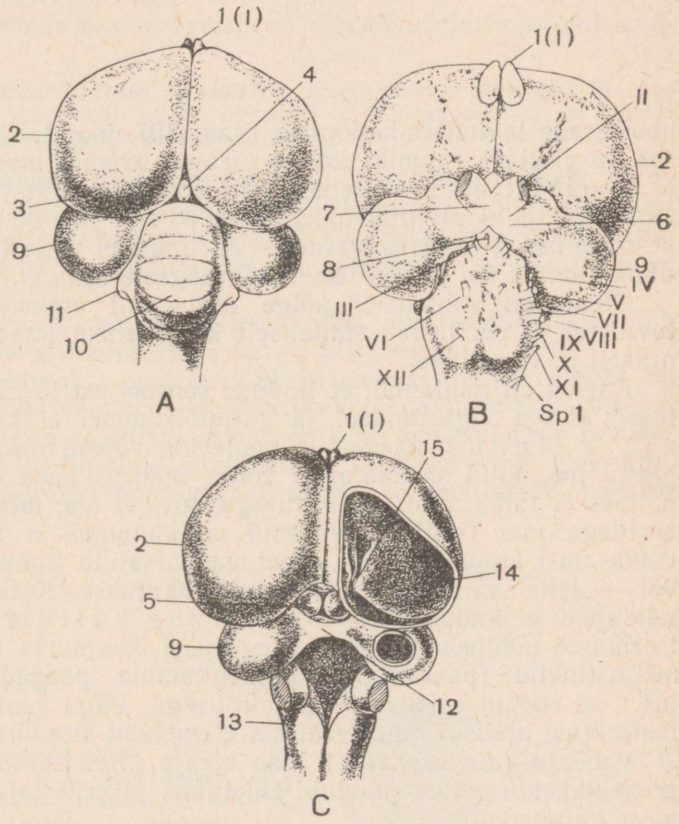
1) Miks luude pneumaatilisus nende tugevust ei vähenda? 2) Missuguste reptiilide roietel on konksjätked? 3) Millised osteoloogilised tunnused on lindudel ja reptiilidel ühised? 4) Miks ei saanud tiibsisalikulistest linde kujuneda?

3. **Närvisüsteem.** Lindude **seljaaju** moodustab õla- ja nimmeosas tugeva paisumuse samuti nagu reptiilidelgi. Liitristluu

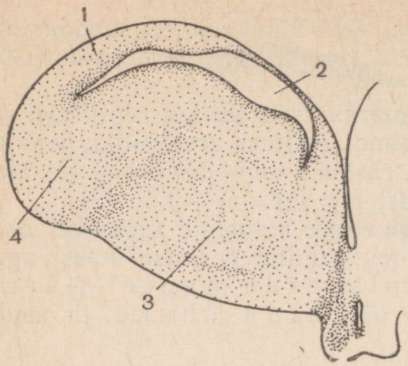
piirkonnas on seljaaju keskkanal niivõrd laienenud, et moodustab ruumika urke. Samasugune urge on ka väljasurnud dinosauruste seljaaju ristluupiirkonnas.

Peaaju on lindudel suhteliselt märksa suurem kui reptiilidel ja osalt ka hoopis kõrgemal arenguastmel. Näiteks arusisaliku peaaju kaalub 50 mg, umbes arusisaliku·raskuse aed-põõsalinnu peaaju aga 580 mg, kuldnoka peaaju 1800 mg jne.

Lindude peaaju suhteliselt kõige enam arenenud (suurem) osa on **otsaju** (*telencephalon*) (196. joon.), mille peamise massi aga moodustavad **juttkehad**, otsaju poolkerade mantel (järelikult ka koor) seevastu on väga õhuke ja asub



196. joon. Tuvi peaaju. A — tagantvaade, B — eestvaade, C — vatsake avatud, väikeaju eemaldatud. 1 — eesaju haistesagarad, 2 — suuraju poolkerad, 3 — vaheaju, 4 — käbikeha, 5 — vaheaju talamused, 6 — nägemiskulglad, 7 — nägemisnärvide ristmik, 8 — lehter hüpofüüsiga, 9 — keskaju nägemissagarad, 10 — väikeaju, 11 — väikeaju tätrakesed, 12 — nägemiskommissuur, 13 — piklikaju, 14 — juttkehad, 15 — otsaju ja vaheaju vatsakestevaheline ava, I kuni XII — peaajunärvid.



197. joon. Linnu (varblase) otsaju poolkera ristlõige. 1 — külgsein, 2 — otsaju vatsake, 3 — vanajuttkeha, 4 — uus- ja ülajuttkeha.

poolkerade lagimises-keskmises osas (197. joon.). Otsaju vatsakesed on pilujaks ruumiks kokku surutud. Otsaju mantli külgmised osad «rändavad» oma arenemisel juttkeha suunas ja liituvad sellega, muutudes ülajuttkehaks ehk epistriaatumiks. Otsaju eesmine osa — haistesagarad — on lindudel väga tugevasti mandunud, enam kui ühelgi teisel selgroogsete rühmal.

Otsaju on suhteliselt kõige nõrgemini arenenud kanalistel, tuvilistel ja partlastel, suhteliselt kõige enam papagoilistel, rähnilistel ja värvulistel.

Katsed on näidanud, et lindude sensoorsed ja motoorsed talitlused otsaju vigastamisel ja väljalõikamisel ei kannata. Otsajuta linnud näevad ja kuulevad, võivad nokkida, kõndida, joosta jne., kuid on kaotanud võime ümbruskonda «mõista»: kull näiteks ei taipa, mida teha hiirega, tuvi ei tea, mis peale hakata teradega jne. Tingitud refleksid on kadunud ja linnul puudub võime uusi kujundada. Ka muutuvad otsajuta linnud inaktiivseks või — teine äärmus — «mõttetult rahutuks». Katsed on ühtlasi näidanud, et lindude instinktiivne käitumine ja orienteerumine põhineb juttkehade tegevusel, kusjuures keerukad sigimisinstinktid (paaritumine, pesaehitamine, poegade hooldamine jne.) on seotud epistriaatumi talitlusega. Väga suurt osa lindude instinktide ajalisel reguleerimisel etendavad sisenõrenäärmed.

Vaheaju (*diencephalon*) jääb otsaju alla. Epifüüs on nõrgalt arenenud, kiiruelund puudub. Hüpofüüs ja eriti talamus on hästi välja kujunenud.

Silmapaistvalt tugevasti on arenenud **keskaju** (*mesencephalon*). Selle sagarad — nägemissagarad ehk kaksikkeha — on aga otsaju võimsa arenemise tõttu peaaju külgedele tõrjutud. Kaksikkeha koor (hallollus) on tugevasti eristunud ja etendab keerukate liigutuste koordineerimisel suurt osa. Ka on ta alles nägemiserutuste peamiseks vastuvõtukeskuseks (nagu alamatel selgroogse-

tel). Keskaju koorde tuleb ka kuulmis-, kompe- ja valuerutusi, keskajul on tihe seos talamuse ja juttkehaga. Siit selgub ühtlasi, et liigutuste koordineerimisel ja välismaailmaga suhtlemisel on lindudel nägemine peamise tähtsusega.

Suhteliselt õige võimsalt on lindudel arenenud ka tagaaju (*metencephalon*) selgmine osa — **väikeaju** (*cerebellum*). Selle selgmine pind on ristipidiste sügavate vaokeste varal kitsasteks sagarateks (lehtedeks) jaotatud ja kannab seetõttu **ussi** (*vermis*) nimetust. Ussi külgedel asuvad väikesed sopistised — **tätrakesed** (*flócculi*). Väikeaju kui selgroogsete «lokomotsiooni ja staatika elundi» tugev areng ja keerukas ehitus on seoses keerukate ja kiirete lennuliigutuste reguleerimisega.

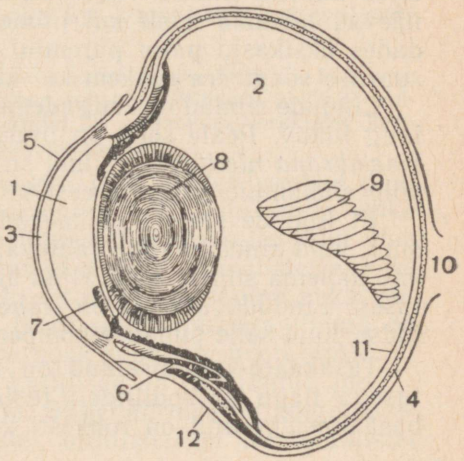
Piklikaju (*medulla oblongata*) on lühenenud ja tugevasti kooldunud.

1) Milles avaldub lindude ja reptiilide otsaju ehituse sarnasus? 2) Mistõttu on lindudel instinktide rohkus võimalik? 3) Millega seletada, et lindude piklikaju on lühenenud ja kooldunud?

4. **Meeleelundid.** Meeleelundid on lindudel ebaühtlaselt arenenud. Väga nõrgalt on arenenud **haisteelundid.** Linnud, vähemalt enamik neist, ei eralda lõhnu. See on ka arusaadav: kiirel lennul ei etenda haistmine kuigi suurt osa, pealegi ei ole kõrgemates õhukihtides midagi haista.

Paremini on arenenud **maitseelundid.** Maitsepungakesi võib täheldada keele all, suulaes ja kurgu piirkonnas.

Lindude juhtivaks meeleks ümbruskonnas orienteerumisel on nägemine. **Silmad** äratavad tähelepanu kõigepealt oma suurusega. Suurte kulliliste ja kakuliste silmad on isegi suuremad kui inimese silmad. Kujult on lindude silmamunad koonilised või laberikud. Sarvkest (kornea) on tugevasti kumer ja veelindudel paksem



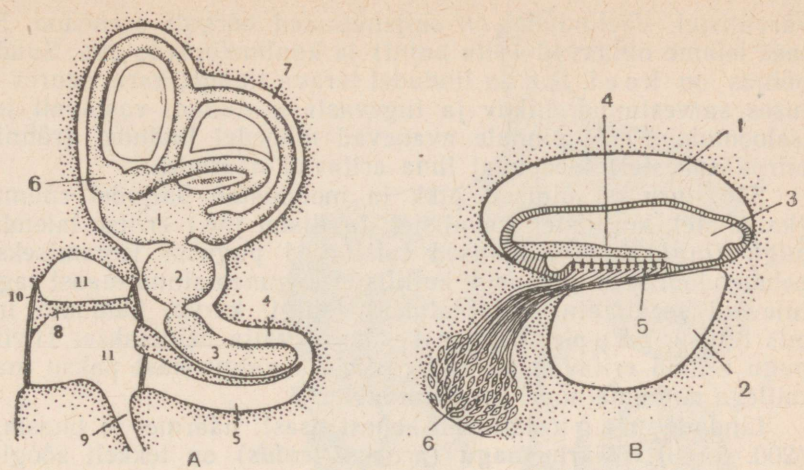
198. joon. Rõövlinnu silma ehitus. 1 — eeskamber, 2 — tagakamber, 3 — sarvkest, 4 — soonkest, 5 — sidekest, 6 — ripslihas (Cramptoni lihas), 7 — vikerkest, 8 — lääts, 9 — lehvik, 10 — nägemisnärv, 11 — võrkkest, 12 — kõvakest.

kui maismaalindudel (198. joon.). Kõvakest (skleera) on võrdlemisi paks, kõhrkoerikas ja sisaldab enamikul liikidel oma eesosas luuplaadikesi, mis moodustavad **sklerotikaalrõnga** — silmamuna toese. Eriti suur (torujas) sklerotikaalrõngas on kakuliste silmal. Vikerkesta (iirise) lihased ahenevad ja laiendavad silmaava (pupilli), kusjuures pupilli välimised ahendajad lihased, surudes läätsele, muudavad selle eest veelgi kumeramaks (akommodatsioon). Sklerotikaalrõnga eesserva kohal asetseva ripskeha lihased aitavad samuti läätse eesosa kuju kumerdada ja seega akommodatsiooni teostada. Lindude silma akommodatsioon on seega kahekordne ja toimub läätse kuju muutmise teel (nagu roomajatelgi). Ühtlasi aga koosnevad lindude vikerkesta ja ripskeha lihased vöötlihaskiududest, võimaldades seega tugevat ja väga kiiret akommodatsiooni, mis on kooskõlas keskkonnatingimuste kiire vaheldumisega lendamisel ja sukeldumisel. Eriti tugev akommodatsioonivõime on sukellindudel. Silmamuna soonkestast (silmamuna põhjas) ulatub silmamuna klaaskehha (nagu roomajatelgi) iseloomulik kurdunud plaatjas ja veresoonterikas jätke — **lehvik** (*pecten*). Eriti suur on see rõõvlindudel. Lehvik on eeskätt klaaskeha ja võrkkesta toiteelund, kuid samal ajal liikumise tajumise soodustaja. Soonkestast seespool on mõnedel öölindudel õhuke **läikepiige** (*tapétum lúcidum*), mis «püüab» nõrku valguskiiri. Silmamuna retseptoorne osa — valgusärritustele reageeriv võrkkest (retiina) — on erakordselt täiusliku ehitusega. Öölindudel on siin ülekaalus kepikesed, päevalindudel kolvikesed, kuid kepikeste ülekaalu võib täheldada ka pääsukestel ja piirpääsukestel. Kolvikeste arv on lindude silma võrkkestas väga suur ja neid on paljudel lindudel mitu korda tihedamini kui inimese silma võrkkestas. Kolvikestes leiame värvilisi õlitilgakesi, mis täidavad valgusfiltrite ülesannet. Kõige selle tõttu näevad linnud väga hästi. Katsed on näidanud, et linnud näevad niisama hästi kui inimene, kuid märksa täpsemalt, eraldades üksikasju palju paremini. Pistrikud näiteks tunnevad tuvisuuruse saagi ära rohkem kui kilomeetri kõrguselt.

Lindude silmad on **laugudega.** Enamikul lindudel on ainult alalaug liikuv. Peale selle on lindude silmadele omane veel **pilkkile** (*membrana nictitans*) (silma sisenurgas), mis samuti on liikuv ja võib silmamuna sirmina eest kinni katta.

Et lindude silmad paiknevad pea külgedel, on neil küll väga suur, kuid ainusilmaline vaateväli. Kahe silmaga vaatamisel kattuvad mõlema silma vaateväljad ainult osaliselt, kõige enam 60° ulatuses. Lindude silmad on väheliikuvad, kakulistel ei liigu nad üldse, kuid selle puuduse kompenseerib kaela suur liikuvus.

Tasakaalu-kuulmiselund on lindudel üldiselt samalaadse ehitusega nagu krokodillidel: teojuha on võrdlemisi pikk ja tema basaalmembraanil on rohkesti kuulmerakke (199. joon.). Seetõttu



199. joon. Linnu (ja roomaja) kuulme ehitus. A — kesk- ja sisekõrv: 1 — ovaalkotike, 2 — ümarkotike, 3 — teojuha (milles asetseb Corti elund), 4 — esikuastrik, 5 — teoastrik, 6 — lookjuhade ampullid, 7 — lookjuha, 8 — kuulmetulbake, 9 — kuulmetõri, 10 — trummikile, 11 — trummiõõs. B — teojuha ristlõik: 1 — esikuastrik, 2 — teoastrik, 3 — teojuha, 4 — kattekile, 5 — Corti elund (meelerakud), 6 — kuulmisnärvi (teonärvi) ganglion.

kuulevad linnud väga hästi: inimesega võrreldes on paljudel lindudel kuulmisteravus isegi suurem, kuid tajutavate helilainete sageduse ulatus märksa väiksem.

Kuulmeluukesi on lindudel (nagu amfiibidel ja reptiilidel) keskkõrvas üks — **kuulmetulbake.** Kuulmetõrved on peenikesed ja avanevad neelu ühise ava kaudu. Trummikile asetseb lehterja augu põhjas. See auk vastab imetajate välimisele kuulmekäigule.

Lindude nahas on rohkesti kompekehakesi: röövlindudel ning hanelistel noka vahanahal, teistel aga üle kogu keha kattesulgede alumikul.

1) Mis kasu on veelindudel silmamuna paksust sarvkestast? 2) Mis kasu on lindudel sellest, et nende akommodatsioon toimub vöötlihaste abil? 3) Millega seletada, et pääsukestel ja piirpääsukestel on silmamuna võrkkestas kepikesed ülekaalus? 4) Millest on tekkinud kuulmetulbake?

5. Seedeelundid. Toitumisökoloogia. Et lindudel hambad puuduvad, siis toimub toidupalade haaramine ja kinnihoidmine **noka** abil. Noka kuju on lindudel väga mitmesugune ja selle järgi võib otsustada, milline on linnu toidubaas ja elukoht. Hanelistel näiteks on lame, rõõneliste servadega nokk: on ilmne, et selline nokk võimaldab veest toitu välja kurnata ja et sellise nokaga linnud on veelinnud; vintlaste tugev kooniline nokk sobib seemnete nokkimiseks; konksja ning terava nokaga kullilised on röövlinnud jne.

Suuõõs on lindudel kitsavõitu. **Süljenäärmed** on kõige paremini arenenud kanalistel, rähnilistel, kullilistel ja teratoidulistel

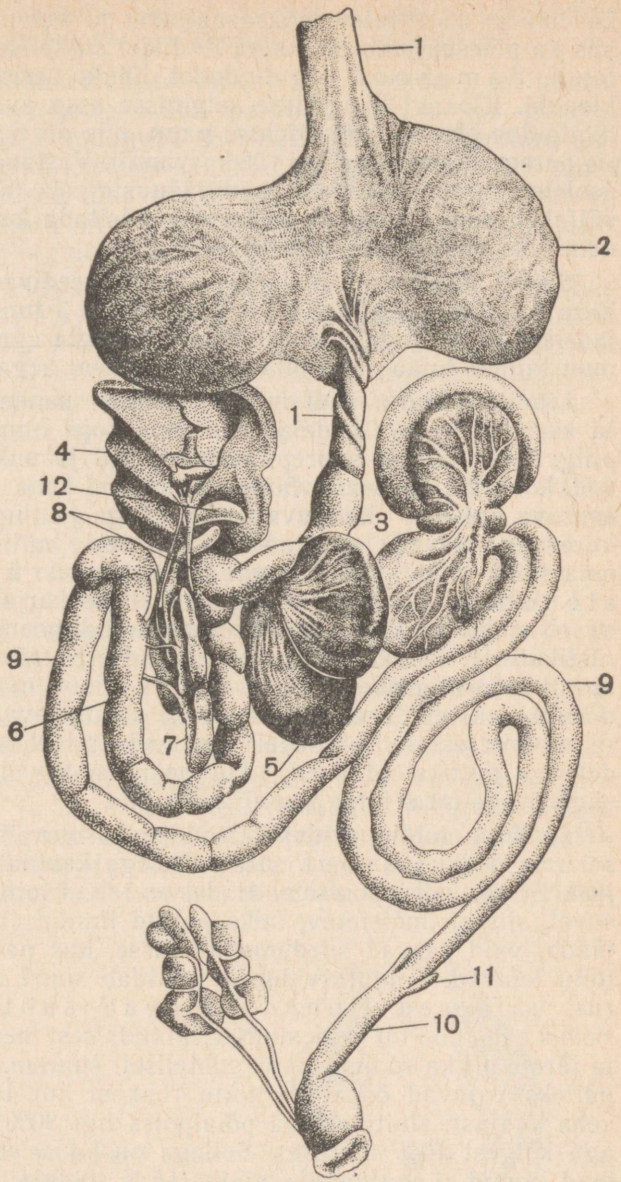
värvulistel. Veelindudel on süljenäärmed nõrgalt arenenud, Suulaes leiame ninaavad (pilu kujul) ja kuulmetõrvede ava. Suuõõne põhjas on k e e l. See on lindudel terava tipuga, kare, suures ulatuses sarvestunud, liikuv ja tugevasti eristunud, vastavalt toidu iseloomule. Keele pinnale avanevad mõnedel lindudel (rähnidel, piirpääsukestel) kleepuvat lima eritavad näärmed.

Söögitoru on üldiselt pikk ja moodustab paljudel rühmadel (kanalistel, kullilistel, kakulistel, tuvilistel jne.) erilise laiendi — **pugu** (*inglúvies*). Kanalised talletavad pugusse leotamiseks ja pehmendamiseks seemneid, kullilistel koguneb sinna maost tagasitulevaid seedimata toidujäätmeid (sulgi, karvu, hambaid jne.), mis hiljem r ä p p e t o m p u d e kujul välja heidetakse. Tuviliste pugu seinad eritavad piimjat rasva- ja valgurikast paksu massi, millega nad oma noori poegi toidavad.

Lindude m a g u koosneb kahest osast: näärme- ja lihasmaost (200. joon.). **Näärmemagu** (*proventriculus*) on tekkelt söögitoru tugevasti eristunud osa, **lihasmagu** (*ventriculus carnosus*) seevastu vastab reptiilide maole. Näärmemao näärmed toodavad seedemahla (pepsiini); paljudel lihatoidulistel lindudel on see niivõrd mõjus ning soolhapperikas, et võib lõhustada isegi luid ja kalasoomuseid. Lihasmagu on oma nimetuse saanud sellest, et tema seinte lihaskest on paljudel lindudel erakordselt paks. Lihasmao limaskest on õhuke ja selle näärmed eritavad sarvainerikkaks kileks tarduvat vedelikku. Lihasmagu on suure tähtsusega toidu peenestamisel. Peenestamisele aitavad kaasa liivaterad ja väikesed kivid, mida mõned linnud tahtlikult alla neelavad. Vastavalt lihasmao ülesandele on tema seinad eriti paksud neil liikidel, kes toituvad kõvadest seemnetest, pungadest, limustest jne. (kanalised, tuvilised, osa värvulisi jt.). Ka on niisugustel lindudel lihasmao kile palju paksem. Katsed on näidanud, et niisugustes lihasmagudes muutuvad tinahaavlid laiadeks lehtedeks, klaaskuulid purunevad kildudeks jne. Lihatoidulistel lindudel (kullilistel, kakulistel jne.) on lihasmagu õhukeste seintega.

Reptiilidega võrreldes on lindudel **sool** suhteliselt pikk, kuid imetajatega võrreldes lühike. Ka soole pikkus on kooskõlas toidu koostisega. Liha- ja putukatoiduliste lindude peensool on lühike ja laiem kui kala- ja taimetoidulistel. Kõige pikem sool on näiteks kalakotkal, hallhaigrul, tuvidel ja hanedel, kõige lühem — vaenukäol, öösorril, mõnedel rähnidel ja värvulistel.

Morfoloogiliselt liigendub lindude sool p e e n- ja j ä m e s o o l e k s. Nende vahekohale avaneb kaks (harva üks) **umbsoolt** (*caecum*), mis on fülogeneetiliselt vanapärastel lindudel (kanalistel, hanedel, kurvitsalistel) enamasti hästi arenenud, teistel aga mandunud või puuduvad hoopis. Talitluselt on lindude umbsooled taimejäänuste (tselluloosikestade) bakteriaalse käärimise kohaks. Peensoole algusosa käärus leiame **kõhunäärme**, mis on eriti teratoidulistel lindudel hästi arenenud. Peensoole algusossa suubub



200. joon. Tuvi seedeelundid. 1 — söögitoru, 2 — pugu, 3 — näärmemagu, 4 — maks, 5 — lihasmagu, 6 — kaksteistsõrmik, 7 — kõhunääre (pankreas), 8 — sapijuhad, 9 — peensool, 10 — pärasool, 11 — umbsooled, 12 — põrn.

ka maksast tulev maksasapijuha, ja kui on olemas sapipõis, siis ka põiesapijuha. Maks on lindudel suhteliselt suurem kui imetajail. Jämesool on lindudel lühike, eristumata ja avaneb **kloaaki.** Kloaagi kaugmisse selgmisse ossa avaneb umbne kotjas lümfoidne elund — **Fabriciuse paun**, mis on noortel lindudel hoopis paremini arenenud kui täiskasvanuil. Vastavalt lühikesele jämesoolele toimub lindudel toidujäänuste (ja ainevahetusjääkide) väljaheitmine sagedasti, mida võib käsitada kui kohastumust lendamiseks (kehakaalu vähendamine).

Seedimine on lindudel kiire. Nii seedivad näiteks kakulised hiire 4 tunniga, hallõgija seedib putukad 3 tunniga; lihakad marjad läbivad paljudel värvulistel seedekulgla aga juba 10 minutiga, muu taimse toidu seedimine võtab rohkem aega.

Lindude **toidu laadi** määrab eeskätt nende lennuvõime, noka ja keele ehitus, jalgade ja küüniste kuju ning tugevus. Näiteks pingviinid, kes on suurepärased ujujad ja sukeldujad, kuid halvad kõndijad ja lennuvõimetud, saavad oma toidu veest; laialt avatava nokaga või teravate küünistega ja tugeva terava nokaga kiired ja osavad lendajad (pääsukesed, kullilised jne.) saavad oma toidu õhust jne. Enamik linde on eurüfaagid, vähemik stenofaagid. Stenofaagid on näiteks karjarästas (toitub peamiselt sihktiivalistest), madukotkas (toitub peamiselt nastikutest ja rästikutest), kalakotkas (toitub kaladest), männi-käbilind (toitub ainult männiseemnetest) jne. Paljud linnud muudavad oma toitumisviisi vastavalt aastaajale ning saadaolevale toidule. Näiteks mitmed vareslased on suvel, sügisel ja talvel teratoidulised, kevadel aga putukatoidulised; kuldnokk on kevadel putukatoiduline, sügisel aga tera- ning puuviljatoiduline.

Lindude **toidutarvidus** on üldiselt suur. Talvel on see suurem kui suvel, sest pakasega kaotab keha rohkesti soojust. Et aga põhjapoolsetel aladel on talvel toitu hoopis vähem kui suvel, siis on mõistetav, miks paljud linnud ei saa talveks sinna jääda, vaid peavad siirduma lõunasse, kus nad vajalikul määral toitu leiavad. Toidutarvidusele avaldab suurt mõju ka keha suurus: väikesed linnud vajavad suhteliselt palju rohkem toitu kui suured linnud, sest nendel on keha pind ja järelikult ka soojuse kadu suhteliselt suurem. Väikesed koolibrid näiteks vajavad ööpäevas toitu rohkem kui 100% ulatuses oma keha kaalust, sinitihane ja põialpoiss ligi 30% ulatuses, kanakull aga kõigest 10% ulatuses. Sellega on ka seletatav, miks väiksemad linnud ei saa kauaks ajaks jääda toiduta: kanad näiteks võivad nälgida umbes 12 päeva, mõned väikesed linnud aktiivsusperioodil aga kõigest mõni tund. Lindude toidutarvidus suureneb tunduvalt ka sigimisajajärgul.

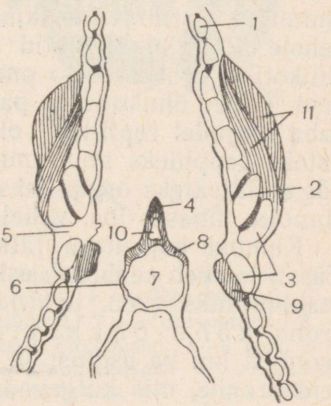
1) Millega seletada, et teratoidulistel lindudel on süljenäärmed hästi arenenud, veelindudel aga väga nõrgalt? 2) Millega seletada, et lihatoiduliste

lindude lihasmagu on õhukeste seintega? 3) Millega seletada, et kullilistel umbsooled puuduvad? 4) Mis kasu on lindudel kiirest seedimisest?

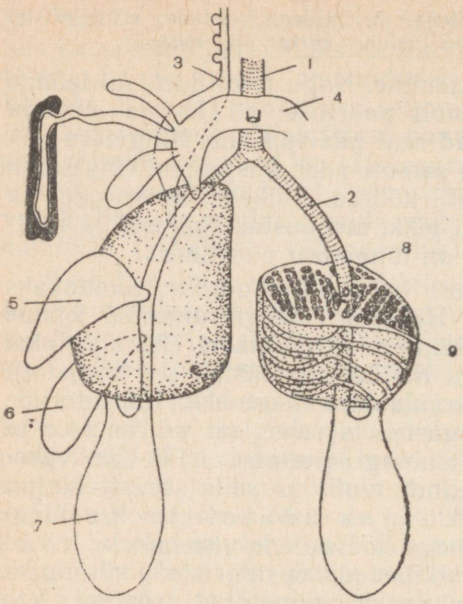
6. **Hingamiselundid. Häälitsemine.** Nagu reptiilidel, nii leiame ka lindudel **kõris** (*larynx*) ainult paarilise p i l k- ja paaritu s õ r m u s k õ h r e. Ka puuduvad seal häälepaelad. **Hingetoru** ehk trahhea on seoses pika kaelaga samuti pikk, kusjuures tema seinu toestavad rõngalaadsed luud või kõhred. Luikede, sookurgede ja toonekurgede hingetoru on eriti pikk, moodustab lingusid ja talitleb resonaatorina. Pingviinidel on hingetoru paariline.

Rinnaõõnes jaguneb hingetoru kaheks kopsudesse suunduvaks **kopsutoruks** ehk b r o n h i k s. Hingetoru hargnemiskohal leiame lindudel iseloomuliku häälitsuselundi — **laulukõri** ehk **süürinksi** (*syrinx*) (201. joon.). Enamikul liikidel moodustub see hingetoru kaudaalsetest ja kopsutorude kraniaalsetest osadest. Kopsutorude kraniaalsete laienenud poolrõngaste «tasemel» on v ä l i m i n e ja s i s e m i n e h ä ä l e k i l e. Kummagi sisemise häälekile vahekohale jääb luuline (või kõhreline) niplik ja selle servalt ulatub hingetorusse sagitaalne p o o l k u u j a s h ä ä l e k i l e. Kummagi kopsutoru algusosas kujuneb seega häälekilede vahekohale h ä ä l e p i l u. Hingetoru rõngastelt lähevad kopsutorude poolrõngastele lihased, mille kokkutõmbumisel nimetatud rõngad kas tõusevad, langevad või pöörduvad, muutes häälepilude kuju ja suurust. Mida suurem on niisuguste l a u l u l i h a s t e arv, seda mitmekesisem ja helirikkam on lindude laul. Laululindudel on tavaliselt 7 paari laululihaseid, täiesti puuduvad need aga jaanalinnul, toonekurgedel, Ameerika kondoritel ja enamikul sõudjalalistel.

Lindude tavaline mänguhäälitsus ehk l a u l on omane enamasti isaslindudele ja on seotud pesitsusajaga. Mänguhäälitsust tuleb pidada osalt signaaliks, mis väljendab linnu «omandiõigust» tema poolt okupeeritud ja kaitstavale maa-alale, osalt on ta vastassugupoole juurdemeelitamise vahendiks. Peale laulu erista-



201. joon. Linnu laulukõri (süürinksi) ehitus. 1 — hingekõri kõhr (läbilõige), 2 — esimene kopsutorukõhr, 3 — teine ja kolmas kopsutorukõhr, 4 — poolkuujas häälekile, 5 — välimine häälekile (välimine vibreeriv membraan), 6 — sisemine häälekile, 7 — rangluu-õhukott, 8 — sisemine häälekurd, 9 — välimine häälekurd, 10 — niplik (*pessulus*), 11 — laululihased.



202. joon. Linnu kopsud ja õhukotid. 1 — hingetoru, 2 — kopsutoru, 3 — kaela-õhukott, 4 — rangluu-õhukott, 5 — eesmine rinna-õhukott, 6 — tagumine rinna-õhukott, 7 — kõhu-õhukott, 8 — selja-kopsutoru (dorsobronh), 9 — kõhu-kopsutoru (ventrobronh).

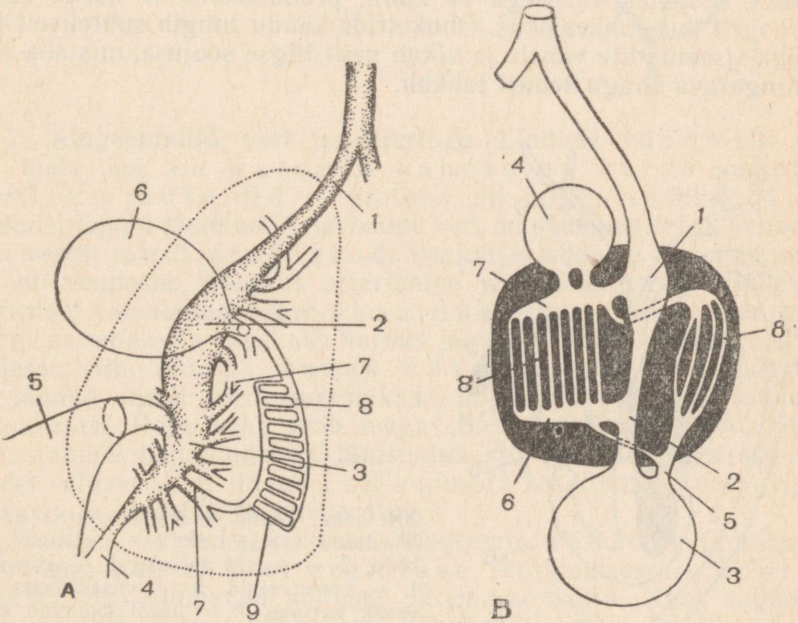
takse lindudel veel k u t s e h ü ü d u, h o i a t u s h ü ü d u ja ä r e v u s h ü ü d u. Tegelikult on lindude häälitsused veelgi mitmekesisemad.

Lindude **kopsud** on suhteliselt väikesed, lamedad ja elastsed, tugevasti vastu selgroogu ja roideid liibuvad organid (202. joon.). Kummastki kopsust väljuvad õhukotid: **kaela-**, **rangluu-**, **eesmine rinna-**, **tagumine rinna-** ja **kõhu-õhukott**. Kaela-õhukotid liituvad enamikul vormidel keskjoonel ja saadavad harusid kaelalülide vahele. Rangluu-õhukotid liituvad oma distaalses osas paarituks õhukotiks, «varustades» oma harudega rinnaluud, õlavöödet ja roideid. Teised õhukotid on paarilised. Kõige suurem on kõhu-õhukott. Juba paljudel reptiilidel olid kopsude distaalsed osad õhukotitaolisteks soppideks muutunud, lindudel aga on õhukotid talitluselt väga tähtsateks organiteks saanud. Nad ulatuvad naha alla, siseelundite, lihaste jne. vahele, küündides isegi toruluudesse.

Kumbki kopsutoru jätkab oma teed kopsudes **peabronhina.** Varsti laieneb peabronh **esikuks**, mis omakorda läheb üle ahenenud **keskbronhiks** (203. joon.). Kopsu kaudaalses osas siirdub keskbronh k õ h u - õ h u k o t t i ja tagumisse rinna-õhukotti. Nii peabronhist kui ka esikust ja keskbronhist algab rohkesti sekundaarseid bronhe, mis kulgevad kopsu pinna poole, nii selle selgmises

(dorsobronhid) kui ka kõhtmises osas (ventrobronhid). Kopsu külgedel on dorsobronhid ventrobronhidega ühenduses. Suurematest ventrobronhidest saavad alguse eesmised õhukotid, dorsobronhid on ühenduses tagumiste õhukottidega. Peale selle on dorsobronhid kopsude sisemuses ventrobronhidega paralleelsete torude ehk **parabronhide** varal liidetud. Lindude kopsutorude harud kujutavad endast seega üksteisega ühendatud torustikku: *umbselt lõppevad torud puuduvad*. Igast parabronhist lähtub rohkesti väikesi *hingebronhioole*, millest omakorda lähtub igas suunas **õhukapillaare**, mis naabruses olevate parabronhide õhukapillaaridega anastomoseeruvad ja on verekapillaaride võrguga ümbritsetud. Gaasivahetus toimub õhu- ja verekapillaaride seinte kaudu.

Lindude hingamismehhanismi üksikasjad on lõplikult selgitamata. Tõenäoliselt toimub neil hingamine järgmiselt. *Sissehingamisel* laieneb rinnakorv ja eesmised õhukotid imevad endasse kasutatud õhu kopsudest, tagumised õhukotid aga kesk-

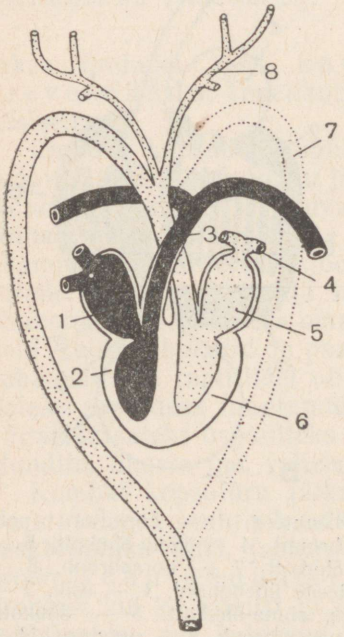


203. joon. Linnu kopsu ehitus. A — suured õnuteed: 1 — kopsutoru (peabronh), 2 — esik, 3 — kesk-kopsutoru (mesobronh), 4 — kõhu-õhukott, 5 — tagumine rinna-õhukott, 6 — eesmine rinna-õhukott, 7 — dorsobronh, 8 — ventrobronh, 9 — parabronh. B — sama, õhuteede ühendused: 1 — esik, 2 — mesobronh, 3 — kõhu-õhukott, 4 — eesmine rinna-õhukott, 5 — õhukoti-kopsutoru (sakobronh), 6 — dorsobronh, 7 — ventrobronh, 8 — parabronhid.

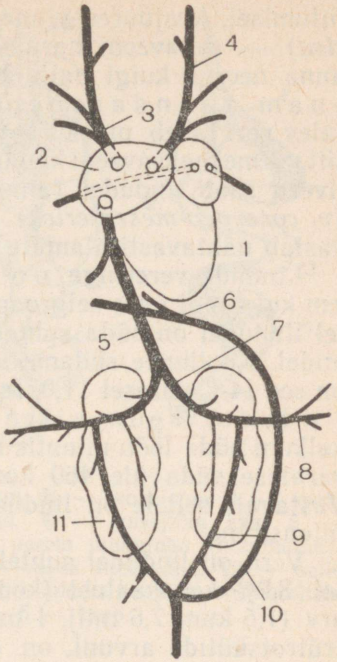
bronhi kaudu värsket välisõhku. Väljahingamisel rinnakorv aheneb, eesmised õhukotid saadavad kasutatud õhu peabronhi kaudu välja, tagumiste õhukottide õhk tungib aga dorsobronhide kaudu kopsu. Vastavalt sellele on eesmiste õhukottide õhk ligi poole rikkam süsihappegaasist kui tagumiste õhk. Kopse ventileeritakse seega värske õhuga kogu aeg, õhk liigub alati ühes ja samas suunas, kusjuures õhukotid etendavad õhudepoode osa.

Seismisel ja kõndimisel toimub rinnaõõne suurenemine ja ahenemine roietevaheliste lihaste ja kõhulihaste kokkutõmbumise tõttu, lendamisel aga lennulihaste tegevuse tõttu. Tiibade tõstmisel täituvad tagumised õhukotid värske õhuga, tiibade langetamisel surutakse kasutatud õhk eesmistest õhukottidest välja. Mida kiiremini lind lendab, seda kiiremini töötavad ka hingamislihased ja hapnikuvajadus rahuldatakse niiviisi automaatselt.

Peale tähtsa osa, mida õhukotid etendavad hingamisel, on neil oluline tähtsus ka linnu erikaalu vähendamisel vees ja kehatemperatuuri reguleerimisel. Lendamisel on linnu ainevahetus intensiivne ja kehatemperatuur tõuseb. Tuvi näiteks, lennates kiirusega 70 km/h, produtseerib 27 korda rohkem soojust kui puhkeolekus. Õhukottide kaudu tungib suhteliselt külm õhk siseelundite vahele ja võtab neilt liigse soojuse, mis siis väljahingatava õhuga kehast lahkub.



204. joon. Linnu süda ja suured südamelähedased veresooned. 1 — südame parem koda, 2 — parem vatsake, 3 — kopsuarter, 4 — kopsuveenid, 5 — vasak koda, 6 — vasak vatsake, 7 — aordi kadunud vasaku kaare asukoht, 8 — unearter.



205. joon. Linnu veenide süsteem. 1 — südame vatsakesed, 2 — südame parem koda, 3 — eesmine õõnesveen, 4 — välimine kägiveen, 5 — tagumine õõnesveen, 6 — maksa värativeen, 7 — niudeveen, 8 — reieveen, 9 — neeru värativeen, 10 — õndra-kinniseveen, 11 — neer.

7. **Ringeelundid, veri ja vereringe.** Lindude südames on nii koda kui ka vatsake vaheseina varal kaheks pooleks jaotunud — protsess, mis algas reptiilidel ja on lindudel lõpule jõudnud. Arteriaalne veri on südames seega venoossest verest täiesti eraldatud, kusjuures südame paremas pooles on venoosne, vasakus arteriaalne veri (204. joon.). Südame paremast vatsakesest algab üksainus arter — **kopsuarter**, mis peagi paremaks ja vasakuks haruks jaguneb ja venoosse vere kopsudesse viib. Aordi vasak kaar on kadunud, püsima on jäänud ainult aordi parem kaar, mis algab südame vasakust vatsakesest. Kogu keha saab seega ainult arteriaalset verd, keha varustamine hapnikuga on täiuslikum kui reptiilidel. Ka see oli üheks eelduseks, et lindudel sai kujuneda kehatemperatuuri regulatsioon ja seega püsiv temperatuur.

Muutusi esineb ka venoosses süsteemis. Pea, rinna ja tiibade veri koguneb kahte eesmisse (kraniaalsesse) õõnesveeni, mis suubuvad südame paremasse kotta. Keha tagaosa veri suundub suurde tagumisse (kaudaalsesse) õõnesveeni, mis samuti suubub südame paremasse kotta. Tagumised kardinaalveenid järelikult puuduvad (nagu reptiilidelgi), nad kaovad siin juba looteeas (205. joon.).

Kaudaalne õõnesveen tekib kahe **niudeveeni** (*v. iliaca*) liitumisel. Viimased omakorda tekivad reieveeni ja neeru värativeeni

liitumisel, kusjuures viimane on alakõhuveeni (*v. hypogastrica*) — sabaveeni haru — jätkuks. Neeru värativeen ei anna neerus kuigi palju harusid, ta on lindudel seega veelgi enam taandarenenud kui roomajatel. Soolest ja maost tulev veri läheb maksa värativeeni kaudu maksa ja väljub siit mitme maksaveeni kaudu kaudaalsesse õõnesveeni. Maksa värativeen saab lindudel (ainult neil!) osa verd **õndra-kinniseveenist** (*v. coccygeo-mesenterica*), mis algab sabaveeni harguse kohalt ja vastab nähtavasti alamate selgroogsete kõhuveenile.

Lindude **vereringe** on kiire. Süda on suhteliselt suur (suurem kui ühegi teise selgroogseteklassi esindajail), kusjuures väikestel lindudel on süda suhteliselt suurem (raskem) kui suurtel vormidel. Koolibrite südame suhteline kaal näiteks on 20, põialpoisil on see 14,1, varesel 11,0, faasanil 4,7. Ka on südametegevus lindudel seda kiirem, mida väiksemad nad on: kalkuni süda lööb minutis üle 90 korra, kana süda 300—390 korda, varblase süda üle 460 korra, kanaarilinnu süda ligi 800 korda. Vastavalt sellele on lindude vererõhk kõrge ja ainevahetus väga intensiivne.

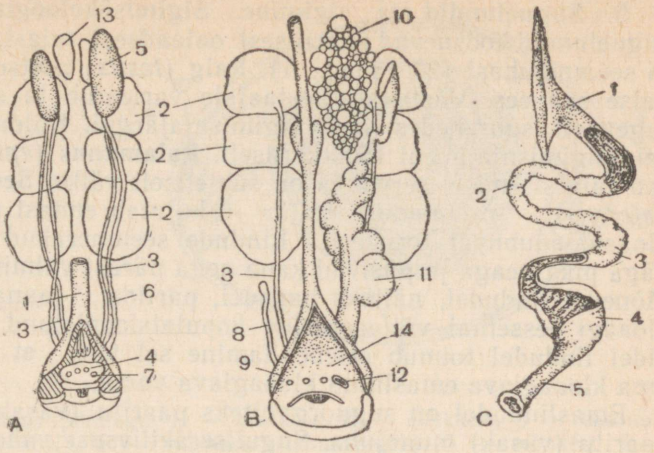
Verd on lindudel suhteliselt rohkem kui ühelgi teisel selgroogsel: 8,2% kehakaalust (kodulindudel 8—9%). Kuigi erütrotsüütide arv (1,5 kuni 7,6 milj. 1 mm^3 vere kohta) ei küüni alati imetajate erütrotsüütide arvuni, on erütrotsüüdid märksa väiksemad kui reptiilidel ja seega on nende üldine pindala suhteliselt suurem. Lindude erütrotsüüdid on ovaalsed ja tuumaga.

Lindude kehatemperatuur on väga kõrge: keskmiselt 41—42° C ja on andmeid, et mõnedel lindudel (näit. musträstal) isegi üle 45°, veelindudel seevastu keskmiselt 39,5°. Päevalindudel on kehatemperatuur päeval märksa kõrgem kui öösel, öölindudel vastupidi. Emaslindudel on kehatemperatuur kõrgem kui isaslindudel.

Mõned linnud (koolibrid, pääsukesed) võivad langeda letargilisse seisundisse, mille juures kehatemperatuur langeb peaaegu ümbruskonna temperatuuri tasemele. Sellega välditakse liigset energiakulu ja suudetakse vastu panna ebasoodsatele madalatele temperatuuridele.

1) Millega seletada, et lindudel on süda suhteliselt raskem (suurem) kui imetajatel? 2) Miks on südametegevus väiksematel lindudel kiirem kui suurtel?

8. **Erituselundid.** Lindude **neerud** (nagu kõikidel amniootidel) on tekkelt järelneerud ehk **metanefrosed**. Nad on lamedad, paarilised, tavaliselt kolmest sagarast koosnevad moodustised liitristluu all, tugevasti vastu kehaseina. Lindude ainevahetuse intensiivsusest tingituna on nad suhteliselt suuremad kui reptiilidel ja isegi imetajail. Kummastki neerust algab **kusejuha** (*uréter*), mis suubub kloaaki. Kusepõis puudub (206. joon.).



206. joon. Tuvi kuse-suguorganid. A — isasloom, B — emasloom. 1 — soole lõpposa, 2 — neeru sagarad, 3 — kusejuha, 4 — kusejuha ava, 5 — raig, 6 — seemnejuha, 7 — selle suue, 8 — parem munajuha (mandunud), 9 — selle suue, 10 — vasak munasari, 11 — vasak munajuha, 12 — selle suue, 13 — neerupealised, 14 — kloaagi sein. C — emaka osad: 1 — munajuha lehter, 2 — suurmik, 3 — kitsus, 4 — emakas, 5 — tupp.

Lindude uriin koosneb samuti nagu reptiilidel peamiselt lahustumatust kusihappest. Neerude Malpighi kehakestes on uriin veel väga veerikas, kloaagis aga leiame selle juba paksu puderja massi kujul, mis koos roojaga välja heidetakse. Ei ole lõplikult selge, kus toimub lindudel esmasest uriinist vee tagasiimendumine, kas nefronite torujas osas või kloaagis. Igatahes ei kaota linnud uriiniga kuigi palju vett ja seega vajavad vett väga vähe: röövlinnud näiteks ei joo üldse, samuti piisab paljudel kõrbelindudel toiduga saadavast veest.

Linnud ja roomajad on ainukesed selgroogsed, kellel lämmastiku ainevahetuse saadused eritatakse kusihappe kujul. See on seletatav lindude lootelise arenemise iseärasusega. Lindude (ja roomajate) loodetel (kinnistes munakestades) puudub igasugune võimalus lahustuvaid lämmastikühendeid (näit. kusinikku) väliskeskkonda eritada, kui need aga organismi jääksid, siis mürgitaksid nad selle. Olukord «lahendatakse» siin sellega, et lämmastiku ainevahetuse saadused muudetakse lahustumatuks kusihappeks, mis kahjutu ainena talletatakse kusekotti (vt. allpool). Lootele hädavajalik mehhanism säilib aga ka täiskasvanud isendil.

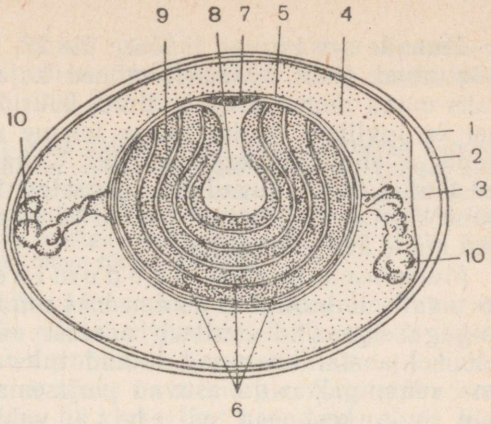
Merelinnud (pingviinid, kajakalised, tormilinnulised jne.) tarvitavad paratamatult soolast merevett. Kuidas nad aga oma vere liigsest keedusoolast vabastavad? Väga omapärasel viisil: **soolanäärmete** kaudu. Need näärmed asetsevad orbiitide tagumises osas ja eritavad väga soolast vedelikku, mis siit ninaõõnde valgub, kust see «välja nuusatakse».

9. **Suguelundid ja sigimine. Sigimisökoloogia.** Isaslindude suguelundid koosnevad paarilisest oalaadsest raiast, raiamanusest ja seemnejuhast (206. joon., A). **Raig** (*testis*) asetseb neeru kraniaalse osa ees. Vastavalt aastaajale varieerub ta suuruselt väga tugevasti, suurenedes linnu sigimisajajärgul. Kuldnokal suureneb raig sigimisajajärgul 1500-kordselt. **Raiamanus** (*epididymis*) asetseb raia sisemisel serval ja on suhteliselt väike. **Seemnejuha** (*vas deferens*) — raiamanuse «jätk» — kujutab endast peent väänilist kloaaki suubuvat torukest. Lindude seemnerakud on suhteliselt väga pika peaga ja püsivad kaua aega pärast valmimist elusatena. Mõnedel lindudel, näiteks hanedel, partidel, jaanalinnulistel, on kloaagi eesseinal väljasopistuv kopulatsioonielund. Peaaegu kõikidel lindudel toimub seemendamine sel teel, et isaslind surub oma kloaagiava emaslinnu kloaagiava vastu.

Emaslindudel on suguorganiteks paaritu (vasak) munasari ja paaritu (vasak) munajuha. Sugulise aktiivsuse vaheajal on **munasari** (*ovarium*) väike piklik moodustis neerude eessagara läheduses (206. joon., B). Sigimisajajärgul suureneb ta väga tugevasti ja näib kobarjana. Puhkava munasarja stroomas on rohkesti tillukesi valmimata munarakke (ovotsüüte) (varesel näit. 25 000). Sigimisajajärgul hakkab väike osa neist kiiresti kasvama, kogudes endasse rebu (munakollast). Valminud munarakus on niivõrd rohkesti rebu, et tsütoplasma jääb selle ühele küljele väikese laiguna. Väljastpoolt on ta kaetud õhukese kestaga. Munarakud väljuvad munasarjast (ovulatsioon) ükshaaval ja hüpofüüsi eessagara nõre mõjul; et aga valgus hüpofüüsi talitlust aktiveerib, siis soodustab ta ka ovulatsiooni ja tõstab viljakust. Kui lind on munemise lõpetanud ja asub hauduma, siis hakkab munasari vähenema, kusjuures «poolvalminud munarakud» resorbeeritakse.

Munajuha (*oviductus*) on torujas organ, mis algab laia lehtri kujul munasarja läheduses. Sugulise aktiivsuse ajajärgul suureneb ta tugevasti, tema seinad paksenevad, ta pikeneb ja kõverdub. Munajuha seintes on rohkesti lihasrakke (pikutine ja ringjas lihaskiht), seestpoolt on munajuha vooderdatud ripsmelise epiteeliga, mille alla jääb aga rohkesti näärmeid. Munajuha kraniaalne osa on kõige paksem ja suurem ning kannab seetõttu **suurmiku** (*magnum*) nimetust. Suurmikule järgneb lühike **kitsus** (*isthmus*). Tagapool jämeneb munajuha **emakaks** (*uterus*) ja lõpeb kitsama, kloaaki suubuva **tupega** (*vagina*) (206. joon., C).

Valminud munarakk satub kõigepealt munajuha lehtrisse, kus toimub viljastumine. Viljastatud munarakk liigub edasi suurmikku, kuhu ta jääb mitmeks tunniks (kanal näit. 3—6 tunniks), kuni ta saab paksu, tihedast valkainest kesta (nn. munavalge). Kitsuses viibib munarakk umbes ühe tunni ja siis moodustub tal kaks õhukest pärgamentset nahkkesta. Samal ajal imbub kitsuses munavalgesse vett (koos sooladega), mis muudab selle vedelamaks. Kõige kauem viibib munarakk emakas, kus ta varustatakse kõva



207. joon. Kanamuna pikilõige. 1 — koorkest, 2 — nahkkest, 3 — õhuruum (kahe nahkkesta vahel), 4 — valkkest («munavalge»), 5 — rebukest, 6 — munakollane, 7 — looteketas, 8 — valge rebu, 9 — kollane rebu, 10 — rebuväät.

koorkesta ehk koorega ja õhukese valkainest kirmega (207. joon.). Munarakk koos kestadega kujutab endast muna ning see munetakse nüüd tupe ja kloaagi kaudu välja.

Lindude munas leiame kõik loote arenemiseks vajalikud ained. Nii on näiteks kana munakollases ligi 50% vett, 16% valke, 11% lipoide (peamiselt letsitiini), 23% rasvu, 6 eri vitamiini; munavalges on 85—87% vett, 12% valke, 0,5% glükoosi jne. Tänu niisugusele rikkalikule toitainetesisaldusele on lindude munad loomadele ja inimesele väärtuslikuks toiduks.

Munajuhas tekkivate **munakestade** juures võime täheldada kohastumuslikke nähtusi. Muna kummaski otsas leiame munavalges keerdunud **rebuväädi**, mis hoiavad munaraku (munakollase) hõljuvas olekus ja võimaldavad tal alati pöörduda tsütoplasmaga (hiljem lootega) ülespoole. Nii on munarakk (loode) ühtlasi kõige paremini kaitstud põrutuste eest ja kõige paremini soojendatud haudumise korral. Muna nahkkestade vahele jääb selle nürimas otsas õhuruum, mis võimaldab muna mahu muutumist temperatuuri muutumisel ja millest loode saab esialgu hingamiseks õhku. Mida kauem munetud muna seisab, seda enam tekib tema õhuruumis õhku. Muna kõva koorkest on kõige paksem avaspesitsejatel ja neil liikidel, kes munevad väikesi mune. Koore pinnal asetsev kile kaitseb muna bakterite sissetungi eest.

Linnumunade **värvus** on tavaliselt kooskõlas pesamaterjali ja ümbruskonna värvusega. Suluspesitsejate munad on tavaliselt valged, avaspesitsejatel rohkem või vähem pigmenteerunud. Kui avaspesitsejatel on valged munad, katavad linnud need pesalt lahkudes kinni (hanelised) või on ka ise ümbruskonna värvusega ja ei lahku pesalt kuigi kergesti (näit. öösorr).

Munade arv kurnas ei tõuse üle 22. Ühe muna munevad suured röövlinnud (näit. kotkad), mõned kajakad ja mõned öösorlased. Kaks muna munevad pingviinid, kaurid, kurglased, enamik öösorlasi ja tuvilisi. Kolm muna leiame enamikul kajakalistel, neli muna — enamikul kurvitsalistel. Üsna üldine nähtus on, et suured linnud, kes toituvad selgroogsetest loomadest, munevad vähem mune kui taimetoidulised linnud ja et pesahülgajad munevad rohkem mune kui pesahoidjad.

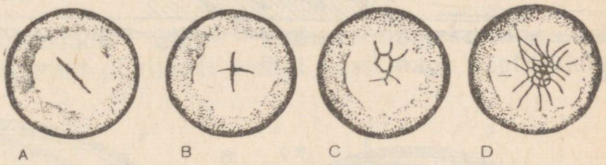
Munemisele järgneb h a u d u m i n e. Munemine ja haudumine on tavaliselt seotud p e s a e h i t a m i s e g a ja kindla pesituspaigaga: iga lind pesitseb aastast aastasse samas paikkonnas, eelmisel aastal koorunud linnud tulevad järgmisel aastal tagasi oma «sünnipaika» ja asuvad pesitsema selle lähedusse. Vähe on neid linde, kes pesa e i e h i t a, vaid oma munad maapinnale munevad. Niisugused linnud on alk, jõetiir, öösorr jt. Neid linde, kes munevad a u g u l a a d s e t e s s e pesadesse, on juba märgatavalt enam. Siia kuuluvad näiteks väga paljud kanalised ja kurvitsalised. Ei tule arvata, nagu oleks pesaehitusinstinkti puudumine või selle nõrk tase alati ürgne (primitiivne) nähtus: pesa ehitamine ei ole igasugustes tingimustes vajalik ja enamikul juhtudel on siin tegemist sekundaarselt kujunenud olukorraga. Osa linde ehitab pesad m a a p i n n a l e, kuid vooderdab need rohukõrtega, samblaga jne. (metskurvits, teder, laanepüü jne.). Vesikana (rookanalaste sugukonnast), pütid ja kaurid ehitavad taimsest materjalist lihtsad u j u v a d p e s a d. Rohkesti linde ehitab oma pesa p u u o t s a. Lihtsamail juhtudel on siin tegemist raagudest alusega, mis on peenema materjaliga kaetud ja nõgus. Niisugused on näiteks kulliliste, tuviliste, vareste pesad. Mitmete lindude pesad on ehitatud k o o b a s t e s s e või urgudesse (ristpart, jäälind, kaldapääsuke jt.). Hulk linde kasutab oma pesapaikadena p u u õ õ s i (rähnilised, kakulised, tihaslased, puukoristaja jne.). Paljudel nendest on pesad hästi vooderdatud ja sageli s u l e t u d (käblik, sabatihane jt.). Erilaadne pesaehitusviis on pääsukestel. Pesamaterjalina kasutatakse siin savi ja selle liitmiseks sülge, pesa on suletud ja korralikult vooderdatud.

Kui pojad on koorunud, algab nende **hooldamine.** See käib eeskätt nende lindude kohta, kelle vastkoorunud pojad on mõnda aega abitud. Poegade hooldamisest ja toitmisest võtavad tavaliselt osa nii ema- kui isalind. Poegade toit on üldiselt sama mis vanematel. Väga paljud taimetoidulised linnud toidavad oma poegi siiski, eriti varasel pesaperioodil, loomse toiduga. Nii toidavad teratoidulised linnud oma poegi peamiselt putukatega. Toidu hulk, mis pojad tarvitavad, ja toidu iseloom määravad ära vanemate «tööpäeva» pikkuse. Lepalind, hall-kärbsenäpp ja sinitihane toidavad oma poegi ööpäeva jooksul 18—20 tundi järgemööda. Lepalind toob ööpäeva jooksul oma poegadele umbes 470, must-kärbsenäpp 560, piirpääsuke 34 korda toitu. Piirpääsuke lendab pessa alles siis,

kui ta oma söögitoru on lennul püütud putukatega (peamiselt kahetiivalistega) täitnud. Et nii suurt toiduhulka kätte saada, peab ta oma tööpäeval vähemalt 1000 km läbi lendama.

1) Mis on «nahkmunad»? 2) Miks pestud toored munad riknevad kiiremini kui pesemata? 3) Millega seletada, et sulupesitsejatel on munad valged, avaspesitsejatel aga pigmenteerunud? 4) Millega seletada, et pesahülgajad linnud munevad rohkem mune kui pesahoidjad? 5) Millega seletada, et teratoidulised linnud toidavad oma poegi loomse toiduga (putukatega)? 6) Miks värske muna vajub vees põhja, vana või hautud muna tõuseb pinnale?

10. **Lindude embrüonaalne arenemine. Pesitsemine.** Munaraku arenemine algab lehtris kohe pärast viljastumist. Tänu rebu rohkusele on munaraku l õ i g u s t u m i n e siin partsiaalne ja diskoidaalne (208. joon.). Munemise ajaks on munaraku lõigustunud osa oma arenemises jõudnud juba b l a s t u l a s t a a d i u m i: ta asetseb väikese heledama b l a s t o d i s k i kujul lõigustumata jäänud munakollase animaalsel (ülemisel) poolusel. Blastodiski rakud asetsevad mitmelt kihilt ja nende all — blastodiski keskosas —

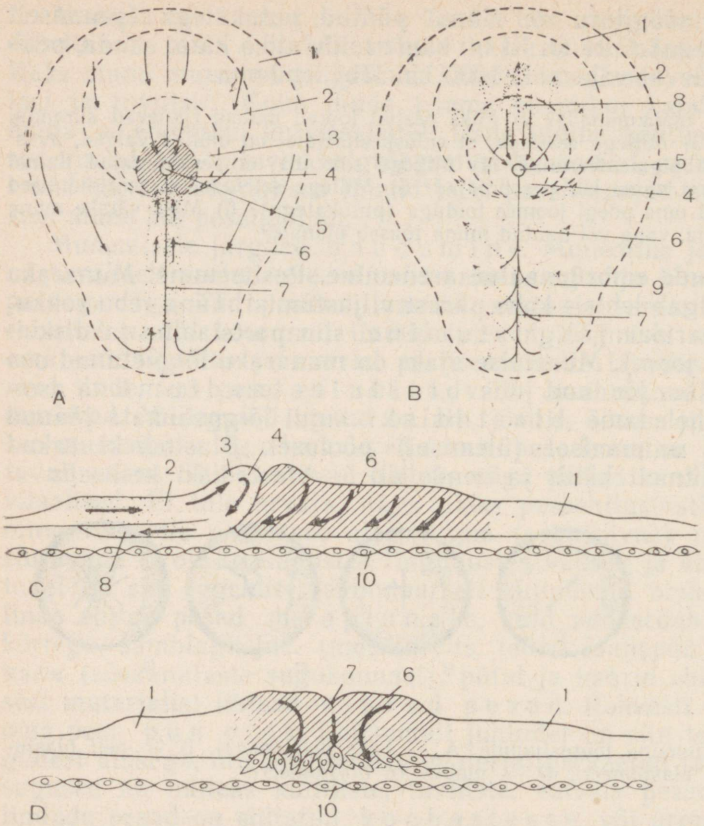


208. joon. Linnumuna lõigustumine. A — kaks blastomeeri, B — neli blastomeeri, C — 8 blastomeeri, D — umbes 16 blastomeeri.

leiame segmentatsiooniõõne, mis vastab süstikkala loote blastotsöölile. Segmentatsiooniõõne kohal on blastodisk heledam (läbipaistev) ja kannab seetõttu h e l e v ä l j a (*area pellucida*) nimetust, blastodiski perifeerne, vähem läbipaistev osa on tuntud t u m e v ä l j a (*area opaca*) nime all. Munemise ajaks on alanud ka gastrulatsioon, kuid edasine arenemine katkeb pärast muna munemist ja jätkub alles haudumisel, s. t. soojuse mõjul.

G a s t r u l a t s i o o n i esimene faas seisneb **entodermi** eraldumises l õ h a s t u m i s e (delaminatsiooni) teel muust blastodiski osast — kahekihilise loote tekkes. Entoderm eristub **soole-** ja **rebuentodermiks.** Esimene jääb helevälja kohale ja kujuneb hiljem loote sooltoru limaskesta epiteeliks, teine asetseb tumevälja kohal ja kasvab koos teiste lootelehtedega ümber rebu.

Gastrulatsiooni teine faas seisneb ekto- ja mesodermi eristumises ja loote telgmise sugemetekogumi kujunemises. Helevälja keskosa pakseneb pikutiseks **lootekilbiks** (209. joon.). See ongi tõeline loote suge. Helevälja perifeersed osad ja tumeväli koos moodustavad kujuneva loote lootevälised osad. Peagi hakkavad



209. joon. A — kanaliste blastodiski tulevaste piirkondade plaan pärast ürgjuti moodustumist. Joontega on märgitud rakumaterjali ümberpaiknemise suunad. B — rakumaterjali ümberpaiknemine lootekettas, gastrulatsiooni teises faasis. C — sama sagitaallõikel ja D — ristlõikel (Henseni sõlmest tagapool). 1 — looteketta ektoderm, 2 — närviplaadi tulevane materjal, 3 — seljakeeliku tulevane materjal, 4 — Henseni sõlm, 5 — ürglohk, 6 — ürgjutt, 7 — ürgvagu, 8 — peajätke, 9 — sissepöördunud mesoderm (paistab läbi ektodermi), 10 — entoderm.

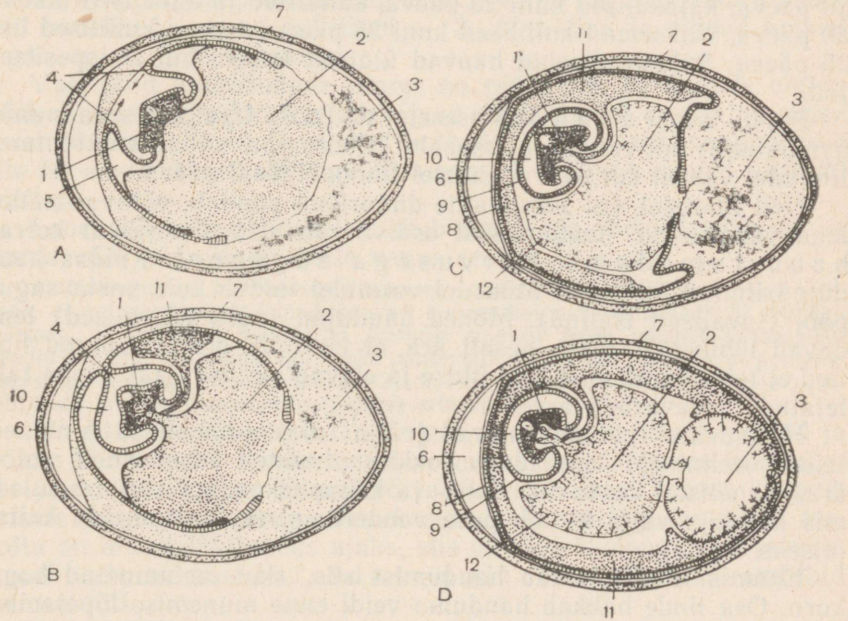
lootekilbikese rakumassid eestpoolt tahapoole liikuma, kusjuures servmised rakud liiguvad tunduvalt kiiremini kui keskmised, kohtuvad lootekilbikese tagaserval ja hakkavad lootekilbikese keskjoont mööda ettepoole, keskmistele rakkudele vastu liikuma, moodustades ürgjuti. Ürgjutt on seega keskjoonel lootekilbikese tagaosa suunas kogu aeg pikenev rakuväät. Selle eesmine osa on kõige paksem ja kannab ürgsõlme (Henseni sõlme) nimetust. Ürgsõlme ees asetseb tulevase seljakeeliku materjal, sellest ettepoole jääb närviplaadi materjal, tahapoole somiitide ja küljeplaatide materjal, külgedele tulevase ektodermi materjal.

Ürgsõlme keskossa tekib ü r g l o h k, ürgjuti keskjoonele — ü r g v a g u. Ürglohu eesosa vastab amfiibide gastropoori selgmisele mokale, ürgvao servad — gastropoori külgmistele osadele (209. joon.).

Ürglohu eesosa nihkub nüüd veidi tahapoole ja pöördub ürglohu kaudu sissepoole, ürgvao külgmised osad pöörduvad ürgvao põhja kaudu samuti sissepoole ja lõpuks teeb seda ka närviplaadi materjal. Nende asemele nihkub lootekilbikese külgedelt tulev rakumass, muutudes siin lootekilbikese (loote) **ektodermiks**. Lootekilbikese sissepöördunud osad — välja arvatud närviplaadi materjal — annavad **mesodermi**. Loode koosneb nüüd kolmest lootelehest — gastrulatsioon on lõppenud.

Edasisel arenemisel muutub närviplaat närvitoruks ja selle eesmisest osast tekivad ajupõiekesed. Mesoderm segmenteerub seljapoolel somiitideks, kõhupoolel aga moodustab küljeplaadid. Entoderm annab soole limaskesta epiteeli, entodermi eesosa külgedel tekivad lõpusepilud, mis hiljem kaovad. Mesoderm tungib ka lootevälistesse piirkondadesse ning koos ekto- ja entodermiga kasvab ümber rebu.

Pärast gastrulatsiooni algab ühtlasi **lootekestade** teke (210. joon.). See toimub põhiliselt samal viisil nagu reptiilidelgi:



210. joon. Lootekestade teke linnuloote arenemisel. A, B, C, D — eri arenemisastmed. 1 — loode (ristlõige), 2 — rebu, 3 — munavalge, 4 — amnionikurd, 5 — looteväline kehaõõs, 6 — õhuruum, 7 — koor, 8 — serooskest, 9 — amnion, 10 — amnioniõõs, 11 — allantois, 12 — rebukott.

lootekilbikese ümbruses tekib ringjas kurd — amnionikurd, mis koosneb ektodermist ja selle all asetsevast mesodermi parietaallestmest. Amnionikurd kasvab kõrgemale, ta servad nihkuvad koomale ja kasvavad lõpuks loote kohal kokku. Seega tekib loote ümber korraga kaks kesta: serooskest (välimine) ja amnion (sisemine). **Amnioni** ja loote vahelist ruumi täidab lootevedelik ja nii kest kui vedelik on lootele kaitseks. Et **serooskest** liibub vastu munakesti ja on tihedas ühenduses allantoisi veresoontega, siis võtab ta osa ka loote hingamisest. **Allantois** (samuti nagu reptiilidelgi) tekib sooltoru tagaosa kõhtmise külje sopistisena, kasvab väga suureks ja täidab amnioni ja rebukoti ning serooskesta vahelise ruumi. Tema seintes on rikkalikult veresooni ja nii on tal loote hingamiselundi ülesanne. Rebukott on loote toiteorgan. Tema seintes tekib veresooni ja nende kaudu kantakse rebu lootele toiduks kätte. Sedamööda kuidas rebu ära tarvitatakse, langeb rebukott kokku. Enne koorumist sopistub rebukoti jäänus loote kehha tagasi.

Haudevältus on lindudel väga mitmesugune ja oleneb peamiselt linnu ja muna suurusest. Väikestel lindudel on haudevältus märgatavalt väiksem kui keskmise suurusega ja suurtel lindudel. Väikesed värvulised hauvad 12—14 päeva, vareslased kuni 20 päeva, kajakalised kuni 28 päeva, kanalised ja hanelised umbes 30 päeva, väiksemad kullilised kuni 35 päeva, suured kullilised üle 35 päeva. Suluspesitsejad hauvad üldiselt kauem kui avaspesitsejad.

Pojad kooruvad kas iseseisvalt (noka tipul asetseva munahamba abil) või vanalinnu kaasabil. Koorumine vältab väiksematel lindudel vähem kui päeva, suurtel lindudel 2—3 päeva.

Neil lindudel, kel seksuaalne dimorfism puudub, võtavad mõlemad vanalinnud **haudumisest** osa. Seksuaalse dimorfismi korral haub tumedama värvusega sugupool. Kuidas haudujad linnud toituvad? Mõnedel vormidel toidab neid vastassugupool (tavaliselt isalind). Mõned haudujad (näit. värvulised) lendavad lühikeseks ajaks pesalt ära, et ise toitu otsida. Suured linnud ei toitu haudumise ajal üldse ja elavad sigimisajaks kehha talletatud rasvavarude arvel.

Hauduvatel lindudel tulevad (välja arvatud hanelised ja mõned teised veelinnud) munadega kokkupuutuvatelt kehaosadelt suled ära. Hanelistel kasvavad rinna- ja kõhupiirkonda pikad udusuled, mis hauduja välja kitkub pesa vooderdamiseks ja munade kaitsmiseks.

Enamik linde alustab haudumist siis, kui on munetud kogu kurn. Osa linde hakkab hauduma veidi enne munemise lõpetamist (rähnid, mõned rookanalised), osa aga (näit. kullilised, kakulised, piirpääsukesed, papagoid) juba pärast esimese muna munemist. Mõned linnud (peamiselt troopilistelt aladelt) ei hau oma mune ise, vaid kannavad need võõraste liikide pessa, kus nad

välja hautakse. Sellist nähtust nimetatakse pesitsusparasitismiks. Meie fauna lindudest esineb pesitsusparasitism käol.

Pesitsusparasiidid on välja kujunenud pesaparasiitsetest lindudest, kes hõivasid võõra pesa ja haudusid seal oma kurna ise välja. Tõelistel pesitsusparasiitidel, näiteks käol, on välja kujunenud terve rida erilisi kohastumusi: väikesed, väliselt peremeeslinnu munade sarnased munad, vastkoorunud käopoja refleks pesast välja heita teised munad-pojad jm.

Koorunud pojad on põhiliselt kahte tüüpi: kas täiesti välja arenenud, avatud silmadega, udusulgedega kaetud, võimelised ise toitu nokkima ja peagi vanematele järele jooksma või abitud, pimedad, peaaegu paljad, võimetud iseseisvalt toituma ja mõnda aega vanemate hoolitsust vajavad. Esimesed linnud moodustavad **pesahülgajate** (nidifuugide), teised **pesahoidjate** (nidikoolide) rühma. Pesahoidjad on näiteks sõudjalalised, tuvilised, rähnilised, värvulised jne., pesahülgajad — hanelised, kanalised, kurelised, kurvitsalised jne. Osa linde, nagu kajakad, pütid, kaurid, kullilised jmt., on pesahülgajate ja pesahoidjate vahepealsed.

Noored linnupojad kasvavad kiiresti ja vajavad rohkesti toitu. Suguküpseks saavad linnud enamasti juba samal eluaastal. Suured värvulised (näit. varesed), pardid ja väikesed kullilised saavutavad suguküpsuse 2. eluaastal; suured kajakad, kaurid, suured hanelised, suured kullilised — 3., jaanalind ja mõned kotkad aga isegi 4., 5., 6. eluaastal.

Vaatlused puurilindude juures on näidanud, et lindude eluiga võib olla üsnagi pikk. Rästad võivad elada üle 20 aasta, hanelised kuni 30 aastat, ronk ja suured kotkad üle 50 aasta, papagoilised üle 60 aasta, kassikakk ligi 70 aastat. Kanalised elavad kuni 20 aastat.

Looduslikes tingimustes hukkub linde aga niivõrd rohkesti, et harva võib leida lindu, kelle vanus on üle 10 aasta.

1) Missugustest lootelehtedest koosneb amnion, serooskest? 2) Millega seletada, et suluspesitsejad linnud hauvad kauem kui avaspesitsejad? 3) Millega seletada, et enamikul haudujatel lindudel tulevad suled nendelt kehaosadelt haudeajaks ära, mis munadega kokku puutuvad? 4) Millega seletada, et pesitsusparasitism kujunes välja troopilistel aladel? 5) Milline on pesahoidjate ja pesahülgajate lindude pesapaikade (üldine) erinevus?

11. **Lindude ökoloogia.** Et linnud on homoiotermsed loomad ja külma ei karda, et nende looted arenevad konstantsetes tingimustes ja on kaitstud, et linnud võivad kiiresti ühest kohast kaugele teisale siirduda ja seega ära kasutada ka niisugused alad, kus toitu on ainult lühikeseks ajaks, siis on nad ökoloogiliselt ja geograafiliselt märksa laialdasemalt levinud kui amfiibid ja reptiilid.

Kui reptiilid levivad põhjas ainult kuni polaarjooneni (66°33′ põhjalaiust), siis linnud (kajakad, krüüslid, lumetsiitsitajad) elavad ka 88—89° põhjalaiusel. Samuti on vertikaalse leviku piirid lindudel palju suuremad kui amfiibidel ja reptiilidel: Aasia mägis-

maal näiteks on täheldatud kajakaid ja viireid kuni 4700 m kõrgusel merepinnast. Isegi mitmed koolibrid võivad elada kuni 4000—4500 m kõrgusel (mägedes).

See muidugi ei tähenda, nagu ei avaldaks ümbruskonna elutingimused (nii abiootilised kui ka biootilised) lindude elule küllalt olulist mõju.

Abiootilised tegurid — temperatuur, valgus, sademed jne. — avaldavad lindude elule kaudselt väga suurt mõju ja nimelt toidu kaudu. Ei saa aga alahinnata ka nende otsest mõju.

Temperatuuri otsene mõju võib avalduda s i g i m i s e takistamises. Et temperatuuril alla 7° munarakud (munad) arenemisvõime kaotavad, siis võivad kevadised öökülmad lindude populatsiooni arvukuse alla viia. Tugeva pakase käes ja pikkadel külmadel öödel on linnud väheaktiivsed, kaotavad seetõttu palju soojust ja võivad isegi hukkuda. Eriti käib see väikeste liikide kohta. Tuleb siiski märkida, et madalaid temperatuure taluvad linnud kergemini kui väga kõrgeid. Värvulistel võib kehatemperatuur tõusta ainult 46,7°-ni, langeda aga 23,9°-ni. Kuumadel troopilistel ja subtroopilistel aladel lähevad linnud seetõttu keskpäeval peitu ja on aktiivsed ainult hommikuti ja pärastlõunal.

Erinevad temperatuurid mõjuvad lindude kohastumuste kujunemisele: ühe ja sama liigi isendid on põhjapoolsetel aladel suuremad kui lõunapoolsetel (Bergmanni reegel).

Valgus ning öö ja päeva vaheldumine on lindudel esile kutsunud ööpäevase e l u r ü t m i ja vastavalt sellele on linnud kas öise või päevase eluviisiga. Öösiti on päevalinnud inaktiivsed, ja mida pikem päev, seda suurem on ka nende ööpäevane aktiivsus. Iga linnuliik alustab tegevust enam-vähem kindlal ajal ja on hommikupoolikul kõige aktiivsem. Aktiivsuse teine kõrgpunkt langeb õhtupoolikule. Arktilistel aladel, kus päev on väga pikk või kus päike suviti üldse ei looju, arenevad ja kasvavad pojad palju kiiremini kui lõunapoolsetel aladel. Et valgus tõstab ka otseselt lindude viljakust, seda nägime varem.

Sademed, üleujutused ja **tuul** mõjuvad lindudele sageli hukatuslikult. Sügav lumi takistab lindudel toidu leidmist ja seega võib põhjustada nende hukkumist (põldpüüd jt.).

Hoopis suurem tähtsus lindude elus on **biootilistel** teguritel — taimedel ja teistel loomadel. Paljude **taimede** marjad, seemned, pungad, mahl jne. on lindudele t o i d u k s (vähemalt teatavail aastaaegadel). Veel enam sõltub aga lindude toidukaart taimestikust kaudselt — loomade kaudu, sest kõikide loomade olemasolu on ju lõppude lõpuks võimalik tänu taimedele. Ka p e s i t s u s p a i g a n a on taimedel lindude elus suur või isegi otsustav tähtsus. Peaaegu iga linnuliik on seotud enam-vähem kindla elupaigaga, mille valikul langeb määrav osa taimekooslustele. Metsades näiteks määrab lindude pesitsuspaiga metsa liigiline koosseis, puude kõrgus ja tihedus, alustaimestik, rohurinne jne. Ka põhili-

seks pesamaterjaliks on lindudel taimede osad. Unustada ei tuleks sedagi, et taimestik pakub lindudele kõige enam varjetingimusi.

Et kaugelt enamik linde on loomatoidulised, siis on arusaadav, et teistel loomadel on lindude *toidus* enamasti määrav osa. Värvulised toituvad peamiselt putukatest, nende vastsetest (röövikutest), ussidest jne. Toidu rohkus määrab vastava ala värvuliste rohkuse. Putukatoidulised linnud ei saa kaugel põhjas elada sellepärast, et suvi on seal lühike ja putukaid esineb ainult lühikesel ajavahemikul, mistõttu linnud ei jõua oma poegi üles kasvatada. Hiiglasuures Arktikas loetletakse umbes niisama palju linnuliike kui suhteliselt väikeses Amazonase basseinis; Euroopas on umbes 550 linnuliiki, suhteliselt väikesel Borneo saarel on neid hoopis rohkem. Tuleb siiski märkida, et *liikide ja indiviidide arvu vahekord on üldiselt pöördvõrdeline*: tundras näiteks pesitseb suviti hiiglasuurel arvul linde, kuid liikide arv ei ole suur; troopilistel aladel seevastu on liikide arv suur (eri vorme on palju), kuid mitmed liigid on siin haruldased, sest nende arvukus on väike.

Röövlindude toidus etendavad põhilist osa teised linnud, reptiilid ja amfiibid, kalad, aga ka väiksemad imetajad, eriti närilised. Vastavalt toidu laadile ei ole röövlindude arvukus enamikul juhtudel kuigi suur.

Mis puutub teistesse loomadesse kui lindude **vaenlastesse**, siis on nendeks peamiselt teised linnud (röövlinnud), vähemal määral kiskjalised, esikloomalised ja suured maod.

Kaitsevahendeid on lindudel vaenlaste vastu üldiselt vähe. Võib nimetada *kaitsevärvust* (peamiselt metsalindudel), hirmutamisseisangut (kassikakk, hüüp), *koloniaalset pesitsemist* (kajakad, tiirud, krüüslid), röövlindudel ka küüniseid ja nokka, kuigi need on ühtlasi saagi hankimise vahendid. Kaitsevärvus esineb ka paljudel avamaastiku- ja veelindudel (eriti emastel). Kaitsevahenditeks vaenlaste vastu võib lindudel osalt pidada ka *lendamisvõimet* ja *suluspesade* ehitamist. Lõuna-Ameerika kannushanel (*Anhima*) on tiibadel tugevad «kannused», millega linnud võivad tugevaid hoope jagada ka kiskjatele. Kohapeal kasvatatakse kannushanesid sageli koos kodulindudega viimaste kaitseks.

Suureks vaenlaseks lindudele (eriti jahilindudele) on ka inimene. Inimese tegevuse tõttu on hävinud üle 150 linnuliigi. Üks viimaseid niisuguseid ohvreid oli Põhja-Ameerikas 1924. a. hävitatud põhjakoovitaja (*Numenius borealis*).

Lindude elutingimused ja nende muutused määravad *linnupopulatsioonide* tiheduse ja arvukuse kõikumise. Soodsad toitumistingimused toovad kaasa suurema sigivuse ja arvukuse tõusu. Ebasoodsad ilmastikutingimused, toidupuudus, parasiidid, taudid jne. seevastu vähendavad lindude arvukust. Röövlindude populatsioon väheneb neil aastail, mil saaki (peamiselt närilisi)

on vähe. Skandinaavias on lumekaku arvukuse kõrgseis iga nelja aasta järel, samuti kui sealsetel närilistel, kellest lumekakk peamiselt toitub.

Lindude **ökoloogilise leviku** jälgimisel tuleb eeskätt arvestada elupaika (biotoopi), kus linnud elavad. Tõsi küll, lindude hulgas on võrdlemisi vähe stenotoopseid (kitsapaigalisi) vorme, enamik neist on eurütoopsed (laiapaigalised), kuid tavaliselt eelistavad linnud siiski teatavaid elupaiku ja sellest tuleneb, et igas elupaigas võime kohata teatavaid iseloomulikke linnuliike. Paljastel mererannikutel on iseloomulikud liigid liivatüll, meriski, ranna- ja röövtiir jne.; loodumetsades võime peaaegu alati kohata metstildrit, metsvinti, metskurvitsat, suur-kirjurähni, mustpea-põõsalindu, mets- ja väike-lehelindu, käblikut, punarinda, laulu- ja vainurästast jne.

Vähe sellest: lindudel on mitmed kehaosad (organid) — eeskätt nokk, jalad, tiivad ja kehalaad — väga erinevad, nii et seetõttu nad ei saagi elutseda igasugustes biotoopides, vaid ainult niisugustes, mille tingimustega nad on kohastunud. Ronijalgadega linnud (näit. rähnid) sobivad kõige paremini elama puu otsas, s. t. metsas, uju- ja sõudejalgadega linnud (pütid, pardid jne.) on «sunnitud» elama veekogudes, jooksujalgadega linnud (meriski, mõned tildrid jne.) — avamaastikul. Laia, lameda, servadel sarvliistakutega varustatud nokaga linnud (hanelised) saavad oma toidu väiksematest veekogudest, vaheda peitelja nokaga linnud (näit. rähnilised) toituvad puukoore all leiduvatest putukavastsetest jne. Linnurühmade iseloomustamisel on seepärast väga oluline ka nende kohastumuslike tunnuste arvestamine, sest see on võtmeks nende elupaigalise leviku määramisel.

Kohastumuslike tunnuste alusel võib lindude seas eristada nelja põhilist ökoloogilist tüüpi ehk eluvormi. Need on järgmised: puudelinnud, avamaastikulinnud, veelinnud (sõna laias mõttes) ja õhulinnud. Puudelinnud (dendrobiondid) on näiteks rähnilised, osalt kullilised, enamik värvulisi jne. Avamaastikulinnud (ktonobiondid) on enamik kurvitsalisi, paljud karklinnulised jne. Veelindude (hüdrobiontide) hulka kuuluvad pütilised, sõudjalalised, pingviinilised jne. Õhulindudeks (aviabiontideks) tuleks pidada pääsukesi, koolibrilisi jne.

Lindude hulgas on ka rohkesti kaksikelupaigalisi liike: need pesitsevad ühes biotoobis (pesitsemisbiotoobis) ja toituvad teistes (toitebiotoobis). Tuuletallaja näiteks pesitseb metsas, kuid toitumiseks tuleb avamaastikule.

Kõige iseloomulikum ökoloogiline nähtus põhjamaade lindude elus on asupaiga vahetamine vastavalt aastaaja (klimaatiliste tingimuste) ja toiduhulga muutumisele. Elupaiga vahetamise suhtes jagunevad linnud paiga-, hulgu- ja rändlindudeks.

Paigalinnud tegutsevad kogu aasta oma pesitsuskoha lähemas ümbruses, näiteks varblased, kaaren, metsis, põldpüü, kodukakk, kassikakk ja hulk teisi.

Hulgulinnud liiguvad külmadel aastaaegadel oma pesitsuspaiga lähemas või kaugemas ümbruses ringi või siirduvad mõnevõrra lõuna poole. Hulgulinnud on rähnid, varesed, siisike, ohakalind, leevike, tihased, põialpoisid jt. Hallvares rändab meilt talveks Lääne-Euroopasse, tema asemele tuleb sama liigi populatsioon Soomest.

Rändlinnud lahkuvad oma pesitsuskohast sügiseti järjekindlalt enam-vähem kaugele lõunasse — talikorterisse, kust nad kevadel oma haudealadele tagasi tulevad. Mõne rändlinnu talikorter on tema haudealast väga kaugel: näiteks valge-toonekurg ja pääsukesed talvituvad Lõuna-Aafrikas.

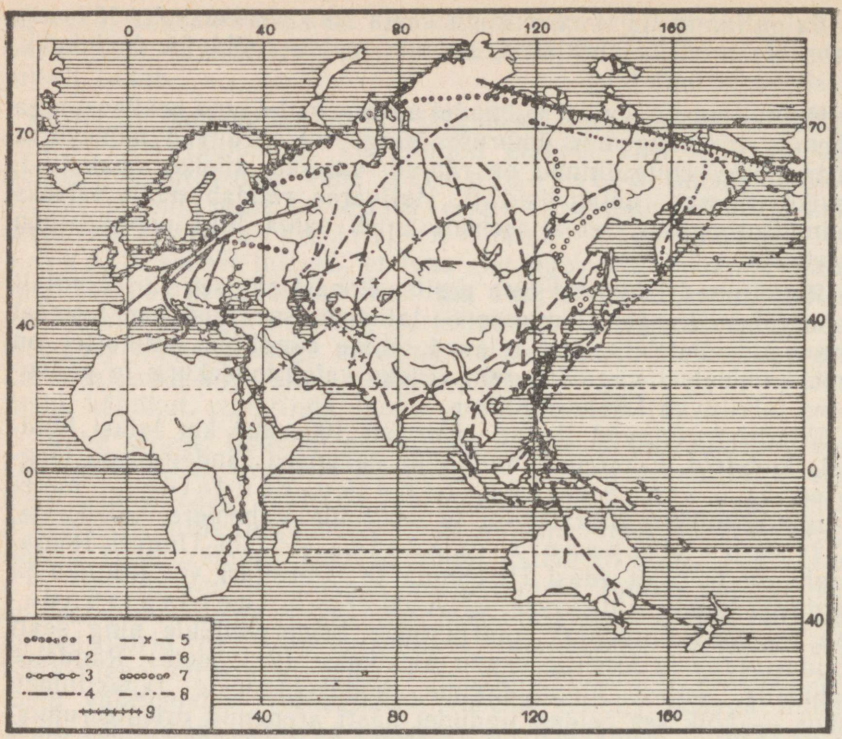
Rändel kasutavad linnud enamasti 100—500 km laiusi kindlaid **rändeteid.** Euroopa rändlindude peamised rändeteed on järgmised: 1) Euroopa lääneranniku-rändetee — mererannikuid mööda Gibraltarini ja sealt üle Vahemere Aafrikasse; 2) Itaalia-Hispaania rändetee — läbi Ungari Põhja-Itaaliasse ja sealt edasi Hispaania ja Gibraltari või Korsika ja Sardiinia kaudu Aafrikasse; 3) Aadria-Tuneesia rändetee — Kesk-Euroopast Aadria mere looderannikule ning sealt Lõuna-Itaalia ja Sitsiilia kaudu Aafrikasse (211. joon.). Rändetee stabiilsus, sellest kinnipidamine, kodukohtadesse tagasituleku oskus — kõik see eeldab lindudel hästi arenenud orienteerumisvõimet.

Lindude orienteerumis- ja navigeerimisvõimet[1] on selgitatud peamiselt saksa ornitoloog G. Krameri meetodil — ränderahutuse ajal liikumissuuna registreerimisega nn. ümarpuuris: pealt võrguga kaetud puuri asetatud lind saab oma alalisest peatuskohast puuri keskel lennata puuri külgseintel asuvatele varbadele, kusjuures iga selline lend registreeritakse. See annab võimaluse selgitada välja linnu poolt eelistatavad liikumissuunad. Praeguseks on tõestatud lindudel astronoomiline orienteerumine (päikese ja tähtede järgi) ja real liikidel ka hästi arenenud navigeerimisvõime nii vanadel kui ka noortel lindudel, kes veel kunagi pole rändeteed läbinud.

Rändamise **kiirus** ei ole lindudel üldiselt suur. Eriti käib see sügisrände kohta. Toonekurg näiteks ei lenda siis päevas palju üle 200 km, metskurvits üle 400 km. Soodsatel söödamaadel teevad linnud peatusi. Kevadel rännatakse märgatavalt kiiremini ja üldiselt vajavad linnud oma haudepaikadesse jõudmiseks poole vähem aega kui talikorteritesse siirdumisel.

---

[1] Orienteerumine — võime määrata ilmakaari ja valida neile vastavalt õige liikumissuund; navigeerimisvõime — võime määrata õige liikumissuund ka õigelt rändeteelt kõrvalesattumisel.



211. joon. Lindude peamised rändeteed. 1 — Balti—Valgemere, 2 — Lääne-Euroopa, 3 — Väike-Aasia, 4 — Kaspia—Musta mere, 5 — Turkestani, 6 — Hingani, 7 — Amuuri, 8 — Kamtšatka—Jaapani.

Mis puutub rändamise **kõrgusesse**, siis küünib see tavaliselt 100—400 m-ni. Suuremad linnud rändavad üldiselt kõrgemal kui väikesed. Nii on näiteks suurte röövlindude lennukõrguseks märgitud rände ajal 1000 m, kurgedel isegi kuni 3000 m. Vee kohal rännates ei tõuse väikesed linnud tavaliselt kuigi kõrgele. Rännatakse niihästi päeval kui ka öösel. Päeval rändavad näiteks kõik kullilised, vareslased ja vintlased, öösel — kakulised, paljud värvulised, öösorr. Nii öösel kui ka päeval rändavad haned, pardid, sookured, lõokesed, kuldnokad, kurvitsalised, päästikesed.

Rändamise **ajad** on igal linnuliigil enam-vähem kindlad, kuid kõiguvad vastavalt ilmastikuoludele, eriti kevadel.

Tavaliselt saabuvad linnud lainetena, nii et korraga ilmuvad mitmed liigid.

Esimese lainena — keskmiselt märtsi esimesel poolel — saabub meile künnivares, teise lainena (märtsi teisel poolel) saabuvad

kuldnokk ja põldlõoke. Kolmas laine (aprilli esimesel poolel) toob kohale kõige rohkem linde: metsvindi, sookiuru, punarinna, linavästriku, laulurästa, kiivitaja, sookure ja rohkesti teisi. Neljanda lainena (aprilli teisel poolel) saabuvad väike- ja mets-lehelind, aed-põõsalind, kivitäks, must-kärbsenäpp jt. Viies laine toob kohale (mai esimesel poolel) põõsalinnud, suitsu- ja räästapääsukese, ööbiku, käo jt., viimane — kuues laine (mai teisel poolel) — käosulase, rukkiräägu, peoleo, piirpääsukese.

Üldiseks seaduspärasuseks on see, et taimetoidulised linnud saabuvad varem kui putukatoidulised.

Lindude r ä n n e p õ h i n e b i n s t i n k t i l. Noored käod näiteks, kes on võõras pesas üles kasvanud, asuvad tihti juba augustikuul rändele, olgugi et nad sel ajal veel mingit toidupuudust ei kannata ja et neil aimugi ei saa olla neid kaugel Aafrikas ootavast rikkalikust toidulauast. Rändeinstinkt ei ole aga kõikidel lindudel võrdselt välja arenenud. Mõned partlased, kosklad ja teised veelinnud lahkuvad oma haudealalt alles siis, kui veekogud kinni külmuvad ja seega neilt elamisvõimalused ära võetakse: nende ränne on taganemine jääst vabadele kohtadele.

Rändeinstinkti labiilsust näitavad ka lindude introduktsiooni katsed: Põhja-Ameerikasse viidud euroopa kuldnokad olid mitme aastakümne kestel paigalinnud ja ränded kujunesid neil välja alles üsna hiljuti. Oma kodumaal tüüpilised rändlinnud kanada lagled muutusid Šotimaale viiduna paigalindudeks, Rootsi viiduna aga jäid rändlindudeks, võttes omaks hallhanede rändetee.

Lindude rändeinstinkt on ajalooliselt kujunenud. Mitmed teooriad seostavad selle kujunemist jääajaga: jää nihkumisel lõuna poole pidid ka linnud talveks lõunasse siirduma, jääaja lõpul aga lendasid nad suviti järjest kaugemale põhja pesitsema. On põhjust arvata, et ränded olid siiski välja kujunenud juba enne jääaega, sest nad esinevad ka paljudel «soojamaa»-lindudel.

Lindude rände ja rändeteede uurimiseks on viimastel aegadel kasutatud r õ n g a s t a m i s t. Selle meetodi abil on seni olnud võimalik kindlaks teha paljude linnuliikide täpsed rändeteed. See meetod on võimaldanud selgust tuua ka mitmete väga tavaliste hulgulindude liikumise ulatusse. Rõngastamismeetod on paljudel juhtudel näidanud, et sama linnupaar tuleb endisse pesapaika tagasi (valge-toonekurg, pääsukesed).

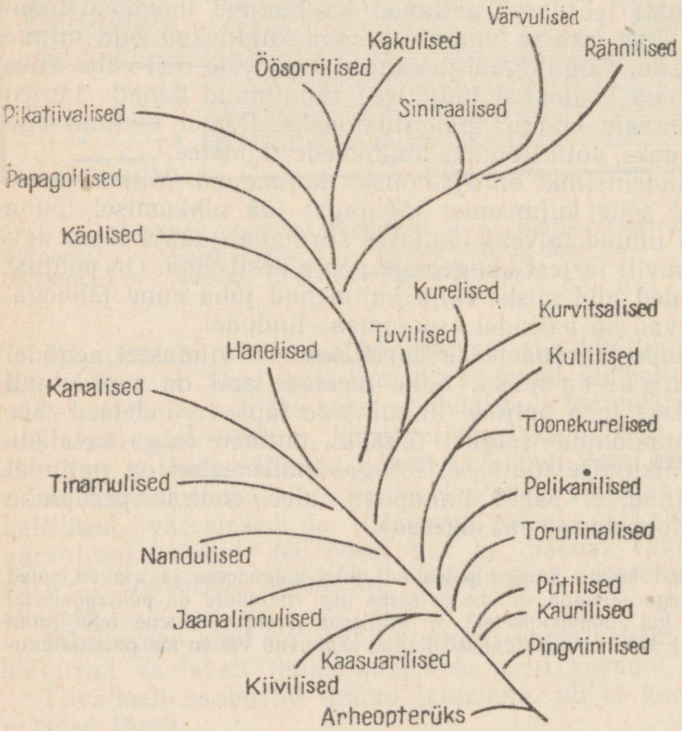
1) Miks linnud külma ilmaga peidavad noka sulgedesse ja ajavad suled kohevile? 2) Millega seletada, et ühe ja sama liigi indiviidid on põhjapoolsetel aladel suuremad kui lõunapoolsetel? 3) Milliseid järeldusi saame teha linnu tiiva pikkusest? 4) Miks taimetoidulised linnud saabuvad varem kui putukatoidulised?

III. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

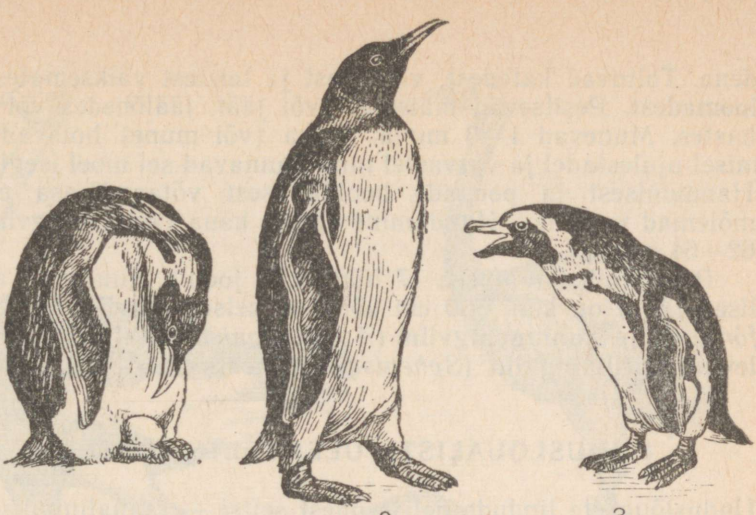
Kaasaegseid linde on umbes 8600 liiki. Uuema süsteemi alusel jaotatakse lindude klass kolmeks alamklassiks: ürglinnud, hammaslinnud ja pärislinnud. Esimesed kaks, nagu teame, on fossiilsed. Kaasaegsed linnud kuuluvad seega **pärislindude** (*Neornithes*) alamklassi. See jaotatakse omakorda 26 seltsiks ja need rühmitatakse kaheks ülemseltsiks: pingviinilised ja uuduslõualised (212. joon.).

PINGVIINILISTE ÜLEMSELTS (*IMPENNES*)

Pingviinilised on ülimalt homogeenne rühm arktiliseks mariinseks eluks kohastunud lennuvõimetuid linde (213. joon.). Seetõttu moodustavad nad üheainsa seltsi — **pingviiniliste seltsi** (*Sphenisciformes*). Nende süstemaatiline asend ei ole lõplikult välja selgita-



212. joon. Lindude sugupuu.



213. joon. Pingviinilisi. 1 — keiserpingviin, 2 — kuningpingviin, 3 — prillpingviin.

tud. Mõned teadlased rõhutavad organisatsiooni sarnasust toruninaliste omaga.

Kahtlemata on pingviinilised *vanapärased* vormid: nende kehal puuduvad paljasväljad; nende luud on *pneumatiseerumata*; selgroolülid on *opistotsöölsed* (välja arvatud 1. ja 2. kaelalüli); *ristluulülid on vaagnaluudest lahus*; kolju luud liituvad puudulikult; *jooksmeluu on algelise ehitusega* (kolm põialuud on ainult osaliselt liitunud). Võimalik, et osa neist tunnustest on sekundaarse tekkega.

Ühtlasi täheldame pingviinilistel mitmeid eristumis- ja kohastumistunnuseid. Nende sulestik on tihe, suled on väikesed, kitsad ja koosnevad peamiselt ainult tüvikust, meenutades seega *soomuseid*. Alusnahk on paks ja rasvkoerikas. *Eesjäsemed on muundunud kitsasteks loibadeks* ja need on kaetud samasuguste soomusjate sulgedega nagu muudki kehaosad. Et aga rinnaluul on suur ja tugev kiil ja lennulihased hästi arenenud, siis sukelduvad ja ujuvad nad ülihästi, nad otsekui lendavad vees, tiibadega kiiresti sõudes ning jalgadega tüürides. Tagajäsemed on lühikesed ja asuvad kaugel keha tagaosas. Pingviinilised kõnnivad seetõttu «püsti» ja abitult. Laskudes aga kõhuli (jääle või lumele) ja jalgadega tõugates liuglevad nad siiski küllalt kiiresti. Varbaid on *neli* ja need on *ujulestadega* seotud. Mõnedel liikidel moodustab kõhu nahk *haudetasku*.

Pingviinilised on levinud Antarktika rannikul ja saartel, Austraalia, Aafrika ja Lõuna-Ameerika lõunarannikul, piki Lõuna-Ameerika lääneranniku kuni Galápagose saarteni. Elavad karja-

dena. Toituvad kaladest, vähkidest ja teistest väiksematest mereloomadest. Pesitsevad maismaal või jääl, jäälõhedes või jääkoobastes. Munevad 1—3 muna. Muna (või mune) hoiavad haudumisel ujulestadel ja varvastel ning kannavad sel moel isegi kaasas. Haudumisest ja poegade hooldamisest võtavad osa enamasti mõlemad vanemad. Haudumine kestab kaua (keiserpingviinil näit. 62—64 päeva).

Pingviinilisi tuntakse 17 liiki (213. joon.). Suurimad antarktilised liigid on kuni 120 cm kõrgune **keiserpingviin** (*Aptenodytes fórsteri*) ja **kuningpingviin** (*A. patagonica*). Aafrika rannikul on levinud **prillpingviin** (*Spheniscus demersus*).

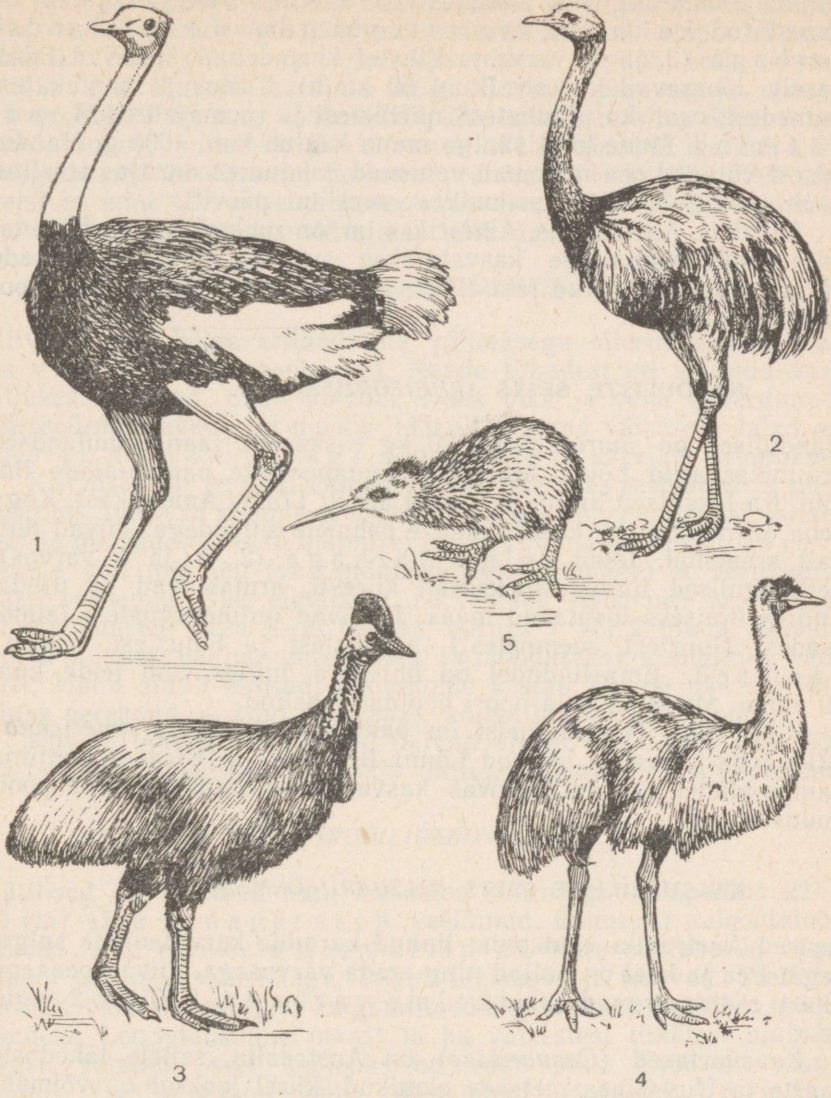
UUDUSLÕUALISTE ÜLEMSELTS (*NEOGNATHAE*)

Uuduslõugsete lindude neli esimest seltsi — jaanalinnulised, nandulised, kaasuarilised ja kiivilised — on vanapärasemad kui teised: nende kolju on mõnede tunnuste poolest sarnane reptiilide koljuga, ruutluu on väheliikuv, sabalülid on kokku kasvamata, mitmed luud luustuvad ja liituvad hilja, hinge- ja kopsutorude kõhred ei luustu. Nende põhiliseks omapäraks on kiilu puudumine rinnaluul ja lennuvõimetus. Varematel aegadel peeti neid tunnuseid olulisteks süstemaatilisteks tunnusteks ja neid linde nimetati silerindlindudeks (*Ratitae*), vastandades neid kiilrindlindudele (*Carinatae*). Et aga nende tiivad on põhiliselt sama ehitusega nagu kiilrindlindudel, siis tuleks arvata, et nad põlvnevad viimastetaolistest lennuvõimelistest eellastest ja et süstemaatikas ei saa silerind- ja kiilrindlinde pidada eri rühmadeks. Tuleb arvata, et mõningatel põhjustel (vaenlaste puudumine, maas toitumine jne.) lakkasid nad lendamast, nende tiivad ja lennulihased mandusid ja rinnaluu kiil kadus, luud kaotasid pneumaatilisuse, hoo- ja tüürsuled vabanesid oma esialgsest ülesandest ja muutusid ehissulgedeks, kattesulgede ebemed kaotasid kidakesed, muutusid pehmeks ja laugeks. Apteerid ja päranipunäärmed kadusid samuti.

JAANALINNULISTE SELTS (*STRUTHIONIFORMES*)

Jaanalinnulistest on säilinud üksainus liik — **jaanalind** (*Struthio camelus*) — Aafrika ning Araabia kõrbealade, steppide ja savannide vorm (214. joon.). Väljasurnud jaanalindudest on seni teada 11 liiki. Tertsiaaris elas neid Süürias, Palestiinas, Ukrainas ja Lõuna-Aasias.

Jaanalind on kaasaegsetest lindudest kõige suurem (isaslinnu kiirukõrgus umbes 2,5 m, kaal kuni 136 kg). Tiivad lühikesed, tiivad ja saba suurte ehissulgedega. Tagajäsemed kõrged, reied



214. joon. Silerindlinde. 1 — jaanalind, 2 — pampanandu, 3 — kiiverkaasuar, 4 — emu, 5 — kiivi.

paljad, jookse tugevate soomustega kaetud. Võimsad jalad on varustatud kahe tugeva ettesuunduva kabjalaadse varbaga (3. ja 4. varvas). Elavad karjadena, rändavad laialdaselt. Jooksevad kiiresti (kuni 50 km/h). Toituvad mahlakatest taimedest, osalt ka putukatest, närilistest ja roomajatest. Monogaamsed. Mune kuni 12, iga muna kaalub kuni 1600 g. Haudumisest võtavad osa mõlemad vanemad, kusjuures mustjas isaslind haub tavaliselt öösiti, pruunikas emaslind päeviti.

Aafrikas, Austraalias, Ameerikas jm. on rohkesti rajatud jaanalinnufarme. Jaanalinde kasvatatakse sulgede, liha ja munade pärast. Poolkodustatud jaanalinde peetakse ka Askania Nova looduskaitsealal.

NANDULISTE SELTS (*RHEIFORMES*)

Nandulised on suured (kuni 20 kg raskused) jaanalinnulaadsed pruunikashallid Lõuna-Ameerika lõunapoolsete pampa-alade linnud. Ka fossiilsed liigid on tuntud ainult Lõuna-Ameerikast. Kogu keha on nandulistel kaetud suurte pehmete sulgedega. Tiivad nõrgalt arenenud. Jalad kolme varbaga (2., 3. ja 4. varvas). Seltsingulised linnud, jooksevad kiiresti, armastavad ka ujuda. Endi peitmiseks lösutavad maas. Toituvad mitmesugustest taimeosadest (juurtest, seemnetest), putukatest ja limustest. Polügaamsed. Emaslindudel on ühispesa, milles võib leida kuni 30 muna. Mune haub ja noori hooldab isaslind.

Kaks liiki. Tuntum neist on **pampanandu** (*Rhea americana*) (214. joon.). See on levinud Lõuna-Brasiilias ja Kirde-Argentiina pampa-aladel. Askania Novas kasvatatakse pampanandut poolkodustatuna.

KAASUARILISTE SELTS (*CASUARIIFORMES*)

Suured Austraalia valdkonna linnud karmide karvataoliste sulgedega. Pea ja kael on paljad ning ereda värvusega. Tiivad peaaegu täiesti redutseerunud, jalad kolme varbaga. Säilinud 2 sugukonda.

Kaasuarlased (*Casuariidae*) on Austraalia, sellele lähedaste saarte ja Uus-Ginea metsade elanikud; kiirel jooksul on võimelised läbima ka tihnikuid, ületades hüppega kuni 1,5 m kõrgused tõkked. Ujuvad hästi. Iseloomulikuks tunnuseks on kooniline, külgedelt lamendunud nokk ja sarvine kiiver laubal. Paljal kaelal lihanibud. Hoosulgedest on säilinud vaid 4—6 paljast roodu, tüürsuled puuduvad täiesti. Vanalinnud musta sulestikuga, pojad vöödilised.

Kolmest kaasajal esinevast liigist on tuntuim **kiiverkaasuar** (*Casuarius casuarius*) (214. joon.).

Emulased (*Dromiceidae*) on Austraalia ja Tasmaania avamaastike linnud. Nende mustjaspruun sulestik muutub alapoolel heledamaks. Nokk lühike ja tugev, kiiver peas puudub, selle asemel leidub seal lühikesi karvjaid sulgi. Emud jooksevad ja ujuvad hästi. Kohati on nad kahjulikud põldude rüüstajaina. Pesa maapinnal lohus; munetakse 7—12 muna; haub peamiselt isalind, kuid poegade eest hoolitsevad mõlemad vanemad. Kaks liiki. Tuntuim neist on **emu** (*Dromiceius novaehollandiae*) (214. joon.). Askania Novas kasvatatakse emusid alates 1895. aastast.

KIIVILISTE SELTS (*APTERYGIFORMES*)

Kiivilised on kõige erilaadsema välimusega silerindlinnud. Nad on väikesed, kanasuurused. Nende tiibadest on säilinud vaid tillukesed jätked. Saba puudub. Nokk pikk ja veidi kõverdunud, ninasõõrmed avanevad noka tipul, silmad väikesed. Jalad on tugevad, nelja varbaga. Suled pikad ja karvjad, pruunikad.

Kiivilised on levinud Uus-Meremaa tihedates metsades ja põõsastutes, toituvad peamiselt ussidest, putukatest, pungadest, võrsetest ja marjadest. Toidu otsimisel orienteeruvad peamiselt haistmise abil, mis neil (vastandina teistele lindudele) on võrdlemisi hästi arenenud. Öise eluviisiga, solitaarsed (üksikud) ja riiakad. Monogaamsed. Pesa asub koopas, kurnas 1 või 2 muna. Kiivide muna on suur, kaalub umbes 400 g ja moodustab $^1/_4$ emalinnu kaalust. Haub ainult isalind; haudumine kestab 75—80 päeva. Üksainus perekond — **kiivi** (*Apteryx*), kolme liigiga (214. joon.).

Kiivide lähimad sugulased näivad olevat moad, kes veel 700 aastat tagasi asustasid kiividega ühiseid elupaiku Uus-Meremaal.

PÜTILISTE SELTS (*PODICIPEDIFORMES*)

Pütilised on väikesed kuni keskmise suurusega (üldpikkus 22—60 cm) väga vanapärased veelinnud. Esimesed paleontoloogilised leiud pärinevad ülemkriidist. Kere on laberik, väga tiheda ja siidja sulestikuga. Tiivad lühikesed ja teravad. Seetõttu on nad halvad lendajad, kuigi mitmed liigid võivad sooritada pikki rändeid. Lendutõusmine maast ja ka väikestest tiikidest on neil sageli võimatu, sest hoojooks on väga pikk. Saba on mandunud (vestigiaalne), selle ülesandeid täidavad hõlmikulestadega jalad, mis on tüüriks nii lennul kui ka ujumisel. Seetõttu ujuvad ja sukelduvad pütilised väga hästi, kasutamata seejuures tiibu. Tagajäsemed on lühikesed ja kinnituvad kere pääraosas, nii et kehaseis on peaaegu püstine ja kõndimine maapinnal väga vaevaline. Jookse külgedelt lapik.

Toituvad kaladest ja veeselgrootutest. Söövad ise oma sulgi ja söödavad neid ka poegadele. Võimalik, et suled, mähkudes ümber raskesti seeduvate kalaluude, pikendavad nende viibimist maos ja


1
2
8
9
7
3
4
5
6

seega pehmenemist. Pesa ehitatakse veepinnale veetaimedest kuhilale. Munad (3—8 kurnas) on valged; pesast lahkumisel kaetakse need pesamaterjaliga kinni. Haudumisest võtavad osa mõlemad vanalinnud. Vastkoorunud pojad on triibulised, tiheda udusulestikuga kaetud, väga vilkad ja hakkavad peagi vanematele järgnema (pesahülgajad). Ujuvad vanalinnud kannavad poegi sageli seljasulgede vahel kaasas ja isegi sukelduvad koos nendega.

Pütilised on kosmopoliitse levikuga, pesitsusajal tegutsevad ainult mageveekogudel ja riimveelistes merelahtedes. Põhjapoolsed liigid rändavad lõunasse talvituma. Seltsi 20 liiki kuuluvad ainsasse — **pütlaste** (*Podicipedidae*) sugukonda; 3 liiki pesitseb ka Eestis. Koloniaalselt eelistab pesitseda **tuttpütt** (*Pódiceps cristatus*) peamiselt kõrkjarikastel järvedel ja merelahtedel. Kohati pesitsevad veel **hallpõsk-pütt** (*P. griseigena*) ja **sarvikpütt** (*P. auritus*). Nendest on tuttpütt teataval määral kahjulik — kaladest toitumisega ja linnuroni vaheperemehena.

Osa liike on väga kitsa levikuga: üks liik Madagaskaril, üks Uus-Meremaal, üks Austraalias jne. **Titikaka pütt** (*Centropelma micrópterum*) esineb ainult Boliivia Andides 3 km kõrgusel Titicaca mägestikujärves ja on lennuvõimetu.

1) Millega seletada pütilaste leviku iseärasusi? 2) Millistel tingimustel ja kuidas on võimalik lennuvõimetute lindude kujunemine? 3) Miks on head ujujad linnud halvad lendajad?

TORUNINALISTE SELTS (*PROCELLARIIFORMES*)

Seltsi kõigil 100 liigil avanevad sõõrmed torujate moodustistena ülanokal kas eraldi või (sagedamini) ühise avana. Toruninalised on ülimalt pelaagilised vormid. $^3/_4$ seltsi kõigist esindajatest pesitseb ja veedab oma elu lõuna pool ekvaatorit, ülejäänud tungivad ka kaugele põhja, ainult mitte jääväljadeni.

Toituvad mereloomadest ja ka raipeist. Harilikult pesitsevad maa-alustes koobastes, ainult albatrossid on avaspesitsejad. Kolooniates võib pesitseda sadakond (albatrossid) kuni miljon (tormilinnud) isendit. Kõik munevad ühe muna. Et enamik liike haub ainult öösiti, venib lõimetishooldus väga pikaks. Albatrossidel kestab haudumine 80 päeva, pojad viibivad pesas kuni 250 päeva ja suguküpseks saavad alles 6. eluaastal. Kõik liigid toidavad esialgu poegi maos leiduva traaniga, mida nad ärevuse korral ka vaenlastele suust ja sõõrmeist vastu pritsivad.

Toruninaliste fülogeneetiline iga ulatub kaugele minevikku (paleotseeni). Tänaseni on säilinud nelja sugukonna esindajad. **Albatroslased** (*Diomedeidae*) on nende hulgast kõige tüüpilisemad. Neid on 13 liiki, kellest 9 esineb ainult lõunapoolkeral. Levikut põhjapoolkerale tõkestab ekvatoriaalne vaikevöönd. **Rändalbatross** (*Diomedéa éxulans*) on rentsentsetest liikidest suurima sirulatusega lind (kuni 425 cm) (215. joon.).

1) Milline tähtsus võiks olla torujatel ninasõõrmetel? 2) Millega seletada toruninaliste enamiku liikide levikut lõunapoolkeral?

---

215. joon. Pütilisi, toruninalisi ja pelikanilisi. 1 — tuttpütt, 2 — tuttpüti jalg, 3 — hallpõsk-püti pea, 4 — sarvikpüti pea, 5 — toruninalise pea, 6 — rändalbatrossid mängimas, 7 — roosapelikan, 8 — järvekormoran, 9 — järvekormorani jalg.

PELIKANILISTE EHK SÕUDJALALISTE SELTS
(*PELECANIFORMES s. STEGANOPODES*)

Pelikanilised on võrdlemisi suured merede ja suuremate siseveekogude äärsed linnud. Tagajäsemed on väga lühikesed ja asuvad kere päraosas, mistõttu liikumine maapinnal on vaevaline. Kõik 4 varvast on ujulestadega ühendatud, ka sissepoole suundunud tagavarvas. Pika noka alanoka harude vahel moodustab nahk mahuka kurgukoti. Enamikul on tugevasti pneumatiseerunud luud ja hästi arenenud nahaalused õhukotid, mis teevad sukeldumise raskeks või võimatuks. Kalatoidulised. Monogaamsed, koloniaalselt pesitsevad vormid. Pesahoidjad, kusjuures pojad kooruvad pimedatena ja viibivad pesas kuni 8 nädalat. Oma esialgse toidu saavad pojad poolseeditult vanemate söögitorust, upitades sinna oma noka ja pea. Levinud kõigil maailma parasvöötme ja troopilistel meredel ning suuremate siseveekogudel. 55 retsentset liiki jagunevad 6 sugukonda.

Pelikanlased (*Pelecánidae*) on suured, laia saba ning hiiglasuure noka ja kurgukotiga linnud. Sukeldumisvõimetuina püüavad nad kalu madalast veest. Et kalu madalasse vette hirmutada, rivistuvad nad pikaks reaks ning tiibadega vastu vett pekstes ujuvad kalda poole. Nõukogude Liidus (Eestis haruldase eksikülalisena) esineva **roosapelikani** (*Pelecanus onocrótalus*) siruulatus on kuni 2,7 m, kurgukoti maht 10—11 l (215. joon.). Poegi on 2—4, kellest igaüks tarvitab lennuvõimeliseks saamiseni kuni 70 kg toitu.

Pelikanlased on fülogeneetiliselt väga «stabiilsed»: nende esivanemad, kes elasid 30—40 miljoni aasta eest, erinevad praegustest vormidest niivõrd vähe, et on kaasaegsetega isegi samasse perekonda paigutatud.

Kormoranlased (*Phalacrocoracidae*) on sihvakamad, nende nokk on silinderjas, konksja tipuga (215. joon.). Kurgukott vähe arenenud, kuid söögitoru väga veniv. Ujuvad ja sukelduvad hästi (kuni 30 m sügavusele). Hävitavad rohkesti kalu. Kormorane kasutatakse isegi praegu veel Hiinas ja Jaapanis «kalapüüdjatena», varustades nad selleks vastava kaelavõruga, 30 liiki. Meil esineb läbirändajana **järvekormoran** (*Phalacrocorax carbo*). Hollandis on neid umbes 4000 paari, kes söövad aastas umbes 600 t kalu. Mõned kormoraniliigid moodustavad tohutuid kolooniaid: Tšiilis pesitseb 6 km² suurusel pindalal 5,5 miljonit lindu. Nende väljaheide — guaano — on hinnaline väetis.

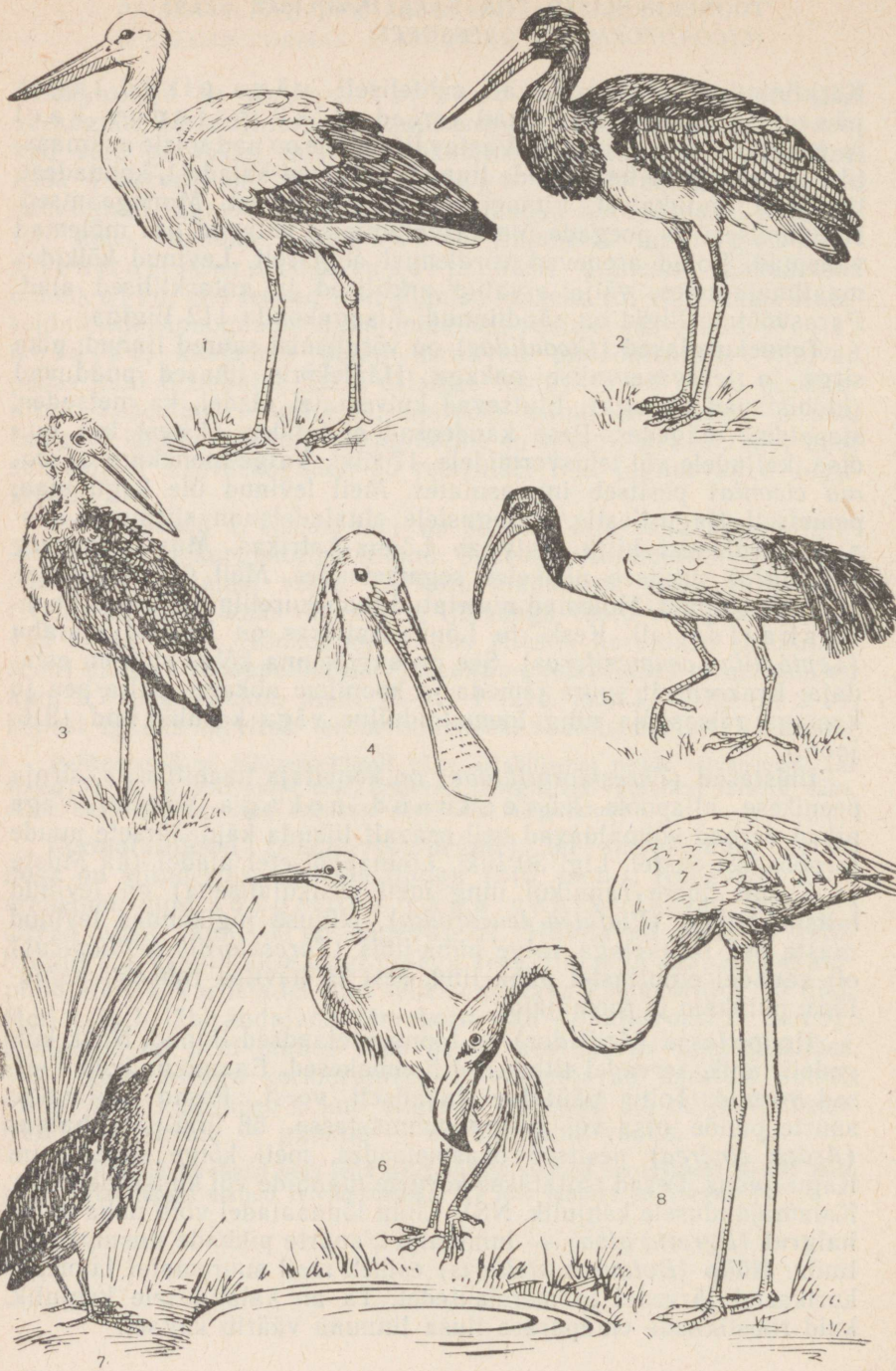
1) Milliseid järeldusi võib teha pelikaniliste suurest sarnasusest 30—40 miljonit aastat tagasi elanud esivanematega? 2) Mis tähtsus on kurgukotil?

Karklinnulisi iseloomustavad suhteliselt väga pikad tagajäsemed («kargud»), pikad varbad, pikk painduv kael ja enamasti pikk nokk. Vastavalt sellele on nad soiste avamaastike ja veekogude kaldaalade linnud. Toituvad kaladest, konnadest, limustest, putukatest, linnupoegadest, närilistest. Monogaamsed. Haudumisest ja poegade üleskasvatamisest võtavad osa mõlemad vanemad. Pojad arenevad võrdlemisi aeglaselt. Levinud kõikides maailmajagudes, välja arvatud arktilised ja antarktilised alad. Parasvöötme liigid on rändlinnud. 7 sugukonda 112 liigiga.

Toonekurglased (*Ciconiidae*) on võrdlemisi suured linnud, pika sirge ja teravaservalise nokaga. Häälekõris lihased puuduvad (klõbistavad nokaga). Elutsevad kuivematel aladel, ka metsades, steppides, mägedes. Pesa kandeosad ehitatakse okstest kas puu otsa, kaljudele või tehisvormidele. 17 liiki. **Valge-toonekurg** (*Ciconia ciconia*) pesitseb inimasulates. Meil levinud üle kogu maa, peamiselt Kagu-Eestis. Praegustele elualadele on siirdunud lõunast võrdlemisi hilja. Talvitab Lõuna-Aafrikas. **Must-toonekurg** (*C. nigra*) pesitseb niisketes segametsades. Meil üle kogu maa hajusalt levinud. Mõlemad nimetatud toonekureliigid on meil looduskaitse all. Kesk- ja Lõuna-Aafrikas on levinud **marabu** (*Leptóptilus crumeníferus*). See on sugukonna kõige suurem esindaja. Erakordselt suure jämeda ja koonilise nokaga, palja pea ja kaelaga raisasööja ning loomatoiduline väga kasulik lind (216. joon.).

Ibislased (*Threskiornithidae*) on koovitaja haabitusega, sirpja peenikese allapoole kõverdunud nokaga vormid. Väga pikad varbad võimaldavad neil osavalt liikuda kaldaäärsete puude ja põõsaste okstel. Ligi 30 liiki. Lõunapoolsetel aladel (ka Musta ja Kaspia mere rannikul ning meil eksikülalisena) on levinud **luitsnokk-iibis** (*Platálea leucorodia*). Niiluse jõgikonnas levinud musta pea ja kaelaga valge **püha-iibis** (*Threskiornis aethiópicus*) oli vanadel egiptlastel püha lind, sest ta hävitas rohkesti kahjulikke putukaid ja roomajaid.

Haigurlased (*Ardéidae*) on toonekurelaadsed linnud. Nokk külgedelt lapik, servadel tillukesed hambakesed. Enamikus koloniaalsed vormid. Toitu püütakse tavaliselt veest. Pesad ehitatakse suurte puude otsa või pilliroopuhmastesse. 58 liiki. **Hallhaigur** (*Ardea cinérea*) pesitseb okasmetsades, meil kõige sagedamini Kagu-Eestis. Pesad ehitatakse kõrgete mändide või kuuskede latva. Kalamajandusele kahjulik. NSV Liidu lõunaaladel võib näha **hõbehaigrut** (*Egretta alba*) — lumivalget, suurte pikkade ilusulgedega lindu. **Hüüp** (*Botaurus stellaris*) esineb meil suurematel taimestikurikastel järvedel ja merelahtedel. Ta on kalandusele kahjulik, kuid roostikkude omapärase ilusa linnuna väärib kaitset.


1
2
3
4
5
6
7
8

Flamingolased (*Phoenicoptéridae*) äratavad tähelepanu kui ülieminekuvormid toonekureliste ja haneliste vahel. Nende tagajäsemed ja S-kujuliselt kõverdunud kael on suhteliselt kõige pikemad kogu linnuriigis. Varbaid on 3 ja need on ujulestadega seotud. Suhteliselt lühike nokk on massiivne ja keskkohas allapoole murtud. Noka servadel sarvliistakud. Sellise kujult unikaalse nokaga toimub ka toitumine täiesti erilaadselt: ülanokk surutakse tugevasti mudasse; samal ajal kui see edasi liikudes veekogu põhja künnab, pumpab alanokk muda pidevalt üles-alla ja kurnab selle läbi ülanoka sarvliistakute välja, kusjuures toiduobjektid (vetikad, ainuraksed, väikesed ussid, putukate vastsed jne.) keelele jäävad. Pesahülgajad vormid. Levinud peamiselt troopilistel ja subtroopilistel aladel. 4 liiki. Nendest on tuntuim **puna-flamingo** (*Phoenicópterus ruber*), kes esineb arvukalt Nõukogude Liidus (umbes 50 000 paari), eksikülalisena ka Eestis.

1) Toonekureliste hulgas on 3 monotüüpset (ühe liigiga) sugukonda; mida selline monotüüpsus näitab? 2) Millised adaptatiivse radiatsiooni põhisuunad esinevad toonekureliste seas?

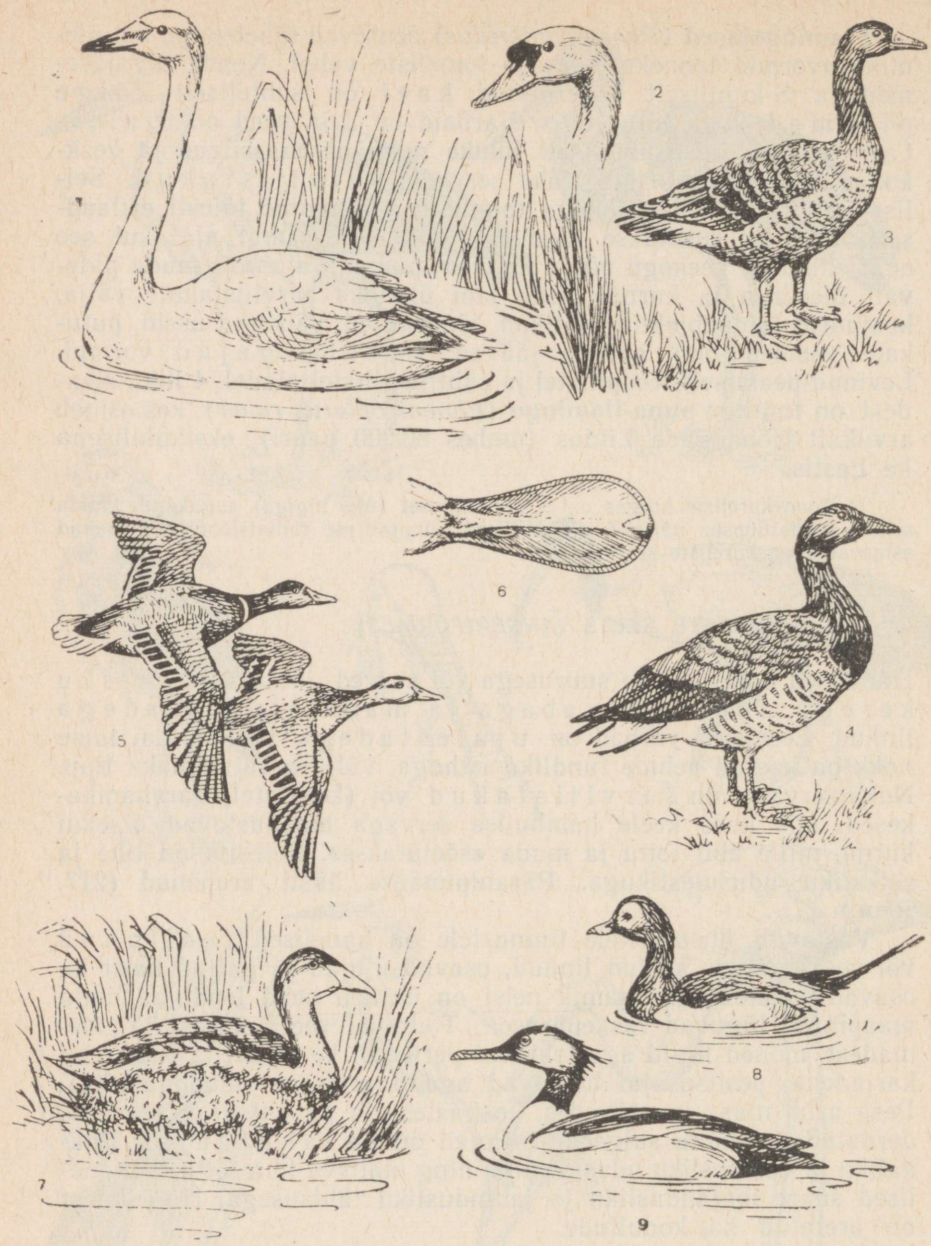
HANELISTE SELTS (*ANSERIFORMES*)

Hanelised on keskmise suurusega või suured, jässaka laberiku kerega, lühikese sabaga ja madalate jalgadega linnud. Eesmised varbad on ujulestadega seotud. Lai lame nokk on kaetud pehme tundliku nahaga, välja arvatud noka tipp. Noka servadel on sarvliistakud või (kosklatel) sarvhambakesed, mis koos keele hambulise servaga moodustavad otsekui kurna, mille abil toitu ja muda «sõelutakse». Sulestik on tihe ja rikkaliku udusulestikuga. Päranipunääre hästi arenenud (217. joon.).

Vastavalt niisugustele tunnustele on hanelised veelinnud või veekogudega seotud linnud, osavad ujujad ja paljud neist ka osavad sukeldujad. Enamik neist on ühtlasi head lendajad, kuid maapinnal liiguvad raskepäraselt. Toituvad veetaimedest ja -loomadest, mõned liigid aga teataval perioodil ka teraviljast. Elavad karjadena, pesitsusajal heidavad aga paaridesse (monogaamia). Pesa asub maas, puutüvedes, koobastes või puu otsas ja on vooderdatud emalinnu sulgedega. Pojad on pesahülgajad. Rikkaliku ja väärtusliku udusulestiku ning maitsva liha tõttu on hanelised suure majandusliku ja jahindusliku tähtsusega. Hanelistest on aretatud ka kodulinde.

---

216. joon. Toonekurelisi. 1 — valge-toonekurg, 2 — must-toonekurg, 3 — marabu, 4 — luitsnokk-iibise pea, 5 — püha-iibis, 6 — hõbehaigur, 7 — hüüp, 8 — puna-flamingo.



217. joon. Hanelisi. 1 — laululuik, 2 — kühmnokk-luige pea, 3 — hallhani, 4 — mustlagle, 5 — sinikael-part, 6 — luitsnokk-pardi nokk, 7 — emahahk pesal, 8 — aul, 9 — jääkoskel.

Hanelised on vanapärane ja v a n a rühm: esimesed paleontoloogilised leiud on a l a m k r i i d i s t. Jagunevad kõigest kaheks sugukonnaks. Esimeses neist — **kannushanelaste** (*Anhimidae*) sugukonnas on ainult 3 liiki (Lõuna-Ameerikast). Väärivad tähelepanu t i i v a k a n n u s t e (küüniste) olemasolu ja roietel k o n k s j ä t k e t e p u u d u m i s e tõttu. Viimane on väga arhailine tunnus ja omane veel üksnes ürglinnule.

Teine sugukond — **partlased** (*Anatidae*) — hõlmab 145 liiki; levinud ülemaailmselt, välja arvatud Antarktika, e n a m i k n e i s t o n r ä n d l i n n u d. Sellest rühmast on pärit ka e s i m e s e d k o d u l i n n u d. Eestis on 34 liiki. Kogu sugukond jaguneb nii morfoloogiliselt kui ka ökoloogiliselt mitmeks rühmaks: luiged, haned, ujupardid, sukelpardid ja kosklad (217. joon.).

L u i g e d on sugukonna suurimad linnud (üle 1,5 m pikad). Kaelalülide rohkusest (kuni 25) tingituna on nende kael kerest tunduvalt pikem. Elutsevad suurtel järvedel (eriti rannikulähedastel) ja merelahtedes. **Kühmnokk-luike** (*Cygnus olor*) tuntakse meil üldiselt kui pargitiikide ilulindu. Kuni 1928. aastani pesitses ta meil üksikute paaridena ka looduslikult, kuid siis kadus. 1959. aastast peale on ta taas kindel haudelind Lääne-Eesti saartel ja rannikualadel. **Laululuik** (*C. cygnus*) pesitseb tundrajärvedel, on meil läbirändaja. Eksootilist **mustluike** (*Chenopis atrata*), kelle kodumaaks on Austraalia ja Tasmaania, peetakse meil loomaaedades.

H a n e d on suuruselt luikede ja partide vahel. Nende jalad on pikemad kui partidel, nende kael aga lühem kui luikedel. Eelistades taimset toitu, viibivad nad rohkem maismaal kui vees. Pesitsevad soistel ja veerikastel aladel, peamiselt tundrates, kaugel inimasulaist. Sulgimise ajal lennuvõimetud. Kõige tuntum liik on **hallhani** (*Anser anser*), kes märgataval arvul pesitseb ka Lääne-Eesti rannikuluhtadel. See liik on koduhane tõugude esivanem. Arvukamad läbirändajad on meil **rabahani** (*Anser fabális*) ja **suur laukhani** (*A. álbifrons*). Läbirändajad on ka **lagled** — **mustlagle** (*Branta bernicla*) ja **valgepõsk-lagle** (*B. leucopsis*), kelle suured salgad veedavad kevadrändel mitu nädalat Lääne-Eesti rannikul. **Kanada laglet** (*B. canadensis*) on viimastel aastakümnetel ihaldusväärse jahiobjektina introdutseeritud Inglismaale (kus neid praegu pesitseb juba umbes 4000 paari), Rootsi jm. Ida-Siberi lõunaosas ja Hiinas on levinud **luikhani** (*Cygnopsis cygnopsis*) — Kesk-Aasia musta nokaga koduhane ehk h i i n a h a n e esivanem.

U j u p a r d i d on suhteliselt lühikese kaelaga veelinnud, seltsi kõige väiksemad vormid. Hästi on neil välja kujunenud s u g u l i n e d i m o r f i s m, peaaegu kõikidel on läikiv ja värvikas t i i v a k ü ü d u s. Elutsevad peamiselt madalatel kinnikasvavatel mageveekogudel. Mõned troopikaalade liigid pesitsevad ka puu otsas. Valdavalt taimetoidulised. Laialdaselt levinud ja tähtis jahilind on **sinikael-part** (*Anas platyrhýnchos*), kes võib lahtistel vee-

kogudel ka talvitada. Ta on koduparditõugude esivanem. Ujupartidest pesitsevad meil veel **piilpart** (*A. crecca*), **rägapart** (*A. querquedula*), **luitsnokk-part** (*A. clypeata*) ja mõned teised. Kesk- ja Lõuna-Ameerikas on levinud mustja sulestikuga **muskuspart** (*Cairina moschata*), keda kodustatuna tuntakse türgi pardi nime all.

Sukelpartide rühma kuuluvad ujupartidest suuremad ja kohmakamad seltsingulised veelinnud. Toituvad peamiselt loomadest: koorikloomadest, limustest, väiksematest kaladest jne. Elutsevad järvedel, merelahtedes ja -saartel. Toidu hankimiseks sukelduvad püstsuunas võrdlemisi sügavale veekogu põhja. Peale väheste erandite on kõik jahilinnud. Erilist tähelepanu väärib **hahk** (*Somateria mollissima*), Euroopa põhjapoolsete rannikualade lind. Kohati (Island, Norra jne.) omavad hahad tööndusliku tähtsust tänu oma kergetele udusulgedele (50 pesa suled kaaluvad 1 kg). Eestis on, tänu tõhustatud kaitsele, hahkade arvukus suurenemas ja pesitsevate paaride arv ulatub praegu 3500-ni. Sagedamini esinevad sukelpardid on meil **tuttvart** (*Aythya fuligula*), **punapeavart** (*A. ferina*) ja ainult rannikualadel ja meresaartel elutsev **tõmmuvaeras** (*Melanitta fusca*). Massiliselt rändavad meilt läbi põhja pool (tundrates) pesitsevad sukelpardid — **aul** (*Clángula hyemális*) ja **mustvaeras** (*Melanitta nigra*).

Kosklad on tänu oma saaghambuliste servadega saledale nokale hästi kohastunud toitumiseks kaladest. Pesitsevad kividevahelistes koobastes, puuõõntes jm., kust nad pärast koorumist kuivanud pojad kohe vette viivad. Munevad suured kurnad, mille sagedasti maha jätavad või ei suuda kõiki mune välja haududa. Sellest on alguse saanud rannarahva tava kosklaid pesitsuperioodiks «kodulinnuks» meelitada (tehispesad!) või looduslikest pesadest mune koguda. Meil on saartel ja rannikul tavalisteks liikideks **jääkoskel** (*Mergus mergánser*) ja **rohukoskel** (*M. serrator*).

1) Millised kohastumise põhisuunad iseloomustavad hanelisi? 2) Millised põhilised ökoloogilised erinevused on ühelt poolt haneliste ja teiselt poolt pütiliste ning pelikaniliste vahel? 3) Millega võiks seletada pütiliste ja haneliste — kahe väga vana linnuseltsi — liikide arvu suurt erinevust?

KULLILISTE SELTS (*FALCONIFORMES*)

Kullilised on päeval tegutsevad väga mitmesuguse suurusega röövlinnud. Nende nokk on võrdlemisi lühike, ülanokk konks ja tipuga. Võimsad jalad on varustatud vastastatava tagavarbaga, kõikidel varvastel on pikad kõverad nõelteravad küünised. Sääre suled on pikenenud ja varjavad jooksme ülemist osa («püksid»). Tiivad tugevad, saba hästi arenenud (218. joon.). Pugu on hästi arenenud. Moodustavad räppetompe.



218. joon. Kullilisi. 1 — kanakull, 2 — hiireviu, 3 — kaljukotkas, 4 — rabapistriku pea, 5 — lõopistrik, 6 — tuuletallaja, 7 — kuningkondori pea, 8 — kurgkotkas, 9 — must-raisakotka pea, 10 — kalakotka jalg.

Kullilised on vastupidavad ja osavad lendajad; nad võivad lennata aeglaselt, siis välkkiirelt alla söösta ja saaki jälitades osavasti manööverdada. Suurt osa etendab seejuures liigiti väga varieeruva kuju ja suurusega saba. Mõnedele vormidele on iseloomulik ka purilend. Kulgemine maapinnal enamasti abitu. Saaki — teisi linde, hiiri, väiksemaid jahiloomi jne. — püüavad jalgadega. Kuigi kullilised on röövlinnud, sõltub nende kahjulikkus ja kasulikkus suurel määral nende arvukusest ja toidust. Mõned kullilised on koguni putukatoidulised või toituvad peamiselt raibetest. Enamik liike ehitab oma pesa puu otsa või kaljudele. Munade arv kurnas on väike, poegade arenemine aeglane.

Kullilised on kujunenud välja karklinnulistele ja pelikanilistele lähedastest algvormidest. Pleistotseenist on pärit maakeral elanud suurima siruulatusega (5 m) kondoriliik. Retsentsed liigid (umbes 270) on kosmopoliidid ja jagunevad viieks sugukonnaks.

Haugaslased (*Accipitridae*) moodustavad kulliliste seas kõige liigirikkama (205 liiki) ja heterogeensema sugukonna. Nende ülanoka servadel e i e s i n e «n o k a h a m m a s t», nende tiivad on suhteliselt laiad ja ümardunud tipuga. Emased suuremad kui isased.

Tuntuim haugaslane on põhjapoolkera parasvöötmes laialt levinud **kanakull** (*Accipiter géntilis*). Toitudes kohati suurtest lindudest (põldpüü, teder, kana, pardid jt.), võib kanakull märgatavat kahju tekitada. Et kanakulli arvukus on mitmetes Euroopa riikides viimastel aegadel tunduvalt vähenenud, on ta seal isegi looduskaitse all. Kahjulik liik on **raudkull** (*A. nisus*), kes toitub peamiselt värvulistest. Kõige arvukam haugaslane on meil **hiireviu** (*Búteo búteo*), peamiselt kuuse-segametsade asukas. Et ta saagiks on peamiselt närilised, vähemal määral konnad ja roomajad, siis on ta metsamajandusele kasulik. Merelahtede ja järvede roostikus elutseb partlastest ja mügridest toituv **roo-loorkull** (*Circus aeruginosus*).

Haugaslaste sugukonda kuuluvad ka mitmesugused k o t k a d. Suurte rabamassiivide servaaladel segametsades esineb meil **kaljukotkas** (*Áquila chrysaëtos*); Saare- ja Hiiumaa ning Lääne-Eesti rannikualade suurtes niisketes kuuse-segametsades pesitseb **merekotkas** (*Haliaeëtus albicilla*); Kesk- ja Ida-Eesti suurtes metsades leidub **kalakotkast** (*Pandion haliaëtus*). Kõik need on suured ja kahjulikud linnud, kuid et nende arvukus on väga väike (igaüht ainult umbes 10 pesakonda), siis ei ole nende poolt tekitatud kahju kuigi suur ja neid on vaja kaitsta kui ainulaadseid loodusmälestisi. Eksikülalisena on meil tabatud **must-raisakotkast** (*Aegypius monachus*) — Lõuna-Euroopa, Kesk- ja Lõuna-Aasia vormi. Raisakotkad on sulitu pea ja kaelaga, võika välimusega linnud; looduslike sanitaridena etendavad nad biotsönoosides väga tähtsat osa.

Uue Maailma kullilistest on iseloomulikud **kalkunkotkaslased** (*Cathartidae*). Need on suured raisasööjad linnud ja asendavad siin Vana Maailma raisakotkaid. Nende tüüpiline esindaja on kõrgmäestikes elutsev kuni 3 m siruulatusega **kondor** (*Sarcorhamphus gryphus*).

Pistriklased (*Falcónidae*) on haugaslastest väiksemad. Nende ülanoka servadel on terav «nokahammas», millele alanoka servadel vastab sälk. Nende tiivad on saledamad ja teravamad, nende jookse lühem kui haugaslastel. Geograafiliselt väga varieeruvad, moodustades rohkesti alamliike.

Pistriklaste näitena nimetame kõigepealt **rabapistrikku** (*Falco peregrinus*) — suurte rabaalade asukat. Ta on osavamaid ja kiiremaid lendajaid. Sööstlennul saagile (tuvid, kiivitajad, pardid jne.) saavutab ta ligi 300 km tunnikiiruse. Pesitsejana metsaservadel ja metsatukkades esineb meil peamiselt värvulistest toituv **lõopistrik** (*F. subbuteo*). Kõige sagedam ja üldisemalt levinud pistriklane on meil **tuuletallaja** (*F. tinnunculus*). Toitu (peamiselt hiiri) otsides rapleb põldude kohal.

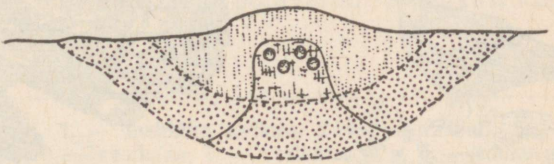
Paljud suured pistrikud on tuntud jahipistrikena: juba ammustest aegadest peale on neid treenitud ja treenitakse praegugi lindude ning imetajate (rebaste, jäneste, huntide) püüdjateks.

Kulliliste seltsist on Aafrika lagendike iseloomulikuks elanikuks väga kõrgete jalgadega ja pika sabaga **kurgkotkas** ehk «sekretär» (*Sagittarius serpentarius*). Toitub madudest.

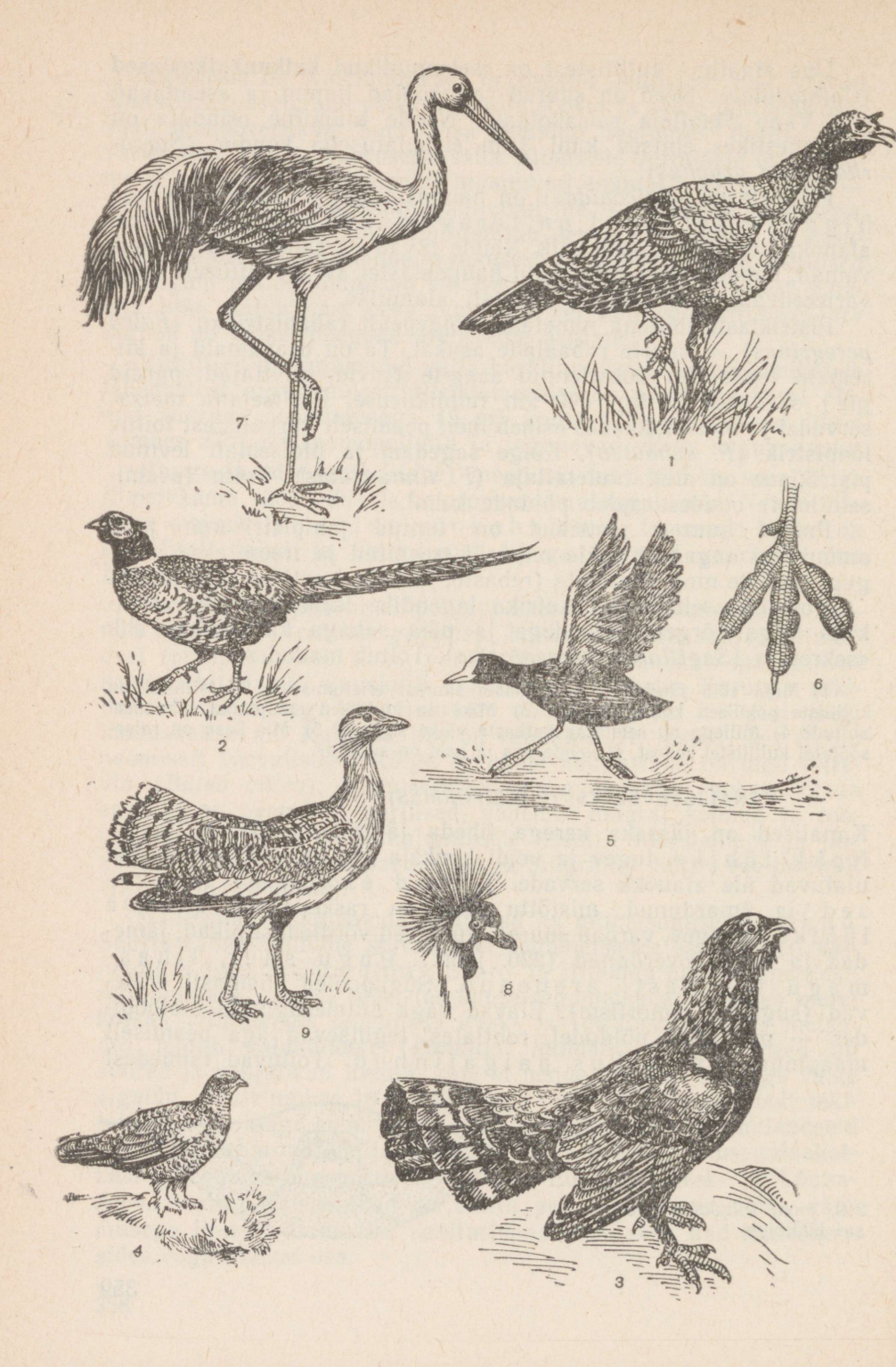
1) Mida võib järeldada haugaslaste suurest eristumisest? 2) Millised on kulliliste põhilised kohastumused? 3) Miks on kullilised maapinnal liikumisel abitud? 4) Millega on seletatav kotkaste väike sigivus? 5) Mis kasu on raisasööjatel kullilistel sellest, et nende pea ja kael on sulitud?

KANALISTE SELTS (*GALLIFORMES*)

Kanalised on jässaka kerega, tiheda jäiga sulestikuga linnud. Nokk lühike, tugev ja veidi konksja tipuga, ülanoka servad ulatuvad üle alanoka servade. Tiivad enamasti lühikesed ja ümardunud, mistõttu lend on raskepärane. Jookse lühike ja tugev, varbad suured, küünised võrdlemisi pikad, jämedad ja veidi kõverdunud (220. joon.). Pugu suur, lihasmagu tugevasti arenenud. Sugupooled enamasti erinevad (suguline dimorfism). Elavad väga mitmesugustes biotoopides — metsades, põldudel, rohtlates, tegutsevad aga peamiselt maapinnal. Enamikus paigalinnud. Toituvad taimedest



219. joon. Rihukana «pesa» läbilõige.


7
1
2
6
5
9
8
4
3

ja nende osadest ning putukatest, keda nad lehtede ja risu alt välja siblivad. Pesahülgajad. Väga paljud kanalised on oma maitsva liha tõttu tähtsad jahilinnud, mõned liigid on kodustatud.

Levinud kosmopoliitselt. Fülogeneetiliselt väga vana rühm. Juba 75 miljonit aastat tagasi elanud esindajad olid hästi väljakujunenud tunnustega. Arvatavasti seisavad väga lähedal lindude arengu põhitüvele.

Rihukanalased (*Megapódiidae*). Selle sugukonna kanalised äratavad tähelepanu oma sigimiselt: nad ei hau, vaid munevad oma suured munad kokkukraabitud taimejäänuste ja mulla (mõnel liigil kuni 2 m kõrgustesse) hunnikutesse, kus loodete arenemine toimub taimejäänuste käärimisel (kõdunemisel) tekkiva soojuse mõjul (219. joon.). Vanalinnud kontrollivad «inkubaatorit» iga päev ja vajaduse korral õhustavad seda või katavad munad paksemalt kinni. 8—9 nädala pärast kooruvad lennuvõimelised pojad. 10 liiki. On levinud Austraalias, Polüneesias, Uus-Gineal ja Malai saartel. **Rihukana** (*Megapódius reinhardtii*) elutseb Austraalias.

Faasanlasi (*Phasiánidae*) iseloomustab paljas või ainult ülaosas sulgedega kaetud jookse, mille tagaküljel leiame isastel sageli 1 või 2 kannust. Tagavarvas lühike ja asetseb eesvarvastest kõrgemal. Pea on paljudel paljaste aladega, kuid lagipeas on erilised ehissuled või lihav hari. Faasanlased on andnud rea tähtsaid kodulinde. On kanaliste sugukondadest kõige liigirikkam (ligi 180 liiki). Levinud peamiselt idapoolkeral.

India džunglites elutsev **bankiivakana** (*Gallus gallus*) on kodukana esivanem. Kodukana on kodustatud juba eelajaloolistel aegadel (umbes 4000 aastat e. m. a.) ja temast on seni aretatud umbes 140 tõugu. Kesk-Ameerika alal on levinud **mehhiko kalkun** (*Meleagris gallopavo*), kellest on aretatud meie kodukalkun. Kaukaasiast alates üle Kesk-Aasia kuni Jaapanini on levinud faasanid. Vanad kreeklased tõid muistsel ajal Kaukaasiast **jahifaasani** (*Phasiánus cólchicus*) Euroopasse, kus ta kodunes ja tähtsaks jahilinnuks muutus. Ka Eestis on asutud jahifaasani levitamisele. Indias ja Jaava saarel elutseb **paabulind** (*Pavo cristátus*). Aleksander Suur tõi selle linnu Euroopasse, kus teda nüüd kasvatatakse ilulinnuna. Aafrika faasanlastest väärib märkimist **pärlkana** (*Numida meleagris*) — kodustatud pärlkana lähtevorm. Faasanlaste hulka kuulub ka meie ainus rändkanaline — **põldvutt** (*Coturnix coturnix*). Hiiglasuured rändparved, jõudnud Euroopast ja Lääne-Aasiast Egiptusse, langesid seal sajandite jooksul püüdjate ohvriks. Veel sajandi esimestel aastakümnetel eksporditi Egiptusest 2 miljonit põldvutti aastas. **Põldpüü** (*Perdix perdix*) elutseb samuti nagu põldvuttki avamaastikul, kuid on paigalind.

---

220. joon. Kanalisi ja kurelisi. 1 — mehhiko kalkun, 2 — jahifaasan, 3 — metsis, 4 — rabakana (suvel), 5 — vesikana, 6 — vesikana jalg, 7 — sookurg, 8 — kroonkure pea, 9 — suurtrapp.

Metsislased (*Tetraonidae*) erinevad teistest kanalistest peamiselt selle poolest, et nende jookse (aga sageli ka varbad) on sulis. Kannus puudub. Pea on alati sulis. Tiivad lühikesed, mistõttu lendavad raskelt, kuuldavalt, suure vurinaga. Osa metsislasi elutseb tihedates metsades, teised niitudel, mõned liigid rabades. Toituvad eeskätt puude pungadest ja lehtedest, marjadest, okastest, seemnetest, putukatest ja ussidest. Paaritusajal mitmete liikide isaslinnud mängivad. Levinud Euraasia ning Põhja-Ameerika külm- ja parasvöötmes. 18 liiki.

Sugukonna suurim liik on Euraasia igihaljastes metsades elutsev **metsis** (*Tetráo urogallus*) (220. joon.) — umbes kalkunisuurune, roheka läikivmusta sulestikuga lind. Ta on suurimaid jahilinde, kelle arvukus eriti Euroopas on tugevasti langenud ka metsade vähenemise tõttu. Väljasuremisest on ta pääsenud tänu ülimale argusele ja väga peidulisele eluviisile. Eestis leidub 4000—5000 isendit. Tuntud on ta kevadised varahommikused mängud isaslindude «armulauluga» ja nende omavahelise võitlusega tulevase pesaterritooriumi ja emaslindude pärast. Talvel toitub männi ja seedri okastest. **Teder** (*Lyrúrus tetrix*) on pesitsusviisilt ja pesitsusaegse käitumise poolest metsisega mitmeti sarnane. Kuid ta on seltsinguline ja eelistab lagendiku- või rabaäärseid kasevõsasid. Polügaamne. Tedremängud algavad juba märtsis ning toimuvad metsalagendikel ja rabaservadel. Talvel magavad tedred öösiti lumes. Isastedre ja emasmetsise hübriid on tuntud «tedrekuninga» nime all. Metsislaste üks väiksemaid liike on meil **rabakana** (*Lagópus lagópus*), kes talveks vahetab oma punakaspruuni sulerüü valge vastu. Üleni sulis varbad ja nende vahel talvel esinevad sarvliistakud on kohastumus kõndimiseks kergel lumel. Elutseb hõreda puiskasvuga soodes ja rabades. **Laanepüü** (*Tetrástes bonasia*) on meil vähem arvukas, kuid kogu Nõukogude Liidu linnufaunas jahinduslikult tähtsal kohal. Põhja-Ameerika metsislastest on väga arvukas **preeriakana** (*Tympanuchus cupido*), kelle isaslinnud mängivad hulgana koos, puhudes täis kaela külgedel olevad suured apelsinivärvi õhukotid.

1) Miks enamik kanalisi on paigalinnud? 2) Mis tähtsus on faasanlaste kannustel? Miks ei esine kannuseid metsislastel? 3) Milliseid maastikutüüpe kasutavad kanalised elupaikadena?

KURELISTE SELTS (*GRUIFORMES*)

Kureliste seltsi kuuluvad väga mitmesuguse suuruse ja haabitusega linnud. Teataval määral on kurelised vaherühmaks kanaliste ja kurvitsaliste vahel. Kureliste tiivad on enamasti ümardunud ja nõrgalt arenenud. Jalad enamikul pikad, tugevate varvastega, millest tagumine on tavaliselt väike ja asetseb teistest kõrgemal. Nokk enamikul lühikesevõitu ja tugev. Vastavalt tiibade ja jalgade ehitusele on kurelised halvad lendajad

(välja arvatud kured), ei saa okstest hästi kinni hoida ja tegutsevad maapinnal. Pojad tavaliselt p e s a h ü l g a j a d. On levinud kosmopoliitselt. Väga paljud kureliste liigid on hiljuti välja surnud, paljud on hävingu piiril. 12 sugukonda.

Rookanalased (*Rallidae*) on vastavalt liikide suurele arvule (üle 130) kureliste keskne sugukond. Väikesevõitu, külgedelt lamendunud, tihnikutes kulgemiseks kohastunud kere ja madalate jalgadega linnud. Elutsevad soistel aladel. Paljud öise eluviisiga, tegutsevad äärmiselt peidetult rohurindes. Toituvad seemnetest ja väiksematest loomadest (putukatest, ussidest, tigudest). Vaatamata oma nõrgale lennuvõimele on nad siiski väga laialt levinud, ehkki valdav enamik liike on seotud troopiliste aladega. Lõunas paiga-, põhja pool rändlinnud.

Sellest sugukonnast elutseb meil veekogude läheduses ja soodes **täpik-vesivutt** (*Porzana porzana*). Niitudel ja viljapõldudel võib kuulda **rukkirääku** (*Crex crex*). Roostikurikastel järvedel, merelahtedel ja suurte jõgede koolmeil võime kohata **vesikana** (*Fúlica atra*), kes on hea ujuja ning sukelduja, millele vastavalt tal on hõlmiklestadega varbad.

Kurglased (*Grúidae*) on rookanalastele mitmeti vastandlikud: nad on suured linnud, p i k a n o k a, p i k a k a e l a ja p i k k a d e t a g a j ä s e m e t e g a. Enamikule on iseloomulik h i n g e t o r u p i k e n e m i n e: see moodustab mitu kääru rinnaluu kiilu sees (hääle resonaator). Elutsevad soodes ja steppides. Toituvad peamiselt taimsetest objektidest. Põhjas ränd-, lõunas paigalinnud. Levinud kõikides maailmajagudes, puuduvad vaid Ida-Indias ja Madagaskaril. 14 liiki.

Meie faunas on kurglased esindatud ühe liigiga — **sookurega** (*Grus grus*), kes on suuremate soode ja põõsas- ning lagerabade asukas (220. joon.). Lendab rivis kolmnurkse ahelikuna.

Aafrikas on levinud toredad **kroonkured** (*Balearica*), Lõuna-Ameerikas **kilgkured** (*Psophia*). **Trompetkurgi** (*Grus americana*) oli 1960. a. säilinud Põhja-Ameerikas 36 lindu vabas looduses ja 6 lindu zooparkides.

Traplased (*Otididae*) on keskmise suurusega kuni väga suured linnud. Tagajäsemed pikad, kolme varbaga, mille küünised on nürid. Tiivad tugevasti ümardunud, päranipunääre puudub. Ktonobiondid, stepi- ja poolkõrbelinnud. Peamiselt taimetoidulised. Levinud eeskätt Aafrikas. 23 liiki.

Vahemere aladel ja Aasias kuni Vaikse ookeanini on tuntud **suurtrapp** (*Otis tarda*) — Euroopa kõige raskem lind. Veidi põhjapoolsema levilaga on **väiketrapp** (*O. tetrax*). Mõlemaid liike on eksikülalistena tabatud ka Eestis. Aafrika, India ja Austraalia kõige suurem ja ilusam traplane on **hiidtrapp** (*Choriotis kori*).

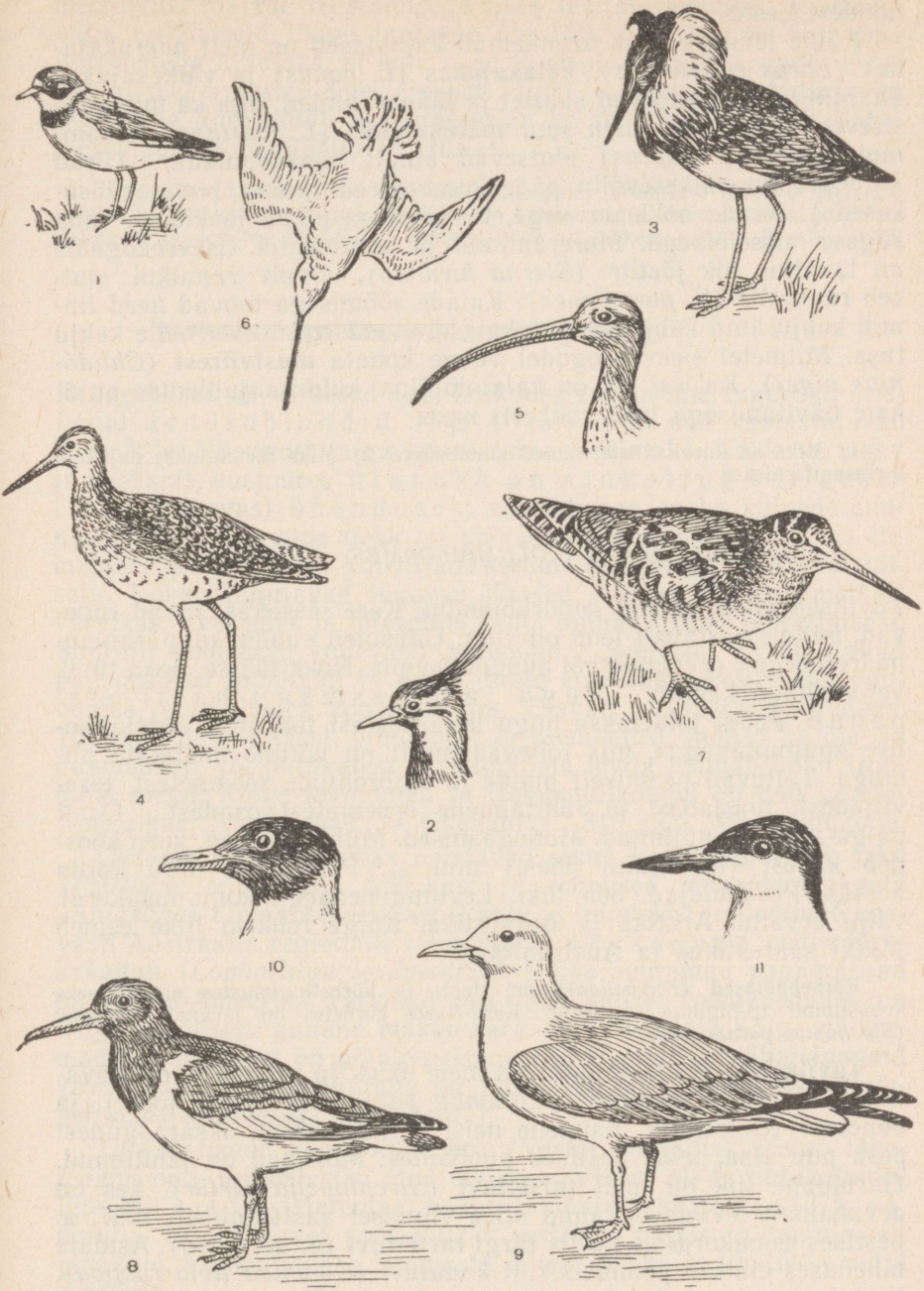
1) Millal lahkuvad meilt sookured («kured»)? 2) Kui vesikana sügavale vette sukeldub, siis helgib ta hõbekerana. Millega seda seletada? 3) Millega seletada päranipunäärme puudumist traplastel?

Seltsi kuuluvad väikesed kuni keskmise suurusega linnud. Nende sulestik on tihe ja veekindel. Eredavärvilist sulestikku esineb harva, levinud on must, valge, hall ja pruun värvus ning nende kombinatsioonid. Vähestel esineb suguline dimorfism. Nokk on kujult ja pikkuselt väga varieeruv, kuid ülekaalukalt pikk ja sale. Tiivad pikad ja saledad, ka jalad on enamikul pikad, selle tõttu on nad head jooksjad ja lendajad. Enamikus loomatoidulised. Pesitsevad maas. Munad (1—4) enamasti kaitsevärvi. Pesahülgajad. Levinud kosmopoliitselt, vähesed on pelaagilised ja mõned pesitsevad ainult sisevetel. Valdav enamik on rändlinnud, rida liike on hinnatud jahilinnud. 16 sugukonda.

Tülllased (*Charadriidae*) on kurvitsaliste iseloomulikumaid sugukondi. 63 liiki, nendest pesitseb meie faunas 4 liiki. Mereranniku tavaline liik on **liivatüll** (*Charádrius hiaticula*). Jõe- ja järvekallastel, liivikuil ja paemurdudes on sagedane **väiketüll** (*Ch. dubius*). Heina- ja karjamaadel ning isegi põldudel võime kohata **kiivitajat** (*Vanéllus vanellus*) (221. joon.).

Kurvitslased (*Scolopacidae*) on pikajalgsed saledad linnud. 82 liiki, millest meie linnufaunas on 17 liiki. Luhtadel ja rannaniitudel elutseb **tutkas** (*Philómachus pugnax*). Isastutkad on väga ilusa ja varieeruva pulmarüüga (pikematest sulgedest mitmevärviline «krae» ja «kõrvad» kaelapiirkonnas); kogunevad paaritusajal salkadena kokku ja peavad võitlusmänge, millest ka nende rahvapärane nimetus «riiukukk». Maitsva lihaga. Väga mitmesugustel elupaikadel võime täheldada **tildreid** (*Tringa*). Need kõik on maitsva lihaga jahilinnud, kuid oma vähesuse tõttu ei oma suuremat tähtsust. Niiskete heinamaade, luhtade ja sooservade iseloomulik kurvitslane on pika kõverdunud nokaga **suurkoovitaja** (*Numenius arquata*). Samadel aladel võime näha ka **tikutajat** ehk «taevasikku» (*Gallinago gallinago*). Isane tikutaja sooritab pesapaiga kohal omapärast mängulendu: lendab kõrgel õhus edasitagasi ja sööstab siis järsku tükk maad allapoole, kusjuures ta oma tüürsulgedega «mökutab». Niiskevõitu leht- ja segametsade alalt tuntakse kaunis üldiselt väga hinnatud jahilindu **metskurvitsat** ehk korbitsat (*Scólopax rusticola*). Saartel ja Mandri-Eesti lääneranniku on karakterkurvitslaseks punase noka ja jalgadega **meriski** (*Haemátopus ostrálegus*).

Kajaklased (*Laridae*) on keskmise suurusega kuni suured veelinnud, peamiselt mereranniku vormid. Nad on pikliku voolujoonelise kerega ning pikkade teravate tiibadega. Tagajäsemed lühikesed, varbad ujulestadega ühendatud. Nokk tugev, külgedelt lamendunud. Toituvad peamiselt vähkidest, putukatest ja ussidest. Paiguti hävitavad massiliselt kahjulikke putukaid. Suured



221. joon. Kurvitsalisi. 1 — liivatüll, 2 — kiivitaja pea, 3 — tutkas, 4 — punajalg-tilder, 5 — suurkoovitaja pea, 6 — tikutaja lennul, 7 — metskurvits, 8 — meriski, 9 — kalakajakas, 10 — naerukajaka pea, 11 — tiiru pea.

liigid püüavad väiksemaid närilisi ja linde ning kalu. 82 liiki, nendest Eestis 14.

Kõige levinumad ja arvukamad kajaklased on meil **naerukajakas** (*Larus ridibúndus*), **kalakajakas** (*L. canus*) ja **väikekajakas** (*L. minutus*). Elutsevad saartel ja lääneranniku, aga ka mitmetes siseveekogudes, seevastu suur **merekajakas** (*L. marinus*) ja **tõmmukajakas** (*L. fuscus*) elutsevad ainult mererannikul. **Tiirud** (*Sterna*) on väikesevõitu pääsukeselaadsed linnud («merepääsukesed»). Nende nokk on sirge, tiivad väga pikad ja kitsad, saba sügava sisselõikega. Mererannikul ja suurematel siseveekogudel on tavaline liik **jõetiir** (*Sterna hirundo*), ainult rannikul elutseb **rannatiir** (*S. paradisaea*). Kalade söömisega toovad need linnud kahju, kuid kahjulike putukate hävitamisega teevad selle kahju tasa. Mitmetel siseveekogudel võime kohata **mustviirest** (*Chlidónias niger*). Ka see liik on kalatoiduline, kuid kahjulikkude putukate hävitamisega toob rohkesti kasu.

1) Miks on kurvitsaliste munad kaitsevärvi? 2) Miks nimetatakse kajakaid meresanitarideks?

TUVILISTE SELTS (*COLUMBIFORMES*)

Tuvilised on peamiselt dendrobiondid. Kere jässakas, tiivad tugevad, millele vastavalt lend on kiire. Udusuled puuduvad, päranipunääre nõrgalt arenenud või puudub hoopis. Nokk lühike, noka tüvik vahanahaga kaetud. Pugu ja lihasmagu hästi arenenud. Poegi toidetakse pugu limaskestast tekkinud vadakutaolise «pugupiimaga», mis toiteväärtuselt on võrdne imetajate piimaga. Toituvad peamiselt puude ja umbrohtude seemnetest, teraviljadest, marjadest ja rohttaimede õrnematest osadest. Osalt paiga-, osalt rändlinnud. Monogaamsed. Munad valged, kurn koosneb kahest (harvemini ühest) munast. Pesitsevad mitu korda aastas. Pesahoidjad. 305 liiki. Levinud peaaegu kogu maakeral, välja arvatud Arktika ja Antarktika. Kõige rohkem liike esineb Malai saarestikus ja Austraalias.

Kõrbepüülased (*Pteroclidae*) on stepi- ja kõrbetingimustes elutsemiseks kohastunud 16-liigiline sugukond. Kesk-Aasia kõrbetes on levinud **kõrbepüü** (*Syrrhaptes paradoxus*).

Tuvilastest (*Colúmbidae*) on meie okas- ja segametsades tavaliseks liigiks **kaelustuvi** (*Columba palumbus*) (222. joon.) ja **õõnetuvi** (*C. oenas*). Esimene neist ehitab hõreda oksaraagudest pesa puu otsa, teine pesitseb puuõõntes. Mõlemad on jahilinnud. Haruldane liik on meil **turteltuvi** (*Streptopelia turtur*), kes on arvukamalt levima hakanud alles viimasel aastakümnel. 1957. a. pesitses esmakordselt Eestis **türgi turteltuvi** (*S. decaocto*). Asulate läheduses elutseb poolmetsikult **kodutuvi** (*Columba livia rustica*). Kodutuvi on aedades ja põldudel kahjulik, linnades tekitab eba-

meeldivusi majade reostamisega ning levitab ornitoosi. Kodutuvi väga erilaadseid tõuge tuntakse üle 150. Ch. Darwin tegi oma uurimistega kindlaks, et kõik need tõud on pikkade aegade vältel valiku teel aretatud ühestainsast liigist — metsikust **kaljutuvist** (*Columba livia livia*), kes praegu on levinud Briti saartel, Vahemerealadel, Kesk-Aasias ja Hiinas.

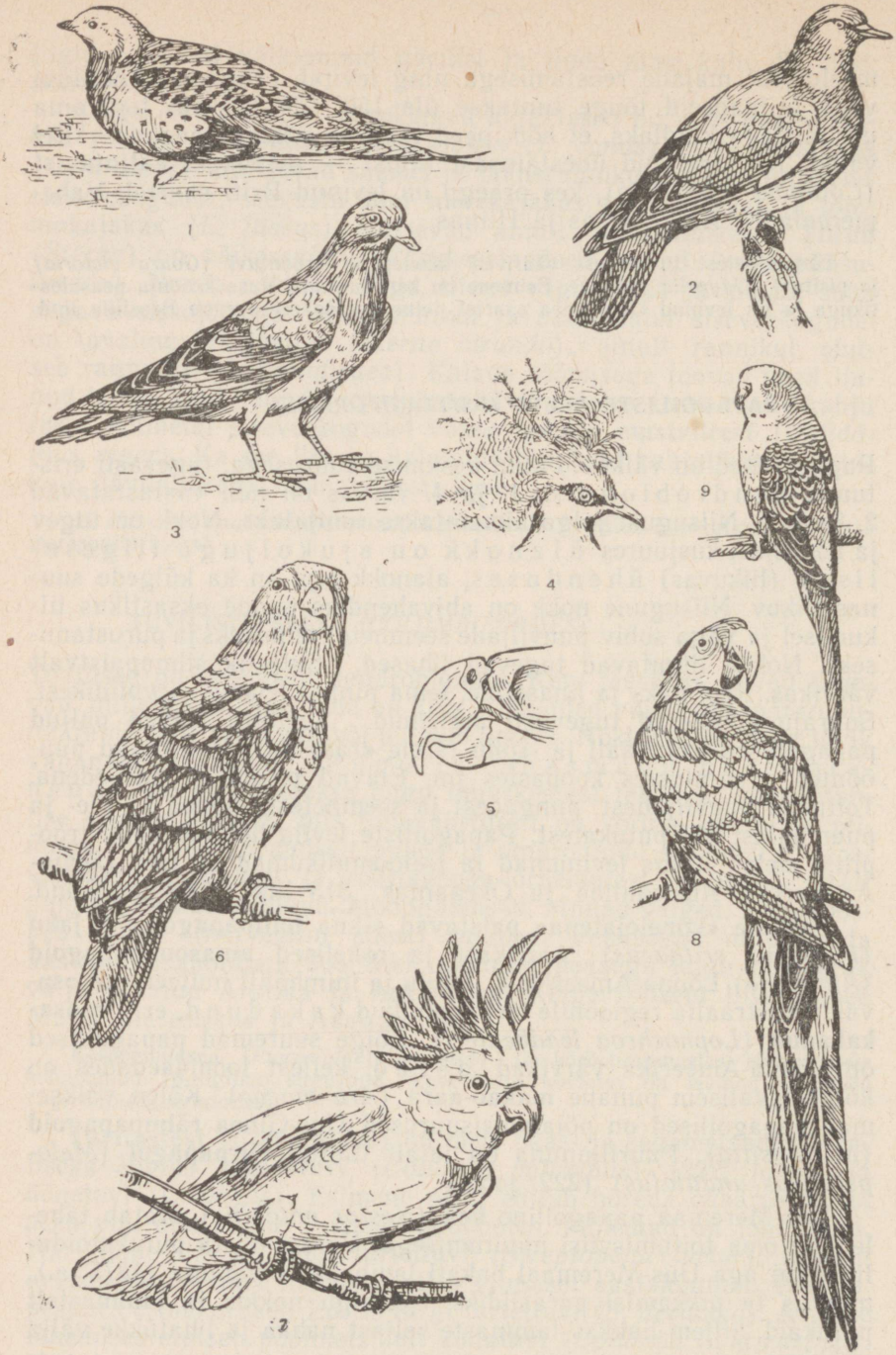
Eksootilistest tuvilastest väärivad tähelepanu **kroontuvi** (*Goura victoria*) ja **pisituvi** (*Oxypelia cynops*). Esimene on kanasuurune, ilusa kroonja peasulestikuga ja on levinud Uus-Ginea saartel, teine on lõokesesuurune Brasiilia lind.

PAPAGOILISTE SELTS (*PSITTACIFORMES*)

Papagoilised on väikesed kuni keskmise suurusega, tugevasti eristunud dendrobiondid. 1. ja 4. varvas on neil vastastatavad 2. ja 3.-le. Niisugust jalga nimetatakse **ronijalaks.** Nokk on tugev ja konksjas, kusjuures ülanokk on ajukoljuga liigeselises (liikuvas) ühenduses, alanokk aga on ka külgede suunas liikuv. Niisugune nokk on abivahendiks puude oksastikus liikumisel ja väga sobiv puuviljade seemnete otsimiseks ja purustamiseks. Nokka liigutavad tugevad lihased. Sulestik silmapaistvalt värvikas. Keel paks ja lihaseline, tema pinnal leiame sarvniidikesi. Suuraju poolkerad tugevasti arenenud. Seetõttu võivad paljud papagoilised inimhääli ja -sõnu järele «rääkida». Pesitsevad puuõõntes, maa-alustes koobastes jm. Elavad peamiselt parvedena. Toituvad puuviljadest, pungadest ja seemnetest, mõned ka õie- ja puumahlast või putukatest. Papagoiliste levila hõlmab kõiki troopilisi metsi. Kõige levinumad ja iseloomulikumad on nad Lõuna-Ameerikas, Austraalias ja Okeaanias. 315 liiki, üks sugukond.

Osavate «kõnelejatena» paistavad silma **hallpapagoi** ehk **jako** (*Psittacus erithacus*) Aafrikast ja rohelised **amasoonpapagoid** (*Amazona*) Lõuna-Ameerikast. Laulu ja inimhäält imiteerivad osavasti Austraalia regioonile iseloomulikud kakaduud, eriti **roosakakaduu** (*Lophochroa leadbeateri*). Kõige suuremad papagoilised on Lõuna-Ameerika värvikad aarad, kellest loomaaedades on kõige tavalisem punane **makao-aara** (*Ara macao*). Kõige väiksemad papagoilised on põialpoisisuurused Uus-Ginea **rähnpapagoid** (*Micropsitta*). Puurilinnuna on laialt tuntud **viirpapagoi** (*Melopsittacus undulatus*) (222. joon.).

Uus-Meremaa papagoiline **kea** (*Nestor notábilis*) äratab tähelepanu oma toitumisviisi muutumisega. Varem oli ta putukatoiduline, kui aga Uus-Meremaal hakati lambaid kasvatama (1875. a.), muutus ta pikkamisi parasiidiks: esialgu nokkis ta lammastelt putukaid, hiljem hakkas lammaste seljast nahka ja lihatükke välja nokkima.



222. joon. Tuvilisi ja papagoilisi. 1 — kõrbepüü, 2 — kaelustuvi, 3 — kaljutuvi, 4 — kroontuvi pea, 5 — papagoi nokk, 6 — amasoonpapagoi, 7 — roosakakaduu, 8 — makao-aara, 9 — viirpapagoi.

Käolised on dendrobiondid. Kaks varvast on neil ette-, kaks tahapoole pööratud (r o n i j a l g). Saba pikk ja tugev. Peaaegu kosmopoliitse levikuga, välja arvatud Holarktise põhjaalad. Kaks sugukonda.

Turatsiinlased (*Musophágidae*) on troopilise Aafrika väga dekoratiivsed karakterlinnud. Paljude liikide purpurpunane värvus on tingitud värvaine t u r a t s i i n i esinemisest nende sulgedes. Nokk kumer, lühike ja lai. Toituvad puuviljadest, võrsetest ja putukatest. 20 liiki.

Kägulased (*Cucúlidae*) on putukatest toituvad metsalinnud. 127 liiki. Paljud neist on pesitsusparasiidid, kes oma mune ise ei hau, vaid munevad need teiste lindude pessa. Arvatavasti kujunes pesitsusparasitism välja praegugi osale kägudele iseloomulikust nähtusest, et mitu emaslindu munevad ühte pessa, hauvad pojad ühiselt välja ja ka toidavad ning hooldavad neid ühiselt. Sel viisil talitab näiteks Lõuna-Ameerikas levinud **pirintšo** (*Guira guira*). Edasisteks sammudeks parasitismi poole on osa emaslindude loobumine haudumisest, seejärel munemine lähedaste liikide ning lõpuks kaugemate liikide pessa. Euraasias laialdaselt levinud **käol** (*Cúculus canorus*) on pesitsusparasitism kõige täiuslikumalt välja arenenud: munade värvus sarnaneb pesaomaniku (linavästriku, aedlepalinnu jt.) munade värvusega, käopojal esineb teiste poegade pesast väljaheitmise refleks. Kägu (223. joon.) elutseb meil kõikides puistutes. Toiduks tarvitab ta liblikate karvaseid röövikuid (mida teised linnud söövad harva) ja on seega kasulik.

1) Milliseid eeliseid annab pesitsusparasitism «parasiidile»? 2) Mis kasu on käole sellest, et ta sarnaneb raudkulliga?

KAKULISTE SELTS (*STRIGIFORMES*)

Kakulised ehk «öökullid» sarnanevad mõnevõrra kullilistega: nende n o k k on lühike ja tugev, konksja tipuga ning tüvikuosas vahanahaga kaetud; k ü ü n i s e d on tugevad, lookjad ning nõelteravad. Selline sarnasus kullilistega on konvergentsinähtus — ühesuguse toitumisviisi tulemus. Paljud kakuliste tunnused on kooskõlas öise eluviisiga. S u l e s t i k o n p e h m e j a k o h e v, nii et lendamine toimub kahinata. Sulgede kohevus on tingitud sellest, et ebemete tipud on vabad ja pikenenud. Jookse ja varbad on sulis, n e l j a s v a r v a s o n p ö ö r d v a r v a s. Orienteerumine toimub peamiselt nägemise ja kuulmise abil. Silmad on suunatud ettepoole, nende ümber moodustab näo lühike jäik sulestik sulgede kontsentrilised ringid — l o o r i. Kael on kakulistel erakordselt liikuv ja võib pöörduda kuni 270°, mis võimaldab keha pööramata vaadata igas suunas. Välimine kuulmeava on avar ning selle ser-



223. joon. Käolisi, kakulisi, öösorrilisi, pikatiivalisi, siniraalisi ja rähnilisi. 1 — kägu, 2 — kassikakk, 3 — kodukakk, 4 — kõrvukrätsu pea, 5 — öösorr, 6 — salangaan (pesa juures), 7 — mõõknokk-koolibri (õiest nektarit võtmas), 8 — kakssarvvares, 9 — suur-kirjurähn, 10 — toko.

val esinev nahakurd aitab helilaineid koondada, samuti kui paljudel kakulistel esinevad tutjad «sulgkõrvad». Pugu puudub. Enamikus suluspesitsejad ning paigalinnud. Toituvad peamiselt pisiimetajatest ja lindudest, juhuslikult ka putukatest, mõned isegi kaladest. Seedimata toidujäänused (luud, karvad, putukate kitiinkatted jne.) oksendatakse räppetompudena välja. Pesahoidjad, valdavalt kasulikud linnud. Levinud kosmopoliitselt. 2 sugukonda 134 liigiga.

Kaklaste (*Strigidae*) sugukonnast esineb Eesti faunas 11 liiki. Kõige tavalisem ja tuntum on meil **kodukakk** (*Strix aluco*). Pesitseb puuõõntes ja isegi katusealustes, elutseb leht- ja segametsa tukkades, parkides, aedades jm. Talveperioodil toitub peamiselt hiirtest, suvel suurematest putukatest, värvulistest ja isegi oravatest. Paiguti kasulik, paiguti kahjulik. Metsamassiivides võib kohata suurt **kassikakku** (*Bubo bubo*), pikkade «sulgkõrvadega», jahimajanduslikult kahjulikku, põllu- ja metsamajandusele aga kohati isegi kasulikku lindu. Okas- ja segametsades, väiksemates metsatukkades ja isegi parkides elutseb **kõrvukräts** (*Asio otus*) (223. joon.). Avamaastikul — rabades, soodes, luhtadel jne. — võib kohata **soorätsu** (*Asio flammeus*). Pesa ehitab maha rohusse. Mõlemad rätsuliigid on üldiselt kasulikud linnud. Invasioonikülalisena saabub talveks meile tundraalade karakterliik **lumekakk** (*Nyctea scandiaca*). Saaki püüab päeval.

Ameerika preeriates ja pampades on levinud **koopakaku** (*Speotyto*) liigid. Need elutsevad ja pesitsevad näriliste urgudes. Lõuna-Aasias on levinud **kalakaku** (*Ketupa*) liigid, kes toituvad ainult kaladest.

1) Millised on põhilised morfoloogilised ja ökoloogilised erinevused kakuliste ja kulliliste vahel? 2) Mis ülesanne on looril? 3) Arvatakse, et kakulised näevad märksa pikema lainepikkusega kiiri kui teised linnud. Milline tähtsus sellel on?

ÖÖSORRILISTE SELTS (*CAPRIMULGIFORMES*)

Selle seltsi liikidel on pikad tiivad ja pikk saba, lühikesed, kuid pikkade ja teravate küünistega jalad. Nokk lühike ja kõverdunud, kuid suu väga lai ning noka alusel palju harjaseid. Sulestik kohev, lend hääletu. Tegutsevad öösiti. Levinud kosmopoliitselt. Kaks sugukonda 67 liigiga.

Öösorlastest (*Caprimulgidae*) esineb meil hõredates männikutes **öösorr** (*Caprimúlgus européaeus*), kes oma nime on saanud «sorr-sorr»-taolisest häälitsusest (223. joon.).

Lõuna-Ameerikas esinev **rasvalind** (*Steatornis caripensis*) pesitseb ja veedab päeva sügavates kaljukoobastes, kus orienteerumiseks kasutab ultrahelilokatsiooni (vt. lk. 462).

PIKATIIVALISTE SELTS (*APODIFORMES* s. *MACROCHIRES*)

Pikatiivalised on suhteliselt väga pikkade ja teravate tiibadega ning selle tõttu kõige paremad lendajad. Õla- ja küünarvars on lühikesed, tiiva randme-kämblaosa seevastu pikk. Ka on vastavad hoosuled väga pikad. Rinnalihased erakordselt

suured. Jookse lühike, varbad suhteliselt tugevad, kõik neli varvast suunduvad tavaliselt ettepoole ja on varustatud väga tugevate kõverdunud küünistega. Selliste jalgadega ei ole maapinnal võimalik liikuda, küll aga kinni hoida esemetest, kusjuures toetutakse kogu jooksmele. Kurnas on harilikult 2 valget muna. Pesahoidjad. Jagunevad kaheks väga erinevaks sugukonnaks.

Piirpääsulased (*Apódidae*) sarnanevad pääsukestega. Nad on täiel määral õhulinnud, kes kogu päeva kiirel lennul õhus putukaid püüavad. Nokk on lühike, kuid lai. Pesitsevad sageli kolooniatena. Neil on hästi arenenud süljenäärmed. Pesitsemisajajärgul arenevad need näärmed suureks ja eritavad kleepuvat, kiiresti kuivavat lima, mille varal pesamaterjal kokku kleebitakse. Ligi 80 kosmopoliitselt levinud liiki. Piirpääsulasi tuleb pidada kõige kasulikumateks lindudeks.

Meie faunas esineb üksainus liik — **piirpääsuke** (*Apus apus*). Pesitseb kivihoonete räästaalustes, müüriõõnsustes, ka tehispesades. Pesamaterjali — suled, õlekõrred jne. — korjab õhust.

Hiinas, Indias ja Kagu-Aasia saartel on levinud **salangaanid** (*Collocália*). Need on väikesevõitu linnud. Pesitsevad asundustena peamiselt kaljukoobastes, mille seintele ehitavad süljest ja taimeosadest väikesed taskulaadsed pesad (223. joon.). Mõned liigid ehitavad oma pesad ainult süljest. Niisugune pesamaterjal sarnaneb heleda liimi või želatiiniga ja on söödav.

Koolibrilased (*Trochilidae*) on väikesed (kimalase kuni pääsukese suurused) linnud. Kõige väiksemad neist kaaluvad 1,64 kuni 1,8 grammi. Isased oma ülitoreda sillerdava ja mitmevärvilise sulestikuga näivad «lendavate vääriskividena». Nokk on naaskeljas, enamasti pikk, paljudel kõver. Keel peenike, sarvestunud kattega, koos nokaga moodustab imipumba. Süda on kolm korda mahukam kui magu ja hõivab poole kogu kehaõõnest. Hingamine kiire (väiksemad liigid hingavad 5 või 6 korda sekundis!). Kõik niisugused iseärasused on seoses koolibrilaste erakordse lennuvõimega. Pugu on olemas.

Toitu saavad koolibrilased õitest: oma pika peenikese nokaga imevad nad õitest nektarit, püüavad ka putukaid. Õitest toidu otsimisel püsivad koolibrilased ülikiirete raplevate tiivalöökide — kuni 200 lööki sekundis — varal õiekrooni kohal õhus paigal. Seoses sellise lennuviisiga on energiakulu väga suur. Hiljuti avastati koolibritel suurt energia kokkuhoidu andev kohastumus: nende kehatemperatuur langeb ööseks tunduvalt, peaaegu välistemperatuurini. Seejuures aeglustub märgatavalt ainevahetus. Selline öine letargia kestab kuni õhu soojenemiseni, mille mõjul nad muutuvad uuesti vilkaks. Pesad ehitavad nad põõsastele või puuokstele. Vaatamata oma väiksusele on koolibrilased väga sõjakad ja ründavad isegi suuremaid linde, kui need nende pesale lähenevad.

Koolibrilaste 320 liiki on levinud Ameerikas, eriti selle troopilistel aladel.

Koolibrilaste liikidest ja perekondadest mainime siin vaid **harilikku koolibrit** (*Tróchilus colúbris*), pikanokalisi **mõõknokk-koolibreid** (*Domimastes*), **topaaskoolibreid** (*Topaza*), **kääbuskoolibreid** (*Chaetocercus*) ja **hiidkoolibrit** (*Patagona gigas*). Viimane on piirpääsukese suurune.

1) Miks paljud head lendajad elutsevad koloniaalselt, halvad lendajad aga üksikult? 2) Milline tähtsus on koolibrite väiksusel ja nende südame erakordsel suurusel? 3) Millega on seletatav koolibrite erakordne värvirikkus?

SINIRAALISTE SELTS (*CORACIIFORMES*)

Siniraalised on haabituselt väga heterogeenne linnurühm. Nokk tugev ja pikavõitu, paljudel erakordselt suur. Jalad enamasti madalad, eesmised varbad alumikul liitunud (sündaktüülia). Sulgkate eredavärviline.

Tegutsevad puu otsas või maapinnal. Enamasti putukatoidulised. Pesitsevad puuõõntes või urgudes, mitmed on koloniaalsed. Pojad on pesahoidjad. 7 sugukonda umbes 200 liigiga, levinud troopilises ja parasvöötmes, enamik Vanas Maailmas.

Jäälindlased (*Alcedinidae*), ligi 90 liiki, on tugeva koonilise nokaga, väikesevõitu metsade või veeäärsete alade linnud. Toituvad kaladest, putukatest või isegi pisiimetajatest. Levinud peamiselt Indo-Malai ja Okeaania saartel, osalt aga kõikides troopilistes ja subtroopilistes regioonides, isegi Ameerikas. Meie faunas tuntakse sellest rühmast ainult **jäälindu** (*Alcedo atthis*). Pesitseb selgeveeliste jõgede järskudes kallastes. Toitub väiksematest kaladest.

Siniraaglased (*Coraciidae*) on hakilaadsed idapoolkeral levinud linnud. Ligi 20 liiki, millest enamik on levinud Aafrikas. Meie faunas võime kohati — metsaga vahelduval avamaastikul — näha tegutsemas **siniraaga** (*Corácias gárrulus*). Toitub putukatest. Pesitseb puuõõnes.

Sarvvareslased (*Bucerotidae*). Ligi 50 liiki. Tähelepanu äratab nende väga suur ja enamasti hambulise servaga nokk. Toituvad puuviljadest. Levinud Aafrika, Aasia ja Okeaania troopilistes metsades. Omapärase pesitsemisviisi poolest on tuntuks saanud **kakssarvvares** (*Búceros bicórnis*) Lõuna-Aasiast (223. joon.). Niipea kui emalind on puuõõnde hauduma asunud, mätsib isalind selle ava saviga kinni, jättes ainult väikese pilu, mille kaudu emalind saab noka välja sirutada, et isalinnult toitu vastu võtta.

RÄHNILISTE SELTS (*PICIFORMES*)

Rähnilised on väikesed kuni keskmise suurusega metsalinnud. Mõned liigid tegutsevad ka maapinnal. Nokk tavaliselt tugev ja kooniline, terava peitelja otsaga. Sellega lõhutakse vigaste ja poolkuivanud puude koort (et selle alla peitunud mardikaid ja nende tõuke kätte saada) ja «raiutakse» pehkinud puutüvedesse pesaauke. 2. ja 3. varvas on kuni pooleni kokku kasvanud ja suun-

duvad ettepoole, 1. ja 4. varvas on suunatud tahapoole (r o n i j a l g). T ü ü r s u l e d j ä i g a d ja tugevad. Puutüvel «raiumisel» on need linnule toeks. Tiivad on rähnilistel võrdlemisi lühikesed ja ümardunud otsaga; selle tõttu ei ole rähnilised kuigi head lendajad.

Toituvad peamiselt putukatest ja nende vastsetest, eeskätt ürasklaste ja siklaste — suurte metsakahjurite — tõukudest. Olgugi et mõned rähnilised ka puude seemneid, sipelgaid jne. söövad, tuleb neid metsamajanduslikult väga kasulikeks lindudeks pidada. «Rähnid on metsa arstid». Pesa ehitavad puuõõntesse. Munad on valged. P e s a h o i d j a d paiga- ja hulgulinnud.

Väga suure levilaga, puuduvad ainult Austraalias ning Polüneesias. 7 sugukonda ligi 400 liigiga, kellest enamik elutseb troopilistel aladel.

Rähnlased (*Picidae*) on seltsi kõige tüüpilisem sugukond, kuhu kuulub üle 200 liigi. Rähnlaste k e e l e l u u t a g a s a r v e d o n e r a k o r d s e l t p i k a d, suunduvad ülespoole (vt. 193. joon.). K e e l on seetõttu v ä l j a s i r u t a t a v ja, olles t i p u l k i d a d e g a v a r u s t a t u d, kujutab endast otsekui ahingut putukate püüdmiseks. Rähnlased on levinud peamiselt Indo-Malai saartel ja Lõuna-Ameerikas ning on ühtlasi ainukesed rähnilised, kelle esindajaid leidub palearktilises regioonis. Meie faunas on 8 liiki. Nendest on kõige tavalisem ja arvukam **suur-kirjurähn** (*Dryóbates major*) — igasuguste puistute (parkidest alates kuni suurte metsamassiivideni) elanik. Suvel toitub mardikatest-metsakahjuritest, talvel okaspuuseemnetest. **Väike-kirjurähn** (*D. minor*) on üldlevinud, kuid hajusalt esinev parkide ja lehtmetsade lind. Toitub ainult putukatest. Okasmetsades võime leida tegutsemas **musträhni** (*Dryócopus martius*), kelle toiduks on peamiselt mardikad-metsakahjurid. Parkides, segametsades ja männikutes üle kogu Eesti võime kohata **hallrähni** (*Picus canus*). Paiguti ja vähearvuliselt tegutseb salu-puisniitudel ja lehtpuumetsades **roherähn** (*P. viridis*). Mõlemad viimati nimetatud liigid toituvad peamiselt sipelgatest ja putukatest, tegutsevad sageli maapinnal.

Väänkaellased (*Jýngidae*) on väikesed, pruunimustrilise sulestiku, nõrga saba ja nokaga. Meil esineb **väänkael** (*Jynx torquilla*). Ohu puhul sisiseb ja keerutab oma väga liikuvat kaela ja pead, jättes mulje, nagu oleks puuõõnsuses madu. Toitub meelsasti sipelgatest, aga sööb ka mesilasi ja teisi putukaid.

Tuukanlaste (*Rhamphástidae*) sugukonda kuulub ligi 40 liiki Kesk- ja Lõuna-Ameerikast. Nad äratavad tähelepanu oma h i i g l a s u u r e, servadest hambulise ja külgedelt kokkulitsutud n o k a g a. Toituvad peamiselt puuviljadest. **Toko** (*Rhamphástes toco*) on neist kõige suurem (223. joon.).

Habelindlased (*Capitonidae*) — üle 70 liigi — on oma nimetuse saanud sellest, et nende noka alusel on rohkesti harjassulgi («habe»). Levinud Aasia, Aafrika ja Ameerika troopilistes metsades. Toituvad putukatest ja puuviljadest.

1) Miks enamik rähnilisi ei ole rändlinnud? 2) Mis on rähnide «sepikojad»? 3) Millega seletada, et rähnide kael on lühike? 4) Miks rähnid ründavad vigastatud (pehkinud) puid? 5) Millises rühmas leidub veel puuviljadest toitumisele kohastunud liike? 6) Missuguseks liikumiseks on kohastunud rähniliste jalad?

VÄRVULISTE SELTS (*PASSERIFORMES*)

Värvulised moodustavad kõige liigi- ja vormirikkama maismaalindude seltsi, kuhu kuulub 58 sugukonda 5100 liigiga. Väikesed kuni keskmise suurusega linnud. Kõigile iseloomulikuks tunnuseks on neil **haardjalg**, mille kolm ette- ja üks tahapoole suunatud varvas asuvad kõik ühel tasapinnal. Esimese varba (tagavarba) painutaja kõõlus on teiste varvaste painutajate kõõlustest eraldunud, mistõttu haarde ulatus on eriti suur. Udusuled puuduvad või on nõrgalt arenenud. Umbsool tugevasti redutseerunud. Toituvad peamiselt putukatest ja seemnetest. Kõikide pojad on pesahoidjad. Iseloomulik kogu seltsile on kuni 7 paari laululihaseid laulukõris. Nende lihaste arv ja kinnitumisviis on värvuliste alamseltside eristamise aluseks.

I. **Lainokaliste alamseltsi** (*Eurylaimi*) kuulub üksainus sugukond 14 liigiga, kes on levinud Vana Maailma troopilistel aladel. Laulukõris on ainult üks paar laululihaseid. (224. joon.)

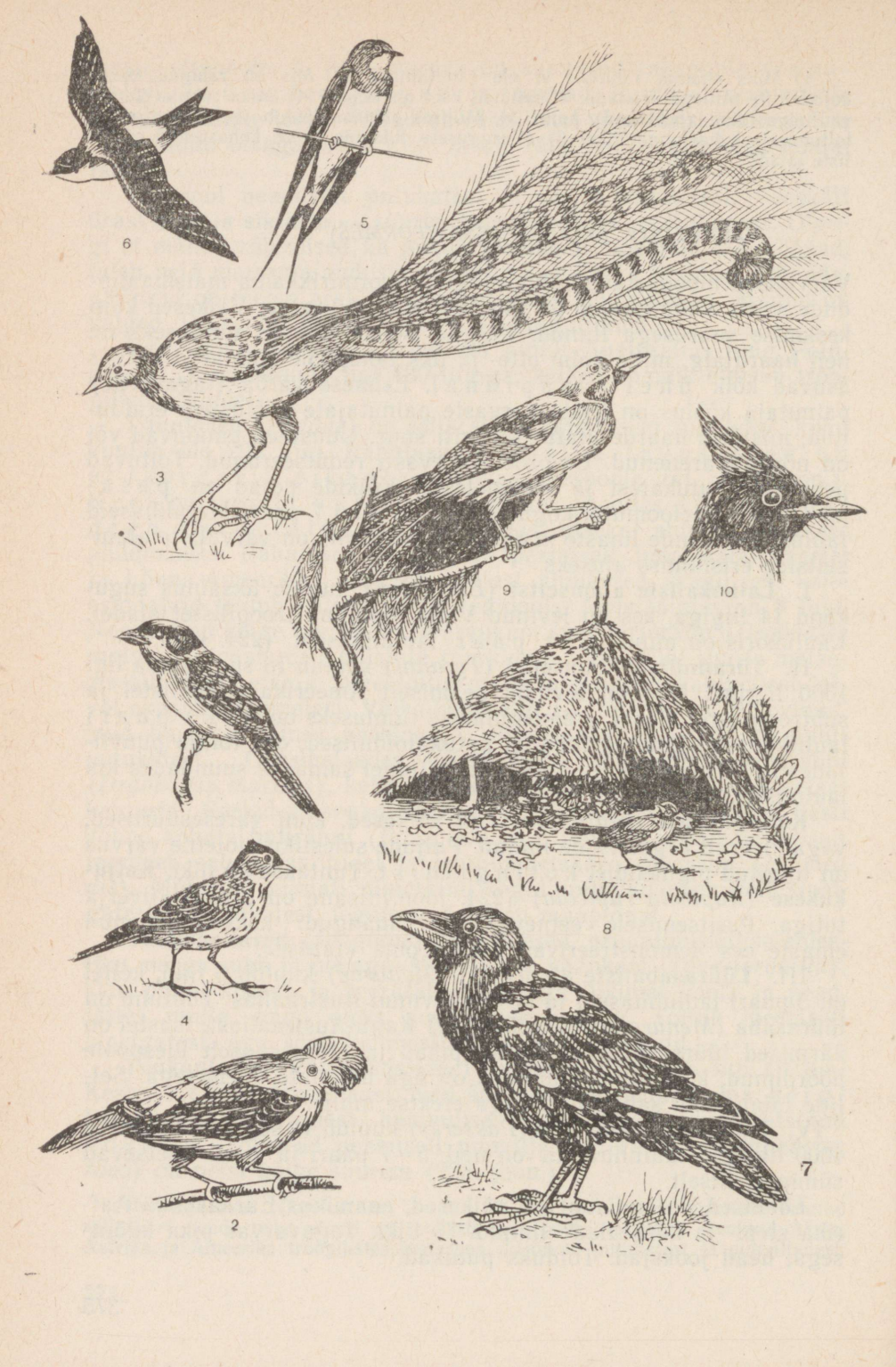
II. **Türanniliste alamseltsi** (*Tyranni*) kuulub 13 sugukonda ligi 1000 liigiga. Nad on levinud peamiselt Ameerika troopilistel ja subtroopilistel aladel. Iseloomulikuks tunnuseks on kaks paari laululihaseid. Enamik liike on putukatoidulised, osa toitub puuviljadest. Kohastumine on kulgenud paljudel samades suundades kui laululistel.

Kotingalased (*Cotingidae*) on väikesed, kuni varesesuurused, väga kirevad ürgmetsade linnud. Paljude sulestiku violetne värvus on tingitud pigmendist kotingiinist. Tuntakse 90 liiki. **Kaljukukese** (*Rupicola rupicola*) (224. joon.) isane on oranži kiiverja tutiga. Pesitsemisele eelnevad neil mängud: kokkukogunenud emaste ees demonstreerivad isased oma «tantse».

III. **Lüürasabaliste alamseltsi** (*Menurae*) kuulub 5 liiki, kellel on 3 paari laululihaseid ja kes on levinud Austraalias. Tuntuim on **lüürasaba** (*Menura novaehollandiae*) Kagu-Austraaliast. Isastel on äärmised tüürsuled kuni 60 cm pikad ja lüüralaadselt ülespoole pöördunud, keskmised tüürsuled on aga hõredate udemetega. Selline laialiaetud saba jätab väga efektse mulje.

IV. **Laululiste alamseltsi** (*Passeres*) kuulub 41 sugukonda umbes 4000 liigiga. Laululihaseid on neil 5—7 paari ja need asetsevad sümmeetriliselt.

Lõolased (*Alaudidae*) on väikesed, enamikus Euraasia ja Aafrika stepi- ja kõrbealade linnud. 75 liiki. Tagavarvas pika küünisega, head jooksjad. Toiduks putukad.


6
5
3
9
10
1
8
4
2
7

Eestis on kõige tavalisem lõolane kultuurmaastiku karakterliik **põldlõoke** (*Alauda arvensis*). Nõmmemetsades ja raiestikel võib kohata **nõmmelõokest** (*Lullula arborea*).

Pääsulased (*Hirundinidae*) on õhueluks kohastunud laululised. Nende nokk on lühike, lai ja lame, suuava on lai, tiivad on pikad ja kitsad, jalad väikesed. Enamiku ajast viibivad õhus, lennates seejuures väga osavalt ja suure kiirusega (kuni 120 km/h). Putukaid püüavad lennult. Maapinnal liikumine on raskendatud. Pesa ehitavad kaljudele, järsakutele või ehitistele. Pesamaterjaliks on põhiliselt savi, mis sülje abil kokku kleebitakse. Elavad kolooniatena. Toituvad peaaegu ainult putukatest, olles seega väga kasulikud. 75 liiki, levinud üle kogu maakera (peamiselt Aafrikas), välja arvatud Arktika ja Antarktika. Põhjapoolsed liigid saabuvad oma pesitsuspaikadesse hilja ja lahkuvad vara.

Meie faunas elutseb sellest sugukonnast 3 liiki. **Suitsupääsuke** (*Hirúndo rustica*) pesitseb ainult asulates (224. joon.). **Räästapääsukest** (*Délichon úrbica*) võime looduslikes oludes kohata Põhja-Eesti paekaldal, mujal aga kivihoonete, harvemini puuhoonete räästa all. **Kaldapääsuke** (*Ripária ripária*) elutseb järsakutesse uuristatud torujates käikudes.

Vareslased (*Córvidae*). Sellesse sugukonda kuuluvad kõige suuremad laululised. Nende nokk on tugev ja veidi kaarjas. Jookse ning jalad on suured ja tugevad. Kõigest sellest nähtub, et vareslased tegutsevad peamiselt maapinnal. Toitumiselt kõigesööjad, kuid eelistavad lihatoitu. Põldudel söövad võimaluse korral viljateri. Pesa ehitavad enamasti puu otsa. Harjuvad kergesti inimese lähedusega, paljud neist on taltsutatavad ja ilmutavad võimeid õppida hääli imiteerima. Üle 100 kosmopoliitse levikuga liigi. Esinedes paiguti küllalt suurel arvul, etendavad nad looduse majapidamises üsna suurt osa.

Okasmetsades elutseb meil **kaaren** ehk ronk (*Córvus corax*), puistutes ja lagedatel aladel ning asulates on väga tavaline liik **hallvares** (*C. corone*), kultuurmaastikul (enamasti parkides) pesitsevad kolooniatena **künnivaresed** (*C. frugílegus*), asulates on tavaline **hakk** (*C. monédula*), põldudevahelistes metsatukkades — **harakas** (*Pica pica*), tihedamates metsades, eriti kuusesegametsades, on üsna tavaline vareslane **pasknäär** (*Gárrulus glandárius*). Enamik neist liikidest on paiga- ja hulgulinnud. Kõik nad hävitavad jahi- ning väikelindude mune ja poegi ning tekitavad sellega kahju. Neid lubatakse lasta aastaringselt.

Poolkõrbe-eluga kohastunud vareslased on Kesk-Aasia kõrbealadel levinud **kõrbenäärid** (*Podóces*).

---

224. joon. Värvulisi I. 1 — lainokk, 2 — kaljukukes, 3 — lüürasaba, 4 — põldlõoke, 5 — suitsupääsuke, 6 — räästapääsuke lennul, 7 — kaaren, 8 — lehtlalind pesa juures, 9 — paradiisironk, 10 — paradiisi-kärbsenäpi (*Terpsiphone paradisei*) pea.

Lehtlalindlased (*Ptilonorhýnchidae*) on rästasuurused maapinnal tegutsevad linnud. Levinud Austraalias ja Uus-Gineas. 18 liiki. Erakordseks nähtuseks kogu loomariigis on nende isaslindude sigimiseelne käitumine: emaste «võlumiseks» ehitavad nad rohukulust katusega «lehtlad» ning koguvad sinna lilleõisi, värvilisi sulgi, kivikesi jm. Selles lehtlas toimub ka paaritumine, mille järel isaslind edasistest toimetustest enam osa ei võta. Emaslind ehitab pesa ja ka haub üksinda. Mõned liigid lehtlat ei ehita, vaid koguvad ainult värvilisi esemeid eelnevalt puhastatud platsile, teised liigid põimivad kasvavate rohukõrte latvu kokku (224. joon.).

Paradiisilindlased (*Paradiséidae*) on lõokese kuni varese suurused linnud Austraalia ja Uus-Ginea ürgmetsades. Isaste sulestik on erakordselt kirev, paljudel on peal, sabal ja kere külgedel eredavärvilised pikad või kohevad ilusuled. Tegutsevad puude otsas, toiduks tarvitavad puuvilju, seemneid, putukaid, konni ja sisalikke. Tuntakse 43 liiki. Suurim paradiisilindlane on varesesuurune **paradiisironk** (*Paradisaea apoda*), kelle pea on erekollane, pea küljed ja kurgualune smaragdrohelised, rind mustjaspruun ja kere külgedelt kaugele tahapoole ulatuvad kohevad udusuled punased (224. joon.). **Kuninglind** (*Cicinnúrus régius*) on rästa suurune, kogu ülapool ja kurgualune on punased, rinnal roheline vööt, rohelist leidub tiiva kattesulgedel, alapool valge, keskmised tüürsuled pikad, niitjad, rohelise «lipukesega» lõppevad.

Tihaslased (*Páridae*) on väikesed, väga elavad, lühikese koonilise nokaga linnud. Nad on kosmopoliitse levikuga, kuid eeskätt siiski Euraasia vormid. 65 liiki, kellest enamik elutseb metsades. Põhilise osa toidust moodustavad põllu- ja metsamajanduslikult kahjulikud putukad, nende munad ja röövikud. Karvastest röövikutest nokivad nad sisikonna välja. Pesitsevad puuõõntes või kunstlikkudes suluspesades. Paiga- ja hulgulinnud.

Peaaegu kõikjal asulates, aedades ja metsades elutseb **rasvatihane** (*Parus major*), lehtmetsades ja parkides on tavaline **sinitihane** (*P. caerúleus*), segametsades — **soo-** ja **põhjatihane** (*P. palustris* ja *P. borealis*), okasmetsades **tutt-** ja **musttihane** (*P. cristatus* ja *P. ater*). Kuusemetsades võime kohata meie pisimat laululist — **kuldpea-pöialpoissi** (*Régulus régulus*) (225. joon.). See on meie pisim lind — kaalub kõigest 5 g.

Lõunapoolsetel aladel, eriti Aafrikas, äratavad oma pesaehitusoskuse poolest tähelepanu **kukkurtihased** (*Remiz*). Nad ehitavad karvadest, taimevillast jne. kinnised, pirnjad, vee kohal rippuvad kunstipärased pesad. Üks kukkurtihaseliikidest (*R. pendulinus*) on oma levila piiri viimastel aastatel nihutanud ka meie territooriumile.

---

225. joon. Värvulisi II. 1 — kuldpea-põialpoiss, 2 — kukkurtihase pesa, 3 — hallrästas, 4 — aed-lepalind, 5 — kivitäks, 6 — aed-põõsalind, 7 — salulehelind, 8 — rästas-roolind pesa juures, 9 — must-kärbsenäpp, 10 — kuusekäbilinnu pea, 11 — suurnokk-vindi pea.

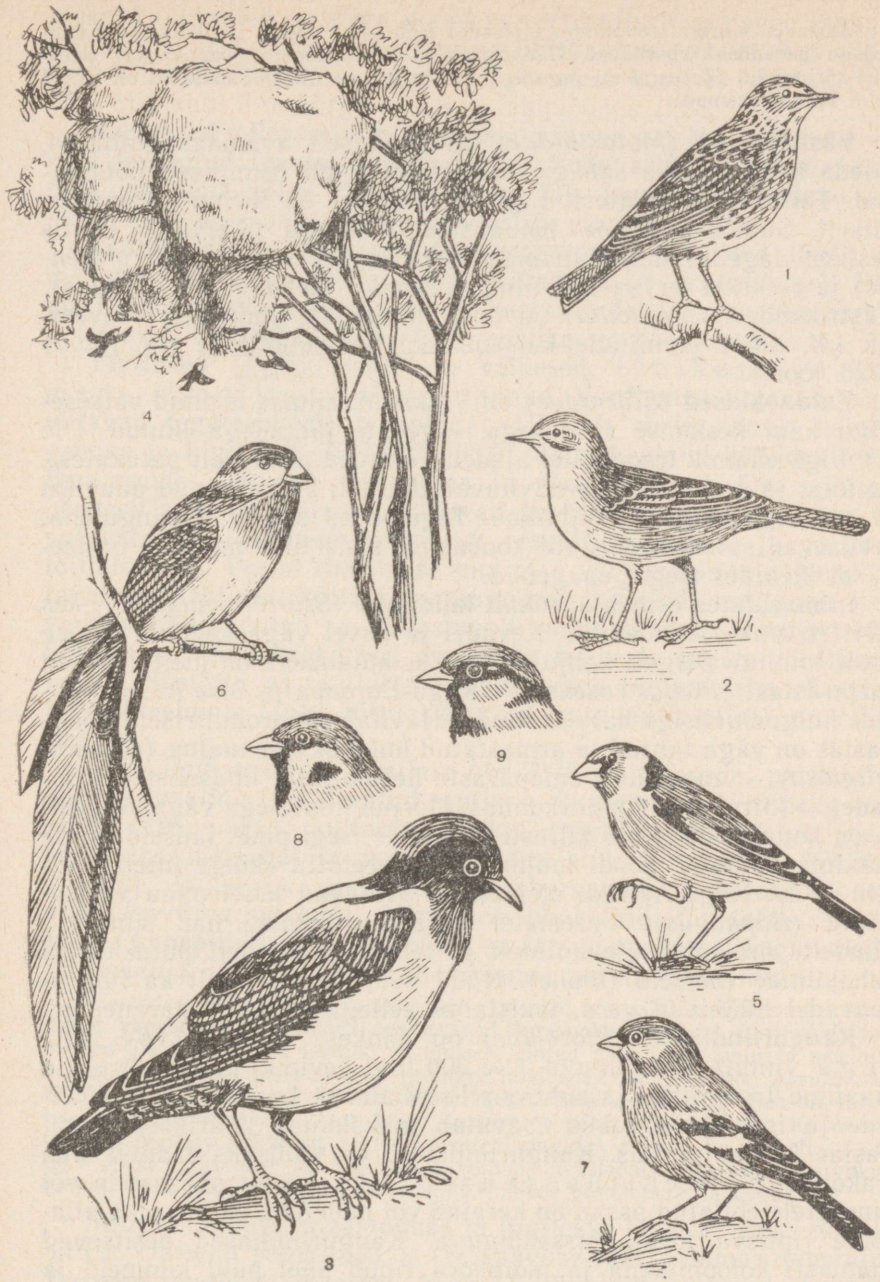

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Rästaslaste (*Túrdidae*) 305 liiki on tugeva noka ja kõrge jooksmega linnud. Kosmopoliitse levikuga. Tegutsevad sageli maapinnal, liiguvad hüpeldes. Toiduks on seemned, puuviljad, marjad, ka putukad. Pesitsevad puu otsas ja põõsastes. Paljud on head lauljad. Tavaline pesitseja, läbirändaja ja isegi talikülaline on meil **hallrästas** (*Túrdus piláris*), kes kohati kahjustab puuviljaaedu. Kõlava lauluga **laulurästas** (*T. philomélos*) on tüüpiline kuuse-segametsade liik, parkides ja alusvõsaga segametsades on tavaline **vainurästas** (*T. iliacus*), kohati (eriti Lääne-Eestis) ka süsimust, kollase nokaga **musträstas** (*T. mérula*), suuremates kuivades männikutes aga **hoburästas** (*T. viscivorus*). Väikestes põõsastutes ja alusmetsas elutsevad punasesabaline **aed-lepalind** (*Phoenícurus phoenícurus*), **punarind** (*Erithacus rubécula*) ja **ööbik** (*Luscinia luscinia*), avamaastikul esineb **kivitäks** (*Oenanthe oenanthe*) (225. joon.).

Kesk-Aasia ja Hiina mäestike jõeorgude iseloomulik elanik on hakisuurune tumevioletne **sinirästas** (*Myophonus coeruleus*). Siberi parimaks laululiseks peetakse **rubiinööbikut** (*Luscinia calliope*).

Põõsalindlased (*Sylviidae*) on rästaslastega lähedalt sugulased, kuid märksa väiksemad. Toituvad putukatest, keda püüavad puuvõrades. Head lauljad. Sugukonna ligi 400 liiki on levinud Vana Maailma kõikides vööndites ja ainult üks väike rühm on levinud ka Uues Maailmas. Enamik — umbes 300 liiki — kuulub **põõsalindude** perekonda (*Sýlvia*); meil esineb neist 5 liiki (225. joon.). Aedades ja põõsastutes on tavalised **aed-põõsalind** (*S. borin*), **pruunselg-põõsalind** (*S. communis*) ja **väike-põõsalind** (*S. curruca*), alusvõsaga kuuse-segametsades aga **mustpea-põõsalind** (*S. atricapilla*). **Lehelinnud** (*Phyllóscopus*) on pruuni värvi põõsalindudest väiksemad ja roheka värvusega. Igasugustes alusvõsaga leht- ja segametsades esineb **väike-lehelind** (*Ph. collybita*) ja **salu-lehelind** (*Ph. trochilus*), eriti kuuse-segametsades — **metslehelind** (*Ph. sibilátrix*). Samades elupaikades esineb ka **käosulane** (*Hippolais icterina*). Veekogude kaldavööndeis ja roostikes elutsevad **roolinnud** (*Acrocéphalus*). Suurim on neist **rästas-roolind** (*A. arundinaceus*). Kagu-Aasias esinevad **rätseplinnud** (*Orthotomus*). Need väikesed linnud «õmblevad» kaks suurt puulehte servapidi kokku ja ehitavad sinna vahele pesa.

Kärbsenäplased (*Muscicápidae*) on väikesed, üldiselt nõrgalt arenenud jalgadega, lühikese nokaga linnud. Toituvad putukatest, keda püüavad lennult. Putukate püüdmist soodustavad tundlikud harjased noka alusel. Pesitsevad puude otsas, tehispesades ja hoonetes. 328 liiki, kes on kõik levinud ainult Vanas Maailmas, enamik troopikas. **Must-kärbsenäpp** (*Muscicapa hypoleuca*) on kõige tavalisem metsa ülesseatud tehispesade asustaja (225. joon.). **Hall-kärbsenäpp** (*M. striata*) pesitseb pool-sulus-pesades ja on tavaline pargipuistutes, salumetsades ja ka nõmmemännikutes.



226. joon. Värvulisi III. 1 — metskiur, 2 — lambahänilane, 3 — karjarästas, 4 — ühiskangrute pesa, 5 — ohakalind, 6 — viidakangur, 7 — metsvint, 8 — põldvarblase pea, 9 — koduvarblase pea.

Aasia ja Aafrika troopilistes metsades elab värvirikkaid ja pikkade sabasulgedega **paradiisi-kärbsenäppe** (*Terpsiphone*). Sinkjasmusta peaga valge **paradiisi-kärbsenäpi** (*Terpsiphone paradisi*) keskmised värvilised sabasuled on kerest kolm korda pikemad.

Västriklased (*Motacillidae*) on peamiselt avamaastikulinnud, saleda keha ja pika sabaga, mida nad sageli rütmiliselt õõtsutavad. Toituvad putukatest. Ligi 50 liiki, kes on levinud kosmopoliitselt. Suurima rühma moodustavad **kiurud** (*Anthus*). Eestis pesitseb lageniitudel, heinamaadel ja soodes **sookiur** (*A. praténsis*) ja puistute servaaladel ning raiesmikel **metskiur** (*A. triviális*). Västrikkudest (*Motacilla*) on tavaline asulate ümbruses **linavästrik** (*M. alba*) ja niitudel-karjamaadel **lambahänilane** (*M. flava*) (226. joon.).

Kuldnoklased (*Stúrnidae*) on Vanas Maailmas levinud väikesevõitu kuni keskmise suurusega, tugevate jalgadega linnud. Üle 100 liigi, enamik troopilistel aladel. Toituvad peamiselt putukatest, tigudest ja ussidest, kuid hävitavad ohtrasti ka valminud puuvilju ja on seega paiguti kahjulikud. Tegutsevad sageli seltsingutena, pesitsevad suluspesades või koobastes. Rida liike on head imiteerijad, ületades isegi papagoisid.

Inimasulates esineb arvukalt **kuldnokk** (*Stúrnus vulgáris*), kes talvitab Vahemeremaades. Kevadel ja suvel väga kasulik, sügise poole muutub paiguti kahjulikuks. Eksikülalisena on meil kohatud **karjarästast** (*Pastor roseus*) — Kagu-Euroopa ja Sise-Aasia steppide hulgueluviisiga karakterlindu. Hävitab rändrohutirtse. Lõuna-Aasias on väga tuntud ja armastatud kuldnoklane **maina** (*Grácula religiósa*) — must lind omapäraste helekollaste lihaseliste «mõhnadega» kiiru- ja kuklapiirkonnas. Harjub inimesega väga kergesti ja on kodustatav. Õpib kiiresti inimesele isegi pikki lauseid järele rääkima, inimese moodi laulma ja on seetõttu «kõige intelligentsem lind». Kagu-Aafrika stepialadel äratavad tähelepanu **vastsenäpid** (*Búphagus*). Varematel aegadel näppisid nad siinsetelt suurtelt sõralistelt, elevantidelt ja teistelt loomadelt putukaid ja nahakiinide vastseid (tõuke). Nüüd nokivad nad neilt ka liha ja haavadel hüübinud verd, takistades sellega haavade paranemist.

Kangurlindlased (*Plocéidae*) on lühikese koonilise nokaga vindilaadsed linnud. Üle 300 liigi, levinud peamiselt Vana Maailma troopilistel ja subtroopilistel aladel, kusjuures nende liikide ja isendite arvukus saavutab maksimumi Aafrikas, Kagu-Aasias ja Austraalias. Kangurlindlased on kuulsaks saanud oma erakordse pesaehitusoskusega. Tavaliselt põõsastele või puuokstele ehitatud pesad on kerajad või pudeljad, sageli pika allapoole rippuva toruja sissekäiguga. Kangurlindlased pesitsevad enamasti kolooniatena ja mõnikord ripub ühel puul kümneid ja kümneid pesi. Paljusid liike peetakse puurilindudena.

Tüüpilised kangurlindlased on **viidakangrud** (*Vidua*). Nende isased äratavad tähelepanu oma suguliselt dimorfismilt: nende

kesksed tüürsuled on väga pikad ja vertikaalselt asetseva labaga. Väga omapärane kangurlindlane on **ühiskangur** (*Philetairus socialis*), kelle üksteise külge ehitatud pesadest koosnev «ühiselamu» võib olla kuni 3 m kõrge ja 4,5 m läbimõõdus (226. joon.).

Varblased (*Passer*) on Euraasia päritoluga, kuid inimene on neid levitanud igasse maailmajakku. **Koduvarblane** (*P. domésticus*) on neist kõige sünantroopsem liik, kuna **põldvarblane** (*P. montanus*) on seotud rohkem looduslike elupaikadega.

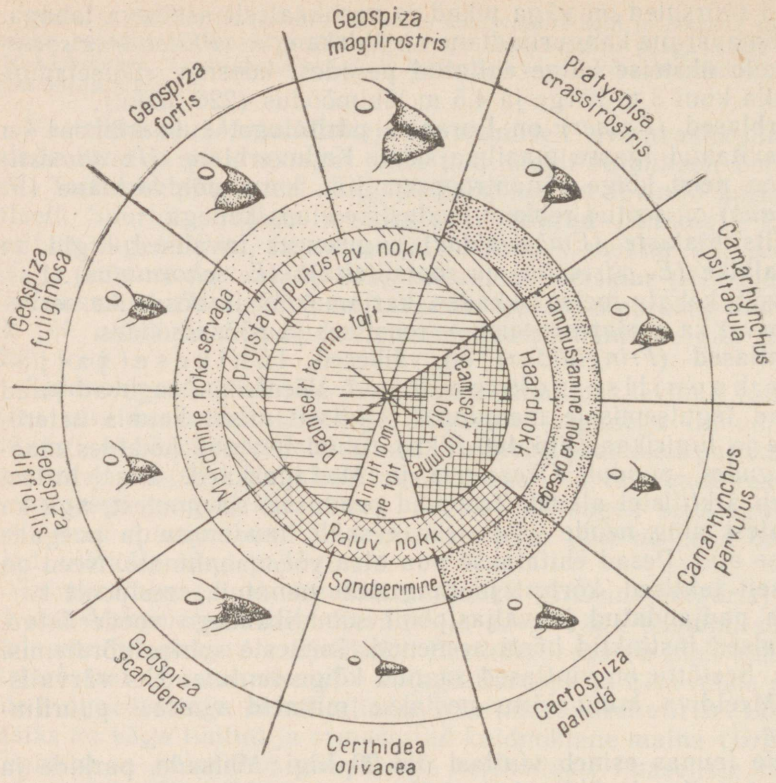
Tsiitsitajalaste (*Emberizidae*) sugukonna tavalised liigid on meil **talvike** (*E. citrinella*) ja **rootsiitsitaja** (*E. schoeniclus*). Esimest võib kohata metsatukkades, karjamaadel ja võsastike servadel (talvel ka asulates), teist — roostikes ja põõsassoodes.

Vintlased (*Fringillidae*) on väikesed, lühikese ja jämeda koonilise nokaga linnud. Võrdlemisi tugevad jalad viitavad tegutsemisele maapinnal. Üldiselt siiski kaunis heterogeenne ja liigirikas (ligi 400 liiki!) rühm. Levinud kõikides maailmajagudes, puudub Okeaanias ja Madagaskaril. Osa vintlasi pesitseb arktilistel aladel. Toituvad peamiselt seemnetest, aga ka putukatest ning nende vastsetest, eeskätt haudumise ja poegade toitmise ajal. Pesad ehitatakse puu otsa või maapinnale. Need on tavaliselt lahtised, kõrtest ja raagudest punutud, seestpoolt karvadega padjandatud ja väljastpoolt samblikkudega vooderdatud. Sotsiaalsed instinktid hästi arenenud. Inimeste suhtes võrdlemisi julged. Seetõttu on vintlased saanud kõige tuntumateks värvulisteks. Meeldiva laulu tõttu peetakse mitmeid vintlasi puurilindudena.

Meie faunas esineb vintlasi üle 20 liigi. Metsade, parkide ja aedade tavaline ja üldtuntud vintlane on **metsvint** (*Fringilla coelebs*) (226. joon.); kultuurmaastikul (parkides, kalmistuil jne.), hõredates metsades ja metsaservades elutseb **rohevint** (*Chloris chloris*), kuuse- ja segametsades (harvemini aedades) — **leevike** (*Pyrrhula pyrrhula*). Värvikirev **ohakalind** (*Carduélis carduelis*) ja **kanepilind** (*C. cannabina*) on seotud avamaastikuga, **siisike** (*C. spinus*) on tavaline kuuse- ja kuuse-segametsade lind.

Haruldase rändlinnuna ja pesitsejana on meil viimastel aastakümnetel täheldatud **kanaarivinti** (*Serinus canárius*). Lõunapoolsetel aladel (eriti Aafrikas) on see liik väga laialt levinud ja üldiselt tuntud oma ilusa laulu ja meeldiva käitumise poolest, mistõttu teda peetakse laialdaselt puurilinnuna. Arvuka talikülalisena tuntakse meil **lumetsiitsitajat** (*Plectrophénax nivalis*). See on värvuline, kelle pesitsemisala ulatub kõige kaugemale põhja (Gröönimaa). Ka metsatundras pesitsev **põhjavint** (*Fringilla montifringilla*) rändab massiliselt — näiteks ühest Saksamaa ja Šveitsini ulatunud invasioonist osavõtnute arvukust hinnati 70 miljonile isendile. Leitud üliharuldase pesitsejana ka Eestis.

Mitmesuunalise kohastumise ja liigitekke klassikaliseks näiteks on Ch. Darwini poolt 1853. a. Galápagose saarterühmas avastatud **Darwini vindid** (*Geospiza*). Kõik 14 liiki on kujunenud ühest liigist, kes sattus neile saartele Ameerika mandrilt umbes 5—10 miljonit aastat tagasi. Kohastudes erinevate elutingimustega, eri-



227. joon. Darwini vindid.

neva toiduga ja olles üksteisest suhteliselt isoleeritud (eri saartel), kujunesidki välja neid iseloomustavad ökoloogilised ja morfoloogilised erinevused (227. joon.).

1) Milline seos on värvuliste noka kuju ja toidu vahel? 2) Millega on seletatav värvuliste liigirohkus, võrreldes teiste seltsidega? 3) Millistes põhisuundades on toimunud adaptatiivne radiatsioon värvulistel? 4) Miks värvuliste hulgas pole suuri vorme? 5) Kuidas võiks ette kujutada lehtlalindude ehitus- ja dekoreerimisinstinkti kujunemist?



3. LINNUD

Paradiisironk. Makao-aara. Koolibrid. Preeriakana. Mandariinpart

IV. LINDUDE GEOGRAAFILINE LEVIK

Ehkki linnud on kohastunud väga mitmesuguste ökoloogiliste tingimustega, avaldavad viimased nende geograafilisele levikule küllaltki suurt mõju. Kõige olulisem tegur, mis levikut nii otseselt kui ka (põhiliselt) kaudselt mõjutab ja piirab, on temperatuur. Sellest tuleneb, et linnuliikide arv troopikaalade suunas suureneb. Kui näiteks Euroopas on umbes 300 linnuliiki, siis võrdlemisi väikesel Kalimantani (Borneo) saarel on neid niisama palju; kui tohutu suures palearktilises valdkonnas pesitseb umbes 1100 linnuliiki, siis ainuüksi Amazonase basseinis on neid isegi rohkem. Seejuures ilmneb, et liikide arv ja isendite arv on pöördvõrdelised: nendel aladel, kus liikide arv on väike, on isendite arv suur, ja vastupidi. Kaugel põhjas koguneb mereäärsetele kaljudele mitmeid kajakaliike, krüüsleid, tirke, alke jt. hiiglasuurte kolooniatena, nn. «linnulaatadena» pesitsema; tundrates pesitseb tohutul hulgal partlasi, kuid nende liikide arv ei ole kuigi suur. Troopilistel aladel, seevastu, on lindude liigiline mitmekesisus väga suur, kuid paljud neist liikidest on väikesearvulised (haruldased).

Saartel on linnuliikide arv suurem kui vastavatel (lähedastel) mandrialadel: isolatsioonitingimused on siin võimaldanud kitsapiirilise regionaalse eristumise ja, teisest küljest, puu otsas elutsevate imetajate puudumine on siin lindude ellujäämist kõigiti soodustanud.

Võiks arvata, et tänu lennuvõimele on linnuriigis väga palju kosmopoliitseid vorme ja et nende areaalid ei ole kuigi selgepiirilised ja püsivad. Tõsi küll, kosmopoliitseid linnusugukondi on võrdlemisi rohkesti (pütlased, partlased, tülllased, kajaklased, kägulased, haugaslased, kaklased, rähnlased, lõolased, linavästriklased jt.), kuid tõeliselt kosmopoliitseid perekondi ja liike on lindude hulgas siiski väga vähe [näit. varblased (sekundaarselt), rabapistrik, sooräts, kalakotkas, kaldapääsuke]. Samuti on lindude areaalid väga konstantsed ja nende nihked toimuvad aeglaselt. Nii näiteks kulus rohe-lehelinnu levimiseks Uraalist peaaegu Taanini ligi 70 aastat; metsvindi levila on nihkunud läänest itta, kanaari vindi oma Euroopas kirde suunas jne. Lindude areaali püsivusega on seletatav ka mõnel liigil katkendliku areaali kujunemine: siniharakas (*Cyanopica cyana*) on levinud Pürenee poolsaarel ning Taga-Baikalis ja Kaug-Idas; hahk pesitseb Atlandi ookeani põhjaosas ja Põhja-Jäämere Euroopa-osas, aga ka Aasia kauges kirdeosas.

Palearktiline valdkond on suhteliselt liigivaene, mis on osalt seletatav siinse avifauna noorusega: see kujunes välja alles pärast jääaega. Kõige liigivaesem on siin tundra ja Põhja-Jäämere saarte linnustik. See on samaaegselt võrdlemisi ühtlik, rikas endeemilistest liikidest ja tsirkumpolaarselt levinud liikidest. Selle ala tüüpi-

lised vormid on näiteks alk, krüüsel, lagled, väikeluik, aul, mõned rislaliigid, jääkajakas, lumekakk, tundrakiur, põldrüüt, rabakana.

Palearktilise valdkonna keskala on ulatuslik ja liigendub looduslikult kaheks osaks: Põhja-Euraasia okasmetsad (taiga) ja Euroopa laialehelised metsad. Esimese osa karakterlindudest võiks nimetada hall- ja vainurästast, leevikest, männileevikest, põhjavinti, põhjatihast, kuuse-käbilindu, siidisaba, väike-kärbsenäppi, vöötkakku, uraali kakku, lapi kakku, laanepüüd, metsist jne. Veel kuulub siia mitmeid avamaastiku- ja veelinde, nagu rohukoskel, must- ja tõmmuvaeras, laululuik, sõtkas, soopart jm. Euroopa metsaalade lindudest on siin iseloomulikumad näiteks kaelus- ja õõnetuvi, siniraag, madukotkas, kodukakk, roherähn, kuldnokk, metsvint, peoleo, kanepilind, siisike, talvike, nõmmelõoke, sini- ja tutt-tihane, põialpoiss, hall- ja must-kärbsenäpp, mõned roolinnud, käosulane, porr, mitmed põõsalinnud, aed-lepalind, punarind, hobu-, laulu- ja musträstas.

Lõuna pool muutub valdkonna avifauna veelgi liigirikkamaks, kusjuures edelas lisanduvad tüüpilistele kohalikele palearktilistele liikidele juba ka etioopilise valdkonna ja kagus orientaalse valdkonna perekondade liigid.

Nearktilise valdkonna linnustik sarnaneb mandri põhjaosas suurel määral palearktilise ala linnustikuga. Eriti kehtib see veelindude kohta (sinikael-part, luitsnokk-part, soopart, sõtkas, jääkoskel jne.). Kanalised on siin esindatud mitmete endeemiliste liikidega, nagu kalkun, ameerika preeriakana, kel mänguajal õhukotid kaela külgedel täituvad õhuga (nagu veekonnal), kaelus-laanepüü (*Bonasia umbellus*) jt. Rohkesti on siin rähnilisi, põialpoisse, pääsukesi, käblikuid, siidisabasid. Iseloomulikud on sininäärid (*Cyanocitta*), virgiinia kakk (*Bubo virginianus*), pruutpart (*Aix sponsa*), kardinal (*Richmondena cardinalis*), harksaba-loorkull (*Elanoides forficatus*), valgepea-merekotkas (*Haliaeëtus leucocéphalus*). Puuduvad faasanid, kuldnokad, siniraad, põõsalinnud, peoleo, trapid, vähe on jäälinde. Nearktilise regiooni lõunapoolsetel aladel leidub rohkesti vorme, kes on siia siirdunud Lõuna-Ameerikast: mitmed kalkunkotkaslaste liigid, karoliina kiilsabapapagoi (*Conurus caroliensis*), 12 koolibriliiki, mitmed türanlased, trupiaallased (*Icteridae*) jne. Türanlased on väikesed, kuid väga sõjakad linnud; tungivad kallale isegi suurtele röövloomadele ja jälitavad neid seni, kuni need ära jooksevad.

Neotroopiline valdkond on linnuliikidelt kõige rikkam (umbes 2500 liiki). Siin avaldub Lõuna-Ameerika kauase isolatsiooni ja omalaadsete keskkonnategurite mõju. Kõigepealt märgime vanapäraste vormide, nagu nandude ja põldpüülaadsete tinamulaste (*Tinamidae*) säilimist. Väga vanapärane lind on ka hoatsiin (*Opisthocomus hoazin*), kellel noores eas säilivad

tiibadel kauaks ajaks küünised, mille varal nad puude otsas osavasti ronivad. Edasi nimetame selliseid karakterlinde nagu kurelaadseid kariaamasid, kes äratavad tähelepanu oma erakordselt tugeva kisaga, halvasti lendavaid trompetlinde (*Psophia*), kannushanelisi (*Anhimidae*), kondoreid (*Sarcorhamphus*), päikesekurgi (*Eurypyga*). Väga palju on neotroopilises regioonis papagoilisi, eeskätt kiilsabapapagoisid (*Conurus*), aarasid, amasoonpapagoisid. Kõige iseloomulikumad neotroopilised linnud on kahtlemata koolibrilased. Need on siin juba niivõrd «vanad» asukad, et paljud taimed on neile oma õite ehituselt kohastunud. Omapärased on neotroopilises valdkonnas ka rähnilised. Nendest tuleks eriti esile tõsta ilusaid suurenokalisi tuukanlasi. Värvuliste hulgast on kõige iseloomulikumad aga nn. kisalised, eeskätt türanlaste, kotingalaste ja ronilindlaste (*Dendrocolaptidae*) sugukonnast. Viimase sugukonna liigid on väikesed linnud, kuid erakordselt varieeruvad ja kohastumisvõimelised. Mõned ronilindlased, näiteks pottsepplinnud (*Furnarius*), ehitavad puude otsa melonisuurusi savipesasid.

Etioopilise valdkonna linnustik on küllaltki mitmekesine, kuid lisaks tüüpilistele endeemilistele liikidele on siin ka palearktilise ja eriti orientaalse regiooni liike. Kõige omapärasem on avifauna Madagaskaril.

Etioopilise valdkonna kõige iseloomulikumad linnud on jaanalind, pärlkana ja kurgkotkas. Viimane on tuntud madudehävitaja. Soistel aladel elutseb kingnokk (*Balaeniceps rex*). Väga iseloomulikud on ka iibised, marabu, turatsiinlased ja tillukesed hiirlinnulised (*Colii*). Orientaalse päritoluga linnud on Aafrikas näiteks kangurlindlased, suured sarvvareslased, eredavärvilised pitalased (*Pittidae*) ja väikesed nektarilindlased (*Nectariniidae*). Talveks rändab Aafrikasse rida palearktilisi liike (kured, pääsukesed, toonekured, vutid jne.).

Madagaskari tüüpilised endeemilised vormid on vangad (*Vanga*) ja karkpüü (*Mesites variegatus*).

Orientaalne valdkond on küll lindude poolest suhteliselt liigirikas (umbes 2000 liiki), kuid endeemilisi vorme on nende hulgas võrdlemisi vähe. Need kuuluvad peamiselt laululiste hulka: eredavärvilised sarvnoklased, mäetihaslased (*Liotrichidae*) ja rohelised lehistulindlased (*Phyllornithidae*). Väga rohkesti on orientaalses valdkonnas faasanlasi (faasanid, kanad, paabulinnud), iseloomulikud on kalakakud, ninasarviklinnud, sinilinnud (*Myophoneus*), väga tore paradiisi-kärbsenäpp, maina, meeosutlased (*Indicatoridae*). Rohkearvulised on kangurlindlased, järanoklased (*Trogonidae*), jäälinnud.

Malai alamvaldkonnas äratavad tähelepanu argusfaasan (*Argusianus giganteus*), hiiglasuur ahvikotkas (*Pithecóphaga jefferyi*), rihukanad ja kakaduud.

Austraalia valdkonda, kus imetajatefauna on vaene, iseloomustab lindude suur mitmekesisus: siin on rohkesti erilaadseid linnuliike ja -rühmi. Väga iseloomulik on lennuvõimetute silerindlindude — kaasuarlaste, emulaste ja kiiviliste — esinemine. Väga liigirikkalt on esindatud tuvilised, jäälinnud ja papagoilised. Viimastest võiks eriti kakaduusid ja sudikeellasi (*Trichoglossidae*) esile tõsta. Iseloomulikud on ka rihukanalased, kannelsaba, paradiisilindlased, lehtlalinnud ja liigirikas meetoitlaste (*Meliphagidae*) sugukond. Viimased saavad toidu taimeõitest oma keele abil neste ja putukate kujul.

Uus-Ginea üks karakterlinde on kroontuvi. Uus-Meremaal väga iseloomulikud liigid on kea ja kakkpapagoi.

1) Kuidas mõjutab temperatuur kaudselt lindude levikut? 2) Millega seletada lindudel (ja ka teistel selgroogsetel) katkendliku areaali kujunemist? 3) Kui vana on palearktiline avifauna? 4) Millega seletada neotroopilise regiooni avifauna liigirikkust? 5) Aafrikas on orientaalseid linnuliike enam kui palearktilisi. Millega seda seletada?

V. LINDUDE LOODUSLIK JA MAJANDUSLIK TÄHTSUS

Paljud taimetoidulised (puu-, seemne- ja viljatoidulised) linnud aitavad kaasa puude ja põõsastaimede levikule. Pasknäär ja mänsak näiteks kannavad tammetõrusid ja seedrikäbisid laiali ja matavad neid maasse. Rästad, metsised, laanepüüd, siidisaba jne. levitavad viljapuude ja põõsastaimede seemneid oma väljaheitega.

Mitmed linnud (ja linnurühmad) aitavad kaasa taimede tolmlemisele. Ilmekaks näiteks ses suhtes on koolibrilased. Brasiilias on kindlaks tehtud, et loomade poolt tolmeldatud taimedest tolmeldatakse 40% lindude (koolibrite) kaasabil.

Üks vanimaid (alates VI sajandist) lindude praktilise kasutamise mooduseid on treenitud kormoranide kasutamine kalastamisel. Esmalt tehti seda Jaapanis ja hiljem levis see moodus ka Hiinas. Et linnud ei saaks oma saaki ise alla neelata, pannakse neile kaela ümber rõngas. Vastavalt treenitud või «köietatud» linnud sunnitakse koos saagiga tulema nende omanike paadi juurde.

Tuvisid, fregattlinde ja metshanesid kasutati varematel aegadel kiirteadete ja kirjade edasitoimetajatena. Sportliku iseloomuga on jahipidamine pistrike abil, mis kujunes umbes 2000 a. e.m.a. Hiinas ja levis siit üle kogu Euraasia.

Kauges minevikus oli lindudelt hangitavate saaduste loetelu palju pikem kui tööndusliku tänapäeval. Loodusrahvaste riietuse juurde kuulusid hinnatud ehetena lindude omapärase kujuga nokad, mitmesugused luud, eelkõige ja alati aga värvirikkad suled. Iidsetest aegadest alates kasutati sulgi noolte valmistamiseks, pea ja riiete kaunistamiseks. Partide, hanede ja luikede udusulgi kasutatakse juba aastasadu riietusesemete ja voodivarustuse valmistamiseks. Kõige kohasemad selleks otstarbeks on mõnede hahaliikide udusuled. Seepärast on praegu mitmetes maades asutud hahavarude üle valvet pidama ja kohati tehakse isegi edukaid katseid mõnede hahaliikide kodustamiseks.

Paljude kaunite lindude sulgede kasutamine on viinud mitmed liigid peaaegu või koguni täielikult väljasuremisele. Tuhandete kaupa on hävitatud eksootilisi haigruid nende imeilusa pulmarüü pärast; kümnetesse miljonitesse ulatub tapetud koolibrite arv, sest nende nahkadest valmistati pealisriideid. Mõnikord tarvitati sulestikust ainult üksikuid sulgi või sulepartiisid. Honolulu (Havai saartel) ühes muuseumis näiteks säilitatakse mantlit, mis on valmistatud 80 000 mesilasenäpi kollastest õlasulgedest.

Kõige produktiivsem praegusaegne sulgede tootja on tõenäoliselt jaanalind, sest teda, erinevalt hõbehaigrutest ja paljudest teistest eksootilistest lindudest, on võimalik võrdlemisi kergesti kodustada. Juba ligi 100 aastat kasvatatakse Aafrikas (viimasel ajal ka teistel mandritel) jaanalinde farmides. Ühe kodustatud jaanalinnu väärtus hinnatakse seal ligi 100 dollarile. Kauneid tiiva- ja sabasulgi nopitakse 1 või 2 (enamasti 2) korda aastas. Vastavates tööstustes antakse sulgedele parajasti moes olev värvus.

Suur osa linde on inimesele majanduslikult tähtsad kodu- ja jahilindudena.

Linnud moodustavad küllaltki olulise osa inimese toiduvarude hulgas, seda enam, et nad paljunevad ja kasvavad kiiresti, ei nõua kuigi suurt ruumi ja on toidu suhtes vähenõudlikud. NSV Liidus ja mujal kasvatatakse mitmeid kodulinde — eeskätt kanu — suurtes linnufarmides (linnuvabrikutes). Linnud toovad oma toitumisega inimesele kas kasu või kahju ja on seega põllumajandusliku ja metsandusliku tähtsusega.

Kodustatud linnud on kanad, pärlkanad, kalkunid, haned ja pardid. Nende hulka võiks arvata ka dekoratiivlinnud: papagoid (eeskätt viirpapagoid), kanaari vint, kodutuvi, kühmnokk-luik jt. Kodustatud linnud on teadliku valiku tulemusena andnud palju erinevaid tõuge. Eriti käib see kanade kohta.

Uluklindudest omavad jahinduslikku ja kaubanduslikku tähtsust eeskätt hanelised ja kanalised. Haneliste seas on oma maitsva liha poolest üldiselt hinnatud sinikael-part, soopart, luitsnokk-part, rägapart, piilpart ja viupart. Sulgede poolest on nimetatud seltsidest silmapaistvalt kasulikud hahk ja punapea-vart.

Suure kaubandusliku tähtsusega on ka haned ja luiged. Eriti rohkesti püütakse neid (sulgimise ajal) tundrates. Kanalistest mainime eeskätt tetre, metsist, laanepüüd ja põldvutte. Kaukaasias, Kesk-Aasias ja Kaug-Idas omab suurt jahinduslikku tähtsust faasan.

Sportliku jahi objektidena on hinnatud ka kurvitsalised, eeskätt metskurvits, tikutaja, rohukurvits, mudakurvits, heletilder jt.

Jahilindude arvukuse suurendamiseks aitavad meil tõhusalt kaasa looduskaitsealad. Lindude suurim kaitseala NSV Liidus on Astrahani looduskaitseala (Volga deltal). Eestis on hästi tuntud Matsalu ja Vaika riiklik looduskaitseala. Jahilindude kaitseks on kehtestatud kindlad jahiajad.

Lindude kasulikkus avaldub selles, et nad hävitavad suurel hulgal kahjulikke putukaid ja närilisi. Kasulikkudest lindudest nimetame väiksemaid värvulisi (laululinde). Nende hulgast on vaja meie oludes eriliselt rõhutada kärbsenäppide, porri, puukoristaja, põialpoiste ja tihaste tähtsust.

Õhust putukate püüdmisega toovad suurt kasu pääsukesed, piirpääsukesed ja öösorr. Kahjulikkude karvaste liblikaröövikute hävitajana osutab inimesele suuri teeneid kägu.

Eriliselt tuleks esile tõsta rähnide kasulikkust. Need «metsa arstid» hävitavad suurel hulgal metsakahjureid — siklasi, kärsaklasi, kooreüraskeid, hundmardiklasi jne., nende vastseid ja mune. Rähnide poolt mahajäetud pesi kasutavad varjupaigana sinitihased ja nahkhiired.

Kakulistest toovad näriliste hävitajatena kasu kõrvukräts, kivikakk ja karvasjalgkakk. Kõrvukrätsu räppetompude uurimisel on selgunud, et 97% nende sisust moodustavad hiirlaste jäänused. Kullilistest on kasulikud hiireviu, tuuletallaja, madukotkas, karvasjalg-viu.

Kasulikkude lindude arvukus on langenud metsade kahanemise tagajärjel. Seda arvukust tuleb püüda taas suurendada 1) laululiste pesakastide ülespanemise teel ja 2) aedade ning elamute läheduses ja parkides põõsaste ja hekkide, eriti okashekkide (kaitseks kasside eest!) istutamise teel. Hekkide ja põõsastikkude rajamisega luuakse laululistele pesitsemisvõimalused. Uurimised on näidanud, et 50-st kokkuseotud okstega põõsast olid 47 võetud pesade alla.

Kahjulikkude lindude peamisi liike tuleb otsida kullilistе hulgast. Siin leiame niisuguseid kahjureid nagu kanakull, raudkull, lõopistrik, soo- ja roo-loorkull. Värvulistest toovad märgatavat kahju künnivares, mänsak ja varblane. Varblaste rüüste all kannatavad eriti Kesk-Aasia põllud. Paiguti ei külvata siin nisu, otra, hirssi ja hernest üldse, sest saagi hävitaksid varblased.

Aafrika suurim teraviljakahjur on varblasesuurune värvuline kvela (*Quelea quelea*). Ainult ühes Nigeeria provintsis hinnati

nende poolt 1957. a. tekitatud kahju üle miljoni naelsterlingi suuruseks.

Lindude kasulikkus ja kahjulikkus ei ole absoluutne. Laululinnud hävitavad kahjulike putukate kõrval ka kasulikke putukaid (lepatriinusid, käovaablasi, mesilasi jt.), kullilised aga kasulike loomade (laululiste, jäneste jt.) kõrval ka kahjulikke loomi (närilisi!). Pasknäär näiteks sööb laululiste poegi ja mune, kuid ka kahjulikke putukaid. Vindid on teratoidulised, poegi aga toidavad putukatega.

Enamiku lindude kasulikkus ja kahjulikkus oleneb ajast ja kohast, eeskätt aga lindude arvukusest. Metsades on hallvares kahjulik, steppides aga kasulik, sest ta hävitab kahjulikke putukaid. Kuldnokk ja rästas toituvad kevadel ja suvel kahjulikkudest putukatest ning toidavad nendega oma poegi, sügisel aga lähevad üle marjadest toitumisele. Lääne-Euroopas, kus kahjulikkude kullilise arvukus on väga väikeseks jäänud, tuleks nad paiguti kahjulikkude lindude registrist kustutada, meil aga on olukord teine. Varematel aegadel ei olnud näiteks hallrästas meil kahjulik, praegu aga, mil ta arvukus on väga suuresti tõusnud, toob ta paiguti küllaltki suurt kahju. Suuremad kotkad on kahtlemata kahjulikud, aga et nende arvukus on väga väike, siis on nad looduskaitse all.

1) Millised on tähtsamad kanatõud, tuvitõud? 2) Milles seisneb lindude esteetiline tähtsus? 3) Milles seisneb jahinduse sportlik (tervislik) tähtsus? 4) Kus ja missugust kasu toob karjarästas? 5) Miks on hallvares metsades kahjulik? 6) Millist osa on inimene etendanud lindude arvukuse muutmisel?

IMETAJATE KLASS *(MAMMALIA)*

I. ÜLDINE ISELOOMUSTUS

Imetajad loomad on arengutasemelt selgroogsete alamhõimkonna kõige kõrgem klass. Fülogeneetilisel arenemisel on nad oma kunagised võistlejad — roomajad — kõrvale tõrjunud ja neist kaugele ette jõudnud. Elades tänapäeval peaaegu kõikides biotoopides — nii arktilistel kui ka troopilistel aladel, nii vees kui ka maismaal, nii põlistes laantes kui ka lagedatel kõrbealadel, moodustavad nad kogu looduse biomassist märgatava osa ja on seega kaasaegse loomastiku (ja kogu looduse) elus ülisuure tähtsusega. Ka nende tähtsust inimese elus ei saa alahinnata.

Millised on k õ i g e o l u l i s e m a d eelised või tunnused, mis neile sellise arengu ja arengutaseme on võimaldanud? Niisugusteks tunnusteks on homoiotermsus, vivipaarsus, hammaste eristumine ja suuraju poolkerade areng.

1. **Homoiotermsus** — konstantne ja kõrge kehatemperatuur — võimaldas imetajail (nii nagu lindudelgi) igasuguses kliimavöötmes elamist ja avardas seega märgatavalt nende olemasoluvõimalusi. Kliima külmeneminegi (mesosoilise aegkonna lõpul) ei saanud neile seetõttu saatuslikuks. Homoiotermsus eeldab pidevat soojuse tekkimist, s. o. intensiivset ainevahetust, ja soojuse säilitamist. Ainevahetus intensiivistus imetajail toitumis- ja hingamismehhanismi täiustumise teel ja suurema liikuvuse omandamise tõttu. Soojuse säilitamiseks on imetajatel kujunenud rikkalik k a r v k a t e. Juhul kui karvkate on sekundaarselt kadunud, asendab seda rasvkoerikas alusnahk.

Kui algelisematel imetajatel kehatemperatuuri püsivus saavutatakse peamiselt ainevahetuse intensiivsuse muutmise teel (keemiline termoregulatsioon), siis arenenumatel rühmadel võimaldab seda suurel määral ka verekapillaaride valendiku ahenemine ja laienemine (füüsikaline termoregulatsioon).

2. **Vivipaarsus** tagas imetajaile kõige kindlamini järglaste ellujäämise igasugustes olukordades ning elutingimustes. Looted arenevad pikemat aega emaihus ja tuuakse siis ilmale. Et looted on siin emaorganismiga p l a t s e n t a (emakoogi) varal tihedas

ühenduses ja saavad seega oma toidu ema verest, siis erineb imetajate vivipaarsus tunduvalt reptiilide vivipaarsusest. Ühtlasi aga on imetajate pojad sündimisel märksa vähem arenenud kui reptiilidel. Imetajate vastsündinute esialgseks toiduks on emalooma piim, mida toodavad piimanäärmed.

3. **Hammaste eristumine** aitas palju kaasa mitmekesise toidu otstarbekaks ja põhjalikuks kasutamiseks. Võimalus oma saaki ära süüa osade kaupa oli imetajail eelduseks, et nad võisid hakata toituma suurematest loomadest, ja nii võisid nad ka ise suuremaks kujuneda. Toidu esialgne peenestamine soodustab selle omastamist. Hammaste eristumine võimaldab ühtlasi paremini end kaitsta ning saaki püüda ja surmata (röövloomadel). Juba imetajate reptiilidest esivanematel asetsesid hambad lõualuude vastavates sompudes (hambasompudes), mis sai hammaste eristumise eelduseks. Toidu suus hoidmine ja mälumine sai võimalikuks seetõttu, et sisemised ninaavad (koaanid) nihkusid neelu piirkonda ja tekkis teisene kõvasuulagi.

4. **Suuraju poolkerade võimas areng** ja vastavalt sellele ka närvitalitluse kõrge tase tõstab imetajad olelusvõitluses ja ümbruskonnaga suhtlemises kõrgemale tasemele, kui on selgroogsete ühegi teise klassi esindajad. Kõrgem närvitalitlus on kahtlemata kõige spetsiifilisem nähtus, mis on imetajaile kindlustanud nende üleoleku ja esikoha loomariigis. Eriti ilmekalt avaldub see kõrgematel imetajatel (esikloomalistel) ja loomariigi fülogeneetilise arengu tippsaavutusel — inimesel.

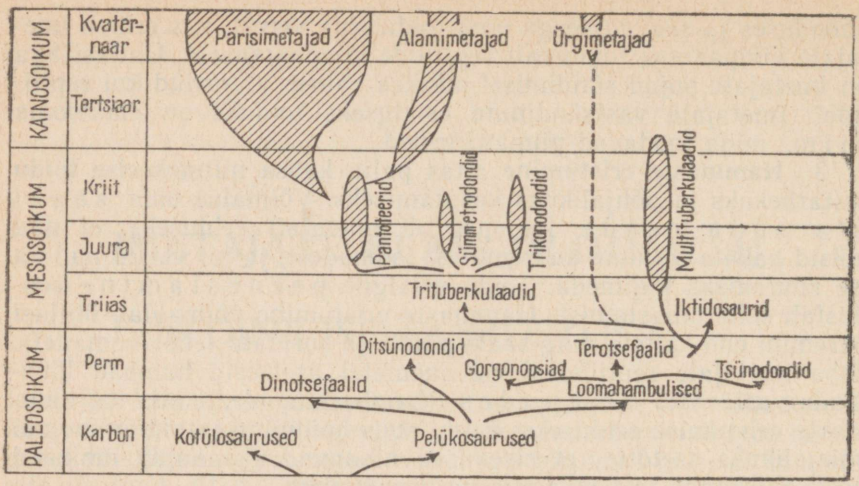
Suuraju poolkerade arenemise eelduseks on kõrgesti arenenud meeleelundid, eeskätt kuulmis- ja haisteelundid. Lisaks sise- ja keskkõrvale tekib väliskõrv. Keskkõrv täieneb kahe luukese võrra: imetajate keskkõrvas on kolm kuulmeluukest: jalus, vasar ja alasi. Märgatavalt täiustub ka sisekõrv.

1) Millistel alamatel selgroogsetel (reptiilidel) asetsesid hambad hambasompudes? 2) Millistel reptiilidel on sisemised ninaavad neelu piirkonda nihkunud? 3) Millised eelised on füüsikalisel termoregulatsioonil?

II. PÕLVNEMINE JA SÜSTEMAATILINE JAOTUS

Nagu eelnevast selgus, erinevad imetajad kaasaegsetest reptiilidest õige suurel määral. See on ka täiesti loomulik, sest reptiilide rühm, millest imetajad võrsusid, eraldus teistest roomajatest juba selle klassi arenemise koidikul, umbes 250 miljoni aasta eest. Niisugustel reptiilidel ei olnud veel mitmeid tunnuseid, mis iseloomustavad kaasaegseid reptiile.

Ürgsed reptiilid, kellest imetajad vahetult põlvnevad, on permiaegsed loomahambulised ehk **teriodondid** (*Theriodontia*),



228. joon. Imetajate põlvnemine (sugupuu).

näiteks inostrantseevia, tsünognaatus jne. (vt. 235 lk.). Ühest küljest olid need veel väga primitiivsed vormid (amfitsöölsete selgroolülidega, liikuvate kaela- ja nimmeroietega, suhteliselt väikese peaajuga jne.), teisest küljest sarnanesid nad aga juba imetajatega: nende hambad olid eristunud lõike-, silma- ja purihammasteks ning asetsesid sompudes, nende ruutluu ülalõuas ja liigeseluu alalõuas olid tugevasti redutseerunud, nende kuklapõnt oli jaotunud kaheks, neil oli ainult üks sarnakaar ning see koosnes, nagu imetajail, sarnaluust ja soomusluu jätkest, neil oli samasuguse ehitusega teisene kõvasuulagi nagu imetajail, nende jäsemed olid pikenenud ning asetsesid püsti kere all jne.

Kõige varasemad ja algelisemad imetajad näivad olevat hulgiköbrulised ehk multituberkulaadid (228. joon.). Need olid võrdlemisi väikesed rotilaadsed loomad. Neil olid lõikehambad tugevasti arenenud, silmahambad puudusid, purihammastel oli rohkesti köprusid. Niisugused, multituberkulaatide hambaid meenutavad hambad leiame tänapäeval veel nokklooma lootel. Multituberkulaadid püsisid kaua: nad surid välja alles kainosoikumi algul.

Ülemjuura ja alamkriidi lademetest on teada kolmeköbrulisi ehk trituberkulaatseid primitiivseid imetajaid: trikonodondid, sümmetrodondid ja pantoteerid. Trikonodontide ja sümmetrodontide purihammastel oli kolm koonusjat köpru, mis asetsesid ühes pikireas. Nii trikonodondid kui ka sümmetrodondid surid peagi välja, jätmata järeltulijaid. Ainukesed trituberkulaatsed imetajad, kellest hiljem nähtavasti tekkisid nii kukrulised kui

ka platsentaarsed imetajad, olid ülemjuura p a n t o t e e r i d (*Pantotheria*). Neil asetsesid hammaste kõbrud k o l m n u r g a n a.

Ükski neist imetajarühmadest kuigi suurt osa looduse majapidamises ei etendanud. Erilisi eeliseid neil olelusvõitluses mesosoikumi soojas ja ühtlases kliimas veel ei olnud. Pealegi olid nad väikesed loomad.

Teisiti kujunes olukord mesosoikumi lõpul. Teatavasti algasid siis suured mäetekkelised protsessid, kliima muutus tunduvalt jahedamaks. Imetajad, tänu oma homoiotermsusele, vivipaarsusele, otsaju suurusele ja hammaste eristumisele olid nüüd olelusvõitluses reptiilidest üle. Algas reptiilide väljasuremine ja valitsev koht loomariigis läks imetajate kätte. Reptiilide väljasuremiseks aitasid kaasa ka imetajad: tõenäoliselt toitusid paljud neist reptiilide munadest.

Kainosoikumi algul olid nn. alamimetajad ehk kukrulised laialt levinud üle kogu maakera. Peagi hakkasid aga platsentaarsed imetajad ehk pärisimetajad kui olelusvõitluses veelgi kohasemad vormid kukrulisi välja tõrjuma ja praegu elutseb viimaseid ainult Austraalias ning Kesk-Ameerikas.

Platsentaarsete imetajate eristumine toimus suhteliselt kiiresti. Loodusliku valiku tulemusena, kohastudes erilaadsete elutingimustega, eristusid nad kaunis rohketeks rühmadeks (seltsideks). Tertsiaari keskel olid olemas juba kõik imetajate seltsid, keda me praegu tunneme, ja mitmeid teisigi, mis hiljem välja surid.

Kõige varasemad (vanemad) platsentaarsed imetajad (pärisimetajad) olid p u t u k a t o i d u l i s e d. Need on pantoteeride otsesed järglased. Ürgsetest (kriidiaegsetest) putukatoidulistest on põlvnenud praegused putukatoidulised, aga samuti ka n ä r i l i s e d, j ä n e s e l i s e d, k ä s i t i i v a l i s e d, k a r u s t i i v a l i s e d, n a p i h a m b u l i s e d, s o o m u s l o o m a l i s e d. Edasi on neist põlvnenud ürgkiskjalised ehk k r e o d o n d i d ning e s i k l o o m a l i s e d. Kreodondid on omakorda andnud ühest küljest k i s k j a l i s e d, l o i v a l i s e d ja v a a l a l i s e d, teisest küljest — suure kabiloomade rühma, kuhu kuuluvad k ü ü n i s k a b j a l i s e d, l o n d i l i s e d, m e r e v e i s e l i s e d, s õ r a l i s e d, k a b j a l i s e d, t o r u h a m b u l i s e d ja mitmed väljasurnud imetajaseltsid.

Ainupilulistest on tänapäeval säilinud ainult 3 liiki, kukrulisi on 248 liiki, pärisimetajaid on ligi 4000 liiki.

1) Miks kukrulised on säilinud just Austraalias ja Lõuna- ning Kesk-Ameerikas? 2) Miks suured teriodondid välja surid, väikesed aga edasi arenesid?

III. ANATOOMILIS-FÜSIOLOOGILINE JA ÖKOLOOGILINE ÜLEVAADE

1. **Katted. Näärmed. Sarvmoodustised.** Imetajate nahka iseloomustab paksus, alusnaha tugev areng, näärmeterohkus ja karvade ning mitmesuguste teiste sarvmoodustiste teke.

Marrasknahk (*epidermis*) on enamasti suhteliselt õhuke. Paiguti — käpataldadel, ahvide päramõhnadel, kaamelite põlvedel jm. — ning mõnedel rühmadel (vaalalistel, londilistel, jõehobulastel jne.) üle kogu keha on ta siiski küllalt paks. Sarv- ja kasvukiht on imetajate marrasknahas selgesti eristatavad.

S a r v k i h i (*stratum corneum*) rakud on sarvestunud ja surnud ning kujutavad endast õhku sisaldavaid lamendunud padjakesi ehk «soomuseid», mis on tihedasti koos ja moodustavad seega kõva ning soojuskindla rüü — organismi kaitsevalli. See kaitseb looma keha mehhaaniliste ja keemiliste vigastuste, alumistest nahakihtidest vee auramise ja happelise reaktsiooni tõttu ka mikroobide sissetungi eest. Marrasknaha pinnalt pudeneb sarvkihi rakke alatasa lahti, altpoolt nihkub neile aga pidevalt uusi asemele. A-vitamiini puudumisel (aga samuti ka üliküllusel) on normaalne sarvestumine takistatud.

K a s v u k i h i (*stratum germinativum*) alumised rakud — kambiaalsed rakud — on paljunemisvõimelised ja nende kaudu toimub naha uuenemine ja nahavigastuste paranemine. Kasvukihti ulatub rohkesti närvilõpmeid, samuti on siin tavaliselt suuremal või vähemal määral pigmendirakke, mis annavad nahale v ä r v u s e.

Pärisnaha (*corium, cutis*) pindmine kiht koosneb peamiselt kollageensete kiudude peentest kimpudest, mis üksteisega v i l t j a l t läbi põimuvad. Nendele lisandub ka suurel hulgal elastseid kiude, mis tingivad naha elastsuse. Paikades, kus marrasknahk on paks ja karvkate nõrgalt arenenud, tungib pärisnaha pindmine osa näsakeste või kurdude kujul marrasknahasse, moodustades selle n ä s a k e h a. Näsakeha aitab kaasa marrask- ja pärisnaha tugevale liitumisele. Et pärisnaha pindmine kiht sisaldab rohkesti veresooni, närvilõpmeid ja meelerakke (ja muidugi ka sidekoerakke), siis on ta peamiselt marrasknaha toitmise, termoregulatsiooni ja välisärrituste vastuvõtmise teenistuses.

Pärisnaha alumine kiht koosneb peamiselt jämedate kollageensete kiudude kimpudest, seevastu elastseid kiude, rakulisi elemente ja veresooni on seal vähe. Naha paksus, sitkus ja tugevus oleneb nende kiudude rohkusest. Paksunahalistel loomadel — ninasarvikul, jõehobul jne. — on pärisnaha alumine kiht niivõrd paks ja tugev, et mõnikord ei suuda seda isegi püssikuul läbida. Tööstuses kasutatakse «naha» nime all pärisnaha alumist osa ümbertöötatud (pargitud) kujul.

Pärisnahk läheb sujuvalt üle **alusnahaks** (*subcutis*). See koosneb kohevast sidekoest, milles kiud asetsevad hõredalt. Seetõttu on alusnahk elastne ja võimaldab nahal igas suunas vabalt nihkuda, mis hoiab ära mehhaanilisi vigastusi.

Alusnaha sidekoeliste kiudude vahelised ruumikesed on suuremal või vähemal määral täidetud **rasvkoega.** See moodustab siin pehme padjandi, mis nahaaluseid kehaosasid tõugete eest kaitseb. Rasvkude on ühtlasi ka toiduvaruks, mida organism kasutab nälja korral, talveune ajal jne. Seetõttu kõigub alusnaha rasvarohkus aastaaegade järgi: sügisel on rasva rohkesti, kevadel vähe. Suure tähtsusega on nahaalune rasvkude ka loomade kaitsmisel külma eest. Eriti kehtib see vees elutsevate imetajate — vaalaliste ja loivaliste kohta. Nuumsigadel kujuneb alusnahk pekiks.

Näärmed on imetajate nahas põhiliselt kahesugused: rasu- ja higinäärmed. **Rasunäärmed** on sompjad (alveolaarsed) näärmed, nad algavad sompude (alveoolide) kujul ja lähevad üle lühikeseks viimajuhaks, mis üksikult või mitmekesi koos avanevad peaaegu alati karvanääpsu (vt. allpool). Rasunäärmed toodavad naha r a s u (*sebum*). See kaitseb karvu ja naha pinda nii kuivamise kui ka märgumise eest. Rasu lõhn soodustab imetajail üksteise äratundmist ja vastassugupoole leidmist. Lammaste rasu, l a n o l i i n i, kasutatakse kosmeetikatööstuses ja meditsiinis.

Higinäärmed on torujad (tubuloossed) näärmed, mis avanevad naha pinnale või karvanääpsude ülaossa. Nende algusosa on päsmaks keerdunud ja asetseb pärisnaha alumisel piiril. Tavalised (merokriinsed) higinäärmed on põhiliselt lisa-erituselunditeks. Kuuma käes hakkavad higinäärmed tugevasti tööle: higi aurumine kaitseb loomi ülekuumenemise eest. Niisuguseid loomi, kel on higinäärmeid rohkesti üle kogu keha, on vähe: lammas, hobune, osa ahve jmt. Tavaliselt on higinäärmed koondunud ainult üksikutele kehaosadele — kassidel varbapäkkadele, sigadel kärsale, veistel ninapeeglile jne. — või esinevad laialipillatult ja vähesel arvul.

Osa higinäärmeid (apokriinsed higinäärmed) eritavad lõhnavaid nõresid ja kannavad seetõttu l õ h n a- ehk h a i s u n ä ä r m e t e n i m e t u s t. Lõhnanäärmed avanevad tavaliselt karvanääpsudesse või erilistesse naha sopististesse keha teatavates piirkondades. Niisugused näärmed on näiteks kärplaste p ä r a k u n ä ä r m e d, kitsede s õ r a n ä ä r m e d, kobraste, ondatra m u s k u s n ä ä r m e d jne. Lõhnanäärmed on imetajatele eeskätt kaitseks, kuid nad aitavad ka sugupooltel teineteist leida ja oma «territooriumi tähistada».

Osa apokriinseid higinäärmeid muundub imetajail **piimanäärmeteks.** Kõige alamatel imetajatel — ainupilulistel — on need veel torujad, kõrgematel vormidel aga sompjad. Ainupilulistel avanevad piimanäärmed karvanääpsudesse ja nende kaudu kõhul olevatele n ä ä r m e v ä l j a d e l e, kõrgematel vormidel aga lähestikku, nisadele koondunult.

Nisad asetsevad esmaselt paarilise reana kõhul — kaenlaaugust kuni kubemepiirkonnani. Nisade niisuguse asetuse leiame näiteks putukatoidulistel, kiskjalistel, sigadel ja paljudel närilistel. Vaalalistel ja enamikul kabjalistel säilivad kubemepiirkonna nisad, ahvilistel, mereveiselistel, londilistel ja enamikul käsitiivalistel säilivad ainult kaenlapoolsed nisad. Nisade arv — 2 kuni 22 — vastab umbkaudu poegade arvule pesakonnas.

Ehituselt on nisad põhiliselt kahte tüüpi: pärisnisad ja ebanisad. Pärisnisade piimanäärmete juhad avanevad nisa tipule, niisugused nisad on poolahvilistel, ahvilistel ja mõnedel närilistel. Ebanisadel avanevad piimanäärmete juhad aga nisa sees oleva laienenud kanali põhja. Ebanisad iseloomustavad kabjalisi, sõralisi ja kiskjalisi. Eba- ja pärisnisade vahel on üleminekuvorme.

Imetajate naha sarvmoodustisteks on küünised, küüned, sõrad, kabjad, soomused, pärissarved, õõnessarved ja karvad.

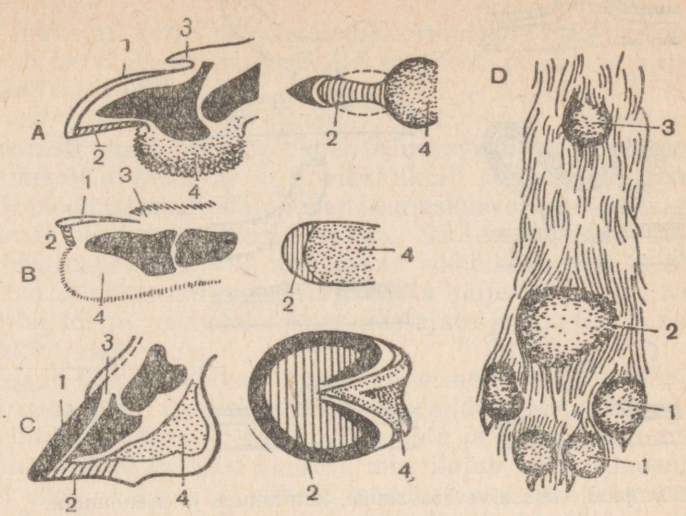
Küünised, küüned, kabjad ja sõrad kujutavad endast marrasknaha sarvkihi tugevasti paksenenud ja muundunud osi, mis viimast (distaalset) varbalüli katavad või ümbritsevad.

Nimetatud moodustiste lähtevormiks on **küünis.** See koosneb plaadist ja tallast. Küünise plaat on kumer ning katab viimast varbalüli pealt ja külgedelt, küünise tald — alt, kuid ainult otsa piirkonnas. Küünise plaat koosneb tihedast, küünise tald — pudedast sarvainest. Varba ots on küünise plaadi all kumer ja kannab varbapäka nimetust. Varbapäkk on väga elastne nahapaksend, millega loom toetub maapinnale. Samalaadse nahapaksendi leiame paljude imetajate käpa tallal kämbla (või põia) kaugmise otsa kohal ja randme (või kanna) kohal. Neid paksendeid nimetatakse vastavalt kämblapäkaks (põiapäkaks) ja randmepäkaks (kannapäkaks).

Küüned erinevad küünistest selle poolest, et nende plaat on tugevasti lamendunud ja lai, tald aga seevastu tugevasti redutseerunud, millele vastavalt varbapäkk on hästi arenenud. Küüned iseloomustavad esikloomalisi (229. joon.).

Kabjad on samuti küünise teisendid. Küünise plaadile vastab siin kabja eesmine sarvsein, küünise tallale — kabja sarvtald, kuna varbapäkk kujuneb terava nurga all kabja sarvtalla sisse ulatuvaks kabja nooleks. **Sõrad** sarnanevad kapjadega, erinedes neist peamiselt selle poolest, et neil puudub nool.

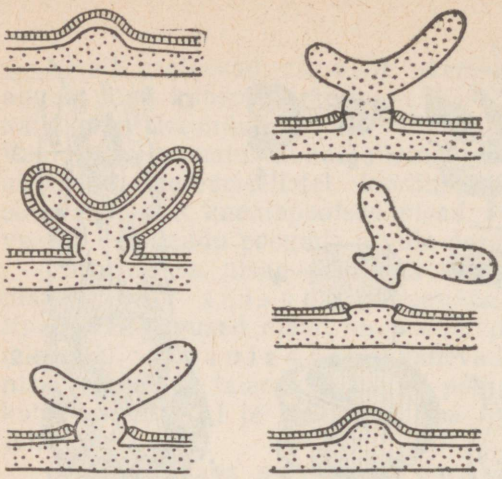
Soomused on imetajatel samasuguse ehitusega nagu reptiilidel, sest need on kaugetelt esivanematelt päritud. Tavaliselt on imetajail soomuseid (kui neid üldse esineb) vähe, neid leidub eeskätt sabal (näit. hiirlastel ja kobrastel). Võrdlevanatoomilised andmed lubavad oletada, et ürgsetel imetajatel esinesid nii soomused kui karvad ja et edasises evolutsioonis asendusid soomused karvadega. Soomus- ja vööloomade marrasknahk moodustab suuri kilbiseid.



229. joon. A — imetajate küünis, B — küüs, C — kabi. 1 — küünise (küüne) plaat, kabjal sarvsein, 2 — küünise (küüne) tald, kabjal sarvtald, 3 — küünise (küüne) vall, 4 — varbapäkk, kabjal kabja nool. D — koera käpp päkkadega: 1 — varbapäkad, 2 — kämblapäkk (põiapäkk), 3 — randmepäkk (kannapäkk).

Mis puutub imetajate **sarvedesse**, siis on ainult ninasarvikute sarved puhtal kujul marrasknaha tekised — **pärissarved.** Veislaste **õõnessarved** koosnevad küll sarvainest, kuid asetsevad luulisel alusel. Nagu arenemislugu näitab, on need alused pärisnahas tekkinud luustised (luumoodustised), mis varakult liituvad laubaluule. Õõnessarve pinnal leiame vanematel loomadel rõngakujulisi vaokesi. Need vaokesed vastavad naha korrapärase toitumise perioodilistele vaheaegadele — külmade tulekule ja tiinusajale. Õõnessarved püsivad kogu eluaja ning kuluvad aegamööda pinnalt. Erandiks on harksarvik (*Antilocapra americana*) Põhja-Ameerikast, kes oma sarvi mitu korda vahetab.

Umbsarveliste imetajate **umbsarved** on juba täiel määral pärisnaha tekised — luulised moodustised. Noored umbsarved on pehmed, nende tekkest võtab osa nii päris- kui ka marrasknahk ja nad on kaetud karvadega. Niisuguste sarvede pärisnahas on rikkalikult veresooni. Hiljem, sedamööda kuidas pärisnahk asendub luukoega, marrasknahk sarvestub ja hõõrutakse maha. Tekkinud umbne luusarv liitub laubaluu jätkega (230. joon.). Umbsarved on ainult isasloomadel (põhjapõdral ka emasloomal) ja vahetuvad igal aastal. Sarvede mahaajamine toimub talvel või varakevadel. Sarve kibun («känd») kattub pärast seda nahaga ja kevadel või suvel kasvab samale kohale uus sarv. Enamasti on umbsarved haralised, kusjuures harude arv iga aastaga ühe



230. joon. Umbsarve kasvamine, murdumine ja asendumine.

võrra kasvab. Vanematel loomadel väheneb sarve harude arv uuesti.

Karvad on niitjad sarvmoodustised ja esinevad kõikidel imetajatel, kui mitte üle kogu keha, siis vähemalt mõnedel kehaosadel, ja kui mitte täiskasvanud loomadel (näit. vaalalistel), siis vähemalt looteeas. Karvade osaline või peaaegu täielik puudumine täiskasvanud imetajatel on seega teisene nähtus.

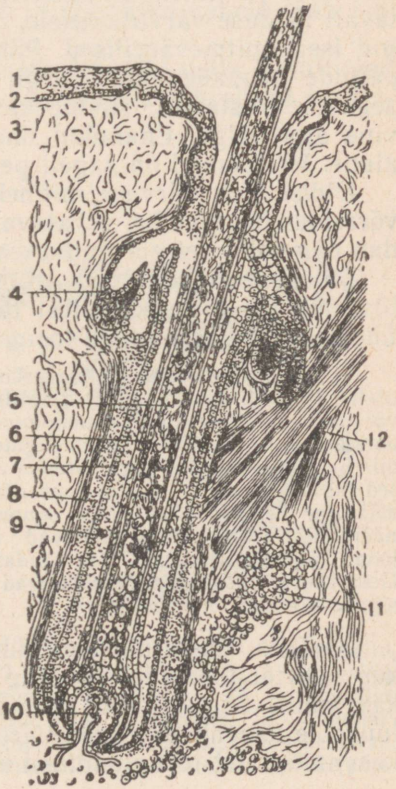
Karval on kaks osa: naha sees asetsev **juur** ja nahast väljaulatuv **tüvik.** Juure alumine osa — **karvasibul** (*bulbus pili*) on kolvjalt jäme. Sibula sisse ulatub sidekoeline veresoonterikas pärisnahanäsa — karvanäsa, mis karva toidab (231. joon.).

Histoloogiliselt koosneb karv kolmest osast: säsist, koorest ja kutiikulist. Karva sisemine osa — **säsi** koosneb hõredatest rakkudest ja sisaldab õhku. Karva **koor** on ehitatud tihedasti paiknevatest käävjatest rakkudest, mis asetsevad pikiridades ning annavad karvale tema elastsuse ja tugevuse. Karva koore rakud sisaldavad pigmenti ja tingivad seega karva värvuse. Kui koore rakkudes pigment puudub, siis on karvad lumivalged ja niisuguseid loomi nimetatakse albiinodeks. Karva **kutiikul** koosneb üksteist katusekividelaadselt osaliselt katvatest rakujäänustest ja kaitseb karva mehhaaniliste ja keemiliste mõjude eest.

Naha sopistist, milles karva juur asetseb, nimetatakse **karvanääpsuks** (karvataskuks). Karvanääpsu sein koosneb välimisest, sidekoelisest (pärisnahalisest) ja sisemisest (marrasknahalisest) karvatupest. Välimisele tupele kinnitub kaarjalt vastu rasunääret liibuv silelihasrakkudest koosnev lihas — karvapüstitaja (*m. arrector pili*). Karva sibula rakud on marrasknaha kasvukihi rakud ja nende kaudu toimub karva kasvamine.

Enamikul imetajail (eriti põhjamaistel vormidel ja pool-veeloomadel) koosneb karvkate kahesugustest karvadest: pealis- ja aluskarvadest. **Pealiskarvad** (*pili*) on pikad, jäigad ja suhteliselt hõredad, **aluskarvad** ehk villkarvad (*lanae*) on lühemad, peened ja asetsevad tihedasti pealiskarvade vahel. Aluskarvad on head soojusehoidjad, mistõttu neid on eriti rikkalikult põhjamaade loomadel. Erandi moodustavad põhjapõder ja muskusveis, kes, olgugi et elavad külmas kliimas, on aluskarvadeta. Soojuse hoidmine toimub nendel teisiti: pealiskarvad sisaldavad rikkalikult säsi ja on seega õhurikkad. Aluskarvad redutseeruvad ka hüljestel ja sigadel. Muttidel, karihiirtel ja mõnedel teistel imetajatel seevastu esinevad ainult aluskarvad.

Eri kehaosade karvad võivad tunduvalt erineda, näiteks lõvil lakk, hobusel saba jne. Pealiskarvade erivormideks on ka sigade **harjased** ja siilide, okassea jt. **okkad.** Harjaste ja okaste kõvadus ning jäikus on tingitud paksust koorest, mis ulatub pikikurdudena sügavale säsi sisse. Täiesti eri rühma moodustavad **kompekarvad** ehk **vibrissid.** Need on pikad karvad, tavaliselt silmade ümbruses, mokkadel («nurrukarvad») ja põskedel; nende püstitaja koosneb



231. joon. Imetajate karva ehitus (pikilõige). 1 — marrasknaha sarvkiht, 2 — kasvukiht, 3 — pärisnahk (koorium), 4 — rasunääre, 5 — karva säsi, 6 — karva koor, 7 — klaaskest (karvatupe ja -tasku vahel), 8 — karvatasku (karvanääps), 9 — karvatupp, 10 — karvanäsa, 11 — rasvkude, 12 — karvapüstitaja.

vöötlihaskiududest ja näsa on rikkalikult närvikiudude ja nende lõpmetega ümbritsetud.

Karvade eluiga ei ole pikk, nad langevad teatava aja järel välja ja asenduvad uutega. **Karvavahetus** toimub tavaliselt kevaditi ja sügiseti, kusjuures loom saab aastaajale vastava karvkatte: sügisel paksema ja pikema, kevadel õhema, lühema ja aluskarvavaesema. Nii on leitud, et oraval on reie naha 1 cm^2 kohta keskmiselt 4200 karva suvel ja 8100 karva talvel, valgejänesel vastavalt 8000 ja 14 700 karva. Karvade pikkus on oraval järgmine: suvel aluskarvadel 9,4 mm, pealiskarvadel 17,4 mm, talvel — 16,8 mm ja 25,9 mm; valgejänesel: suvel — aluskarvadel 12,3 mm, pealiskarvadel 26,4 mm, talvel — 21 mm ja 33 mm (Kuznetsov). Vastavalt sellele on parasvöötme loomade talvised nahad tehnilises mõttes kõrgema väärtusega kui suvised. Mõned karvad (näit. hobuste saba ja laka karvad) ei vahetu.

Karvkatte ja seega kogu looma **värvus** oleneb eeskätt pealiskarvade värvusest, mis sarnaneb tavaliselt ümbruskonna värvusega ja on seega loomale kaitseks. Põhjamaade imetajatel, vastavalt ümbruskonna suhtelisele ühetoonilisusele, on karvkatte värvus ühtlasem ja vähem silmatorkav. Lõunamaade imetajad aga, vastavalt looduse värvirikkusele, on heledamad, leetjamad, paljud liigid isegi mitmevärvilised. Põhjamaadel muutub karvavahetusega paljude loomade (näit. nirgi, kärbi, valgejänese) värvus aastaaegadele vastavalt: suvine karvkate on pruunikas või tume, talvine aga valge. Enamikul imetajail on selg tumedam kui kõhualune. Veeloomad on sageli peaaegu üleni ühevärvilised.

Üldiselt on värvuse mitmekesisus imetajatel teiste loomadega võrreldes üsna väike, arvatavasti seoses sellega, et imetajail etendab nägemine teisejärgulist osa.

Fülogeneetiliselt tuleb triibulisi imetajaid esmasteks ja primitiivsemateks pidada, kellest hiljem kujunesid laigulise ja lõpuks ühetoonilise karvkattega loomad.

1) Millega seletada, et marrasknaha kasvukihti ja kompekarvade papillisse ulatub rohkesti närvilõpmeid? 2) Millega seletada, et imetajate naha ja karvade värvus on üldiselt märksa monotoonsem kui lindudel? 3) Milles seisneb naha parkimine? 4) Kuidas aitab imetajatel nahk kaasa organismi termoregulatsioonil? 5) Milles avaldub higinäärmete eritustegevus? 6) Kuidas töötavad apokriinsed higinäärmed? 7) Kuidas saab õõnessarvsetel loomadel sarvede järgi vanust määrata? 8) Mis aitab kõige suuremal määral kaasa rasu väljumisele rasunäärmetest? 9) Kuidas töötavad vibrissid? 10) Miks kasvatatakse karusloomi külmades ruumides? 11) Kuidas seletada, et enamik imetajaid veeloomi on üleni ühevärvilised, maismaaimetajad aga mitte? 12) Millega seletada, et metssigade põrssad on vöödilised?

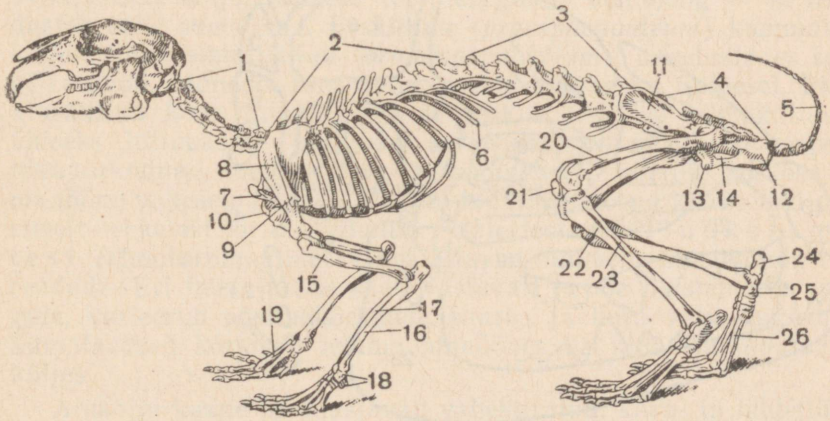
2. **Toes.** Imetajate toese ühiseks iseärasuseks on kõhrkoe rohkus noortel loomadel ja selle võrdlemisi tugev luustumine täiskasvanuil. See asjaolu seletub looma kasvamisega: vastandina luukoele kasvab kõhrkude kiiresti, mistõttu toese osad ei jää oma kasvamises teistest elunditest maha.

Pikad luud (toruluud) luustuvad kolmes osas: keskosa (diafüüs) ja otsad (epifüüsid) eraldi. Seni kui nimetatud luuosad ei ole veel liitunud, püsib nende vahel kõhrkude. Et toruluude epifüüsid luustuvad varakult, kujunevad ka liigesepinnad varakult välja ja liigesed omandavad algusest peale suure tugevuse, mis (reptiilidega võrreldes) on suureks edusammuks.

Imetajate **selgroogu** iseloomustab liigeste puudumine selgroolülide kehade vahel, välja arvatud esimene ja teine kaelalüli. Selgroolülide kehade vahel leiame kõhrelise liiduse — **lülidevahelise ketta.** Seetõttu on imetajate selgroog vähem painduv, mis kompenseeritakse siin jäsemete suure liikuvusega. Selgroolülide keha otsmised pinnad on lamedad. Niisuguseid lülisid nimetatakse **lamelohkseteks** ehk **atsöölseteks** lülideks. Ainult enamikul kabjalistel on kaelalülid tagalohkseд, mis siin kaela liikuvust tõstab.

Kaelapiirkonnas on imetajail (peale väga väheste erandite) 7 selgroolüli. Esimene kaelalüli ehk k a n d e l ü l i (*atlas*) on rõngakujuline ja pöördub teise kaelalüli ehk t e l g l ü l i (*axis*) hamba ümber. Looteeas tekivad kaelalülidel roidesugemed, kuid need ei arene välja, vaid liituvad varakult siinsete selgroolülide ristijätketele, kusjuures roidesugeme ja ristijätke vahele jääb iseloomulik r i s t i j ä t k e m u l k.

Rinnalülisid on imetajail enamasti 12—15; neile kinnituvad roided. Viimaste distaalsed otsad on tavaliselt kõhrelised ja kin-



232. joon. Küüliku luustik. 1 — kaelalülid, 2 — rinnalülid, 3 — nimmelülid, 4 — ristluu, 5 — sabalülid, 6 — roided, 7 — rinnaluu pidemik, 8 — abaluu, 9 — abaluu akromiaalne otsmik, 10 — abaluu kaarnajätke, 11 — niudeluu, 12 — päraluu, 13 — süleluu, 14 — toppurmulk, 15 — õlavarreluu, 16 — küünarluu, 17 — kodarluu, 18 — ranne, 19 — kämmal, 20 — reieluu, 21 — kederluu, 22 — sääreluu, 23 — pindluu, 24 — kontsluu, 25 — kandluu, 26 — põid (põialuud).

nituvad (välja arvatud tagumised roided) **rinnaluule**, mis on imetajail hästi arenenud ja mille eesmine (kraniaalne) ots on sageli laienenud ning kannab rinnaluu pidemiku nimetust, tagumine ots aga lõpeb kõhrelise mõõkjätkega. Käsitiivaliste ja tuhnijate vormide rinnaluu küljes leiame kiilu (nagu lindudel) tugevate rinnalihaste kinnitumiseks.

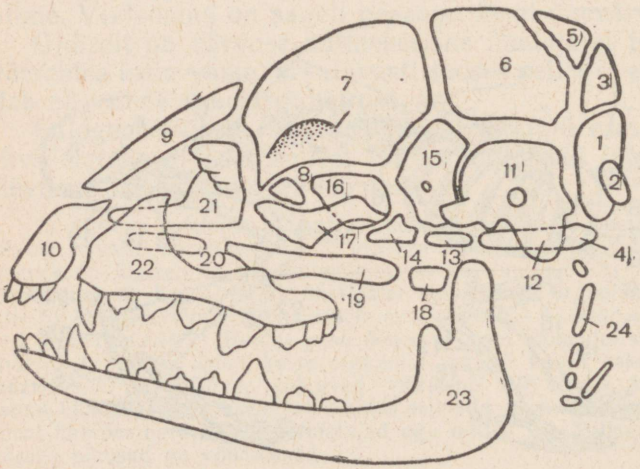
Nimmelülisid on enamasti 5—7. Ka nende läheduses tekivad roidesugemed, mis samuti liituvad selgroolülide ristijätketele.

Ristluupiirkonna selgroolülid, enamasti 4 või 5, kasvavad kokku **ristluuks** (*sacrum*). Tõelisi ristluulülisid, mis vaagnavöötmega ühinevad, on nende hulgas aga tavaliselt 2, kuna ülejäänud on sabalülid (232. joon.).

Sabalülide arv on imetajail väga varieeruv: mõnedel käsitiivalistel kõigest 3, mõnedel soomusloomadel kuni 49.

Imetajate **kolju** (*cranium*) luud kasvavad kokku suuremateks liitluudeks, nii et luude arv ei ole kuigi suur. Luud, eriti ajukolju luud, liituvad võrdlemisi hilja, mistõttu peaaju saab kaua kasvada ning ajukolju kujuneb näokoljuga võrreldes väga suureks (233. joon.).

Ajukolju kuklapiirkonnas tekib neli kuklaluud, mis aga peaaegu alati liituvad üheks **kuklaluuks** (*occipitale*), jättes endi vahele suure kuklamulgu. Selle kummalgi küljel on



233. joon. Imetajate kolju. 1 — küljekuklaluu, 2 — kuklapõnt, 3 — ülakuklaluu, 4 — aluskuklaluu, 5 — vahekiiruluu, 6 — kiiruluu, 7 — laubaluu, 8 — pisaraluu, 9 — ninaluu, 10 — ees-ülalõualuu, 11 — soomusluu, 12 — trummiluu (koos luupõiendiga), 13 — aluskiilluu, 14 — eeskiilluu, 15 — tiibkiilluu, 16 — silmakiilluu, 17 — sarnaluu, 18 — tiibluu, 19 — suulaeluu, 20 — sahkluu, 21 — sõelluu, 22 — ülalõualuu, 23 — alalõualuu, 24 — keeleluu osad.

k u k l a p õ n t, mille varal kolju liigestub esimesele kaelalülile. Kuklapõntu on imetajail seega k a k s; need on tekkinud reptiilidest esivanemate paaritu kuklapõnda keskosa redutseerumise teel.

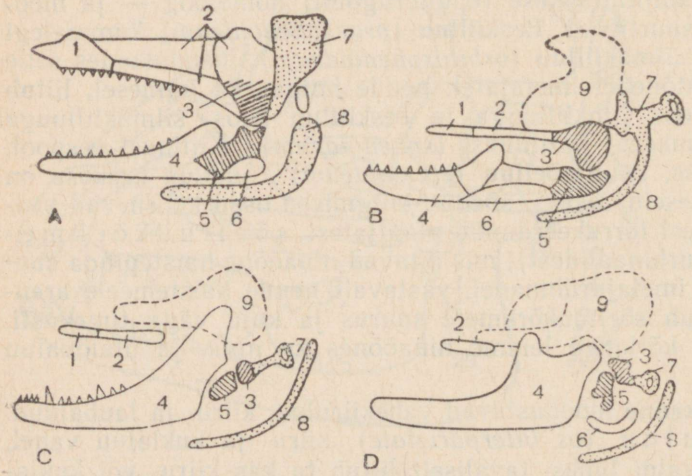
Kõrvapiirkonnas tekib kaks luud (ees- ja tagakõrvaluu), kuid need liituvad õige varakult ühiseks **kaljuluuks** (*os petrosum*). Kaljuluus on õõned — t r u m m i õ õ s (keskkõrvaõõs) ja l u u l a b ü r i n t (sisekõrvaõõs). Kaljuluu tagumine välimine osa (tagakõrvaluu) moodustab selle n i b u j ä t k e (nibuosa). Kaljuluust väljaspool tekib kaks luud: trummi- ja soomusluu. **Trummiluu** (*os tympanicum*) on reptiilide alalõualuu tagaosa (nurgaluu) homoloog; ajukolju piirkonnas on ta aga u u d s e k s luuks. Alamatel imetajatel on trummiluu poolrõngalaadne, asub välimise kuulmekäigu piirkonnas ja jääb iseseisvaks. Kõrgematel vormidel võtab ta osa välimise kuulmekäigu ja trummiõõne välimise seina moodustumisest ning liitub suuremal või väiksemal määral kaljuluuga. Paljudel vormidel puhetub ta põielaadselt välja ja kannab siis l u u p õ i e n d i (*bulla ossea*) nimetust. **Soomusluu** (*squamosum*) kasvab imetajail suureks. Selle ülemine osa võtab osa ajukolju külgmise seina moodustumisest, selle alumisel serval leiame liigeselohu, millele liigestub alalõualuu. Paljudel imetajatel liitub soomusluu kaljuluuga. Ahvilistel kasvab soomusluu kokku trummi- ja kaljuluuga ühiseks **oimuluuks** (*os temporale*).

Kolju põhjas, kuklaluust eespool, tekib kaks paaritut luud: aluskiilluu ja eeskiilluu. **Aluskiilluu** (*basisphenoideum*) kummalegi küljele liitub **tiibkiilluu** (*alisphenoideum*) — kaugete reptiilidest esivanemate koljutulbakese (epipterügoidi) homoloog — ja moodustab selle suurtiivad. **Eeskiilluu** (*praesphenoideum*) kummalegi küljele liitub **silmakiilluu** (*orbitosphenoideum*), moodustades selle väiketiivad. Mõnedel imetajatel, nende hulgas ka inimesel, liitub aluskiilluu koos tiibkiilluuga ja eeskiilluu koos silmakiilluuga ühiseks liitluuks — **kiilluuks** (*sphenoideum*). Kiilluust eespool, ninapiirkonnas, tekib **sõelluu** (*ethmoideum*). Sõelluu keskosa on ninaõõne vaheseina osaks, sõelluu külgmised osad koosnevad peamiselt rohketest torrukeerdunud plaatjatest s õ e l l u u k õ r k m e t e s t (etmoturbinaalidest), mis aitavad ninaõõne haistepinda suurendada. Eri imetajarühmadel, vastavalt nende haistemeele arengule, varieerub sõelluukõrkmete suurus ja kuju väga tugevasti. Samalaadsed kõrkmed leiame ninaõõnes ka nina- ja ülalõualuu küljes.

Ajukolju kaane moodustavad vahekiiruluu, kiiru- ja laubaluud. V a h e k i i r u l u u (*os interparietale*), kiiru- ja kuklaluu vahel, jääb harva eraldi luuks, tavaliselt liitub ta kas kiiru- või kuklaluuga. Sageli liituvad **kiiruluudki** (*ossa parietalia*) paarituks tervikuks (ainupilulistel, paljudel kukrulistel ja kabjalistel). **Laubaluud** (*ossa frontalia*) kasvavad putukatoidulistel, käsitiivalistel ja ahvilistel paarituks luuks kokku.

Imetajate näokoljus leiame **ees-ülalõualuu**, **ülalõualuu** ja **suulaeluu** (*palatinum*). Nende mediaalsed jätked moodustavad teisese kõvasuulae. Selle tagumiseks «jätkuks» on lihaseline pehmesuulagi. Teisese kõvasuulae arenemine, mis reptiilidel algas, on imetajail seega lõpule jõudnud. Ees-ülalõualuu (*praemaxillare*) liitub inimesel ja šimpansil ülalõualuuga. Ees-ülalõualuu ja laubaluu vahel asub ninaluu (*os nasale*). Ülalõualuu sarnajätkele kinnitub kummalgi pool **sarnaluu** (*os zygomaticum* = *os jugale*), mis omakorda on ühenduses soomusluu sarnajätkega, moodustades külgedele väljaulatuva segasarnakaare. Suulaeluust tagapool, koaanidest külgmiselt, asub **tiibluu** (*pterygoideum*). See luu osutab imetajail taandarenemise tendentsi: inimesel liitub ta kiilluuga, moodustades selle tiibjätke mediaallestme. Ninaõõne vaheseina alumist osa aitab moodustada **sahkluu** (*vomer*). Imetajate **alalõualuu** (*mandibula*) vastab reptiilide alalõualuu hambaluule ja on tekkelt paariline. Mõnedel imetajarühmadel (näit. käsitiivalistel, ahvilistel, hobustel) liituvad alalõualuud paarituks luuks.

Alamatel selgroogsetel liigestub alalõualuu tagumine osa — liigeseluu — ruutluule, mis omakorda on ühenduses soomusluuga. Imetajail liigestub alalõua eesmine osa — hambaluu — soomusluule otseselt. Liigeseluu ja ruutluu on siin see-



234. joon. Kuulmeluukeste teke imetajatel. A — luukalad, B — roomajad, C — väljasurnud teriodondid, D — imetajad. 1 — suulaeluu, 2 — tiibluud, 3 — ruutluu (imetajatel alasi), 4 — hambaluu, 5 — liigeseluu (imetajatel vasar), 6 — nurgaluu (imetajatel trummiluu), 7 — keelekaare ülaosa (imetajatel jalus), 8 — keeleluu (hüoid), 9 — soomusluu.

ga oma senise ülesande kaotanud. Veel enam, nad nihkuvad oma kohtadeltki minema, «rännates» trummiõõnde (keskkõrva) ning muundudes tillukesteks kuulmeluukesteks: ruutluu muundub **alasiks** (*incus*), liigeseluu **vasaraks** (*malleus*). Lisaks nimetatud kuulmeluukestele on imetajate trummiõõnes veel kolmas kuulmeluuke — **jalus** (*stapes*). See luuke vastab reptiilide kuulmetulbakesele (234. joon.).

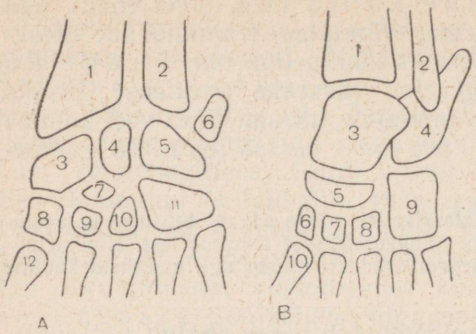
Kuulmeluukeste kujunemine on klassikaline näide organi talitluse ja vastavalt sellele ka ta kuju ning asupaiga fülogeneetilisest muutumisest. Kuulmeluukesed olid esialgu (kaladel) lõuaaparaadi osadeks, hiljem aga muutusid kuulme osadeks.

Imetajate õlavööde t iseloomustab tugev **abaluu** (*scápula*). Abaluu selgmisel pinnal leiame suure harja, mis lõpeb õlanukiga. **Kaarnaluu** (*coracoideum*) seevastu kaob iseseisva luuna hoopis (välja arvatud ainupilulised) ja liitub abaluuga, moodustades selle kaarnajätke. Hästi arenenud **rangluu** (*clavicula*) esineb ainult niisugustel vormidel, kelle eesjäsemed teevad mitmesuunalisi liigutusi (näit. oravalistel, esikloomalistel), teistel on rangluud mandunud või puuduvad hoopis (sõralistel, kabjalistel jt.).

Õlavarreluu (*humerus*) on imetajail alati hästi arenenud. Küünarvarre luudest täidab **küünarluu** (*ulna*) peamist osa liigestumisel õlavarreluuga, **kodarluu** (*radius*) — liigestumisel randme luudega. Küünarluu on ühtlasi tugipunktiks pöörlevale kodarluule. Sellest tulebki, et neil imetajail, kelle jäseme distaalne osa on väga liikuv, on küünarluu hästi arenenud, neil aga, kelle eesjäseme käpaosa liigub ainult sagitaalses suunas (näit. hobustel), on küünarluu kõrvalise tähtsusega ning redutseerub, peale proksimaalse osa, mis suuremal või vähemal määral liitub kodarluuga. Küünarliigese nurk on ettepoole, nii et eesjäseme sirutamisel tõmmatakse õlavööde ettepoole.

Randme ja eriti kämbla piirkonnas võivad toimuda suuremad muutused, vastavalt jala (käpa) liikumise viisile. Ka on luudel siin teistsugused nimetused kui alamate loomade vastavatel luudel. Radiaalluud nimetatakse **lodiluuks** (*scaphoideum*), vaheluud **kuuluuks** (*lunatum*), ulnaarluud **talbluuks** (*cuneiforme* = *triquetrum*). Mediaalselt lisandub neile kõõlusetekkeline **hernesluu** (*pisiforme*). Keskluudest jääb püsima üks või kaob seegi. Esimest distaalset randmeluud nimetatakse **trapetsluuks** (*trapezium*), teist **trapetsoidluuks** (*trapezoideum*), kolmandat **suurluuks** (*magnum* = *capitatum*), neljas ja viies liituvad **konksluuks** (*uncinatum* = *hamatum*). Kämblaluid (*metacarpale*) on esmaselt viis (235. joon., A).

Vaagnavöötme kolm luud — **niudeluu** (*os ilium*), **päraluu** (*os ischii*) ja **süleluu** (*os pubis*) kasvavad kummalgi pool puusanapa ümber kokku puusaluuks (*os coxae*). Et pära- ja süleluu ka teist otsa pidi liituvad, siis jääb nende vahele toppurmulk. Ees all kokku ulatudes kujundavad süleluud süle-



235. joon. A — imetajate randme luud: 1 — kodarluu, 2 — küünarluu, 3 — lodiluu, 4 — kuuluu, 5 — talbluu, 6 — hernesluu, 7 — keskluu, 8 — trapetsluu, 9 — trapetsoidluu, 10 — suurluu (päitluu), 11 — konksluu. B — imetaja kanna ja kannapiirkonna luud: 1 — sääreluu, 2 — pindluu, 3 — kontsluu, 4 — kandluu, 5 — lodiluu, 6—8 — talbluud, 9 — kuupluu, 10 — põialuud.

liiduse (peale väheste erandite) ja nii moodustub imetajail **kinnine vaagen.**

Tagajäseme proksimaalses osas leiame tugeva **reieluu** (*femur*). Sääres etendab peamist osa **sääreluu** (*tibia*), kuna **pindluu** (*fibula*) on sageli (näit. kabjalistel) mandunud. Põlveliigese nurk vaatab tahapoole, nii et tagajäseme sirutamisel tõugatakse vaagnavööde ettepoole. Põlveliigese eesmisel küljel leiame tavaliselt veel kõõlusetekkelise kederluu (*patella*).

Kanna proksimaalse osa luudest jääb ainult fibulaarluu iseseisva luuna alles ja kujuneb **kandluuks** (*calcaneus*). Tibiaalluu, vaheluu ja üks keskluudest liituvad **kontsluuks** (*talus = astragalus*). Kanna viiest distaalsest luust jäävad kolm esimest iseseisvate **talbluudena** (*cuneiformia*) alles, neljas ja viies aga liituvad **kuupluuks** (*cuboideum*). Põias on **põialuid** (*metatarsalia*) esmaselt viis. Samuti on varbaluid (nii ees- kui ka tagajäsemes) esmaselt viis (235. joon., B).

Enamik maismaal liikuvaid imetajaid on tallulkõndijad ehk plantigraadid, nad toetuvad substraadile kogu randme ja kämblaga (kanna ja põiaga) ning varvastega. Kiiremini liikuvad vormid on varvulkõndijad ehk digitigraadid (paljud närilised, kiskjalised jne.), kes toetuvad ainult varvastele. Kõige kiiremini jooksjad imetajad (näit. kabiloomad) toetuvad aga ainult ühele või kahele (keskmisele või kolmandale ja neljandale) varbale ja neid nimetatakse kabjulkõndijateks ehk unguligraadideks (236. joon.).

Jäsemete erilaadse kasutamisega (hüppamine, kraapimine, lendamine jne.) on kaasnenud ka, nagu hiljem näeme, suuremad muutused nende toeses.

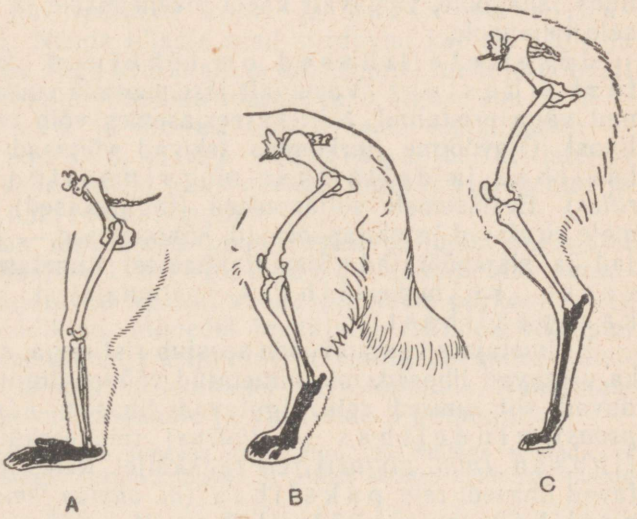
1) Miks keedetakse sülti noorte loomade kõhr- ja sidekoerikastest kehaosadest? 2) Milleks jääb toruluude diafüüsi ja epifüüside vahele kõhrkude? 3) Millega seletada, et imetajate kaela- ja nimmelülidel tekivad looteeas roiete algmed? 4) Millise tähtsusega on teisese kõvasuulae teke? 5) Millistel reptiilidel oli ka segasarnakaar? 6) Millest on (kaugemas minevikus) jalus tekkinud? 7) Mis ülesanne on abaluu harjal? 8) Miks saab kabjalistel pindluu manduda? 9) Kumb liikumisviis on vanapärasem, kas plantigraadne või digitigraadne?

3. **Lihased.** Imetajate peapiirkonnas tekivad samad **somaatilised** lihased mis alamatelgi selgroogsetel: silmaliigutajad ja keeleaparaadi lihased. Viimastest siirdub osa lihaseid keelesse.

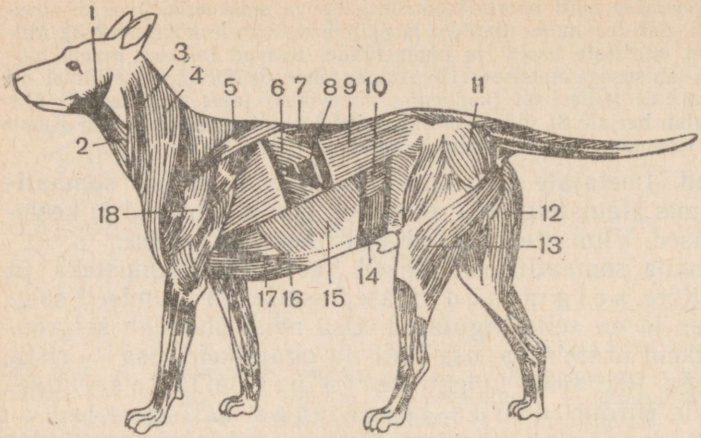
Kerepiirkonna somaatilised lihased jaotuvad selgmisteks ja kõhtmisteks. Kere selgmised lihased asetsevad peamiselt selgroo piirkonnas ja on selle liigutajad. Osa neist ühendab selgroolülide ristijätkeid üksteisega, osa risti- ja ogajätkeid, osa — ristijätkeid roietega. Piki selga kulgeb selja pikimlihas. Niudeluudelt roietele siirdub niude-roidelihas (237. joon.).

Kere kõhtmistest lihastest tõstame esile kõhu sirglihast (*m. rectus abdominis*), kõhu välimist ja sisemist põikilihast ning kõhu ristilihast. Viimased kolm moodustavad kõhuõõne külgmised seinad ja etendavad suurt osa kõhupressi tekitamisel. Kõhu põikilihaste kraniaalseks jätkuks on välimised ja sisemised roietevahelised lihased — peamised hingamislihased.

Kere lihaste hulka tuleb lugeda ka **vahelihas** ehk diafragma, mis eraldab rinnaõõne kõhuõõnest ja etendab tähtsat osa hingamisel. Vahelihas on imetajail uudisarendiks.



236. joon. Tallul- ja varvulkõndijate imetajate tagajäsemed. A — paavian, B — koer, C — laama.



237. joon. Imetajate (koera) suuremad ja pindmisemad lihased. 1 — mälurlihas, 2 — rinna-keeleluulihas, 3 — rinnaluu-nibujätkelihas, 4 — rangluu-nibujätkelihas, 5 — trapetslihas, 6 — tagumine saaglihas, 7 — selja pikimlihas, 8 — välimised roietevahelised lihased, 9 — selja lailihas, 10 — kõhu sisemine põikilihas, 11 — tuharalihas, 12 — poolkõõluslihas, 13 — reie kakspealihas, 14 — kõhu ristilihas, 15 — kõhu välimine põikilihas, 16 — kõhu sirglihas, 17 — rinnalihas, 18 — deltalihas.

Tema teke on tihedas seoses hingamise intensiivistumisega. Vahelihas on arenenud kaelapiirkonna kõhtmistest lihastest ja «ränna-nud» tahapoole, vastavalt kaela pikenemisele ja südame nihkumisele tahapoole.

Jäsemete lihased on tekkinud kere kõhtmistest lihastest. Vastavalt jäsemeosade suurele liikuvusele on nad väga eristunud. Näiteks eesjäsemes võib eristada umbes 60 lihast. Õlavöötme piirkonnas tekivad võimsad lihased: selja lailihas ja deltalihas ning rinnalihased (*mm. pectorales*). Eesjäsemete seljapoolsed (tagapoolsed) lihased on jäsemete sirutajad ja väljapöörajad, kõhupoolsed — jäsemete painutajad ja sissepöörajad. Sirutajalihastest nimetame näitena õlavarre kolmpealihast, painutajatest — õlavarre kakspealihast.

Et imetajate vaagnavööde seostub ristluuga, siis puuduvad siin ka vastavad lihased, mis nimetatud vöödet liigutaksid. Reide siirduvad siit suured reit liigutavad lihased: nimmelihas (*m. psoas*), niudelihas (*m. iliacus*) reie eesküljel ja tuharalihased (*mm. glutaei*) reie tagaküljel. Reies leiame säärt liigutavad lihased: reie pakslihas (*m. vastus femoris*), reie kakspealihas, poolkõõluslihas jt. Sääres asetsevad põia (ja varvaste) sirutajad ja painutajad. Nendest nimetame sääremarjalihast (*m. gastrocnemius*).

Jäsemete lihased on arenenud ebasümmeetriliselt: vasakpoolsete jäsemete lihased on tavaliselt veidi tugevamad kui parempoolsete omad. Seetõttu kalduvad loomad kiirel jooksul esialgsest liikumissuunast paremale, teevad suure ringi ja tulevad lõpuks umbes vanale kohale tagasi. Nähtavasti on sel asjaolul ökoloogiline tähtsus: ringiliikumine ei luba loomadel «eksida» ja laiadel aladel laiali valguda.

Pea piirkonna **vistseraalsetest** lihastest on imetajail tugevasti arenenud eeskätt mälumislihased: oimu-, mälur- ja tiiblihased. Oimulihas tõstab alalõuga ning on putukatoidulistel ja kiskjalistel peamine mälumislihas. Närilistel ja kabjalistel omandab suurema tähtsuse ka mälurlihas (*m. masseter*), mis mitte ainult võimaldab alalõua tõstmist, vaid ka selle ette-taha liigutamist. Tiiblihased (*mm. pterygoidei*) aitavad alalõuga liigutada külje suunas.

Kaela piirkonna vistseraalsetest (branhiaalsetest) lihastest säilivad ja arenevad imetajail hästi välja neelulihased, trapetslihas ja peanoogutajalihas. Trapetslihas on tahapoole rännanud ja muutunud õlavöötme lihaseks. Peapööraja (*m. sternocleidomastoideus*), trapetslihase eraldunud osa, siirdub rinna- ja rangluult oimuluule, etendades tähtsat osa pea liigutamisel.

Uudne ja väga iseloomulik nähtus imetajail on nahalihastiku tekkimine ja selle tugev eristumine. Nahalihased asetsevad vahetult naha all ja ei ole luudega kontaktis. Oma kujunemiselt ja innervatsioonilt ei moodusta nad tervikut: pea ja kaelapiirkonna naha lihased on vistseraalsed, kere piirkonna omad somaatilised. Kaela piirkonna nahalihastik eristub kaheks kihiks: kaelaahendajaks (*m. sphincter colli*) ja kaela nahalihaseks (*platysma*). Nende lihaste osad siirduvad kaelalt näole ja annavad siin alguse väga keerukale ja kõrgematel imetajatel hästi arenenud näolihastikule. Kaelaahendajast saab alguse suu sõõrlihas, põselihas ja mitmed teised, kaela nahalihasest — kõrvalesta lihased, silma sõõrlihas jt. Ahvilistel ja eriti inimesel on selle rühma lihased väga tugevasti arenenud ja moodustavad miimilise lihastiku.

Kere piirkonnas moodustab nahalihastik paljudel imetajatel kaunis pideva nahaaluse lihaspadjandi (*panniculus carnosus*). Selle abil väristavad loomad nahka (ka kaela piirkonnas) ja tõrjuvad seega söödikuid. Mõnedel imetajatel (siilidel, vöölastel jmt.) moodustab nahalihastik selja ning kere külgedel suure mütsilaadse lihase, mis võimaldab loomadel kerra tõmbuda. Nahalihaskiudude ülesandeks on ka okaste ja vibrisside liigutamine.

1) Kuidas mõjutab lihaste tugevus luude kuju? 2) Millega seletada, et nahalihastik (koos nahaga) kergesti liigub? 3) Milles seisneb miimiliste lihaste tähtsus?

4. **Närvisüsteem.** Imetajate **seljaaju** iseloomustab lühenemise tendents, eeskätt kaudaalse osa reduktsioon. Koeral näiteks lõpeb

seljaaju 6. ja 7. nimmelüli vahekohal, inimesel 1. ja 2. nimmelüli vahekohal, käsitiivalistel aga juba 9. rinnalüli tasemel. Selle tulemusena kulgevad tagumisi kehaosi innerveerivate seljaajunärvide juured selgroo ristluukanalis üksteisega rööbiti tahapoole, moodustades nn. hobusesaba (*cauda equina*). Seljaaju kaela- ja nimmeosas leiduvad vastavad paisumused, kuid need on siin enamasti suhteliselt väiksemad kui lindudel ja paljudel reptiilidel.

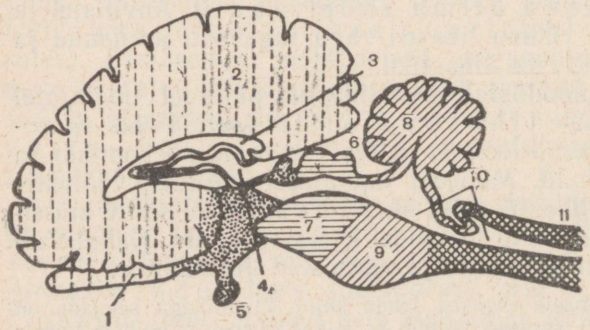
Funktsionaalselt seisab imetajatel seljaaju hoopis enam peaaju kontrolli all kui mingil muul selgroogseterühmal, enam kui kunagi varem on seljaaju siin saanud peaaju «tööriistaks». Seetõttu surevadki peaajuta (peata) imetajad peaaegu silmapilkselt.

Vastavalt seljaaju funktsiooni muutumisele on ka tema sisemine ehitus muutunud. Reptiilidega võrreldes on siin uudseteks moodustisteks närvikiudude kimbud, mis tulevad otsaju poolkerade koorest ja mille kaudu viimane annab närviimpulsse («käsklusi») edasi seljaaju motoorsetele rakkudele, kust nad saadetakse keha lihastesse. Ka on imetajate seljaajus retseptoorsete närvikiudude mass suurenenud, vastavalt keha tundlikkuse tõusule.

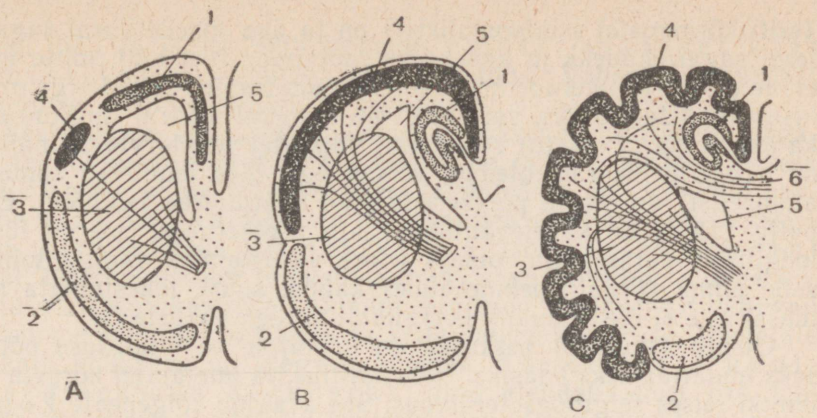
Iga seljaajunärv algab selgmise ja kõhtmise juure kujul. Selgmised juured on imetajail retseptoorsed, kõhtmised efektoorsed. Selgroolülide piirkonnas liituvad nad seljaajunärviks, mis peagi omakorda selgmiseks ja kõhtmiseks segaharuks hargneb.

Imetajate **peaaju** iseloomulikuks jooneks on kõigepealt tema suurus: imetajatel on peaaju märksa suurem kui alamatel selgroogsetel. Peaaju suhteline kaal (peaaju kaalu suhe keha kaaluga) on näiteks

rohukonnal	1 : 398	siilil	1 : 230
krokodillil	1 : 530	koeral	1 : 172
hirvel	1 : 305	küülikul	1 : 150
		inimesel	1 : 42



238. joon. Imetajate peaaju (pikilõige). 1 — haistesagar, 2 — otsaju (suuraju), 3 — otsaju vatsake, 4 — vaheaju piirkond ja kolmas vatsake, 5 — hüpofüüs, 6 ja 7 — keskaju, 8 — väikeaju, 9 — sild, 10 — neljas vatsake, 11 — piklikaju.



239. joon. Otsaju mantli (ja koore) arenemine. A — kõrgem reptiil, B — algeline imetaja, C — kõrgem imetaja. 1 — ürgkoor, 2 — vanakoor, 3 — juttkeha (basaaltuumad), 4 — uuskoor (uusmantel), 5 — otsaju vatsake, 6 — mõhnkeha.

Lähemal vaatlusel selgub aga, et mitte kõik peaaju osad ei ole võrdeliselt suurenenud, vaid et suurenenud on eeskätt otsaju ehk suuraju (*cerebrum*) poolkerad ja tagaaju (238. joon.).

Otsaju ei ole imetajail mitte ainult väga tugevasti suurenenud, vaid ka ta ehitus ja talitlus on kvalitatiivselt muutunud. Kui reptiilidel moodustavad otsaju peamise massi juttkehad ja otsaju koor on suuremalt jaolt vanakoor, nii et uuskoor on alles väga nõrgalt arenenud, siis imetajail on otsaju **uuskoor** (*neocortex*) otsaju koore peamine osa (239. joon.). Ta tõrjub imetajail reptiilidelt päritud vanakoore otsaju poolkerade külgedele või isegi nende alla, kus see on tuntud pirnsagara ja parahipokampaalkääru nime all. Kui reptiilidel on otsaju põhiliselt haisteaju, siis imetajail, tänu uuskoore domineerimisele, tekivad siin ka teised gnostilised keskused (sensoorsed keskused): nägemis-, kuulmis-, üldise tundlikkuse jne. keskused, samuti ka vastavad motoorsed keskused, kusjuures gnostilised keskused asetsevad otsaju poolkerade koore tagumistes osades, motoorsed — eesmistes. Ühtlasi tekivad otsaju poolkerade koores assotsiatsioonikeskused. Alamatel imetajatel on need veel võrdlemisi väikesed, kuid vastavalt loomade tõusule fülogeneetilise arengu astrikus suureneb neil ka assotsiatsioonikeskuste osatähtsus. Ka erineb uuskoor histoloogiliselt struktuurilt vanakoorest: kui vanakoores asuvad närvirakud korrapäratult, siis uuskoores paiknevad nad kihtidena. Ühtlasi on uuskoore pind tugeva suurenemistendentsiga: alamatel vormidel on ta veel võrdlemisi tasane (sile), kõrgematel rühmadel

(eriti kõrgematel esikloomalistel) on ta aga lõhede varal sagarateks, sagarikkudeks ja käärudeks jaotunud. Tõsi küll, mitte alati ei ole otsaju poolkerade koore pinna suurenemine selle kõrge organisatsiooni tunnuseks, vaid see võib teataval määral tingitud olla ka looma (ja ta otsaju) suurusest. Väikestel võhkhirvlastel näiteks on otsaju poolkerad siledad, veistel aga (kes kuuluvad samasse alamseltsi) on otsaju poolkerade pind käärdudeks jaotunud. Eriti palju käärde on ka elevantide otsaju poolkerades. See on füsioloogiliselt paratamatu: otsaju koore varustamine verega toimub selle pinna (peaaju pehmekelme) kaudu, suurt, lõhestumata ajumassi aga ei ole võimalik korralikult verega varustada.

Otsaju (suuraju) keskused on imetajate närvitalitluse põhiliseks materiaalseks baasiks. Närvitalitlus on imetajatel kõrgem kui üheski teises selgroogseterühmas. See avaldub kõigepealt kogemuste omandamises. Tõsi küll, instinktidki mängivad siin, eriti alamate imetajate elus, küllaltki suurt osa, kuid harjumuste ja kogemuste kujunemine saab ülekaalu, eriti kõrgematel vormidel. Katsed on näidanud, et imetajail (rottidel, koertel, kassidel jne.) kujunevad kogemused (tingitud refleksid) välja 30—40 katse järel või varemgi ja edaspidi nad kinnistuvad, täiustuvad ja täpsustuvad. Kõrgematel imetajatel avaldub kõrgem närvitalitlus isegi algeliste «vahendite» valmistamises ja «leidlikkuses» nende kasutamisel. Et lakke riputatud banaane kätte saada, tõstsid šimpansid kolm kasti üksteise otsa, üks hoidis kaste kinni, teine ronis kastide otsa ja haaras laest banaanid.

Otsaju poolkerade koore suuremal või väiksemal määral väljalõikamisel kaotab loom järk-järgult oma «mõistust» ja «hinge», kuid säilitab vegetatiivsed talitlused ja jääb ellu.

Seoses otsaju poolkerade koore arenemisega tekib imetajail kaks nidet (närvikiudude kimpu), mis poolkerasid ühendavad — **mõhnkeha** (*corpus callosum*) ja **võlv** (*fornix*).

Haistesagarad on imetajate otsajus mitmeti arenenud: kiskjalistel, närilistel ja putukatoidulistel on nad võrdlemisi suured, loivalistel ja esikloomalistel väikesed, vaalalistel aga hoopis redutseerunud. Haistesagarast väljub I peaajunärv — haistenärv.

Imetajate **vaheaju** kõige suurem ja tähtsam osa on talamus — võimas närvirakkude kogumik vaheaju õõne (vatsakese) külgmises seinas. See on vahetus ühenduses otsaju poolkeradega, eeskätt selle hallolluse saarekestega — tuumadega. Talamus on imetajail kõikide aferentsete impulsside kollektor ja «väljavalitud» impulsside edasiandja otsaju poolkerade koorele. Talamuse piirkonda tuleb siin ka enamik nägemiserutusi. Vaheaju alumistes osades, hüpotalamuses, on vegetatiivsete talitluste kooskõlastamise kõrgemad keskused, mille kaudu reguleeritakse kehatemperatuuri, ainevahetust jne. Hüpotalamus on osutunud ka selleks keskuseks, mille osade erutus kutsub esile vastavaid emotsioone (tigedust, loidust,

hirmu jne.) ja seega juhib loomade emotsionaalset käitumist. Vaheaju alumikul asub **hüpofüüs**. Vaheaju alumistest külgmistest osadest väljub II peaajunärv — nägemisnärv.

Keskajus on reptiilidelt päritud kaksikkeha ehk nägemissagarad taandarenenud ja esinevad vaid kahe (s. o. paarilise) väikese ülakünka kujul. Ülaküngastest tagapool on aga tekkinud paariline alakünga s. Keskaju lagimine osa (tektum) esineb seega kahe paarilise künka ehk nelikkeha (*corpus quadrigéminum*) kujul. Ülaküngastesse tulevad (samuti nagu reptiilidel) nägemiserutused, alaküngastesse — kuulmiserutused. Nelikkehast väljuvad motoorsed impulsid seljaajju ja selle kaudu lihastesse. Imetajate keskaju nelikkeha on seega kujunenud nägemis- ja kuulmisrefleksi de keskuseks ning etendab suurt osa loomade enesekaitsel. Keskaju kõhtmise osa (tegmentumi) suur motoorne tuum — **punatuum** — on imetajail peamine kõrgem keskus automaatsete liigutuste reguleerimisel. Keskajust väljuvad silmalihastesse suunduvad närvid — III peaajunärv ehk silmaliigutajanärv ja IV peaajunärv ehk plokinärv.

Tagaaju selgmine osa ehk **väikeaju** (*cerebellum*) koosneb imetajail paaritust keskosast ehk ussist (*vermis*) ja kahest külgmisest poolkerast; veelgi külgmisemalt ulatuvad välja lisandid — tätrakesed (*flocculi*). Väikeaju poolkerad on imetajail iseloomulikeks uudisarendeiks, mille kujunemine on tingitud otsaju poolkerade arenemisest. Väikeaju poolkerad on tugevasti arenenud ja kujutavad endast funktsionaalset keskust, kuhu projekteeritakse kõik otsaju poolkerade koorest väljuvad motoorsed impulsid ja kust saadetakse «korrektuure» tahteliste liigutuste impulssidesse. Väikeaju uss täidab põhilist osa jäsemete liigutuste ulatuse reguleerimisel ja keha tasakaalu hoidmisel. Sellega seletubki, et näiteks kaelkirjakul on ta eriti tugevasti arenenud.

Seoses väikeaju poolkerade tekkega tekib ka rohkesti närvikiude, mis neid poolkerasid teineteisega ja otsaju poolkeradega seovad. Need närvikiud aitavad suurendada keskaju kõhtmist osa, mis on siin tuntud **silla** (*pons*) nime all.

Sillast väljuvad V—VIII peaajunärv. V peaajunärv (kolmiknärv) on imetajail peamiselt retseptoorne närv, mis toob erutusi näo, silmakoopa ja lõugade piirkonnast; tema tagumine haru sisaldab ühtlasi motoorseid kiude, mis innerveerivad mälumislihaseid. VI peaajunärv (eemaldajanärv) on põhiliselt motoorne närv ja innerveerib silma külgmist sirglihast. VII peaajunärv (näonärv) on seganärv, kuid imetajail peamiselt motoorne ja innerveerib näo lihaseid. VIII peaajunärv (esiku-teonärv) toob peaajju kuulmis- ja tasakaalusignaale sisekõrvast.

Tagaaju kõhtmine osa ei ole alamail selgroogseil piklikajust kuigi ilmselt eraldatav ja seetõttu väidavad paljud teadlased, et tagaajul ei ole kõhtmist osa olemaski ning väikeaju kujutlevad nad piklikaju selgmise puhetisena. Muidugi väidetakse niisugusel korral ka, et V—VIII peaajunärv väljuvad piklikaju

kraniaalsest osast. On siiski loogilisem ja õigem nimetatud peaajunärve pidada tagaaju kõhtmise osa (silla) närvideks.

Võrreldes alamate selgroogsetega, ei ole imetajatel **piklikajus** olulisi muutusi toimunud. Tugevasti on paisunud ainult piklikaju kõhtmine osa (nn. püramiidid) — seda läbivad otsajust seljaajju minevad närvikiudude kimbud.

Piklikajust väljuvad IX—XII peaajunärv. IX peaajunärv (keeleneelunärv) on seganärv ning innerveerib neelu ja keele tagaosa. X peaaajunärv (uitnärv) on samuti seganärv, peamiselt vistseraalne, mis innerveerib siseelundeid. XI peaajunärv (lisanärv) ja XII peaajunärv (keelealune närv) on motoorsed; esimene neist innerveerib trapetslihast, teine keele lihaseid. Sellest nähtub, et piklikaju on ka imetajail väga suure elulise tähtsusega. Nõelatorge looma piklikajju (kuklast) põhjustab ta surma.

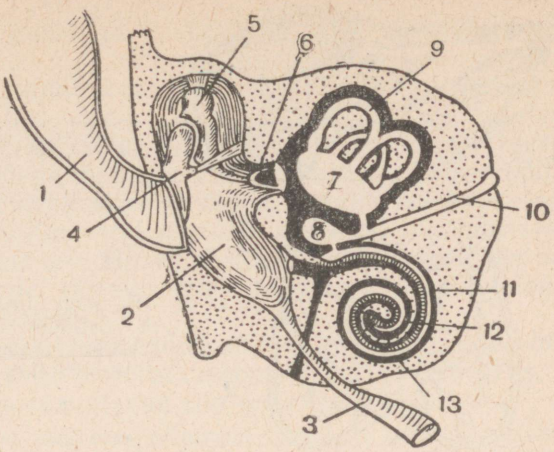
Taga- ja piklikajul on ühine õõs — neljas ajuvatsake. Kui selle lagimised osad eemaldada, siis tuleb ta põhi rombja lohu ehk rombaugu kujul nähtavale.

1) Millega seletada, et seljaaju paisumused on imetajatel suhteliselt väiksemad kui reptiilidel ja eriti lindudel? 2) Millistest närvirakkudest koosneb refleksikaar? 3) Millega seletada, et esikloomaliste ja eriti vaalaliste haistesagarad on väikesed või hoopis redutseerunud? 4) Millega seletada, et imetajate keskaju tektumi ülakünkad on märksa väiksemad kui neile homoloogilised nägemissagarad reptiilidel? 5) Millise vistseraalkaare närv on V, VII, IX, X peaajunärv?

5. **Meeleelundid.** Imetajate enamikul vormidel on juhtivateks meelteks kuulmine ja haistmine.

Imetajate **kõrv** koosneb kolmest osast, sest lisaks sise- ja keskkõrvale on siin ka hästi arenenud **väliskõrv** (240. joon.) olemas. Viimase peamine ja alaline osa on välimine kuulmekäik — trummiluu keskosas asuv lühike ruumikas kanal, mille põhjas asetsev **trummikile** teda keskkõrvast eraldab. Enamikul imetajail lisandub välimisele kuulmekäigule veel kõhrelise toesega «hääle-püüdja» — kõrvalest (*auricula*). Kõrvalest puudub maa sees tuhnivatel imetajatel, hästi on ta aga arenenud ööloomadel ja avamaastikuloomadel (näit. kabjalistel). Olulist progressi täheldame ka imetajate keskkõrvas: selle kolm kuulmeluukest — vasar, alasi ja jalus — moodustavad siin luude aheliku, mis helilaineid trummikilelt ovaalakna kaudu sisekõrva edasi annab ja ühtlasi nende tugevust tõstab. Imetajate sisekõrvas saavutab tigu ja selle sees asuv teojuha väga kõrge arengutaseme: ta keerdub teokarbitaoliselt ja temas kujuneb keeruka ehitusega meelerakkude süsteem, mis koos abielunditega on tuntud Corti elundi ehk spiraalelundi nime all.

Corti elund asetseb teojuha alumisel seinal ehk basilaarmembraanil. Viimase ülemisel küljel leiame 4 rida karvakestega lõppevaid meelerakke — «kuulmisrakke». Helilained panevad



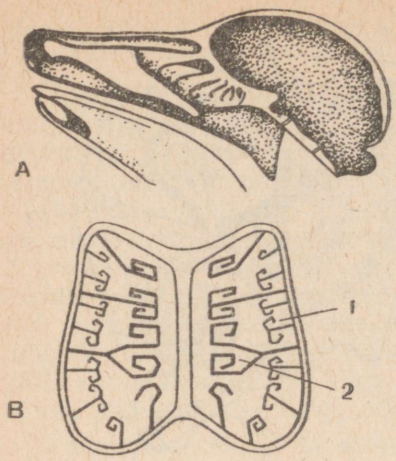
240. joon. Imetajate kõrva ehitus. 1 — välimine kuulmekäik, 2 — keskkõrvaõõs, 3 — kuulmetõri, 4 — vasar, 5 — alasi, 6 — jalus, 7 — ovaalkotike, 8 — ümarkotike, 9 — lookjuha, 10 — endolümfijuha, 11 — esikuastrik, 12 — trummiastrik, 13 — teojuha.

teojuha ümbritseva perilümfi võnkuma. Nüüd hakkavad võnkuma ka Corti elundi meelerakud, kusjuures nende karvakesed puutuvad nende kohal asetseva kattekile vastu. Seejuures tekib neis erutus, mis kuulmis- ehk teonärvi kaudu peaajju (silla selgmisse ossa) kandub.

Kuulmisteravus ei ole kõikidel imetajatel ühesugune: koerad reageerivad hoopis sagedamatele helivõngetele (kõrgematele toonidele) kui inimene, käsitiivalised kuulevad ultrahelisid jne.

Haistemeele teravus on tingitud haisterakkude rohkusest ninaõõne limaskesta haistepiirkonnas. Viimase pinda aitab imetajail suurendada sõelluu küljeosadelt ja ülalõualuult ninaõõnde ulatuv keerdunud luuplaadikeste ehk **kõrkmete** (turbinaalide) süsteem (241. joon.). Kõige rohkem kõrkmeid ja vastavalt sellele ka kõige paremini arenenud haistemeele leiame kiskjalistel, närilistel ja putukatoidulistel (makrosmaatilised loomad), väga nõrgalt on kõrkmed arenenud vaalalistel ja loivalistel, kellel vastavalt on ka haistemeel nüri (mikrosmaatilised loomad). Keskmiselt arenenud haistemeele leiame esikloomalistel, nende hulgas ka inimesel.

Haistepiirkond asetseb ninaõõne ülemistes tagumistes osades, seega peamisest õhuteest veidi kõrval. Suurem osa sissehingatavast õhust haistepiirkonda ei pääse, kuid mida kiiremini (tugevamini) loom õhku läbi ninaõõne tõmbab, seda enam õhku koos lenduvate ainete osakestega satub ka haistepiirkonda. Sellest tulebki, et loomad n u u s u t a v a d. Makrosmaatiliste loomade ninaots on tavaliselt niiske, mis võimaldab neil eristada õhu liikumise suunda.



241. joon. Imetajate ninaõõne piki- (A) ja ristlõige (B). 1 — väliskõrkmed (ektoturbinaalid), 2 — sisekõrkmed (endoturbinaalid).

Mõnedel imetajatel (ainupilulistel, kukrulistel, närilistel, kabjalistel) leiame suulae eesmises osas Jacobsoni elundi, mis võimaldab neil tunda suuõõnes oleva toidu lõhna. Teatavasti on nimetatud elund ninaõõne haistepiirkonnast eraldunud juba reptiilidel.

Imetajate **silmad** on võrdlemisi lihtsa ehitusega. Ka on nende tähtsus loomade elus väiksem kui näiteks lindudel. Kohastumine elutingimustega avaldub siin eeskätt silmade ja läätse suuruses. Kõige suuremad silmad leiame videviku- ja ööloomadel ning avamaastikus elutsevatel imetajatel (kassidel, mõnedel poolahvilistel, antiloopidel jne.), väga väikesed või isegi mandunud on maa sees elutsevate tuhnivate loomade silmad. Ööloomadel on silma lääts haruldaselt suur, mis silma valgustundlikkust tõstab. Kiskjalistel asetsevad silmad võrdlemisi lähestikku, vaatenurk on väike, nägemine binokulaarne (kahesilmaline) ja seega suhteliselt terav. Lepis-imetajail (jänestel, sõralistel, kabjalistel jne.) aga on silmad pea külgedel, nägemine on monokulaarne (ühesilmaline) ja ei ole seetõttu kuigi terav.

Imetajate silma laugudel on ripsmed. Vastandina alamate selgroogsete silmale on ülalaug tugevamini arenenud kui alalaug. Iseloomulikult suured on imetajate pisaranäärmed. Silmamuna on tavaliselt ümmargune. Akommodatsioon toimub läätse kuju muutmise teel silmamuna soonkesta ripskehas asetseva ripslihase abil. Silmamuna soonkesta sisemisel küljel on paljudel imetajatel-ööloomadel **särakile** (*tapetum lúcidum*), mis peegeldab ka kõige minimaalsemat valgust ja põhjustab seega silmade hiilgamise öösel. Silmamuna sisekesta retiinas on päevaimetajail kolvikesed, ööimetajail kepikesed ülekaalus. Kepikeste valgustundlikuks aineks,

mis valguse mõjul laguneb ja vastava erutuse esile kutsub, on r o d o p s i i n.

Küllalt hästi on imetajail arenenud ka nahatundlikkus ja lihasetundlikkus (kinesteetiline meel). N a h a t u n d l i k k u s on eriti terav kompekarvade (vibrisside) piirkonnas, sest viimaste juured on rohkete närvilõpmetega ümbritsetud. Ka on, nagu katsed näitavad, looma raseeritud nahk märksa vähem tundlik kui karvadega kaetud nahk. Kinesteetiline meel etendab imetajail liikumisharjumuste kujunemisel suurt osa. Hiired näiteks, kes labürindis õppisid selgeks tee toidu juurde, eksisid sellest kõrvale, niipea kui labürinti pikendati või lühendati.

Hästi arenenud meeleelundite tõttu võivad imetajad vastu võtta väga suurt hulka ärritusi (informatsiooni); see on eelduseks, et peaaju ja tema talitlus saavutavad siin oma arengu tipu.

1) Millega seletada, et maa sees tuhnivatel imetajatel kõrvalest puudub? 2) Millest on tekkinud imetajate keskkõrva kuulmeluukesed — vasar, alasi ja jalus? 3) Millega seletada, et vaalalistel ja loivalistel on ninaõõne kõrkmed väga nõrgalt arenenud? 4) Millega seletada, et ööimetajate silmamuna retiinas on kepikesed ülekaalus? 5) Miks on imetajatel karvadega kaetud nahk tundlikum kui raseeritud nahk? 6) Millega seletada, et putukatoidulised on makrosmaatilised ja esikloomalised (nende hulgas ka inimene) mikrosmaatilised?

6. **Seedeelundid. Toit ja toitumine.** Imetajate suuava viib mokkadest ja põskedest ümbritsetud suuõõnde. Mõnedel taimetoidulistel (näit. kabjalistel) on m o k a d väga liikuvad ja etendavad suurt osa toidu valikul ning hankimisel. Mokad puuduvad ainult ainupilulistel ja vaalalistel. Suuõõnde avaneb imetajail rohkesti väikesi süljenäärmeid ja neli paari suuri süljenäärmeid: keelealune, keeletagune, lõuaalune ja kõrvaalune süljenääre. Viimane neist on imetajail reptiilidega võrreldes uudisarend. K e e l on imetajail lihasterikas ja rohkete eri tüüpi näsadega, mistõttu ta tundub karedana. Osa näsasid on maitsepungakestega varustatud.

Imetajate suuõõne iseloomulikuks jooneks on selle eraldumine ninaõõnest t e i s e s e k õ v a s u u l a e abil. Õhutee on seega toiduteest peaaegu täiesti lahutatud, mistõttu loom saab hingamist katkestamata pikemat aega toitu närida. Hingamine lakkab ainult toidu neelamisel, niisiis väga lühikeseks ajaks. Toidu närimist soodustavad ka hästi arenenud põsed ja keele suur liikuvus.

Üksikasjalikumalt tuleb käsitleda imetajate **hambaid.** Vastandina alamate selgroogsete hammastele on need t e k o d o n t s e d. Hambasombu sees asetsevat ja oma alumises osas ahenevat hamba osa nimetatakse hamba **juureks** (juurteks), sombust väljaulatuvat osa aga **krooniks.** Hamba krooni piirkonnas on dentiin (peale väheste erandite) kaetud **emailiga**, juure piirkonnas aga tavalise luuolluse ehk **tsemendi** kihiga. Krooni sees leiame hambaõ õ n e, mis juure (juurte) piirkonnas aheneb kitsaks kanaliks. Hambaõõs ja juurekanal on täidetud **säsiga** ehk p u l b i g a, mille kaudu toimub hamba toitumine. Mõnede imetajate hambad — närilliste lõikehambad, elevantide võhad, mäletsejaliste ja hobuste puri-

hambad ei ahene oma alumises osas. Niisugustel hammastel ei saa juurt kroonist eristada ja seetõttu nimetatakse neid juurteta hammasteks. Juurteta hambad kasvavad kogu eluaeg, sedamööda kuidas nad krooni poolel kuluvad.

Enamikul imetajail suur osa hambaid vahetub: piimahambad (lakteaalsed hambad) asenduvad jäävhammastega (definitiivsete hammastega). Vahetuvaid (kahe põlvkonnaga) hambaid nimetatakse difüodontseteks, mittevahetuvaid (ühe põlvkonnaga) hambaid aga monofüodontseteks hammasteks.

Kõige omapärasem nähtus imetajate hammastel on nende funktsionaalne ja kujuline eristumine — heterodontsus. Eesmistel hammastel — lõikehammastel (*incisivi*) — on toidu haaramise ja lahti hammustamise ülesanne. Osa hambaid (lõikehammaste kõrval) on vahedad ja koonilised; neid kasutatakse toidu kinnihoidmise, ühtlasi aga ka enesekaitse ja kallaletungi vahenditena. Need on silmahambad (*canini*). Kolmas rühm hambaid on kujunenud toidu närimise ja peenestamise vahendiks. Eesmisi neist nimetatakse eespurihammasteks (*praemolares*), tagumisi — tagapurihammasteks (*molares*). Eespurihambad on lihtsama ehitusega ja vahetuvad, tagapurihambad ei vahetu.

Vastavalt toidu laadile on imetajate purihambad eristunud ka kujult ja mälumispinna ehituselt.

Kaasaegsete imetajate purihambad on tavaliselt laia, köbrulise või harjalise mälumispinnaga. Niisugused purihambad on tekkinud pikaajalise ja mitmesuunalise evolutsiooni tulemusena.

Juura ajastu imetajate purihambad olid kolme teravikuga — trikonodontsed — ja need teravikud asetsesid pikireana. Hiljem nihkus vahelmine teravik ülalõua purihammastel sissepoole, alalõua purihammastel väljapoole. Teravikud muutusid ühtlasi madalamaks ja nürimaks. Sellised kolmeköbrulised — trituberkulaarsed — hambad leiame näiteks eotseeni imetajatel. Trituberkulaarsete hammaste kokkupigistamisel asub ülalõua purihamba siseköber alalõua purihamba siseköprude vahekohal ja alalõua purihamba välisköber ülalõua purihamba välisköprude vahekohal. Hammaste kokkupigistamisel toimub siin seega nii toidu lõikamine kui ka peenestamine.

Purihammaste edasine täiustumine toimus kolmele köbrule neljanda (hiljem isegi viienda ja kuuenda) köbru lisandumise teel. Segatoidulistel imetajatel (sigalastel, karulastel jne.) on kõik need köbrud muutunud madalaks ja nüriks ning selliseid hambaid nimetatakse bunodontseteks. Kui köbrud jäävad kõrgemaks (vahedamaks) ja nende tipud ühenduvad võrdlemisi teravate harjadega, siis on meil tegemist sekodontsete hammastega. Sellised hambad iseloomustavad näiteks paljusid kiskjalisi. Kui köbrud liituvad paarikaupa ja moodustavad madalaid harjasid, siis nimetatakse hambaid lofodontseteks. Niisugused ham-

bad on näiteks kabjalistel ja närilistel. Kui kõbrud omandavad poolkuuja kuju, siis kõneldakse selenodontsetest hammastest. Selenodontsed purihambad iseloomustavad mäletsejalisi.

Hammaste arv ja kuju on igal imetajaliigil ja sageli isegi igal rühmal kindel. Seda asjaolu kasutatakse süstemaatikas, kusjuures hammaste arv ja asetus tähistatakse **hambavalemiga** — murruga, mille lugejaks on ühe poole ülemiste ja nimetajaks alumiste hammaste arvud keskkohast alates. Näiteks hambavalem

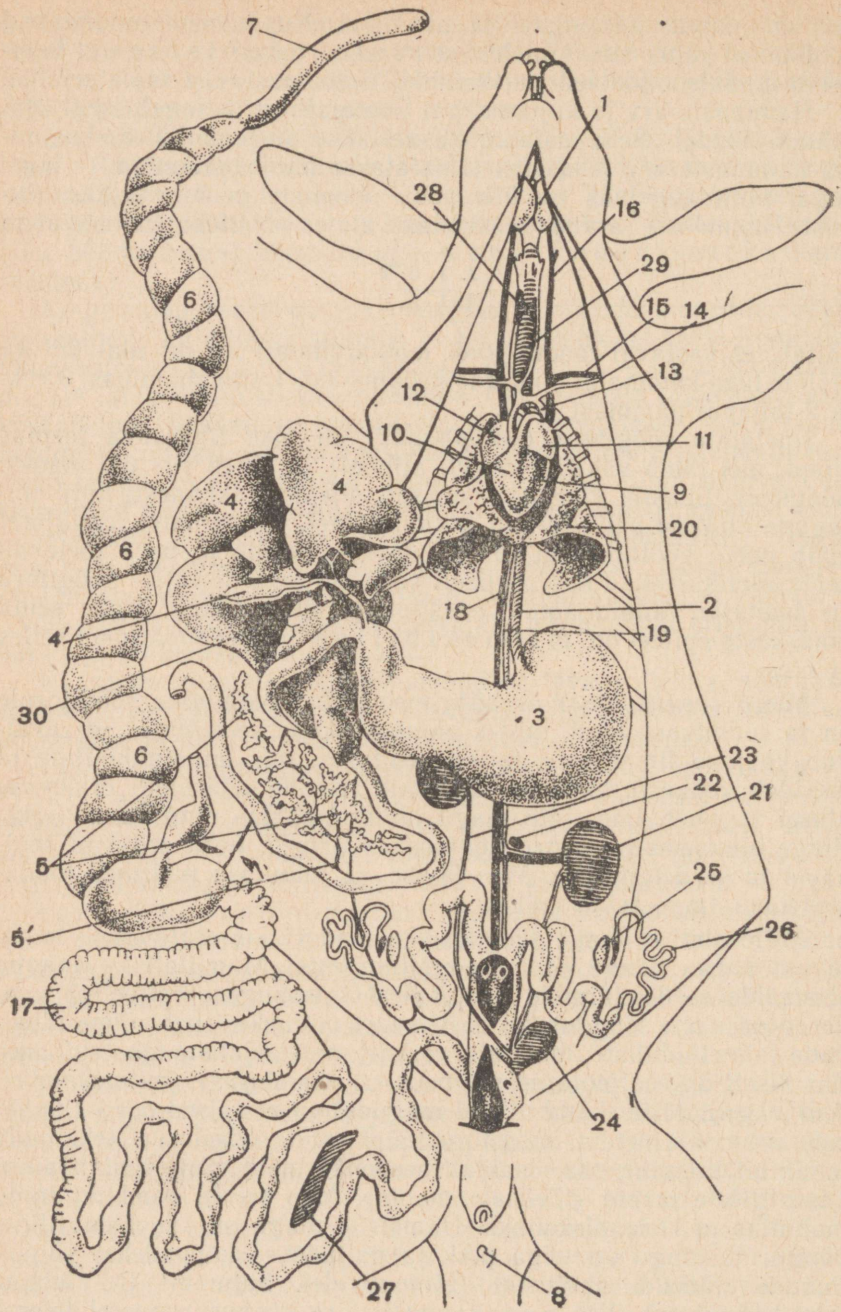
$$\frac{2.\ 1.\ 3.\ 2}{2.\ 1.\ 3.\ 2}$$

näitab, et vastaval loomal (või loomarühmal) on nii üla- kui ka alalõualuus kummalgi pool 2 lõikehammast, 1 silmahammas, 3 eesja 2 tagapurihammast.

Imetajate **söögitoru** (*oesóphagus*) on pikk lihaseline torujas elund, mis läbib vahelihase (vt. allpool) ja läheb siis üle maoks. Söögitoru lihastik koosneb esmaselt silelihasrakkudest, kuid niisugune olukord säilib ainult ainupililistel. Kõrgematel imetajatel levib neelu vöötlihastest lihaskiude söögitorule ja need tõrjuvad sealt silelihasrakud kas osaliselt või täiel määral välja. Söögitoru on imetajail ainult toidu edasitoimetamise elund: tema seina limaskesta epiteel on mitmekihiline ja seedenäärmeid selles ei ole.

Magu (*ventriculus*) on söögitoru jätk. Vastandina söögitorule on ta ruumikas elund, milles algab valkude seedimine. See avaldub ka mao limaskesta epiteeli ehituses, mis on ainukihiline ja sisaldab rohkesti torujaid näärmeid. Nende näärmete erinevuse alusel jaguneb imetajate magu lävise-, põhja- ning lukutiosaks. Kõige olulisemad on mao põhjaosa näärmed: need eritavad soolhapet ja seedefermente. Mao lävise- ja lukutiosa näärmed toodavad lima (mao seina kaitseks).

Mitte alati ei lange söögitoru ja mao väline eraldumine teineteisest kokku nende sisemise eristumisega. Ainupililiste «magu» ei sisalda seedenäärmeid ja on seest samasuguse epiteeliga vooderdatud nagu söögitorugi. Eriti suurt mitmekesisust võime täheldada taimetoiduliste imetajate, eeskätt mäletsejaliste mao ehituses. Tavaliselt on see jaotatud mitmeks eri «kambriks» (mitmekambriline magu). Mitmekambrilistel magudel on eesmised osad (kambrid) seedenäärmeteta, söögitoru tüüpi (s. o. söögitorust tekkinud) ja ainult viimane osa sisaldab seedenäärmeid ning vastab ainukambrilisele maole (tõelisele maole). Mao teised osad on toidu mahutiks ja käärimiskohaks. Hamstrite magu on kahekambriline; kängurute magu on väga pikk ja paljudeks «koppadeks» liigendunud; mõnedel ahvilistel (tõmpahvidel, hulmanil jt.) leiame pika kolmekambrilise mao; kaamelitel ja kääbushirvlastel leiame samuti kolmekambrilise mao; uruhiirlaste maol on 2 või 3 sopist;


7
1
28
16
29
15
14
6
13
12
10
11
4
4
9
20
6
18
2
4'
19
30
3
6
23
22
21
5
25
5'
26
17
24
27
8

mäletsejaliste magu koosneb neljast kambrist; laisiklaste magu koosneb kolmest kambrist ja umbsest lisasopisest.

Nimetatud taimetoiduliste mao eristumine osadeks on kohastumuslik nähtus: taimne toit (rohi) on tselluloosirikas ja raskesti seeditav; mao eesmistes kambrites elutsevad bakterid lammutavad taimerakkude kestad ja teevad rakkude sisu loomadele kättesaadavaks; viburloomad (kui neid esineb) muudavad taimsed valgud loomseteks («väärindades» neid). Ühtlasi selgub toodud näidetest, et loodus on mao liigendamisega eri rühmades mitmel viisil «katsetanud».

Imetajate **peensool** liigendub kaksteistsõrmikuks (duodeenumiks), tühi- ja niudesooleks. Duodeenum on neist kõige lühem ja algab sageli laiendiga (näit. närilistel ja vaaladel). Teda tuleks pidada ühtlasi kõige tähtsamaks peensoole osaks, sest temasse suubub sapi- ja kõhunäärmejuha — temas algab kõikide toidukomponentide seedimine. See protsess kestab tühi- ja niudesooles edasi, kusjuures rööbiti seedimisega toimub ka toitainete (aminohapete, monosahhariidide jne.) imendumine.

Jämesool on imetajail märksa enam eristunud kui alamatel selgroogsetel: ta liigendub umb-, käär- ja pärasooleks. Umbsool on lihatoidulistel imetajatel suhteliselt lühike, kärplastel, kaslastel, delfiinidel ja enamikul putukatoidulistel aga puudub hoopis. Mõnede imetajate (nende hulgas ka inimese) umbsoole lõpposa aheneb peenikeseks ussripikuks. Taimetoiduliste imetajate umbsool seevastu on tavaliselt ruumikas ja pikk. Eriti ruumika umbsoole leiame nendel taimetoidulistel, kelle magu on suhteliselt väike ja lihtsa ehitusega (ainukambriline), näiteks kabjalistel, jäneselistel, närilistel ja taimetoidulistel kukrulistel (242. joon.).

Käärsool on enamikul imetajail võrdlemisi ruumikas ja külgedel koppadena väljaulatuv. Samuti nagu umbsool, on ka käärsool seda ruumikam, mida lihtsam ja väiksem on magu.

Umb- ja käärsooles on rikkalikult baktereid, mis siin seedimata jäänud valke ja imendumata jäänud aminohappeid lammutavad ja taimses toidus rikkalikult leiduvat asparagiini kasutades valkaineid sünteesivad.

Käärsoole enese põhiliseks ülesandeks on seejuures toidujäänustest liigse vee imendamine.

---

242. joon. Emase küüliku sisikond. 1 — lõuaalune süljenääre, 2 — söögitoru, 3 — magu, 4 — maks, 4′ — sapipõis, 5 — kõhunääre, 5′ — kõhunäärmejuha, 6 — umbsool, 7 — umbsoole ussripik, 8 — pärak, 9 — südame vasak vatsake, 10 — südame parem vatsake, 11 — südame vasak koda, 12 — südame parem koda, 13 — aordi kaar, 14 — vasak rangluuarter, 15 — vasak rangluuveen, 16 — vasak kägiveen, 17 — käärsool, 18 — tagumine õõnesveen, 19 — aort, 20 — vasak kops, 21 — vasak neer, 22 — vasak neerupealis, 23 — parem kusejuha, 24 — kusepõis, 25 — vasak munasari, 26 — vasak munajuha, 27 — põrn, 28 — kilpnääre, 29 — hingetoru.

Pärasool (*rectum*) on imetajail suhteliselt lühike. Tema lõpposa ei moodusta kloaaki (nagu reptiilidel), välja arvatud kõige alamad imetajad — ainupilulised (ja mõned putukatoidulised).

Imetajate seedeelundite anatoomilised iseärasused ja nende tihe seos toidu laadiga on pikaajalise evolutsiooni tulemus.

Ürgsete imetajate toiduks olid selgrootud loomad (putukad, mitmesugused ussid, limused jne.), aga võimalik, et ka väiksemad kahepaiksed ja roomajad. Osa imetajaid — putukatoidulised, enamik käsitiivalisi, mõned hulgieeshambulised kukrulised — on niisugusteks loomatoidulisteks (zoofaagideks) jäänudki. Nende hambad on jäänud vähe eristunuks, nende seedekulgla on säilitanud oma ürgse (reptiilidele omase) ilme.

Need loomatoidulised imetajad, kes hakkasid toituma ka pehmetest taimeosadest, kujunesid kõigesööjateks (omnivoorideks). Niisugused on näiteks rebased, ahvid, pruunkaru, kährikkoer, mäger jne. Nende purihambad on nüride köprudega (bunodontsed), nende magu on vähe eristunud.

Need imetajad, kes hakkasid toituma kõvadest taimeosadest ja (peamiselt) kõrrelistest taimedest, tegid läbi suuremaid muutusi ja kujunesid täiel määral taimetoidulisteks vormideks (herbivoorideks). Tüüpilised taimetoidulised imetajad on näiteks jäneselised, suur osa närilisi, sõralised, kabjalised, mereveiselised. Üks osa taimetoidulisi on aga sekundaarselt kujunenud kõigesööjateks (näit. rotid).

Osa loomatoidulisi imetajaid läks üle rööveluviisile. Kõige vanapärasemad röövimetajad on hulgieeshambulised kukrulised. Röövimetajad olid aga ka juba eotseeniaegsed kreodondid, kelle järglasteks on nüüdisaegsed kiskjalised, loivalised ja vaalalised.

Enamik imetajaid on eurüfaagid, võrdlemisi väike osa — stenofaagid. Viimaste hulka kuuluvad näiteks kašelotid (toituvad peajalgsetest), meresaarmas (toitub meresiilidest ja molluskitest), sipelgaõgilased (toituvad sipelgatest ja termiitidest). Sobiva toidu puudumisel võivad aga paljud imetajad oma toidukaarti muuta. Eriti maksab see kõigesööjate kohta. Pruunkaru näiteks toitub Kaug-Ida rannikualadel peamiselt kaladest ja isegi hüljestest, mujal aga on ta põhiliselt taimetoiduline.

Toidu laad mõjutab imetajail tugevasti mitte ainult seedeelundeid, vaid ka neid elundeid, mis on kuidagi seotud toidu hankimisega (kehalaad, luustik, lihased, meeleelundid), ja isegi nende eluviisi.

Uruhiired näiteks toituvad pehmetest taimeosadest. Vastavalt sellele on nad väheliikuvad; nende jäsemed on nõrgalt arenenud, saba lühike; nad peavad sageli sööma (sest toit on lahja) ja peaaegu kogu aeg aktiivsed olema; nad elavad seltsingutena (seda võimaldab toidu rohkus, seltsingutes elamine aga on samuti tingitud vähesest liikuvusest.

Seevastu on paljud seemnetest toituvad hiirlased hästi arenenud jäsemetega ja pika sabaga vilkad vormid (sest toitu leidub hajusalt); nad on aktiivsed ainult öösiti — neil on välja kujunenud ööpäevane tsüklilisus (sest toit on kontsentreeritud ja seda ei ole vaja pidevalt tarvitada; öösel on ka kergem vaenlaste eest põgeneda); nende meeleelundid (kõrvad ja silmad) on hästi arenenud (valvsuse vajadus); nad elavad üksikute pesakondadena (toitu ei jätku suuremale hulgale).

Toidu laad määrab imetajail ööpäevase aktiivsuse ja nende elu sesoonse tsüklilisuse, paljudel aga ka toitumisränded.

Põhjapoolsetel aladel koguvad paljud imetajad talveks endale toiduvarusid. Taimetoidulised (suslikud, viiksjänesed, uruhiired, oravad jne.) koguvad oma urgudesse või pesadesse heinu, kuivanud juurikaid, kuivanud seeni, pähkleid jne. Soo-uruhiire (*Microtus oeconomus*) «aitades» leidub sageli mitu kilogrammi mitmesuguseid juurikaid. Siberi elanikud kasutasid vanasti niisuguseid toiduvarusid isegi koduloomade toitmiseks. Kiskjalised (kärbid, nugised, rebased jne.) murravad sügiseti rohkem loomi kui söömiseks vaja ja matavad nad varuks maa sisse. Naarits ja tuhkur murravad sügisel konni ja mügrisid ning kannavad need oma urgudesse hunnikusse.

Paljud imetajad (karud, suslikud, sead jne.) söövad sügiseti palju ja rasvuvad. Hallsuslik näiteks kaalub kevaditi keskmiselt 100—110 g, sügiseti aga ligi 500 g; kährikkoer kaalub suviti umbes 5 kg, talve tulekul aga keskmiselt 8 kg jne. Kõik sellised imetajad koguvad rasva kujul endale toiduvarusid, millest nad talve jooksul toituvad.

Mitmed imetajad on toiduvaeste aastaaegade üleelamiseks kohastunud **tali-** ja **suveunne** langemise teel. Seda perioodi iseloomustab loomade liikumatus («uni»), kehatemperatuuri langus peaaegu ümbruskonna temperatuuri tasemele, ainevahetuse intensiivsuse järsk langus, südametegevuse ja hingamise väga tunduv aeglustumine. Taliunes olevatel suslikutel on kehatemperatuur langenud kuni 2°-ni, südamelöökide arv kümnekordselt vähenenud, sisse- ja väljahingamine toimub ainult 2—10 korda minutis. Nahkhiirtel langeb südamelöökide sagedus taliune ajal 420-lt 15—16-ni ja hingamise sagedus 96-lt 5—6-le minutis. Taliunne (või suveunne) langemise eel otsivad loomad endale sobiva peidupaiga, kus temperatuur ei lange alla 0°.

Tali- ja suveunne jäämist ja selle sügavust reguleerib nii sisenõrenäärmete kui ka närvisüsteemi talitlus. Insuliini osatähtsus veres tõuseb, leelise reservid suurenevad. Viimane asjaolu pidurdab hingamiskeskuse tegevust. Vaheaju vegetatiivsete keskuste vigastamisel loom taliunne ei jää; atropiini süstimine aga katkestab juba alanud taliune.

Tali- ja suveunest erineb tunduvalt tali- ja suveuinak. Sel puhul looma elutegevuse intensiivsus kuigi märgata-

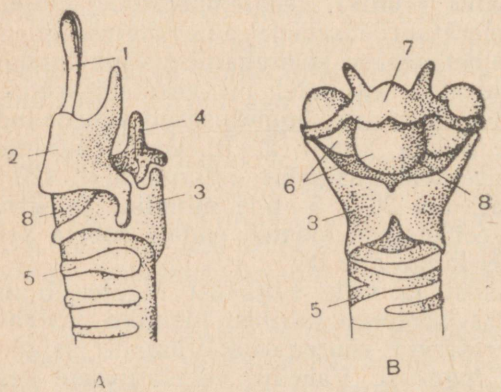
valt ei lange. Loomad otsivad endale sobivad peidupaigad ja jäävad lühemaks või pikemaks ajaks magavasse olekusse, millest nad soodsatel tingimustel või mingi ärrituse korral kergesti ärkavad. Taliuinak esineb näiteks pruunkarul, mägral, kährikkoeral, oraval, suveuinak — Kesk-Aasias elutseval kollasuslikul.

Paljud imetajad (põhjapõder, hirv, antiloobid, vaalalised, paljud käsitiivalised jt.) võtavad toidunappuse vältimiseks ette perioodilisi r ä n d e i d. Eriti ulatuslikke rändeid sooritavad vaalad.

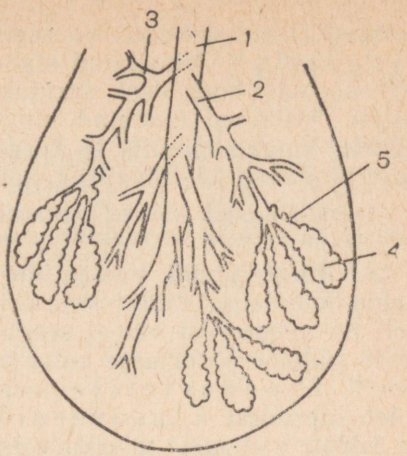
1) Millistel reptiilidel esinevad tekodontsed hambad? 2) Millistel selgroogsetel on polüfüodontne hammastik? 3) Millised hambad on fülogeneetiliselt kõige vanemad — polü-, di- või monofüodontsed hambad? 4) Millega seletada, et imetajate söögitoru on vooderdatud mitmekihilise, magu aga ainukihilise epiteeliga? 5) Millist huvi pakub taliune füsioloogiline uurimine arstidele?

7. **Hingamiselundid.** Imetajate n i n a õ õ n e limaskesta pind on kõrkmete süsteemi tõhusa arengu tõttu väga tugevasti suurenenud. Lisaks sissehingatava õhu «kontrollimisele» toimub ninaõõnes selle soojendamine ja küllastamine veeauruga, samuti ka puhastamine tolmust.

Imetajate **kõri** (*larynx*) peab seetõttu, et neil toidu närimine ja hingamine toimuvad üheaegselt, neelamisel kiiresti ja täpselt ära hoidma toidu sattumise kaugematele õhuteedele, peale selle on ta kujunenud hääle tekitamise elundiks. Vastavalt sellele on ta ehitus märksa täiuslikum kui roomajail. Lisaks sõrmus- ja pilkkõhrele leiame siin uudisarenditena **kilpkõhre** ja **kõrikaanekõhre** (243. joon.). Oma suurte mõõtmete tõttu aitab kilpkõhr kõri õõnt suurendada. Kõrikaanekõhr toestab k õ r i k a a n t (*epiglottis*), mis neelamisel suleb sissekäigu kõriõõnde. Kõri kõhred on üksteise suhtes enamasti liikuvad ja vastavate lihastega varustatud. Kõri



243. joon. Imetajate kõri ehitus. A — hirvel, B — šimpansil (eestvaates). 1 — kõrikaanekõhr, 2 — kilpkõhr, 3 — sõrmuskõhr, 4 — pilkkõhr, 5 — hingetorukõhr, 6 — häälekotid, 7 — keeleluu, 8 — sidemed.



244. joon. Imetajate kopsutoru (1) hargnemine. 2 ja 3 — kopsutoru harud, 4 — alveolaarkotikesed, 5 — alveolaarjuhakesed.

limaskest moodustab kummalgi küljel häälekurru; oma vaba servaga ulatuvad need vastamisi. Häälekurrud koos vastavate sidemetega (ja lihastega) kannavad **häälepaelte** nimetust. Nende abil toimub imetajail väljahingamise korral häälitsemine. Paljudel ahvilistel, sõralistel, vaalalistel jt. sopistub kõri eespool häälepaelu kas paarilise või paaritu sopise kujul välja; need sopised täidavad maismaaimetajatel hääle resonaatori, vaalalistel aga õhureservuaari ülesannet.

Hingetoru ehk t r a h h e a seinad on rohkete, tavaliselt poolvõrujate kõhredega toestatud. Trahhea limaskest on vooderdatud virveepiteeliga, mille ripsmed liiguvad kõri suunas ja seega puhastavad sissehingatavat õhku. Hingetoru hargneb kaheks **kopsutoruks** ehk b r o n h i k s, mis suunduvad kopsudesse (244. joon.).

Kopsud (*pulmones*) on imetajail hästi arenenud ja väga elastsed. Kopsudes hargnevad kopsutorud mitmekordselt kuni kõige peenemate torukesteni — **bronhioolideni.** Need hargnevad edasi ja lähevad üle a l v e o l a a r j u h a k e s t e k s, mis lõpevad a l v e o l a a r k o t i k e s t e g a. Alveolaarjuhakesed on oma nime saanud sellest, et nende seinad paiguti õhukeste sompude ehk a l v e o o l i d e kujul välja sopistuvad. Alveoolkotikeste seinad koosnevad ainult alveoolidest. Kopsualveoolide ümber on tihe verekapillaaride võrk ja siin toimub hingamine. Kopsualveoolide arv ulatub imetajail kümnetesse ja sadadesse miljonitesse ning seega on ka kopsude «hingamispind» väga suur ja hingamine intensiivne. Mida rohkem on loomal kopsualveoole, seda intensiivsem on ta hingamine. Kiskjaliste kopsudes on näiteks 300—500 miljonit alveooli, laisikute kopsudes on neid veidi üle 6 miljoni. Kopsualveoolide ümber on ka rohkesti elastseid sidekoekiude; sellest on tingitud kopsude elastsus.

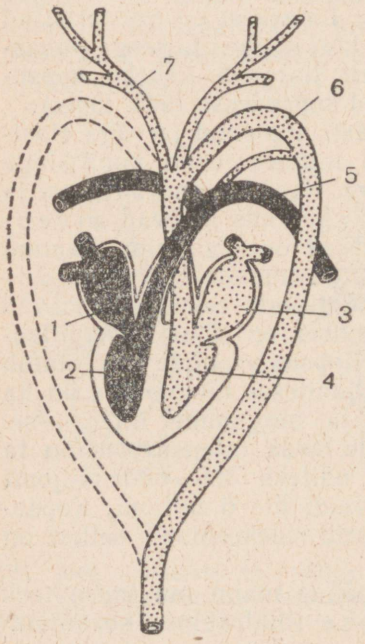
Hingamine toimub imetajail rinnaõõne mahu muutmise teel. Roiete ettenihutamisel ja v a h e l i h a s e (diafragma) kokkutõm-

bumisel (lamendumisel) suureneb rinnaõõs ja nii toimub *sissehingamine*. Nimetatud elundite vastupidisel liikumisel rinnaõõs aheneb, kopsudest surutakse õhk välja — loom «hingab välja». Väikesed imetajad hingavad kiiremini kui suured. Siga näiteks hingab minutis 15 korda, hiir — 150 korda. Kõige kiiremini hingavad käsitiivalised, kõige aeglasemalt — kabjalised.

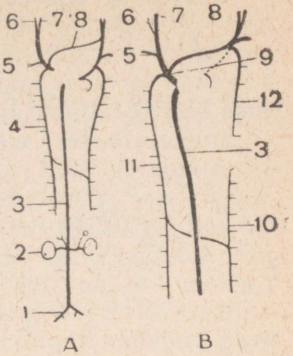
1) Mille poolest erinevad imetajate kopsud lindude kopsudest? 2) Millega seletada, et väikesed imetajad hingavad kiiremini kui suured?

8. **Ringeelundid. Veri ja lümf.** Imetajatel koosneb **süda**, samuti nagu lindudelgi, kahest kojast ja kahest vatsakesest. Arteriaalne veri on venoossest verest seega täiesti eraldatud. Venoosne veri tuleb südame paremasse kotta ja lahkub südame paremast vatsakesest *kopsuarterite* kaudu kopsudesse. Arteriaalne veri tuleb kopsudest *kopsuveenide* kaudu südame vasakusse kotta ja lahkub südamest vasaku vatsakese kaudu *aorti* ja suundub selle harude kaudu elunditesse (245. joon.).

Väikestel imetajatel on süda suhteliselt suur ja töötab palju kiiremini kui suurtel imetajatel. Nii lööb hobusel süda 40 korda, küülikul 200 korda ja suurkõrval (nahkhiir) üle 400 korra minutis. Südametegevuse kiirus (nagu hingamise intensiivsuski) on tihedas seoses homoiotermsusega. On ju selge, et seda suurt soojuse kaotust, mis väikestel loomadel nende suhteliselt suure kehapinna tõttu esineb, saab ainult kiirema ainevahetuse ja järelikult ka kiirema südametegevuse kaudu tasa teha.



245. joon. Imetajate süda ja selle lähedased suured veresooned. 1 — südame parem koda, 2 — südame parem vatsake, 3 — südame vasak koda, 4 — südame vasak vatsake, 5 — kopsuarter, 6 — aordi kaar, 7 — unearter.



246. joon. Imetajate veenide arenemine. A — loote veenid, B — täiskasvanu veenid. 1 — niudeveen, 2 — neer, 3 — tagumine õõnesveen, 4 — kardinaalveen, 5 — parem rangluuveen, 6 ja 7 — parem välimine ja parem sisemine unearter, 8 — nimetuveen, 9 — eesmine õõnesveen, 10 — vasak poolpaarituveen, 11 — parem paarituveen, 12 — eesmised roietevahelised veenid.

Imetajate **aort** p ö ö r d u b v a s a k u l e. Nende loodetel on kaks aordi kaart, samuti nagu reptiilidelgi, kuid parem neist kaotab ühenduse seljaaordiga ja muutub paremaks rangluuarteriks. Imetajate aordi kaar vastab seega roomajate aordi vasakule kaarele ja nähtavasti põlvnevad imetajad niisugustest roomajatest, kelle p a r e m aordi kaar hakkas redutseeruma. Aordi kaarest algavad eesjäsemetesse suunduvad rangluuarterid ja pähe suunduvad ühised unearterid.

Nimetatud arterid saavad alguse mitmel viisil. Õpetlik on seda vaadelda esikloomalistel. Alamatel esikloomalistel (poolahvilistel) algavad rangluuarterid ja unearterid koos ühise tüvena ja alles sellest tüvest väljub kummalegi poole esmalt rangluuarter ja siis ühine unearter. Pärdiklastel ja gibonlastel (kõrgemate ahviliste alamatel vormidel) algab aordi kaarest kaks arterit: brahhiotsefaaltüvi (mis jaguneb paremaks rangluuarteriks ja kaheks ühiseks unearteriks) ning vasak rangluuarter. Orangutangil hakkab brahhiotsefaaltüvest vasak ühine unearter lahkuma ning gorillal ja šimpansil on ta sellest täiel määral eraldunud, nii et parem rangluuarter ja ühine unearter algavad ühiselt, vasak rangluuarter ja vasak ühine unearter aga eraldi. Teatavasti on ka inimesel rangluuarterite ja ühiste unearterite väljumine aordi kaarest samasugune nagu gorillal ja šimpansil.

Muutusi on imetajatel (roomajatega võrreldes) ka **venoosses süsteemis.** Paljudel alamatel vormidel (ainupilulistel, kukrulistel, paljudel käsitiivalistel, enamikul närilistel) leiame k a k s e e s m i s t õ õ n e s v e e n i, nagu roomajatelgi. Kõrgematel imetajatel aga tekib parema ja vasaku eesmise õõnesveeni vahele anastomoos (ühendusveen) ja vasak õõnesveen kui iseseisev veen kaob, nii et alles jääb ü k s a i n u s e e s m i n e õ õ n e s v e e n. Keha tagaosa veri tuleb südamesse t a g u m i s e õ õ n e s v e e n i kaudu, kuid iseloomulik on tagumiste kardinaalveenide jäänuste — p a a r i t u v e e n i ja p o o l p a a r i t u v e e n i säilimine (246. joon.). Esimene neist suubub eesmisse (paremasse) õõnesveeni (või otse südame paremasse kotta), teine — paarituveeni või vasakusse eesmisse õõnesveeni (ainupilulistel ja kukrulistel). Neerude väratisüsteem on imetajail kadunud, maksa väravenen on säilinud.

Verd on imetajail suhteliselt rohkesti, umbes 7—8% keha kaalust. Mitte kogu veri ei ole aga alaliselt ringlemises, suur osa verest on varuna põrnas või maksas (maksas näit. 50% maksa kaalust) ja saadetakse siit kehha vastavalt vajadustele (verekaotuse korral, lihaste tugeval töötamisel jne.).

Imetajate vere erütrotsüüdid on väikesed, kettalaadsed ja tuumata, kuid neid on suhteliselt rohkem kui selgroogsete ühegi teise klassi esindajail. Lambal näiteks on 1 mm^3-s veres 9,5 miljonit erütrotsüüti, seal ja koeral 7 miljonit, hiirel 8 miljonit jne. Väikestel imetajatel on erütrotsüüdid väiksemad ja neid on rohkem kui suurtel imetajatel. Kõik need erinevused on seoses erütrotsüütide ülesannetega hingamisel. Erütrotsüüdid seovad seda rohkem hapnikku, mida suurem on nende kogupind, kogupind aga on seda suurem, mida väiksemad nad on ja mida rohkem neid on. Tuuma puudumine soodustab samuti hapniku transporti: tuumaga erütrotsüüdid kasutavad ise ära suure osa hapnikust, mida nad edasi peaksid kandma; tuumata erütrotsüüdid aga ei vaja ise kuigi palju hapnikku, sest nende ainevahetus on väike.

Leukotsüüte on imetajate veres suhteliselt vähem kui alamatel selgroogsetel. 1 mm^3-s veres on neid ümmarguselt 9000.

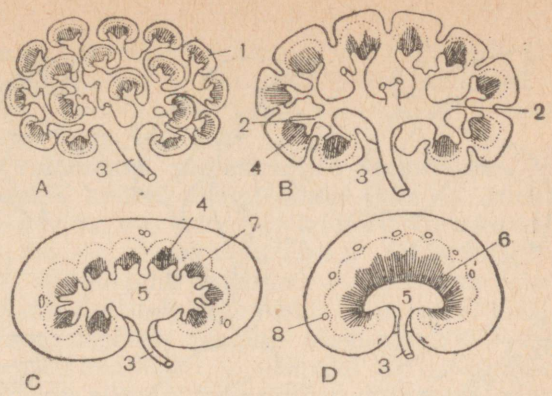
Imetajate vere (keha-) temperatuur kõigub 30 ja 40° C vahel. Kehatemperatuuri reguleerimine toimub põhiliselt närvisüsteemi (vaheaju) kaudu.

Lümfi ja lümfisooni on imetajatel rohkesti. Lümfisooned on siin nagu drenaažitorukeste võrgustik, mis kudedest ja sooltest lümfi taas vereringesse kannavad. Imetajate omapärasuseks (reptiilidega võrreldes) on rohkete lümfisõlmede olemasolu. Lümfisõlmedes puhastatakse lümf võõrkehadest ja verre sattunud pisikutest. Ühtlasi on lümfisõlmed erütrotsüütide peamiseks tekkepaigaks.

1) Mille poolest erineb imetajate aordi kaar lindude aordi kaarest? 2) Mida saab järeldada esikloomaliste aordi kaare harude evolutsiooni alusel? 3) Millise järelduse saab teha paaritu- ja poolpaaritu-veeni olemasolust imetajail? 4) Milliseid abinõusid rakendab imetajate organism vere (keha-) temperatuuri tõstmiseks? 5) Mille poolest erineb sooltest tulnud lümf (piimand) muudest kehaosadest tulnud lümfist?

9. **Erituselundid.** Imetajate **neerud** (*renes*) on suhteliselt väikesed, kompaktsed, tavaliselt oalaadsed, kõhuõõne tagaseinale kinnitunud organid. Nende pind on enamasti sile (ainupilulistel, kukrulistel, närilistel, esikloomalistel), mõnedel kõbruline (veislastel, elevantidel), mõnedel üksikuteks osadeks ehk neerukesteks jaotatud (vaalalistel, karudel, saarmatel) (247. joon.). Neerude mediaalsel serval leiame sälgu — neeru väräti, mille kaudu neerust väljub kusejuha ning mille kaudu kulgevad neeru veresooned ja närvid.

Sisemiselt ehituselt koosnevad imetajate neerud koorest ja säsist. **Koor** (*cortex*) on väga rikas veresoonte poolest ning selles



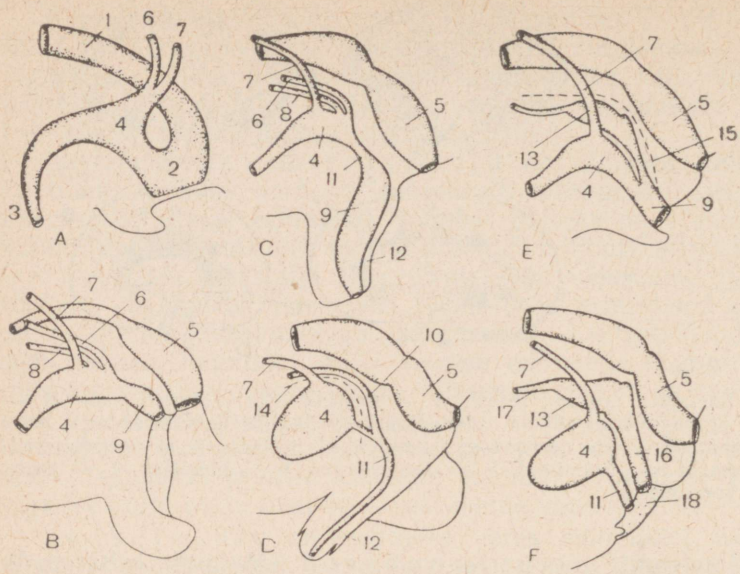
247. joon. Imetajate neerude tüüpe. A — neerukesteks jaotunud neer, B — lõhestunud pinnaga neer, C — siledapinnaline paljude neerunäsadega neer, D — siledapinnaline ühe neerunäsaga neer. 1 — neeruke, 2 — neerukarikad, 3 — kusejuha, 4 — püramiidid, 5 — neeruvaagen, 6 — ühisnäsa, 7 — neeru säsi, 8 — veresooned.

paiknevad nefronite neerukehakesed (Malpighi kehakesed) ja neerutorukeste algmised ja lõpmised väänilised osad. Neeru **säsis** (*medulla*) asuvad neerutorukeste vahelmised osad. Nefronitest algavad uriini kogumise kanalikesed — korjekanalikesed. Viimased koonduvad neerupüramiididekś ja avanevad nende tipul neeruvaagnasse. Neeruvaagen on neeru värati naabruses asetsev õõs, mis kujutab endast kusejuha algusosa. Neerupüramiidide vahele ulatub ka neeru koor neerusammaste kujul.

Mitte kõikidel imetajatel ei koondu neeru korjekanalikesed neerupüramiididekś. Koertel, hobustel, osal mäletsejalistel ja mõnedel teistelgi imetajatel moodustavad nad neeruvaagnasse avaneva pikliku «harja» ehk ühisnäsa.

Kusejuhade kaudu liigub uriin imetajail (ainupilulised välja arvatud) kusepõide, kust ta **kusiti** (*urethra*) kaudu organismist lahkub.

Arenemislooliselt on imetajate neerud — samuti nagu sauropsiididelgi — metanefrosed. Nad on seega igasuguse ühenduse suguelunditega kaotanud ja kusejuhad on siin uudisarendid. Imetajate lootel on varasemal arenguastmel kloaak, kuhu suubub allantois. Allantoisi keskosa kujuneb kusepõieks, distaalne osa kannab **kuse-suguurke** (urogenitaalurke) nimetust. Kusepõie ja kuse-suguurke vahekohale avanevad kuse- ja sugujuhad. Ainupilulistel jääbki kuseteede arenemine sellele arenemisastmele. Platsentaarsetel imetajatel eraldub kloaagi alumine (kõhtmine) osa ja koos kuse-suguurkega moodustab emasloomadel tupeesiku, isasloomadel aga kusiti (õigemini kuse-sugukanali). Kusejuha nihkub kusepõie suunas edasi ja jääb sellega ühendusse. Emas-



248. joon. Kuseteede kujunemine imetajail. A — suguliselt indiferentne staadium, B — hilisem indiferentne staadium, C — isasloom varasel arengustaadiumil, D — isasloom embrüonaalse arengu lõpul, E — emasloom varasel arengustaadiumil, F — emasloom embrüonaalse arengu lõpul. 1 — sool, 2 — kloaak, 3 — allantois, 4 — allantoisi keskosa (kusepõis), 5 — pärasool, 6 — neerujuha (Wolffi juha), 7 — kusejuha, 8 — Mülleri juha (munajuha), 9 — kuse-suguurge, 10 — seemnejuha (endine neerujuha), 11 — kusiti, 12 — suguti, 13 — emakas, 14 — mandunud Mülleri juha, 15 — mandunud neerujuha, 16 — tupp, 17 — emakatõri, 18 — tupeesik.

looma kusiti kujuneb kusejuha ja munajuha (sugujuha) vahelisest kuse-suguurke osast (248. joon.).

Imetajate uriin on hüpertooniline vedelik, mis lihatoidulistel sisaldab peamise orgaanilise ainena kusinikku, taimetoidulistel aga hipuurhapet. Esimestel on uriin happelise, teistel aluselise reaktsiooniga. Uriini koostisained moodustuvad põhiliselt maksas. Organismist ka soolasid välja viies aitavad neerud reguleerida vere osmootset rõhku.

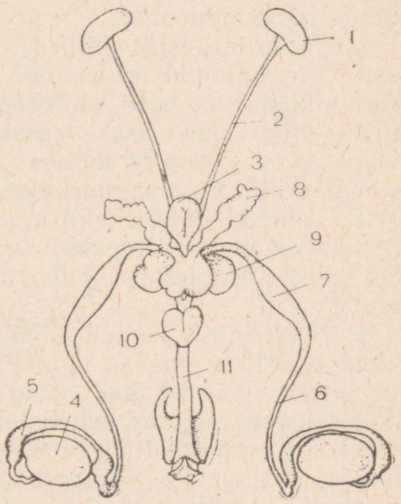
1) Kuidas on neerukehake ehitatud? 2) Millist osa etendavad higinäärmed eritusprotsessis? 3) Mis tähtsus on veresoonte rohkusel neeru koores? 4) Millest tekivad kusejuhad?

10. **Suguelundid ja sigimine. Sigimisökoloogia.** Imetajate **raiad** (*testes*) on enam-vähem munaja kujuga. Nad tekivad ja asetsevad esialgu kõhuõõne tagaseina nimmepiirkonnas. Ainupilulistel, mereveiselistel, londilistel, ninasarviklastel, vaalalistel, mõnedel putukatoidulistel ja napihambulistel nad sinna jäävadki. Teistel imetajatel «rändavad» raiad arenemise kestel kõhuõõnest välja eri-

lisse kotjasse elundisse — **kukutisse** (skrootumisse), mille õõs jääb kõhuõõnega kubemekanali kaudu ühendusse. Mõned imetajad — hobused, küülikud, siilid — võivad oma raiad vahetevahel kubemekanali kaudu kõhuõõnde tagasi tõmmata.

Vastu raiga liibub **raiamanus**, millest algab **seemnejuha.** Viimane läheb kubemekanali kaudu vaagnaõõnde, kus ta suubub kusiti algusossa. Raiamanus on tekkinud mesonefrosest, seemnejuha — neerujuhast. Enne kusitisse suubumist moodustab seemnejuha näärme — **seemnepõiekese** (*vesícula seminalis*). Ainupilulistel, kukrulistel ja paljudel kiskjalistel ning vaalalistel seemnepõieke puudub, erakordselt tugevasti aga on ta arenenud putukatoidulistel ja mõnedel närilistel. Närilistе seemnepõiekestes tekib sültjas mass, mis sugutamisel pärast seemnevedelikku välja paisatakse ja mis siis emaslooma suguteed kinni korgib. Kusiti algusossa avaneb **eesnääre** ehk prostata, mille nõre moodustab seemnevedeliku peamise osa. Eriti tugevasti on eesnääre arenenud putukatoidulistel ja närilistel (249. joon.).

Seemendus on imetajail seesmine ja toimub kopulatsioonielundi — suguti (peenise) abil. Ainupilulistel asetseb suguti kloaagi seinas ja tema kaudu väljub seemnevedelik, teistel imetajatel, vastavalt urogenitaalurke eraldumisele kloaagist, muutub suguti «väliseks suguelundiks». Kusiti (urogenitaalkanal) jääb suguti sisse ja viimane muutub seega nii seemnevedeliku kui ka uriini väljajuhtimise organiks. Tema peamisteks osadeks on korgaskehad (*córpora cavernosa*), mis sugulise erutuse korral täituvad verega. Paljudel imetajatel (kukrulistel, kiskjalistel, loivalistel, närilistel, käsitiivalistel, poolahvilistel ja isegi mõnedel



249. joon. Isase imetaja (hamstri) kuse- ja suguelundid. 1 — neer, 2 — kusejuha, 3 — kusepõis, 4 — raig, 5 — raiamanus, 6 — seemnejuha, 7 — seemnejuha ampull, 8 — seemnepõieke, 9 — eesnääre (prostata), 10 — sibulakusitinääre (Cowperi nääre), 11 — kusiti (kusesugukanal).

ahvilistel) on sugutis veel eriline s u g u t i l u u (*os penis*). Kukrulistel, putukatoidulistel ja paljudel närilistel asetseb suguti väga lähedal pärakule, aga mida kõrgem vorm, seda rohkem nihkub ta ettepoole. Ühtlasi on alamatel vormidel (kukrulistel) suguti ots suunatud tahapoole ja suguti ise asetseb päraku ning skrootumi vahekohal. Alles kõrgematel imetajatel pöördub suguti ettepoole ja jääb kõhuseina piirkonda.

Kõrgemate imetajate peenise ehitus on eri sugukondadel ja isegi perekonna eri liikidel erinev. See põhjustab bioloogilise isolatsiooni liikide vahel ning on taksonoomilise tähtsusega.

Munasarjad (*ovaria*) on suhteliselt väikesed, ühesuurused, sümmeetriliselt väikevaagnas asetsevad siledad elundid. Erandiks on ainupilulised, kellel vasak munasari on tublisti suurem kui parem, kusjuures mõlemad on köbrulise pinnaga.

Munarakud valmivad munasarjades perioodiliselt, enam-vähem kindlatel aegadel. Valminud munaraku (munarakkude) lahkumist munasarjast nimetatakse **ovulatsiooniks.** Väliselt avaldub ovulatsioon j o o k s u - ehk i n n a a j a n a. Enamikul imetajatel langeb innaaeg kevadele. Mägral ja nugistel on see suvel, põtradel sügisel. Niisugustel imetajatel, kelle toidulaud on alati kaetud (paljud hiired, lemmingud jt.), on aastas mitu innaaega ja vastavalt sellele poegivad nad mitu korda. Põhjapoolsete piirkondade käsitiivalised indlevad (ja paarituvad) sügisel, kuid nende munarakud viljastatakse alles kevadel, sest seemnerakud jäävad esialgu emaslooma suguteedesse «talvitama». On ka erandeid: näiteks saarmatel ei ole kindlat innaaega.

Pärast ovulatsiooni kujuneb munarakku ümbritsenud rakkudest munasarjas **kollakeha.** Kollakehad on sisenõrenäärmed: nende nõre soodustab viljastatud munaraku kinnitumist emaka limaskestale ja loote arenemist.

Väga mitmekesise ehitusega on imetajatel munarakkude viimateed — **munajuhad** (*oviductus*) (loote Mülleri juhade derivaadid). Ainupilulistel on need veel kogu ulatuses teineteisest lahus ning liigenduvad kaheks osaks: **emakatõrveks** (*tuba uterina*) ehk munajuhaks sõna kitsamas mõttes ja **emakaks** (*uterus*). Kumbki neist avaneb eraldi kuse-suguurkesse.

Kukrulistel liigenduvad munajuhad k o l m e k s osaks: emakatõrveks, emakaks ja **tupeks** (*vagina*). Emakatõrved ja emakad jäävad siingi teineteisest lahku, tuped aga osutavad liitumise tendentsi.

Pärisimetajail jäävad emakatõrved lahku, tuped liituvad paarituks elundiks, emakad aga võivad lahku jääda või erineval määral liituda. Kui emakad jäävad lahku ja suubuvad tuppe eraldi (jäneselistel, paljudel närilistel, mõnedel käsitiivalistel, kärpkaslastel), siis on meil tegemist p a a r i l i s e e m a k a g a (*uterus duplex*); kui emakad liituvad oma lõpmistes osades (mõnedel käsitiivalistel, kiskjalistel jt.), siis kõneldakse k a h e o s a l i s e s t

emakast (*uterus bipartitus*); kui emakad kasvavad kokku suuremas ulatuses (kabjalistel, sõralistel, vaalalistel, putukatoidulistel jt.), siis kannab niisugune emakas kahesarvelise emaka (*uterus bicornis*) nimetust; kui emakad liituvad kogu ulatuses (mõnedel käsitiivalistel, kõrgematel esikloomalistel, nende hulgas inimesel), siis on meil tegemist lihtemakaga (*uterus simplex*) (250. joon.).

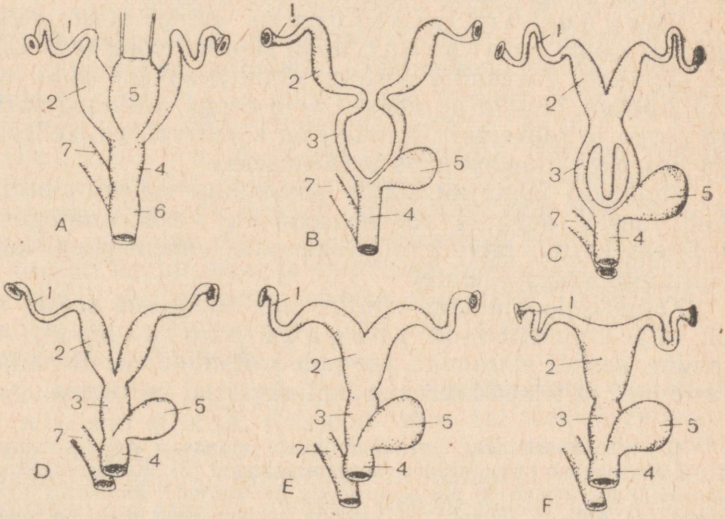
Sigimisviisilt jagunevad imetajad kolmeks rühmaks: ainupilulised, kukrulised ja pärisimetajad.

Ainupilulised meenutavad sigimiselt roomajaid ja linde — nad on munejad (ovipaarsed) vormid. Kukrulised on juba poegijad (vivipaarsed), kuid poegade kandmise aeg on neil lühike ja vastsündinud pojad on seetõttu vähe arenenud.

Pärisimetajad on tüüpilised poegijad. Vastsündinud pojad on üldiselt niivõrd arenenud, et neil on jäsemed enam-vähem välja kujunenud ja nad võivad iseseisvalt imeda.

Tiinuse kestus (kandeaeg) on imetajail mitmesugune ja oleneb osalt looma suurusest, osalt aga sellest, missugustes tingimustes loom sünnitab.

Väikestel loomadel on kandeaeg lühem kui suurtel loomadel. Väikestel närilistel kestab tiinus kõigest 20 päeva, küülikul 30 päeva, jänestel 50 päeva, hundil ja koeral 60 päeva, karul 7—



250. joon. Munajuhade evolutsioon (eristumine) imetajail. A — ainupilulised, B — alamad kukrulised (opossum), C — kõrgemad kukrulised, D — pärisimetajad paarilise emakaga, E — sama, kahesarvelise emakaga, F — sama, lihtemakaga.
1 — emakatõri, 2 — emakas, 3 — tupp, 4 — kuse-suguurge (tupe esik), 5 — kusepõis, 6 — kloaak, 7 — pärasool.

8 kuud, elevandil 20 kuud jne. Selline seaduspärasus ei ole aga absoluutne: suurtel vaaladel kestab tiinus siiski kõigest aasta, veisel 9 kuud jne. Mõnedel väikestel imetajatel (kärbil, sooblil jt.) on küll suhteliselt pikk tiinusaeg, kuid see on näiline: viljastatud ja arenemist alanud munarakk langeb siin (talvel) puhkeolekusse ja selle arenemine jätkub alles kevadel.

Nendel imetajatel, kes sünnitavad korralikult ehitatud p e s a d e s, kus pojad on ümbruskonna ebasoodsate tingimuste ja vaenlaste eest kaitstud, on kandeaeg lühike. Nii kestab hallhamstril tiinus kõigest 11—13 päeva, koduhiirel 18—24 päeva, põld-uruhiirel 16—23 päeva, ondatral 25—26 päeva, oraval 35—40 päeva, rebasel 52—56 päeva jne. Nendel imetajatel, kes sünnitavad primitiivsetes pesades või pesa ei ehitagi, on tiinuse kestus pikk. Nutrial on see umbes 130 päeva, lumeleopardil 3 kuud, leopardil 4 kuud, antiloopidel ja kitsedel 5—6 kuud, põtradel 8—9 kuud, hobuslastel 10—11 kuud jne. Sellest nähtub, et tiinuse kestus on kohastumusliku iseloomuga.

Tiinuse kestusest oleneb vastsündinute arenemise tase. Lühikese tiinusajaga imetajate vastsündinud pojad on paljad (karvadeta), pimedad, nõrgalt arenenud jäsemetega ning abitud ja peavad mõneks ajaks ema hoole alla jääma (p e s a h o i d j a d imetajad). Pika tiinusajaga imetajate vastsündinud on hästi arenenud: karvadega kaetud, avatud silmadega, tugevate jäsemetega ja nad võivad peagi emaga kaasa minna (p e s a h ü l g a j a d imetajad).

P o e g a d e a r v p e s a k o n n a s oleneb imetajatel tunduval määral looma s u u r u s e s t: mida suurem loom, seda vähem poegi ta sünnitab. Elevandid näiteks sünnitavad ühe poja, veislased 1 või 2 poega, hundid ja rebased 3—8 poega, väikesed närilised kuni 18 poega ja rohkemgi. Erandiks on käsitiivalised, kellest enamikul on üks poeg (kohastumus lendamiseks).

Enamikul imetajail sõltub pesakonna suurus elutingimustest: toiduvaestel aegadel või ebasoodsate keskkonnategurite korral (näiteks karmil talvel) on pesakonnas vähem poegi kui soodsate elutingimustega aastatel.

Kõige iseloomulikum nähtus, mis imetajatel seoses sigimisega on välja kujunenud, on p o e g a d e h o o l d a m i n e: nende imetamine, pesade ehitamine, poegade kaitsmine, nende peitmine vaenlaste eest ja teised keerukad instinktiivsed talitlused.

1) Millega seletada, et ainupiluliste munasari on kõbrulise pinnaga? 2) Kuhu suubub ainupiluliste urogenitaalurge? 3) Kuidas seletada fakti, et jäneste tiinus kestab 50 päeva, nendega ühesuurustel küülikutel aga kõigest 30 päeva? 4) Millega seletada, et vaalade vastsündinud poeg on suhteliselt väga suur, kuigi vaalade tiinuse kestus ei ole väga pikk?

11. Imetajate embrüonaalne arenemine. Imetajate munarakud on väikesed ja rebuvaesed (oligoletsitaalsed). Vastavalt sellele on nende l õ i g u s t u m i n e t o t a a l n e. Rebu vähesuse imeta-

jate munarakkudes korvab loote toitumine emaorganismi kulul, platsenta kaudu.

Lõigustunud munaraku edasine arenemine kulgeb põhiliselt samuti nagu sauropsiididel, kuid rebu vähesusest tingituna siiski mitmeti erilaadselt. Lõigustumise tulemusena tekib rakukera, mis on võrreldav teiste selgroogsete *moorulaga* ja milles võime eristada välimist, heledamat rakukihti ja keskset — tumedamatest rakkudest koosnevat massi. Välimine rakukiht loote kujunemisest osa ei võta, ta on uudisarendiks imetajate individuaalsel arenemisel ja kannab *toitelehe* ehk **trofoblasti** nimetust. Loode tekib ainult keskset rakumassist — **embrüoblastist.** Lootematerjal eraldub siin seega väga varakult looteliseks ja looteväliseks osaks.

Kirjeldatud arenguetapil jõuab loode juba emakasse ja kinnitub selle seinale, n.-ö. vajub emaka limaskestasse (implantatsioon). Loote trofoblastist kasvavad välja tillukesed hatud; nende kaudu toimub loote kinnitumine ja toitumine. Trofo- ja embrüoblasti vahele koguneb (läbi trofoblasti) valgurikast (seroosset) vedelikku ja moorula muutub põiekeselaadseks **blastotsüstiks** («blastulaks»). Blastotsüsti sein koosneb pinevile tõmbunud trofoblasti rakkudest, embrüoblasti rakud jäävad selle ühele seinale *lootesõlme* kujul. Viimane lameneb ja pikeneb *lootekilbiks*, mis sarnaneb sauropsiidide lootekilbiga.

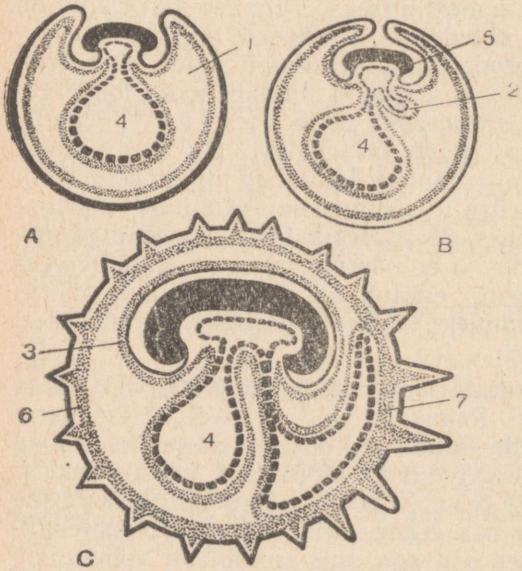
Algab gastrulatsioon. Lootekilp muutub *delaminatsiooni* teel ainukihilisest kahekihiliseks. Välimise kihi rakud on kõrgemad ja moodustavad **ektodermi.** Sisemised, märksa lamedamad rakud kujundavad **entodermi.** Väljastpoolt katab ektodermi veel trofoblasti rakkude kiht, mis vastab lindude loote looteväli-sele ektodermile. Lootekilbi ektodermis tekib *ürgjutt* ja (selle eesosas) *Henseni sõlm* (nagu lindudelgi). Henseni sõlmest ettepoole tekib «peajätke», mille materjal kujuneb hiljem seljakeelikuks; Henseni sõlme ja ürgjuti külgedele «kuhjub» tulevase *mesodermi* peamine mass. Mesodermaalsed looteosad rändavad nüüd ürgjuti kohalt ekto- ja entodermi vahele. «Peajätke» ees asetseb materjal, millest peagi eristub närviplaat (hiljem närvitoru). Loote elundite telgkompleks tekib siin järelikult samal viisil nagu roomajatel ja lindudel.

On iseloomulik, et imetajate lootel tekib **rebukott**, vaatamata sellele, et rebu siin ei olegi. Rebukott tekib sel teel, et entoderm kasvab oma vabade servade kaudu trofoblasti sisepinda mööda laiali: blastotsüsti sein koosneb nüüd trofoblastist ja entodermist ning blastotsüsti õõs muutub rebukoti õõneks; blastotsüsti seroosne vedelik asendab rebu. See osa entodermist, mis jääb lootekilbi osaks, on sooleentoderm, see osa aga, mis trofoblasti vooderdab, kujutab endast rebuentodermi. Hiljem kasvab rebukoti ümber ka mesoderm — trofoblasti ja entodermi vahele. Rebukoti mesodermaalses kihis tekivad veresaarekesed ja nendest veresooned, millel

esialgu on suur osa loote toitumisel. Hiljem, kui allantois on tekkinud, rebukott redutseerub.

Samal ajal kui loode hakkab kuju võtma, kurduvad lootevälised osad (ektoderm ja selle alla ulatuv mesodermi parietaalne leste) loote ümber ülespoole ja sissepoole, kuni nad lõpuks liituvad: tekivad l o o t e k e s t a d, samal viisil nagu linnudelgi (251. joon.). Loote ümber jääb **amnion** (vesikest), amnioni ja loote vahele tekib lootevedelik. Amnionist väljapoole jääb kest, mis vastab sauropsiidide serooskestale. Et aga serooskest siin liitub trofoblastiga, mis, nagu nägime, moodustab emaka limaskestaga tihedasse kontakti astuvaid hattusid, siis saab see kest ka uue nimetuse — **kõldkest** ehk **koorion** (*chorion*). Emaka limaskest (mis loodet ümbritseb) kujuneb funktsionaalselt samuti lootekestaks, nn. i r d k e s t a k s (*decidua*).

Samal ajal kui tekivad amnion ja koorion, hakkab loote ürgsoole tagaosast välja sopistuma **allantois** ehk kusekott. See kasvab koorioni suunas välja, tema välimine sein liibub vastu koorioni. Allantoisi osa, mis ulatub vastu koorioni, koorion ja vastav osa ird-kestast koos moodustavad **platsenta**. Et allantoisi kaudu ulatuvad platsentasse loote veresooned, mis siin emaka (ema) veresoontega



251. joon. Lootekestade ja platsenta arenemine imetajail. A, B, C — arenguastmed. 1 — looteväline kehaõõs, 2 — allantois, 3 — amnion, 4 — rebukott, 5 — loode, 6 — koorion, 7 — platsenta.

tihedasse kontakti astuvad, siis kujuneb platsenta loote hingamise, toitumise ja ainevahetussaaduste eritamise elundiks.

Mitte kõikide imetajate embrüonaalne arenemine ei toimu nii, nagu eespool kirjeldatud. Kõrgematel vormidel (nende hulgas ka inimesel) kaldub arenemine kirjeldatud viisist tugevasti kõrvale ja nimelt selle poolest, et siin tekivad kõigepealt lootekestad ja teised lootevälised moodustised ning alles siis loode.

Tuleme veel tagasi **platsenta** juurde. Vastavalt sellele, kuidas asetsevad hatud koorionil, eristatakse difuusset, kotüledonaarset, tsonaalset ja diskoidaalset platsentat. D i f u u s s e platsenta puhul esinevad hatud hajusalt kogu koorionil (napihambulised, vaalalised, poolahvilised, enamik kabiloomi); k o t ü l e d o n a a r s e s platsentas koonduvad hatud rühmadeks (kotüledoonideks) (enamik mäletsejalisi); t s o n a a l s e l platsental asetsevad hatud vöötmena (kiskjalised, londilised); d i s k o i d a a l s e l platsental koonduvad hatud ketasjale väljale (käsitiivalised, putukatoidulised, närilised, ahvilised jt.).

Imetajate eri rühmadel erineb platsenta ka koorioni hattude ja emaka limaskesta seose tugevuselt. Kõige lihtsamatel juhtudel ulatuvad koorioni hatud emaka limaskesta aukudesse (uteriinnäärmetesse) ja liibuvad selle epiteeli vastu; ema organismist saadavad toitained ja hapnik satuvad loote verre uteriinnäärmete poolt eritatava vedeliku kujul. Sünnitamisel tulevad koorioni hatud uteriinnäärmetest välja (nagu sõrmed sõrmkindast), emaka limaskest ei saa vigastada, irdkest seega puudub ja mingit veritsust ei esine. Selline platsenta, **poolplatsenta**, esineb juba mõnedel kukrulistel (näit. *Perameles*'tel) ja on iseloomulik sigalastel, kaamellastel, kabjalistel, vaalalistel ja mõnedel teistelgi imetajatel.

Mäletsejalistel (välja arvatud kaamellased) on koorioni hattude ja emaka limaskesta seos tihedam: koorioni hattude kohalt emaka limaskesta epiteel lammutatakse ja loote veresooned pääsevad ema veresoontele lähemale. Veelgi tihedam seos koorioni hattude ja emaka limaskesta vahel on kiskjalistel. Siin lammutatakse mitte ainult emaka limaskesta epiteel, vaid ka selle sidekude ja veresoonte seinad, nii et hattude trofoblast liibub vahetult emaka veresoonte endoteeli (sisekesta) vastu ja loote toitumine muutub veelgi paremaks. Kõige täiuslikum on aga loote toitumine kõrgematel primaatidel ja nende hulgas ka inimesel, mõnedel putukatoidulistel ja närilistel: siin lammutatakse hattude piirkonnas isegi emaka limaskesta veresooned kogu ulatuses, nii et hattude trofoblast asetseb erilistes lakuunides, mida mööda ringleb ema veri. Siin on ka poegade (poja) sündimisel irdkesta eraldumine emaka seinalt kõige täiuslikum ja veritsemine (verejooks) kõige tugevam. Sellist platsentat, millel emaka irdkest poegimisel emaka seinalt koos platsenta teiste osadega p ä r a m i s t e kujul eraldub, nimetatakse **täisplatsentaks.**

Poegade arenemisaste sündimisel kui ökoloogilise kohastumuse tulemus on väga erinev (vt. eespool).

Suguküpseks saavad imetajad väga erinevas vanuses.

12. **Imetajate ökoloogia.** Imetajaid selgroogsete eelnevate klasside loomadega võrreldes ilmneb, et nendel on kohastumuste diapasoon kõige laiem. Imetajaid elutseb igasugustes biotoopides: maapinnas ja maapinnal, vees, õhus, puu otsas, nii arktika lumeja jääväljadel kui ka suurtes kõrbetes.

Iga keskkond vajutab seal elutsevatele imetajatele oma pitseri: loodusliku valiku tulemusena on imetajad kohastunud niivõi teistsuguse biotoobi elutingimustega. Mis laadi on imetajate kohastumused?

Tüüpilisteks puudeelanikeks (dendrobiontideks) on esikloomalised, mitmed kukruliste rühmad, paljud närilised, napihambulised, osa kiskjalisi jne. Nende põhilisteks kohastumusteks on teravad küünised või vastastatavate varvastega haardjäsemed, pikad eesjäsemed (endi puult puule vibutamiseks), haardsaba ja mitmetel isegi liuglemist võimaldav lennus. Dendrobiontidel on hästi arenenud nägemis- ja kompemeel. Spetsialiseerunud vormidel on isegi stereoskoopiline nägemine. Need dendrobiondid, kes kogu oma elu puu otsas veedavad, kasutavad varjepaikadeks puuõõsi või ehitavad pesi. Ka neil liikidel, kes on puudega vähem seotud (burundukk, metsnugis jne.), on mõningaid vastavaid kohastumusi: pikk karvane saba, liikuvad eeskäpad jne.

Avamaastiku-elanikke (ktonobionte) on rohkesti kukruliste, putukatoiduliste, närilis te, kabjaliste ja sõraliste hulgas. Kõik need on põhiliselt taimetoidulised loomad, kelle hammastik on vastavalt kohastunud (vt. 420. lk.). Et varjetingimused on avamaastikul — steppides, niitudel, kõrbetes — halvad, siis on väikesed ktonobiondid peaaegu kõik urgudes varju otsivad loomad, suuremad aga on kujunenud kiireteks jooksjateks. Meeltest on neil eriti hästi arenenud kuulmine ja nägemine. Jooksjatel vormidel on tavaliselt nii ees- kui ka tagajäsemed pikad, hüppajaid vorme iseloomustavad pikad tagajäsemed. Viimastel on enamasti ka pikk saba — tasakaalu hoidmiseks. Ariidsetes tingimustes elutsevatele ktonobiontidele on omased veel mitmed kohastumused nii füsioloogias kui ka käitumises, mis võimaldavad neil leppida väga vähese veega.

Pinnase-elanikke (edafobionte) on imetajate hulgas suhteliselt vähe: neid leidub kukruliste, putukatoiduliste ja närilis te hulgas. Fossoorsetele (uuristajatele) vormidele on iseloomulikud lühikesed ja laiad, tugevate küünistega eeskäpad, ruljas eraldumata kaelaga keha, täiesti kadunud või mandunud silmad ja kõrvalestad, lühike sametjas karvkate ja lühike saba. Mõnedel liikidel, kes uuristamisel eeskäppi ei kasuta, on pikad, kaugele suust väljaulatuvad lõikehambad.

Tõelised vee-elanikud (hüdrobiondid) on imetajatest ainult vaalalised ja mereveiselised, poolveelise eluviisiga

vorme (amfibionte) on aga enamikus imetajaseltsides; tervikuna kuuluvad amfibiontide rühma ainult loivalised. Iseloomulikud kohastumused hüdrobiontidele on mandunud karvkate ja selle funktsionaalne asendumine paksu rasvkoerikka alusnahaga, jäsemete muutumine loibadeks või varvaste vahel ujulestade teke, saba mandumine või lapikuks muutumine. Rida füsioloogilisi ja morfoloogilisi kohastumusi võimaldab spetsialiseerunumail vormidel sukelduda pikaks ajaks ja sügavale.

Õhu-eluks on imetajaist kohastunud ainult käsitiivalised, kel esineb lindudele omaseid tunnuseid skeleti ehituses. Eesjäsemete kujunemine tiibadeks muutis nad väga kitsalt spetsialiseerunud aviabiontideks, erinevateks kõikidest teistest imetajatest.

Kuigi kõik liigid on aastamiljoneid kestnud evolutsiooni vältel kohastunud teatava keskkonna tingimustega, milles nad on elanud, pole ükski kohastumine absoluutne ega lõplik: tingimused muutuvad pidevalt ja ka looduslik valik jätkub pidevalt. Aastaaegade vaheldumine ja pikemaajalised kliimatingimuste muutused loovad suuri erinevusi temperatuuris, niiskuses, pinnases, toidu kättesaadavuses ja varje-kaitsetingimustes isegi ühe põlvkonna eluea jooksul; pidevas muutumises on ka toidu laad ja rohkus, toidukonkurentide, vaenlaste, parasiitide, nakkushaiguste jne. mõju intensiivsus.

Kuigi imetajad oma ümbruskonna tingimustele otstarbeka käitumisega aktiivsemalt reageerivad kui teised selgroogsed, ei pääse nad nende tingimuste survest. See avaldub imetajate suremuse-sündimuse kõikumises, mille tõttu muutub arvukus ja asustustihedus.

Arvukuse suurema või väiksema ulatusega kõikumised korduvad lühema (1—3 aasta) või pikema perioodi (8—11 aasta) kestel: eri liikidele on omane erisugune arvukuse dünaamika. Enamikul juhtudel kaasnevad arvukuse tunduvate muutustega ka muutused liigi levikus: arvukuse suurenedes levila laieneb (tiheneb), arvukuse vähenedes aga aheneb (hõreneb). Real liikidel toimuvad arvukuse-leviku muutused perioodiliselt, enam-vähem kindlate ajavahemike järel, mis võimaldab arvukuse kõrgperioode ennustada. Peamist osa arvukuse perioodilistes muutustes etendavad kiskja — saaklooma ja peremehe — parasiidi (nakkushaiguste) seosed: saakloomade arvukuse suurenemisel paranevad kiskjate toitumistingimused, suureneb nende sigivus; kiskjate arvukuse suurenedes hakkavad nad rohkem hävitama saakloomi, mis viib aga saakloomade arvu vähenemisele ja järelikult ka kiskjate elutingimuste halvenemisele ning arvukuse vähenemisele. Parasiitide ja nakkushaiguste levik sõltub loomade kokkupuutumise sagedusest, seega asustustihedusest: suure arvukuse korral levivad parasiidid ja haigused ulatuslikult ning kutsuvad esile peremeeslooma arvukuse järsu languse. Enamikul juhtudel avaldavad liigi sündimusele-suremusele mõju peale kiskjate, parasiitide ja

haiguste ka toitumis- ja kliimatingimused ning teised ebaühtlaste ajavahemike järel korduvad ja erineva intensiivsusega abiootilised tegurid. Selle tõttu toimuvad arvukuse muutused enamikul liikidel ebareeglipäraselt. Kuna vaatamata paljude liikide arvukuse üsna tunduvatele kõikumistele (näit. valgejänesel Jakuutias erineb arvukuse miinimum maksimumist isegi üle 2500 korra) ometi ühegi liigi arvukus piiramatult ei tõuse ega ka ükski liik äkki välja ei sure, siis on selge, et sündimus ja suremus on liigi evolutsiooni vältel omandanud teatavad kindlad piirid, mis võimaldavad säilitada arvukuse suhtelise stabiilsuse. Arvukuse kõikumisi võime aga vaadelda kui liigi populatsiooni ja keskkonna vaheliste suhete iseloomu ja loodusliku valiku mehhanismi peegeldust. Kuigi õitsengul olevaid liike iseloomustab ulatuslik levik ja suur arvukus, on igale liigile iseloomulik teatavatele tingimustele vastav *optimaalne asustustihedus*, mille ületamisel populatisooni elutingimused halvenevad. Et optimaalse asustustiheduse piiri ei ületataks, on kõrgematel selgroogsetel välja kujunenud rida kaitsemehhanisme: nõudlus antud liigi isendile (paarile, pesakonnale, karjale) vajaliku teatava minimaalse territooriumi järele; sündimuse ja suremuse ning liikuvuse sõltuvus asustustihedusest jne. Näiteks leethiirel on vajaliku individuaalterritooriumi suurus 500—2500 m^2, metskitsel 10—30 ha, sooblil umbes 1000 ha (10 km^2), tiigril aga areaali põhjaosas üle 4000 km^2. Kui arvukuse suurenedes ületab isendite arv liigile omase optimaalse asustustiheduse piiri, tekib loomadel eriline pinge-(stressi-)seisund, mis kutsub esile sisesekretsiooninäärmete talitluse tasakaalutuse ja häired organismis, mis viivad sündimuse vähenemisele, suremuse suurenemisele ja liikuvuse tõusule. Liikidel, kellele on iseloomulikud lühiajalised ja järsud arvukuse tõusud (enamik närilisi), toimuvad arvukuse kõrgperioodidel sageli massilised ränded. Paljudel liikidel on ränded seotud elutingimuste sesoonselt toimuvate halvenemistega.

IV. SÜSTEMAATILINE ÜLEVAADE

Imetajate klass jaguneb kolmeks väga erineva arengutasemega alamklassiks: ürgimetajad, alamimetajad ja pärisimetajad. Selline eristumine toimus juba mesosoikumis.

1. ÜRGIMETAJATE ALAMKLASS (*PROTOTHERIA*)

Ürgimetajate ehk prototeeride alamklass on kõige algelisemate imetajate rühm. Sellest rühmast on säilinud kõigest 3 perekonda: nokkloom, sipelgasiil ja nokissiil. Koos moodustavad nad ainu-

piluliste ehk monotreemide (*Monotrémata*) seltsi ja on levinud ainult Austraalias ning mõnedel selle lähedastel saartel.

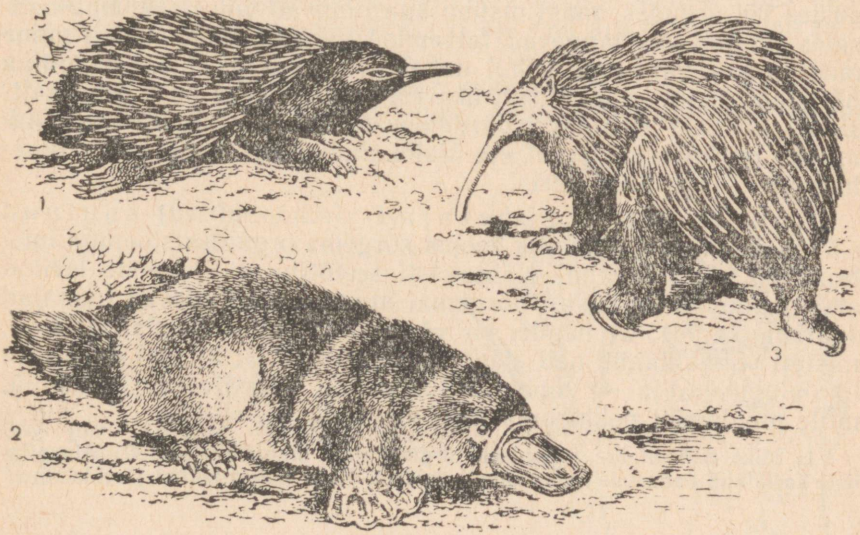
Ainupiluliste organisatsiooni madal tase avaldub põhiliselt järgmises. 1. Nad on munejad vormid. See üllatav asjaolu avastati alles 1884. a. Munad on suhteliselt suured, reburikkad ja nahkkestaga. 2. Neil puuduvad nisad. Piimanäärmed on torujad ja avanevad eraldi näärmeväljale, kust pojad piima ära lakuvad. 3. Õlavöötmes leiame iseseisva kaarnaluu ja isegi eeskaarnaluu (nagu reptiilidelgi). 4. Nende sool lõpeb kloaagiga. 5. Emakad avanevad urogenitaalurkesse, nii et tupp puudub; isastel jäävad raiad kõhuõõnde. 6. Termoregulatsioon pole veel kuigi hästi arenenud: kehatemperatuur on võrdlemisi madal ning kõigub 27,6 ja 32,6° C vahel.

Rööbiti primitiivsete tunnustega leiame ainupilulistel ka tunnuseid, mis osutavad nende kõrgele eristumisele ja kohastumisele. Niisugused tunnused on hammaste puudumine, lõualuude pikenemine ja muutumine «nokaks», koljuluude varane liitumine jne.

Et nokkloома lootel esinevad hulgiköbrulised hambasugemed, siis võib arvata, et ainupilulised põlvnevad kriidiajastu hulgiköbrulistest (multituberkulaatidest).

Kaasaegsed ainupilulised jagunevad kaheks sugukonnaks: nokkloomlased ja sipelgasiillased.

Nokkloomlaste sugukond (*Ornithorhynchidae*) on esindatud üheainsa liigiga — **nokkloom** (*Ornithorhynchus anatinus*). See



252. joon. Ürgimetajad. 1 — sipelgasiil, 2 — nokkloom, 3 — nokissiil.

on kuni 60 cm pikkune, lameda kehaga, tiheda lühikese tumepruuni karvkattega poolveelise eluviisiga loom (252. joon.). Tema koon meenutab pardi nokka ja on kaetud sarvestunud nahaga, «noka» servad asendavad hambaid. Kõrvalestad puuduvad. Jäsemed lühikesed, varbad tugevate küünistega, varvaste vahel ujulestad. Uuristab jõekallastesse urud, kuhu teeb pesa. Vähemalt üks urg avaneb vette. Ujub ja sukeldub hästi. Toitu muretseb peamiselt öösiti. Ujub osavalt veetaimede vahel, korjab «noka» abil põhjast oma põsetaskutesse väiksemaid veeloomi ja sööb need ära kaldal või urus. Toidutarvidus näib tal suur olevat: üks akvaariumis peetud isend tarvitas öö jooksul oma kehakaaluga võrdse koguse toitu (790 g)! Umbes 14—15 päeva pärast paaritumist muneb emasloom pessa kuni 3 muna. Haudumine vältab 9—10 päeva. Pojad arenevad ja kasvavad väga aeglaselt: silmad avanevad neil 3 kuu möödudes ja esmakordselt väljuvad nad urust alles 4-kuistena. Nokkloom on levinud ainult Austraalias ja on täieliku kaitse all.

Sipelgasiillaste sugukonda (*Tachyglóssidae*) kuulub 2 liiki: **sipelgasiil** (*Tachyglóssus aculeátus*), kes peale Austraalia on levinud ka veel Tasmaanias ja Uus-Gineas, ning **nokissiil** (*Zaglossus bruijni*) (Uus-Gineas ja Paapuas). Sipelgasiillased on pika koonuga, kuni 40 cm pikkused loomad. Suuava on neil kitsas, keel usjas ja limane. Vastavalt sellele toituvad nad peamiselt sipelgatest. Keha on kaetud peale tavaliste karvade veel teravate pikkade okastega. Varvastel (eriti tagajalgadel) on tugevad küünised, mida kasutatakse toidu hankimisel. Sipelgasiillaste tüüpilisteks elupaikadeks on tihedad võsastikud, kus nad päevad veedavad puuõõnsustes või urgudes, saaki otsima aga ilmuvad videvikus. Ebasoodsates tingimustes langevad talveunne. Emasloomad ei hau mune mitte pesas, vaid oma kõhul nahakurrust kukrus, kuhu ka piima nõristub. Mune on tavaliselt üks või kaks ja need on kaetud kaltsiumi soolasid sisaldava pärgamentse koorega. Koore purustamiseks on kooruval pojal ees-ülalõualuul terav kühm, nn. koorehammas (nagu lindudel!).

Kuidas on ürgimetajad (ainupilulised) suutnud säilida kaasajani, kuna hoopis kõrgema organisatsiooniga imetajad on välja surnud? Nähtavasti seetõttu, et 1) nende levikualal puuduvad tunduvalt kõrgemal arenguastmel olevad imetajad (pärisimetajad); 2) nendel on väga kitsas toiduspetsialisatsioon, mis on võimaldanud neil elada «konkurentsita»; 3) nad on peidulise eluviisiga ja 4) sipelgasiillastel on efektiivsem kaitserüü, mille puudumist nokkloomal kompenseerib vee-eluviis.

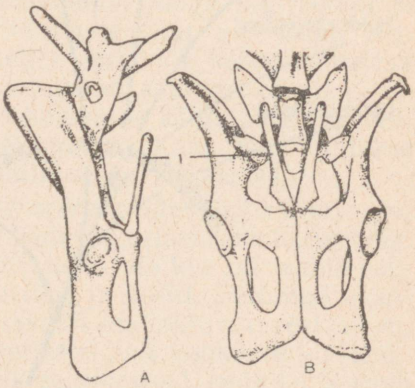
1) Miks nimetatakse retsentseid ürgimetajaid ainupilulisteks? 2) Ainupiluliste kaelalülid kannavad (mandunud) roideid. Mida sellest faktist järeldada?

2. ALAMIMETAJATE ALAMKLASS (*METATHERIA*)

Alamimetajad ehk metateerid on kõrgemal arenguastmel kui ürgimetajad: nad on eluspoegijad (vivipaarid); nende munajuha lõpposa on tupeks kujunenud (nagu pärisimetajail); nendel on hästi arenenud ja heterodontne hammastik; neil on kaarnaluu muutunud abaluu kaarnajätkeks (nagu kõrgematelgi imetajatel) jne.

Kõrgemate imetajatega võrreldes on nad aga veel küllaltki madalal arengutasemel: 1. Nendel puudub platsenta (peale väheste erandite) ja kandeaeg on vastavalt sellele väga lühike (8 kuni 39 päeva). Seetõttu on vastsündinud pojad väga väikesed ja äärmiselt abitud. 3 m kõrguse hiidkänguru vastsündinu on vaid kreeka pähkli suurune. 2. Nende emakad on lahus (nagu kõikidel alamatel selgroogsetel), aga lahus on ka tuped, kuigi mõnedel vormidel osutavad need liitumistendentsi, kasvades vähemal või suuremal määral kokku. Vastavalt kahele tupele on alamimetajail ka suguti kaheharuline, suundub tahapoole ja on kukutist tagapool. 3. Hambavahetus esineb ainult eespurihammastel, ülejäänud hambad vastavad kõrgemate imetajate piimahammastele. 4. Kehatemperatuur on küll kõrgem kui ainupilulistel, kuid ometi madalam kui pärisimetajail; ka on ta veel võrdlemisi muutlik. 5. Otsaju poolkerad on alles nõrgalt arenenud ja ei kata keskaju; ka puudub nende vahel (nagu ainupilulistelgi) mõhnkeha. Vastavalt sellele on alamimetajail ka kõrgem närvitalitlus nõrgalt arenenud. Nad on «tuimad» ja osavõtmatud paljude nähtuste suhtes, mis neid ümbritsevad. Vangistuses näiteks ei õpi nad ära tundma oma talitajat.

Alamimetajate eritunnuseks on kukkur ja kukruluud. Kukkur (*marsupium*) kujutab endast kahest nahakurrust arenenud taskut



253. joon. Känguru tagavööde. A — külgvaade, B — eestvaade. 1 — kukruluud.

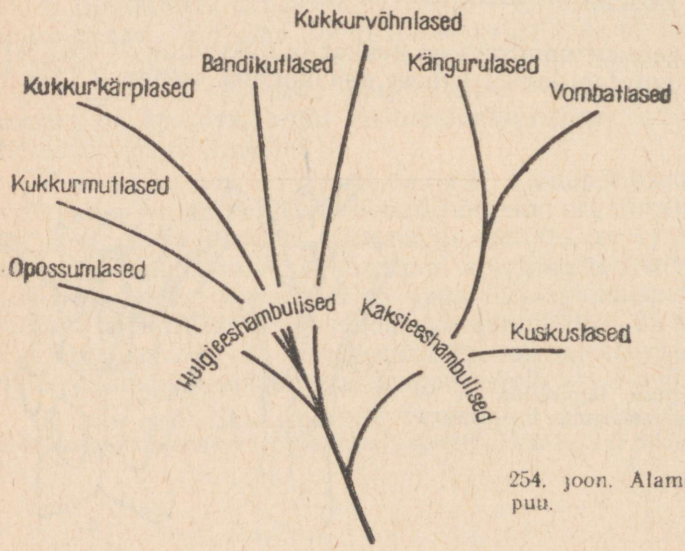
kõhul, mis varjab nisasid ja on abitutele poegadele toitumis-, kasvamis- ja varjupaigaks. Ema asetab poja (pojad) suudpidi nisa otsa, mis siis paisub ja omandab imeja suuõõne kuju, nii et poeg ripub passiivselt nisa otsas. Selline tihe seos nisaga on seda vajalikum, et piim pritsitakse pojale suhu. Poja lämbumist väldib tema kõri tõusmine ülespoole ja asetumine vastu koaane. Kukruluud on kepjad moodustised ja on kõhu nahale (mitte kukrule!) toeks (253. joon.). Selliste eriluude teke viitab suurele eelisele, mida kukkur imetajatele andis nende evolutsiooni varasel perioodil olelusvõitluses reptiilidega.

Alalõualuu nurgal äratab tähelepanu eriline sissepoole pööratud nurgajätke. See tunnus on niivõrd karakteerne, et tema alusel väitis Cuvier ühe Euroopa tertsiaarist leitud alalõualuu kohta, et see kuulub kukrulisele. Seda ei usutud, kuid paarkümmend aastat hiljem selgus, et Cuvier'l oli õigus.

KUKRULISTE SELTS (*MARSUPIALIA*)

Alamimetajad moodustavad üheainsa seltsi — kukruliste ehk marsupiaalide seltsi. Retsentseid kukrulisi tuntakse ligi 250 liiki; need on levinud Austraalias ning selle lähedastel saartel (ka Tasmaanias ja Uus-Meremaal, kokku 176 liiki) ning Lõuna- ja Kesk-Ameerikas (72 liiki). Varematel aegadel olid kukrulised väga laialt levinud.

Kuidas seda seletada? Kukrulised on väga vana rühm; paleontoloogilised andmed näitavad, et ülemkriidis olid nad juba olemas.



254. joon. Alamimetajate sugupuu.

Arvatavasti olid nad siis ka kosmopoliitse levikuga. Veel enne kui Austraalia Aasiast eraldus, jõudsid nad oma levikus ka sinna. Kõrgemaid imetajaid Austraaliasse ei sattunud (sest neid veel ei olnud) ja seetõttu jätkus siin kukruliste arenemine, mis on kestnud kuni tänapäevani. Lõuna-Ameerikasse siirdus kiskjalisi imetajaid alles ülemtertsiaaris ja nüüd hakkas kukruliste arv siin vähenema. Osa neist on siiski tänapäevani säilinud. Teistel mandritel, kus kukrulistel tuli varakult konkureerida pärisimetajatega, hävisid nad juba miotseenis.

Seega on praegused kukrulised arvuka ja väga laia levikuga olnud loomarühma reliktid. Ka on mitmed kukrulisteliigid väljasuremise lävel, tõsi küll, inimese tegevuse mõjul (küttimine, metsaraie, kiskjaliste introdutseerimine jne.).

Üsna varakult kujunes kukrulistel välja kaks erineva arenemissuunaga rühma (254. joon.), mis nüüd kannavad hulgi- ja kaksieeshambuliste nime.

HULGIEESHAMBULISTE ALAMSELTS (*POLYPROTODONTIA*)

Hulgieeshambulised on põhiliselt lihatoidulised vormid, keda iseloomustab lõikehammaste suur arv: ülalõuas kummalgi pool 4 või 5, alalõuas 3 või 4 lõikehammast. Silmahambad hästi arenenud, purihambad enamasti teravate kühmudega. Paljudel puu otsas elutsevatel vormidel esineb haardsaba, osal liikidel kukkur puudub; see tingib noorte suurema surevuse, mida kompenseerib aga poegade suurem arv pesakonnas. Levinud nii Ameerikas kui ka Austraalias. Eriti silmapaistev adaptatiivne radiatsioon on toimunud Austraalia mandril, kus konvergentse arenemise tulemusena on kujunenud pärisimetajaile väga sarnased (hiire-, roti-, muti-, tuhkru- ja isegi hundilaadseid) eluvorme (255. joon.). Alamseltsi kuulub 5 sugukonda.

Nendest on **opossumlased** (*Didélphidae*) kõige liigirikkam ja vanapärasem, millele viitab ta hammaste suur arv (kuni 50). Enamik neist on dendrobiondid, kellel vastavate kohastumustena kujunesid haardsaba ja vastastatavad suurvarbad (tagajalgadel). Segatoidulised. Meeltest on haistmine kõige paremini arenenud. On levinud Ameerikas Patagooniast Kanadani. Tuntakse 65 liiki. Fossiilseid opossumlasi tuntakse ka Euraasiast.

Virgiinia opossum (*Didelphys marsupialis virginiana*) on Põhja-Ameerika kaguosas arvukalt leiduv kassisuurune karusloom. Kohtades, kus teda intensiivselt jälitatakse või kus tal leidub rohkesti vaenlasi, tegutseb ainult videvikus ja öösiti. Sattunud vaenlase kätte, teeskleb surnut — nähtavasti instinktiivne reaktsioon, mis pärineb ajast, mil opossumi eellastel tuli konkureerida kiskjate reptiilidega. Toiduks on tal kõik selgroogsed, keda kätte saab



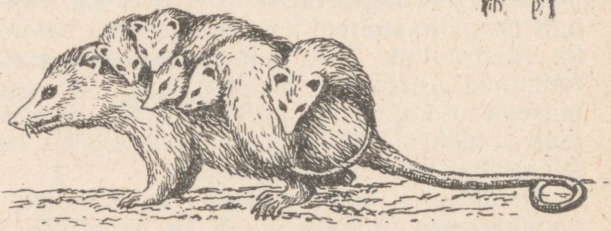
3



5



4



1



2

ja kellest jõud üle käib, eriti linnud ja nende munad. Poegi on pesakonnas keskmiselt 9, erandjuhtudel kuni 25. Kukrus viibivad pojad umbes 100 päeva. Suuremaid poegi kannab emaloom seljas. Peale karusnaha toob virgiinia opossum USA lõuna-osariikides kasu ka sealse suurima kahjuri, puuvillaroti (*Sigmodon hispidus*) hävitamisega. **Veeopossum** (*Chironectes minimus*) on rotisuurune Lõuna-Ameerika loodeosa metsajõgedes elutsev kala- ja putukatoiduline opossumlane. Kohastumustena poolveelisele eluviisile on kujunenud varvastevahelised ujulestad ja emasloomal hermeetiliselt sulguv kukkur, mis võimaldab tal ka poegade kukrus viibimise ajal vees tegutseda.

Kukkurkärplased (*Dasyúridae*) on kõige algelisemad kukrulised Austraalia mandril. Need on hiire- kuni koerasuurused, liha- ja putukatoidulised vormid. Kuigi osa kukkurkärplasi on dendrobiondid, puudub neil haardsaba. Umbes 50 liiki.

Kukkurkärbid (*Dasyurus*) on nirgi- või tuhkrulaadsed ja -suurused, peamiselt puude otsas tegutsevad ning lindudest ja nende munadest toituvad ööloomad. Hõreda musta karvkattega kuni meetripikkune madalajalgne **kukkurkurat** (*Sarcóphilus harrisii*) on levinud Tasmaania põõsastutes ja kaljustel aladel. Tema põhitoiduks on väikesed kängurud ja küülikud. Konvergentse arengu heaks näiteks on **kukkurhunt** (*Thylacinus cynocéphalus*), kes nii hammastiku kui ka kulgemisviisi poolest (varvulkõndija) sarnaneb suure koeraga. Varem esines nii Austraalias kui ka Tasmaanias, ajaloolisel ajal on ta levik piirdunud ainult viimasega. Et kukkurhunt ründas ka lambakarju, hävitati teda intensiivselt ja 1957. a. kohati veel vaid väheste isendite jälgi. Oravasuurune **kukkur-sipelgakaru** (*Myrmecóbius fasciatus*) on pika koonuga, kaugele väljaulatuva keelega ja mandunud hammastega, põhiliselt sipelgatest toituv kukkurkärplane. Mitmete tunnuste poolest (kukru puudumine, hammaste rohkus ja nende mandumine) on nad väga primitiivsed ja sarnanevad juuraaegsete trituberkulaatidega.

Kukkurmutlaste sugukonda (*Notoryctidae*) kuulub ainult 2 Lääne-Austraalia poolkõrbetes elutsevat liiki. **Kukkurmutt** (*Notoryctes typhlops*) on väike (kuni 12 cm pikkune) fossoorse eluviisiga loomake. Kogu ta haabitus vastab eluviisile: nina on kaetud tugeva sarvkilbisega, jäsemed lühikesed ja jämedad, eesjäseme 3. ja 4. varba küünised väga suured ja tagajalgade tallad on pöördunud sissepoole, silmad on redutseerunud ja puuduvad isegi nägemisnärvid, samuti ka kõrvalestad. Kukkur avaneb tahapoole.

255. joon. Kukrulised. 1 — opossum, 2 — kukkurhunt, 3 — rebaskuusu, 4 — hiidliugur, 5 — koala.

Kukkurvõhnlased (*Caenoléstidae*) on hiiresuurused, õise eluviisiga, putukatest toituvad Lõuna-Ameerika kukrulised. Lõikehambaid on $\frac{3}{4}$, kusjuures alumised keskmised lõikehambad on pikenenud nii nagu kaksieeshambulistel. Seega võib neid pidada vahevormideks hulgi- ja kaksieeshambuliste vahel; see on olnud põhjuseks, miks mõned teadlased on nad eraldanud iseseisvaks alamseltsiks. Seitsme liigi hulgast tuntuim on **kukkurvõhn** (*Caenoléstes obscurus*).

KAKSIEESHAMBULISTE ALAMSELTS (*DIPROTODONTIA*)

Kaksieeshambulised on tüüpiliselt taimetoidulised vormid, keda iseloomustab lõikehammaste arv: $\frac{1-3}{1}$. Alalõua lõikehambad on pikad ja suunduvad ettepoole. Silmahambad on väikesed, purihambad nüride kühmudega. Kohastumusi taimedest toitumiseks esineb ka seedekulglas: umbsool on väga mahukas, mõnedel liikidel on mitmeosaline magu. Mitmed liigid mäletsevad. Elutsevad maapinnal või puu otsas. Tüüpilistel hüppavatel vormidel on tagajalal 1. varvas kadunud ning 4. varvas eriti tugevaks kujunenud, ronivatel vormidel on aga 2. ja 3. (või 3. ja 4.) varvas sageli liitunud ja osal ka redutseerunud ning 4. varvas suurenenud, mis võimaldab vastastatava suurvarbaga jäsemel talitleda tangina. Levinud ainult Austraalias ja selle lähedastel saartel. 3 sugukonda (vt. 254. joon.).

Kuskuslased (*Phalangéridae*) on puu otsas elutsevad vormid. Eluviisilt ja kehalaadilt meenutavad nad oravaid, unilasi, lendoravaid või ahve. Ligi 50 liiki. **Kuskused** (*Phalanger*) on kohmakad kassisuurused ööloomad. **Rebaskuusu** (*Trichosurus vulpecula*) on Austraalia ja Tasmaania kõige sagedam kukruline ning tuntuim jahiloom. Mõnedel aastatel on eksporditud karusnahkade arv ületanud miljoni. Kuni 90 cm pikkuseks kasvav karulaadne **koala** (*Phascolarctos cinereus*) on kitsalt spetsialiseerunud Ida-Austraalia arborikool, kes toitub ainult eukalüptide lehtedest. Seoses eukalüptide raietega ja intensiivse jahipidamisega vähenes koalade arv 1939. aastaks mitmelt miljonilt mõne tuhandeni. Eukalüptide istutamise ja koalade kaitse tulemusena on nende arvukust suudetud tõsta 40 000 isendini.

Liugurid (*Petaurus*) on spetsialiseerunud hüpetega liikumisele: nad on varustatud lennusega, mis näiteks 80 cm pikkusel **hiidliuguril** (*Petaurus volans*) võimaldab sooritada ligi 100 m pikkusi hüppeid ühe puu otsast teise otsa.

Vombatlased (*Vombatidae*) on tüsedad, mägralaadse välimusega fossoorse eluviisiga ööloomad. Seoses äärmise kohastumisega taimse toidu tarvitamiseks on neil lõikehammaste arv redutsee-

256. joon. Kängurulaste adaptatiivne radiatsioon. 1 — rottkänguru, 2 — opossumkänguru, 3 — kaljukänguru, 4 — puukänguru, 5 — hiidkänguru.


4
3
1
2
5

runud $\frac{1}{1}$-le, silmahambad on kadunud. Varbad tugevate küünistega. Kaks liiki. Kuni meetripikkune **tasmaania vombat** (*Vombatus ursinus*) kaevab kuni 30 m pikkusi urge, toitub rohttaimedest, puuvõrsetest, viljadest, seentest. Vombatlaste hulka kuulub ka Austraalia pleistotseenist leitud meetripikkuse koljuga *Diprotodon*.

Kängurulased (*Macropódidae*) on kukrulistest kõige tuntum ja eristunum sugukond (55 liiki). Enamik on maapinnaga seotud hüppavad loomad. Vastavalt sellele on neil tagajäsemed eesjäsemetest märksa tugevamad ja tunduvalt pikenenud, kanna luude ja eriti 4. varba pikenemise tõttu. Saba on enamikul liikidel pikk ja tugev ning seda kasutatakse seismisel toena, hüppamisel tüürina, puu otsas elutsevatel vormidel haaramiselundina. Kohastunud väga erinevate tingimustega (256. joon.). Kõige primitiivsemad kängurulased on **rottkängurud** (*Hypsiprimnodon*). Need on rotisuurused, veekogude kaldaaladel elutsevad loomad. Nad on sugukonnas ainukesed, kel on tagajäsemeil säilinud teistele varvastele vastastatav suurvarvas; üleminekuvorm kuskuslaste ja kängurulaste vahel. Küülikulaadne **opossumkänguru** (*Bettongia penicillata*) on põõsastute asukas ja Austraalia suurimaid aiakahjureid. Avamaastikuvormidest on kõige iseloomulikum ja suurim kukruline **hiidkänguru** (*Macropus rufus*): ta on (koos sabaga) ligi 3 m pikk, sooritab kuni 12 m pikkusi hüppeid, ületab kuni 2,7 m kõrgusi tõkkeid. Mõnesaja meetri ulatuses võib ta jooksukiirus olla kuni 48 km/h. Jälitatakse intensiivselt peamiselt karusnaha pärast.

Kängurulaste omapäraseks kõrvalharuks on **puukängurud** (*Dendrólagus*), kes nähtavasti elasid suhteliselt lühikest aega avamaastikul ja siirdusid siis metsa, kus nad on kujunenud haardsabaga dendrokoolideks. Vastavalt sellele on nende eesjäsemed tugevaks kujunenud, tagajäsemed aga suhteliselt lühemad ja tugevamate küünistega kui teistel kängurulastel. Kaljustel aladel elutsemiseks on kohastunud **kaljukängurud** (*Petrogale*).

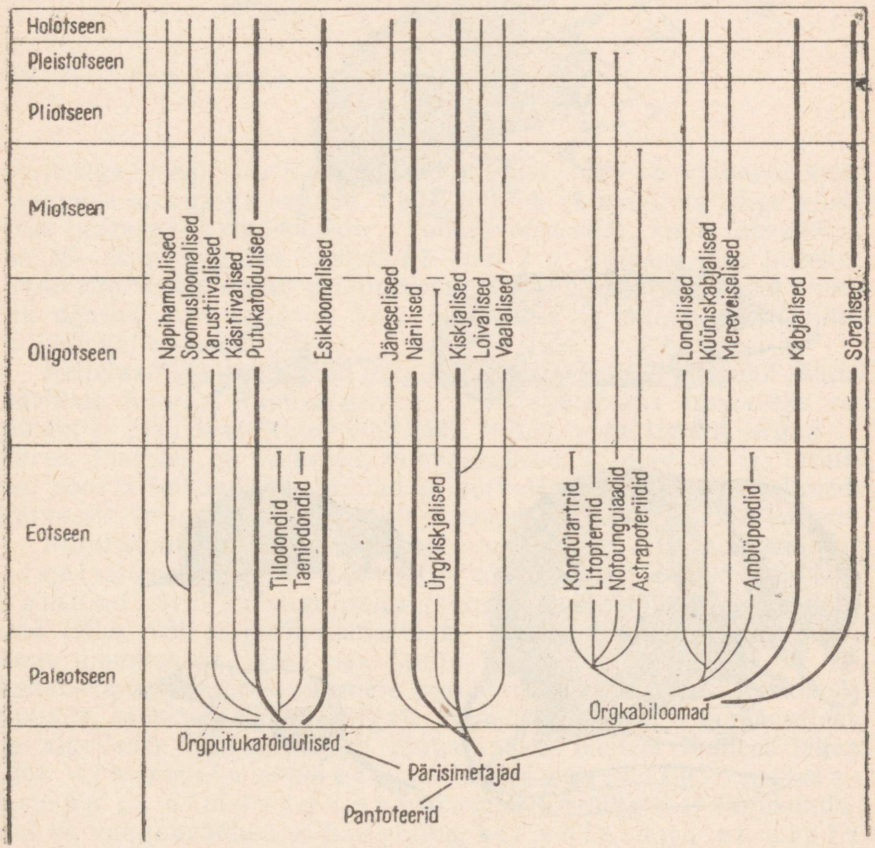
1) Mida tuleb mõista adaptatiivse radiatsiooni all? 2) Kuidas on inimene kaasa aidanud kukruliste arvu vähenemisele? 3) Miks alamimetajad kui väga vana rühm andsid oma ajaloolisel arenemisel küll väga mitmesuguseid loomavorme, süstemaatilise liigenduse poolest aga ei saanud ühe seltsi piiridest väljuda?

PÄRISIMETAJATE ALAMKLASS (*EUTHERIA s. PLACENTALIA*)

Pärisimetajad ehk platsentaalid on eelmiste imetajarühmadega võrreldes kõige kõrgema arengutasemega. Nende kõige olulisemad progressiivsed tunnused on järgmised. 1. Nendel puuduvad algelisuse tunnused — kloaak ja kukkur. Esimene nimetatud tunnustest säilib mandunud kujul ainult mõnedel putukatoidulistel. 2. Loote toitumine, hingamine ja eritustalitlus emakas toi-

mub platsenta kaudu. Vastavalt sellele jääb loode emakasse võrdlemisi kauaks ajaks ja pojad sünnivad suhteliselt hästi arenenult. 3. Nende hammastikku iseloomustab täieliku hambavahetuse kujunemine (vahetuvad kõik hambad peale tagapurihammaste). 4. Seoses meeleelundite täiustumisega on nende otsaaju poolkerad ja viimaste koor enamikul vormidel erakordselt tugevasti arenenud. Poolkerade vahele on tekkinud suur nide — mõhnkeha. Kõik see on võimaldanud ka närvitalitluse kõrgema taseme.

Esimesed fossiilsed pärisimetajad on leitud kriidiajastu lademeist. Samuti nagu alamimetajad, põlvnesid nad triiaseaegsetest pantoteeridest, kuid kumbki alamklass eri algvormist ja nende edaspidine arenemine kulges mööda eri radu. Ehkki esimesed pärisimetajad olid putukatest toituvad väikesed pool-tal-



257. joon. Pärisimetajate sugupuu.

lulkõndijad puu otsas elutsevad vormid, tõenäoliselt ka harva esinevad, olid nad juba tol ajal kõrgemal arengutasemel kui multituberkulaadid ja kukrulised. Enamiku ürgroomajate hävimise järel toimus platsentaalide eristumine ja arenemine väga kiiresti. Eotseeni alguseks, mil multituberkulaadid olid peaaegu hävinud ja ka kukrulised põhjapoolkeralt kadumas, olid kõikide hilisemate (ja ka praeguste) imetajaseltside esivanemad juba kujunenud. Pärisimetajate adaptatiivne radiatsioon on toimunud kõikides võimalikes suundades ja praegu jagunevad nad 17 seltsiks, kusjuures retsentseid liike on ligi 4000 (257. joon.).

PUTUKATOIDULISTE SELTS (*INSECTIVORA*)

Putukatoiduliste ehk insektivooride seltsi kuuluvad nii välimuselt kui ka anatoomiliselt väga erisugused, poolveelise ja maapealse



258. joon. Putukatoidulised. 1 — tenrek, 2 — suurkõrvsiil, 3 — vesimutt, 4 — mutt, 5 — karihiir, 6 — biisammutt.



259. joon. Kääbus-karihiir (*Sorex minutissimus*).

eluviisiga, isegi puu otsas elavad vormid. Nad on väikesed kuni keskmise suurusega loomad. Seltsi kuulub ka maailma kõige väiksem imetaja — **rips-karihiir** (*Suncus etruscus*), kelle tüvepikkus on 36—52 mm ja kes kaalub 1,5 kuni 2 g. Väiksus pole putukatoidulistel mitte ainult primitiivsuse tunnus, vaid ka kohastumuslik nähtus: nad toituvad kõik putukatest ja on enamasti ilma eriliste kaitsevahenditeta.

Kehalaadilt meenutavad paljud putukatoidulised mitmeid rühmi näriliste hulgast (konvergents). Silmapaistvaks tunnuseks on ninast ja ülamokast kujunenud pikk, liikuv, väga tundlik organ — **kärss**. Jäsemed on väikesed, viievarbalised, loomad ise on tallul- või pool-tallulkõndijad. Silmad ja kõrvalestad enamasti väikesed, karvastik varieerub muti madalast sametjast kuni siili okaskatteni.

Putukatoiduliste anatoomilisel vaatlemisel ilmneb rohkesti *algelisuse tunnuseid*. Eriti algelised on putukatoiduliste *hambad*. Neid on väga palju (kuni 44), silmahambad sarnanevad lõike- või eespurihammastega, purihambad on saelaadsed; kogu hambakaar jätab sae mulje ja niisugune hammastik on kohane ainult haprate esemete purustamiseks. Umbsool enamasti puudub, mõnedel esineb nõrgalt arenenud kloaak. Vanapärasteks ja algelisuse tunnusteks on rõngalaadne, teistest luudest lahus olev *trummiluu*, *ebatäielik kõvasuulagi*, *silmakoopa ja oimuaugu eraldamatus* ning real sugukondadel ka vaagnavöötme selline ehitus, kus *süleluud ei ulatu vastamisi*, nii et siseelundid asetsevad otse kõhunaha all — erandlik nähtus imetajate hulgas. Otsaju poolkerad on putukatoi-

dulistel (teiste pärisimetajatega võrreldes) kõige väiksemad. Juhtiv meel on haistmine (koos kompimisega). Sellega võib seostada haisunäärmete rohkust. Enamikul putukatoidulistel jäävad raiad kõhuõõnde neerude lähedale.

Peale väheste erandite on putukatoidulised ööloomad. Tuntud on nende rohke toidutarve ja suur aplus. Et nende poolt hävitatavate selgrootute hulgas on rohkesti inimesele kahjulikke liike, siis on nad väga kasulikud loomad. Enamik sigib kuni 3 korda aastas ja pesakonna keskmine suurus on 3—6 poega, mõnel liigil kuni 21 poega. Eluiga on aga suhteliselt lühike — väikestel vormidel isegi ainult 1—2 aastat.

Putukatoidulised on laia levikualaga ja puuduvad ainult Austraalias, Lõuna-Ameerikas (välja arvatud selle loodeosa) ja Antarktikas. Selline levik näitab, et putukatoidulised peavad olema ainupilulistest ja kukrulistest eraldi arenenud. Mõned primitiivse ehitusega rühmad ja vormid on lünkliku levikuga, mis osutab nende reliktsusele. Putukatoiduliste vanimad paleontoloogilised leiud pärinevad kriidiajastust (Mongooliast). Pole kahtlust, et ürgsed primitiivsed putukatoidulised on ka kõikide teiste pärisimetajate seltside esivanemad.

Kaasajal tuntakse 392 liiki putukatoidulisi, kes jagunevad 9 sugukonna ja 67 perekonna vahel. Nõukogude Liidu territooriumil elab 36, neist Eestis 5 liiki.

Tenreklaste (*Tenrécidae*) sugukonda kuuluvad kõige primitiivsemad putukatoidulised. Keha on neil kaetud peale karvade ka hõredate harjastega ja isegi okastega. Koljus puudub sarnakaar. Nende hulgas on nii maapealse kui ka veelise eluviisiga, uuristavaid ja puu otsas elavaid vorme. Levinud ainult Madagaskaril. Üks suurimaid (kuni 40 cm pikk) ja tuntumaid liike on **tenrek** (*Tenrec ecaudatus*), mägimetsade ja -põõsastute vorm (258. joon.). Päeva veedab enda kraabitud lühikestes urgudes, saagijahti peab öösiti. Magab talveund. Poegib üks kord aastas, kuid pesakond on suur (kuni 21 poega).

Udrastenreklaste (*Potamogálidae*) sugukonda kuuluv **udrastenrek** (*Potamógale velox*) on kuni 60 cm pikkune Lääne-Aafrika jõgede kaldaaladel elutsev kalatoiduline loom.

Pilukoonlased (*Solenodóntidae*) on tenreklastele süstemaatiliselt lähedased ja äratavad tähelepanu oma levikult: nende kolm liiki on levinud Haiitil ja Kuubal. Rotilaadsed, kuni 50 cm pikkused, palja (karvadeta) saba ja pika koonuga loomad. **Haiiti pilukoonu** (*Solénodon paradoxus*) kirjeldas esmakordselt vene zooloog akadeemik Brandt. Käesolevaks ajaks on haiiti pilukoon peaaegu täielikult hävitatud Haiitile madude ja näriliste tõrjeks introdutseeritud vaarao-roti poolt.

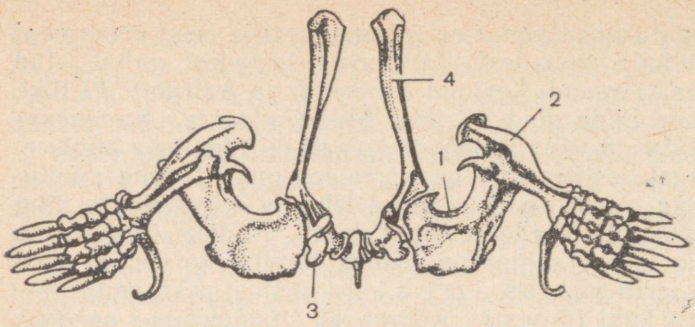
Siillased (*Erinaceidae*) erinevad välimuselt teistest putukatoidulistest üsna tunduvalt: neil on suhteliselt suured, seljal ja keha külgedel okasteks muutunud pealiskarvad; tugev sõõrjas nahalihastik võimaldab loomadel kerra tõmbuda. Kõrvad on suhteliselt pikad ja silmad suured. Kõnnivad tallul, jalad ja saba lühike-

sed. Toituvad putukatest, limustest, roomajatest ja isegi maapinnal pesitsevate lindude munadest. Talvitavad lehtedest valmistatud pesas, magades talveund. Levinud Euraasias ja Aafrikas. 19 liiki, neist Nõukogude Liidu aladel 7 liiki. **Siili** (*Erinaceus europaeus*) esivanemad elutsesid tema praeguse areaali piirides juba miotseenis. Oma kaugete esivanematega võrreldes on siil vähe muutunud, ta on nagu «elus fossiil». Siil on leht- ja segametsade ning pargitaoliste puistute öise eluviisiga elanik. Toiduks tarvitab ka rästikuid, kelle mürgi suhtes on vähem tundlik kui teised imetajad. Kasulik, eriti aedades. Poegib kord aastas, pesakonnas 4—6 poega. Eluiga kuni 10 aastat. **Kõrvuksiil** (*Hemiéchinus auritus*) on eelmisest liigist väiksem, pikkade kõrvadega, suhteliselt pikemate jäsemetega. Euraasia steppides, poolkõrbetes ja kõrbetes elutsev liik.

Karihiirlased (*Soricidae*) on hiirelaadsed ja -suurused, kõige väiksemad putukatoidulised (258. ja 259. joon.). Väiksust tuleb siin pidada spetsialiseerumise tulemuseks, mis võimaldab loomadel saaki kätte saada ka kõige väiksematest piludest ning kergesti leida peidukohti, analoogiliselt kärpidele ja nirkidele kiskjaliste hulgas. Seda seisukohta kinnitab ka see, et karihiirlaste esivanemad olid suuremad kui retsentsed liigid. Karvkate on sametjas, kärss pikk ja paljude vibrissidega, silmad väikesed. Enamik tegutseb maapinnal ja lehekõdus, toitudes peamiselt pinnase ülemistes kihtides elutsevatest selgrootutest. Väga suure toidutarbega: vaatlusalune 2,5 g raskune **kääbus-karihiir** (*Sorex minutissimus*) sõi ööpäevas 121 korda, kokku 10,1 g toitu, ja magas 78 korda, kokku ligi 12 tundi. Toiduta hukkuvad paljud 6—26 tunni jooksul. Talveund ei maga. Laia levilaga, elupaigad väga erinevad (liivakõrbetest tundrateni). Karihiirlasi tuntakse 265 liiki, kuid nende süstemaatikas on veel palju selgusetut. Nõukogude Liidu territooriumil 22 liiki, neist on Eestis seni leitud 3 liiki.

Kõige tavalisem karihiirlane on meil **mets-karihiir** (*Sorex araneus*). Elutseb kõikides alusvõsaga metsades, kuid tuleb ka asulatesse. Heptneri arvestuste järgi (1950. a.) on metsabiotoopides ta asustustihedus 100 isendit hektaril ning keskmiseks päevaseks toidunormiks 10 g putukaid isendi kohta. Seega hävitatakse nende poolt hektaril ööpäevas 1 kg ja aastas umbes 350 kg putukaid. Söödud putukatest on ligikaudu 40% mitmesugused kahjurid — järelikult hävitavad mets-karihiired hektari kohta aastas ligi 140 kg kahjureid. Okaspuude (eriti männi) seemnete söömisega võivad kohati ka kahju tekitada. Väikeste ojade ja allikate ääres elutseb poolveelise eluviisiga **vesimutt** (*Néomys fódiens*). Üheks kohastumuseks vees tegutsemisel on saba alumisel serval ja käppade külgedel ning varvaste vahel jäikadest pikkadest karvadest «kamm».

Mutlaste sugukonda (*Tálpidae*) kuuluvad uuristavad, maapealse või isegi poolveelise eluviisiga vormid. Tüüpilised uurista-



260. joon. Muti eesvööde ja eesjäsemed. 1 — õlavarreluu, 2 — küünarvarreluud, 3 — rangluu, 4 — kaarnaluu.

vad vormid on jässakad, rulja kehaga, lühikese, väliselt eraldumata kaelaga ja koonilise peaga. Kõrvalestad puuduvad, silmad väikesed ja sageli nahaga kaetud. Eeskäpad on laiad (labidjad), tugevate küünistega ja väljapoole pööratud peopesadega. Et mutlastel on võimalik kaela sügavalt õlgade vahele tõmmata, saavad niisugused käpad vabalt töötada koonu ees. Kogu imetajateklassis ainulaadse nähtusena väärib märkimist rangluu vahetu liigestumine õlavarreluuga, kusjuures rangluu on muutunud lühikeseks «plokiks», mis õlavarreluule mõjuva tungi sissepoole ja allapoole — rinnalulule — üle kannab (260. joon.). Õlavöötme selline ehitus annab eesjäsemetele suure võimsuse — nii võib muti käppade surve käigu (uru) seintele 24 korda ületada ta kehakaalu. Mutlased on levinud Euraasia ja Põhja-Ameerika parasvöötme aladel. Kaasajal tuntakse 19 liiki, nendest Nõukogude Liidus 6 liiki.

Euraasias on hästi tuntud ja laialt levinud **mutt** (*Talpa europaea*). See on tüüpiline fossoorse eluviisiga liik. Pehmes mullas võib ta ühe ööga uuristada kuni 30 m käike. Lahtikraabitud mulla tõukab maapinnale. Pinnase ümberpaigutamise mahtu iseloomustavad järgmised arvud: 20 cm pikkuse uru rajamisel heidetakse välja umbes 1 kg pinnast (mulda), ühel vaatlusel 20 min. jooksul ajas mutt maapinnale 66 kg mulda. Vastavalt suurele energiakulule on ka toidutarve suur — ööpäevas vajab ta kuni 150 g liimukaid ja putukaid. Talveks kogub varusid: pesa lähedal urust on leitud kuni 1000 liimukat, kes hammustusega peapoolel olid liikumisvõimetuks muudetud. Paiguti kahjulik. Karusloomana kasulik: Nõukogude Liidus varutakse aastas 20—30 miljonit mutinahka. **Biisammutt** (*Desmana moschata*) on põhiliselt Doni basseinis ja Volga alamjooksul levinud poolveelise eluviisiga karusloom. Käesoleva sajandi alguseks oli ta peaaegu hävitatud, kuid kaitse ja introduktsiooni tulemusena on ta arvukus kohati taastunud. Tema saba on külgedelt tugevasti lamendunud (mõlajas), tagakäpp lai ja karvakiiluga, varvaste vahel ujulestad (258. joon.).

Põhja-Ameerikas on mutlastest tuntud väga omapärase tähekujulise koonuga **tähtmutt** (*Condylúra cristata*).

1) Millega seletada putukatoiduliste silmahammaste eristumatust? 2) Mida võib pidada putukatoiduliste suure toidutarve põhjuseks? 3) Mida võib pidada tenreklaste ulatusliku adaptatiivse radiatsiooni põhjuseks? 4) Millega seletada putukatoiduliste kõige algelisemate rühmade esinemist saartel? 5) Millised tunnused on putukatoidulistel ühised ainupiluliste ja kukrulistega? 6) Milles seisab muti kasulikkus ja kahjulikkus?

KARUSTIIVALISTE SELTS (*DERMOPTERA*)

Karustiivalised on kassisuurused, karvase lennusega taimetoidulised loomad. Lennus algab kaela külgedelt, siirdub eesjäseme varvastele, esineb isegi pikkade varvaste vahel, läheb eesjäsemetelt üle tagajäsemetele ja sealt sabale. Lennuse esinemine varvaste vahel on ainulaadne nähtus liuglevate vormide hulgas. Alumised lõikehambad asetsevad rõhtsalt ja nende kroon on jaotunud 7—11 sagaraks. Selliste «kaabitsatega» kraabitakse mähka ja lehtede pinnakihti. Orbiidid on suured, nagu ööloomadel tavaliselt. Peaaju nõrgalt arenenud: suuraju poolkerad ei kata keskaju. Haistesagarad suured. Nisasid on üks paar ja nad asetsevad kaela all.

Karustiivaliste paleontoloogilised leiud on pärit paleotseenist ja eotseenist. Tõenäoliselt põlvnevad nad putukatoiduliste esivanematest. Mõned teadlased rõhutavad nende sarnasust poolahvilistega (nimetades neid «lendmaakideks»).

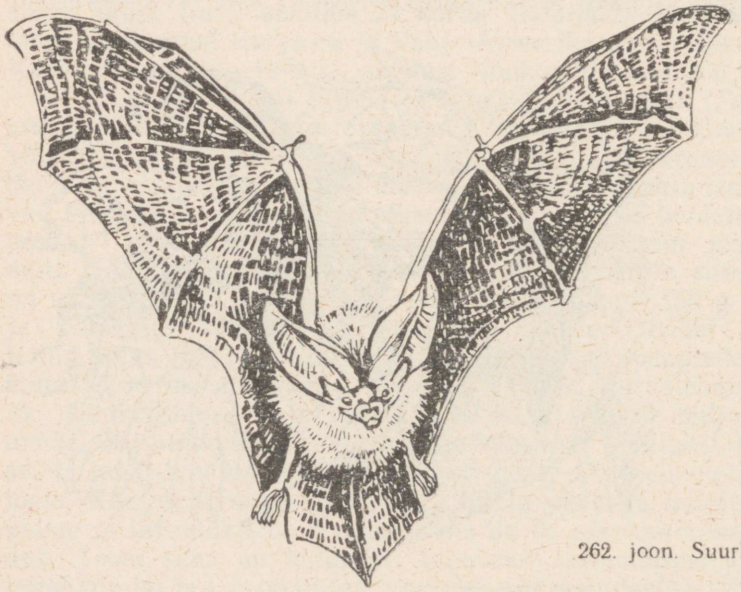


261. joon. Kaguan.

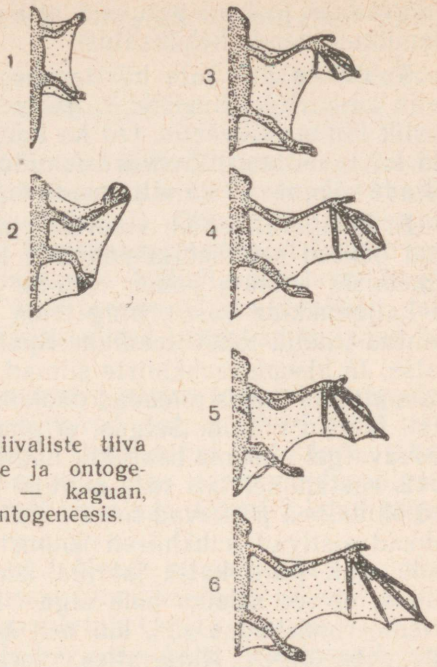
Karustiivalised on levinud Moluki ja Sunda saartel, Filipiinidel ning Malaka poolsaarel. Ainult üks perekond kahe liigiga. Tuntuim liik, 60 cm pikkune **kaguan** (*Cynocéphalus volans*) (261. joon.) on Filipiinide mägimetsade elanik. Päevad veedab puu- või kaljuõõnsustes, videvikus ja öösel käib puuvilju, võrseid ja lehti söömas. Sünnitab ühe poja, keda emaloom kaasas kannab. Tänu lennusele võib sooritada kuni 70 m pikkusi «õhulende». Karusnahk väga õhuke ja pehme, sarnanedes hinnalise tšintšiljanahaga.

KÄSITIIVALISTE SELTS (*CHIROPTERA*)

Käsitiivalised on väikesed või keskmise suurusega, kestvaks lendamiseks kohastunud imetajad. Nende eesjäsemed on muutunud tiibadeks: kämbla- ja sõrmeluud on tugevasti pikenenud ja lennusega (pataagiumiga) varustatud (262. ja 263. joon.). Lennus algab kaelalt, siirdub piki keha külgi tagajäsemeteni ja paljudel liikidel sealt edasi kuni sabani. Lennusest on vabad eesjäseme 1. või 2. varvas ja tagajala varbad. Vabu varbaid kasutatakse konksuna esemetest kinnihoidmisel või isegi maapinnal «ronimisel». Tagajäsemete ja saba vahelise lennusega liikidel on kannal lennuse välisserva toetav ja pingutav **kannus.** Seoses lennuvõimega on käsitiivalistel tugevasti arenenud õlavööde. Eriti tugevad on rangluud. Suured rinnalihased kinnituvad rinnaluu kiilu külge. Toes on kerge, kolju luud väga õhukesed ja kasvavad varakult kokku. Seljapiirkonna selgroolülid on tihedasti koos ja moo-



262. joon. Suurkõrv lennul.



263. joon. Lennusega liike ja käsitiivaliste tiiva kujunemist illustreeriv morfoloogiline ja ontogeneetiline rida. 1 — lendorav, 2 — kaguan, 3—6 — videvlase tiiva arenemine ontogeneesis.

dustavad liikumatu toe. Rinnakorv on ruumikas, roided kogu ulatuses luustunud. Käsitiivalistele on omased samad lennutüübid kui lindudele: purilend, sõudelend ja rappelend. Väiksemate liikide lennukiirus on kuni 6 m/sek, suurematel 8—11 m/sek. Tiivalöökide arv sekundis võib ulatuda 18-ni. Kohastumuseks lendamisele võib pidada ka vere suhtelist rohkust (kuni 9% kehakaalust) ning vere suurt hemoglobiinisisaldust (kaks korda rohkem kui mereseal). Käsitiivaliste normaalseks puhkeasendiks on rippumine tagajalgade abil.

Käsitiivaliste h a m b a d on enamikul liikidel sarnasugused koonilised või teravatipulised nagu putukatoidulistel. Lõikehambad on nõrgalt arenenud ja nende lõikav serv on kaheks-kolmeks tipuks jaotunud. Silmahammastest on ülemised eriti tugevad, eespurihammastest on tagumised väga tugevasti arenenud ja talitlevad analoogiliselt kiskjaliste kiskhammastega (vt. 494. lk.). Purihambad on putukatest toituvatel liikidel 4 või 5 terava tipuga, taimetoidulistel madalate nüride kühmudega.

Enamik käsitiivalisi toitub putukatest, keda nad püüavad õhust. Osa liike püüab putukaid ka okstelt ja õitelt. Mõned liigid on kohastunud toitumiseks imetajate ja lindude verest ning isegi kaladest. Suur rühm käsitiivalisi on taimetoidulised — söövad puuvilju, seemneid, nektarit ja õietolmu. Putukatest toituvad liigid

püüavad öö jooksul putukaid sellisel hulgal, mis vastab ligi kolmandikule nende kehakaalust.

Kahjulike putukate hävitamisega toovad käsitiivalised väga palju kasu. Käsitiivaliste väljaheide (guaano) on väärtuslik looduslik lämmastikväetis. On ka kahjulikke käsitiivalisi: mõned liigid levitavad marutõveviirust, mitmed liigid tekitavad kahju puuviljade söömise ja ka viljapuude vigastamisega.

Et käsitiivalised on videviku- ja ööloomad, siis on juba sajandeid otsitud seletust küsimusele, kuidas nad suudavad täielikus pimeduses lennata puude võrades ja koobastes, põrkamata okste ja kaljunukkide vastu, ning leida ja tabada lendavaid putukaid. Tuntud itaalia loodusteadlane Spallanzani tegi 1794. a. niisuguse katse: ta kleepis nahkhiirte silmad kinni, osal kõrvaldas isegi silmamunad ja laskis pimedad nahkhiired lendama ruumi, mida ristirästi läbisid nöörid. Selgus, et pimedad nahkhiired orienteeruvad päevavalgel niisama hästi kui nägijad nahkhiired pimeduses. Kuni 1942. aastani seletati seda nähtust järgmiselt: tiibade poolt tekitatud õhulained põrkavad takistustelt tagasi ja neid tagasipõrganud laineid aistivad nahkhiired lennustel olevate arvukate kompekarvade abil. Kuid katse lakitud lennusega pimedate nahkhiirtega näitas, et see seletus pole õige. Küll aga kadus katseloomadel orienteerumisvõime siis, kui neil kõrvad suleti või nina ette asetati pabertorbik. Ning alles veerand sajandit tagasi selgitasid ameerika teadlased Galambos ja Griffin selle mõistatuse: enamik käsitiivalisi orienteerub pimeduses ultraheli kaja abil. Ultraheli-lokatsioon ei erine põhimõtteliselt raadiolokatsioonist. Spetsiaalse aparatuuri abil tehti kindlaks, et nahkhiired tekitavad lennul pidevalt 20—100 kHz sagedusega ja ainult (1)5—25(100) millisekundi kestusega ultraheliimpulsse. Impulsside sagedus oli lennuks valmistumisel 5—10, takistusest kaugel umbes 30 ja takistuse läheduses 60 ja rohkem impulssi sekundis. Takistuse asukoha ja suuna määramine toimub tõenäoliselt järgmiselt. Suure sagedusega ultraheliimpulsid s u u n a t a k s e suu või ninasõõrmete abil lennu suunas. Kui impulss põrkab vastu takistust, peegeldub ta ja see kaja püütakse kõrvalestade abil kinni. Küllalt tihedalt, väikese nurga all saadetud impulsid võimaldavad määrata ka eseme kuju. Et iga järgnev impulss saadetakse välja alles pärast eelmise impulsi kaja saabumist, suureneb väljasaadetavate impulsside sagedus takistusele lähenemisel, mis võimaldabki määrata takistuse kaugust. Nagu katsed näitavad, on mõned liigid võimelised kajasignaalide abil avastama 3 mm läbimõõduga traati juba 2,15 m kauguselt ja vältima isegi 0,175 mm jämedust niiti. Kaja abil orienteerumine aitab ka õigesti mõista kõige hämmastavama kujuga nahakurdude esinemist paljude käsitiivaliste näol ja ninal — siin on tegemist ultraheliimpulsse suunava «ruuporiga». Ka kõrvade suurus, nende omapärane kuju ning väga eri-

suguse välimusega kõrvanukk (*tragus*) on ultraheli suunatud vastuvõtu teenistuses.

Seoses kuulmise erakordse tähtsusega on peaajus vastavad koorealused osad tugevasti arenenud. Hästi on arenenud ka kompimine ja haistmine.

Paljudele (enamasti parasvöötme) käsitiivalistele on iseloomulik kehatemperatuuri kõikumise suur amplituud (eksperimentaalselt — 7,5 kuni +48,5° C). Õhtuse-öise aktiivsuse ajal on kehatemperatuur püsiv, varjekohas puhkeajal langeb aga ümbritseva õhu temperatuuri tasemele. Välistemperatuuri langemisel alla +10° C suiguvad heterotermsed käsitiivalised taliunne. Parasvöötme põhjaosa käsitiivalised veedavad taliunes 5—7 kuud.

Talvitusaja lühendamiseks ja sobiva püsiva temperatuuriga talvituskohtade vähesuse tõttu sooritavad paljud liigid pikki rändeid: Voroneži looduskaitsealal rõngastatud videvlane tabati Lõuna-Bulgaarias (2347 km kaugusel), üks väiksemaid nahkhiiri — kääbus-nahkhiir, kes märgistati Ukrainas, tabati 3 kuud hiljem 1150 km kaugusel märgistuskohast jne.

Poegi on käsitiivalistel 1 kuni 3. Nende piimahambad on haakjad, mis võimaldab neil ema nisast kinni hoida ja nii end lennul kanda lasta. Käsitiivaliste eluiga ulatub 15—17 aastani.

Käsitiivalised on levinud üle kogu maakera ja esinevad isegi mitmetel ookeanisaartel, kus teised imetajad puuduvad. Et nende elu on aga väga tihedalt seotud putukate või puuviljade rohkusega, siis on neid kõige enam soojadel, eeskätt troopilistel ja subtroopilistel aladel. India valdkonnas näiteks elutseb üle 100 liigi käsitiivalisi. NSV Liidus on neid aga kõigest 40 liiki. Meie faunas on seni täheldatud 10 liiki. Ka on isendite arv lõunapoolsetel aladel märksa suurem kui põhjas. Meie laiustes peetakse 100—200-isendilist kolooniat juba väga suureks, Turkmeenias Bahhardeni koopas elutseb aga koos kuni 40 000, Brasiilias ja Mehhikos 20—30 miljonit indiviidi.

Esimesed fossiilsed käsitiivalised on teada alles paleotseenist. Kahtlemata algas nende kujunemine (puu otsas putukaid jahtinud putukatoidulistest) juba kriidiajastul, kui õistaimed hakkasid laialdaselt levima ning vastavalt sellele järsult suurenes ka putukaliikide arv ja putukate ohtrus. Koobaste kasutamine varjekohtadena viis kajalokatsiooni kasutamisele, mis võimaldas toitumist videvikus ja öösel tegutsevatest putukatest. Näib, et käsitiivalised juba varakult eristusid kaheks rühmaks — suur- ja väike-käsitiivalisteks.

SUUR-KÄSITIIVALISTE ALAMSELTS (*MEGACHIROPTERA*)

Suur-käsitiivalised (megahiropterid) on üldiselt võrdlemisi suured taimetoidulised troopiliste alade vormid. Mõned liigid on siiski väga väikesed nektaritoidulised. Mitmeti vähem eristunud ja seega vanapärasemad kui väike-käsitiivalised. Nende koon on pikenenud, nägu meenutab koera või rebase oma, saba võib puududa. Kõrvanukk puudub. Enamikul liikidel puudub ultrahelilokatsiooni-võime, kehatemperatuur kõigub vaid mõne kraadi piirides. Kohastumuseks taimse toidu tarvitamisele on nüride kühmudega purihambad ja suhteliselt pikk sool. Elutsevad kolooniatena, mille suurus võib ulatuda üle 30 000 isendi. Päeval ripuvad puude otsas (264. joon.), videvikus ja öösel käivad toitu otsimas. Kokku tuntakse ligi 150 liiki. Elutsevad Madagaskaril, Aafrikas, Lõuna-Aasias, Austraalias ja Indoneesias.

Moodustavad **lendkoerlaste** (*Pteropódidae*) sugukonna; selle tuntuimad esindajad on Sunda saarte metsades levinud kuni 1,5 m siruulatusega sabatu **kalong** (*Ptéropus vampyrus*) ja Kamerunis levinud umbes 1 m siruulatusega monstroosse välimusega **haamerpea-lendkoer** (*Hypsignathus monstrosus*).



264. joon. Lendkoer magamisasendis.

VÄIKE-KÄSITIIVALISTE ALAMSELTS (*MICROCHIROPTERA*)

Väike-käsitiivalised (mikrohiropterid) on tüüpilised käsitiivalised ja seltsi kohta antud iseloomustus kehtib eeskätt selle alamseltsi kohta. Väikesed vormid, suurte kõrvalestadega, kõrvanukiga ja näol rohkete nahajätkudega. 831 liiki jagunevad 16 sugukonnaks.





265. joon. Väike-käsitiivalisi. Ülal — keel-lehtnina pea, all — kääbus-nahkhiir.

Lehtninalased (*Phyllostomatidae*) on oma nime saanud lehekujulistest nahajätketest ninal. Selle sugukonna liigid (arvult 143) on levinud peamiselt Kesk- ja Lõuna-Ameerikas. Suurim neist on **suur-vampiir** (*Vampyrus spectrum*), kelle siruulatus ulatub 70 cm-ni. See on putukatoiduline, kuid sööb ka puuvilju. **Keel-lehtninad** (*Glossophaga*) on väga väikesed, pika koonu ja soomustega kaetud pika keelega vormid; toituvad nektarist ja õietolmust (265. joon.). Sellised liigid kujunesid välja õite seest putukaid püüdvatest liikidest. On huvitav märkida, et hulk eri sugukondadest taimi on kohastunud tolmlemiseks nektaritoiduliste käsitiivaliste abil.

Vereimejalaste (*Desmodontidae*) sugukonda kuulub neli liiki. Need on kohastunud toitumiseks imetajate ja lindude verest: lõikehambad on pikad ja peiteljad, söögitoru väga kitsas, kotjas magu pole muust sooltorust kuigi teravalt eraldatav. Levinud Lõuna-Ameerika troopilistes metsades. **Suur-vereimeja** (*Désmodus rotundus*), umbes 7 cm pikkune käsitiivaline, toitub tavaliselt sõraliste ja hobuste verest, mõnikord tungib kallale ka lindudele. Oma ohvri kaela- või põsepiirkonda hammustatud haavast imeb ta umbes 20 ml verd. Üks isend vajab aastas kuni 7,3 liitrit verd. Mehhikos hinnatakse suur-vereimeja populatsiooni isendite arvu kümnetele tuhandetele; nende poolt koduloomadelt aastas imetud verd võib mõõta sadade tonnidega.

Nahkhiirlaste (*Vespertilionidae*) sugukond on väike-käsitiivaliste alamseltsi keskne sugukond. Nende tüüpilisteks tunnusteks on sile nina ja lennusesse suletud saba. 325 liiki, kosmopoliitse levikuga. Siia kuulub ka enamik NSV Liidu territooriumil leitud käsitiivalistest (34 liiki) ja kõik Eestis esinevad liigid (10 liiki).

Pargitaolistes puistutes on meil tavaliseks liigiks Palearktise kõige pisem liik — **kääbus-nahkhiir** (*Vespertilio pipistrellus*), kes kaalub 5 g (265. joon.), ja sellest ainult veidi suurem **pargi-nahkhiir** (*Vespertilio nathusii*), kes moodustab kuni 60-isendilisi kolooniaid. Elamute lähedal on tavaliseks liigiks **suurkõrv** (*Plecotus auritus*) (vt. 262. joon.) ja **põhja-nahkhiir** (*Vespertilio nilssonii*). Veekogude kohal tegutseb **veelendlane** (*Myotis daubentonii*). Talvitujatena on meil leitud viis liiki.

1) Milliseid ühiseid tunnuseid võib konstateerida käsitiivaliste ja lindude anatoomilises ehituses? 2) Millised erinevused on käsitiivaliste, lindude ja lendavate sisalikkude eesjäseme skeletis? 3) Milles seisneb kannuse ülesanne? 4) Miks käsitiivaliste lõikehambad on redutseerumas? 5) Millega seletada, et «kajalood» enamikul suur-käsitiivalistel puudub? 6) Mis tähtsusega on heterotermsus suvekuudel? 7) Miks käsitiivalised puhkavad ja talvitavad pea alaspidi?

ESIKLOOMALISTE SELTS (*PRIMATES*)

Esikloomaliste ehk primaatide seltsi kuulub väga erineva arengutasemega loomi. Nad on olnud ja on praegugi põhiliselt troopiliste ja subtroopiliste alade arborikoolid. See keskkond ja eluviis on primaatide arenemisel määravaks olnud.

Nende jäsemed on säilitanud primitiivsuse ja liikuvuse. Õlavöötmes säilib rangluu; küünarvarre luud (ja sääre luud) on lahus, kusjuures kodarluu võib küünarluu ümber pöörelda (pro- ja supinatsioon); randme ja kämbla luud jäävad samuti tavaliselt lahku. Okstest kinnihoidmiseks on käpad kujunenud haardkäppadeks nii, et pöial ja suurvarvas on vastastatavad.

Eeskäpad on seega kujunenud ühtlasi toidu haaramise ja mitmesuguste esemete hoidmise vahendiks. Vastavalt sõrmede (var-

vaste) haaramisfunktsioonile on küünised kujunenud k ü ü n t e k s. Maapinnal liikudes toetuvad primaadid tallale, olles seega t a l l u l k õ n d i j a d. Peaaegu kõikidel alamatel vormidel on säilinud pikk s a b a, mis väga mitmetel on muutunud h a a r d s a b a k s — n.-ö. viiendaks käeks.

Puu otsas elamine avaldab tugevat mõju ka m e e l e e l u n d i t e ja p e a a j u arengule. Sellise eluviisiga vormid vajavad head nägemisvõimet. Sellele vastavalt on primaatide s i l m a d kujunenud suureks. Kõrgematel vormidel on silmad nihkunud ka ettepoole, teineteisele lähemale, n ä g e m i n e on muutunud b i n o k u l a a r s e k s. Haistmine seevastu ei oma puu otsas elamisel olulist tähtsust — haisteelund on primaatidel nõrgalt arenenud.

Puu otsas liikumine nõuab osavust ja lihaste täpset koordineeritud töötamist. See stimuleerib vastavate liigutuskeskuste arenemist otsaju poolkerades. Nägemise teravus võimaldab ümbruskonda paremini tunnetada, jäsemete kasutamine toidu ja esemete haaramisel aitab kaasa kogemuste omandamisel. Kõik see kutsus esile otsaju poolkerade suurenemise ja eristumise, kusjuures suur osa kõrgema närvitalitluse «keskusi» tekib otsaju poolkerade liigutuskeskuste läheduses.

Osa primaate on putukatoidulised, enamik on üle läinud segatoidule. Seoses sellega on nende h a m m a s t i k s u h t e l i s e l t v ä h e e r i s t u n u d. Lõikehambad on ainult alamatel primaatidel oma kuju muutnud ja redutseerunud. Silmahambad on säilinud ja isastel sageli suuremad kui emastel. Ürgsetel primaatidel oli 4 eespurihammast (kummagi lõualuu kummaski pooles), praegustel on neid 2 või 3. Tagapurihambaid oli 3 ja need on säilinud ka praegustel alamatel vormidel (välja arvatud küünisahvlased). Hammasterea lühenemine, haisteelundi mandumine, silmade suurenemine ja — peamiselt — suuraju poolkerade võimas areng on tugevat mõju avaldanud k o l j u arengule. Mida kõrgem vorm, seda lühem ja väiksem näokolju ning seda mahukam ja kõrgem ajukolju. Kuklapõndad nihkuvad ettepoole, ajukolju alla.

Enamik primaate on kaotanud oma sigimises sesoonsuse ja võivad sigida kogu aasta kestel. S i g i v u s o n v ä i k e: poegi on tavaliselt üks ja need sünnivad abitutena.

Primaatide etoloogiliseks omapäraks on nende s e l t s i n g u l i n e e l u v i i s: tavaliselt elavad nad karjadena.

Esikloomalised näivad olevat putukatoidulistest eraldunud juba tertsiaaris. Eotseenist saadik on alamad primaadid võrdlemisi vähe muutunud. Kõrgemad primaadid eristusid hiljem, kuid on läbi teinud kiire ja ulatusliku evolutsiooniprotsessi. Juba tertsiaari algul olid primaadid eristunud kolmeks rühmaks: poolahvilised, kannalised ja ahvilised.

Poolahvilised on pika karvase saba ja pika peaga («rebase peaga») väikesed kuni keskmise suurusega primitiivsed primaadid (266. joon.) Karvkate on tihe ja paks ning esineb ka näopiirkonnas. Silmad on võrdlemisi suured ja poolviltu külgedele suunatud. Tagajäsemed on pikemad kui eesjäsemed. Pöial tugevasti arenenud, 4. varvas kõige pikem, 2. õige lühike või puudub hoopis. Varbapäkad pehmed ja laiad, millele vastavalt küüned on tugevasti arenenud ja laiad. Tagajalgade teine varvas kannab küünist ja seda kasutatakse karvkatte puhastamiseks.

Koljus äratab tähelepanu näokolju tugev areng. Orbiidid on oimuauguga ühenduses (nn. lahtised orbiidid). Trummiluu on alles rõngalaadne ja alamatel vormidel ta ei võta veel osa oimuluu kujunemisest. Sisemine unearter siirdub koljuõõnde kaljuluust tagapool. Alalõualuud ei ole veel isekeskis luuliselt liitunud (peale väheste erandite).



266. joon. Poolahvilisi ja kannalisi. 1 — aieahv, 2 — kirjuleemur, 3 — tontkandlane, 4 — sireloori.

Ülalõua lõikehambad on väikesed ja keskmiste lõikehammaste vahel leiame vahe — tunnus, mis iseloomustab ka putukatoidulisi ja käsitiivalisi. Alumised lõikehambad koos samalaadsete silmahammastega suunduvad ette (on prokliinsed) ja neid kasutatakse karvkatte puhastamiseks.

Otsaju poolkerade mantel on alles kaunis nõrgalt arenenud. Ninakarbikuid on 4 või 5. Silma võrkkestas ei ole kollatähn veel tekkinud. Päeval magavad puuõõntes, öösiti peavad jahti putukatele ja väiksematele lindudele. Söövad ka pungi ja puuvilju.

Esimesed tõelised poolahvilised on teada Euroopa ja Põhja-Ameerika paleotseenist. Kliima muutudes, eotseeni lõpul, kaovad nad järsku põhjapoolkeralt. Nende hilisemaid jäänuseid on leitud Vana Maailma troopilistelt aladelt.

Retsentsed poolahvilised on levinud peamiselt Madagaskaril, kus nad moodustavad umbes poole sealsetest imetajatest. Madagaskar eraldus mandrist võrdlemisi varakult ja et siin oli vähe kiskjalisi, siis on algelised primaadid saarel säilinud tänapäevani. Muist poolahvilisi on levinud Aafrika mandril (Saharast lõuna pool), Lõuna-Indias ja Tseilonil. 35 liiki.

Kõige vanapärasemad ja ühtlasi ka kõige eripärasemad poolahvilised on **tupaialased** (*Tupaiidae*). Need on oravalaadsed ja -kujulised puu otsas elutsevad loomad Indo-Malai alamregioonis. 18 liiki. Tavalisemaks liigiks on **taana** (*Tupaia tana*).

Kuni viimase ajani arvati tupaialased putukatoiduliste seltsi. Tõepoolest, oma haabituselt, hammastiku laadilt, näokolju ehituselt jne. on nad ehtsad putukatoidulised. Et aga nende sarnakaar on hästi arenenud, silmakoopad tagant suletud, peaaju suhteliselt suur ja et nende östraaltsükkel sarnaneb esikloomaliste omaga, siis paigutavad mitmed teadlased nad poolahviliste alamseltsi.

Tõelised ürgsed ja fülogeneetiliselt vanad poolahvilised on **leemurlased** (*Lemuridae*). Need on kassilaadsed väledad päevaloomad Madagaskari ürgmetsades. Toituvad nii puuviljadest kui ka putukatest. Elavad karjadena. 16 liiki. **Kassleemur** (*Lemur catta*) Edela-Madagaskarilt on oma saleduse ja vöödilise saba tõttu üks ilusamaid liike. Must-valge **kirjuleemur** (*L. variegatus*), üle 1 m pikk, on oma perekonna suurim esindaja (266. joon.).

Aielaste (*Daubentoniidae*) sugukonnast on säilinud üksainus, kuid haruldaselt omapärane perekond ühe liigiga — **aie** (*Daubentónia madagascariénsis*). See on väikese kassi suurune ööloom. Varbad pikad ja peenikesed, küüs esineb ainult suurvarbal, teistel varvastel leiame küünised. Kummagi lõualuu kummaski pooles on üksainus juurteta lõikehammas, mida loom kasutab närimiseks, puukoore alt putukate kättesaamiseks jne. Silmahambad puuduvad.

Loorilased (*Lorisidae*) on kõrgemal arengutasemel olevad poolahvilised. Saba on neil lühike või puudub. Näokolju on lühenenud, ajukolju võrdlemisi kõrge, silmad suunatud ettepoole, eespuriham-

maste arv on taandunud kahele, trummiluu on kaljuluuga liitunud. Liiguvad väga aeglaselt, meenutades ses suhtes laisiklasi. Levinud Aafrikas ja Lõuna-Aasias. 11 liiki. Aafrika vormidest on tuntuim **poto** (*Perodicticus potto*), Lõuna-Aasia omadest **sireloori** (*Loris tardigrádus*).

Galaagolased (*Galágidae*) on väikesevõitu, tiheda paksu karvaga, suurte kõrvalestadega ja pika sabaga väga elavad hüppajad loomad. Vastavalt sellele on neil tagajäsemed (eriti kannaosas) pikemad kui eesjäsemed. Aafrika troopilistes metsades. 6 liiki.

KANNALISTE ALAMSELTS (*TARSIOIDEA*)

Kannalised on väikesed dendrobiondid (266. joon.). Pea suur ja ümmargune, määratu suurte ettesuunduvate silmadega ning suurte paljaste kõrvalestadega. Tagajäsemed on kohastunud hüppamiseks. Sääre luud on osaliselt liitunud — ainulaadne nähtus primaatidel. Tagajäse on muutunud n.-ö. kolmehoovaliseks: kanna luud — kandluu ja lodiluu — on pikenenud. Selline kanna pikenemine on tingitud nähtavasti sellest, et suurvarvas on siin vastastatav, ja kui põialuud oleksid pikenenud, siis oleks jalg kaotanud oma haardevõime. Varbapäkad on suhteliselt laiad, ketasjad ja neid kasutatakse iminappadena.

Näokolju on väga lühike. Orbiidid on suured ja oimuaugust peaaegu täielikult eraldunud. Ninakarbikuid on kõigest 3. Sisemine unearter siirdub koljuõõnde kaljuluust eespool. Alalõualuud liituvad. Kõik need tunnused on omased ka ahvilistele.

Ühtlasi on kannalistel veel poolahvilistega mõningaid ühiseid tunnuseid: nende nägu on karvane, otsaju on madalal arengutasemel, silmade võrkkestas puudub alles kollatähn jne. Kannalised on seega omapärased vahevormid alamate ja kõrgemate primaatide vahel. Nad on tüüpilised ööloomad. Toituvad peamiselt putukatest ja teistest väiksematest loomadest.

Esimesed kannalised on teada juba paleotseenist (Põhja-Ameerikast). Retsentsed kannalised kuuluvad kõik **kandlaste** (*Tarsiidae*) sugukonda. Selles on üks perekond kolme liigiga. Need on levinud Filipiinidel ja Malai saarestiku lääneosas. Tuntuim liik on **tontkandlane** (*Tarsius spectrum*).

AHVILISTE ALAMSELTS (*SIMIOIDEA*)

Ahvilised on esikloomaliste kõige liigirikkam ja kõige kõrgemini organiseeritud alamselts. Kooskõlas nende väleda liikumisega puude otsas on nad haabituselt enamasti saledad. Suuruselt väga varieeruvad: kääbus-küünisahv on roti suurune, gorilla aga üle 2 m kõrge. Vaatamata oma mitmekesisusele meenutavad väga

paljud neist inimest, mistõttu neid sageli nimetatakse ka inimlaadseteks ahvideks (*Anthropoidea*).

Jäsemed on hästi arenenud, enamikul on ees- ja tagajäsemed enam-vähem võrdse pikkusega. Varbad on enamikul küüntega. Karvkate on ahvilistel üldiselt hästi arenenud. Mõnedel vormidel on karvad paiguti niivõrd tugevasti arenenud, et moodustavad laka, habeme, kõrvatutid jne. Nägu on tavaliselt paljas. Paljudel Vana Maailma ahvilistel on päramõhnad — paljad, sarvestunud nahaga kaetud kohad tuharatel, millele loomad toetuvad istudes. Sageli on päramõhnad ereda värvusega. Et ahvilised on päevaloomad, on neil silmad suhteliselt väiksemad kui poolahvilistel, kuid nägemine on binokulaarne.

Otsaju tugevast kasvust tingituna on ahviliste ajukolju tavaliselt suurem kui näokolju. Kuklapõndad nihkuvad kolju alla. Orbiidid on kinnised (oimuaugust eraldatud). Kõrgemate ahviliste koljul (eriti isasloomadel) leiame sagitaalse luuharja tugevate mälumislihaste kinnitumiseks. Alalõualuud on luuliselt liitunud: Trummiluu liitub kaljuluule. Sisemine unearter läheb koljuõõnde kuulmekihnust eespool.

Ahviliste peaaju iseloomustavad suured mõõtmed ja otsaju poolkerade pinna lõhestumine. Haisteaju on seejuures võrdlemisi nõrgalt arenenud. Ninakarbikuid on kõigest 3. Silmamuna võrkkestas on kollatähn — kõige täiuslikum värvuste nägemise piirkond. Kooskõlas otsaju tugeva arenguga saavutab ahviliste kõrgem närvitalitlus oma maksimaalse taseme. Teatavates tingimustes võivad kõrgemad ahvilised õppida isegi mitmesuguseid esemeid tööriistadena kasutama. Niisuguse käitumise sugemeid leiame juba ka looduslikes tingimustes: paavianid ja makaagid pilluvad kive, karbusahvid purustavad kivide abil pähklikoori jne.

Lõikehambaid on ahvilistel kummaski lõualuus kummalgi pool kaks ja need asetsevad (vähesed erandid välja arvatud) vertikaalselt. Silmahambad on tugevasti arenenud. Kõris on kõritaskud (peale väheste erandite), mis talitlevad hääleresonaatoritena. Poegi on tavaliselt üks ja see on sündides abitu.

Enamik ahvilisi elutseb metsades puu otsas ja on põhiliselt ronijad. Tugev on ahviliste instinkt koonduda seltsinguteks. Enamik neist on omnivoorid.

Esimesed ahvilised on teada Põhja-Ameerikast (eotseenist). Kahtlemata on nad oma eellastest eraldunud juba hoopis varem. Nad on praegu ja on alati olnud soojalembesed, mistõttu nad minevikus olid laialt levinud, praegu aga elutsevad peamiselt Lõuna-Ameerika, Aasia ning Aafrika troopilistel aladel.

Ahvilised jagunevad kahte rühma: laianinalised ja kitsaninalised.

Laianinaliste sektsioon (*Platyrrhini*)

Laianinalised ahvilised on primitiivsemad kui kitsaninalised. Nad on alles võrdlemisi väikesed, pikasabalised loomad. Pöial ei ole neil veel kuigi hästi vastastatav. Ninasõõrmed on teineteisest laia vaheseinaga eraldatud ja seetõttu külgedele suunatud. Orbiidi ja oimuaugu vahelises vaheseinas leiame veel kaunis suure mulgu. Kõik kolm eespurihammast on säilinud.

Eluviisilt on kõik laianinalised arborikoolid. Puudelt laskuvad alla, pea ees.

Laianinalised elutsevad ainult Lõuna- ja Kesk-Ameerikas ja ainult sealt on pärit ka nende paleontoloogilised leiud. Kannavad seetõttu ka Uue Maailma ahvide nime. Kaks sugukonda.

Küünisahvlased (*Hapálidae*) on väikesevõitu, tiheda karvkattega, pika ja karvase sabaga, oravaid meenutavad ahvilised. Var-



267. joon. Ahvilisi: 1 — küünisahv, 2 — magot, 3 — möiraahv, 4 — pabuiin, 5 — diaanapärdik, 6 — ämmalahv.

bad (välja arvatud suurvarvas) on küünistega. Lõikehambad ja alumine silmahammas on prokliinsed. Sünnitavad kuni 3 poega, mida võib iseloomustada kui vanapärast nähtust. Progressiivseks tunnuseks on tagapurihammaste arvu vähenemine kahele, mis on ainulaadne nähtus kogu esikloomaliste peres. Umbes 33 liiki. Levinud Lõuna-Ameerikas. Sugukonna vormidest kõige tuntumad on **küünisahvid** (*Hapále*) — pika siidja karvaga, suure kõrvatutiga loomad (267. joon.). Teoreetilist huvi pakub **goeldi küünisahv** (*Gallimico goeldii*). See on vahevorm küünisahvlaste ja karbusahvlaste vahel: jäsemed meenutavad küünisahvlaste omi, kolju ja hambad aga karbusahvlasi.

Karbusahvlased (*Cébidae*) on üldiselt suuremad kui küünisahvlased. Paljud ereda värvusega. Varvastel küüned. Enamikul karbusahvlastel haardsaba — ainulaadne nähtus primaatide seas. Liigirikas rühm. Levinud Lõuna- ja Kesk-Ameerikas.

Saakid (*Pithecia*) on võrdlemisi väikesed, pika hõreda karvkattega, lühikesevõitu sabaga karbusahvlased. Mõnedel on habe ja «põskhabe». **Karbusahvid** (*Cebus*) on oma nimetuse saanud pea karbuselaadse karvkatte järgi. Väga intelligentsed ja uudishimulikud. **Möiraahvid** (*Alouatta*) on kõige suuremad laianinalised. Nende kõri kilpkõhr on suurenenud ja nende keeleluu on põisjalt suureks ning õõnsaks muutunud, kujunedes luuliseks resonaatoriks, mistõttu nad väga tugevasti häälitsevad. **Ämmalahvide** (*Ateles*) omapärasuseks on suhteliselt pikad sihvakad eesjäsemed ja väga pikk haardsaba (267. joon.).

Kitsaninaliste sektsioon (*Catarrhini*)

Kitsaninalised ahvilised on üldiselt suured loomad. Nende ninasõõrmete vahesein on kitsas (õhuke) ja ninaavad seetõttu suunatud ette ning alla. Küüned on kõikidel varvastel. Põial ja suurvarvas on alati hästi vastastatavad. Saba paljudel lühike või puudub hoopis. Orbiidi ja oimuaugu vahesein peaaegu täielik. Eespurihammaste arv on redutseerunud kahele, tagapurihambaid on kolm.

Osa kitsaninalisi on dendrobiondid, osa on sekundaarselt üle läinud maapinnal elamisele. Kitsaninaliste kõige ürgsemad eellased on leitud Egiptuse oligotseenist. Retsentsed vormid on levinud Aafrikas ja Aasias, ühe liigi levila ulatub ka Euroopasse. Oma geograafilise leviku tõttu kannavad kitsaninalised ka Vana Maailma ahvide nimetust.

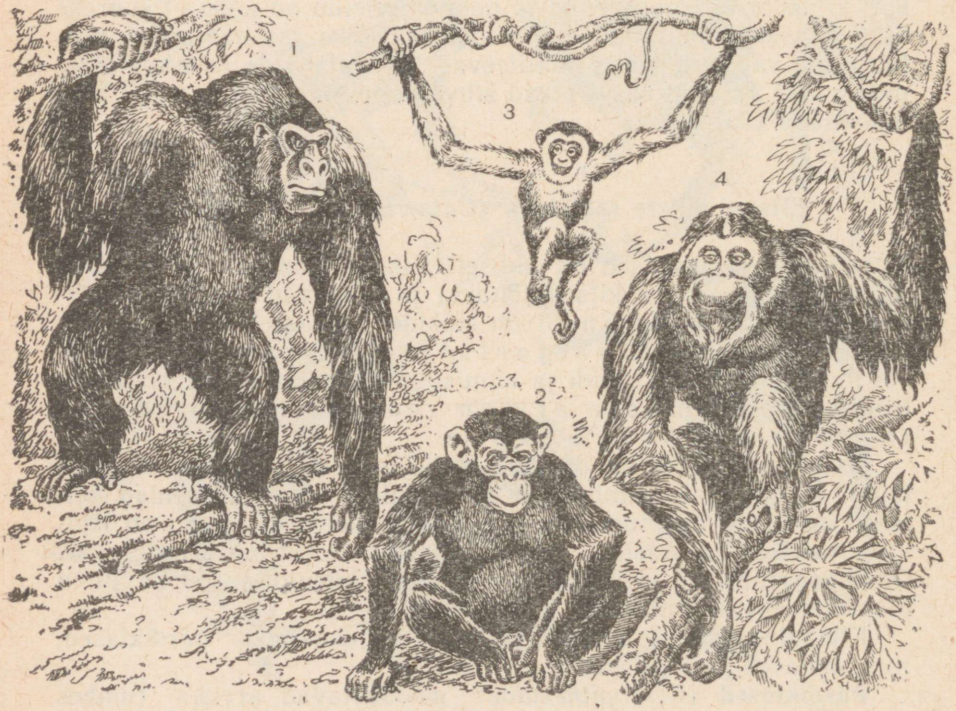
Kitsaninalised jagunevad kolmeks sugukonnaks: pärdiklased, inimahvlased ja inimlased.

Pärdiklased (*Cercopithécidae*) moodustavad arvuka (umbes 170 liiki) ja laia levikuga sugukonna. Saba on pikk, kuid mõnedel (ülekaalukalt maapinnal tegutsevatel vormidel) on ta taandare-

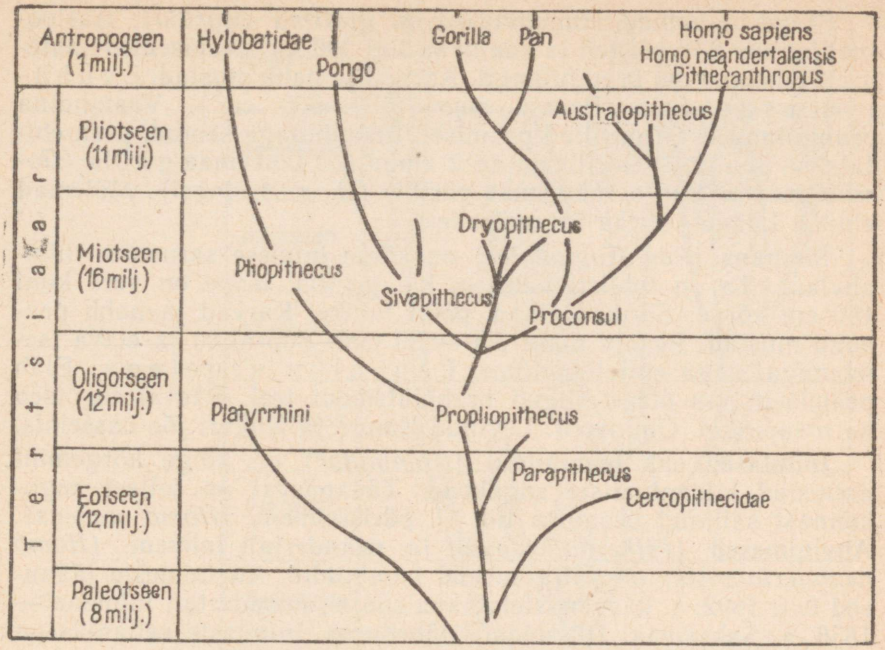
nenud või puudub. Karvkate paljudel ereda värvusega. Karakteerseteks tunnusteks on põsetaskud (mis esinevad enamikul) ja päramõhnad.

Enamik Aafrikas levinud pärdiklaste liike kuulub **pärdikute** (*Cercopithécus*) perekonda. Nendest on tuntumad **rohepärdik** (*C. aethiops*) ja **diaanapärdik** (*C. diana*). Laialt on levinud Aafrikas **paavianid** (*Papio*). **Pabuiin** (*P. cynocéphalus*) on tavaline liik Ida-Aafrikas, **mantelpaavian** ehk hamadrill (*P. hamadryas*) — Araabia poolsaarel, Etioopias, Sudaanis. Viimast pidasid egiptlased pühaks loomaks. **Mandrillide** (*Mandrillus*) karakteerseteks tunnusteks on kurrulised ja värvilised põsemõhnad. Enamik **makaake** (*Macaca*) on levinud Aasias, üks liik, **magot** (*M. sylvanus*) — Põhja-Aafrikas ja Gibraltaril. Väga tuntud on **reesusmakaak** ehk **reesus** (*M. mulatta*), keda kasutatakse katseloomana.

Inimahvlased (*Póngidae*) on inimesele kõige sarnasemad ja fülogeneetiliselt kõige lähedasemad. Kirjanduses tuntakse neid ka inimkujuliste ehk antropomorfide nime all. Nad on



268. joon. Inimahvlasi. 1 — gorilla, 2 — šimpans, 3 — gibon, 4 — orangutang.



269. joon. Inimlaste ja inimahvlaste sugupuu.

üldiselt suuremad kui pärdiklased, eesjäsemed on märksa pikemad kui tagajäsemed, neil puudub saba, puuduvad põsetaskud ja neil puuduvad ka päramõhnad (välja arvatud gibonid, kel need on nõrgal kujul säilinud) (268. joon.).

Fülogeneetiliselt kõige vanemateks inimahvlasteks on **gibonid** (*Hylóbates*) ja **siamang** (*Symphalangus*). Need on veidi alla meetri pikad, sihvakad, väga pikkade eesjäsemetega. Viimaste abil v i b u t a v a d nad end puult puule, tehes väga pikki hüppeid. Niisugust liikumisviisi nimetatakse b r a h h i a t s i o o n i k s. Tänu sellele liikumisviisile on gibonite keha peaaegu alati püstises asendis, isegi maal kõndimisel. Gibonid on levinud Indo-Hiinas, Hainanil, Sumatral, Jaaval, Kalimantanil ja Sulul, siamang — Sumatral.

Gibonitest ja siamangist veidi kõrgemal arenguastmel on **orangutang** (*Pongo pygmaeus*) — Kalimantani (Borneo) ja Sumatra soiste põlismetsade elanik. Isane kuni 150 cm kõrge, emane märksa väiksem. Karvad pikad ja tihedad, punakaspruunid. Nägu ja silmad väikesed ning lähestikku, laubaluu umbne (urgeteta nagu gibonitelgi). Kiiru- ja kuklaluul tugev sagitaalne luuhari (tugevate mälumislihaste kinnitumiseks). Peaaju võrdlemisi suur (300—500 cm^3).

Kõige suuremad inimahvlased on **gorillad** (*Gorilla*): isasloomad on üle 2 m kõrged ja kaaluvad ligi 300 kg. Eesjäsemed suhteliselt lühemad kui orangutangil. Karvad ja nahk mustad. Laubaluu urgetega. Peaaju suur (400—600 cm^3). Vastandina orangutangile on gorillad peamiselt maapinnaga seotud, pesa ehitatakse puu otsa. Gorillasid on 2 alamliiki: **lauskmaa-gorilla** (*Gorilla g. gorilla*) ja **mägismaa-gorilla** (*G. g. beringei*). Mõlemad elavad Lääne-Aafrika ürgmetsades.

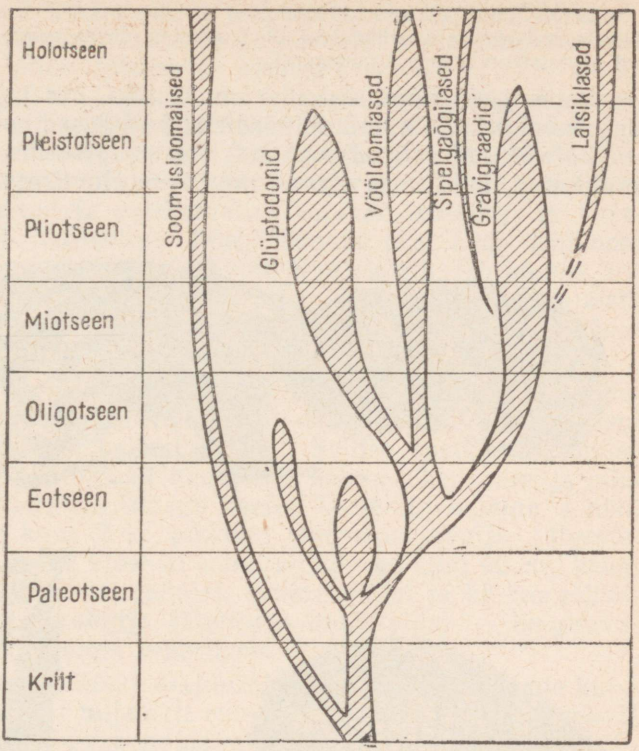
Šimpans (*Pan troglódytes*) on kõige inimese sarnasem inimahvlane. Ta on tublisti väiksem kui gorilla: isane on vaid kuni 150 cm kõrge. Sõrmed pikad, põial lühike. Karvad ja nahk peaaegu mustad. Peaaju maht 350—550 cm^3. Sõbraliku ja elava iseloomuga, väga «intelligentne». Laubaluu urgetega. Elab peamiselt puu otsas, liigub brahhiatsiooni teel. Päeval tegutseb ka maapinnal. Omnivoor. Levinud Kongo ja Niigeri jõe basseinis.

Inimlased ehk **hominiidid** (*Hominidae*) on kõige kõrgemini arenenud kitsaninaliste sugukond. Tänapäeval on sellest sugukonnast säilinud üksainus liik — **pärisinimene** (*Homo sapiens*). **Ahvinimesed** (*Pithecánthropus*) ja **neandertali inimene** (*Homo neandertalensis*) on välja surnud hominiidid. Ahvinimeste jäänused leiti 1892. a. kaevamistel Jaava saarel, neandertali inimene — 1856. a. Saksamaal Düsseldorfi läheduses. Inimlaste eellaseks on tõenäoliselt *Proconsul* (Aafrikast), kes neid seob ka inimahvlastega (269. joon.).

1) Millised retsentsed putukatoidulised sarnanevad primaatidega kõige enam ja mille poolest? 2) Millega seletada rangluu säilimist primaatidel? 3) Gibonitel on põial väga nõrgalt arenenud; millega seda seletada? 4) Millele osutab laubaurke puudumine või selle olemasolu (teke) inimahvlastel?

NAPIHAMBULISTE SELTS (*EDENTATA*)

Napihambulised (edentaadid) on välimuselt väga erisugused eluks maapinnal ja puu otsas kohastunud ning ainult Lõuna- ja Kesk-Ameerikas levinud taime- ning putukatoidulised loomad. Nende üheks kõige omapärasemaks tunnuseks on nimmelülidel ja tagumistel rinnalülidel esinevad lisa-liigesejätked, nii et need selgroolülid on kummalgi pool kahe liigese varal ühenduses. Seetõttu nimetatakse napihambulisi ka võõrikliigeselisteks (*Xenarthra*). Kaelalülide arv varieerub 6-st 10-ni; mõnedel võivad aga kaelalülid isekeskis ka liituda. Kaarnaluu on hästi arenenud ja liitub abaluuga alles täiskasvanutel kõrges vanuses. Rangluu on säilinud. Jäsemete luud on lühikesed, kuid massiivsed, varbad on väga tugevate küünistega. Hambad on sekundaarselt homodontsed, juurteta ja emailita. Enamikul puuduvad lõikehambad ja mõnel liigil on hambad täiesti kadunud. Nahas võivad esineda



270. joon. Napihambuliste sugupuu.

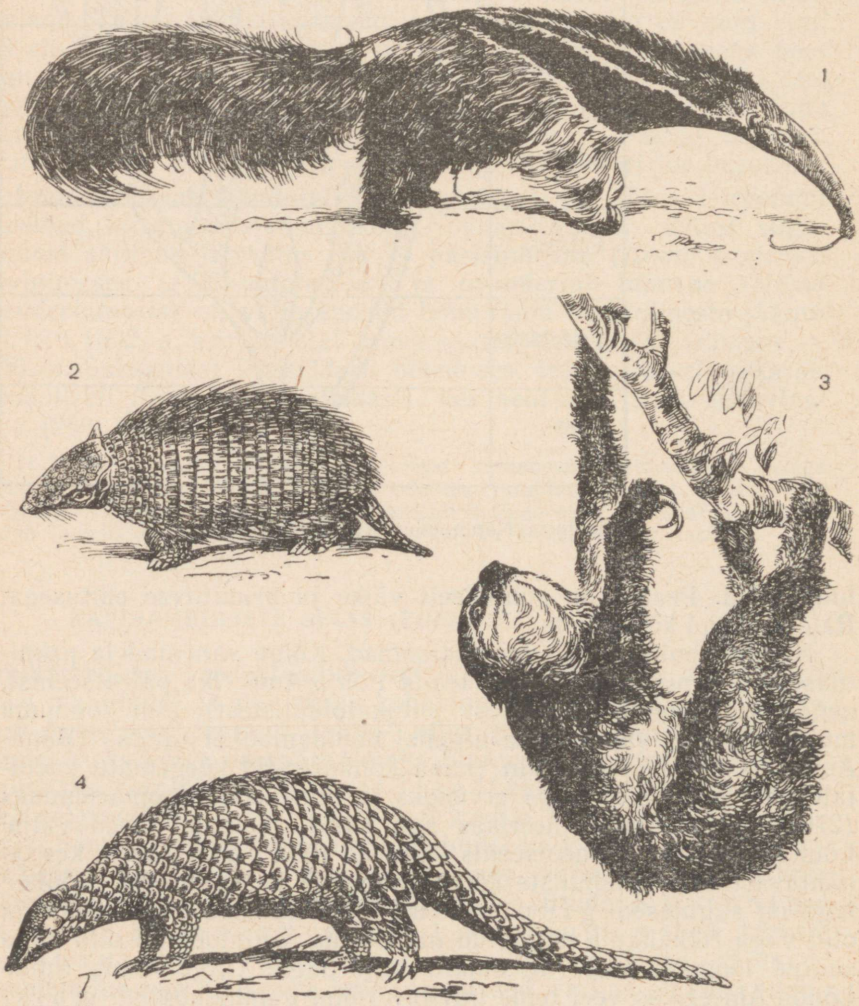
luuplaadid. Peaaju on suhteliselt väike ja primitiivse ehitusega. Raiad jäävad kõhuõõnde.

Napihambulised on minevikuloomad. Kõige vanemad ja primitiivsemad napihambulised on teada Põhja-Ameerika paleotseenist, nende kujunemine (ürgsetest putukatoidulistest) pidi toimuma muidugi veelgi varem. Osa algelisi napihambulisi rändas Lõuna-Ameerikasse ja arenes siin (kuna konkurendid kõrgemate imetajate näol puudusid) väga arvukaks ja liigirikkaks loomarühmaks (270. joon.). Põhja-Ameerikas aga surid napihambulised välja. Lõuna-Ameerika ülemeotseenis leiduvad juba v ö ö l a s e d, kes on nähtavasti napihambuliste kõige vanem ja kesksem tüvi. Vöölastega on sugulased g l ü p t o d o n i d, kes ilmusid oligotseenis ja olid väga rikkalikult esindatud miotseenis. Glüptodonid olid väga suured loomad, suure liikumatu seljarüüga. Oligotseenis ilmub Lõuna-Ameerikas veel teine huvitav rühm napihambulisi: m a i s m a a l a i s i k l a s e d (gravigraadid). Need kujunesid peagi hiidvormideks. Nende hulgast näiteks *Megatherium*'id olid elevandi suurused (5,5 m pikad).

Lõuna-Ameerika suured fossiilsed napihambulised avastas Ch. Darwin. Nende materjalide analüüsimine oli teatavasti üheks peamiseks tõukeks Darwinil evolutsiooniteooria kujunemisel.

Retsentseid napihambulisi on 32 liiki, kes jagunevad kolmeks sugukonnaks. Kõik nad on võrdlemisi väikesed vormid (271. joon.).

Laisiklased (*Bradypódidae*) on miotseenis gravigraadidest eraldunud, puu otsas elavad ning öise eluviisiga napihambulised.



271. joon. Napihambulisi ja soomusloomalisi. 1 — suur-sipelgaõgija, 2 — keravöölane, 3 — kaksvarvas-laisik, 4 — pangoliin.

Iseloomulik on neil *värvaste* (*sõrmede*) *arvu vähenemine* kahe või kolmeni, randme ja kämbla luude ning osal ka kanna ja pöia luude liitumine, võimsate *konksjate küünistе* teke. Viimaste varal ripuvad loomad okstel, selg allapoole. Liiguvad väga aeglaselt: lihaste kokkutõmbumine toimub kaks ja lõtvumine viis korda aeglasemalt kui kassil. Karvad pikad, heinjad, karvades kasvab tavaliselt rohkesti rohevetikaid, mistõttu loom on maskeeritud ja märkamatu. Toituvad lehtedest ja viljadest. Magu on kolmeosaline. Poegi sünnib üks, keda emaloom rinnal kaasas kannab. 7 liiki. **Kolmvarvas-laisik** (*Brádypus tridáctylus*) on levinud Brasiilias; 50 cm pikk. **Kaksvarvas-laisik** (*Choloepus didactylus*) — Põhja-Brasiilias, Guajanas, Surinamis — on eelmisest pikem.

Sipelgaõgilased (*Myrmecophágidae*) põlvnevad nagu laisiklasedki, gravigraadidest, kuid eraldusid neist varem ja kohastusid toitumiseks sipelgatest ja termiitidest. Sellise spetsialiseerumise tulemuseks on neil hammaste kadumine, koonu pikenemine ja pika väljasirutatava, kleepuva limaga kaetud keele kujunemine. 4 liiki. Suurim neist on kuni 2 m pikkune **suur-sipelgaõgija** (*Myrmecóphaga jubata*). Tema koheval sabal on karvad kuni 40 cm, kehal 20 cm pikad. Tegutseb maapinnal, avamaastikul ja ka troopilises metsas. **Kääbus-sipelgaõgija** (*Cyclopes didáctylus*) — on oravasuurune pika haardsabaga arborikool.

Vöölased (*Dasypódidae*) eraldusid eelmiste sugukondade kujunemisele viinud tüvest hiljemalt eotseenis ja arenesid paralleelselt glüptodonidega. Kaitsevahendina on neil kujunenud *sarvkilbistest rüü*, mis on liigendunud pea-, õla- ja vaagnakilbiks. Kilpide vahekohale jäävad liikuvate kilbiste vööd. Sarvkilbiste all leiame neile vastavad luukilbised. Et kõhupool on kaetud tavalise karvadega nahaga, võivad vöölased siili kombel kokku rulluda. Ohu korral kaevuvad nad ka kiiresti maasse. Real vöölastel esineb **polüembrüoonia**: sügoot jaguneb kuni 12 osaks ja igast osast areneb loode, kusjuures kõik looted on üht ja sama sugu. Toituvad põhiliselt selgrootuist, vähemal määral ka kahepaikseist, roomajaist ja taimedest. 21 liiki. Suurim neist on kuni meetrise keha ja poolemeetrise sabaga **hiidvöölane** (*Priodontes giganteus*). Väikseim vöölane on Argentiinas elutsev kuni 13 cm pikkune **väikevöölane** (*Chlamydóphorus truncatus*).

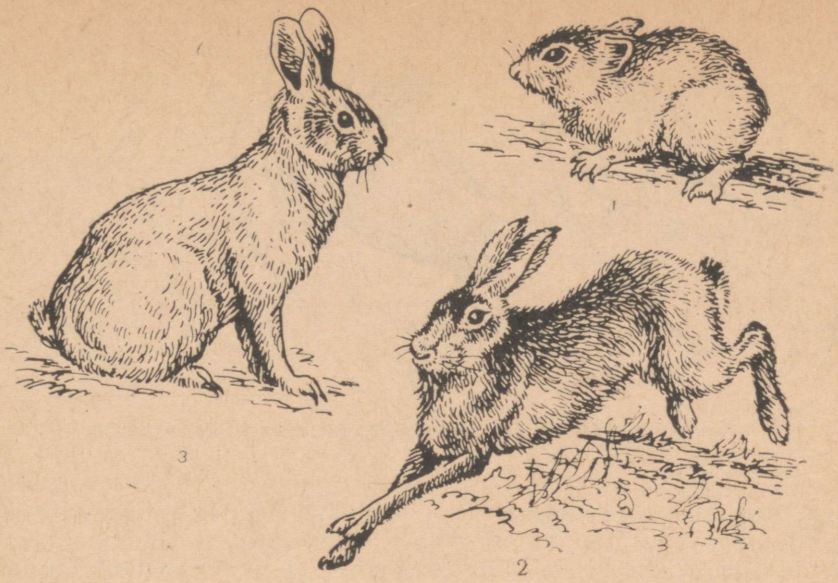
1) Miks glüptodonid ja gravigraadid välja surid, laisiklased ja sipelgaõgilased aga säilisid? 2) Milliseid ühiseid jooni on sipelgaõgilastel kukkurkärplaste mõnede liikidega? 3) Millise kohastumusliku tähtsusega on laisiklaste aeglus? 4) Miks on polüembrüoonia korral kõik looted (pojad) üht ja sama sugu?

Soomusloomalised on keskmise suurusega sisalikulaadse haabitusega vormid, kelle keha on kaetud kuusekäbi «soomuseid» meenutavate rombjate sarvainest soomustega (kilbistega). Seoses spetsialiseerumisega sipelgatest toitumiseks on neil hambad kadunud, koon pikk ja peenike, keel kaugele väljasirutatav. Hammaste puudumist kompenseerib mälumismagu: mao püloorilise osa limaskest eritab sarvainest hambulisi «raspleid», mao lihaskest on väga paks ja töötab nagu lindudelgi. Allaneelatud kivikesed ja liivaterad tõhustavad putukate purustamist veelgi. Silmad on soomusloomalistel redutseerunud, meeltest haistmine kõige paremini arenenud. Jäsemed on viievarbalised, kuid eesjäsemetel talitlevad ainult kolm tugevate küünistega varvast. Real arborikoolsetel vormidel on haardsaba. Kõik nad on ööloomad. Eesjäsemete abil kaevavad urge. Jooksevad kiiresti, sageli liiguvad ainult tagajalgadel, toetudes sabale. Poegi on üks.

Kaasajani säilinud **soomusloomlaste** (*Mánidae*) sugukonnas on üks perekond 7 liigiga, kellest 4 liiki on levinud troopilises Aafrikas, 3 liiki aga orientaalses valdkonnas. Ligi 120 cm pikkune **pangoliin** (*Manis pentadáctyla*) ehk «maakrokodill» (271. joon.) on üks Lõuna-Aasia mägiste alade karakterloomadest. Kaevab 2—4 m sügavusi urge, kuhu ka ehitab pesa. Ida-Aafrika savannides elutseb 1,5 m pikkune **rohtla-soomusloom** (*M. temminckii*).

JÄNESELISTE SELTS (*LAGOMORPHA*)

Jäneselised on üldiselt väikesevõitu tallulkõndijad loomad. Saba lühike või puudub, ülamokk lõhestunud. Eesjäsemed ei ole kohastunud toidupalade kinnihoidmiseks. Tagajäsemetes sääre- ja pindluu enam kui pooles ulatuses liitunud, suurvarvas puudub. Hambaid on jäneselistel rohkem kui närilistel. Lõikehambaid on alalõualuus 2, ülalõualuus 4, kusjuures viimastest on kaks väikesed ja asuvad suuremate eespool olevate lõikehammaste taga. Lõikehammaste tagumisel pinnal on emailikiht õhem kui eesmisel. Silmahambad puuduvad, nii et lõike- ja eespurihammaste vahele jääb lünk — hambalaie (diasteem). Ülalõualuus on kummalgi pool 3 ees- ja 2 või 3 tagapurihammast, alalõualuus 2 ees- ja 3 tagapurihammast. Hambad on (nagu närilistelgi) juurteta. Närimisel liigub alalõug külje suunas, millele vastavalt liigeselohk on lai. Alalõualuud on ees tugevasti liitunud ja alalõua ristilihas (mis iseloomustab närilisi) puudub. Iseloomulikuks tunnuseks on ülalõualuu välispinna mulgustus. Magu on lihtne, kuid umbsool on väga tugevasti arenenud ja iseloomuliku «keeritskur-



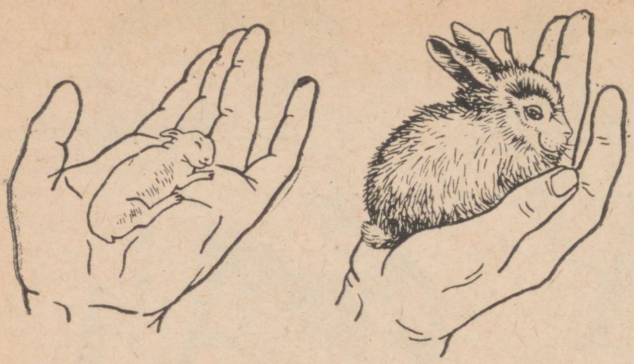
272. joon. Jäneselisi. 1 — leet-viiksjänes, 2 — halljänes, 3 — sooküülik.

ruga». Umbsooles toimub taimerakkude kestade (tselluloosi) lagundamine mikroorganismide tegevusel. Seedimise omapäraks on siin ka koprofaagia: öösised pehmed väljaheited (pabulad) neelatakse taas makku, kust nad peagi umbsoolde siirduvad. Sellega aidatakse kaasa tselluloosi lõhustamisele kogu seedekulgla ulatuses ja võimaldatakse organismil omastada umbsoole mikroorganismide elutegevusel tekkinud B_{12}-vitamiini. Koprofaagiat on muide täheldatud ka kopral. Sugutiluu puudub.

Eluviisilt ja toitumiselt sarnanevad närilistega. Olles taimetoidulised, tekitavad nad paiguti märgatavat kahju. Elutsevad kõige erinevamates maastikes ja kõigis kliimavöötmetes; nende levila hõlmab kõiki maailmajagusid, nad puuduvad vaid Lõuna-Ameerika lõunaosas, Madagaskaril ning algselt ka Austraalias ja Uus-Meremaal. Kaks sugukonda. 66 liiki.

Et jäneselised sarnanevad mitmeti närilistega, siis arvati neid kuni viimase ajani näriliste seltsi kaksihambuliste alamseltsi, vastandina tüüpilistele närilistele ehk üksi-eeshambulistele. Kuna nad aga närilistest eraldusid juba paleotseeni lõpul ja et jäneseliste ja näriliste vahel vahevormid puuduvad, siis on nad ilmselt eraldi närilistest tekkinud ja neid on õigem käsitleda iseseisva seltsina.

Viiksjäneslased (*Ochotónidae*) on väikesed, peaaegu sabata ja lühikeste ümarate kõrvalestadega loomad. Jäsemed lühikesed, kusjuures tagajäsemed on peaaegu niisama pikad kui eesjäsemed. Rangluu hästi arenenud. Peidulise eluvii-



273. joon. Küüliku (vasakul) ja valgejänese (paremal) päevavanused pojad.

siga, varjavad end urgudes või kaljulõhedes. Talveks koguvad endale toiduvarusid kuivanud rohu (heinte) kujul ja peidavad need kivide alla. Häälitsus on läbilõikav vile. 14 liiki. Levinud Euraasia idaosas ja Põhja-Ameerika lääneosas. **Leet-viiksjänes** (*Ochotona rufescens*) on levinud Turkmeenia lõunaosa mäestikes, alates 2000 m kõrguselt (272. joon.).

Jäneslasi (*Lepóridae*) iseloomustavad pikad kõrvalestad, lühike saba ja pikad tagajäsemed. Liiguvad kiirete hüpetega. Rangluu mandunud. On tähtsad karusloomad, andes peale karusnaha ja vildi tooraine ka liha. Et nad on mitmete kiskjaliste põhilised toiduobjektid, siis on kiskjalised peamised jäneslaste arvukuse muutuste põhjustajad. See tingib kiskja ning saaklooma arvukuse kõikumiste seaduspärasuse. 52 liiki, nendest Nõukogude Liidus 5 liiki. Kesk-Euroopa päritoluga **halljänes** (*Lepus europaeus*) 272. joon.) on meil avamaastike asukas. Viimase poolteise sajandi jooksul on levinud ida suunas üle 1000 km. Poegib 2 või 3 korda aastas, pesakonnas 2—5 poega. Kandeaeg 50 päeva. Pojad sünnivad liikumisvõimelistena nagu valgejäneselgi (273. joon.). Nõukogude Liidus lastakse mõnel aastal kuni 4 miljonit isendit, nendest Eestis 30 000—40 000. **Valgejänes** (*L. timidus*) on põhjapoolsete alade asukas, levinud tundrast kuni segametsadeni. Alpides on säilinud jääaja reliktina. Elab metsades ja rabades. Talveks muutub valgeks. Nõukogude Liidus lastakse kuni 5 miljonit isendit aastas. Kesk-Aasia poolkõrbetes ja kõrbetes on levinud eelmistest liikidest saledam ja pikakõrvalisem **tolai jänes** (*L. tolai*). **Küüliku** (*Oryctólagus cuniculus*) looduslik areaal hõlmab Lääne-Euroopa ja Põhja-Aafrika. Elutseb kolooniatena enda kraabitud urgudes. Poegib 3 või 4 korda aastas, pesakonnas 4—7 pimedat, karvadeta poega (273. joon.). Kandeaeg 31 päeva. Kodustatud küülikutõuge tuntakse üle 50. Huvitavaks näiteks liigi kiire muutumise kohta on 1418. a. Porto-Santo saarele (Madeira saared) viidud küülikute

kääbustumine ja muutumine sel määral, et nad metsiku küülikuga ei anna enam järglasi. Austraaliasse viidud küülikud muutusid seal niivõrd arvukaks, et kujunesid põllunduskahjuriteks ja tõsisteks konkurentideks lammastele. Nende hävitamiseks kasutati isegi lõhkeaineid, gaase ja nakatamist haigustesse (müksomatoosi). Põhja-Ameerika tuntud jäneslasteks on **sooküülikud** (*Sylvilágus*).

1) Milliste looduslike tingimustega kohastumine on olnud määravaks jäneslaste ja viiksjäneslaste kujunemisel? 2) Mille poolest on jäneslaste ja viiksjäneslaste kaitsekohastumused erinevad? 3) Millega on seletatav viiksjäneslaste lünklik levik? 4) Mis võiks olla halljänese ulatusliku levimise põhjuseks? 5) Millest on tingitud kandeaja erinevus küülikul ja jänestel?

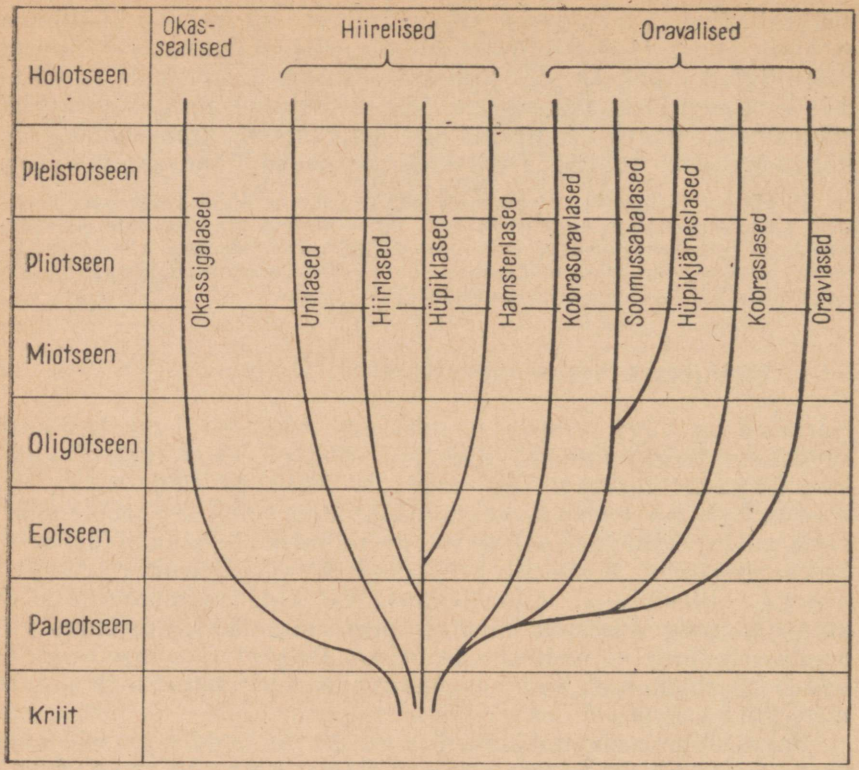
NÄRILISTE SELTS (*RODENTIA*)

Närilised on väga erineva haabitusega väikesed kuni keskmise suurusega taimetoidulised imetajad. Enamik neist on tallulkõndijad, varvastel on tugevad küünised, küünar- ja kodarluu on lahus, võimaldades käpa tallal sissepoole pöörduda, nii et eeskäppi saab kasutada toidupalade kinnihoidmiseks. Jäsemete laadis, vastavalt kohastumisele väga erinevate elupaikadega, valitseb suur mitmekesisus. Karvkate on tavaliselt hästi arenenud ning eristunud alus- ja pealiskarvadeks, kusjuures viimaste erikujuna võivad esineda okkad. Paiguti (peamiselt sabal) leidub ka soomuseid. Osa rasunäärmetest on muutunud haisunäärmeteks.

Seltsi kõige iseloomulikumad tunnused esinevad hammastikus. Lõikehambaid on nii üla- kui ka alalõualuus (kummalgi pool) kaks, nad on juurteta ja kasvavad seega kogu eluaja. Lõikehammaste liigse pikenemise vältimiseks püüavad närilised võimalikult palju närida. Email esineb ainult hamba eesküljel ja et tagapool olev pehmem dentiin kulub kiiremini, säilivad lõikehambad alati teravatena. Silmahambad puuduvad. Ka eespurihambad võivad puududa või neid on ülalõuas (ühel pool) kuni 2 ja alalõuas 1. Seega jääb lõike- ja purihammaste vahele hambalaie (diasteem), mille tõttu purihambad ei takista lõikehammaste tegevust. Et purihammaste mälumispind on seestpoolt väljapoole üles viltu, saab alalõug toidu närimisel liikuda ainult edasi-tagasi.

Närimise kujunemine toidu hankimise ja eeltöötlemise põhiliseks viisiks tingib siin ka mälumislihaste suuruse, tugevate mälumislihaste kinnitamine aga suuremate sarnakaarte kujunemise. Suured lõikehambad tingivad ees-ülalõualuude suurenemise ja korrelatiivselt ka ninaluude pikenemise.

Näriliste peaaju on suhteliselt väike, otsaju poolkerad on tavaliselt siledapinnalised ja ei kata väikeaju. Meeltest on närilistel kõige paremini arenenud kuulmine ja haistmine. Et näriliste toit on kõva ja kuiv, siis on neil süljenäärmed hästi suu-



274. joon. Näriliste sugupuu. (Näidatud on tähtsamad sugukonnad.)

red. Sool on närilistel suhteliselt pikk, umbsool ruumikas. Paljud liigid koguvad toiduvarusid või elavad toiduvaese aja üle suve- või talveunes. Näriliste isaste suguelundites on olemas sugutiluu.

Näriliste evolutsioonis on põhiliseks surevust tinginud teguriks olnud mitte toidupuudus, vaid nende pidev hävitamine lihatoiduliste loomade poolt. Sellises olelusvõitluses olid eelistatud olukorras need populatsioonid, mille isendid olid varase suguküpsusega ja suure sigivusega. Erakordselt suur sigivus ja sellega seotud väga kiired ning ulatuslikud arvukuse muutused on seetõttu närilistele väga iseloomulikud. Ümbruskonna tugev mõju eliminneeriva tegurina viis ka passiivsete kaitsekohastumuste (vastava käitumise, öise eluviisi, urgude ehitamise jne.) kujunemisele ja annab eeliseid ka kõige lihtsamale kaitsevormile — väikesele kasvule.

Närilised on selgroogsetest (sõraliste kõrval) põhilisteks vormideks, kes taimset toitu lihaks ümber muudavad. Seetõttu on

nad biotsönoosides oluliseks lüliks, kelle esinemisest ja arvukusest sõltub paljude teiste liikide olemasolu ja arvukus. Oma elutegevusega mõjutavad nad tunduvalt mullastikku ja taimestikku. Närilised on suure tähtsusega ka inimese elus — nende hulgas on olulisi kahjureid, haiguste levitajaid, kuid ka rohkesti tähtsaid karusloomi.

Närilised on kosmopoliitse levikuga, väga liigirikas rühm: siia kuulub ligi pool kõigist retsentsetest imetajaliikidest (1729 liiki), kes jagunevad 32 sugukonna ja 363 perekonna vahel. Võib arvata, et närilised põlvnevad ürgsetest putukatoidulistest, kellest nad eraldusid juba kriidiajastul või isegi ülemjuuras. Juba üsna varakult kujunes välja kolm põhilist arenemistüve (alamseltsi): oravalised, hiirelised ja okassealised (274. joon.). Alamseltside kõige iseloomulikumaks eraldustunnuseks on mälurlihase erinev paiknevus.

ORAVALISTE ALAMSELTS (*SCIUROMORPHA*)

Oravalised on kõige vanapärasemad närilised (275. joon.). Nende mälurlihas kinnitub kas sarnakaarele või selle pindmine osa ülalõualuule orbiidi ees. Ülalõualuus on paljudel vormidel veel kaks eespurihammast. Rangluu tugevasti arenenud. Pindluu enamasti vaba.

Oravalased (*Sciúridae*) on oravaliste kõige elujõulisem ja liigirikkam sugukond: siia kuulub üle 200 väga erineva haabitusega liigi. Tagajäsemed enamasti pikemad kui eesjäsemed; paljudel pikkade karvadega kohev saba. Puuduvad ainult Austraalias ja Madagaskaril. Kõige rohkem liike on Lõuna-Aasias. **Orava** (*Sciúrus*) perekonda kuulub ligi 40 liiki, kellest tuntum on Euraasia metsavööndis levinud **orav** (*Sciúrus vulgaris*). Elutseb puu otsa ehitatud ümaras kinnises pesas. Tegutseb päeval. Toitub puude seemnetest, pungadest, võrsetest, seentest, marjadest ja osalt ka loomadest — putukatest kuni linnumunade ja -poegadeni. Talveks kogub toiduvarusid. Tavaliselt 2 pesakonda aastas, pesakonnas 3—10 poega. Orava arvukus sõltub põhitoidu — puude seemnete — rohkusest. Toidupuuduse korral sooritab ulatuslikke rändeid. Nõukogude Liidu tähtsaim karusloom. Siberi lehise- ja seedrimetsades esineb oravataoline taliund magav **burundukk** (*Eutamias sibiricus*). Põhja-Ameerikas leidub 14 sama perekonna liiki ja neile lähedase **võõtorava** (*Tamias*) liigid. Euraasias ja Põhja-Ameerikas on avamaistul laialt levinud koloniaalselt elutsevad **suslikud** (*Citellus*). Nõukogude Liidu stepialadel on neist 9 liiki, kellest mitmed on suured põllukultuuride kahjurid. Magavad taliund, **kollasuslik** (*Citellus fulvus*) isegi suveund, sest suvel kuivab taimestik täielikult. Suslikutele väga sarnase eluviisiga on suured, kuni 60 cm pikkused kohmakad



275. joon. Oravalisi. 1 — orav, 2 — burundukk, 3 — tähniksuslik, 4 — alpi ümiseja, 5 — lendorav.

ümisejad (*Marmota*). **Stepiümiseja** (*Marmota bobac*) on levinud Euraasia stepialadel. Alpides, Püreneedes ja Karpaatides on levinud **alpi ümiseja** (*M. marmota*). Ümisejad elutsevad 2—5 m sügavustes urgudes, osa magab ka taliund. Kohati kahjulikud; tulu toovad karusloomadena.

Lendoravlased (*Pteromýidae*) on karvase lennusega arborikoolid. Siia kuuluvad peamiselt troopiliste alade vormid (Kagu-Aasiast). Nõukogude Liidus leidub sellest rühmast üksainus liik — **lendorav** (*Ptéromys volans*). Suurte segametsade loomana on ta meil kaduv liik. Päeva veedab puuõõnde tehtud pesas, toidujahti peab öösiti. Võib sooritada kuni 50 m pikkusi õhulende. Kagu-Aasia tuntud lendoravlaseks on suur (umbes 120 cm kogupikkusega) **taguan** (*Petaurista petaurista*).

Kobraslased (*Castóridae*) on suured (kuni 30 kg raskused) kohmakad, poolveelise eluviisiga vormid Euraasias ja Põhja-Ameerikas (276. joon.). Saba lai ja soomustega kaetud. Tagajalgadel varvaste vahel ujulestad. Karvkate tihe ja läikiv. Kuse- ja sugujuhad avanevad pärasoole lõpposa kloaagitaolisse ruumi, kuhu avaneb ka rasulaadset võidist eritav paariline pärakunäärе. Võidis kaitseb karvkatet märgumise eest. Suguti eesnaha alla avanevad nn. kopranõrenäärmed. Kopranõre (kastooreum) leiab kasutamist arstimite valmistamisel.

Kobraslased on väljasurevad loomad. Kaugemas minevikus elutses neid Euroopas ja Põhja-Ameerikas rohkesti ja veel pleistotseenis oli siin hiiglasuuri (üle 2 m kõrgeid) kobraslasi. Praegu on sellest sugukonnast säilinud vaid 2 liiki: **euroopa kobras** (*Castor fiber*) ja **kanada kobras** (*C. canadensis*). Mõlemad elavad jõgede ja järvede kaldaaladel. Soiste kallaste puhul ehitavad kuhilpesi, kõikuva ja madala veeseisu korral tammisid. Toiduks tarvitavad puukoort, võrseid, taimi. Toidu kättesaamiseks langetavad kuni meetrise läbimõõduga puid. 5—7 cm läbimõõduga haava langetavad 2 minutiga. Talveks koguvad varuks puuoksi, kuhjates need vette avanevate urgude lähedusse. Võivad viibida vee all kuni 5 min. ja ujuda selle ajaga 750 m. Euroopa kobras oli sajandi algul väga haruldane. Kaitse ja reaklimatisatsiooni tulemusena on muutunud uuesti kütitavaks liigiks. Eestist kadus kobras XVIII saj. lõpul. 1956. a. introdutseeriti Jägala jõgikonda. Kanada kobraste



276. joon. Kobras ja tema pesa.

arvu hinnati 200 aastat tagasi 60 miljonile isendile, kaasajal umbes 1,5 miljonile.

Soomussabalased (*Anomaluridae*) on Aafrika troopilistes metsades levinud vormid, kel peale lennuse on saba alaküljel rida ronimisel abistavaid soomuseid. Lennuse pinda suurendavad küünarnukkidel asetsevad kõhrkepikesed.

HIIRELISTE ALAMSELTS (*MYOMORPHA*)

Hiirelised on mitmeti kõrgemal arengutasemel kui oravalised: ülemiste eespurihammaste arv on neil taandunud ühele või need puuduvad hoopis; mälurlihase süvamine osa siirdub orbiiti ja sealt laia infraorbitaalkanali kaudu ülalõualuul olevasse lohku. Müomorfid eristusid Euraasias. Sugukondi rohkesti. Ligi 1200 liiki.

Unilased (*Myóxidae*) on väikesed (maksimaalselt 20 cm pikkuse tüvega) enamasti puu otsas elutsevad oravalaadsed loomakesed. Saba tüvest pikem, varbad pikad, väga liikuvad, teravate küünistega. Umbsool puudub, mis on närilistel ainulaadne nähtus. Toituvad tammetõrudest, pähklitest, puuviljadest ja marjadest. Umbes 55 liiki, levinud ainult Vanas Maailmas — Aafrikast Jaapanini. Enamikus laialehiste metsade ja metsasteppide asukad. Kõik Nõukogude Liidus levinud 5 liiki magavad taliund. Kõige põhjapoolsema levikuga on meilgi kohati leht- ja okasmetsades elutsev **lagrits** (*Eliomys quercinus*). Tegutseb videvikus ja öösiti. Toitub seemnetest, marjadest, putukatest, väiksematest imetajatest ja linnupoegadest. Pisike punakaskollane, ka Lõuna-Eestist leitud **pähklinäpp** (*Muscardinus avellanarius*), elutseb puuõõntes või põõsastele ehitatud kerajates pesades. Toitub seemnetest, eriti pähklitest ja tõrudest. **Kunel** (*Glis glis*) (277. joon.) on Nõukogude Liidu faunas esinevatest unilastest kõige suurem (tüve pikkus kuni 18 cm). Areaali põhjapiir läheb läbi Põhja-Läti. Kahjustab (eriti Kaukaasias) vilja- ning sarapuid.

Hüpiklased (*Dipódidae*) on kuni 25 cm tüvepikkusega tüüpilised öösiti avamaastikul tegutsevad vormid: Euraasia ja Kirde-Aafrika steppide ja kõrbete asukad. Vastavalt substraadi laadile on enamik neist kohastunud liikumiseks hüpetega. Sellega seoses on nende tagajäsemed tüüpilistel vormidel väga pikad. Pöialuud on pikaks kootluuks liitunud. Pikad on ka sääre luud, millest tingituna on nende kehahoid püstine. Saba on pikk, lihasterikas, selle lõpus on omapärane lai, keskelt must ja servadelt valge tutt. Selline saba on abiks nii tasakaalu

277. joon. Hiirelisi. 1 — põld-uruhiir, 2 — kunel, 3 — pisihiir, 4 — ondatra, 5 — hamster, 6 — rändrott, 7 — suurhüpik, 8 — hiid-pimerott.



1



4



3



2



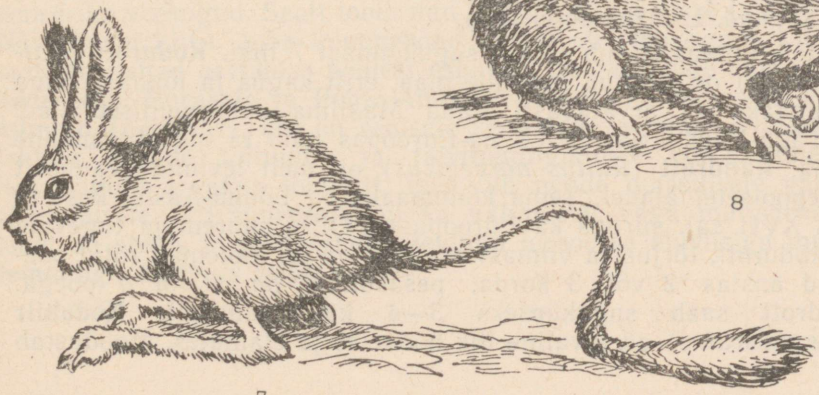
5



6



8



7

hoidmisel kui ka liigikaaslaste äratundmisel. Kaelalülide lühenemine ja isegi liitumine väldivad pea järske rappumisi hüppamisel. Iseloomulikud on neile suured kõrvalestad ja väga suured kuulmekihnud, mille ülesandeks on arvatavasti maapinna kaudu edasikanduva vibratsiooni võimendamine (resoneerimine). Päeva veedavad urgudes. Sugukonda kuuluvast 50 liigist elutseb Nõukogude Liidus 21. **Suurhüpik** (*Allactaga jaculus*) elutseb Kagu-Euroopa steppides ja poolkõrbetes. Toitub taimede maa-alustest osadest, vähemal määral putukatest. Võib liikuda 37—40 km/h. Väga laialt levinud ja tuntud liik on ka eelmisest liigist poole väiksem **tarbagantsik** (*Alactágulus acontion*). Põhja-Aafrikas ja Siinai poolsaarel on tavaliseks vormiks **tipik** (*Jáculus jaculus*). Võrdlemisi ürgsed, veel «väljakujunemata» hüpiklased — tõenäoliselt vahevormid hiirelaadsete algvormide ja hüpiklaste vahel — on eri alamsugukonda paigutatud **triibikud** (*Sicista*), kellest juttselg-hiire sarnane **kasetriibik** (*S. betulina*) elutseb ka Eestis.

Pimerotlased (*Spalacidae*) on fossoorsed närilised: nende pea on lai ja lamendunud, kael pole eraldatav, mutjas kere lõpeb lühikese sabaga, jäsemed lühikesed, varbad teravate küünistega, mandunud silmad paiknevad naha all. Käike uuristab pikkade, suust väljaulatuvate lõikehammaste abil. Levinud Põhja-Aafrika ja Euraasia stepi- ja metsastepivööndi aladel. Kuni 35 cm pikkune **hiid-pimerott** (*Spalax giganteus*) on levinud Kaspia mere äärsetes liiva- ja savikõrbetes (277. joon.).

Hiirlasi (*Múridae*) tuleb pidada kõige eristunumaks näriliste sugukonnaks. Nende arenemise põhiliseks suunaks on olnud kohastumine pooleldi puu otsas elamiseks, mis väljendub pikas sabas, mitmetel vormidel varvaste reduktsioonis, eriti aga tagajalgade välimiste varvaste vastastatavuses. Maasisese eluviisiga vormid siin puuduvad, väga haruldased on ka poolveelise eluviisiga liigid. Hiirlaste eristumise keskuseks näivad olevat Euroopa alad. Praegu on nad levinud Vana Maailma metsa- ja stepialadel, Ameerikasse on siirdunud ainult sünantroopsed liigid. Ühe perekonna liike on jõudnud siirduda ka Austraaliasse, tõenäoliselt enne inimest. Eespurihambad ja mõnedel ka eesmine tagapurihammas on kadunud. Üle 100 perekonna.

Meie faunas leidub sellest sugukonnast 7 liiki. **Kodurott** (*Rattus rattus*) on levinud meil üle maa, eriti kagus ja lõunas. Tema kodumaaks on arvatavasti Vana Maailma subtroopilised alad. Ka Taga-Kaukaasias ja Lõuna-Euroopas näib ta olevat ammune elanik. **Rändrott** (*Rattus norvégicus*) on meil levinud peamiselt läänepoolsetel aladel. Tema kodumaaks on Lõuna-Aasia, kust ta alles XVII saj. siirdus ka Euroopasse. Olles suurem ja tugevam kui kodurott, tõrjub ta viimast osaliselt välja. Mõlemad rotid poegivad aastas 2 või 3 korda, pesakonnas on 6 või 7 poega. Rändrott saab suguküpseks 3—4 kuu vanuselt. **Koduhiir** (*Mus músculus*) on tavaline liik hoonetes ja elamutes. Moodustab

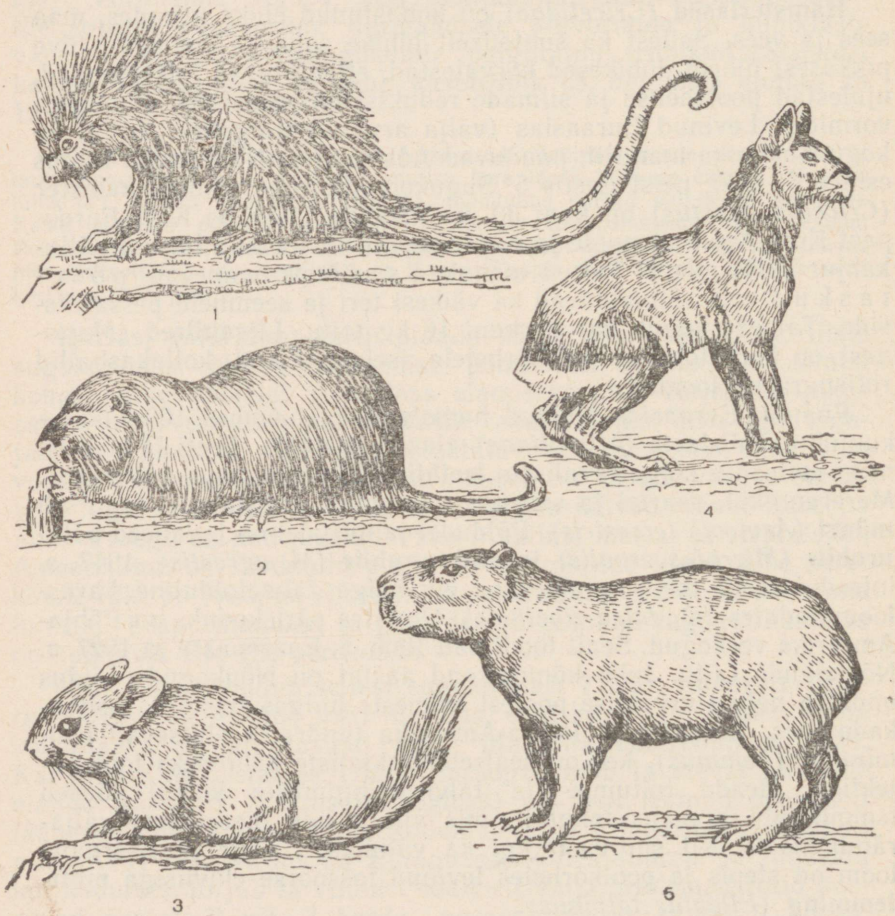
rohkesti alamliike. Nimetatud liigid on kõige sünantroopsemad närilised ja suured kahjurid ning haiguste ja parasiitide levitajad. Tavalised liigid on meil ka **juttselg-hiir** (*Apodemus agrarius*) ja **kaelushiir** (*A. flavicollis*), mõlemad tuntud põllukahjurid. Talveks ilmuvad mõlemad liigid ka asulatesse. Kaelushiir on hea ronija ja sageli kogub toiduvarusid (tõrusid, pähkleid) puuõõntesse ja lindude tehispesadesse. Tõeline akrobaat on väike **pisihiir** (*Micromys minutus*) (277. joon.), kes oma pikka haardsaba kasutades ronib rohu- ja viljakõrtel. Poegade kasvatamiseks teeb maapinnale või puhmastesse rohust kerajaid pesi. Lõuna-Aasias levinud **katkurott** (*Nesokia indica*) kahjustab riisi ja viljapuid ning on ohtlik katku levitaja.

Hamsterlased (*Cricetidae*) on kohastunud eluks urgudes, maa sees ja vees. Sellest ka suhteliselt lühike saba — enamasti tüve pikkusest lühem, lühikesed kõrvalestad, etteulatuvad lõikehambad, ujulestad poolveelise ja silmade reduktsioon maasisese eluviisiga vormidel. Levinud Euraasias (välja arvatud troopiline Aasia) ja kogu Ameerika mandril, puuduvad Austraalias. Nõukogude Liidus esineb 66 liiki, neist Eestis 5. Sugukonnale nime andnud **hamster** (*Cricetus cricetus*) on kuni 30 cm pikkune jässakas Kesk-Euroopast Kesk-Aasia steppide ja metsasteppideni levinud tuntud põllukahjur (277. joon.). Tal on mahukad suuõõnde avanevad põsetaskud, mis võimaldavad ka väikesi teri ja seemneid pessa tassida. Talveks kogub varuks kuni 16 kg toitu. **Liivahiired** (*Meriones*) on kõrbetele ja poolkõrbetele iseloomulikud kollakashallid rotisuurused loomad.

Enamik Euraasias levinud hamsterlasi — umbes 100 liiki — kuulub **uruhiirlaste** (*Microtinae*) alamsugukonda. Eesti faunas on neist metsades kõige tavalisem **leethiir** (*Clethrionomys glareolus*). Mererannikul, saartel ja sisemaa veekogude kaldaaladel tegutseb **mügri** (*Arvicola terrestris*). Põldudel ja niitudel on tavalised **põlduruhiir** (*Microtus arvalis*) ja **niidu-uruhiir** (*M. agrestis*). 1947. a. introdutseeriti meile poolveelise eluviisiga taimetoiduline karusloom **ondatra** (*Ondatra zibethica*). Ondatra päriskoduks on Põhja-Ameerika veekogud. Sealt toodi nad 1905. a. Euroopasse ja 1927. a. Nõukogude Liitu. Juba kümmekond aastat on Nõukogude Liidus ondatra nahad arvukuse poolest esimeste hulgas teiste karusnahkade seas. Euraasia ja Põhja-Ameerika tundrates elutsevad **lemmingud** (*Lemmus*), kes on sealsete kiskjaliste põhiliseks toiduobjektiks. Heade toitumis- ja talvitustingimuste korral tõuseb lemmingute arvukus tohutult, mis viib nende massilisele väljarändamisele. Nii suuruselt kui ka välimuselt väga mutisarnane loom on stepis ja poolkõrbetes levinud fossoorse eluviisiga **muttlemming** (*Ellobius talpinus*).

Okassealised (278. joon.) on näriliste kõige vormirikkam rühm. Mälurlihase pindmine osa ei ulatu ninamiku külgedele, süvamine osa aga suundub maksimaalselt laienenud infraorbitaalkanalisse. Okassealasi teistest närilistest eraldavaks omapärasuseks on lõikehamba sombu seinalt eenduv alalõualuu nurk. Purihammaste kroonid on kõrged (progressiivne tunnus), sääre- ja pindluu on teineteisest lahus (algeline tunnus).

Okassealised on levinud nii Vana kui ka Uue Maailma troopilistel ja subtroopilistel aladel, eeskätt Lõuna-Ameerikas. 180 liiki.



278. joon. Okassealisi. 1 — kuandu, 2 — nutria, 3 — tšintšilja, 4 — viskatša, 5 — kapibaara.

Okassigalaste (*Hystricidae*) sugukonda kuuluvad võrdlemisi suured närilised. Nende saba on lühike, varbad tugevate küünistega, seljal ja sabal pikad okkad. Levinud Vana Maailma metsades ja eelmäestikkudes. **Aasia okassiga** (*Hystrix leucrura*) esineb ka Nõukogude Liidu lõunarajoonides. Elab kaljukoobastes või uuristab endale ise urud. Kahjustab maisi, sorgo ja kõrvitsaliste põlde, viljapuid ning viinamarjakasvandusi.

Okaslased (*Erethizóntidae*) on välimuselt okassigalaste sarnased, kuid tegutsevad puude otsas. Levinud ainult Ameerikas. Põhja-Ameerikas tavaline okaslane on **urson** (*Erethizon dorsatus*), Lõuna-Ameerikas — haardsabaga **kuandu** (*Coendou prehensilis*).

Nutrialaste (*Myocastoridae*) sugukonda kuulub ainult üks liik — **nutria** (*Myocastor coypus*). See on suur (60 cm tüvepikkusega) hõredate karvadega ümmarguse sabaga poolveelise eluviisiga loom. Algselt piirdus ta levila Lõuna-Ameerika kesk- ja lõunaosaga, hiljem introdutseeriti ta karusloomana nii Põhja-Ameerikasse kui ka Euraasia mandrile. On aklimatiseerunud ka Nõukogude Liidu lõunapoolsetes vabariikides, Eestis kasvatatakse farmides. Üheks omapäraseks kohastumuseks vee-elule on nisade esinemine keha külgedel.

Villakhiirlased (*Chinchillidae*) on osalt hiire-, osalt jäneselaadsed närilised, kes on levinud Lõuna-Ameerika mägistel aladel. Karvad erakordselt peened ning siidjad, mille tõttu nad on hinnatavad karusloomad. Elutsevad urgudes kolooniatena. **Tšintšilja** ehk **villakhiir** (*Chinchilla laniger*) on kuni 35 cm pikkune hõbehall mäestikuloom. 1960. a. toodi 100 paari villakhiiri Nõukogude Liitu, kus nende arv nelja aastaga kolmekordistus. 1964. a. lasti üks osa neist loodusesse. Argentiina pampade alal on tuntud **viskatša** (*Lagostomus maximus*). Uuristab ulatuslikke urge.

Meresigalased (*Caviidae*) on jässakad, sabata või lühikese sabaga, suhteliselt pikkade jäsemetega loomad. Varvastel sõralaadsed küünised. Levinud Lõuna-Ameerikas. **Meresiga** (*Cavia porcellus*) on urgudes elutsev silvikool. Oli inkade poolt õige ammu kodustatud, praegu on levinumaks katseloomaks.

Veesigalaste (*Hydrochoeridae*) sugukonda kuuluv **veesiga** ehk kapibaara (*Hydrochoerus hydrochoeris*) on kõige suurem näriline (kuni 1 m pikk ja 50 kg raske). Elutseb Lõuna-Ameerika troopikas jõgede ääres, ujub suurepäraselt, toitub vee- ja kaldataimedest.

1) Millised on erinevused näriliste ja jäneseliste morfoloogilises ehituses? 2) Millistes näriliste sugukondades leidub fossoorseid, arborikoolseid ja vees elutsevaid akvatiilseid vorme? 3) Millised konvergentsed jooned iseloomustavad fossoorseid kukrulisi, putukatoidulisi ja närilisi? 4) Millega on seletatav, et unilased ja hüpiklased on ööloomad? 5) Millega seletada umbsoole puudumist unilastel? 6) Millised on näriliste hulgas tuntud kahjurid? karusloomad? 7) Milliseid geograafilise ja ökoloogilise asendamise (vikareerumise) näiteid pakuvad närilised? 8) Kui suur oleks ühe paari koduroti järglaste arv aasta pärast, kui ei oleks surevust?

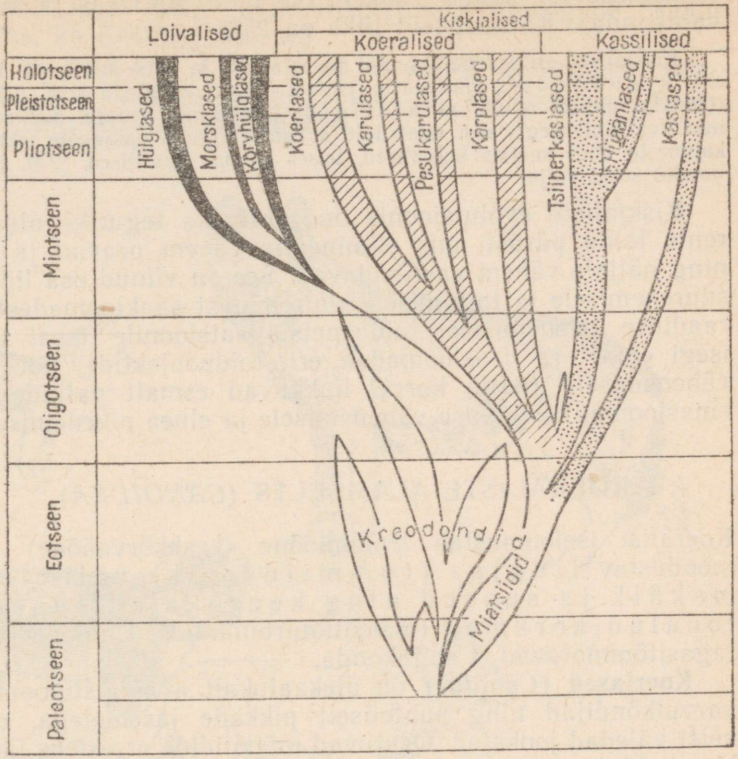
Kiskjalised on tekkinud ja arenenud seoses toitumisega suurematest homoiotermsetest selgroogsetest loomadest. Vastavad kohastumused ilmnevad nende hammaste, jäsemete ja meeleelundite ehituses.

Kõige paremini tuleb kiskjaliste omapära nähtavale nende hammastikus. Lõikehambad (mõlemas lõualuus kummalgi pool 3) on enamikus ühesugused, teravaservalise krooniga; liikudes vastamisi, moodustavad nad sobiva vahendi toidu lahtilõikamiseks. Silmahambad on kaunis suured, koonilised ja vahedad ning neil on oluline osa saaklooma surmamisel ning sellest tükkide lahtirebimisel. Purihambad on köbrulise mälumispinnaga, kusjuures tüüpilistel kiskjalistel on need köbrud vahedad ja kõrged. Ülalõualuu viimane eespurihammas ja alalõualuu eesmine tagapurihammas on teistest purihammastest tavaliselt tublisti suuremad, 2 või 3 vaheda kühmuga ja kannavad **kiskhammaste** (*dentes sectorii*) nimetust. Need etendavad peamist osa luude purustamisel. Kiskhammaste ees asetsevaid eesmisi (teravaköbrulisi) purihambaid kutsutakse lüngashammasteks. Mida paremini on lüngashambad arenenud, seda rohkem lihatoitu loom tarvitab. Tagumised purihambad seevastu ilmutavad taandarenemise tendentsi ja mõnedel kiskjalistel on nad hoopis kadunud. Lõualuud liiguvad kiskjalistel ainult püstsuunas, nii et toit lõigatakse katki. Mälumislihased on kiskjalistel tugevad, millele vastavalt ka sarnakaared on suured ja ulatuvad kaarjalt välja. Kolju keskjoonel leiame mälumislihaste kinnitumiseks tugeva luuharja.

Jäsemeid kasutavad kiskjalised mitte ainult liikumiseks, vaid ka saagi püüdmiseks ja surmamiseks. Pealegi tegutseb osa kiskjalisi puu otsas. Seetõttu on nende jäsemed lühikesevõitu, kuid tugevad ja vahedate ning tugevate küünistega. Väike osa kiskjalisi (karud, pesukarud) on tallulkõndijad, enamik aga juba varvulkõndijad. Rangluu puudub või on nõrgalt arenenud. Randmes on lodi-, kuu- ja keskluu kodarluule tugevaks kandepinnaks liitunud. Vastavalt liikumise laadile on kiskjaliste keha enamasti sale ja painduv — kohastunud nii jooksmiseks, hüppamiseks, ronimiseks kui ka pugemiseks.

Juhtivateks meelteks on kiskjalistel haistmine, kuulmine ja nägemine. Ninaõõne kõrkmete-süsteem on hästi arenenud. Paljas ja paljudel märg ninaots soodustab haistmist, teravad kikkis kõrvalestad kuulmist, suured kompekarvad mokkadel kompimist. Seoses meeleelundite progresseeruva arenemisega, keerukate liigutustega ja individuaalsete kogemuste osa pideva suurenemisega on ka kiskjaliste peaaju hästi arenenud.

Karvkate on kiskjalistel hästi tihe, osal liikidel pikk ja kohev, teistel lühike ja siidjas. Väga paljudel kiskjalistel on vastiku hai-



279. joon. Kiskjaliste ja loivaliste sugupuu.

suga nõret tootvad anaalnäärmed (pärakunäärmed). Need on loomadele osalt kaitseks, osalt hõlbustavad nad üksteise leidmist ja äratundmist ning territooriumi tähistamist. Eriti suured anaalnäärmed on näiteks tuhkrul ja vinukloomadel. Vastavalt toidu laadile on kiskjaliste magu lihtne ja sool lühike. Umbsool on väike või puudub hoopis (kärplastel, karulastel). Omnivoorsete kiskjaliste sool on siiski küllalt pikk (näit. karulastel). Raiad on kiskjalistel väljaspool kõhuõõnt, kas kukutis või naha all (näit. kassidel). Sugutis on sugutiluu (välja arvatud hüäänid). Poegivad kaks korda aastas, pesakonnas on 1—21 poega. Vastsündinud on abitud ja tavaliselt pimedad.

Enamik kiskjalisi on maapinnal tegutsevad vormid, väiksem osa on arborikoolid ja mõned on ka poolveelise eluviisiga. Osalt on nad päeva-, osalt ööloomad. Kiskjalised on levinud kõikidel mandritel, välja arvatud Austraalia (kus elutseb üksainus liik). Samuti on neid vähe Madagaskaril ja nad puuduvad paljudel

ookeanisaartel. Kõige rohkem on neid Aafrikas ja orientaalses valdkonnas. Kaasaegseid liike on 252.

Kiskjaliste esivanemateks olid paleotseeni- ja eotseeniaegsed ürgkiskjalised ehk kreodondid. Hammaste ehituse alusel eristusid nad peagi mitmeks rühmaks, millest ainult miatsiididel suurenes peaaju. Nähtavasti oli see määrava tähtsusega, sest miatsiidid andsidki alguse kiskjaliste tekkele: nendest kujunesid ühes suunas koeralised, teises suunas kassilised (279. joon.). Kreodondid surid välja.

Kiskjaliste evolutsioonis on juhtivaks teguriks olnud konkurents toidu pärast, mis elimineeris vähem osavad ja nõrgemad ning näljale vähem vastupidavad. See on viinud osa liikide kasvu suurenemisele ja toitumisele suurematest saakloomadest, tegevusraadiuse laienemisele, toiduspetsialisatsioonile (real liikidel on isegi emas- ja isasloomadel eri toiduobjektid), poegade arvu vähenemisele (nälja korral hukkuvad esmalt paljude loodetega emasloomad), sigivuse vähenemisele ja eluea pikenemisele.

KOERALISTE ALAMSELTS (*CANOIDEA*)

Koeralisi iseloomustab trummiõõne (keskkõrvaõõne) välisseina moodustav liugjas trummiluu, pikk välimine kuulmekäik ja suured ning keeruka ehitusega ülalõualuu-kõrkmed (maksilloturbinaalid). Küünised ei ole neil tagasitõmmatavad. 4 sugukonda.

Koerlased (*Canidae*) on ülekaalukalt avamaistuloomad. Olles varvulkõndijad ning suhteliselt pikkade jäsemetega, on paljud neist väledad jooksjad. Osutuvad miatsiidide otsesteks järglasteks. Hambaid on palju (42, erandina 40). On levinud kõikidel mandritel. 37 liiki ja neid võib jaotada kahte rühma: huntide ja rebaste rühm (280. joon.).

Huntide rühma vormidel on pupill ümmargune ja laubaluu urkega. Keskne liik on **hunt** (*Canis lupus*). Euraasias ja Põhja-Ameerikas laialt levinud, peamiselt sõralistest ja koduloomadest toituv kiskja. 1955. a. hävitati Nõukogude Liidus 54 000 hunti, kogu populatsiooni suurust hinnati kuni 200 000 isendile. Viimastel aastatel on huntide arv järsult vähenenud, kuna nende hävitamiseks on laialdaselt rakendatud mootorsaane, helikoptereid, lennukeid ja mürkaineid. Alates 1949. a. on Eestis hävitatud üle 1200 hundi ja praegu elutseb vabariigis vaid üksikuid. Hundist väiksem **šaakal** (*C. aureus*) on levinud Põhja-Aafrikast kuni Lõuna-Aasiani, steppe ja poolkõrbeid läbivate jõeorgude roostikes ja võsastikes. Nii hunt kui ka šaakal on **kodukoera** (*C. familiaris*) esivanemaid. Põhja-Ameerika preeriates on levinud hundisuurune **koiott** (*C. latrans*), kes varem toitus peamiselt piisonitest. Austraalias elutseb sinna arvatavasti inimese poolt viidud **dingo** (*C. dingo*). Algselt Hiinas ja Amuurimaal levinud madalajalgne **kährikkoer** (*Nyctereutes procyonoides*) on segatoidulisuse ja väär-

tusliku karusnaha tõttu aklimatiseeritud Nõukogude Liidu Euroopa-osas, ka Eestis (1950. a.).

Rebaste rühma liigid on madalate jäsemetega, saledad, püstise pikliku pupilliga ja urketa laubaluuga, erakordselt hea kuulmisega.



280. joon. Koeralisi. 1 — šaakal, 2 — kährikkoer, 3 — dingo, 4 — korsak, 5 — polaarrebane suvel ja talvel.

Rebane (*Vulpes vulpes*) on laialt levinud Euraasia ja Põhja-Aafrika palav- ning parasvöötmes. Temast väiksem **korsak** (*V. corsac*) on iseloomulik liik lõunapoolsetel stepialadel. Hõberebane on aretatud tumedakarvalisest **kanada rebasest** (*V. fulva*). Tundras on levinud talveks valgeks muutuv **polaarrebane** (*Alopex lagópus*) (280. joon.), kelle värvusevarieteete tuntakse sinirebaste nime all.

Karulased (*Ursidae*), vastandina koerlastele, on lühikeste jäsemetega, kohmakad tallulkõndijad (281. joon.). Läinud üle sega- ja taimetoidule, on nad tüüpiliste kiskjaliste arenguliinist hälbinud. Vastavalt sellele on nende purihambad nürikühmulised (bunodontsed) ja kiskhambad puuduvad. Karulaste levila hõlmab Euraasia, Ameerika ja Loode-Aafrika. 7 liiki.



281. joon. Karulasi ja pesukarulasi. 1 — pruunkaru, 2 — jääkaru, 3 — pesukaru.

Euraasias on laialt levinud kuni 400 kg raskune **pruunkaru** (*Ursus arctos*). Eestis elutseb praegu umbes 150 looma. Pruunkaru põhitoiduks on marjad, taimed, nälja korral murrab ta sõralisi ja koduloomi ning võib kallale tungida ka inimesele. Magab taliund. Poegib taliune ajal. Pruunkaru lähedasteks sugulasteks on kiviaja inimese kaasaegne **koopakaru** (*U. spelaeus*) ja jääajal Euraasiast Põhja-Ameerikasse rännanud **baribal** (*U. americanus*). Põhja-Ameerika suurim karulane on hallikas **grisli** (*U. horribilis*), kes vaatamata oma kogukusele võib joosta kiirusega 55 km/h. Kagu-Aasias elutseb eelmistest karudest märksa väiksem, hea ronijana tuntud **kaeluskaru** (*Selenarctos tibetánus*). Arktikas on karakteerne **jääkaru** (*Thalarctos maritimus*) — kõige suurem kiskjaline (kaalub kuni 700 kg ja on kuni 3 m pikk). Ta on väga hea ujuja, toitub hüljestest. Indo-Malai aladel on levinud taimetoiduline **huulkaru** (*Melursus ursinus*).

Pesukarulased (*Procyonidae*) on sihvakad, pika sabaga (mis mõnedel liikidel on haardsabaks kujunenud) ja madalate jäsemetega dendrobiondid. Samuti nagu karulased, on ka pesukarulased tallulkõndijad taime- ja segatoidulised loomad. 18 liiki. Enamik neist on levinud Põhja- ning Lõuna-Ameerikas, ainult 2 liiki elutseb Aasias. Põhja-Ameerika liikidest on hästi tuntud **pesukaru** (*Procyon lotor*). See on kuni 60 cm pikkune segatoiduline, kes oma nime on saanud kombest toitu pesta. Hinnalise karusnaha pärast on teda introdutseeritud Kaug-Itta, Taga-Kaukaasiasse ja Valgevenesse. Lääne-Hiina mäestike bambusemetsades elutsev väliselt karu sarnane kuni 150 cm pikkune **bambuskaru** (*Ailúropus melanoleucus*) on kõige taimetoidulisemaks kiskjaliseks. Samuti segatoiduline on Himaalajas elutsev rebasesuurune kirevavärviline **panda** ehk **kasskaru** (*Ailurus fulgens*).

Kärplased (*Mustélidae*) (282. joon.) on väikesed kuni keskmise suurusega, enamasti pika kehaga ja madalate jäsemetega loomad. Osa liike tegutseb maapinnal, osa puu otsas, väiksem osa maa sees või isegi vees. Enamik kärplasi on kõige rohkem lihatoiduga kohastunud kiskjalised, väiksem osa on segatoidulised. Viimased on jäänud tallulkõndijateks, esimesed on pool-tallul- või varvulkõndijad. On levinud kõikidel mandritel, välja arvatud Austraalia. 68 liiki. Juba miotseenis kujunes välja mitu eri arengutüve (rühma ehk alamsugukonda).

Kärpide rühmast esineb meie faunas **kärp** (*Mustéla erminea*), **nirk** (*M. nivalis*), **tuhkur** (*M. putorius*) ja **naarits** (*M. lutréola*) ning **metsnugis** (*Martes martes*) ja **kivinugis** (*M. foina*). Kärbil, nirgil ja nugistel on emased märksa väiksemad kui isased ja sellele vastavalt tarvitavad isased suuremaid saakloomi, emased väiksemaid: see võimaldab neil ka saakloomade vähesuse korral asustada üht ja sama ala. Suvine pruun karvastik muutub kärbil ja nirgil talveks valgeks. Tuhkur on põhiliselt Euroopa



282. joon. Kärplasi. 1 — kärp tali- ja suvekarvas, 2 — tuhkur, 3 — naarits, 4 — metsnugis, 5 — mäger, 6 — saarmas, 7 — kalaan, 8 — skunk.

sega- ja laialehiste metsade loom. Tema omapäraks on tugevasti arenenud anaalnäärmed. Naarits on poolveelise eluviisiga. Metsnugis on arborikool, kivinugis tegutseb maapinnal. Metsnugis, kes paarkümmend aastat tagasi oli Eestis peaaegu kadunud, on uuesti muutunud tavaliseks: viimastel aastatel on varutud üle tuhande karusnaha aastas. Uraalidest Põhja-Hiinani on levinud hinnalise karusnahaga **soobel** (*Martes zibellina*). Suurim kärplane on Euraasia tundra- ja taigavööndis levinud kuni meetripikkune

kohmakas **ahm** (*Gulo gulo*); üks isend (eksikülaline) lasti 1962. a. Kirde-Eestis.

Mäkrade rühmast on iseloomulik liik Euraasia metsa- ja stepialadel levinud **mäger** (*Meles meles*). See on tüüpiline segatoiduline. Kraabib ulatuslikke urgude süsteeme, mida kasutab pidevalt. Tegutseb öösiti, magab talveund. Põhja-Ameerikas elutseb mägraga sarnase eluviisiga **kähr** (*Taxidea taxus*).

Saarmaste rühma kuulub kosmopoliitse levikuga ja poolveelise eluviisiga **saarmas** (*Lutra lutra*), kes toitub kaladest ja vähkidest. Jaapani mere ja Kuriili saarte piirkonnas elutseb **meresaarmas** ehk **kalaan** (*Enhydra lutris*). Meresaarmad olid varem laialt levinud ja väga arvukad. Veel XIX saj. kütiti 50 aasta vältel üle 120 000 looma karusnahkade saamiseks. Intensiivse hävitamise tagajärjel vähenes nende arv käesoleva sajandi alguseks mõnesaja isendini. Praegu on meresaarma arvukus nende kaitse tulemusena kuni 30 000 loomani tõusnud.

Vinukloomade rühma vormid on levinud ainult Ameerikas. Põhja-Ameerika kaljustel aladel elutseb **vinukloom** ehk **skunk** (*Mephitis mephitis*). See on umbes 70 cm pikkune segatoiduline. Tema anaalnäärmete nõre koguneb lihastega ümbritsetud reservuaari, kust loom võib seda haisvat vedelikku meetri-paari kaugusele pritsida.

KASSILISTE ALAMSELTS (*FELOIDEA*)

Kassiliste trummiluu on rõngalaadne, välimine kuulmekäik lühike; enamikul on sissetõmmatavad küünised. Ülalõualuu-kõrkmed väikesed. 3 sugukonda.

Tsiibetkaslased (*Vivérridae*) on kassiliste «tüvevormid» ja kõige eristunum sugukond. Enamik neist on saledad, pika kaela ja pika sabaga (mõnedel haardsaba), madalate jäsemetega. Mõnedel liikidel on sissetõmmatavad küünised. Suguelundite läheduses olevad näärmed toodavad muskuselõhnalist ainet — tsiibetit, mida kasutatakse parfümeeriatööstuses. Tegutsevad maapinnal või puude otsas; enamikus ööloomad. Liha- ja segatoidulised. On levinud ainult Vanas Maailmas, enamik liike elutseb Aafrikas, Madagaskaril (kus nad on ainukesed kiskjalised) ja Lõuna-Aasias. 82 liiki (283. joon.).

Paljudest Aafrikas elutsevatest liikidest on tuntuim **aafrika tsiibetkass** (*Civettictis civetta*), Lõuna-Aasias on levinud **aasia tsiibetkass** (*Viverra zibetha*). Aafrikast Lõuna-Euroopasse ulatub **genettkassi** (*Genetta genetta*) levila. See on kollakashall, tumedate laikudega meetripikkune, kuid ainult 15—17 cm õlakõrgusega kassilaadne loom. Madagaskaril elutseb ligi 1,5 m pikkune sissetõmmatavate küünistega **fossa** (*Cryptoprocta ferox*), kes on



283. joon. Tsiibetkaslasi, hüäänlasi ja kaslasi. 1 — aasia tsiibetkass, 2 — mungo, 3 — vööthüään, 4 — tiiger, 5 — puuma, 6 — ilves, 7 — metskass, 8 — gepard.

seal üks suuremaid kiskjalisi. Põhja-Aafrikas ja Väike-Aasias on levinud roostekollakas, ligi meetri pikkune **ihneumon** ehk **vaaraorott** (*Herpéstes ichneumon*), keda vanad egiptlased pidasid pühaks loomaks, sest ta hävitab madusid. Madudest (ja rottidest) toitub ka Aafrikas levinud hõbehall poole väiksem **mungo** (*Mungos mungo*). 1872. a. viidi mungosid Jamaikale rottide hävitamiseks. Tõepoolest hävitas mungo seal lühikese ajaga peaaegu kõik hiired ja rotid, aga ka paljud reptiilid ja linnud; kahjulikkude putukate arv tõusis tugevasti, mungo sigis kiiresti ja muutus ise kahjulikuks.

Hüäänlased (*Hyáenidae*) on koeralaadsed varvulkõndijad vormid. Nende kere eesosa on rinnalülide pikenenud ogajätkete tõttu kõrgem kui tagaosa, ka on nende eesjäsemed tagajäsemetest pikemad. Pea on massiivne, kiskhambad erakordselt tugevad. Toituvad raibetest kui ka elusatest loomadest. On levinud kogu Aafrikas, Ees-, Kesk- ja Lõuna-Aasias. Neljast liigist on tuntuim lambakoerasuurune **vööthüään** (*Hyaena hyaena*), kes elutseb ka Taga-Kaukaasia ja Turkmeenia põõlkõrbetes ning eelmäestikes. Eelmisest suurem **tähnikhüään** (*Crocuta crocuta*) on levinud Aafrikas (283. joon.).

Kaslased (*Félidae*) on tüüpilised lihatoidulised, tugevate silma- ja kiskhammastega; tagapurihammastest on säilinud ainult üks ja seegi on mandunud. Seetõttu on lõualuud ja näokolju lühenenud («ümmargune pea»), mis lõugade kokkupigistamise jõudu suurendab. Kaslased varitsevad saaki ja tabavad seda hüppelt. Vastavalt sellele on nende jäsemed tugevad, keha painduv. Juhtivateks meelteks on kuulmine ja nägemine. Eranditult maismaa-eluviisiga loomad; metsas, roostikus ja ka avamaastikus. On levinud kõikidel mandritel, välja arvatud Austraalia. 36 liiki (283. joon.).

Suuremad liigid kuuluvad pantrite (*Panthéra*) perekonda. **Lõvi** (*P. leo*) oli veel möödunud sajandil levinud Egiptuses, Nuubia kõrbes, Süürias ja Kesk-Indias. Kaasajal piirdub ta areaal põhiliselt Aafrika savannidega; India lääneranniku on säilinud umbes 300 isendiline populatsioon. **Tiiger** (*P. tigris*) — lõvist suurem (4 m pikk ja kuni 320 kg raske) — on levinud Indo-Malai piirkonnas, Hiinas, Iraanis ja Kaug-Idas. Elab metsades ja jõeorgude põõsastikes-roostikes. Nõukogude Liidus on käesoleval ajal säilinud umbes 100 isendit. Tiigrist märksa väiksem **leopard** (*P. pardus*), kes on levinud Aafrikast Jaapanini, elutseb ka Nõukogude Liidu lõunarajoonides ja Kaug-Idas. Lõuna-Ameerika veekogude lähedastes metsades elutseb leopardile väga lähedane **jaaguar** (*P. onca*). Ta ujub hästi ja reas rajoonides on ta põhitoiduks veesead. Kesk-Aasia ja Siberi mäestikes elutseb väga tugeva sabaga (tasakaalu säilitamiseks) **lumeleopard** ehk **irbis** (*P. uncia*), kelle põhitoiduks on kaljukitsed.

Kassid e (*Felis*) perekonda kuuluvad üldiselt väiksemad liigid. Suurim nende hulgas on Lõuna- ja Põhja-Ameerika pampades, mäestikes ja metsades levinud **puuma** (*F. concolor*), kelle üldpikkus võib ulatuda 1,9 m-ni. Murrab ka kariloomi. Euraasia metsades (ka Eestis) on laialt levinud **ilves** (*F. lynx*). Aafrikas, Siinai poolsaarel ja Süürias elutseb meie kodukassi esivanem **ookerkass** (*F. lýbica*). Euroopa laialehistes metsades ja Kaukaasias on säilinud **metskass** (*F. silvestris*). Aafrikast Indiani (ka Turkmeenias) on levinud kõrgejalgne steppide ja kõrbete asukas **karakal** (*F. caracal*).

Gepardite (*Acinonyx*) perekonda kuulub üks liik — **gepard** (*A. jubatus*). Vastandina teistele kaslastele on gepard pikkade jäsemetega, mittesissetõmmatavate küünistega hea jooksja: lühemal distantsil võib ta saavutada kiiruse kuni 120 km/h. On levinud Aafrika ja Edela-Aasia (ka Turkmeenia) kõrbetes. Toitub antiloopidest. Juba vanasti kodustati gepardeid ja kasutati neid antiloopide jahil.

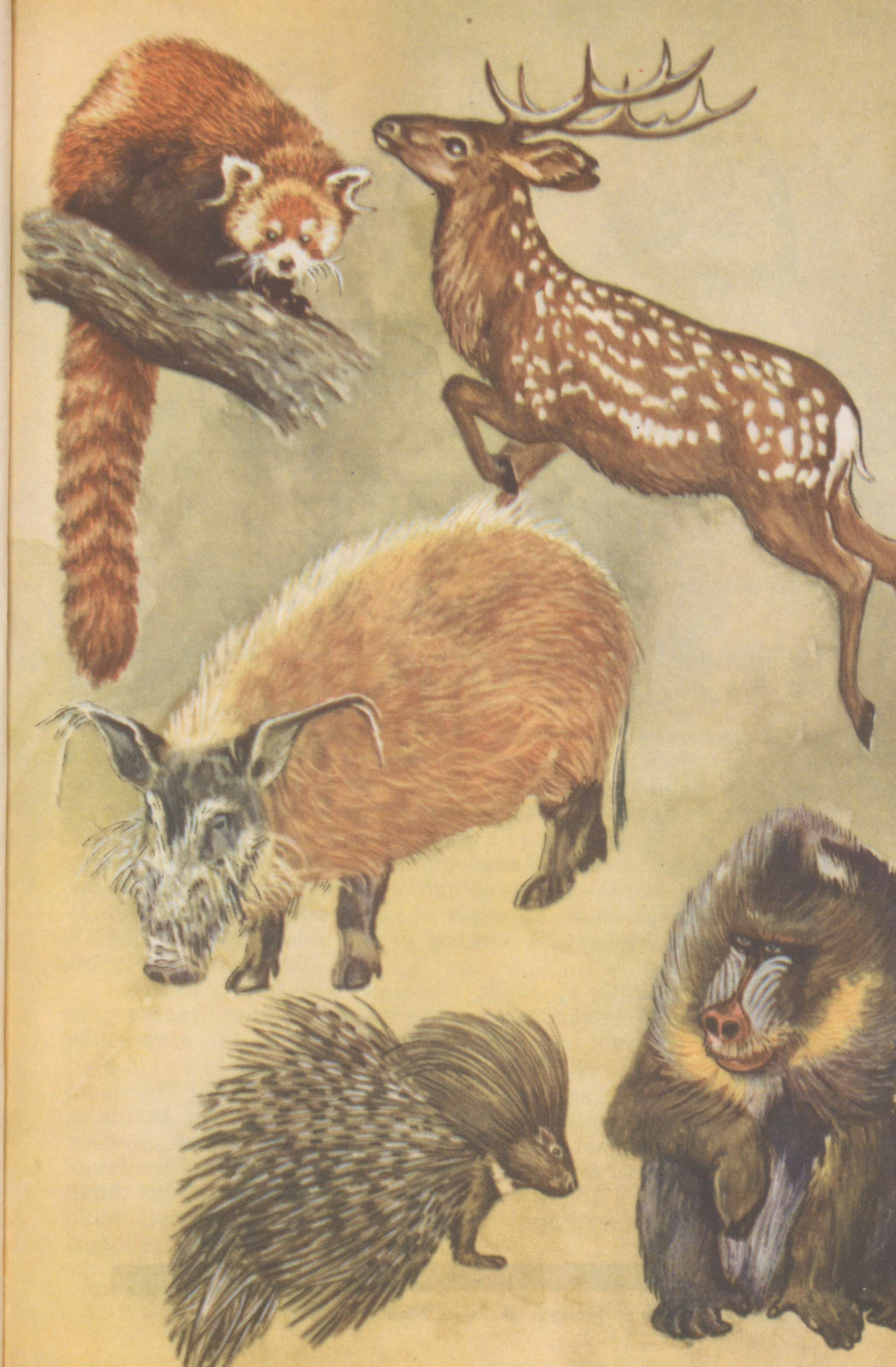
1) Millised on adaptatiivse radiatsiooni põhisuunad koerlastel, kärplastel, kaslastel? 2) Mida näitab perekondade rohkus või vähesus sugukonnas, suur liikide arv perekonnas (vrd. karulasi ja kaslasi)? 3) Mis võimaldab hüäänlastel vältida toidu konkurentsi suurte kiskjalistega? 4) Miks on koerlastel koon pikk, kaslastel aga lühike? 5) Millised vormid kärplaste ja kaslaste hulgast on geograafiliselt vikareeruvad (asenduvad)?

LOIVALISTE SELTS (*PINNIPEDIA*)

Loivalised on suured (1,2—6,7 m pikkused) veelise eluviisiga röövloomad. Nende pea on suhteliselt väike, koon lühike, k õ r v a l e s t a d v ä i k e s e d või puuduvad hoopis, k õ r v a - j a n i n a a v a d o n s u l e t a v a d. Jäme ja lühike kael läheb sujuvalt üle käävjaks kereks. J ä s e m e d o n m u u t u n u d l o i b a d e k s: nende proksimaalsed osad on lühikesed, varbalülid ja kämblaning pöialuud aga suhteliselt pikad, kusjuures varvaste vahel on ujulestad. Tagumised loivad on suunatud tahapoole ja paljud vormid (näit. hülglased) ei saa neid maal liikudes peaaegu kasutadagi. R a n g l u u p u u d u b. K a r v k a t e t i h e j a m a d a l. Alusnahk kujutab endast kuni 8 cm paksust pekikihti, mis muudab looma väliskuju ümaramaks, vähendab erikaalu ja soojuskadu ning on varuaineks.

Loivalistel on h a m b a d v ä h e m e r i s t u n u d k u i k i s k j a l i s t e l, eriti ühetaolised on kitsad kolme kõbrukesega purihambad. Hammaste muutumine ühetaolisemaks ja ka hammaste arvu vähenemine (36 kuni 18) on seoses nende talitluse muutumisega: nad on säilitanud ainult toidu haaramise ja kinnihoidmise ülesande. Saakloomad — kalad, limused, vähid jne. — neelatakse tervelt.

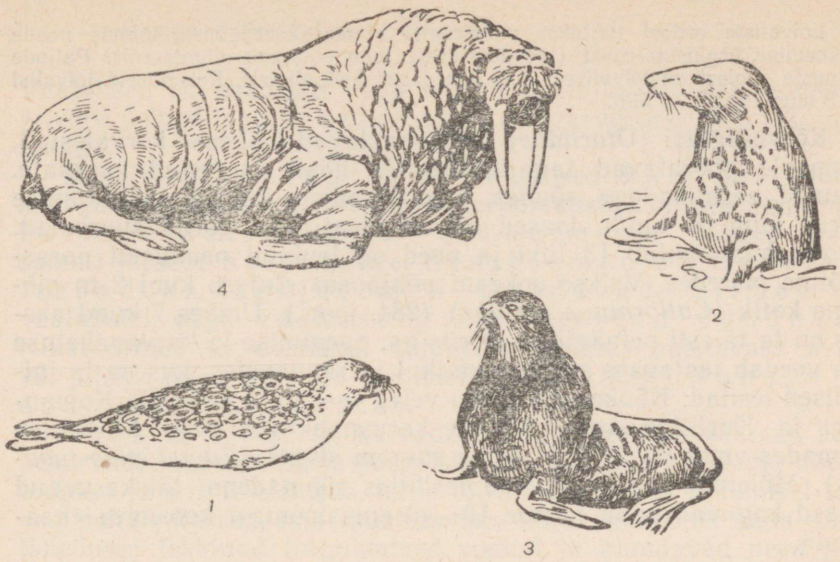
O t s a j u p o o l k e r a d o n h ä s t i a r e n e n u d, haistesagarad aga võrdlemisi väikesed. Viimane asjaolu seletub haisteelundi nõrga arenguga. S i l m a m u n a s a r v k e s t o n e e s t l a m e n d u n u d j a s i l m a l ä ä t s k e r a j a s (nagu kaladel);



4. IMETAJAD



Panda. Tähnikhirv Jõesiga. Okassiga. Mandrill.



284. joon. Loivalisi. 1 — viigerhüljes, 2 — hallhüljes, 3 — kotik, 4 — morsk.

see on kohastumus lähedaste esemete nägemiseks. Nägemise kõrval orienteeruvad loivalised ka kajasignaalide abil, millega seostatakse vibrisside rohkus.

Loivaliste kopsud on suured ja mitmesagaralised. Mõnedel liikidel on üks või kaks nahaalust õhukotti, mis on söögi- või hingetoruga ühenduses. Verd on loivalistel rohkesti, erütrotsüüdid on väikesed ja sisaldavad rohkesti hemoglobiini, lihastes on palju müoglobiini, hingamiskeskuse tundlikkus süsihappegaasi rohkuse vastu veres on väike. Kõik need asjaolud võimaldavad loivalistel kauaks ajaks (kuni 30 min.) vee alla jääda ja sügavale (kuni 350 m) sukelduda. Raiad asetsevad naha all või kukutis. Nisasid on 1 või 2 paari. Poegi tavaliselt 1 või 2.

Loivalised elutsevad peamiselt põhja- ja lõunapoolkera külmning parasvöötme rannavetes ja ka mõnedes siseveekogudes, väiksemate või suuremate karjadena koos. Saaki püüavad peamiselt öösiti, mil nad on väga liikuvad. Päeval tulevad maale või jääpankadele magama või lamama. Nad on nüüd loiud ja unised ning sarnanevad suurte lihahunnikutega. Maal liiguvad viskudes, vaheldumisi ees- ja tagakeha üles tõugates. Inimesele on loivalised karusloomadena ja tooraineks sobiva rasva poolest kasulikud, kohati aga kalade sööjatena ja võrkude lõhkujatena kahjulikud. Loivaliste üldarvu ookeanides hinnatakse kuni 26 miljonile isendile.

Loivaliste eellasi tuntakse miotseenist alates. Tõenäoliselt toimus nende lahknemine ürgkiskjalistest (kreodontidest) juba eotseenis-oligotseenis. Paljude tunnuste poolest on loivalised väga lähedased kiskjalistele. Retsentseid loivalisi on 3 sugukonda, 32 liiki.

Kõrvhülglasi (*Otariidae*) iseloomustavad väikesed kõrvalestad, ettepoole pööratavad tagajäsemed ja hästi arenenud karvkate. Ujuvad eesloibadega sõudes, tagaloibadega tüürides. Liikumise kiirus kuni 33 km/h. Isased on emastest 3—4 korda suuremad. Sugukonda kuulub 13 liiki ja need on levinud peamiselt parasvöötme meredes. Vaikse ookeani põhjaosas elutseb kuni 2 m pikkune **kotik** (*Callorhinus ursinus*) (284. joon.). Umbes 7 kuud aastas on ta täiesti pelaagilise eluviisiga, poegimise ja karvavahetuse aja veedab teatavate saarte rannikul ja rannavetes, kus on ta igipõlised lesilad: Nõukogude Liidu vetes veedab ta selle aja Komandori ja Kuriili saartel. Kotiku karusnahk on väga hinnaline. Samades vetes on levinud poole suurem **sivutš** (*Eumetópias jubátus*). Mõlemad liigid viibivad lesilates rühmadena: täiskasvanud isased koguvad enda juurde 10—40 emasloomast koosneva «haaremi».

Morsklastest (*Odobenidae*) on säilinud ainult üks liik — **morsk** (*Odobenus rósmarus*). Isased võivad kasvada kuni 1,8 t raskuseks, emased on veidi väiksemad. Ülemised silmahambad on kujunenud 50—60 cm pikkusteks kihvadeks, mida morsad kasutavad enesekaitseks, jääpankadele ronimiseks, veepõhjast toidu lahtikangutamiseks, isased ka võitlustes jooksuajal. XVIII saj. hinnati morskade arvu tsirkumpolaarse levila ulatuses umbes 200 000 isendile, käesolevaks ajaks on säilinud umbes 45 000 isendit. Kütitakse neid naha, liha ja kihvade pärast.

Hülglasi (*Phócidae*) iseloomustab kõrvalestade puudumine, ettepööramatud tagaloivad ja aluskarvadeta karvastik. Nad on levinud väga laialt, isegi järvedes (Laadoga, Kaspia, Baikal). 18 liiki. Tuntuimate liikide hulka kuuluvad ka meie vetes elutsevad kuni 1,5 m pikkune **viigerhüljes** (*Phoca híspida*) ja kuni 2,6 m pikkune **hallhüljes** (*Halichoerus grypus*). Balti meres elutseb umbes 20 000 hallhüljest, kes aastas söövad ära kuni 50 000 t kalu! Hallhüljes on ühtlasi tursa parasiitide peremeheks. Arktilistes vetes tavaline liik on kuni 2 m pikkune **grööni hüljes** (*Phoca groenlándica*). Suurim loivaline on Tšiili, Uus-Meremaa ja Tasmaania rannavetes levinud kuni 6,7 m pikkune **lonthüljes** (*Mirounga leonina*), kelle isast iseloomustab londilaadne ja erutumisel tugevasti puhetuv ninamik.

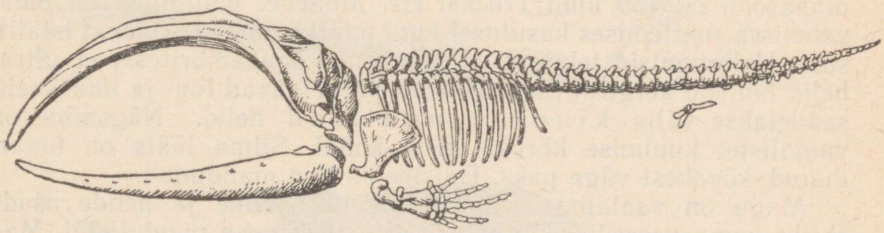
1) Millega on seletatav loivaliste jäsemete proksimaalsete osade lühenemine ja distaalsete osade pikenemine? 2) Kuidas on seletatav hüljeste esinemine järvedes? 3) Miks loivaliste hulgas pole väikesi loomi? 4) Miks kõrvhülglased on vanapärasemad kui hülglased?

Vaalalised on enamasti väga suured imetajad ja vees elamiseks niivõrd kohastunud, et neil on kadunud igasugused sidemed maismaaga.

Haabituselt meenutavad vaalalised kalu: neil puudub kael ja pea läheb vahetult üle torpeedolaadseks kehaks, mis lõpeb horisontaalse, toeseta sabauimega. Seljal leiame samuti toeseta seljauime. Eesjäsemed on muutunud loibadeks, tagajäsemed puuduvad. Silmad on vaalalistel väga väikesed; kõrvalestad puuduvad. Ninasõõrmed on enamikul kujunenud ühiseks suletavaks avaks või piluks, mis algab pea ülemisel-eesmisel küljel. Suuava on suur ja laialt avatav.

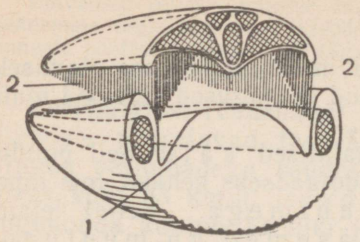
Nahk on vaalalistel karvadeta (välja arvatud vähesed kompekarvad), näärmeteta ja peegelsile. Nahale on iseloomulik hüdrofoobsus ja eriline elastsus, mille tõttu loomal vees liikumisel tekivad nahale kurrud, mis «kustutavad» kiirel liikumisel naha pinna läheduses tekkinud turbulentsed voolud ja muudavad need pikisuunalisteks. Sellega väheneb takistus vees liikumisel mitmekordselt ning loomad võivad suhteliselt väikese energiakuluga ujuda kuni 55 km/h[1]. Paks rasvarikas alusnahk vähendab keha erikaalu ja soojuskadu. Nisasid on üks paar ja need asetsevad keha tagaosa kõhtmisel küljel lihasterikaste nahakurdude vahel «nisataskutes». Nisad on varustatud tugevate ringlihastega, mille abil piim pritsitakse pojale suhu.

Vaalaliste toest iseloomustab toruluude puudumine ning käsnolluse ja rasva rohkus luudes. Ajukolju on ümar ja lühenenud, näokolju seevastu pikk (285. joon.). Lõualuude pikenemist koos eesülalõua-, nina- ja sahkluude pikenemisega ning ülalõualuu ja ninaluu nihkumist tahapoole ning viimaste kasvamist laubaluu peale võib märgata juba vaalaliste



285. joon. Grööni vaala skelett.

[1] Vaalaliste naha ehitust imiteeriva nn. laminflo kattega kaatril vähenes takistus vees liikumisel 27%, torpeedol isegi 50%.



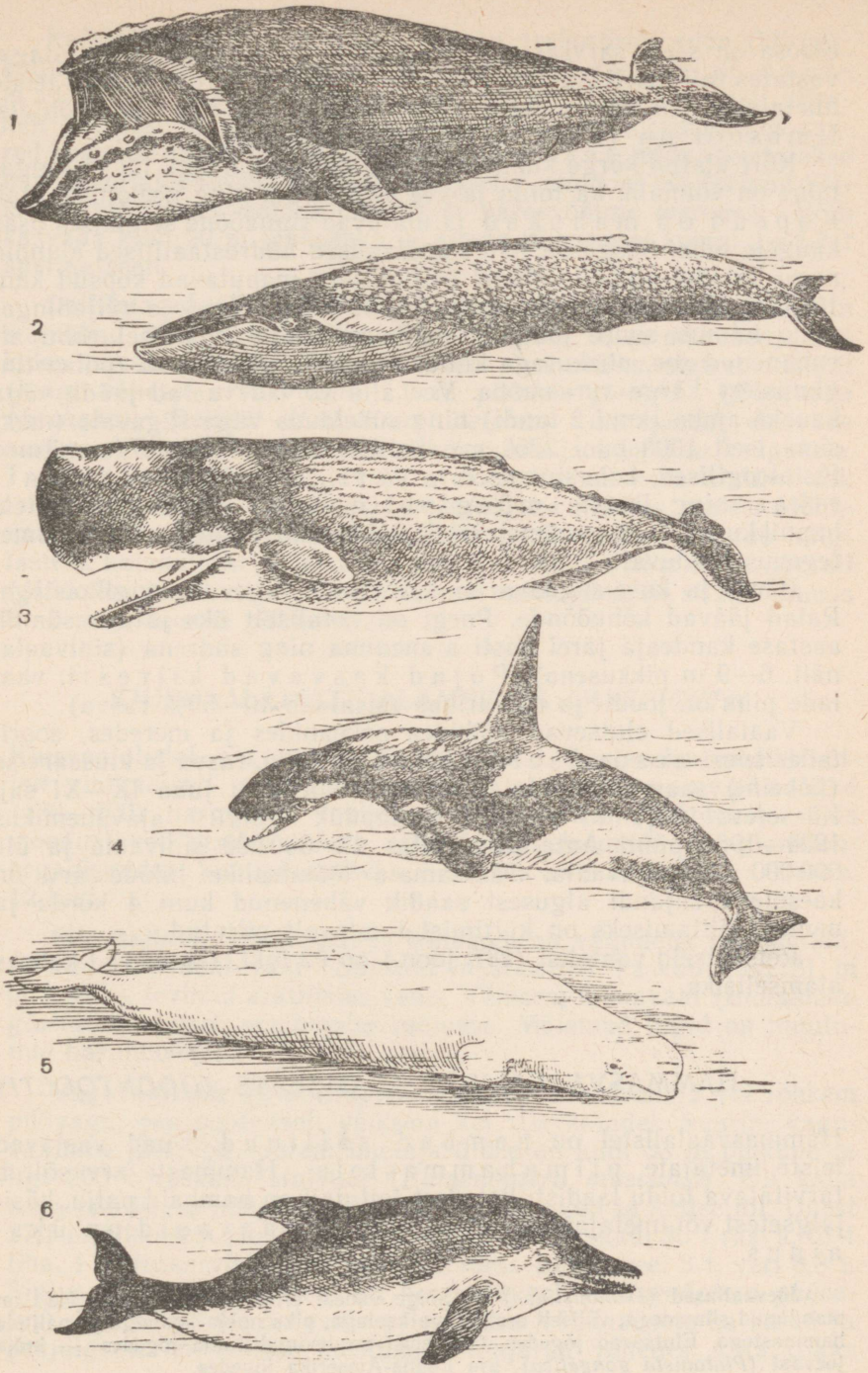
286. joon. Kiusvaalalise pea läbilõige ja kiused. 1 — keel, 2 — kiused.

ürgsetel esivanematel. Selle tõttu on ninaavad nihkunud kolju ülemisele küljele ning suuõõnes kujunenud omapärane toidu püüdmise aparaat. Kaladest, vähkidest ja kalmaaridest toitujail (hammasvaalalistel) palistab lõuaservi kuni 240 homodontset pulkjat hammast, planktonist toitujail (kiusvaalalistel) hambad puuduvad ja neid asendavad suulaest allarippuvad, kiusteks hargnenud sarvplaadid (286. joon.). Et ninaavad on tahapoole nihkunud, siis ei ole hingamisel enam vaja «nina» veest välja tõsta (mis ei ole võimalikki) ja hingamine võib alata niipea kui loomal pea laubapiirkond veest välja kerkib. Et toitu ei närita, on redutseerunud ka mälumislihased ja sarnakaar. Vaala tagakehale annab erilise paindlikkuse selgroolülide seostumine ainult paksude lülidevaheliste kõhrketaste abil ja ristluu puudumine. Saba on seega liikumiselundiks, loibadele jääb ainult sügavustüüri ülesanne. Eesvöötmes puudub rangluu. Tagajäsemetest on säilinud mõned luukepikesed.

Vaalaliste peaaju on suhteliselt suur ja otsaju pind on väga tugevasti sagardunud, isegi tugevamini kui inimesel. Eriti tugevasti on arenenud otsaju motoorsed ja kuulmisega seoses olevad osad. Haisteaju seevastu on mandunud. Vaalalised kasutavad, nagu käsitiivalisedki, orienteerumiseks ultraheli lokatsiooni. Nende poolt vastuvõetavate helide diapasoon on 150 kuni 170 000 Hz. Mõnedel delfiinidel on omavahelises suhtlemises kasutusel kuni paarkümmend erinevat häälitsust. Heliimpulsid tekitatakse ninaõõne «õhukambrites»; et ultrahelid läbivad kergesti rasvkoe, kuid peegelduvad luu- ja lihaskoelt, saadetakse välja kindlasuunalised helid. Nägemine on vaalalistel kuulmise kõrval teisel kohal. Silma lääts on ümardunud, kõvakest väga paks. Haisteelund on mandunud.

Magu on vaalalistel vähemalt kolmeosaline ja nende osade ehitus kompenseerib toidu eeltöötlemises esineva puudujäägi. Mao

287. joon. Vaalalisi. 1 — lõunavaal, 2 — sinivaal, 3 — kašelott, 4 — mõõkvaal, 5 — valgevaal, 6 — delfiin.


1
2
3
4
5
6

eesosa on seest sarvkestaga vooderdatud ja tugeva lihaskestaga, vastates talitluselt lindude lihasmaole, mao teine osa vastab teiste imetajate mao kardiaalsele osale, kolmas osa aga mao põhjale. Umbsool on lühike või puudub hoopis.

Kõri ulatub kõrge kühmuna (toruna) koaanideni, nii et hingamine on võimalik ka toidu ja vee suus oleku ning neelamise ajal. Kopsud on mahukad ja ulatuvad rinnaõõne selgmises osas kaugele taha. Seega on nad samalaadsed hüdrostaatilised elundid nagu kaladel ujupõis. Mõnel delfiiniliigil mahutavad kopsud kuni 10 liitrit õhku, suurel sinivaalal 14 000 liitrit. Sisse- ja väljahingamine toimub suure jõuga, kusjuures väljahingamisel rõhu alt vabanenud soe, niiskusega küllastatud õhk moodustab (polaartingimustes) kõrge aurusamba. Vee alla võivad vaalad jääda väga kauaks ajaks (kuni 2 tundi) ning sukelduda väga sügavale (maksimaalselt 1000 kuni 2200 m). Selleks aitavad kaasa ka mitmed füsioloogilised kohastumused: veri on hemoglobiinirikas ning lihaste müoglobiin seob 3,5 korda rohkem hapnikku kui maismaaimetajatel. Sukeldumisel aeglustub südametegevus tunduvalt.

Pärak ja kuse-suguava on varustatud tugevate ringlihastega. Raiad jäävad kõhuõõnde. Poegi on tavaliselt üks ja see sünnib aastase kandeaja järel hästi arenenuna ning suurena (sinivaalal näit. 6—9 m pikkusena). Pojad kasvavad kiiresti; vaalade piim on joodi- ja rasvarikas (sisaldab 40—50% rasva).

Vaalalised elutsevad kõikides ookeanides ja meredes, sooritades suuri sesoonseid rändeid. Liha, rasva ja kiussarvise (fišbeini) saamiseks alustati vaalade küttimist juba IX—XI saj. Käesoleval sajandil elavnes vaalapüük veelgi: ajavahemikus 1904—1961 püüti Antarktika vetes üle 300 000 sinivaala ja üle 600 000 heeringavaala. Tähtsamate tööndusliku liikide arv on käesoleva sajandi algusest saadik vähenenud kuni 4 korda ja nende säilitamiseks on küttimist tunduvalt piiratud.

Retsentseid vaalalisi (287. joon.) on 92 liiki. Jagunevad kaheks alamseltsiks.

HAMMASVAALALISTE ALAMSELTS (*ODONTOCETI*)

Hammasvaalalistel on hambad säilinud; nad vastavad teiste imetajate piimahammastele. Hammaste arv sõltub tarvitatava toidu laadist: kaladest toitujail on hambaid palju, käsijalgsetest või imetajaist toituvail vähe. Ninaavasid on üks-ainus.

Jõevaallased (*Platanistidae*) on kõige vähem eristunud sugukond. Nad on mandunud silmadega, väliselt eraldatava kaelaga, pika nokja koonuga ja paljude hammastega. Elutsevad jõgedes. Osa neist on levinud India jõgedes — **india jõevaal** (*Platanista gangética*), osa Lõuna-Ameerika jõgedes.

Kašelotlaste (*Physetéridae*) pea on erakordselt suur (kõrge): kolju ees (ülalõualuu kohal) on neil paksu rasvkoe all spermatseedi (vaalavõidise) «padi». See padi on nähtavasti ultraheli impulsse suunav lääts. Sageli tekivad nende jämesooles suured kogused muskuselõhnaga ainet — ambrat, mida kasutatakse parfümeeriatööstuses. **Kašelott** (*Physéter cátodon*) on levinud kõikides troopilistes, subtroopilistes ja parasvöötme meredes. Võib kasvada kuni 20 m pikkuseks ja annab niisugusel korral 1—5,7 t spermatseeti.

Delfiinlased (*Delphinidae*) on hammasvaalaliste liigirikkaim sugukond. Nad on enamikus väikesed (kuni 10 m pikkused), kõikides meredes levinud vormid. Meie rannavetes elutseb kõikjal (kuigi vähesel arvul) kuni 1,5 m pikkune **pringel** (*Phocaena phocaena*). **Delfiin** (*Delphinus delphis*) on tuntud «laevade saatja». Võib hüpata kuni 3,6 m kõrgusele ja kuni 9 m kaugusele. Ta on kergesti dresseeritav ja arukas. Esineb koos **afaliini** ehk **laiksilm-delfiiniga** (*Túrsiops truncátus*) ka Mustas meres. **Mõõkvaal** (*Orcinus orca*) kasvab kuni 10 m pikkuseks ja toitub hülglastest, kalaanidest ja teistest vaaladest. Kuni 6 m pikkuse **narvali** (*Mónodon monóceros*) isastel kasvab vasak ülemine silmahammas 2—3 m pikkuseks piikhambaks.

KIUSVAALALISTE ALAMSELTS (*MYSTICETI*)

Kiusvaalalistel puuduvad hambad. Suulae kummaltki küljelt ristipidiselt alla kuni keeleni ulatuvad sarvplaadid (130—400) hargnevad rohketeks kiusteks («fišbein»), mis moodustavad otsekui mõrra väikeste mereloomade (ka planktonorganismide) kinnipidamiseks. Ninaavasid on kaks. 12 liiki.

Silevaallaste (*Balaenidae*) kõhupool on vagudeta, pea suhteliselt suur. **Grööni vaal** (*Balaena mysticetus*) kasvab kuni 21 m pikkuseks, levinud arktilistes vetes. Väiksem **lõunavaal** (*Eubalaena glacialis*) elutseb soojemates meredes. Mõlemad liigid on muutunud haruldasteks.

Vaguvaallaste (*Balaenoptéridae*) kõhupoolel on 12 või rohkem pikivagu, pea suhteliselt väiksem kui silevaaladel. Suurim vaguvaallane ja kõige suurem imetaja üldse on kuni 33 m pikkune ja ligi 200 t raskune **sinivaal** (*Balaenóptera músculus*). Oli kaua aega põhiliseks püügiobjektiks, kuid praegu on ta kaitse all. Ühest 27,1 m pikkusest isendist, kes kaalus 136,4 t, saadi 36 t rasva, 61 t liha, 1 t kiussarvist, tema skelett kaalus 18,6 t, keel 3 t, veri 8,8 t. Sinivaalast veidi väiksem on **heeringavaal** (*Balaenóptera phýsalus*). Tema toiduks on peale pelaagiliste vähilaadsete ka kalad ja peajalgsed. Intensiivse küttimise tagajärjel vähenes Antarktikas

sajandi algul 400 000 isendile hinnatud populatsioon umbes veerandini.

1) Millised morfoloogilised sarnasused ja erinevused on vaalaliste ja loivaliste vahel? 2) Mis tähtsusega on kolju kuju ultraheli suunatud impulsside saamisel? 3) Millised termoregulatsiooni võimalused on vaalalistel keha liigse jahtumise ja ülesoojenemise vältimiseks? 4) Mis teeb võimalikuks vaalalistel suurte poegade sünnitamise? 5) Miks suurtes järvedes vaalalisi ei esine, loivalisi aga esineb?

TORUHAMBULISTE SELTS (*TUBULIDENTATA*)

Toruhambulised on ligi meetrise tüvepikkusega madalajalgsed, pika koonu ja pika sabaga loomad. Varvaste otsad on kaetud kabjalaadsete küünistega. Purihambaid on kummagi lõualuu kummaski pooles 4 või 5, teised hambad puuduvad. Purihammaste ehitus on imetajate hulgas siin ainulaadne: nad on juurteta ja emailita ning koosnevad prismataolistest torudest. Iga toruke kujutab endast miniatuurset pulpi rohkearvuliste radiaalkanalikestega. Tõenäoliselt on toruhambulised suguluses sõralistega. Retsentseid liike on 4; need kuuluvad **tuhniklaste** (*Orycteropódidae*) sugukonda ning elavad Aafrika ida- ja lõunaosas. **Tuhnik** (*Orycteropus afer*) — kuni 130 cm pikkune — elutseb seltsingutena ja uuristab ulatuslikke urge. Toitub termiitidest ja sipelgatest. Ööloom.

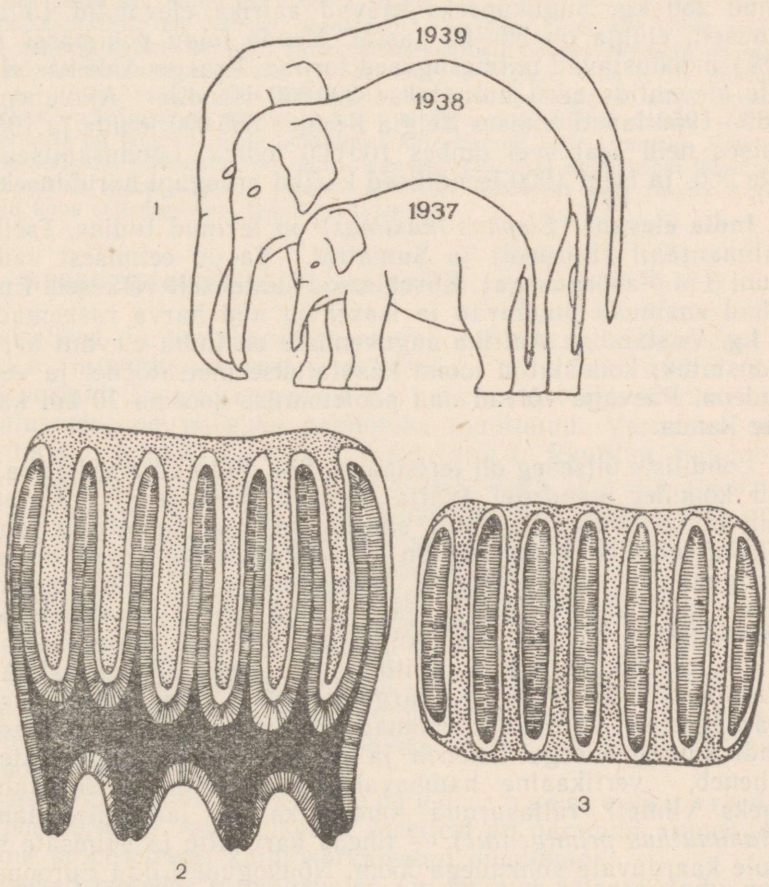
LONDILISTE SELTS (*PROBOSCIDEA*)

Londilised on suurimad maismaaimetajad. Tüse raske keha toetub sambataolistele jalgadele. Varbad, arvult 5, on lühikesed ja lõpevad väikeste kapjadega. Näib, nagu oleksid londilised tallulkõndijad, kuid tegelikult on nad varvulkõndijad: kämblaja pöialuud asetsevad püstiselt, varbalülide alla aga on tekkinud tugevad elastsed sidekoelised padjandid, mis keha raskust kanda aitavad. Nahk on paks ja karvadeta (välja arvatud saba tipp). Londiliste erilaadseks tunnuseks on nende lont — ninamiku ja ülamoka kokkukasvamisel kujunenud haiste-, kompe-, toitumis-, joomis- ja kaitseorgan. Vastavalt oma tekkele on ta lihaseline moodustis; pikivahesein jaotab ta ööne kaheks pooleks. Londi tipul on väike sõrmjas jätke, millega loom saab tõsta väga väikesi esemeid.

Hammastik on redutseerunud. Lõikehammastest on ülalõua kummaski pooles säilinud vaid välimine. Need on juurteta, kasvavad kogu eluaja ning muutuvad hiiglasuurteks **võhkadeks**, mille materjal (dentiin) on tuntud elevandiluu nime all. Silmahambad puuduvad. Purihambaid on igas lõuapooles ainult üks. Need on väga suured (india elevandil näit. 26 cm pikad ja 8 cm laiad) ning kujutavad endast võimsaid vahendeid taimse toidu tohutute hulkade peenestamiseks. Noorte purihammaste mälumispinnal on rohkesti ristipidiseid kurde, mille vahed (vaod) hiljem täituvad tsemendiga. Kui niisugused hambad kuluvad, siis tulevad dentiini, emaili ja tsemendi

«plaadikesed» vaheldumisi nähtavale (288. joon.). Kauasest tarvitamisest kulunud purihambad asenduvad uutega, mis tekivad nende taga ja nihkuvad eestpoolt äralangenud hamba asemele. Niisugune horisontaalne hambavahetus võib londilistel toimuda elu jooksul 6 korda. Kogu elu vältel tekib londilistel seega 24 purihammast.

Seoses londi, suurte võhkade ja suurte purihammaste kujunemisega muutuvad kolju välised mõõtmed väga suureks, kusjuures kolju õõs aga ei suurene. Seega on ka peaaju suhteliselt väike: 3-tonnise looma peaaju kaalub kõigest 5,4 kg (1 : 560). Otsaju poolkerad ei kata väikeaju. Ometi on londilised



288. joon. India elevandi väliskuju muutumine individuaalsel arenemisel (1); hamba pikilõik (2) ja hamba mälumispind (3).

kergesti õpetatavad, hea mäluga «targad» loomad. Juhtivateks meelteks on haistmine ja kuulmine.

Magu on lihtne, umbsool pikk ja sopistunud. Raiad asetsevad kõhuõõnes. Kandeaeg vältab 22 kuud, poegi on üks.

Kaasaegseid londilisi on 2 liiki ja need kuuluvad **elevantlaste** (*Elephántidae*) sugukonda.

Aafrika elevant (*Loxodónta africana*) on kuni 8 m pikk, 3,5 m kõrge ja kuni 5 t raske. Tema iseloomulikuks tunnuseks on väga suured kõrvalestad. Nende suurus on tõenäoliselt seotud mitte ainult kuulmisega, vaid nad on ka termoregulatsiooni vahendiks. Võhad esinevad mõlemal sugupoolel ja kasvavad isastel 2—2,5 m (erandjuhtudel kuni 4,1 m) pikaks. Suurimad võhad on kaalunud 250 kg. Suguküpseks saavad aafrika elevandid 15 aasta vanuselt, eluiga on 50—60 aastat. Nende toidu põhimassi (kuni 80%) moodustavad mitmesugused tarnad. Praegu Aafrikas elutsevate elevantide arvu hinnatakse 300 000 isendile. Ajavahemikus 1889—1950 tapeti endises Belgia Kongos 585 000 looma ja 1955. a. elutses neid seal veel umbes 100 000 looma. Looduskaitsealadel pole 200- ja isegi 1000-isendilised karjad praegugi haruldused.

India elevant (*Élephas máximus*) on levinud Indias, Tseilonil, Kalimantanil (Borneol) ja Sumatral. Ta on eelmisest väiksem (kuni 3 m õlakõrgusega). Kõrvalestad suhteliselt väikesed. Emasel võhad enamasti puuduvad ja isasel on nad harva raskemad kui 20 kg. Vastandina Aafrika suguvennale on india elevant kergesti kodustatav; kodustatud loomi kasutatakse metsatöödel ja veoloomadena. Päevaga võivad nad pooletonnise koorma 70 km kaugusele kanda.

Londiliste õitseaeg oli tertsiaaris. Siis olid nad arvukad ja levinud kõikidel mandritel (välja arvatud Austraalia). Et nad on alati olnud suured loomad, siis on neist ka suhteliselt rohkesti paleontoloogilisi leide, mis on võimaldanud konstrueerida nende sugupuu. Ülemeotseeniaegne *Moeritherium* oli alles meetrikõrgune, «normaalse» koljuga ja peaaegu täieliku hammastikuga. Koljus leidub ühiseid jooni küüniskabjaliste ja mereveiselistega, mis osutab nende ühisele päritolule nn. ürgkabiloomadest. Alates *Moeritherium*'ist jõuab iga järgmine vorm sammukese lähemale kaasaegsetele vormidele: loomad suurenevad, koos võhkade ja londi suurenemisega lüheneb ja kõrgeneb kolju, hammaste arv väheneb, vertikaalne hambavahetus asendub horisontaalsega. Üheks viimati väljasurnud londiliseks oli jääaegne **mammut** (*Mammuthus primigenius*) — tiheda karvkatte ja võimsate sissepoole kaarduvate võhkadega loom. Nõukogude Liidu Euroopa-osa ulatuses elutsenud mammutite arvu hinnatakse poolele miljonile. Tõenäoliselt surid nad välja küttimise tagajärjel. Mammuti jäänuseid on leitud ka Eestis.

1) Kas oleks võimalik elevandisuuruste ja -kujuliste londita loomade eksisteerimine? Miks? 2) Mis on olnud horisontaalse hambavahetuse põhjuseks? 3) Millised põhilised muutused toimusid londiliste liikumisviisis nende arenemise vältel? 4) Millest on tingitud aafrika ja india elevandi kõrvalestade erinev suurus?

KÜÜNISKABJALISTE SELTS (*HYRACOIDEA*)

Küüniskabjalised on jänesesuurused kohmakad taimetoidulised loomad. Varvaste arv on redutseerunud: eeskäpal 4, tagakäpal 3. Varvaste lõpmised osad on tublisti laienenud ja kannavad küünisekujulist kapja. Rangluu puudub.

Hammastiku eripäraks on närilistele omase ehitusega ülemised lõikehambad: neid on ainult üks paar ja nad on juurteta. Silmahambad puuduvad, purihambad on ristikurdudega ja eespurihambad on molariseerunud. Magu on kaheosaline: kardiaalne (vasakpoolne), näärmeteta osa on toidumahutiks, püloorilises, näärmetega osas toimub toidu seedimine. Raiad jäävad kehaõõnde. Aastas üks pesakond, milles on 2 või 3 poega.

Küüniskabjalised on Aafrika autohtoonid. Tertsiaaris oli see rühm väga arvukas, sellesse kuulus ka suuri (kuni hobusesuurusi) vorme. Tänaseni on säilinud vaid **damaanlaste** sugukond (*Procaviidae*) 6 liigiga, kelle levila piirdub Aafrika ja Väike-Aasiaga. Ühe perekonna liigid on kohastunud eluks puude otsas, teised on kaljuste ja taimestikuvaeste alade asukad. Süüria **damaan** (*Procavia syriaca*) on leidnud piiblis märkimist kui «Iisraeli laste lammas». Kohastumusteks kaljudel ronimiseks on iminapalaadsed tallad ja kogu kehal hõredalt esinevad pikad kompekarvad. Toitub värsketest taimedest ega tarvita vett. Elutsevad koos seltsingutena, tegutsevad päeval.

MEREVEISELISTE SELTS (*SIRENIA*)

Mereveiselised on vee-eluviisiga suured, silinderja kehaga, loibadeks muundunud eesjäsemetega ja rõhtsa sabauimega vormid. Tagajäsemed puuduvad. Nahk sile, karvadeta; alusnahk on paksuks pekikihiks muutunud. Varvastel on lamedad kabjalaadsed küünised. Rangluu puudub. Luud on tiheda, elevandiluulaadse struktuuriga ja väga rasked.

Omapärane on hammastik. Lõikehambad (arvult 2—5) on kas mandunud ja langevad varakult välja või tugevateks võhkadeks kujunenud. Silma- ja eespurihambad puuduvad või viimaste arv on suurenenud (kummagi lõualuu kummaski pooles kuni 11). Sel juhul on nad kas ristipidiste emailikurdudega või silinderjad, emailita ja juurteta. Hambavahetus toimub horisontaalselt. Suulael ja alalõual täidavad hammaste ülesannet sarvliistakud. Magu on mitmekambriline, sool pikk. Raiad asetsevad kõhuõõnes. Kandeaeg vältab umbes aasta, poegi on üks.

Peaajus on silmatorkavalt suured haistesagarad, otsaju poolkerad ei kata väikeaju. Meeltest on paremini arenenud haistmine ja kuulmine, kuigi kõrvalestad puuduvad.

Elutsevad meredes ja magevetes. On levinud Atlandi, India ja Vaikse ookeani troopilises litoraalis ning jõgedes. Toituvad vetikatest, vee- ja kaldataimedest.

Et mereveiselised põlvnevad *Moeritherium*'ile lähedasest maismaavormist. kajastab nende fülogenees pidevalt jätkuvat kohastumist vee-eluks. 3 sugukonda, millest üks alles hiljuti välja suri.

Manaatlased (*Trichéchidae*) on labidja sabauimega, täiskasvanult lõikehammasteta, kuue kaelalüliga vormid. 3 liiki. **Lamantiin** (*Trichechus manatus*) elutseb Lõuna-Ameerika kirdeosa rannikualadel ja jõgedes, kus tema isendite üldarvu hinnatakse 1000—2000-le. Suurimad eksemplarid on olnud kuni 3,3 m pikad ja kaalunud kuni 400 kg, kuid XIX saj. algusest on teada ka kuni 6 m pikkusi isendeid. Vee all võib viibida maksimaalselt 16 minutit. Viimastel aegadel on lamantiine hakatud kasutama irrigatsioonikanalite puhastajatena. **Senegali lamantiin** (*Tr. senegalénsis*) on levinud Lääne-Aafrika rannikul ja jõgedes.

Dugonglastel (*Dugóngidae*) on sabauim väljalõikega, isastel suured võhad. 1 liik. Dugong ehk **mereneitsi** (*Dugong dugong*) on levinud Punasest merest kuni Austraalia rannikualadeni ja jõgedeni.

Mereõhvlased (*Rhytinidae*) olid kuni 10 m pikkused hambutud loomad, kes elutsesid Komandori saarte ja Kamtšatka rannavetes. Hävitati röövküttimise tagajärjel XVIII—XIX saj. Nende viimast esindajat — **stelleri mereõhva** (*Rhytina stelleri*) — olevat nähtud 1854. aastal.

1) Milliseid mereveislaste tunnuseid võib pidada esivanematelt pärituiks ja millised on kohastumuslikud? 2) Millega seletada manaatlaste levikut? 3) Ühtse päritolu alusel ühendatakse londilised, küüniskabjalised ja mereveiselised poolkabiloomade (*Subungulata*) rühma. Millised on neile iseloomulikud ühised tunnused? Millest on tingitud erinevused?

KABJALISTE SELTS (*PERISSODACTYLA*)

Kabjalised on suured taimetoidulised loomad. Nende jäsemete telg läbib kolmanda varba. Selle viimane lüli on varustatud kabjaga, millel lasub kogu keha raskus. Loomad on seega kabjulkõndijad (unguligraadid), puutepind maaga on minimaalne, mis soodustab jooksmist. Varbaid võib eesjäsemeil olla 1, 3 või 4, tagajäsemeil 1 või 3, mis kõik samuti on varustatud kabjaga.

Kolmanda varba faalanksid on suured ja kannavad eri nimetusi: sõrgatsiluu, piirdeluu ja kabjaluu. Kabjaliste reieluud iseloomustab tugev kolmas pöörel, küünar- ja pindluu on mandunud, kiireks jooksuks kohastunud vormidel on kolmas kämbla- ja põialuu kujunenud pikaks kootluuks, teine ja neljas aga mandunud tikkelluudeks.

Kuigi hammastik võib mõnedel olla täielik, on ta enamikul redutseerunud: lõike- ja silmahambad võivad täielikult kaduda. Enamikul liikidel on silma- ja eespurihammaste vahel lai diasteem. Esialgselt kuuekühmulised purihambad on

kujunenud lofodontseteks või lofo-selenodontseteks ja hüpsodontseteks (kõrgeteks). Iseloomulik on eespurihammaste molariseerumine. Noorloomade purihammaste mälumispinnad on kõrgete kurdudega, mille vahed (vaod) on täidetud tsemendiga. Hiljem, kui hammaste kroon kulub, ilmuvad mälumispindadel nähtavale emailivööndiga ümbritsetud dentiinisaarekesed, mille suuruse ja kuju järgi saab määrata looma vanust. Seoses hammasterea (hambakaare) ja diasteemi pikenemisega on kabjaliste pea näoosa pikk ning lõpeb liikuvate ja tundlike mokkadega või isegi lühikese londiga. Nii mokad kui ka lont on toidu hankimisel ja valimisel esmajärgulise tähtsusega.

Peaaju on kabjalistel suhteliselt väike, otsaju poolkerad on küll hästi sagardunud, kuid ei kata väikeaju. Hästi on arenenud haisteaju ja vastavalt ka haistmine. Magu on lihtne, kuid peensool pikk ja jämesool mahukas (hobusel näit. 90 liitrit). Ainult hobustel laskuvad raiad kukutisse, teistel jäävad nad kõhul naha alla. Poegi on üks ja see sünnib hästi arenenuna.

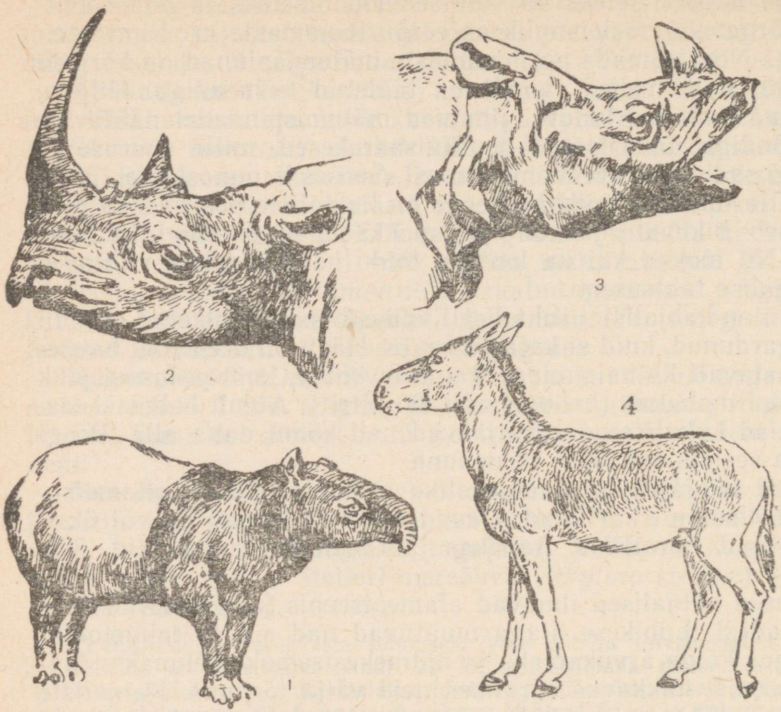
Enamik kabjalisi on avamaastike asukad, vähesed on metsavormid. Iseloomult kartlikud, elavad väikeste karjadena või üksikult. Levinud Euraasias, Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas (vt. 303. joon.).

Esimesed kabjalised ilmuvad alameotseenis ja põlvnevad ürgkabiloomadest. Lühikese ajaga muutuvad nad suurte taimetoiduliste hulgas kõige arvukamaks ja mitmekesisemaks rühmaks. Alates miotseenist hakkavad sõralised neid välja tõrjuma. Kabjaliste evolutsiooni põhisuunaks oli kohastumine kiireks jooksuks ja toitumiseks rohttaimedest.

Käesolevaks ajaks on säilinud kõigest 16 liiki (289. joon.). Mitmed kaasaegsed liigid on väljasuremisel või vähesearvulised, seetõttu on kabjaliste osatähtsus looduse majapidamises väike. Kodustatud liigid aga pole oma osatähtsust kaotanud ka tänapäeval.

Taapirlased (*Tapiridae*) on kabjaliste seas «elusad fossiilid»: neil on 42 hammast, lühikesed jäsemed, eesjalgadel 4, tagajalgadel 3 varvast. Nad on kuni meetri kõrgused, kohmaka kehaga ning ninamiku ja ülamoka liitumisel tekkinud londiga. Oligotseenis olid levinud Vanas ja Uues Maailmas, pleistotseenis kadusid Euroopast. Praegu elutseb üks liik Indias, kolm liiki Kesk- ja Lõuna-Ameerikas (vt. 303. joon.). **India taapiri** (*Tápirus indicus*) tagakeha on valge, eeskeha ja jäsemed pruunid, **ameerika taapir** (*T. terrestris*) on ühevärviline mustjaspruun. Kõik taapirid on õise eluviisiga ja eelistavad soiseid tiheda taimkattega alasid. Kandeaeg kestab üle aasta (405 päeva).

Ninasarviklasi (*Rhinocerótidae*) iseloomustavad nina- ja laubaluu kohale tekkinud 1 või 2 pärissarve. Nahk on karvadeta ja erakordselt paks. Jäsemetele ja kaelale liikuvuse tagamiseks on mõnedel vormidel nahk jagunenud liikumatuteks kilpideks, mille vahele on jäänud õhemanahalised «hinged». Jalad on kolme var-



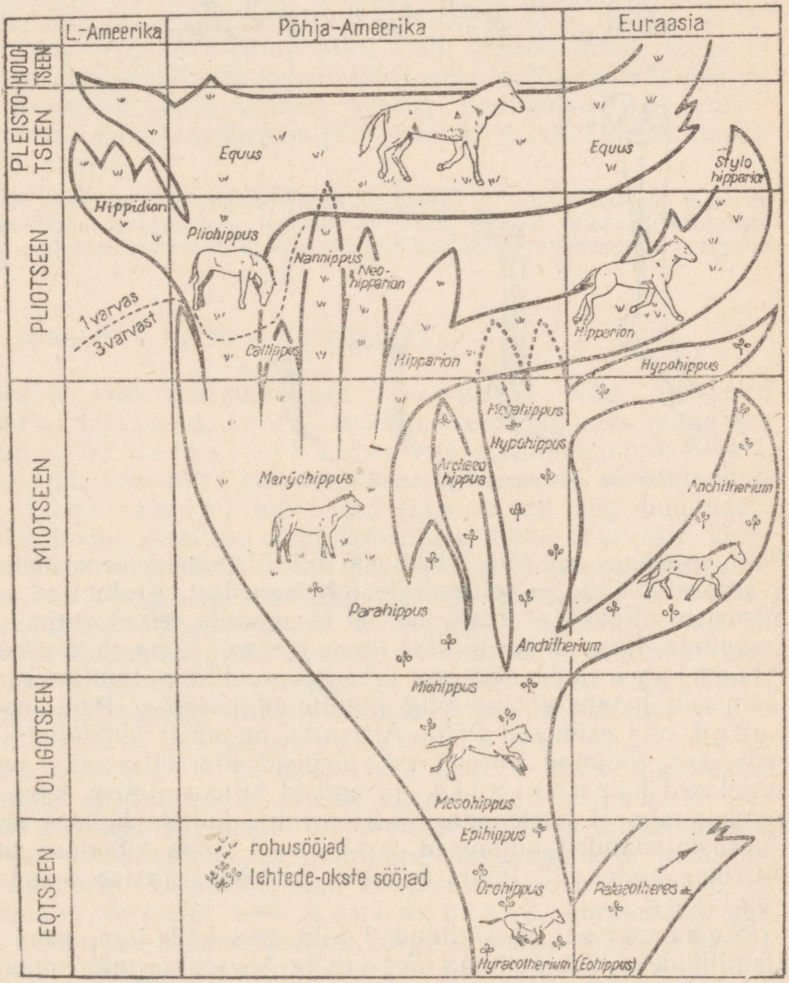
289. joon. Kabjalisi. 1 — india taapir, 2 — must-ninasarviku pea, 3 — india ninasarviku pea, 4 — kulaan.

baga, mille unguligraadsust varjab suur elastne padjand, mis toetab varbaid ning kämbla- ja põialuid.

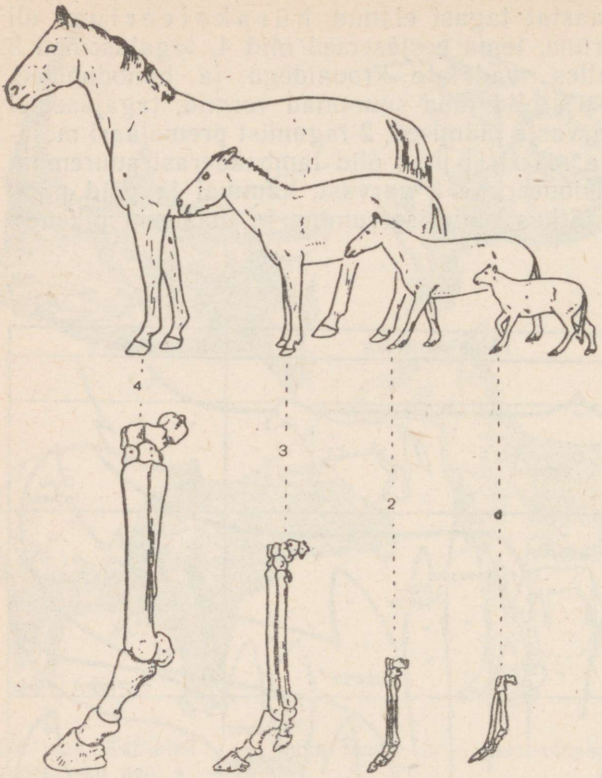
Kogu tertsiaari vältel elutsenud väga liigirikkast ja arvukast ninasarviklaste sugukonnast on säilinud kõigest 5 liiki — Aafrikas ja Aasias. Aafrika ninasarviklastest on tuntuim kuni 1,5 m õlakõrgusega **must-ninasarvik** (*Diceros bicornis*), kelle koguarvu hinnatakse 10 000—14 000-le isendile, Indias on kõige arvukamaks liigiks džunglis elutsev ühe sarvega **india ninasarvik** (*Rhinóceros unicornis*) (umbes 400 isendit). Ninasarviklaste hävimise põhjuseks on salaküttimine rahvameditsiinis kasutatavate sarvede saamiseks: ühe sarve eest makstakse niisama palju kui kõige uuemat tüüpi auto eest. Jääajal oli Euraasias laialt levinud **karvikninasarvik** (*Diceros merkii*), kelle luude jäänuseid on leitud ka Eestis.

Hobuslased (*Equidae*) on sihvakad, pikkade ühevarbaliste jäsemetega, kiiresti jooksvad äärmiselt spetsialiseerunud imetajad. Pidev paleontoloogiliste leidude rida on võimaldanud jälgida rühma evolutsiooni eotseenist alates (290. ja 291. joon.).

Umbes 60 miljonit aastat tagasi elanud hürakoteerium oli alles foksterjeri suurune, tema eesjäsemed olid 4, tagajäsemed 3 varbaga, hambad alles madalate kroonidega ja bunodontsed. Oro- ja epihippus olid juba suuremad vormid, tagajäsemel kadusid külgmiste varvaste jäänused, 2 tagumist premolaari molariseerusid. Meso- ja miohippus olid lambakoerast suuremad, eesjäsemes jäi funktsioneerima 3 varvast, kämmal ja pöid pikenesid, hammastikus jätkus molariseerumine ja diasteem pikenes.



290. joon. Hobuse ja selle lähedaste vormide sugupuu.



291. joon. Hobuse esivanemad ja nende eesjäse.

Poni suurune merükhippus oli üleminekuvorm metsaelult avamaastikuelule ja toitumisele rohttaimedest. Keskmised varbad pikenesid niivõrd, et kiirel jooksul ei puuduta teised varbad enam maapinda. Hammaste ehitusse ilmus tsement ja hambad pikenesid. Pliohippustel olid osal juba kadunud ka külgmiste varvaste jäänused, hambakroonid olid muutunud kõrgeks. Plesiohippused olid esimesed Põhja-Ameerika mandrilt lahkunud «hobused», kes, ilmunud Euroopasse, tõrjusid siin välja oma arvukad sugulased hipparionid, ja andsid hiljem alguse hobuste perekonnale. Hobuste edasine arenemine kulges kolmes suunas: Euraasia mandril kujunesid hobused sõna kitsamas mõttes, Aafrikas sebrad, Põhja-Aafrikas ja Lõuna-Aasias eeslid ja eeslikud.

Sebradest on säilinud 3 liiki, mis kõik jagunevad reaks alamliikideks. Somaalimaa kõrbetes ja Abessiinia mägismaal võib veel kohata vähesel arvul kõige suuremat sebrat — **grevi sebrat** (*Equus grevyi*) (kuni 165 cm õlakõrgusega).

Eeslid jagunevad kahte geograafiliselt eraldatud rühma: Aafrika eeslid ja Aasia eeslid ehk eeslikud. Aafrika eeslid on looduses peaaegu kadunud. Neist on **nuubia eesel** (*Equus africanus*) **kodueesli** (*Eq. asinus*) esivanem. Aasia eeslitest oli **kulaan** (*Eq. hemionus*) ajaloolisel ajal laialt levinud: Väike-Aasiast Loode-Aasiani ning Kesk-Aasia steppidest ja poolkõrbetest kuni Musta mereni. Käesolevaks ajaks on Indias säilinud 1000 ja Turkmeenia lõunaosas 700 isendit. Elutsevad 10—20-isendiliste karjadena, toituvad kogu päeva. Hädaohu korral võivad 60—70 km tunnikiirusega joosta kuni 10 km.

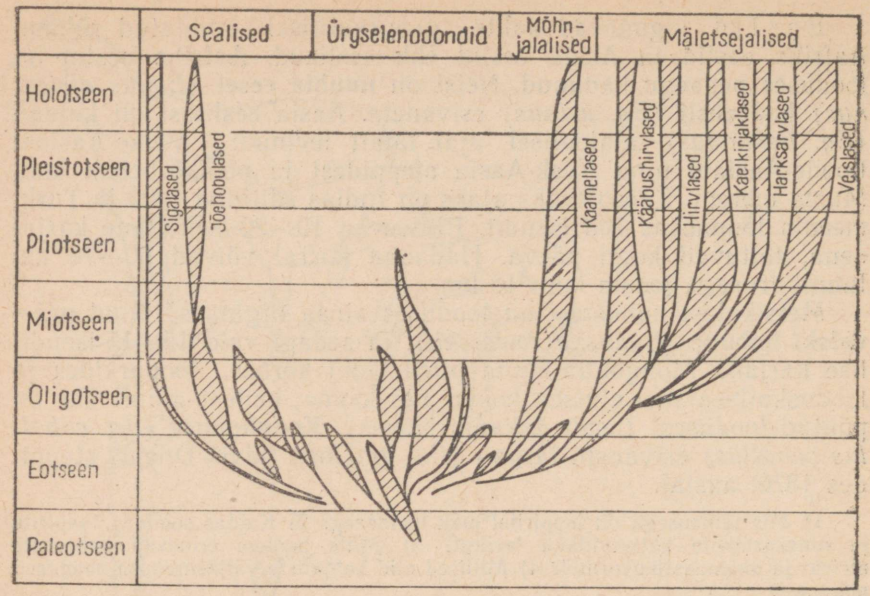
Metsikutest hobustest on looduses ainsa liigina säilinud **prževalski hobune** (*Equus przewalskii*), ja sedagi vaid 12—15-isendilise karjana Mongoolia-Hiina piiril Gobi kõrbes. Zooparkides ja looduskaitsealadel elutseb kokku 125 looma, kellest ainult üks on püütud loodusest (asub Askania Novas). **Koduhobuse** (*Eq. caballus caballus*) esivanem **tarpan** (*Eq. gmelini*) hävis Dnepri steppides 1870. aastal.

1) Mis tähtsusega on taapiritel pikk kandeaeg? 2) Kuidas seletada taapirite ja ninasarvikute katkendlikku levikut? 3) Mille poolest erinevad kabjaliste metsa- ja avamaastikuvormid? 4) Millised olid kabjaliste väljasuremise peamised põhjused?

SÕRALISTE SELTS (*ARTIODACTYLA*)

Sõralised on keskmise suurusega ja suured väga eristunud taimetoidulised, kelle ühiseks ja iseloomulikuks tunnuseks on kahe- või neljavarbalised jäsemed, kusjuures 3. ja 4. varvas, mis kannavad keha raskust, on arenenud võrdselt ning märksa tugevamini kui teised (mis võivad isegi puududa). Seega kuuluvad sõralised kabjulkõndijate hulka. Varvaste lõppfaalanksid on varustatud sõraga. Kolmas ja neljas kämblaluu (põialuu) on kõrgematel vormidel tugevasti pikenenud ja kootluuks liitunud. Kontsluul on mitte ainult ülemine, vaid ka alumine pind plokilaadseks muutunud, mis kanna liikuvust tunduvalt tõstab. Õlavarre- ja reieluu on paljudel lühike, mis võimaldab vastavatel lihastel kiiresti töötada. Rangluu puudub.

Hammastik ja kogu seedekulgla on kohastunud taimse toidu suurte masside töötlemiseks. Vähestel vormidel on hammastik täielik, enamikul on ta redutseerunud: paljudel puuduvad ülalõualuus lõike- ja silmahambad, alalõualuu silmahambad on muutunud lõikehammaste taoliseks, esineb diasteem. Eespurihambad ei molariseeru, purihambad on algelisematel vormidel veel bunodontsed, kõrgematel aga selenodontsed. Enamikul on kõrge krooniga (hüpsodontsed) purihambad. Magu koosneb tavaliselt 2—4 osast, sool on väga pikk: näiteks sea peensool 16 m, veise peensool 45 m. Raiad asetsevad kukutis (välja arvatud sealised). Pojad, keda on



292. joon. Sõraliste sugupuu.

tavaliselt 1 või 2, võivad juba mõni tund pärast sündimist liikuda. Enamik liike on polügaamsed.

Otsaju poolkerad katavad väikeaju ainult osaliselt. Hästi on arenenud haisteaju ja kuulmiserutusi vastuvõtvad ajuosad. Ka kõrkmete-süsteem (ninaõõnes) on hästi arenenud. Seoses haistemeele arenguga on sõralistel ka haisunäärmed (sõra-, preorbitaal- ja kubemenäärmed) hästi välja kujunenud.

Sõralised elutsevad enamasti karjadeks koondunult, nii avamaastikus, metsades kui ka mäestikes, amfiibse eluviisiga on ainult jõehobud.

Levinud on nad kogu maakeral, välja arvatud Austraalia ja Uus-Meremaa. Looduslikes biotsönoosides on nad näriliste kõrval kõige olulisemad taimse toidu kasutajad ning selle «lihaks muundajad». Sõraliste arvukus määrab paljude kiskjaliste arvukuse. Inimesele on nad tähtsad nii jahi- kui ka koduloomadena.

Sõralised põlvnevad, nagu kabjalisedki, ürgkabiloomadest ning mõlema seltsi arenemine on kulgenud paralleelselt. Kabjalised on muutunud reliktseks seltsiks, sõraliste areng aga on kogu aeg edusamme teinud ja praegu on nad õitsengul. Retsentseid sõralisi on 194 liiki ning 9 sugukonda; need moodustavad 3 alamseltsi (292. joon.).

Sealised on massiivsed, madalate, 4-(harvem 3-)varbaliste jäsemetega primitiivsed sõralised (293. joon.). Nende kämblad- ja põialuud on alles lahus. Hammastik täielik (sigadel näit. 44 hammast), purihambad madala krooniga ja bunodontsed. Seoses segatoidu tarvitamisega on magu veel paljudel liikidel lihtne, osutades siiski juba liigendumise tendentsi: seal moodustab mao kardiaalse osa vasak pool umbse koti, nabasigadel ja jõehobudel on magu juba kolmeosaline. Kõigile iseloomulik tunnus on paks nahk, paljas või kaetud harjastega; alusnahk on kujunenud pekikihiks. Levinud Euraasia para- ja palavvöötmes, Aafrikas, Kesk- ja Lõuna-Ameerikas (vt. 302. joon.). 3 sugukonda, 12 liiki.

Jõehobulased (*Hippopotámidae*) on sealiste primitiivne ja üldisest arengusuunast kõrvalekaldunud haru. Nad on suured, jässaka kehaga, peaaegu palja paksu nahaga ning poolveelise eluviisiga loomad. Kõik neli varvast võrdselt arenenud, põialuud lahus. On säilinud ainult kaks Aafrikas elutsevat liiki. **Jõehobu** (*Hippopótamus amphibius*) kasvab kuni 4 m pikaks ja võib kaaluda 2—3 t. Isaste kihvad (silmahambad) kasva-



293. joon. Sealisi. 1 — jõehobu, 2 — metssiga, 3 — hirvsiga, 4 — pekaari.

vad kuni 75 cm pikkuseks. Head ujujad, võivad vee all viibida kuni 8 min. Elutsevad «haaremitena»: ühe isase juures on 10—30 emast ja noorlooma. **Kääbusjõehobu** (*Choeropsis liberiensis*) on poole väiksem, elutseb jõeäärsetes tihnikutes.

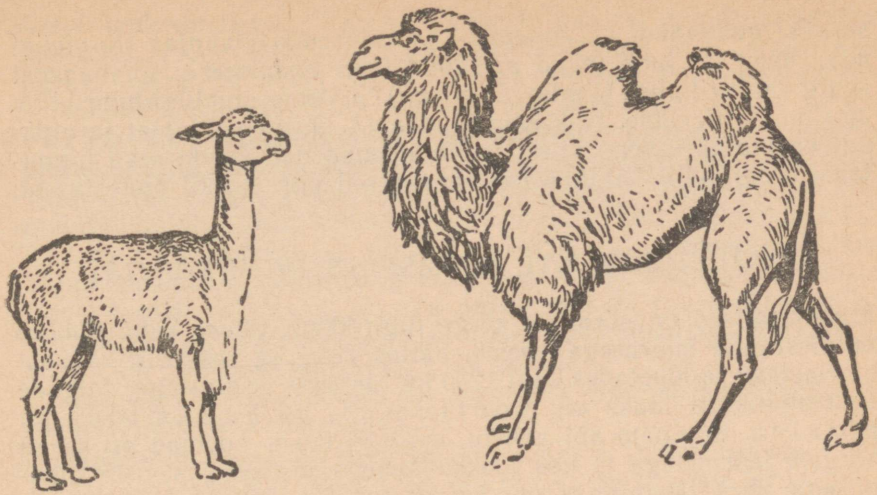
Sigalasi (*Suidae*) iseloomustab pikk ninamik ja tuhnimist soodustav kettalaadne kärss. Kohastumusena paksude metsatihnikute läbimiseks on keha kaetud tihedate harjastega. Kolmas ja neljas varvas on märksa pikemad kui teine ja viies. Isastel on tugevad väljapoole ja ülespöördunud kihvad, mida kasutatakse pinnasest toidu hankimiseks, kaitseks ja ka omavahelistes võitlustes. Rinnapiirkonnas naha all tekkivat kõhrest elastset kilpi isastel tuleb pidada kaitsevahendiks kihvalöökide vastu. Tuntuim sigalane on **metssiga** (*Sus scrofa*), kelle levila ulatub Põhja-Aafrikast ning Kesk- ja Lõuna-Euroopast Kaug-Idani ja Tseilonini. Metssead tulid Eestisse Põhja-Lätist 30—40 aastat tagasi, 1966. a. oli neid üle 3000 isendi. Talvel vajavad lisasööta. Metssea Ida-Aasia alamliik on kodusea tõugude esivanem. Aafrikas elutseb kirjusid kõrvatuttidega **jõesigu** (*Potamochóerus*), alles 1904. a. avastatud **laanesigu** (*Hylochóerus*) ja massiivse luukühmulise peaga ja hiiglasuurte kihvadega **tüügassigu** (*Phacochóerus*). Sulavesi (Celebesi) saarel elutseval kuni 1,1 m pikkusel **hirvseal** (*Babirussa babirussa*) on erakordselt pikad laubani tagasipöörduvad kihvad. Vanaduses need takistavad isegi toitumist.

Nabasigalased (*Tayassuidae*) on väiksemad, lühikese ninamikuga sigalased Kesk- ja Lõuna-Ameerikas. Nende tagajäsemed on 3 varbaga. Põialuud on osaliselt või täielikult liitunud, hakkab tekkima kootluu. Seljal on karvade vahel nabalaadsed haisunäärmete kogumikud. **Kaeluspekaari** (*Dicotyles tajacu*) on ligi meetri pikkune karjadena elutsev silvikool.

MÕHNJALALISTE ALAMSELTS (*TYLÓPODA*)

Mõhnjalalised on suured, pika kaela ja pikkade jäsemetega loomad (294. joon.). Varbaid on ainult 2 ning neile vastavad kämbla- ja põialuud on liitunud ühiseks pikaks kootluuks. Varvastel on küüniselaadsed sõrad ja varvaste all sarvestunud nahaga kaetud elastsed sidekoelised **mõhnad** (295. joon.). Ülemised lõikehambad on säilinud. Magu kolmeosaline. Erinevalt kõikidest teistest imetajatest on neil erütrotsüüdid ovaalsed, tuumaga, väikesed ja arvukad (14—19 milj. 1 mm^3-s.).

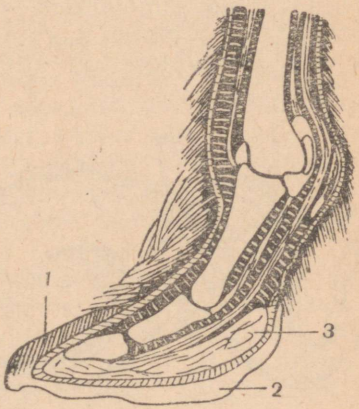
Esimesed mõhnjalalised kujunesid nähtavasti Põhja-Ameerikas. Euraasiasse ilmusid nad alles pliotseeni keskpaiku. Kaasajaks on säilinud üks sugukond — **kaamellased** (*Camélidae*) — kahe perekonnaga, kellest üks on levinud Kesk-Aasias, teine Lõuna-Ameerikas (vt. 302. joon.). **Kaamelite** perekonda (*Camelus*) kuuluvad üle 3 m pikad tiheda karvkattega, ühe või kahe «küüruga» (alusnaha rasvpadjandiga), kõrbetingimustega kohastunud loomad. Kevadel rahulduvad nad taimedest saadava veega, suvel võivad



294. joon. Kaamellasi. Vikunja ja kaksküür-kaamel.

joomata olla kuni 7 päeva. Metsikuna on säilinud **kaksküür-kaamel** (*C. bactrianus*) vähesel arvul (paarkümmend looma) Gobi kõrbes. Kodustatuna (teine alamliik) tuntakse teda Hiinas, Väike-Aasias ja Nõukogude Liidu Kesk-Aasia vabariikides. Võib kanda 700 kg raskusi koormaid ja läbida ratsaloomana kuni 100 km päevas. **Üksküür-kaamel** ehk dromedar (*C. dromedarius*) on tuntud ainult kodustatuna Indiast Aafrikani. Ratsaloomana võib kõrbes läbida 3—4 päevaga 500 km. Et dromedari lootel on kaks küürusuget, peetakse teda kaksküür-kaamelist põlvnevaks liigiks.

Laamade (*Lama*) liigid on väikesed ja küüruta, elutsevad ainult Andides 2000—4000 m kõrgusel. Metsikuna tuntakse hirve-



295. joon. Kaameli jala ristlõik. 1 — sõrg, 2 — tald, 3 — sisekoeline padjand.

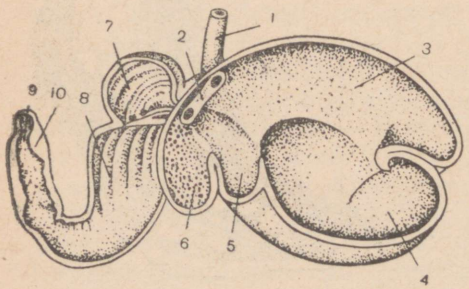
suurust **guanaakot** (*L. huanaco*) ja väiksemat **vikunjat** (*L. vicugna*). Neist on juba inkad aretanud kaks kodulooma: guanaakost suure valgevillalise **laama** (*L. glama*), mõlema ulukliigi hübriidina aga mustavärvilise, väiksema **alpaka** (*L. pacos*). Laamat ja alpakat kasutatakse veo-, villa- ja lihaloomadena. Nende arvu hinnatakse 5 miljonile. Aklimatiseerimiskatsed pole kuskil õnnestunud.

MÄLETSEJALISTE ALAMSELTS (*RUMINANTIA*)

Mäletsejalised on sõraliste kõige liigirikkam rühm, kuhu kuulub mitmesuguse suurusega vorme, alates 2—3 kg raskuste kääbushirvlastega ja lõpetades kuni 1200 kg raskuste veislastega. Jalgade iseloomulikuks luuks on kootluu. 2. ja 5. kämbla- ja pöialuu on enam või vähem mandunud. Loomad on seega kõrgete jäsemetega ja hea jooksuvõimega. Seoses jäsemete liikumisega ühes tasapinnas on küünar- ja pindluu mandunud.

Enamikul esinevad paarilised õõnessarved, kas mõlemal sugupoolel või ainult isastel. Tõenäoliselt on sarved kujunenud sugulise valiku teel isaste «turniirirelvadena» võitluses emaste pärast. Sellele viitab ka nende ehitus, mis võitluses liigikaaslastega ei võimalda tekitada raskeid vigastusi.

Hammastiku eripärasuseks on ülemiste lõikehammaste ja sageli ka ülemiste silmahammaste järkjärguline kadumine. Taimse toidu suurte hulkade omastamist soodustavad süljenäärmed, mis näiteks veisel toodavad ööpäevas 100—190 liitrit sülge, ja liitmagu (296. joon.), mis koosneb neljast osast: vatsast, võrkmikust, kiidekast ja libedikust. Esimesed kolm — eesmaod — on tekkelt söögitoru osad, libedik vastab teiste imetajate maole. Eesmaod on toidumahutiks, ühtlasi toimub siin taimerakkude kestade (tselluloosi) lagundamine sümbiontide — bakterite, seente ja ripsloomade poolt, seega sama protsess, mis teistel taimetoidulistel teostub alles umbsooles. Ka sünteesivad siinsed bakterid karbamiidi «jääki-



296. joon. Lamba liitmagu. 1 — söögitoru, 2 — vagu, mille ülemine ava viib söögitorru, alumine — kiidekasse, 3 — vatsa selgmine osa, 4 — vatsa kõhtmine osa, 5 — vatsa esik, 6 — võrkmik, 7 — kiidekas, 8 — libedik, 9 — lukuti, 10 — lukutisulgur.

dest» aminohappeid. Vats (*rumen*), mis on toidu esialgseks mahutiks, moodustab liitmao kogumahust kuni 80%. Mõni aeg pärast vatsa täitumist algab mäletsemine: vatsa seinte kokkutõmbumise teel hästi segatud toit liigub portsjonite kaupa võrkmikku (*reticulum*) ja sealt söögitoru kaudu suhu, kus ta peenestatakse, süljega segatakse ja seejärel uuesti alla neelatakse. Toidukämp kulgeb nüüd söögitoruvao kaudu (mis puudulikult mälutud toidu korral reflektoorselt sulgub), läbi võrkmiku kiidekasse (*omasus*) ja sealt libedikku (*abomasus*), kus algab seedimine. Liitmagu ja mäletsemine võimaldavad toitaineid täiuslikumalt omastada, on aga peale selle ka suure ökoloogilise tähtsusega: toidu hankimisel kiskjaliste poolt ohustatud piirkonnas ei tarvitse loomadel seal kuigi kaua viibida.

Esimesed mäletsejalised on teada ülemeotseenist. Praegu on neid 7 sugukonda 176 liigiga.

Kääbushirvlased (*Tragúlidae*) eraldusid mäletsejaliste põhitüvest juba eotseeni algul ja ei ole sellest ajast peale kuigi palju muutunud. Nii on nad võrdlemisi madalal arenemisastmel: kootluu esineb neil ainult tagajäsemeil, sarved puuduvad, magu on kolmeosaline. Huvitavaks omapärasuseks on ülemised silmahambad: need on pikad ja ulatuvad suust välja. Kääbushirvlased on kogu arenemise vältel olnud metsatihnikute asukad. Säilinud 4 liiki. Elutsevad orientaalses regioonis ja Aafrikas. Jänesesuurune **jaava kääbushirv** (*Trágulus javanicus*) on kõige väiksem mäletsejaline.

Muskushirvlased (*Móschidae*) on väikesed sarvedeta sõralised. Isastel on ülemised silmahambad säilinud ja ulatuvad suust välja, preputsiaalnääre toodab neil muskust, mida kasutatakse parfümeeriatööstuses. Kämbla- ja põialuud on juba kootluuks liitunud. Sellest sugukonnast on säilinud üksainus liik — **muskushirv** ehk kabargaa (*Moschus moschíferus*). See on väike, 60 cm õlakõrgusega loom, Põhja-Hiina ja Ida-Siberi mägitaiga asukas (297. joon.).

Hirvlaste (*Cérvidae*) isastel on umbsarved. Ülemised lõikehambad on kadunud ja silmahambad nõrgalt arenenud. Sugukonna iseloomulikuks tunnuseks on spetsiaalsete lõhnanäärmete esinemine, kusjuures preorbitaalnäärmed on sugukonna kõikidel liikidel. Külgmistest kämbla- ja põialuudest on säilinud vaid jäänused või nad on hoopis kadunud. 40 liiki, Euraasia ja Põhja-Ameerika aladel. Kõik on väärtuslikud jahiobjektid (297. joon.). Suurim hirvlane on **põder** (*Alces alces*), kelle õlakõrgus küünib 235 cm-ni ja kaal on üle 500 kg. On levinud Euraasia ning Põhja-Ameerika taiga ja okasmetsa alal. Eestis oli 1922. a. kõigest 15—20 looma, alates 1964. aastast on nende arv vabariigis üle 6000, kusjuures aastas lastakse 800—1000 looma. Männinoorendikes ja männikuis-haavikuis tekitab okste söömise ja tüvede koorimisega kahjustusi. **Metskits** (*Capréolus capreolus*) elutseb Euraasia leht- ja segametsade ning metsastepi aladel. Eestis on metskits kõikides metsades tavaline liik, 1968. a. loendati meil ligi 30 000 isendit. **Hirv** (*Cervus élaphus*) on Euraasia ja



297. joon. Muskushirvlasi, hirvlasi ja harksarvlasi. 1 — muskushirv, 2 — harksarvik, 3 — põhjapõder, 4 — põder, 5 — metskits, 6 — euroopa hirv.

Põhja-Ameerika parasvöötme asukas. Selle suure areaali ulatuses on kirjeldatud 25 alamliiki. Euroopa hirve (*C. e. elaphus*) areaali põhjapiir läheb läbi Põhja-Läti. Varem elutses ka meil, 1964. a. toodi siia uuesti. Euraasia üheks suuremaks alamliigiks on Siberis levinud maral (*C. e. sibiricus*), kelle õlakõrgus on kuni 155 cm ja kaal kuni 300 kg. 1956. a. toodi Põhja-Eestisse 10 isendit. Põhja-Ameerika vormid on tuntud vapiti nime all. Hirve kõige lähemaks sugulaseks on Kaug-Ida laialehiste metsade karakterloom **tähnikhirv** (*Cervus nippon*), keda sovhoosides kasvatatakse pantide (pehmete, alles luustumata sarvede) saamiseks, millest toodetakse ravimit pantokriini. Tsirkumpolaarselt tundra- ja taigavööndis on levinud **põhjapõder** (*Rángifer tarandus*) — ainus hirvlane, kellel ka emased on sarvedega. Elutsevad suurte karjadena ja sooritavad regulaarselt kuni 750 km pikkusi rändeid — talveks taigasse ja kevadel tagasi tundrasse. Kodustatud põhjapõtru kasutatakse veoloomadena. Ameerikas on levinud **pampahirved** (*Odocoileus*).

Harksarviklaste (*Antilocápridae*) sugukonda kuulub ainult üks liik — **harksarvik** (*Antilocapra americana*) (297. joon.) Põhja-Ameerika preeriatest. Mõlemal sugupoolel esinevad õõnessarved, kuid need on kaheharulised ja vahetuvad igal aastal. Seega on harksarviklased vahevormiks hirvlaste ja veislaste vahel. Seda näitavad ka paleontoloogilised andmed: Ameerikas esinesid nad arvuka rühmana alates keskmiotseenist ning arenesid Vanas Maailmas levinud veislastega paralleelselt ja neist sõltumatult.

Veislased (*Bóvidae*) on sõraliste hulgas kõige liigirikkam sugukond: siia kuulub $^2/_3$ kõikidest sõralistest. Sugukonna põhiliseks tunnuseks on hargnematud õõnessarved, mis esinevad isastel, aga ka paljudel emastel. Varbaid on 4, kusjuures külgmised varbad on väikesed. Ülalõualuus on lõike- ja silmahambad kadunud, purihambad on selenodontsed (nelja «poolkuuga»). Näärmetest on iseloomulikud karpaalnäärmed, kubemenäärmed jt.

Veislaste eraldumine kääbushirvlastest algas kesk- või ülemoligotseenis Euraasia mandril. Esimesed veislased olid sarvedeta või väga väikeste laubaluu-kasvunditega, mida kattis perioodiliselt äraheidetav sarvestunud nahk. Algselt olid sarved ainult turniirirelvadeks, hiljem omandasid nad ka kaitsevahendite funktsiooni. Et sarvede kasutamine relvadena on efektiivsem, kui nad asuvad kolju tagaosas, siis ongi nad koos laubaluudega fülogeneetilisel arenemisel tahapoole nihkunud. Ajukolju kaane moodustamisest ei võta veislastel enam osa kiiruluud, vaid ainult laubaluud. Paralleelselt toimub kolju luude (eriti laubaluude) pneumatiseerumine ja luude täielikum kokkukasvamine.

Et veislased evolutsiooni käigus kohastusid toitumiseks rohttaimedest, mis aga sageli on kaetud hambaid kulutava tolmuga, mulla- ja liivateradega, siis kujunesid neil välja hüpsodontsed (kõrge krooniga) hambad. Suurenes ka hammaste lõikepindade

kurrutis ja emailikurdude vahedesse hakkas tekkima tsement. See suurendab hamba pinda, erineva kõvadusega emaili-, dentiini- ja tsemendikihi vaheldumine aga muudab hamba pinna hästi krobeliseks, mis ta töö efektiivsust tunduvalt tõstab.

Enamik veislasi on avamaastikul elutsevad vormid, mitmed liigid aga on kohastunud ka elamiseks metsades, soistel aladel ja isegi kõrgmäestikes. Veislased elavad karjadena ja on peaaegu eranditult rohusööjad. Nad on levinud kõikidel mandritel, välja arvatud Austraalia ja Lõuna-Ameerika. Suure majandusliku ja tööndusliku tähtsusega, mitmed liigid on tähtsaimate koduloomade esivanemad. 128 liiki, mis rühmituvad 5 alamsugukonnaks. Nõukogude Liidus 12 liiki.

1. Pärisveislased on suured, kohmaka keha, lühikese kaela, pika saba ja suhteliselt madalate tugevate jäsemetega loomad (298. joon.). Ninamik on paljas ja märg ning kannab ninapeegli nime. Levinud peamiselt Lõuna-Aasias. Laubaluu nõrga arengu alusel peetakse kõige algelisemateks pärisveislas-

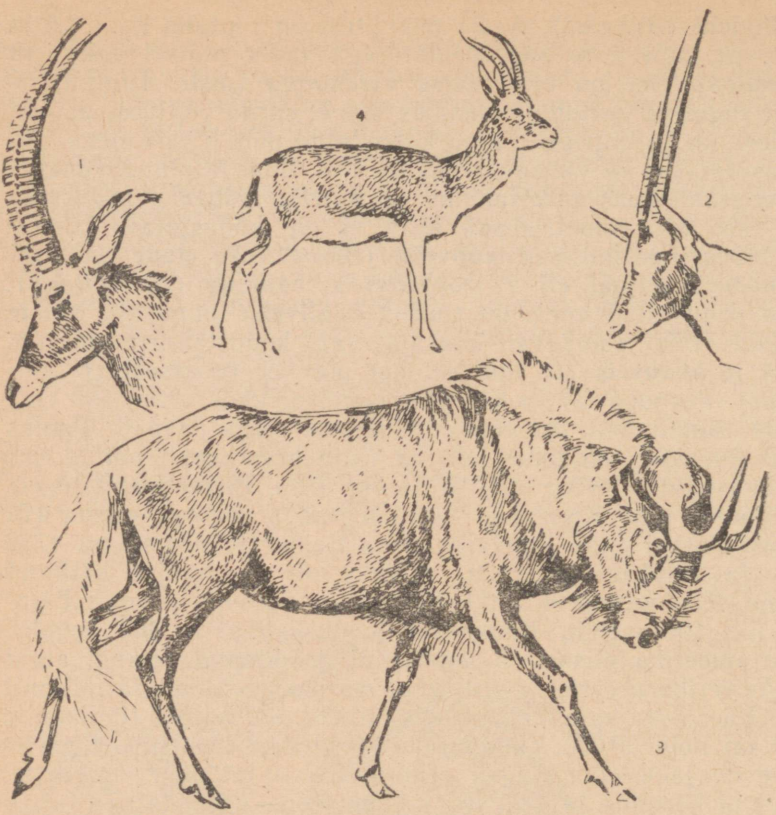


298. joon. Pärisveislasi. 1 — euroopa piison, 2 — nilgau pea, 3 — kanna pea.

teks **pühvleid** (*Búbalus*). Aasia pühvlitest on tuntuim kuni 1,8 m kõrgune ja kuni 4 m sarvedeulatusega **india pühvel** ehk arni (*B. búbalus*). See on orientaalse valdkonna soiste džunglipiirkondade tugev ja vastupidav asukas, kes ei karda võitlusse astuda isegi elevandi ja tiigriga. Ta on kodustatud pühvli esivanem. Viimast kasutatakse ka Vahemeremaadel veo-, liha- ja piimaloomana. Arni geograafiliseks vikariaadiks on **aafrika pühvel** (*Sýncerus caffer*), kes oma «metsikuse» tõttu ei ole kodustatav. Lõuna-Aasias on levinud mitmeid **laupveise** (*Bibos*) liike: **gaur** (*B. frontalis gaurus*), **gajaal** (*B. f. frontalis*) ja **banteng** (*B. banteng*). Viimase kodustatud vorm on tuntud **baaliveise** nime all. **Veiste** perekonda (*Bos*) esindavad kaasajal vaid kodustatud **seebu** (*B. indicus*) ja **koduveis** (*B. taurus*), kes põlvneb **tarvasest** (*B. primigenius*). Euroopa tarvas oli suur loom, pikkade (kuni 198 cm) ettepoole suunduvate sarvedega. Viimane isend tapeti Poolas 1627. a. Euroopa põhjaosas suri ta välja arvatavasti põllunduse ja karjakasvatuse leviku ning küttimise tõttu. **Piisonitest** (*Bison*) on säilinud 2 liiki. Kuni 2 m turjakõrgusega **euroopa piison** (*B. bonasus*) elutses enne I maailmasõda Belovežje ürgmetsas (737 looma) ja Kaukaasias. 1920. aastaks oli Belovežjes säilinud 20 looma, Kaukaasias ei ühtki. Praegu on euroopa piisonit Belovežjes üle 100 isendi, Kaukaasia looduskaitsealal 400 isendit. Suurem **ameerika piison** (*B. bison*) oli möödunud sajandi algul Põhja-Ameerika preeriates veel väga arvukas — kuni 75 miljonit isendit. Käesoleva sajandi alguseks oli säilinud umbes 100 looma. Praegu on neid 30 000. Omapärane kõrgmäestikes elutsev pärisveislane on **jakk** (*Poëphagus grunniens*) — pikkade sarvedega, kuni 1,9 m kõrgune ja 4,25 m pikkune loom. Kodustatuna on ta eriti levinud Tiibetis ja Pamiiris. Pärisveislaste hulka arvatakse ka Aafrikas ja Indias levinud **võsapukk** (*Tragélaphus scriptus*), Lõuna-Aafrika **suurkudu** (*Tr. strepsiceros*), Ida-India metsavorm **nilgau** (*Bosélaphus tragocamelus*) ning Aafrika savannides elutsev **kanna** (*Taurotragus oryx*). Viimase õlakõrgus ulatub 2 meetrini, kaal kuni 1 t. Askania-Novas peetakse suurt kodustatud karja väga rasvarikka ja raviomadustega piima saamiseks.

2. Hobuantilooplased on Aafrika savannides levinud suured loomad. Pikkade mõõkjalt kõverate sarvedega on **hobuantiloop** (*Hippotragus equinus*), sirgete sarvedega on **mõõksarvantiloobid** (*Oryx*), kõverad sarved iseloomustavad hobuselaadseid «veise peaga» **gnuusid** (*Connochaetes*) (299. joon.).

3. Antilooplaste hulka kuuluvad väikesed, saledad, Aafrikas ja Aasias levinud liigid. Sarved on ainult isastel. Kuni 80 cm õlakõrgusega **džeiraan** (*Gasella subgutturosa*) on levinud Kesk-Aasia kõrbetes ja poolkõrbetes (299. joon.). Sügiseti moodustavad nad paarisajaisendilisi karju. Jookseb kuni 60 km/h. Džeiraan ja niisama suur **dzereen** (*G. gutturosa*) on ainukesed Nõukogude Liidu territooriumil esinevad antilooplased. Lõuna-Aafrikas on



299. joon. Hobuantilooplasi ja antilooplasi. 1 — hobuantiloobi pea, 2 — mõõksarv-antiloobi pea, 3 — sinignuu, 4 — džeiraan.

iseloomulik liik **hüpikgasell** (*Antidorcas marsupialis*). Põua ajal rändavad hüpikgasellid hiiglasuurte karjadena.

4. Kitslased (300. joon.) on enamikus keskmise suurusega, madalavõitu jäsemetega ja tiheda karvastikuga. Sarved on küll mõlemal sugupoolel (välja arvatud saiga), kuid emastel on nad märksa nõrgemini arenenud. Peamiselt mägiste alade elanikud. Ainult **saiga** (*Saiga tatárica*) on tüüpiline Kesk-Aasia ja Mongoolia steppides ja poolkõrbetes. Suur kumer nina allapoole pöördunud ninasõõrmetega soodustab sissehingatava õhu puhastumist ja soojenemist ning võimaldab kiirel jooksul normaalselt hingata, muutes saiga eeskeha «voolujooneliseks». Tüüpilised mäestikuelanikud on **kitsed** (*Capra*) ja **lambad** (*Ovis*). Edela-Aasia mäestikualadel ja Kaukaasias esineb **besoaarkits** (*Capra aegagrus*), **kodukitse** (*C. hircus*) esivanem. Kesk-Aasia mäestikes on

levinud **siberi kaljukits** (*C. sibirica*). Viimase lähedane sugulane on Alpides elutsev **alpi kaljukits** (*C. ibex*). Lammastest on Euroopas levinud **euroopa muflon** (*Ovis músimon*), Ees- ja Kesk-Aasia mäestikes «asendab» teda suurem **aasia muflon** (*O. orientalis*), keda tuntakse 14 alamliigina. Lõuna-Siberi, Hiina ja Tsentraal-Aasia mäestikualadel on levinud kuni 125 cm õlakõrgusega **arhaar** (*O. ammon*). Ta sarved on erakordselt võimsad: eesmist kõverust mööda mõõtes kuni 155 cm pikad ja kännisel kuni 50 sentimeetrise ümbermõõduga. Ida-Siberis ja Kamtšatkal levinud suurt (140 kg) **lumelammast** (*O. nivicola*) kirjeldas 1829. a. esmakordselt Tartu Ülikooli muuseumi rajaja prof. Fr. Eschscholtz. Lumelambale väga lähedane liik on Kanadas levinud **kanada lammas**



300. joon. Kitsed ja lambad. 1— keerdsarv-kits (*Capra falconeri*), 2 — siberi kaljukits, 3 — aasia muflon, 4 — arhaar, 5 — saiga, 6 — lumelammas.



301. joon. Kaelkirjaklasi. 1 — kaelkirjak, 2 — okaapi.

(*O. canadénsis*). Kitsede ja lammaste fülogeneetilisele noorusele viitab paljude lähedaste liikide esinemine, liikide jagunemine paljudeks alamliikideks ja kalduvus omavahel ristuda. Nendega suguluses on ka karmides Gröönimaa ja Kanada põhjaosa tingimustes elutsev tiheda karvkattega 1,1 m õlakõrgusega **muskusveis** (*Ovibos moschatus*). Huntide rünnaku vastu kasutavad nad ringkaitset: täiskasvanud ümbritsevad noori ringina, sarved väljapoole.

Kaelkirjaklased (*Giraffidae*) (301. joon.) on väga spetsialiseerunud mäletsejalised: nende jäsemed ja kael on erakordselt pikad. Külgmised varbad on täielikult kadunud. Peas leiame 1 või 2 paari omapäraseid sarvi: sarve luuline osa on kogu eluea kestel kaetud karvase nahaga. Kaelkirjaklased ilmusid miotseenis ja põlvnevad tõenäoliselt samadest esivanematest kui hirvlased. On säilinud 2 Aafrikas elutsevat

liiki: **kaelkirjak** (*Giraffa camelopárdalis*) ja **okaapi** (*Okapia johnstoni*). Kaelkirjaku õlakõrgus on kuni 3 m, millele lisandub kuni 2,3 m pikkune kael. Elutseb hõreda puiskattega savannides. Märksa väiksem okaapi on levinud Kongo jõe soistes ürgmetsades; ta avastati alles 1901. aastal.

1) Mis tähtsus on sellel, et sõraliste pojad sünnivad hästi arenenutena? 2) Milles seisneb sõraliste haisunäärmete tähtsus? 3) Millega seletada kootluu varasemat arenemist tagajäsemetel? 4) Millega seletada kääbushirvlaste primitiivsust? 5) Millised on veislaste adaptatiivse radiatsiooni põhisuunad? 6) Millised on sõraliste kõige vanapärasemad ja millised kõige nooremad rühmad? 7) Millega seletada hirvsea kihvade kummalist kuju? 8) Millised koduloomad kuuluvad sõraliste seltsi ja kes olid nende esivanemad? 9) Millistel sõralistel on sarved turniirirelvadeks ja millistel ka kaitserelvadeks? Mille alusel seda otsustada? 10) Mis ülesanne on mäestikuvormide sarvedel?

V. IMETAJATE GEOGRAAFILINE LEVIK

Imetajate tekkekeskusteks peetakse Vana Maailma troopikat. Seal kujunenud primitiivseimad imetajad andsid alguse mitmetele rühmadele, kes omakorda — olles tekkekeskustest levinud teistele aladele — said uute rühmade esivanemaiks. Kuigi imetajate leviku määravad eelkõige praegusaegsed ökoloogilised tingimused, on eri rühmade kaasaegse levikupildi kujunemisel määravaks olnud nende fülogeneetilise arenemise vältel valitsenud tingimused, levikutõkete ja levimist võimaldavate alade esinemine mandrite vahel.

Imetajate arenemise algperioodil — s. o. keskaegkonna algul — toimus mandrite tõus ja valitses kuiv kliima. Juuras mandrid mõnevõrra laskusid ja kliima oli niiskem. Kriidiajastul laskusid kontinendid veelgi ja suurtel aladel laiusid madalad mered. Kliima oli soe, subtroopilised tingimused valitsesid isegi Gröönimaal ja Alaskas. Alles kriidiajastu lõpul toimus mandrite uus tõus. Keskaegkonnas olid ühenduses Põhja- ja Lõuna-Ameerika, Aasia ja Põhja-Ameerika, Euraasia ja Aafrika, Aasia ja Austraalia. On võimalik, et esines ajutine ühendus ka Põhja-Ameerika ja Euroopa vahel Atlandi ookeani põhjaosas ning Madagaskari ja Aafrika vahel.

Uusaegkonnas jätkus mandrite tõus, mis saavutas maksimumi pliotseenis-pleistotseenis; sellal seostusid uuesti eotseenis eraldunud Põhja- ja Lõuna-Ameerika; mandrilised sillad ilmusid ka Aasia ja Põhja-Ameerika ning Euroopa ja Aafrika vahele. Austraalia on kogu uusaegkonna vältel olnud teistest mandritest eraldatud. Aegkonna algul oli kliima soe ja troopilised metsad katsid praegust parasvöötme ala. Kliima jahenemine, mis algas oligotseenis, põhjustas rohttaimestiku erakordse arenemise, millega kaasnes rohu- ja seemnesööjate imetajate kujunemine ja ulatuslik levimine.

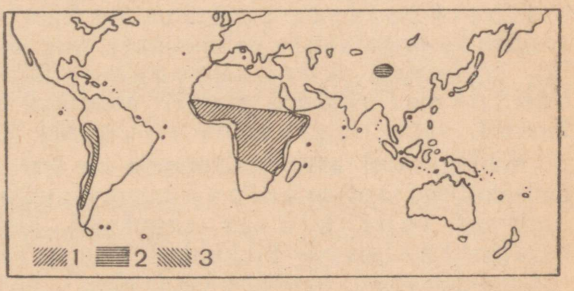
Peale mandritevaheliste mereliste tõkete, mis ei võimaldanud imetajail levida ühelt mandrilt teisele, olid levikubarjäärideks mandrite piirides ulatuslikud mäestikualad ja veekogud. Kõige hilisemaks, kogu põhjapoolkera imetajate faunat kujundanud teguriks oli jäätumine, mis hõlmas Põhja-Ameerikat, -Euroopat ja -Aasiat — oligotseenis alanud külmenemise lõpp-etapp. Jäämassides akumuleerunud vee arvel alanes ookeanide tase ligi 100 m võrra, võimaldades imetajail levida rannikulähedastele saartele. Jäämasside nihkumine järjest lõuna poole sundis sinna liikuma ka parasvöötme fauna, Põhja-Ameerika ja Aasia vaheline maismaaline sild muutus ületatavaks põhiliselt pleistotseenis kujunenud tundra- ja taigaimetajatele.

Palearktilises valdkonnas endeemilisi sugukondi ei leidu, fauna on võrreldes teiste valdkondadega ühetoonilisem ja liigivaesem. See on tingitud eeskätt imetajate noorusest, kuna kaasaegne fauna kujunes põhiliselt alles pärast jääaega. Eri looduslike vööndite imetajatefauna — nn. faunistilised kompleksid — on erineva vanusega ja erineva koosseisuga, kuid olles arenenud ühtedes ja samades tingimustes, moodustavad ühte ja samasse faunistilisse kompleksi kuuluvad liigid teatava ühiste kohastumustega rühma. **Tundravööndile** on iseloomulikkudeks liikideks närilistest lemmingud, sõralistest põhjapõder ja kiskjalistest polaarrebane. **Taiga** okasmetsade fauna on rikkam: närilistest esineb orav, lendorav, burundukk, kobras, palju hiirlasi ja hamsterlasi; jäneselistest on tavalised valgejänes, viiksjänesed; sõralistest — põder; kiskjalistest — ahm, soobel, ka laia levikuga ilves ja hunt. **Euroopa segametsade ja laialehiste metsade** vööndile on iseloomulikud närilistest unilased, kaelushiir; jäneselistest halljänes; sõralistest — hirv, metskits, euroopa piison; kiskjalistest — metskass, metsnugis, tuhkur, naarits. **Kaug-Ida laialehiste metsade vööndi** karakterliikideks on tähnikhirv, Kaug-Ida metskass, kährikkoer ja kaeluskaru; orientaalse regiooniga ühisteks liikideks on tiiger, leopard, harsa (*Mustela flavigula*). **Stepi- ja kõrbevööndis** on levinud närilistest suslikud, ümisejad, hüpiklased, paljud hamsterlased; sõralistest saiga, džeiraan, dzereen, kaamelid; kiskjalistest stepituhkur, täpiktõhk (*Vormela peregusna*), manulkass (*Felis manul*), korsak jt.

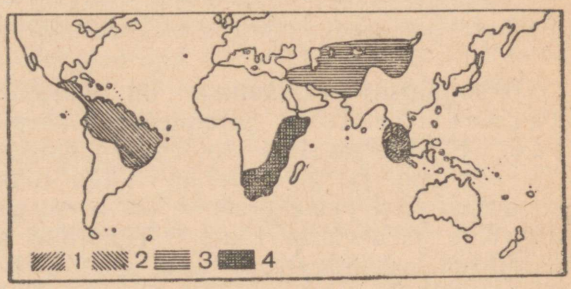
Nearktilise valdkonna imetajate endeemilisteks sugukondadeks on kobrasoravlased (*Aplodontidae*), harksarviklased (*Antilocapridae*) jt. Üldiselt on aga nearktilise ja palearktilise valdkonna imetajatefauna väga sarnane, erinevused ei küüni enamikul juhtudel üle perekonna piiride. Paljud perekonnad otsekui asendavad üksteist: palearktilises suslikud, burundukid, lendoravad, nearktilises rohtlahaukujad

(*Cynomys*), võõtoravad (*Tamias*), lääne-lendoravad (*Glaucomys*). Ühised palearktilise valdkonnaga on mutid, karud, hirved, põder, koprad jt., neotroopilise valdkonnaga — opossum, mõned vööloomad, mitmed käsitiivalised, pesukarulased, tüügassead, okaslased jt.

Neotroopilise valdkonna vanimad imetajad on opossumlased ja kukkurvõhnlased. Pärisimetajatest on paleotseenist alates Lõuna-Ameerikas elutsenud autohtoonsed napihambulised. Väga rikkalikult on närilisi ja enamik nende sugukondi — nutrialased, villakhiirlased, meresigalased — on endeemid. Endeemid on esikloomalistest laianinaliste rühm. Sõralistest on iseloomulikud pekaarid, endeemilised laamad (302. joon.) ja mitmed hirvlased; veislased aga puuduvad täielikult. Kabjalistest on iseloomulikud katkendliku levilaga taapirid (303. joon.). Putukatoidulised puuduvad peaaegu täielikult. Kiskjalistest on käesoleval ajal tuntumad jaaguar, puuma, pesukaru, prillkaru (*Tremarctos ornatus*) ja haardsabaga kinkajuu. Neotroopilise valdkonna praeguse imetajatefauna kujunemisel oli otsustava tähtsusega Põhja-



302. joon. Jõehobulaste ja kaamellaste levik. 1 — jõehobu, 2 — kaksküür-kaamel, 3 — laamad.



303. joon. Taapirlaste ja hobuslaste levik. 1 — india taapir, 2 — ameerika taapir, 3 — aasia eeslid, 4 — sebrad.

Ameerikaga ühendava maismaasilla teke pliotseenis: kui enne ühinemist oli Lõuna-Ameerikas 29 ja Põhja-Ameerikas 27 maismaaimetajate sugukonda ning neist ühiseid ainult 2, siis pleistotseenis oli ühiseid sugukondi juba 22.

Etioopilise valdkonna imetajatefauna on tüüpiline mandrifauna — väga rikkalik ja mitmekesine. Endeemilised seltsid on küüniskabjalised ja toruhambulised. Mitmeid endeemilisi sugukondi on putukatoiduliste seas — kuldmutlased (*Chrysochloridae*), udrastenreklased (*Potamogalidae*), näriliste seltsis — soomussabalased, hüpikjäneslased (*Pedetidae*), sõraliste hulgas — jõehobulased (302. joon.), kaelkirjaklased; väga tüüpilised, kuigi mitte endeemilised, on ka antiilooplased. Kõige lähedasemaks etioopilisele valdkonnale on orientaalne valdkond: mõlemas on levinud — kuigi eri perekondade ja liikidena — soomusloomalised, londilised, ninasarvikud, kitsaninalised ahvid. Etioopia valdkonnas esinevad viimasest rühmast inimahvlased šimpans ja gorilla. Peale ninasarvikute esinevad kabjalistest endeemilise perekonnana sebrad. Seoses taimetoiduliste rohkusega on väga arvukaks rühmaks kiskjalised: kümmekond tsiibetkaslaste perekonda, hüäänlased, kaslastest lõvi (esineb ka orientaalses valdkonnas), laia levikuga leopard, gepard jt., koerlastest kõrvukrebane (*Otócyon megalotis*) ja hüäänkoer (*Lycaon pictus*); täielikult puuduvad karulased, väga liigivaene rühm on kärplased.

Madagaskari alamvaldkonnale on iseloomulikud primaatidest endeemilised leemurlased, putukatoidulistest vanapärane ja liigirikas tenreklaste sugukond, kiskjalistest primitiivsed tsiibetkaslased. Rikkalikult esineb käsitiivalisi. Närilistest elutsevad Madagaskaril ainult hamsterlaste endeemilise alamsugukonna — madagaskari rottide (*Nesomýidae*) liigid. Madagaskaril puuduvad peaaegu kõik Aafrikale väga iseloomulikud rühmad: siin ei elutse sõralisi (välja arvatud üks sealiste liik), kiskjalisi peale tsiibetkaslaste, esikloomalisi peale leemurlaste. Faunat võib iseloomustada kui tüüpilist vanapärast saarefaunat.

Orientaalses valdkonnas on endeemiliseks imetajaseltsiks karustiivalised ja endeemiliseks alamseltsiks kannalised. Esikloomalistest on endeemilisteks sugukondadeks tupaialased ja gibonid. Väga rohkelt elutseb siin ahve, kitsaninalistest peale gibonite on orangutang. Sõralised on liigirikas ja arvukas rühm. Tüüpiline antiloop on nilgau, tüüpilised pärisveislased aga gaur, banteng ja india pühvel. Kiskjalistest on kõige iseloomulikumad tiiger ja huulkaru. Väga haruldasteks ja kitsa levilaga liikideks on ainsad pesukarulaste esindajad idapoolkeral: panda ja bam-

buskaru. Tavalised on käsitiivalised, närilistest on iseloomulikumad oravlased ja lendoravlased. Rida sugukondi on ühised etioopia ja ka neotroopilise valdkonnaga (taapirid, pesukarulased). Austraalia valdkonnaga on side nõrk, seevastu palearktilise valdkonnaga on isegi ühiseid liike.

Austraalia valdkonda iseloomustab kõige vanapärasemate imetajate esinemine: ainult siin on levinud ürgimetajad ja enamik alamimetajaid. Viimastest on kaksieeshambulised autohtoonid. Pärisimetajaist esineb ainult käsitiivalisi, rida Aasiast pärinevaid hiirelaadseid närilisi ja kiskjalistest dingo. Viimasel sajandil on Austraaliasse, Uus-Meremaale ja Uus-Gineasse introdutseeritud tähelepandaval arvul pärisimetajaid, eriti sõralisi.

1) Milliste tunnuste alusel võib kindlaks teha mingi loomarühma tekkekeskust? 2) Millega on seletatav kukruliste levik Austraalias ja neotroopilises valdkonnas, taapirlaste levik orientaalses ja neotroopilises valdkonnas, ninasarviklaste levik etioopilises ja orientaalses valdkonnas? 3) Millega on seletatav leopardi väga lai ja tiigri palju kitsam levik? 4) Mis iseloomustab saarte faunat? 5) Millised pärisimetajate seltsid on kõige kitsama, millised kõige laiema levilaga? põhjused? 6) Millised Eesti imetajaist pärinevad taigast ja millised Euroopa laialehiste metsade vööndist?

VI. IMETAJATE TÄHTSUS LOODUSES JA INIMESE ELUS

Looduslikes biotsönoosides on imetajad selgroogseist kõige olulisemad taimede massi muundajad loomseks — lihaks, mis on omakorda toiduks paljudele teistele liikidele. Imetajate endi hulgas on ka kõige olulisemad lihatoidulised. Seega imetajate puudumine või esinemine mingis biotsönoosis ning esinemise korral nende liigi- ja isenditerohkus on sageli teguriks, mis annab kogu biotsönoosile ilme ning määrab paljude teiste liikide arvukuse. Toitumine taimedest võib mõningail juhtudel põhjustada tunduvaid muutusi taimestikus — isegi kuni metsade hävimiseni. Teiselt poolt aitavad mitmed taimetoidulised imetajad aga ka taimi levitada.

Imetajatest kõige olulisema tähtsusega on inimesele koduloomad. Imetajate kodustamine algas 14 000—16 000 aastat tagasi ning selle tulemuseks on 25 liiki kodustatud imetajaid ja 16 laialdaselt kasvatatavat liiki, kelledest paljude kodustamine on ainult aja küsimus. Kõige nooremaiks kodustatavaiks liikideks võib pidada tähnikhirvi, keda kasvatatakse pantide saamiseks, ja põtru, kes näivad olevat perspektiivsed kandeloomad taigas. Kodustatud imetajate kasvatamisel rakendatud kunstlik valik on loonud liikide suure vormikülluse: näiteks koeri on ligi 350, veiseid — 400, hobuseid — kuni 150 tõugu jne. Tähtsamate koduloomade isendite

arv maailmas on väga suur: 1957.—58. a. hinnati hobuste arvu umbes 70 miljonile isendile, veiste arvu ligi 900 miljonile, sigade arvu ligi 500 miljonile, kitsede arvu rohkem kui 300 miljonile ja lammaste arvu ligi miljardile isendile.

Paljud imetajad leiavad kasutamist tööstusele vajalike toorainete tootjatena. Juba iidsetest aegadest on kütitud karusloomi. Nõukogude Liit annab tunduva osa maailma karusnahkade toodangust: Nõukogude Liidu imetajatefaunast kuulub umbes 100 imetajaliiki karusloomade hulka. Viimasel aastakümnel on Nõukogude Liidus mõnel aastal varutud eri liikide karusnahku järgmisel arvul: suslik — 94 milj., mutt — üle 14 milj., mügri — 10 milj., ondatra — üle 5 milj., jänes — ligi 4 milj., hamster — 3 milj. jne. Kõige hinnalisemaid karusnahku annavad Nõukogude Liidus soobel, kalaan, kobras, nugis ja saarmas. Laialdaselt rakendatakse karusnahkade toodangu suurendamiseks karusloomade aklimatiseerimist. Eduka aklimatisatsiooni klassikaliseks näiteks on Nõukogude Liidus ondatra, kes annab üle kaheksandiku kogu varutud karusnahkade väärtusest. 40 aasta vältel teostatud kaitse ja levitamise tulemusena on uuesti muutunud kütitavateks karusloomadeks soobel, biisammutt ja kobras. Peale karusnaha saamise kütitakse imetajaid ka toornaha, liha, rasva ja luu saamiseks. Tuntumad tööndusliku tähtsusega rühmad on sõralised, loivalised ja vaalalised. Sõralistest on ainuüksi saigasid lastud Nõukogude Liidus kuni 200 000 looma aastas; Eestis kütitavad sõralised (põder, metskits, metssiga) annavad praegu üle 200 t liha, optimaalse arvukuse korral võiksid anda aga kuni 500 t liha aastas. Ühestainsast sinivaalast saadakse rasva niisama palju kui 1000-st rasvaseast ning ainuüksi sinivaalu on käesoleval sajandil püütud üle 300 000.

Osa imetajaid on inimesele kasulikud kahjurputukate ja -närilis te hävitajatena, eriti putukatoidulised, käsitiivalised ja väikekiskjad. Kahjurite vaenlaste arvukuse tõstmist ja kahjureid hävitavate liikide introduktsiooni nimetatakse kahjurite biotõrjeks. Meil kasutati juba sajandi algul mügri biotõrjeks rannalaidudel kärpe ja nirke, kes hävitasid seal mügrid lühikese aja jooksul.

Laialdaselt kasutatakse imetajaid laboratooriumides katseloomadena; loomkatsetega on selgitatud paljude ohtlike haiguste tekkepõhjused ning välja töötatud viisid ja vahendid raviks. Peamised katseloomad on küülikud, rotid, hiired, hamster, kuldhamster (*Mesocricetus*), valge tuhkur, ahvid jt.

Suur on paljude imetajate esteetiline osa nii looduses kui ka kultuurmaastikus ja linnaparkides. Ümbritsevate tingimustega harmoneeruva looma jälgimine pakub naudingut igale normaalselt arenenud inimesele. Zooparkide külastamine, matkad imetajaterikastesse maastikesse, iluloomade — hirvede, oravate, mets-

kitsede jt. kasvatamine puhkeparkides on üks inimese esteetilise kasvatuse vahendeid.

Paljude inimesele kasulike liikide kõrval on imetajate hulgas ka rohkesti kahjulikke liike. Põllumajandust kahjustavad paljud närilised, eriti hiired, hamstrid, ränd- ja kodurott, suslikud. Võitluseks nende kahjuritega kasutatakse mürke, gaase, baktereid ja seenhaigusi. Loomakasvatuse suurimaks kahjustajaks imetajate hulgast on hunt: ainuüksi Eesti NSV-s murdsid hundid aastail 1953—1963 üle 400 hobuse, 1200 veise, 5000 lamba ja rohkesti teisi koduloomi. Kodulindude murdjaina tekitavad kohati märgatavat kahju rebased. Jahimajanduse kahjureiks loetakse liike, kes tunduvalt mõjutavad kasulike ulukite arvukust. Sellisteks kahjuriteks on meil käesoleval ajal rebane, kährikkoer, kohati ka metsnugis ja saarmas. Ilvese arvukust on aga sedavõrd vähendatud, et teda jahimajanduse kahjuriks ei saa enam pidada.

Mitmed imetajad on inimesele ja koduloomadele ohtlike haiguste ja parasiitide levitajad: närilised levitavad katku, entsefaliiti, brutselloosi, tulareemiat, kiskjalised ja ka käsitiivalised marutaudi, sõralised siberi katku ning suu- ja sõratõbe.

Inimese mõju imetajate arvukusele on olnud eriti intensiivne viimaseil sajandeil. Ajaloolisel ajal hävitatud 105-st imetajaliigist on ligi 80 kadunud viimase 250 aasta jooksul. Väljasuremise ohus on kaasajal 23 liiki: kukkurhunt, Aasias elutsev lõvi ja 3 liiki ninasarvikuid, metsik kaksküür-kaamel, euroopa piison, prževalski hobune, kulaan, 3 hülgeliiki jt. Nende päästmiseks on asutatud rahvusvahelisi seltse, on rajatud spetsiaalseid kaitsealasid — reservaate, neid kasvatatakse zooparkides. Nõukogude Liidus on euroopa piisoni arvukuse suurendamiseks rajatud mitmed looduskaitsealad nagu Belovežje ürgmets, Kaukaasia, Prioksko-Terrasnõi, kulaani säilitamiseks Badhõžski looduskaitseala Turkmeenias, kitsedega sarnase gorali (*Nemorhaedus goral*) ja tiigri kaitseks Kaug-Ida looduskaitsealad jne. Rahvusvahelise komisjoni poolt määratakse iga-aastased vaalapüügi limiidid. Kõige laiemaid rahvahulki hõlmav looduskaitseliikumine, teadusliku uurimistöö andmeil põhinev ratsionaalne imetajatefauna kasutamine ja looduslike biotsönooside säilitamine ulatuslikel looduskaitsealadel peab tagama kõigi kaasajal elavate imetajaliikide säilitamise ka tulevastele põlvedele.

KIRJANDUS

Aul, J., Ling, H., Paaver, K. Eesti NSV imetajad. Tallinn 1957.
Austin, G. L. Birds of the World. New York 1961.
Brown, M. E. The physiology of fishes, Vol. I a. II. New York 1957.
Cockrum, E. L. Introduction to Mammalogy. New York 1962.
Grassé, P.-P., Devillers, Ch. Zoologie II. Paris 1965.
Kumari, E. Eesti NSV linnud. Tallinn 1954.
Kühnelt, W. Grundriss der Ökologie. Jena 1965.
Moore, J. A. Physiology of the Amphibia. New York a. London 1964.
Morris, D. The Mammals. New York 1965.
Naumov, S. Selgroogsete zooloogia. Tallinn 1958.
Orr, R. T. Vertebrate biology. London 1961.
Tyne, J., Berger, A. J. Fundamentals of Ornithology. New York 1959.
Romer, A. S. The Vertebrate Body. London 1955.
Weichert, Ch. K. Anatomy of the Chordates. New York 1958.
Young, J. Z. The Life of Vertebrates. Oxford 1962.
Банников, А. Г., Бобринский, Н. А., Матвеев Б. С. Курс зоологии, том. II. М. 1966.
Барабаш-Никифоров, И. И., Формозов, А. Н. Териология. М. 1963.
Дарлингтон, Ф. Зоогеография. М. 1966.
Домбровский, Б. А. Основы сравнительной морфологии животных. Алма-Ата 1961.
Кашкаров, Д. Н., Станчинский, В. В. Курс зоологии позвоночных животных. М.-Л. 1940.
Колосов, А. М., Лавров, Н. П., Наумов, С. П. Биология промысловых зверей СССР, М. 1965.
Макфедьен, Э. Экология животных. М. 1965.
Наумов, Н. П. Экология животных. М. 1963.
Никольский, Т. В. Экология рыб. М. 1963.
— „ — Частная ихтиология. М. 1954.
Протасов, В. Биоакустика рыб. М. 1965.
Румянцев, А. В. Опыт исследования эволюции хращевой и костной тканей. М. 1958.
Северцов, А. Н. Морфологические закономерности эволюции. М.-Л. 1939.
Сепп, Е. К. История развития нервной системы позвоночных. М. 1949.
Суворов, Е. К. Основы ихтиологии. М. 1948.
Терентьев, П. В. Герпетология. М. 1961.
Токин, Б. П. Общая эмбриология, Л. 1966.
Шмальгаузен, И. И. Основы сравнительной анатомии. М. 1938.
Шмальгаузен, И. И. Происхождение наземных животных. М. 1964.
Элтон, Ч., Экология нашествий животных и растений. М. 1960.

Akimuškin, I. Ka krokodillil on sõpru. Tln. 1969.
Alschner, G. Loomade ränded. Tln. 1960.
Carr, A. Tuulepealne tee. Tln. 1965.
Darwin, Ch. Loodusuurija reis ümber maailma purjekal «Beagle». Tartu, 1949.
Durell, G. Joobnud mets. Tln. 1965.
Hass, H. Me tuleme merest. Tln. 1963.
Klingel, G. C. Saar ookeanis (Inagua). Tln. 1967.
Lilly, J. Inimene ja delfiin. Tln. 1969.
Smith, J. L. B. Kuidas avastati latimeeria. Tln. 1964.
Spangenberg, J. Looduseuurija märkmed. Tln. 1956.
Zenkovits, A. Vaalade jahil ümber maailma. Tln. 1957.

LADINAKEELSETE OSKUSSÕNADE JA NIMEDE REGISTER

A

Ablépharus 227
abomasus 527
Abramis brama 142
Accipiter géntilis 358
A. nisus 358
Accipitridae 358
Acerina cérnua 150
Acinonyx jubatus 504
Acipenser fulvescens 133
Acipensèridae 132
A. güldenstädti 133
A. ruthenus 133
A. stellatus 133
A. sturio 132
Acrania 18
Acrocéphalus arundinaceus 380
Actinopterygii 87
Aegypius mónachus 358
Agama caucasica 273
A. sanguinolenta 273
Agámidae 273
Ailúropus melanoleucus 499
Ailurus fulgens 499
Aix sponsa 386
Alactágulus acontion 490
Alauda arvensis 377
Aláudidae 375
Alburnus lúcidus 142
Alcedínidae 373
Alces alces 527
alisphenoideum 96, 405
Allactaga jaculus 490
allantois 261
Alligatóridae 280
Alligator mississipiensis 290
Alopex lagópus 498
Alouatta 473
Alytes obstitricans 203, 221
Amazona 367
Ambystoma 209
Ambystoma tigrinum 216
Ambystómidae 216
Amblyrhynchus cristatus 275
Amia calva 86, 135
Amiiformes 135
Amphibia 174
Amphicoela 220
Amphisbaena 278
Amphisbaenidae 279
Amyda sinensis 270
Anabántidae 158
Anabas scandens 112
Anableps tetróphthalmus 104
Anarrhichas 152
Anarrhichidae 152
Anas crecca 356
A. clypeata 356
A. platyrhýnchos 355
A. querquédula 356
Anátidae 355
Ancistrodon 287
Aneides lugubris 217
angulare 98, 185, 244
Anguidae 279
Anguilla anguilla 144
Anguillidae 144
Anguilliformes 144
Anguimorpha 279
Anguis frágilis 279
Anhima 337
Anhimidae 355, 387
Anolis 275
Anomalúridae 488
Anomocoela 221
Anser álbifrons 355
A. anser 355

A. fabalis 355
Anseriformes 353
antebrachium 179
Anthropoidea 471
Anthus pratensis 382
A. trivialis 382
Antidorcas marsupialis 532
Antilocapra americana 399, 529
Antilocápridae 529, 539
Anura 219
Aplodontidae 539
Apoda 218
Apodemus agrarius 491
A. flavicollis 491
Apódidae 372
Apodiformes 371
Apógon semilineatus 119
Aptenodytes fórsteri 344
A. patagonica 344
Apterygiformes 347
Apteryx 347
Apus apus 372
Aquila chrysaëtos 358
Ara macao 367
Arapaima gigas 137
Archaeópteryx lithographica 299
Ardea cinérea 351
Ardéidae 351
area opaca 321
a. pellucida 331
Argusianus giganteus 388
Argyropélecus 140
Argyropélecus olfersi 129
Arius 143
articulare 98, 244
Artiodáctyla 521
Arvicola terrestris 491
Ascaphus 220
Ascidiacea 12
Ascidia méntula 13
Asio flámmeus 371
Aspredo laevis 120
astrágalus 408
Ateles 473
atlas 403
atrium 39
aurícula 416
Aves 295
Aythya ferina 356
A. fulígula 356
axis 403

B

Babirussa babirussa 524
Balaena mysticetus 511
Balaeniceps 387
Balaenidae 511
Balaenóptera músculus 511
B. phýsalus 511
Balaenoptéridae 511
Balanoglossus 9
Balearica 363
Balistidae 160
Barbus 142
basioccipitale 95, 243
basisphenoideum 96, 244, 309, 405
Belone belone 145
Belónidae 145
Beloniformes 145
Bettongia penicillata 452
Bibos 531
Bibos banteng 531
B. frontalis frontalis 531
B. frontalis gaurus 531
Bison bison 531
B. bonasus 531
Blanus cinéreus 279
Blenniidae 152
Blennioidei 152
Blénnius galerita 152
Boa constrictor 284
Boidae 283
Bombina 221
Bombina bombina 221
Bonasia umbellus 386
Boreogadus saida 147
Bos índicus 531
B. primigenius 531
B. taurus 531
Bosélaphus tragocamelus 531, 538
Botaurus stellaris 351
Bóthidae 156
Botryllus violaceus 13
Bóvidae 529
bráchium 179
Brachiopterygii 87, 130
Brachycephálidae 223
Bradypódidae 478
Brádypus tridáctylus 479
Branchióstoma lanceolatum 18
Branta bernicla 355
B. canadensis 355
B. leucopsis 355
Bréviceps 211, 226
Brevicipítidae 226
bronchus 254
Búbalus 531
Búbalus búbalus 531
Bubo bubo 371
B. virginianus 386
Búceros bicornis 373
Bucerótidae 373
Búfagus 382
Bufónidae 223
Bufo bufo 223

B. calamita 223
B. marinus 223
B. viridis 223
bulbus arteriosus 113
b. pili 400
bulla ossea 405
Búteo buteo 358

C

Caecum 318
Caenoléstes obscurus 450
Caenoléstidae 450
Caiman 290
Cairina moschata 356
Calamoichthys calabaricus 86, 131
Cálamus 301
calcaneus 408
Callichthys 143
Callorhinus ursinus 506
Camélidae 524
Camélus bactrianus 525
C. dromedarius 525
canalis vertebralis 28
Cánidae 496
canini 420
Canis aureus 496
C. dingo 496
C. familiaris 496
C. latrans 496
C. lupus 496
Canoidea 496
Capitónidae 374
capitatum 407
Capra aegagrus 532
C. hircus 532
C. ibex 533
C. sibirica 533
Capréolus capréolus 527
Caprimúlgidae 371
Caprimulgiformes 371
Caprimulgus europaeus 371
Carángidae 158
Caranx 91
Carassius carassius 142
Carcharhinidae 79
Carduelis cannabina 383
C. carduelis 383
C. spinus 383
Caretta caretta 269
Carinatae 344
carpale 186
carpus 179
carpometacarpus 306
Caspialosa caspica 139
C. Kessleri 139
Castóridae 487
Castor canadensis 487
C. fiber 487
Casuariidae 346
Casuariiformes 346
Casuarius casuarius 346
Catarrhini 473
Cathartidae 359
cauda equina 412
Caudata 213
Cavia porcellus 493
Caviidae 493
cavum týmpani 191
Cébidae 473
Cebus 473
centrole 186
Centropelma micrópterum 349
Cerastes cornutus 287
Ceratódidae 171
Ceratóphrys 223
Ceratoscopelus maderensis 129
Cercopithécidae 473
Cercopithécus 474
Cercopithécus aethiops 474
C. diana 474
cerebéllum 31, 315, 415
cérebrum 413
Cérvidae 527
Cervus élaphus 527
C. e. elaphus 529
C. e. sibiricus 529
C. nippon 529
Cetacea 507
Cetorhinus máximus 80
Chaetocercus 373
Chaetodóntidae 160
Chamaeleon chamaeleon 277
Ch. oustaleti 277
Chamaeleóntidae 277
Characínidae 140
Charadriidae 364
Charadriiformes 364
Charadrius dubius 364
Ch. hiaticula 364
Chauliodus 140
Chauliodus sloani 129
Cheirolepis 86
Chélidae 267
Chelodina 276
Chelonia 232, 264
Chelonia mydas 268
Cheloniidae 268
Chelonioidea 268
Chelus fimbriatus 267
Chelýdridae 268
Chenopis atrata 355
Chimaera monstrosa 84
Chimáeridae 84
Chinchilla lániger 493
Chinchillidae 493

Chironectes minimus 449
Chiróptera 460
Chlamydóphorus truncatus 479
Chlamydosaurus kingi 275
Chlamydoselachidae 78
Chlamydoselachus anguineus 78
Chlidónias nigra 366
Chloris chloris 383
Choanichthyes 50, 163
Choeropsis liberiensis 524
Choloepus didáctylus 479
Chondrostei 87, 131
chorda dorsalis 8
Chordata 7
chorion 438
Choriotis kori 363
Chrómidae 158
Chrysochloridae 537
Cichla temensis 108
Cichlidae 108, 151
Cicinnurus régius 378
Ciconia ciconia 351
C. nigra 351
Ciconiidae 351
Ciconiiformes 351
Circus aeruginosus 358
cirri 18
Citellus 485
Citellus fulvus 485
Civettictis civetta 501
Clangula hyemalis 356
Clarias anguillaris 143
clavícula 99, 186, 246, 407
cleithrum 99
Clemmys cáspica 267
Clethriónomys glareolus 491
Clúpea harengus 139
C. h. harengus 139
C. h. membras 139
Clupéidae 137
Clupeiformes 137
Cobitidae 143
Cobitis taenia 143
Coecilia 219
Coeciliidae 218
coeloma 8
Coelorhynchus carminatus 129
Coendou prehensilis 493
Colii 387
Collocália 372
Cóluber jugularis 284
Colúbridae 284
Columba livia livia 367
C. l. rustica 366
C. oenas 366
C. palumbus 366
Columbidae 366
Columbiformes 366
columella auris 184, 309
c. cranii 244
columna vertebralis 28
Condylúra cristata 459
cóndylus occipitalis 183
Conger conger 145
Cóngridae 145
Connochaetes 531
Conurus 387
Conurus caroliensis 386
Copelata 15
Corácias gárrulus 373
Coraciidae 373
Coraciiformes 373
coracoideum 98, 185, 246, 305, 407
Coregónus álbula 140
C. lavaretus 140
C. lavaretus maraenoides 140
C. oxyrhynchus 126
C. peled 140
córium 179, 241, 300, 396
coronare 244
Coronella austriaca 286
córpora bigémina 249
c. cavernosa 433
corpus callosum 414
c. quadrigéminum 415
corpusculum renis 40
cortex (renis) 430
Córvidae 377
Corvus corax 377
C. corone 377
C. frugílegus 377
C. monedula 377
costae 28
Cotíngidae 375
Cóttidae 155
Cottoidei 154
Coturnix coturnix 361
cranium 28, 404
Crex crex 363
Cricetidae 491
Cricetus cricetus 491
Crocodylia 232, 288
Crocodylidae 290
Crocodýlus 290
Crocodýlus johnsoni 293
C. niloticus 290
C. porosus 290
Crocuta crocuta 503
Crossopterygii 171
Crótalus 287
crus 179
Cryptobránchidae 216
Cryptobránchus alleghaniensis 216
Cryptodira 267
Cryptoprocta ferox 501

Cryptopsarus couesi 129
cuboideum 408
Cucúlidae 369
Cuculiformes 369
Cúculus canorus 369
cuneiforme 407
cuneiformia 408
cutis 396
Cyanocitta 386
Cyanopica cyana 385
Cyclopes didáctylus 479
Cycloptéridae 155
Cyclópterus lumpus 155
Cygnopsis cygnopsis 355
Cygnus cygnus 355
C. olor 355
Cynocéphalus volans 460
Cýnomys 539
Cypriniformes 140
Cyprinodontiformes 149
Cyprinus carpio 142
Cypselurus argoo 146

D

Dallia pectoralis 125, 144
Dasypódidae 479
Dasyúridae 449
Dasyurus 449
Daubentónia madagascariénsis 469
Daubentoniidae 469
decidua 438
Délichon úrbica 377
Delphínidae 511
Delphinus delphis 511
Dendróbates tinctorius 224
Dendrocolaptidae 387
Dendrocopus major 374
D. minor 374
Dendrólagus 452
Dendróphis 286
dentale 98, 185, 244
dentes sectorii 494
Dermochelyidae 269
Dermochelys coriacea 269
Dermóptera 459
Desmana moschata 458
Desmodontidae 466
Désmodus rotundus 466
Diceros bicornis 518
D. merkii 518
Dicotyles tajacu 524
Didélphidae 447
Didelphys marsupialis virginiana 447
diencéphalon 31, 188, 314
dígiti 179
Dinosauria 238
Diodon 157
Diodontidae 157
Diomedéa éxulans 349
Diomedeidae 349
Diplasiocoela 226
Dipnoi 171
Dipódidae 488
Diprotodon 452
Diprotodontia 450
Discoglóssidae 221
Discognathus 107
Doliolum 16
Domimastes 373
Doras lythogaster 143
Draco volans 275
Dromiceidae 347
Dromiceius novaehollandiae 347
Dryócopus martius 374
Dryophis 258
Dugong dugong 516
Dugóngidae 516
ductus cochlearis 190

E

Echis carinatus 287
ectoethmoideum 96
ectopterygoideum 97
Edentata 476
Edriolychnus schmidti 129
Egretta alba 351
Elanoides forficatus 386
Elaphe longissima 284
Elápidae 286
Elaps 286
Elasmobranchii 77
Electrophóridae 142
Electróphorus 100
Electróphorus eléctricus 142
Elephántidae 514
Élephas máximus 514
Eliomys quercinus 488
Ellobius talpinus 491
Emberiza citrinella 383
E. schoeniclus 383
Emydidae 267
Emys orbicularis 267
encéphalon 31, 248
Engráulidae 139
Engraulis encrasícholus 139
Enhydra lutris 501
entopterygoideum 97
epidermis 179, 300, 396
epidídymis 76, 257, 328
epiglottis 426
Epinépheles 93
epióticum 95, 243

episternum 246
Equidae 518
Equus caballus caballus 521
Eq. ásinus 521
Eq. gmelini 521
Eq. grevyi 520
Eq. hemionus 521
Eq. pržewalskii 521
Eremias 279
Erithacus rubécula 380
Erethizon dorsatus 493
Erethizóntidae 493
Eretmochelys imbricata 268
Erinaceidae 456
Erinaceus europaeus 457
Eryx jáculus 283
Esócidae 144
Esociformes 143
Esox lucius 144
ethmoideum 405
Eubalaena glacialis 511
Eumetópias jubátus 506
Eunectes murinus 284
Eurylaimi 375
Eurypharynx 87
Eurypyga 387
Eusthenópteron 166
Eutamias sibiricus 485
Eutheria 452
exoccipitale 95, 183
Exocoetes vólitans 146
Exocóetidae 146

F

Falcónidae 359
Falconiformes 356
Falco peregrinus 359
F. subbuteo 359
F. tinnunculus 359
Falia ethiópica 16
Félidae 503
Felis caracal 504
F. cóncolor 504
F. lýbica 504
F. lynx 504
F. manul 539
F. silvestris 504
Feloidea 501
femur 179, 186, 308, 408
fenestra rotunda 251
fibula 186, 408
fibulare 186
Fissipedia 494
flócculi 315, 415
foramen obturatum 266
fornix 414
Fringilla coelebs 383
Fr. montifringilla 383
Fringillidae 383
frontale 183, 244, 309, 405
frontoparietale 183
Fúlica atra 363
fúrcula 305
Furnarius 387

G

Gádidae 147
Gadiformes 146
Gadus morhua 147
Galágidae 470
Galeichthys felis 143
Galliformes 359
Gallimico goeldii 473
Gallinago gallinago 364
Gallus gallus 361
Gambusia affinis 149
Gárrulus glandarius 377
Gasella gutturosa 531
G. subgutturosa 531
Gasterostéidae 147
Gasterosteiformes 147
Gasterósteus aculeatus 147
Gastróstomus bairdi 129
Gastrotheca 225
Gastrotheca cornutum 225
G. marsupiatum 203
Gavialidae 290
Gavialis gangéticus 290
Geckones 273
Geckónidae 273
Genetta genetta 501
Geóphagus brasiliensis 108
Geospiza 384
Giraffa camelopárdalis 535
Giraffidae 534
Girardinus 149
glándula suprarenalis 200
g. uropýgii 300
Glaucomys 539
Glis glis 488
glomérulus 40
Glossóphaga 465
glottis 192
Gobiidae 153
Gobioidei 153
Gorilla 476
Gorilla gorilla 476
G. g. beringei 476
Goura victoria 367
Grácula religiosa 382
Gressores 351
Grúidae 363

Gruiformes 362
Grus americana 363
G. grus 363
Guira guira 369
Gulo gulo 501
Gymnodáctylus cáspicus 273
Gymnophiona 218

H

Hapále 473
Hapálidae 472
Haemátopus ostrálegus 364
Haliaeëtus albicilla 358
H. leucocéphalus 386
Halichoerus grypus 506
hamatum 407
hámulus 302
Helodermátidae 292
Hemichordata 9
Hemiéchinus auritus 457
Heptanchus cinereus 79
Herpéstes ichneumon 503
Hesperornis regalis 299
Hexánchidae 78
Hexanchus griseus 79
Hippocámpus hippocampus 149
Hippoglossus 156
Hippolais icterina 380
Hippopotámidae 523
Hippopótamus amphibius 523
Hippotragus equinus 531
Hirundinidae 377
Hirundo rustica 377
Histióphorus 160
Holocéphali 83
Holostei 87, 134
Hominidae 476
Homo neandertalenis 476
H. sapiens 476
húmerus 186, 305, 407
Huso huso 133
Hyaena hyaena 503
Hyáenidae 503
Hyla arbórea 225
H. faber 225
H. squierella 212
Hýlidae 224
Hylóbates 475
Hylochóerus 524
Hynobiidae 216
Hynóbius keyserlingii 216
Hypsignathus monstrosus 464
Hypsiprímnodon 452
Hyracoidea 515
Hydrochoeridae 493
Hydrochoerus hydrochoeris 493
Cydrócyon goliath 140
Hydromantes 228
Hydromantes genei 217
Hydromedusa 267
Hydrophis 258
Hydrus platurus 263
Hystricidae 493
Hystricomorpha 492
Hystrix leucrura 493

I

Ichthyóphis glutinosa 218
Ichthyopterygia 234
Ichthyornis 299
Ichthyostéga 175
Ichthyostegália 176
Ictéridae 386
Iguana tuberculata 275
Iguania 273
Iguanidae 275
ílium 186, 246, 307
Impennes 342
incisivi 420
incus 407
Indicatoridae 387
ingluvies 318
Inostrancevia alexandrovi 235
Insectívora 454
intermedium 186
interoperculum 98
interparietale 405
Ipnops murrayi 129
ischium 186, 246
isthmus 328

J

Jaculus jaculus 490
jugale 244, 309, 406
Jýngidae 374
Jynx torquilla 374

K

Ketupa 371

L

Lábridae 158
Labyrinthodóntia 176
Lacerta ágilis 278
L. ocellata 279
L. víridis 279
L. vivípera 279

Lacértidae 278
Lacertilia 271
lacrimale 96, 244, 309
Lagomorpha 480
Lagopus lagopus 362
Lagóstomus maximus 493
Lama 525
Lama glama 526
L. huanaco 526
L. pacos 526
L. vicugna 526
Lamna cornubica 80
Lamnidae 80
lanae 401
Laridae 364
Larus canus 366
L. fuscus 366
L. marinus 366
L. ridibundus 366
Larvácea 15
larynx 195, 254, 321, 426
laterosphenoideum 244, 309
Latimeria chalumnae 171
Lebistes reticulatus 150
Lemmus 491
Lemur catta 469
L. variegatus 469
Lemuridae 469
Lepidosiren paradoxa 173
Lepidosirénidae 172
Lepidosteus 86, 91, 135,
Lepidosteus osseus 135
Leporidae 482
Leptocéphalus 123
Leptodáctylus 223
Leptóptilus crumeniferus 351
Lepus europaeus 482
L. timidus 482
L. tolai 482
Leuciscus idus 142
lien 39
linea lateralis 89
Liopelma 220
Liopélmidae 220
Liotrichidae 387
lobi ópticí 189, 249
lobus ópticus 71
Lophius piscatorius 123
Lophochroa leadbeateri 367
Lorisidae 469
Loris tardigradus 470
Lota lota 147
Loxodonta africana 514
Lucioperca lucioperca 150
Lúllula arborea 377
lunatum 407
Luscinia calliope 380
L. luscinia 380
Lutra lutra 501
Lycaon pictus 538
Lyrurus tetrix 362
Lytorhynchus 263

M

Macaca 474
Macaca mulatta 474
M. sylvanus 474
Macrochires 371
Macroclemys temminckii 268
Macropodidae 452
Mácropus rufus 452
magnum 328, 407
Malacosteus 87, 140
Malapterurus 100
Malapterurus electricus 143
malleus 407
Mammalia 392
Mammuthus primigenius 514
mandibula 309, 406
Mandrillus 474
Manidae 480
Manis pentadáctyla 480
M. temminckii 480
Manta birostris 82
Marmota 486
Marmota bobac 486
M. marmota 486
Marsupialia 446
marsupium 445
Martes foina 499
M. martes 499
M. zibellina 500
Mastodonsaurus 176
maxillare 98, 184, 244
medulla 431
medulla oblongata 315
medulla spinalis 31
Megachiroptera 464
Megalobátrachus 229
Megalobátrachus japonicus 216
Megapodiidae 361
Megapódius reinhardtii 361
Megatherium 477
Melanitta fusca 356
M. nigra 356
Melanogrammus aeglefinus 147
Meleagris gallopavo 361
Meles meles 501
Meliphagidae 388
Melopsittacus undulatus 367
Melursus ursinus 499
membrana nictitans 316
Menurae 375
Menura novaehollandiae 375

Mephitis mephitis 501
Mergus merganser 356
M. serrator 356
Meriones 491
Merlúccius merlúccius 147
mesencephalon 31, 189, 314
mesethmoideum 96, 309
Mesites variegatus 387
Mesocricetus 540
metacarpale 186, 407
metacarpus 179
metapleura 18
metapterygoideum 97
metatarsale 186
metatarsalia 408
metatarsus 179
Metatheria 445
Mertensiella caucasica 217
metencéphalon 31, 315
Microchiroptera 465
Microhylidae 226
Micromys minutus 491
Micropsitta 367
Microtinae 491
Microtus agrestis 491
M. arvalis 491
M. oeconomus 425
Micrurus 286
Mirounga leonina 506
Misgurnus fóssilis 143
Mobúlidae 82
Moeritherium 514, 516
Mola mola 157
molares 420
Mólidae 157
Moloch horridus 275
Mónodon monóceros 511
Monotrémata 443
Móschidae 527
Moschus moschíferus 527
Motacilla alba 382
M. flava 382
Motacillidae 382
musculi glutaei 410
mm. iliocostales 248
mm. intercostales 248, 310
mm. longissimi 248
mm. pectorales 410
mm. pterygoidei 411
musculus ámbiens 310
m. arrector pili 400
m. dorsalis trunci 187
m. gastrocnemius 410
m. geniohyoideus 248
m. iliacus 410
m. masseter 411
m. mylohyoideus 247
m. pectoralis major 310
m. platysma 411
m. psoas 410
m. pterygoideus 247
m. rectus abdóminis 248, 409
m. sphincter colli 411
m. sternohyoideus 248
m. subclavius 310
m. transversospinalis 248
m. vastus fémoris 410
Mullus 93
Mungos mungo 503
Muraena hélena 145
Muraenidae 145
Múridae 490
Muscardinus avellanarius 488
Muscicapa hypoleuca 380
M. striata 380
Muscicápidae 380
Mus músculus 490
Musophágidae 369
Mustéla erminea 499
M. flavígula 538
M. lutréola 499
M. nivalis 499
M. putorius 499
Mustélidae 499
Mustélus 80
Mustélus canis 80
myelencéphalon 31, 190
Myocastóridae 493
Myocastor coypus 493
Myomorpha 488
Myophoneus 387
Myophonus coeruleus 380
Myotis daubentonii 466
Myóxidae 488
Myoxocéphalus quadricornis 155
M. scórpius 155
Myrmecóbius fasciatus 449
Myrmecophágidae 479
Myrmecóphaga jubata 479
Mysticeti 511

N

Naja 286
Naja hannah 286
N. naja 286
N. nigricollis 286
nasale 96, 244, 183, 309
Natrix natrix 284
N. tessélata 284
Nectoriniidae 387
Necturus 214
Nemachílus berbátulus 143
Nemichthys avocetta 129
Nemorhaedus goral 541
Neocerátodus fórsteri 172

neocortex 413
Neognathae 344
Neogobius melanóstomus 153
Neoliparis mucosus 129
Neomys fodiens 457
neopallium 248
Neórnithes 342
Nérophis ophidion 149
nervus accessorius 250
n. hypoglossus 250
Nesokia indica 491
Nesomyidae 537
Nestor notábilis 367
neurocranium 29, 183
notarium 304
Notoryctes typhlops 449
Notoryctidae 449
Nototheniidae 160
Numenius arquata 364
N. borealis 337
Númida meleagris 361
Nyctea scandiaca 371
Nyctereutes procyonoides 496

O

Occipitale 404
occipitale laterale 95
Ochotona rufescens 482
Ochotónidae 481
Odobénidae 506
Odobenus rósmarus 506
Odocoileus 529
Odontoceti 510
Oenanthe oenanthe 380
oesóphagus 38, 421
Okapia johnstoni 535
omasus 527
omosternum 186
Oncorhynchus gorbuscha 140
O. keta 140
Ondatra zibethica 491
opérculum 98
Ophidia 280
Ophiomorus 277
Ophisaurus apodus 279
Opisthocoela 220
Opisthocomus hoazin 386
opisthóticum 96, 244
orbitosphenoideum 96, 183, 309, 405
Orcinus orca 511
Ornithischia 238
Ornithorhynchidae 443
Ornithorhynchus anatinus 443
Orthotomus 380
Orycteropódidae 512
Oryctéropus afer 512
Oryctólagus cunículus 482
Oryx 531
os coxae 307, 407
os ischii 307
os nasale 406
os penis 434
os petrosum 405
os tympánicum 405
Osmérus eperlanus 140
Ostracióntidae 157
Ostrácion quadricornis 157
Osteichthyes 85
Osteoglóssidae 137
Otariidae 506
Otididae 363
Otis tarda 363
O. tetrax 363
Otócyon megalotis 538
ovaria 434
ovarium 201, 256, 328
oviductus 201, 256, 328, 434
Ovis 532
Ovis ammon 533
O. canadénsis 534
O. músimon 533
O. nivícola 533
O. orientalis 533
Óvibos moschatus 534
ovum 43

P

Palaeoniscoidei 86
Palaeoniscus 86
palatinum 97, 184, 244, 309, 406
Pandaka pygmaea 154
Pandion haliaëtus 358
panniculus carnosus 411
Panthéra 503
Panthéra leo 503
P. onca 503
P. pardus 503
P. tigris 503
P. unica 503
Pantotheria 395
Pan troglódytes 476
Papio 474
Papio cynocéphalus 474
P. hamadryas 474
parabronchus 323
Paradisaea apoda 378
Paradiséidae 378
parasphenoideum 97, 183
Páridae 378
parietale 96, 183, 244, 309
Parus ater 378
P. borealis 378
P. caeruleus 378
P. cristatus 378

P. major 378
P. palustris 378
Passer domésticus 383
P. montanus 383
Pásseres 375
Passeriformes 375
Pastor roseus 382
Patagona gigas 373
patella 408
Pavo cristatus 361
pecten 316
Pedétidae 537
Pelecánidae 350
Pelecaniformes 350
Pelecanus onocrótalus 350
Pelóbates fuscus 221
Pelobátidae 221
Pelomedúsidae 267
pelvis 307
Pelycosauria 235
pennae 302
Perameles 439
Perca fluviátilis 150
Pércidae 150
Perciformes 150
Percoidei 150
Perdix perdix 361
Periophthálmidae 154
Periópthalmus koelreuteri 154
Perissodáctyla 516
Perodícticus potto 470
pes 179
Petaurista petaurista 486
Petaurus 450
Petaurus volans 450
Petrogale 452
Phacochoerus 524
Phalacrocorácidae 350
Phalacrocorax carbo 350
Phalanger 450
Phalangéridae 450
pharynx 13, 38
Phascolarctos cinereus 450
Phasiánidae 361
Phasianus cólchicus 361
Philetairus socialis 383
Philómachus pugnax 364
Phoca groenlándica 506
P. híspida 506
Phocaena phocaena 511
Phócidae 506
Phoenicoptéridae 353
Phoenicópterus ruber 353
Phoenicurus phoenicurus 380
Pholidota 480
Phrynocéphalus mystaceus 275
Phrynosoma cornutum 275
Phyllomedusa iheringii 225
Phyllópteryx 149
Phyllornithidae 387
Phyllóscopus collýbita 380
Ph. sibilatrix 380
Ph. tróchilus 380
Phyllostomátidae 465
Phýseter cátodon 511
Physetéridae 511
Pica pica 377
Picidae 374
Piciformes 373
Picus canus 374
P. víridis 374
pili 401
Pinnipedia 504
Pipa pipa 203, 221
Pipidae 220
pisiforme 407
Pithecánthropus 476
Pithecia 473
Pithecóphaga jefferyi 388
Pittidae 387
Placentalia 452
Platálea leucorodia 351
Platanista gangética 510
Platanistidae 510
Platypoecilus 149
Platyrrhini 472
Plecotus auritus 466
Plectrophenax nivalis 383
Pléthodon 228
Plethodóntidae 217
Pleurodira 266
Pleuronectes flesus 156
P. punctatus 93
Pleuronéctidae 156
Pleuronectiformes 156
pleurosphenoideum 96
Plocéidae 382
plumae 302
Pódiceps auritus 349
P. cristatus 349
P. griseigena 349
Podicípidae 349
Podicipediformes 347
Podóces 377
Podocnemis expansa 267
Poëphagus grunniens 531
pogónium 301
Polýodon spáthula 134
Polyodóntidae 134
Polypedates 226
Polypedátidae 226
Polyprotodontia 447
Polypteri 130
Polýpterus 86, 131
Polypterus bichir 131
Póngidae 474

Pongo pygmaeus 475
Porzana porzana 363
postfrontale 95, 244
postorbitale 244
posttemporale 99
Potamochóerus 524
Potamógale velox 456
Potamogalidae 537
Potamoschistus minutus 153
praefrontale 96, 183, 244
praemaxillare 98, 184, 244, 406
praemolares 420
praeopérculum 98
praesphenoideum 405
Primates 466
Priodontes giganteus 479
Prionace glauca 80
Pristidae 82
Pristiophóridae 81
Pristiophorus japonicus 81
Pristis pristis 82
Proboscidea 512
Procavia syriaca 515
Procaviidae 515
Procellariiformes 349
processus uncinatus 242, 304
Procoela 223
Proconsul 476
procoracoideum 186
Procyonidae 499
Procyon lotor 499
proóticum 95, 183, 243
Prosauria 235
Prosimiae 468
Protéidae 214
Proteus anguineus 214
Protópterus annectens 173
Prototheria 442
proventriculus 318
Pseudoscaphirhynchus 133
Pseudosuchia 238
Psíttacus erithacus 367
Psophia 363, 387
Pteróclidae 366
Pteromýidae 486
Ptéromys volans 486
Pteropódidae 464
Ptéropus vampyrus 464
Pterosauria 238
pteróticum 95
pterygoideum 184, 244, 309, 406
Ptilonorhýnchidae 378
pubis 186, 246, 307
pulmones 427
Pungítius pungítius 147
Pýrrhula pyrrhula 383
Python molurus 283
P. reticulatus 283
Pyxicéphalus adspersus 226

Q

Quadratojugale 244, 309
quadratum 97, 188, 244, 309
quadratomaxillare 184

R

Radiale 186
rádius 186, 302, 305, 407
Raja clavata 82
Rajidae 82
Rajiformes 81
Rallidae 363
ramus 302
Rana catesbeiana 226
R. esculenta 226
R. goliath 226
R. ridibunda 226
R. temporaria 226
R. terrestris 226
Rángifer tarandus 529
Ránidae 226
Ratitae 344
Rattus rattus 490
R. norvégicus 490
réctrices 302
rectum 424
Régulus regulus 378
rémiges 302
Remiz pendulinus 378
renes 40, 430
Reptilia 231
reticulum 527
rhachis 301
Rhamphástes toco 374
Rhamphástidae 374
Rhea americana 346
Rheiformes 346
Rhinóceros unicornis 518
Rhinocerótidae 517
Rhinoderma darwini 203, 224
Rhinéodon maximus 80
Rhiptoglossa 276
Rhodeus sericeus 142
Rhombus maximus 156
Rh. rhombus 156
Rhynchocephalia 232, 270
Rhytina stelleri 516
Rhytinidae 516
Richmondena cardinalis 386
Ripária riparia 377
Rodentia 483
rostrum 309
rumen 527
Ruminantia 526
Rupicola rupicola 375
Rupiscártes sáliens 152
Rútilus rutilus 142

Saccobranchus 112
Saccopharynx 87
sácculus 36
sacrum 404
Sagittarius serpentarius 359
Saiga tatárica 532
Salamandra atra 204, 216
S. salamandra 204, 217
Salamándridae 216
Salientia 219
Salmónidae 139
Salmo salar 139
S. trutta 140
S. trutta fario 140
Sálpida 16
Sarcóphilus harrisii 449
Sarcopterygia 163
Sarcorhamphus 387
Sarcorhamphus gryphus 359
Sardina pilchardus 139
Saurípterus 177
Saurischia 238
Sauropleura 177
Sauropterygia 234
Scaphirhynchus 133
Scaphoideum 407
scápula 69, 98, 185, 246, 305, 407
scapus 301
Scardinius erythróphthalmus 142
Sciaena áquila 151
Sciaenidae 151
Scincidae 277
Scincomorpha 277
Scincus officinalis 278
Sciúridae 485
Sciuromorpha 485
Sciurus 485
Sciurus vulgaris 485
Scolopacidae 364
Scólopax rustícola 364
Scomber scombrus 153
Scómbridae 152
Scombroidei 152
Scopélidae 160
Scorpaena scropha 154
Scorpáenidae 154
Scyliorhinidae 79
Scyliorhinus caniculus 79
Sebastes marinus 154
sebum 397
Selenarctos tibetánus 499
Serinus canárius 383
Serránidae 150
Serranus 150
Serrasalmo piraya 140
Seymouria 233
Sicista betulina 490
Sigmodon hispidus 449
Silúridae 143
Silurus glanis 143
Simioidea 470
Siniperca chuatsi 151
Siphónops annulatus 219
Siredon pisciformis 216
Sirenia 515
Sirénidae 213
Siren lacertina 214
Solenodóntidae 456
Solénodon paradoxus 456
Somateria mollissima 356
Somniosus microcéphalus 80
Sorex araneus 457
S. minutissimus 455, 457
Soricidae 457
Spalácidae 490
Spalax giganteus 490
Speotyto 371
Spheniscus demersus 344
Sphénodon punctatus 232, 270
sphenoideum 405
sphenoethmoideum 183
sphenóticum 95
Sphyráenidae 158
spiráculum 110
splanchnocranium 29, 184
spleniale 244
Sprattus sprattus 139
Squalidae 80
Squaliformes 78
Squalus acánthias 80
Squamata 232, 271
squamosum 184, 244, 309, 405
stapes 407
Steatornis caripensis 371
Steganopodes 350
Stegocephália 176
Stereospóndyli 176
Sterna 366
Sterna hirundo 366
St. paradisaea 366
Sternoptychidae 160
sternum 29, 304
stratum corneum 240, 396
stratum germinativum 240, 396
Streptopelia decaocto 366
S. turtur 366
Strigidae 371
Strigiformes 369
Strix aluco 371
Struthio camelus 344
Struthioniformes 344
Stúrnidae 382
Sturnus vulgaris 382
subcutis 179, 300, 397
subopérculum 98
Suidae 524

Suiformes 523
Suncus etruscus 455
supraangulare 244
supraoccipitale 95
suprascapulare 186
Sus scrofa 524
Sylvia atricapilla 380
S. borin 380
S. communis 380
S. curruca 380
Sylviidae 380
Sylvilágus 483
Symphalangus 475
symplécticum 98
Sýncerus caffer 531
Syngnathiformes 148
Syngnathus typhle 149
synsacrum 305
syrinx 321
Syrrhaptes paradoxus 366

T

Tachyglóssidae 444
Tachyglossus aculeatus 444
Talpa europaea 458
Tálpidae 457
talus 408
Tamias 485, 539
Taphrométopon lineolatum 286
tapétum lúcidum 316, 418
Tapíridae 517
Tápirus indicus 517
T. terrestris 517
Taréntola mauritanica 273
tarsale 186
Tarsiidae 470
Tarsioidea 470
Tarsius spectrum 470
tarsometatarsus 308
tarsus 179
Taurotragus oryx 531
Tayassuidae 524
Taxidea taxus 501
Tejidae 292
telencéphalon 31, 188, 313
Teleóstei 87, 136
temporale 405
Tenrec ecaudatus 456
Tenrécidae 456
Terpsiphone paradisi 382
testes 76, 202
testis 257
Testudo elephántopus 268
T. graeca 268
T. hórsfieldii 268
Testudinidae 268
Tetraónidae 362
Tetrao urogallus 362
Tetrástes bonasia 362
Tétrodon 157
Tetrodontidae 157
Tetrodontiformes 156
Thalarctos marítimus 499
Thaliácea 16
Theriodontia 235, 238, 393
Theromorpha 235
thorax 232, 242
Threskiornis aethiópicus 351
Threskiornithidae 351
Thunnidae 153
Thunnus thynnus 153
Thylacinus cynocéphalus 449
tibia 186, 408
tibiotarsus 308
Tilapia esculenta 151
T. heudeloti 108
Tinamidae 386
Tinca tinca 142
Topaza 373
Torpedínidae 82
Torpedo marmorata 82
trachea 195, 253
Trachysaurus rugosus 278
Tragélaphus scriptus 531
T. strepsiceros 531
Tragúlidae 527
Trágulus javánicus 527
tragus 463
transpalatinum 244
transversum 244
trapezium 407
trapezoideum 407
Tremarctos ornatus 536, 537
Trichéchidae 516
Trichechus manatus 516
Tr. senegalensis 516
Trichoglóssidae 388
Trichosurus vulpécula 450
Tringa 364
Trionychoidea 269
triquetrum 407
Triturus vulgaris 217
Trochílidae 371
Tróchilus colubris 373
Trogonidae 387
Trygónidae 82
Trygon pastinaca 82
tuba auditiva 191
t. uterina 434
Tubulidentata 512
Tunicata 12
tunica interna 35
t. vasculosa 35
Tupaia tana 469
Tupaiidae 469
Túrdidae 380
Turdus iliacus 380

T. mérula 380
T. philomélos 380
T. pilaris 380
T. viscívorus 380
Túrsiops truncátus 511
Tylópoda 524
Tympanuchus cupido 362
Typhlópidae 282
Typhlops vermicularis 283
Typhlotriton spelaeus 217
Tyranni 375

Z

Zaglossus bruijni 444
Zoarces viviparus 118, 152
Zoárcidae 152
zygomáticum 406

U

Ulna 305, 407
ulnare 186
Umbrina cirrhósa 151
uncinatum 407
ureter 41, 75, 326
urethra 431
Urochordata 12
Urodela 213
Ursidae 498
Ursus americanus 499
U. arctos 499
U. spelaeus 499
úterus 202, 328, 434
uterus bicornis 435
u. bipartitus 435
u. duplex 434
u. simplex 435
utrículus 36

V

Vagina 328, 434
válvula spiralis 71
Vampyrus spectrum 465
Vanellus vanellus 364
Vanga 387
Varánidae 279
Varanus comodensis 280
V. griseus 280
vas déferens 257, 328
vasa efferentia 202
vena abdominalis 169
v. cava anterior 255
v. cava posterior 255
v. hypogástrica 326
v. iliaca 325
v. jugularis 255
v. portae hepatis 74
v. portae renalis 73
v. subclavia 255
ventrículus 39, 420
ventrículus carnosus 318
vermis 315
vértebrae 28
Vertebrata 27
vesícula seminalis 433
Vespertilionidae 466
Vespertilio nathusii 466
V. nilssonii 466
V. pipistrellus 466
vibrissae 302
Vidua 382
Vimba vimba 142
Vípera ammodytes 286
V. berus 286
V. lebetina 287
Vipéridae 286
Viverra zibetha 501
Vivérridae 501
Vombátidae 450
Vombatus ursínus 452
vomer 97, 184, 244, 309, 406
Vormela peregusna 539
Vulpes corsac 498
V. fulva 498
V. vulpes 498

X

Xenarthra 476
Xénopus 221
Xiphias gládius 153
Xiphiidae 153
Xiphóphorus 149

EESTIKEELSETE OSKUSSÕNADE JA NIMEDE REGISTER

A

aafrika elevant 514
aafrika pühvel 531
aafrika tsiibetkass 501
aarad 367, 387
aasia muflon 533
aasia okassiga 493
aasia tsiibetkass 501, 502
abaluu 98, 185, 246, 305, 407
abiootilised tegurid 44, 124, 336
abüssaal 48, 129, 160
adaptatiivne radiatsioon 447, 450
aed-lepalind 380
aed-põõsalind 380
afaliin 511
aferentsed närvid 32
agaamlased 273, 291
agnaadid 50
ahassuulased 226, 227
ahm 501
ahven 150
ahvenlased 150
ahvikotkas 388
ahvilised 470
ahvinimesed 476
aieahv 468, 469
aielased 469
ainupilulised 385, 443
ajukolju 29, 53, 67, 95, 165, 183, 243, 308, 404
ajuvatsakesed 31
akantoodid 62
akommodatsioon 35, 71, 192, 250, 316, 418
akraanid 18
aksis 242
aksolotl 209, 215
aktinistid 164
aktinopterüügid 163
akvikoolid 45
alakaaneluu 98
alakaar 28
alaküngas 415
alalõualuu 166, 244, 309, 406
alamimetajad 445
alaroided 94
alasagarad 70, 100
alasi 393, 406, 407
albatroslased 349
albiinod 400
allantois 260, 261, 334, 431, 438
alligaatorlased 290
alpaka 526
alpi kaljukits 532
alpi salamander 204
alpi ümiseja 486
alusjätked 28, 67, 94
aluskarvad 401
aluskiilluu 96, 244, 309
aluskuklaluu 95
alusnahk 27, 179, 300, 397
alveolaarjuhad 427
alveolaarkotikesed 427
alveoolid 427
amasoonpapagoi 367
ambra 511
ameerika piison 531
ameerika taapir 517
amfibiondid 45, 441
amfiibid 49, 174
amfistüülne kolju 68
amfitsöölsed selgroolülid 66, 77, 94, 182, 216, 242, 273
amnion 50, 231, 260, 334, 438
amnioodid 50, 231
anaalnäärmed 495
anaalpõieke 266
anabiootiline olek 125
anadroomne ränne 121
anakonda 284
anamnioodid 50
anapsiidne kolju 245
animaalne närvisüsteem 33
angerjalised 144

angerjas 121, 144
angerlased 144
angervesilik 215
anoolised 275
anšoovislased 139
antagonistid 188
antilooplased 531
anuurid 179, 219
aort 428, 429
aordi kaar 197, 254, 325, 429
apoodid 218
apteegiskink 278
apteerid 301
arapaima 137, 138
arborikoolid 45
areaal 44, 45, 158, 385
arhaar 533
arheopterüks 297
arktogea 48, 158
arni 531
aromorfoos 238
arrau 267
arteriaalsed kaared 197
arterid 39
arteriooskuhik 39, 72, 113, 114, 135, 197
arterioossibul 113, 135
arusisalik 279
arvukuse dünaamika 44, 441
aseluud 30, 97, 98, 183
astelhai 80
astelhailased 80
astelrai 82
astelrailased 82
asustustihedus 44, 441
atlas 242, 304
atriopoor 18, 19
atsöölsed selgroolülid 403
aul 356, 386
austraalia valdkond 47, 227, 293, 388, 536
autohtoonid 46
autostüülne kolju 68, 83
autotoomia 264, 272
avamaastikuloomad 440
avapõielised 113
avaspesad 119
avaveepiirkond 129
aviabiondid 45, 338

B

baaliveis 531
babuiin 474
bambuskaru 499
bankiivakana 361
banteng 531
baribal 499
basaalid 69, 136
basapofüüsid 28, 67, 94
basidorsaalid 28, 66
basihüaal 68, 98
basiventraalid 28, 67
batüaal 127
beluuga 133
bentaal 127
Bergmanni reegel 336
besoaarkits 532
Bidderi elund 202
biisammutt 458
binokulaarne nägemine 418, 467
biootilised tegurid 44, 126, 336
biotoop 44, 127, 338, 440
biotõrje 540
biseriaalne rinnauim 166
bissa 268
blastodisk 331
blastotsüst 437
blastula 23, 43, 208
boalased 283
Botallo juha 197
brahhiatsioon 475
branhiaalkaared 29
branhiaalsed lihased 30
bronhid 427, 321
bronhioolid 427
brontosaurus 237, 238
bungarused 286
bunodontsed hambad 420
burundukk 485, 486

C

Corti elund 416
Cuvier' juha 22, 58, 73, 115, 197

D

dallia 125, 144
damaan 515
damaanlased 515
Darwini vindid 384
definitiivsed hambad 420
delaminatsioon 437
delfiin 511
delfiinlased 511
demersaalsed munad 118
dendrobiondid 45, 338, 440
dentiin 38, 66
desmogeensed luud 30
diaanapärdik 474
diafragma 427
diapsiidne kolju 246
diapofüüs 183
diasteem 480, 516
difüodontsed hambad 420

difütserkne sabauim 52, 83, 130
digitigraadid 308, 408
dingo 496, 536
diplodokkus 237, 238
dzereen 531
džeiraan 531
dugonglased 516
duodeenum 423

E

eba-karettkilpkonn 269
eba-lasntuurad 133
ebalohed 238
ebalõpused 110
ebanisad 398
ebemed 302
edaafilised tegurid 44
edafobiondid 45, 440
eelneer 41, 115, 199
eelsisalikud 235
eemaldajanärv 32
eesjäse 179, 186, 187
eeskaaneluu 97, 98
eeskaarnaluu 185
eeskiilluu 405
eeskõrvaluu 95, 183, 243, 405
eeslaubaluu 183, 244
eeslid 520, 521
eeslikud 520
eeslohksed selgroolülid 183
eeslohulised 223
eesnääre 433
eespurihambad 420
eesrinnaluu 185, 186
eessool 38
ees-ülalõualuu 98, 184, 244, 309, 406
efa 287
efektoorsed närvid 32
eferentsed närvid 32
ektoderm 23, 24, 333, 437
elasmoidsoomused 93, 94, 136
elektriangerlased 142
elektrielundid 100
elektrirailased 82
elektrisäga 143
elevandid 514
elevantkilpkonn 268
elevantlased 514
elupaigad 44, 262, 338, 440
elutingimused 44, 210, 336, 440
eluvormid 45
email (hamba) 38, 419
emakala 151, 152
emakalalased 152
emakas 76, 202, 328, 434
emakatõri 434
embrüoblast 437
embrüonaalne arenemine, süstikkalal 23, 24
— selgroogsetel 43, 44
— kõhrkaladel 77
— luukaladel 122
— kahepaiksetel 206
— roomajatel 259
— lindudel 331
— imetajatel 436
emu 347
emulased 347
endoeemid 46
endolümf 36
endoplastron 265
endostüül 13, 16, 20, 25, 59
entoderm 23, 24, 331, 437
epiboolia 77, 123
epibranhiaalarterid 114
epibranhiaalvagu 20, 21
epidermis 18, 27, 89, 179
epifüüs 314
epihippus 519
epihüaal 98
epiplastron 265
epistriaatum 314
epiteel 25, 27
erihõlmne sabauim 64
erilohkne selgroolüli 304
erilohulised 221
erituselundid, selgroogsetel 40
— sõõrsuudel 58
— kõhrkaladel 74
— luukaladel 115
— kahepaiksetel 199
— roomajatel 256
— lindudel 326
— imetajatel 430
erütrotsüüdid 39, 169, 199, 326, 430
esik 322
esikloomalised 429, 466
esiku-teonärv 32, 415
eskulaabi roninastik 284
etioopiline valdkond 47, 227, 292 387, 537
etmoturbinaalid 405
eunotosaurus 234
euroopa kobras 487
euroopa piison 531
eurüfaagid 320
eurütoopsed loomad 44, 338

F

faalanksid 186
faasanlased 361
Fabriciuse paun 320
fibulaarluu 186
flamingolased 353

fossa 501
fulkrumid 132, 135
fülogeneetiline areng (põlvnemine), selgroogsetel 48
— söörsuudel 51
— kõhrkaladel 61
— luukaladel 85
— koaankaladel 163
— kahepaiksetel 174
— roomajatel 231
— lindudel 295
— imetajatel 393
füsoklistid 113
füsostoomid 113

G

gajaal 531
galaagolased 470
gambuusia 148, 149
gangese gaviaal 290
ganglionid 13, 31
ganoidsoomused 92
ganoiinkiht 93
gastrotsööl 24, 208
gastrula 23
gastrulatsioon 208, 259, 331, 437
gaur 531
gaviaallased 290
gekolaadsed 290
gekolased 273, 291
genettkass 501
geograafiline levik, selgroogsed 44
— kalad 158
— kahepaiksed 227
— roomajad 290
— linnud 385
— imetajad 535
gepard 504
gibonid 474, 475
glüptodonid 477
gnatostoomid 50
gnuud 531
goeldi küünisahv 473
gonaadid 15, 23
gonohoristid 10, 59, 116
gorbuuša 140
gorillad 474, 476
grevi sebra 520
grisli 499
grööni hüljes 506
grööni vaal 511
guanaako 526
guanofoorid 91, 181
gulaarplaadid 130, 135
gürsa 287

H

haamerpea-lendkoer 464
haardjalg 375
haardkonnad 225
habelindlased 374
hahk 356
haigurlased 351
hailised 78
haisteaju 54, 70, 188
haisteelund 34, 55, 71, 102, 192, 250 315, 417
haisteepiteel 33, 34, 250
haistekihn 29, 54, 71, 192
haistekott 55, 102
haistenärv 32
haisterakk 33, 34
haistesagarad 54, 55, 70, 100, 167, 188, 313, 314, 414, 515
haistesibul 70
haisunäärmed 397, 483, 522
hakk 377
hallhai 79
hallhaigur 351
hallhani 354, 355
hallhüljes 506
halljänes 481, 482
hall-kärbsenäpp 380
hall-kärnkonn 223
hallollus 31
hallpapagoi 367
hallpõsk-pütt 349
hallrähn 374
hallrästas 380
hallvaraan 280
hallvares 377
hambad 38, 71, 106, 140, 167, 192, 251, 393, 419, 420
hamba juur 419
hamba kroon 419
hambalaie 480
hambaluu 98, 185, 244, 309, 406
hambavalem 421
hammaskarbilised 149, 159
hammaskeellased 137, 158, 159
hammasvaalalised 510
hamsa 139
hamster 491
hamsterlased 491
haned 355
hanelised 353, 389
hapnikusiduvus 114
hapnikutarvidus 111
harakas 377
harikrokodill 290
harilik kameeleon 277
harilik kärnkonn 223
harivesilik 217

harjased 401
harjashammaslased 160
harjassuled 302
harkluu 305
harksaba-loorkull 386
harksarvik 399, 529
harksarviklased 529
harsa 538
hateeria 232, 270
Hatscheki lohuke 19
haudetasku 149
haudevältus 334
haudumine 330
haug 144
haugaslased 358
haugilised 143
hauglased 144
haugtursk 147
heeringahai 80
heeringalised 137
heeringas 139
heeringavaal 511
heeringlased 137, 158, 161
helenduselundid 90
helendusnäärmed 90
heleväli 331
hemaaljätke 67, 94
hemaalkaar 28, 67, 94
hemaalkanal 28
hemapoüüs 67, 94
herbivoorid 424
hermafrodiidid 15, 116, 150
hernesluu 407
Hesse silmad 19, 21
heterodontsed hambad 71, 252, 420
heterotserkne sabauim 64, 78, 131, 135, 164
heterotsöölsed selgroolülid 304
higinäärmed 397
hiidkameeleon 277
hiidkonn 226
hiidkänguru 452
hiidlestad 156
hiidliugur 448, 450
hiidtrapp 363
hiidvesilik 216
hiidvöölane 479
hiinaahven 151
hiina kolmküüniskilpkonn 270
hiirelised 488
hiireviu 357, 358
hiirlased 490
hiirlinnulised 387
hink 143
hingamine 8, 164, 194, 253, 323, 427
hingamiselundid, selgroogsetel 39
— söörsuudel 56
— kõhrkaladel 72
— luukaladel 110
hingamiselundid, hoaankaladel 168
— kahepaiksetel 194,
— roomajatel 253
— lindudel 321
— imetajatel 426
hingats 64, 68, 77, 110, 164
hingetoru 195, 253, 321, 427
hink 143
hipparion 520
hirv 527
hirvlased 527
hirvsiga 524
hoatsiin 298, 386
hobuantiloop 531
hobuantilooplased 531
hobumakrelllased 158
hoburästas 380
hobusesaba 412
hobuslased 518, 537
hominiidid 476
homodontsed hambad 71, 251
homoiotermsus 292, 395
homotserkne sabauim 89, 135, 136
hoosuled 302
horisontaalne hambavahetus 513, 515
hormoonid 43
hulgieeshambulised 447
hulgihammaslased 217
hulgulinnud 339
hulkuimed 86, 117, 131
hulkuimsed 130
humoraalne integratsioon 43
hundsulestik 303
hunt 496
huntkalad 140, 152
huntkalalased 152
huulkaru 499
hõbehaigur 351
hõbekest 103
hõbekoger 142
hõberebane 498
hõrnas 140
härgkonn 226
häälekile 321
häälepaelad 427
hüdrobiondid 45, 440
hülglased 506
hüoid 68
hüoidkaar 29
hüomandibulaar 68, 98
hüoplastron 265
hüostüülne kolju 68, 98
hüpikgasell 532
hüpikjäneslased 537
hüpiklased 488
hüpoüüs 55, 71, 100, 314, 415
hüpoüüsikott 55
hüpohüaal 98
hüpoplastron 265

hüpotalamus 100, 414
hürakoteerium 519
hüäänlased 502, 503
hüüp 351, 352

I

idioadaptatsioon 238
idaheeringas 139
iguaanilaadsed 273
iguaanlased 275
iguanodon 237, 238
iherus 140
ihneumon 503
ihtüopsiidid 50
ihtüopterüügid 234
ihtüosaurused 234
ihtüostegaalid 176
iibislased 351
iiris 35, 103, 316
ilves 504
imetajad 392
india elevant 513, 514
india pühvel 531
india ninasarvik 518
india taapir 517
infraorbitaalid 96
inimahvlased 474
inimkujulised 474
inimlased 476
inkubatsiooniaeg 259
innaaeg 434
inostrantseevia 235
interdorsaal 67
intertarsaalne kannaliiges 247, 308
interventraal 67
invaginatsioon 77
irbis 503
irdkest 438
iridotsüüdid 90
isopediinkiht 93, 165
isotserkne sabauim 146

J

jaaguar 503, 536
jaanalind 344, 345
jaanalinnulised 344
jaapani hiidvesilik 216
jaava kääbushirv 527
Jacobsoni organ 192, 250, 251, 418
jahifaasan 360, 361
jakk 531
jalg 179
jalus 393, 406, 407
jodopsiin 35
jookse 295
jooksmeluu 307, 308
jooksuaeg 434
juttkeha 70, 100, 313
juttselg-hiir 491
juttselg-kärnkonn 223
jõeforell 140
jõehobu 523
jõehobulased 523, 536
jõesead 524
jõesilm 60
jõetiir 366
jõevaallased 510
jämesool 318, 423
jäneselised 480, 481
jäneslased 482
järanoklased 387
järelaju 31, 71, 190
järelneer 41, 232, 256
järvekonn 226
järvekormoran 348, 350
jäsemed 27, 187
jäsemete lihased 410
jääkoskel 356
jäälind 373, 387
jäälindlased 373
jäävhambad 420

K

kaamelid 524
kaamellased 524, 525
kaaneluu 98
kaaren 377
kaarlihas 310
kaarnaluu 98, 185, 305, 407
kaarsoomus 93
kaasuarilised 346
kaasuarlased 346
kabjad 398
kabjalised 516, 518
kabjaluu 516
kabjulkõndijad 408, 516
kaelaahendaja 411
kaela nahalihas 411
kaelkirjak 535
kaelkirjaklased 534
kaelus 9
kaelushiir 491
kaeluskaru 499
kaelus-laanepüü 386
kaeluspekaari 524
kaelussisalik 275
kaelustuvi 366, 368
kaevekonn 226
kaguan 460
kaheosaline emakas 434
kahepaiksed 174
kahesarveline emakas 434
kaimanid 290
kaimankilplased 268
kaitsevahendid 127, 211, 264, 337

kaitsevärvus 127, 211, 223, 264, 337
kajaklased 364
kakaduud 367
kakkpapagoi 388
kaklased 371
kaksieeshambulised 450
kaksikkeha 101, 189, 249, 314, 415
kaksilohkseid selgroolülid 66, 94, 182
kaksilohulised 220
kaksküür-kaamel 525, 536
kakssarv-vares 673
kaksvarvas-laisik 479
kaksteistsõrmik 423
kakulised 369, 370
kalaan 501
kalakakk 371, 387
kalakajakas 366
kalakotkas 358
kalalind 299
kalamadulik 205, 218
kalauimsed 234
kaldapääsuke 377
kaljukotkas 357, 358
kaljukängurud 452
kaljuluu 405
kaljutuvi 367
kalkun 361
kalkunkotkaslased 359
kalong 464
kaluuga 133
kameeleonlased 277
kammhailased 78
kanaari vint 383
kanada lammas 533
kanada lagle 355
kanada kobras 487
kanada rebane 498
kanakull 357, 358
kanalised 359
kand 179, 185, 187
kandelüli 304, 403
kandlased 470
kandluu 408
kanepilind 383
kangurlindlased 382, 387
kanna 531
kannalised 470
kannaluu 186, 187
kannapäkk 398
kanna-pöialuu 307, 308
kannus 460
kannushanelased 355, 387
kannuskonnad 221, 227
kapibaara 493
kapillaarid 39
karakal 504
karapaks 242, 265
karatsiinlased 140, 159
karbusahvid 473
karbusahvlased 473
kardinaalveenid 22, 57, 58, 73, 115, 169, 197
karehai 64, 80
karettkilpkonn 268
kariaamad 387
karihiirlased 457
karikloode 23
kaiklooteõõs 23
karjarästas 382
karklinnulised 351
karkpüü 387
karpkala 142
karpkalalised 136, 140
karplased 142, 158
karulased 498
karustiivalised 459
karvad 400
karvanääps 400
karvapüstitaja 400
karvatupp 400
karvavahetus 402
karvik-ninasarvik 518
kasetriibik 490
kaslased 502, 503
kaspiageko 273
kaspia kaspialoosa 139
kaspialoosad 138, 139
kaspiasilm 60
kaspia veekilpkonn 267
kassid 504
kassikakk 370, 371
kassilised 501
kasskaru 499
kassleemur 469
kasvukiht 240, 396
kašelotlased 511
kašelott 509, 511
katadroomne ränne 120, 121
katispeased 175, 176
katkurott 491
katkendlik levila 45, 158, 292, 385
katted, selgroogsetel 27
— sõõrsuudel 52
— kõhrkaladel 64
— luukaladel 89
— koaankaladel 164, 165
— kahepaiksetel 179
— roomajatel 240
— lindudel 300
— imetajatel 396
katteluud 30, 97, 98, 183, 244
kattesuled 302
kaukaasia agaam 273
kea 367, 388
keel 52, 106, 193, 252, 281, 318, 419
keeleaparaat 244
keelealune närv 32, 250, 416

keelekaar 29, 68, 98
keele-neelunärv 32
keeleluu 309
keelikloomad 7
keel-lehtninad 465
keeritskurd 71, 167
keeritssool 71, 72
keha 28
kehaõõs 8, 22
keiserpingviin 343, 344
kepikesed 35, 103, 250, 316, 419
kerakalad 157
kerakalalased 157
kerakalalised 156
kerakonnad 226
kere 9
keskaju 31, 55, 71, 101, 189, 249, 314, 415
keskkond 44
keskkonnategurid 44, 124, 261, 336
keskkõrv 191, 416
kesklakuun 10
keskluu 186
keskneer 41, 256
kesknärvisüsteem 8, 30
kesksool 38
kesksõelluu 96, 309
Kessleri kaspialoosa 139
kestamine 179, 241
keta 140
ketaskeel 202
ketaskeellased 221
ketasuimlased 155
kidakesed 302
kidekile 89, 98, 110, 111
kideluud 98
kihvad 506, 524
kiidekas 526, 527
kiilkõrvaluu 95
kiilluu 405
kiilrindlinnud 344
kiilsabapapagoi 386
kiilsõelluu 183, 219
kiiruelund 52, 54, 249
kiiruimsed 87, 163
kiiruluu 96, 183, 244, 309, 405
kiisk 150
kiiverkaasuar 345, 346
kiivi 345, 347
kiivilised 347
kiivitaja 364
kilbised 240, 398
kilelabürint 36, 37
kilgkured 363
kilpkalad 48, 51
kilpkonnalised 232, 234, 264
kilpkõhr 426
kilplõugmaod 287
kilprüü 264
kiltturs k 147
kilu 139
kinkajuu 537
kingnokk 387
kinnis 38
kirevlased 151, 159
kirjuleemur 469
kirjurähnid 374
kiskhambad 494
kiskjalised 494
kitsaninalised 473
kitsed 532
kitskala 152
kitslased 532
kitsus 327, 328
kiudkest 35
kiurud 382
kiused 508, 511
kiusvaalalised 511
kiviahvenad 150
kiviahvenlased 150
kivikammeljas 156
kivinugis 499
kivisisalik 278
kivitäks 380
klimaatilised tegurid 44
kloaagisifoon 12, 14
kloaak 39, 72, 167, 193, 201, 256, 320, 431
koaanid 163, 192, 245
koaankalad 49, 163
koala 448, 450
kobarloode 23
kobrad 286
kobras 286
kobraslased 487
kobrasoravlased 539
koda (südame) 39, 57, 72
kodarluu 186, 305, 407
kodueesel 521
koduhiir 490
koduhobune 521
kodukakk 370, 371
kodukits 532
kodukoer 496
kodurott 490
kodutuvi 366
koduvarblane 383
koduveis 531
koemahl 39
koeralised 496, 497
koerhai 80
koerlased 496
koger 142
koha 150
kohastumused 45, 124, 261
kohverkalalased 157
kohversägad 141, 143
koiott 496

koldkõht-vilbasnastik 284
kolju 27, 28, 53, 67, 95, 165, 183, 242, 266, 272, 280, 308, 404
kolju trabeekulid 29
koljutud 7, 18
koljutulbake 244, 272
kollakeha 434
kollasuslik 485
kollatuur 133
kollatähn 469, 471
kolmiknärv 32
kolmküüniskilpkonn 270
kolmvarvas-laisik 479
kolvikesed 35, 103, 250, 316, 418
komodo varaan 280
kompekarvad 419
kompemeel 105
kondrogeensed luud 30
kondor 359, 387
konksjätke 242, 270, 304
konksluu 407
konlased 226
kontsluu 408
kontuursuled 302
koolibrilased 372
kooldkaelalised 267
koopakakk 371
koopakaru 499
koopakilpkonn 292
koopaolm 214
koopasalamander 217
koopatriiton 217
koor 256, 329
koorehammas 444
koorenääre 76
koorion 438
koorium 18, 27, 90, 91
koorkest 256, 329
koorumine 123, 261, 334
kootluu 516, 521, 526
koprofaagia 481
kopskalad 164, 167, 171
kopsuarter 168, 325, 428
kopsud 8, 39, 110, 112, 168, 195, 253, 322, 427
kopsu-nahaarter 197
kopsutoru 253, 321, 427
kopsuveen 428
korallmaod 286
korgaskeha 433
kormoranlased 350
kornea 35, 103, 315
korsak 498
kosklad 356
kosmiinkiht 93, 165
kosmoidsoomused 164, 165
kosmopoliidid 292
kostaalkilbised 265
kotik 505, 506
kotingalased 375
kotkad 358
kotkaskala 151
kottsäga 112
kotülosaurused 233
kreodondid 424, 496
krokodillid 290
krokodilllased 290
krokodillilised 232, 238, 288, 289
kromatofoorid 91, 181, 241
kroomlased 158
kroonkured 363
kroontuvi 367, 388
ksantofoorid 181
ksiifiplastron 265
ktenoidsoomus 93, 150
ktonobiondid 45, 338, 440
kuandu 493
kudemine 118, 203
kudemiränded 120
kudu 203
kukkur 444, 445, 447, 449
kukkurhunt 449
kukkurkurat 449
kukkurkärbid 449
kukkurkärplased 449
kukkurmutt 449
kukkurmutlased 449
kukkur-sipelgakaru 449
kukkurtihased 378
kukkurvõhnlased 450
kuklaluu 404
kuklapõnt 183, 243, 309, 405, 471
kukrulised 395, 446
kukuti 433
kulaan 521
kuldkala 142
kuldmutlased 537
kuldnoklased 382
kuldnokk 382
kuldpea-põialpoiss 378
kullesed 208
kullilised 356
kumerkilplased 268, 292
kunel 488
kuninglind 378
kuningboa 284
kuningkobra 286
kuningpingviin 343, 344
kuplaharjad 37
kurelised 362
kurgkotkas 357, 359
kurglased 363
kurvitsalised 364, 365
kurvitslased 364
kusejuha 41, 75, 256, 326
kusekott 261, 438
kusepõis 200, 326
kuse-sugunibu 52, 58, 75

kuse-suguurge 58, 75, 431
kuseurge 75
kusiti 431
kuskuslased 450
kutiikul 18, 25
kuukala 88, 157
kuukalalased 157
kuulmeharjad 104
kuulmekihn 29, 36, 54
kuulmeluukesed 416
kuulmepapill 190
kuulmetulbake 184, 190, 191, 244, 309, 317
kuulmetõri 190, 191
kuulmetähnikesed 37, 104
kuulmevedelik 36
kuulmiselund 251, 416
kuuluu 407
kuupluu 408
kvela 390
kõhretekkelised luud 30
kõhrkalad 48, 61
kõhrluused 86, 131, 158
kõhuaort 21, 57, 73, 113
kõhukilp 242, 265
kõhu lihased 409
kõhunääre 72, 107, 194
kõhuroided 241, 270, 288
kõhu sirglihas 188, 248, 409
kõhuuim 18
kõhuuime toes 69
kõhuveen 169, 198, 254, 326
kõigesööjad 424
kõldkest 438
kõrbenäärid 377
kõrbepüülased 366
kõri 195, 254, 321, 426
kõrikaas 426
kõrikaanekõhr 426
kõripilu 192, 195
kõrkjakala 86, 131
kõrkmed 417
kõrv 416
kõrvalest 416
kõrvaluud 309
kõrvaljätke 242
kõrvanukk 463
kõrvhülglased 506
kõrvukrebane 588
kõrvukräts 371
kõrvuksiil 457
kõrvukümarpea 263, 275
kõvakest 35, 103, 316
kõvasuulagi 245, 419, 455
kägiveen 73
kägu 369
kägulased 369
kähr 561
kährikkoer 496, 497
kämblaluud 186, 407
kämblapäkk 398
kämmal 179, 306, 407
kängurlased 452
käolised 369, 370
käosulane 380
käpp 179
kärbid 499
kärbsenäplased 380
kärgkonn 203, 205, 221
kärnkonlased 223
kärnkonnad 223
kärphaid 80
kärp 499, 500
kärplased 499
kärss 455, 524
kärsspealised 232, 236, 270
käsitiivalised 460
käsiuimsed 86, 48, 130
käsnkiht 165
kääbushirvlased 527
kääbus-jõehobu 524
kääbus-karihiir 455, 457
kääbus-koolibri 373
kääbus-nahkhiir 466
kääbus-sipelgaõgija 479
käärsool 423
köidikkonn 203, 221
Köllikeri lohuke 19
kühmnokk-luik 355
külgjätke 242
küljejoon 56, 89
küljejooneelundid 36, 56, 104, 179, 190
küljekiilluu 244, 309
küljekuklaluu 95, 183, 243
küljekurd 18
küljeplaat 24, 25, 208
küljeveen 73, 74
külmalembesed 125
künnivares 377
küttkala 123
küülik 482
küünarluu 186, 305, 407
küünarvars 179
küüned 398
küünised 241, 300, 398
küünisahvid 473
küünisahvlased 472
küüniskabjalised 515, 537
küürlased 151

L

laamad 525, 526, 536
laanepüü 362
laanesead 524
laba (sule) 301
labürintodondid 176
labürintodontsed hambad 164

lageen 36
lagled 355
lagrits 488
lahksugulisus 10, 59, 116
laianinalised 472
laianokalised 375
laisiklased 478
lakteaalsed hambad 420
lamantiin 516
lambad 532
lambahänilane 382
lamekilplased 267
lamelohksed selgroolülid 403
lasntuur 133
latikas 142
latimeeria 163, 164, 166, 171
laubakiiruluu 183, 219
laubaluu 96, 183, 213, 244, 309, 405
laug (silma) 89, 191, 316, 418
laulukõri 321
laululihased 321, 375
laululised 375
laululuik 355
laulurästas 380
laupveised 531
lauskmaa-gorilla 476
leekrakud 23
leemurlased 469, 537
leethiir 491
leet-viiksjänes 481, 482
leevike 383
lefa 287
lehekonlased 224, 227
lehekonnad 225
lehelinnud 380
lehistulindlased 387
lehter 100
lehtlalindlased 378, 388
lehtninalased 465
lehvik 316
leinamudilane 153
lemmingud 491
lendamine 311
lend-draakon 275
lendkala 146
lendkalalased 146
lendkoerlased 464
lendkonlased 226, 227
lendkonnad 222, 226
lendorav 486
lendoravlased 486
lennus 297, 459, 460, 461, 486
leopard 503
lepidosiiren 168, 172, 173
lepidosiirenlased 172
lepidotrihhid 98
lepospondüülid 176
lest 156
lestalised 156
lestlased 156
levila 44, 45
leukotsüüdid 39, 199, 430
Leydigi nääre 76
libedik 527
lihased, branhiaalsed 30
— punased 311
— roietevahelised 310
— somaatilised 30, 54, 100, 187, 247, 310, 409
— valged 311
— vistseraalsed 30, 54, 100, 187, 247, 310, 411
— selgroogsetel 30
— sõõrsuudel 54
— luukaladel 100
— kahepaiksetel 187
— roomajatel 247
— lindudel 310
— imetajatel 409
lihasmagu 318
lihaspadjand 411
lihasuimsed 163
lihtemakas 435
liigesejätke 94, 183
liigeseluu 98, 244, 309, 406
liitlõualised 148
liitmagu 526
liitristluu 304, 305
liitsugulised 15
liitsõbalikud 277
liivaboa 283
liivahiired 491
liivarästik 286
liivasonglane 59
liivatüll 364
limakala 152
limakalalased 152
limakalalised 152
limanäärmed 52, 89, 90, 180, 193
limapihklane 60
linask 142
linavästrik 382
lindvaagnalised 238
liopelmalased 220
lisakiilluu 97, 132, 183
lisanärv 32, 250, 416
litoraal 48, 127
liugurid 450
lodiluu 407
lofodontsed hambad 420
loivalised 504, 505
londilised 512
lont 512, 517
lonthüljes 506
looduskaitsealad 390
lookjuhad 36
loomahambused 235, 393

loomatoidulised 107, 424
loomsisalikud 235
loorilased 469
lootekestad 231, 259, 333, 438
lootelehed 23
lootekilp 331, 437
lootesõlm 437
luiged 355
luikhani 355
luitsnokk-iibis 351
luitsnokk-part 354, 356
luitstuurlased 134
luitstuur 134
lukis 9
lukisussid 9
lukutiripikud 106, 139
lumekakk 371
lumelammas 533
lumeleopard 503
lumetsiitsitaja 383
luts 146, 147
luukalad 49, 85
luukarits 147
luu-vaaphaug 135
lõgismaod 287
lõgismadulased 287, 291
lõhi 139
lõhilased 139, 161
lõhnanäärmed 397, 527
lõigustumine 23, 122, 207, 259, 331, 436
lõikehambad 420
lõimetise hooldamine 118
lõolased 375
lõopistrik 357, 359
lõpuseavad 56, 57, 89
lõpused 8, 39, 57, 72, 110, 194
lõpusekaared 29, 68, 110
lõpusekaas 83, 89, 98
lõpusekoobas 89
lõpusekorv 54
lõpusekotid 56, 57
lõpuseliistakud 57, 72, 110
lõpusepiid 106
lõpusepilud 8, 10, 11, 13, 20, 25, 39, 64, 71, 72, 89
lõpusevahesein 72, 110
lõuakaar 29, 67, 184, 244
lõuatsi-alalõualuu 184
lõunavaal 508, 511
lõvi 503
läikepiige 316
läänelind 298, 299
läänetuur 132
lääts 35
lühipealased 223, 228
lümf 39, 430
lümfijuha 38
lümfisõlmed 40, 430
lümfiurked 40, 179
lüngashambad 494
lüürasabalised 375

M

madagaskari alamvaldkond 537
madukael-kilpkonnad 267
madukaellased 267
madunõel 149
maduskingid 277
mageveekalad 124, 140, 158
mageveeluukalad 116
magot 472, 474
magu 71, 106, 193, 252, 421
maina 382, 387
maitseelundid 35, 102, 192, 315
maitsepungad 33, 34, 102, 192, 315
makaagid 474
makao-aara 367
makrell 151, 153
makrellilised 152
makrelllased 152
maks 21, 56, 72, 107, 160, 194, 320, 423
maksaveen 22
maksa väratisüsteem 22
maksa vérativeen 74, 198, 326
Malpighi kehake 40
mammut 514
manaatlased 516
mandibulaarkaar 29
mandrillid 474
mantel 12, 13, 70
mantelhai 78
mantelhailased 78
mantelloomad 7, 12
mantelpaavian 474
maolised 280
marabu 351
maral 529
marginaalkilbised 265
marmorrai 82
marrasknahk 27, 89, 179, 240, 300, 396
matamata 267, 269
Meckeli kõhr 29, 68
meeleelundid, selgroogsetel 27, 33
— sõõrsuudel 55
— kõhrkaladel 71
— luukaladel 102
— kahepaiksetel 190
— roomajatel 250
— lindudel 315
— imetajatel 416
meeosutlased 387
meetoitlased 388
mehhiko kalkun 361
melanofoorid 181

mereahven 154
mereangerjas 145
mereangerlased 145
mereforell 140
merehobuke 148, 149
merehärg 155, 158
merehärglased 155, 158
merehärjalised 154, 155
mereiguan 275
merekajakas 366
merekilplased 268
merekotkas 358
merekärnkonn 223
mereluukalad 116
mereneitsi 516
merenõel 149
merenõellased 149
merepuuk 154
merepuuklased 154
meresaarmas 501
meresarviklased 82
meresiga 493
meresigalased 493
meresiig 140
meresutt 60
meretint 140
meretont 84
meretontlased 84
meretuped 12, 14
meretünnikud 16
merevarblane 155
mereveiselised 515
mereõhvlased 516
meriski 364
mesoderm 23, 24, 333
mesohippus 518
mesonefros 41, 42
metagenees 17
metameersus 8
metamorfoos 59, 209
metanefros 41, 232, 326, 431
metsis 360, 362
metsislased 362
mets-karihiir 457
metskass 504
metskits 527
metskiur 382
metskurvits 364, 365
metslehelind 380
metsnugis 499, 500
metssiga 524
metsvint 383
mimikri 149
miohippus 519
mississippi alligaator 290
mokk-kalalased 158
monimostüülia 244
monofüodontsed hambad 420
monokulaarne nägemine 418
moolok 275
moone 59, 209
moorula 23, 437
morsk 505, 506
morsklased 437, 506
mudahüpik 154
mudahüpiklased 154
mudakala 86, 117, 131
mudakalalised 135
mudakonlased 221
mudakonn 221
mudilaslased 153
mudilaslised 153
muflon 533
mukoossed näärmed 89, 180
multituberkulaadid 394, 443
muna 43, 76, 118, 203, 231, 329, 443
munajuhad 43, 76, 170, 201, 256, 328, 434
munakestad 43, 76, 202, 204, 256, 329
munasarjad 15, 42, 76, 117, 170, 201, 256, 328, 434
munaspoegimine 204, 258
munejad 258, 435, 443
mungo 502, 503
mureen 145
mureenlased 145
muskushirvlased 527, 528
muskusnäärmed 240, 397
muskuspart 356
muskusveis 534
mustkaelkobra 286
mustkala 144
must-kärbsenäpp 380
mustluik 355
must-ninasarvik 518
must-raisakotkas 358
muströhn 374
muströstas 380
must-toonekurg 351
mustviires 366
mutlased 457
mutt 458
mutt-lemming 491
mõhnkeha 414, 453
mõhnjalalised 268, 524
mõrukas 142
mõõkjätke 404
mõõkkala 153
mõõkkalalased 153
mõõksarv-antiloop 531
mõõk 509, 511
mäetihaslased 387
mäger 500, 501
mägismaa-gorilla 476
mäletsejalised 526
mäletsemine 527
mälurlihas 411, 485
möiraahvid 473

mügri 491
Mülleri juha 43, 170, 432
müomeerid 18, 20, 54, 100
müoseptid 18, 19, 54, 100
mürgihambad 281
mürginäärmed 127, 154, 181, 211, 281
mürkmaod 282
mürknastiklased 286
mürksisallased 292
müürigeko 273

N

naarits 499, 500
nabasigalased 524
naerukajakas 366
nahalihased 411
naha-meeleelundid 36
nahk 52, 65, 89, 174, 179, 192, 240, 300, 396
nahkhiirlased 466
nahkkest 328
nahkkilpkonn 269
nahkkilplased 269
nahklihasmõik 10, 13
nandulised 346
napihambulised 476, 478
narmaskalad 148, 149
narmaskilpkonn 267
narval 511
nastik 284
nastiklased 284
neandertali inimene 476
nearktiline valdkond 47, 227, 292, 386, 539
neel 13, 20, 38, 106
neeluhambad 98, 140
neerud 27, 40, 58, 74, 115, 170, 174, 199, 326, 430, 431
neerujuha 41, 42, 58, 200, 432
neerukehake 40, 76, 116, 431
neerukesed 430
neeru koor 430
neerupealis 200
neerupüramiidid 431
neerusambad 431
neeru säsi 430
neerutoruke 40, 41, 76, 431
neeruvaagen 431
neeru värat 430
neeru väratisüsteem 73
neeru värativeen 73, 326
nefridiaaltorukesed 10
nefriidid 22
nefronid 40
nefrostoom 22, 40, 41
nektarilindlased 387
nelikkeha 415
neliksarv-kohverkala 157
neliksilm 104, 148, 150
neogea 48, 158
neoteenia 209, 216
neotroopiline valdkond 47, 227, 292, 386, 536
neotseratodus 166, 168, 171, 172
neriitiline tsoon 130
neuraaljätked 66, 94
neuraalkaar 28, 66, 94
neuraalkilbised 265
neurapofüüsid 66, 94
neuromastid 36, 56, 104, 179, 190
neurotsööl 8
ngege 151
nibujätke 405
nidifuugid 335
nidikoolid 335
niidu-uruhiir 491
niiluse hulkuim 131
niiluse krokodill 290
niisad 116
nilgau 531, 538
ninaavad 64
ninakarbikud 471
ninaluu 96, 183, 244, 309, 406
ninapeegel 530
ninasarviklased 517
ninasarvikud 518
ninaõõs 55, 71, 102, 192, 250, 417
niplik 321
nirk 499
nisad 398
niudeluu 186, 246, 307, 407
niude-roidelihas 248, 409
niudeveen 325
nokakatted 300
nokis 64, 67, 309
nokiskonn 203, 224
nokissiil 444
nokk 317
nokkloom 443
nokkloomlased 443
nolgus 155
noolhauglased 158
noolmadu 286
notogea 47
nuubia eesel 521
nuhaalkilbis 265
nurgajätke 446
nurgaluu 98, 185, 244, 309, 405
nurgihammaslased 216
nutria 492, 493
nutrialased 493
nägemiselundid 35
nägemisnärv 32, 415
nägemispurpur 35
nägemissagarad 55, 71, 101, 189, 249, 314, 415
näokolju 29, 54, 67, 97, 165, 184, 309, 406

näonärv 32, 415
närilised 483
närvid 31
närvisüsteem, selgroogsetel 30
— sõõrsuudel 54
— kõhrkaladel 69
— luukaladel 100
— koaankaladel 166
— kahepaiksetel 188
— roomajatel 248
— lindudel 312
— imetajatel 411
närviväät 10
näsa (sule) 301
näsakeha 396
näärmed 18, 89, 180, 181, 397
näärmemagu 318, 319
näärmeväljad 397
nürisabalik 278

O

odontoblastid 38, 66
ogalik 147
ogaliklased 147
ogalikulised 147
ogarai 82
ogaselglased 160
ohakalind 383
oimulihas 247, 411
oimuluu 405
ojasilm 60
okaapi 535
okassealised 492
okassiga 493
okaslased 493
okassigalased 493
okeaaniline tsoon 130
okkad 401
oligoletsitaalsed munarakud 43
omnivoor 424
ondatra 488, 491
ontogeneetiline arenemine 122, 206
ookerkass 504
operkul 191
opistonefros 41, 58, 74, 115, 199
opistotsöölsed selgroolülid 135, 182, 213, 220
opossumid 447, 448
opossumkängurud 452
opossumlased 447
orangutang 474, 475
orav 485
oravalised 484, 485, 486
oravlased 484, 485
orientaalne valdkond 47, 227, 293, 387, 538
orohippus 519
osmootne rõhk 432
osteolepiidid 164, 177
ostrakodermid 48, 51
otoliidid 37
otsaju 31, 54, 70, 100, 166, 188, 248, 313, 413
ovaal 113
ovaalkotike 36, 104
oviduktid 43, 76
ovipaarid 76, 279, 435
ovulatsioon 434

P

paabulind 361
paariline emakas 434
paarilised uimed 64, 65
paaritud uimed 64, 68
paarituveen 429
paavianid 474
pahlluu 183
paigalinnud 339
palatokvadraat 67
palearktiline valdkond 47, 227, 292, 385, 536
paleoniskoidid 86
paljasväljad 301
paltused 156
pampahirved 529
pampanandu 345, 346
panda 499
pangoliin 478, 480
pankreas 38, 72, 107, 194
pandid 529
pantokriin 529
pantoteerid 394, 395
pantrid 503
pantser 264
papagoilised 367
parabronhid 323
paradiisilindlased 378
paradiisi-kärbsenäpp 382
paradiisironk 377, 378
parahüoid 98
parakordaalid 29
parapineaalelund 54
parasfenoid 132, 309
pardkalad 141, 142
pargi-nahkhiir 466
parieasaurus 233
partlased 355
pasknäär 577
pataagium 460
peaaju 27, 30, 31, 54, 70, 166, 188, 248, 313, 412
peaajunärvid 32, 250, 415, 416
peabronh 322, 323

pealiskarvad 401
pealisrinnaluu 246, 247
peaneer 115
peapööraja 411
peenis 433
peensool 423
pehmenahalised 269
pehmesuulagi 406
peipsi siig 140
peitlõpuslased 216
pelaagilised munad 118
pelagiaal 48, 129, 160
peled 140, 161
pelikanilised 350
pelikanlased 350
pelomeduuslased 267
pelükosaurused 235
penihai 79
penihailased 79
peribranhiaalõõs 13, 19, 20, 25
perikordaalne sidekude 19
perilümf 36
pesahoidjad 335, 436
pesahülgajad 335, 436
pesalehekonn 225
pesitsusparasitism 335
pesukaru 499
pesukarulased 498, 499
pigmendipiige 35
pihklaselised 59
piilpart 356
piimahambad 420
piimanäärmed 397
piirdeluu 516
piirdenärvisüsteem 31
piirpääsuke 372
piirpääsulased 372
piisonid 531
pikatiivalised 370, 371
pikkkael-kilpkonnad 267
pikksabalik 217
piklikaju 31, 55, 71, 101, 190, 315, 416
pilkkile 79, 316
pilkkõhr 254, 270, 321
pilukoonlased 456
pimelased 218
pimelikud 219
pimemadulased 282
pimerotlased 490
pindluu 186, 408
pineaalelund 54, 100, 249
pingviinilised 342
pinnase-elanikud 45, 440
pipalased 220, 228
piraia 140, 141
pirintšo 369
pisaraluu 96, 97, 243, 244, 309, 404
pisaranäärmed 191
pisihiir 488, 490
pisituvi 367
pistriklased 359
pitalased 387
plaadid 240
plaatluu 244, 309
plakodermid 48, 62, 86
plakoidsoomus 65
plankton 126
planktonitoidulised loomad 108
plantigraadid 408
plastron 242, 265
platsenta 438, 439
plesiohippus 515
plesiosaurused 235
pleurapofüüsid 242
pliohippus 520
plokinärv 32
poegijad 258
poegimine 204
poikilotermsus 174
poised 81, 88
polaarhai 80
polaarrebane 498
polaartursk 147
polüembrüoonia 479
polüfüodontsed hambad 71
polületsitaalsed munarakud 43
poolahvilised 468
poollõpus 72
poolpaarituveen 429
poolplatsenta 439
poolringjuha 36
pool-tallulkõndijad 253
poolus 23
populatsioonid 44
postembrüonaalne arenemine 44
poto 470
pottsepplinnud 387
preeriakana 362, 386
preorbitaalnäärmed 527
prillkaru 536
prillkobra 286
prillpingviin 344
pringel 511
profundaal 129
prokorakoid 185
pronefros 41
prostata 433
proteuslased 214, 228
protopterus 163, 170, 173
protoselahhid 62
protsöölsed selgroolülid 183, 223, 242, 271, 280, 288
prževalski hobune 521
pruunkaru 499
pruunselg-põõsalind 380
pruutpart 386
pterügopood 65, 75
pterüülid 301

pugu 318, 319
pulp (hamba) 38, 66, 419
punaflamingo 352, 353
punakehad 113
punakõht-unk 221
punapea-vart 356
punarind 380
punatuum 415
pungumine 15
pupill 35, 221
puri 20
purikalad 160
purilend 311
putk (sule) 301
putukatoidulised 424, 454
puudeelanikud 45, 440
puukängurud 452
puulehekonn 225
puunastikud 286
puuma 504
puusalamander 217
puusaluu 307, 407
puusanapp 186
põder 527
põhja-nahkhiir 466
põhjapõder 529
põhjavint 383
põikluu 244
põisloode 23, 43, 208
põldlõoke 377
põldpüü 361
põld-uruhiir 491
põldvarblane 383
põldvutt 361
põrn 39, 423
põsetaskud 474, 491
põõsalindlased 380
põõsalinnud 380
pähklinäpp 488
pärak 8, 18, 56, 84, 85, 107, 423
pärakunäärmed 397, 495
päraluu 186, 246, 307, 407
päramised 439
päramõhnad 474
päranipp 305
päranipunääre 300
pärasool 424
pärdiklased 473
pärdikud 474
pärgluu 244
pärisahvenalised 150
pärisimetajad 452
pärisinimene 476
päriskonnalised 179, 219
pärislinnud 342
pärisluused 87, 139
pärisnahk 18, 27, 91, 179, 241, 300, 396
pärisnisad 398
pärissarved 399, 517
pärisveislased 530
pärlkana 361
päsmake 10, 40, 41
päsmakesekihn 41
pääsukala 145, 146
pääsulased 377
põialuud 186, 408
põid 179, 185, 408
pöördkaelalised 266
pügaalkilbis 265
pügostüül 305
püha-iibis 351
pühvlid 531
püloorilised ripikud 106
pütilised 347
pütlased 349

R

rabahani 355
rabakana 362
rabakonn 226
rabapistrik 359
radiaalid 69
radiaalluu 186, 306, 407
raiad 15, 42, 76, 116, 170, 202, 257, 328, 432
raiamanus 76, 257, 328, 433
railased 82
railised 81
raithai 64, 80
raitsisalikulised 237, 238
ramfoteegid 301
randme-kämblaluu 306
randmeluud 186
randmepäkk 398
rangluu 98, 100, 186, 246, 305, 407
rangluulihas 310
rannatiir 366
ranne 186, 407
rappelend 311
rasunäärmed 397
rasvalind 371
rasvatihane 378
rasvauim 139
rasvkehad 202
ratsmeganglion 54, 55
raudkull 358
rebane 498
rebaskuusu 450
rebukest 43
rebukork 208
rebukott 123, 334, 437
rebuväät 329
reesus 474
reesusmakaak 474
regeneratsioonivõime 212
regressiivne metamorfoos 15

reieluu 186
reieurbed 240
reis 179
rektaalnääre 72
retiina 35, 103
retseptoorsed närvid 32
rihukanalased 361, 388
ringeelundid, selgroogsetel 39
— söörsuudel 57
— kõhrkaladel 72
— luukaladel 113
— koaankaladel 168
— kahepaiksetel 196
— roomajatel 254
— lindudel 325
— imetajatel 428
rinnakorv 186, 232, 242
rinnalihas 188, 310
rinnaluu 29, 185, 186, 242, 304, 404
rinnaluu kiil 305, 404
rinnaluu pidemik 404
rinnalülid 304
rinnauime toes 69, 98, 166
ripidistid 164
ripikloomad 12, 15
ripsepiteel 10, 13
rips-karihiir 455
ripskeha 35, 316
ripslihas 250
ripsmed 418
rispvagu 13
ristijätke 183
ristijätkemulk 403
ristluu 404
ristluulüli 183, 242, 305
rodopsiin 35, 419
roheiguan 275
rohekilpkonn 268
rohekärnkonn 223
rohepärdik 474
roherähn 309, 374
rohesisalik 279
rohevint 383
rohtlahaukujad 539
rohtla-soomusloom 480
rohukonn 222, 226
rohukoskel 356
roided 29, 183, 242, 304
roietevahelised lihased 248, 310, 409
rombauk 416
romblased 156, 158
ronijalg 367
ronikala 112
ronikalalased 158
ronilindlased 387
roninastikud 284
rood (sule) 301
rookanalased 363
roolinnud 380
roomajad 231, 293
roo-loorkull 358
roosakakaduu 367, 368
roosapelikan 348, 350
roosärg 142
rootsiitsitaja 383
ropasisalik 275
rostrum 64, 67
rottkängurid 452
rubiinnööbik 380
rukkirääk 363
ruutluu 97, 184, 244, 309, 406
ruutsarnaluu 244, 309
ruut-ülalõualuu 184
rõhtne sabauim 515
rõngastamine 341
rõngurglik 219
rägapart 356
rähnilised 370, 373
rähnlased 374
rähnpapagoid 367
räim 139
rändalbatross 348, 349
rändeteed 339
rändlinnud 339
ränded 108, 120, 339, 341, 403, 426, 510
räppetombud 318
rästaslased 380
rästas-roolind 380
rästik 286
rästiklased 286
rätseplinnud 380
rääbis 140
räästapääsuke 377
röövimetajad 424
röövkalad 107
röövlinnud 337
rüükalad 48, 86

S

saaghai 81
saaghailased 81
saagrai 82
saagrailased 82
saagsoomus 93
saakid 473
saarmas 500, 501
sabaarter 73
sabakonnalised 178, 213
sabauim 18
sabaveen 22, 73
sahkluu 97, 184, 244, 309, 406
saiga 532
salamanderlased 216
salangaanid 372
salbid 12, 16
salu-lehelind 380
samahõlmne sabauim 52, 83
sardiinid 139

sarkopterüügid 163
sarnakaared 184, 245, 406
sarnaluu 244, 309, 406
sarved 399
sarvhambad 52
sarvikkonnad 223
sarviktaskukonn 225
sarvikpütt 349
sarvikrai 82
sarvikrästik 287
sarvikvareslased 387
sarvkest 35, 103, 315
sarvkiht 240, 396
sarvvareslased 373, 387
sauropsiidid 50
sauropterüügid 234
sealised 523
sebrad 520, 537
seebu 531
seedeelundid, selgroogsetel 38
— sõõrsuudel 56
— kõhrkaladel 71
— luukaladel 106
— koaankaladel 166
— kahepaiksetel 192
— roomajatel 251
— lindudel 317
— imetajatel 419
seedimine 107, 320
seemendus 118, 257, 433
seemnehoidla 76
seemnejuhad 43, 76, 116, 117, 257, 328, 433
seemnejuhakesed 115, 116
seemnepõieke 76, 200, 433
sega-sarnakaar 246, 406
segmentatsiooniõõs 259
seimuuria 233
sekodontsed hambad 420
sekundaarne kehaõõs 8
selenodontsed hambad 421
selgroog 27, 28, 66, 94, 182, 242, 304, 403
selgroogsed 7, 27, 48
selgrookanal 28
selgroolülid 28, 66, 94, 165, 182, 242, 304, 403
seljaaju 19, 21, 30, 31, 33, 54, 69, 248, 312, 411
seljaajunärvid 19, 32, 412
seljaaort 22, 73
seljakeelik 8, 10, 15, 19, 24, 28, 53, 66, 165
seljakilp 242, 265
seljaluu 304
selja pikimlihas 188, 248, 409
seljauim 18
serooskest 260, 334
seroossed näärmed 90, 181
sevrjuuga 133
siamang 475
siberi kaljukits 533
siberi nurgihammasvesilik 216
sibulik 21
sidekoetekkelised luud 30
sideluu 98
sigalased 524
sigimine 76, 115, 203, 257, 328, 432
sigimisökoloogia 200, 257, 330, 334, 436
siil 457
siilikkalad 157
siilikkalalased 157
siillased 456
siirdekalad 124
siisike 383
sild 415
silekammeljas 156
silerindlinnud 344
silevaallased 511
silm 34, 35, 103, 191, 250, 315, 418
silmaava 35, 221
silmahambad 420
silmakiilluu 96, 183, 309, 405
silmaliigutajanärv 32, 415
silmamuna 35, 103, 191, 250, 315, 418
silmamunaõõs 35
silmiksisalik 279
silmulised 60
sinignuu 532
sinihai 80
sinihailased 79
siniharakas 385
sinikael-part 355
sinilinnud 387
sininäärid 386
siniraaglased 373
siniraalised 370, 373
sinirästas 380
sinitihane 378
sinivaal 509, 511
sipelgasiil 444
sipelgasiillased 444
sipelgaõgilased 479
sireenlased 213
sireloori 470
sirpjätke 103
sisalikulised 271, 272
sisallased 278
sisalsireen 214, 215
sisaluimsed 234
sisalvaagnalised 238
sisekest 35
sisekõrv 36, 37, 56, 104, 190, 251, 316, 416
sisenõrenäärmed 43
sisetiibluu 97
sisetoes 8
siugkonnalised 178, 219, 228

siuglemine 240
sivutš 506
skelett 27
skinklased 277, 292
skleera 35, 316
sklerotikaalrõngas 250, 316
skorpeenlased 154
skrootum 433
skunk 500, 501
solenotsüüdid 23, 25
somaatilised lihased 30, 54, 100, 187, 310, 409
somiidid 25, 30, 208
soobel 500
soojalembesed kalad 125
sookilpkonn 267, 269
sookiur 382
sookurg 360, 363
sooküülikud 481, 483
sool 21, 56, 71, 106, 167, 193, 318, 423
soolanäärmed 327
sooleveen 21, 22
soomused 240, 300, 398
soomuselised 232, 236, 271
soomusloomalised 480, 537
soomusloomlased 480
soomusluu 184, 244, 309, 405
soomusniidid 98
soomussabalased 488
soonkest 35, 103, 316, 418
soonkott 71, 100
sooräts 371
sootihane 378
soo-uruhiir 425
spermatofoor 206
spermatseet 511
spinaalganglion 32
spiraalelund 416
stegosaurus 237, 238
stelleri mereõhv 516
stenobiontsed loomad 44
stenofaagid 320
stenotoopsed vormid 44, 338
stepiagaam 273
stepikilpkonn 268
stepivaskuss 279
stepiümiseja 486
sterlet 133
stereospondüülid 176
stigmad 13, 14, 16
stoolonid 17
stülohüaal 98
streptostüülia 244, 309
subkuutis 27
sublitoraal 127
sudikeellased 388
suguelundid, selgroogsetel 42
— sõõrsuudel 58
— kõhrkaladel 76
suguelundid, luukaladel 116
— koaankaladel 170
— kahepaiksetel 200
— roomajatel 256
— lindudel 328
— imetajatel 432
suguküpsus 117, 335, 439
suguti 257, 433
sugutiluu 434, 484, 495
suitsupääsuke 377
sukeldumine 311
sukelpardid 356
sulgimine 300, 302
suled 300
sulisväljad 301
sulupõielised 113
suluspesa 119
suslikud 485
suuaparaat 27
suuava 8, 19
suulaeluu 97, 184, 244, 309
suuhambad 140
suulaeruutkõhr 67, 97
suulehter 18, 52
suuraju 31, 413
suurhüpik 490
suur-kirjurähn 370, 374
suurkoovitaja 364
suurkõrv 466
suur-käsitiivalised 464
suurkudu 531
suurluu 407
suurmik 327, 328
suusifoon 12, 14
suurhüpik 488, 490
suur-sipelgaõgija 479
suurtrapp 360, 363
suur-vampiir 465
suur-vereimeja 466
suvekangestus 126
suveuinak 425
suveuni 126, 211, 261, 425
sõelluu 96, 405
sõelluukõrkmed 405
sõlgluu 99
sõrad 398
sõralised 521
sõranäärmed 397
sõrgatsiluu 516
sõrmuskõhr 270, 254 321
sõudelend 311
sõudjalalised 350
sõõrsuud 48, 51
säga 141, 143
sägalased 143
säinas 142
särakile 418
särg 142
säsi (hamba) 38, 419

säär 179
sääre-kannaluu 307, 308
sääreluu 186, 408
sääremarjalihas 410
söögitoru 38, 106, 193, 318, 421
süda 8, 14, 27, 39, 57, 72, 113, 168, 197, 254, 325, 428
südamepaunaõõs 39, 57
sügapofüüs 94, 183
süleluu 186, 246, 307, 407
süleliidus 407
süljenäärmed 281, 317, 419
sünapsiidne kolju 246
süstemaatiline ülevaade, sõõrsuud 59
— kõhrkalad 77
— luukalad 130
— koaankalad 171
— kahepaiksed 213
— roomajad 264
— linnud 342
— imetajad 442
süstikkala 18, 19, 20
süürinks 321

Š

šaakal 496, 497
šimpans 476

Z

zoofaagid 424
zoogeograafilised valdkonnad 47

T

taana 469
taandlased 279
taapirid 517, 538
taapirlased 517, 537
tagaaju 31, 55, 71, 101, 189, 315, 415
tagajäse 179, 186, 187
tagakõrvaluu 95, 97, 244, 405
tagalaubaluu 244
tagalohkses selgroolülid 135, 182, 220
tagalohulised 220
taganeer 41, 58, 74, 115, 199
tagaoimuluu 99
tagapurihambad 420
tagasilmaluu 244
tagasool 38
tagasõlgluu 99
tagatiibluu 97
taguan 486
taimetoidulised loomad 424
talamus 189, 414
talbluud 407, 408
taliuinak 425
taliuni 126, 210, 261, 425,
tallulkõndijad 408, 467, 483
talvike 383
tarbagantsik 490
tarpan 521
tarvas 531
tasakaaluelund 36, 37, 56, 190, 251, 316
tasakaalu-kuulmisnärv 32
taskukonn 203, 205, 225
tasmaania vombat 452
tavaline meretupp 12, 13
teder 362
teissuused 8
tejulased 292
tekodondid 238, 298
tekodontsed hambad 251
teleostid 136
teleskoopsilmad 104
telglüli 242, 304, 403
telgtoes 30
tenrek 456
tenreklased 456
teojuha 36, 190, 251, 317, 416
teriodondid 235, 393
teromorfid 235
tibiaalluu 186
tigu 416
tihaslased 378
tiibkiilluu 96, 405
tiibkõrvaluu 95
tiiblihas 247, 411
tiibluu 184, 244, 309, 406
tiibsisalikud 238, 296
tiiger 503
tiigerhai 80
tiigerpüüton 283
tiigertõmpsuu 216
tiinus 435
tiirud 366
tikkelluud 516
tikutaja 364
tildrid 364
tinamulased 386
tipik 490
titikaka pütt 349
toes, selgroogsetel 27
— sõõrsuudel 53
— kõhrkaladel 66
— luukaladel 94
— koaankaladel 165
— kahepaiksetel 182
— roomajatel 242
— lindudel 304
— imetajatel 402
toeselihased 30
toidukonkurendid 127
toidutarvidus 320
toiduvarud 425
toiteleht 437
toitumine 106, 418

toitumisökoloogia 192, 317
toitumisränded 108, 109, 320
toko 374
tolai jänes 482
tontkandlane 470
tooma-lõpusearterid 57, 73, 113
tooma-lõpusesooned 21
toonekurelised 351
toonekurglased 351
topaaskoolibrid 373
toppurmulk 266, 407
tornaaria 11
toruhambulised 512
toruninalised 349
trabeekulid 29
trahhea 321, 427
trapetsluu 407
trapetsoidluu 407
traplased 363
trapp 363
triibikud 490
trikonodontsed hambad 420
tritseratops 237
trituberkulaadid 394, 420
trituberkulaarsed hambad 420
trofoblast 437
trombotsüüdid 39
trompetkurg 363
trompetlinnud 387
trulling 143
trummikile 190, 191, 416
trummiluu 405
trummiõõs 191, 405
trupiaallased 386
tseiloni kalamadulik 218
tsement (hamba) 38, 419
tseratohüaal 98
tseratoodlased 171
tseratosaurus 237
tseratotrihhid 69
tsiibet 501
tsiibetkaslased 501, 502, 538
tsiitsitajad 383
tsöloom 8, 22, 25, 208
tsükloidsoomus 93, 137, 140, 143, 146
tsünognaatus 235
tšintšilja 493
tuharalihased 410
tuhkur 499, 500
tuhkurhai 79
tuhkurtõngur 279
tuhnik 512
tuhniklased 512
tulirullid 15
tumeväli 331
tunikaadid 12
tunitsiin 12
tupaialased 469
tupp 328, 434
turatsiinlased 369, 387
tursalised 146
tursk 146, 147
tursklased 147
turteltuvi 366
tutkas 364, 365
tuttpütt 348, 349
tutt-tihane 378
tuttvart 356
tuukanlased 374, 387
tuulekalalased 145
tuulekala 145
tuulekalalised 145
tuuletallaja 359
tuun 151, 153
tuunik 12, 13
tuunlased 153
tuur 133
tuurlased 132, 161
tuvilased 366
tuvilised 366
tõmmukajakas 366
tõmmuvaeras 356
tähnikhirv 529
tähnikhüään 503
tähniksalamander 217
tähnikvesilik 203, 217
tähtmutt 459
täisluused 86, 134, 158
täislõpus 72
täispeased 63, 85
täisplatsenta 439
täpiktõhk 539
täpik-vesivutt 363
tätrakesed 315, 415
tõmpsuu 209, 215, 216
tõmpsuulased 216
tülllased 364
türannilised 375, 386
türgi turteltuvi 366
tüvik 301, 400
tüügassead 524
tüürsuled 302

U

udemed (sule) 302
udrastenrekid 456, 537
udusuled 302
uimed 64, 89
uimekandjad 98, 99
uimekiired 68, 98
uimjalg 65
uitnärv 32, 190, 416
ujupardid 355
ujupõis 112, 113, 130, 132, 134, 137, 150
ulnaarluu 186, 306, 407
ultrahelilokatsioon 462, 508
umbsarved 399, 400, 527
umbsool 38, 318, 423

ungid 221
unguligraadid 408, 516
unearterid 73
unilased 488
uriin 76, 256, 327, 432
urodeelid 178, 209, 213
urohüaal 98
urogenitaalpapill 58, 75
urogenitaalurge 58, 75
uruhiirlased 491
urusisalikud 279
uss 315
uuduslõualised 344
uuskoor 248, 413
uusmantel 248

V

vaagen 307, 408
vaagnavööde 69, 100, 186, 307, 407
vaalalised 507, 508
vaalhailased 80
vaaphaugid 86, 131, 135
vaaphaugilised 135
vaaraorott 502
vagelpimemadu 283
vaguvaallased 511
vaguvesilikud 214
vaheaju 31, 54, 70, 100, 188, 249, 314, 414
vahekaaneluu 98
vahekiiruluu 405
vahelihas 427
vaheluu 186, 407
vahemere kilpkonn 268
vainurästas 380
valgejänes 482
valgeollus 31
valgepea-merekotkas 386
valgepõsk-lagle 355
valge-toonekurg 351
valgunääre 76
vangad 387
vapiti 529
varaanlased 279
varbalülid 186
varbapäkk 398
varblased 383
vareslased 377
varilõpusesed 63, 77
varjukala 151
varvasjäsemed 174, 179, 186, 187
varvastepainutaja 311
varvulkõndijad 308, 408
vasar 393, 406, 407
vaskussilised 279
vaskuslased 279
vaskuss 279
vastsed 15, 25, 123, 209
vastsenäpid 382
vask-väändnastik 286
vats 527
vatsake 39, 57, 72
vee-elanikud 45, 440
veejuha 56, 57
veekilpkonn 267
veekonn 226
veelendlane 466
vee liikuvus 124
— rõhk 126
— soolsus 124
— temperatuur 125
veelum 20
veenastik 284
veenid 39
veeopossum 449
veesiga 493
vegetatiivne närvisüsteem 33
veised 531
veislased 529
venoosne süsteem 114, 197, 169, 254, 325, 429
venoosurge 39, 57, 74, 197
vereimejalased 466
vereringe 10, 21, 22, 25, 39, 57, 113, 168, 196, 254, 326, 428
veri 10, 21, 114, 169, 199, 255, 326, 430
verisuled 304
vesikana 360, 363
vesikest 260
vesilikud 216
vesimutt 457
vibrissid 401
vihtuimsed 164, 171, 177
viidakangurid 382
viidikas 142
viigerhüljes 506
viiksjäneslased 481
viimajuhad 76, 202
viima-lõpusearterid 58, 73, 114
viima-lõpusesooned 21
viirpapagoi 367
vikerkest 35, 103, 316
vikunja 526
vilbasnastikud 284
vilekonnad 223
viljastumine 118, 206, 257
villakhiirlased 493
villkarvad 401
vimb 142
vingerjas 141, 143
vingerlased 143
vintlased 383
vinukloom 501
virgiinia opossum 447
viskatša 493
viskkeelelaadsed 276
vistseraalkaared 29

vistseraalsagarad 101
vistseraalsed lihased 30, 54, 100, 187, 310, 411
vistseraaltoes 29
vitrodentiin 66
vivipaarsus 76, 392, 435
vobla 142
vombatlased 450
võhad 512
võlv (suurajus) 414
võrdhõlmne sabauim 89
võrkkest 35, 103
võrkmik 527
võrkpüüton 283
võsapukk 531
võõrikliigeselised 476
võõriklohulised 226
väikeaju 31, 55, 71, 101, 189, 315, 415
väikekajakas 366
väike-kirjurähn 374
väike-käsitiivalised 465
väikemudilane 153
väiketüll 364
väikevöölane 479
väliskõrv 416
välislõpused 123, 213, 214
välissõelluu 96
välistiibluu 97
värativeen (maksa) 74, 198, 326
värativeen (neeru) 73, 198, 326
värvalkonn 224
värvulised 375, 376, 379, 381
värvus 92, 179, 181, 240, 303, 329, 400
västriklased 382
väädikud 18
väändnastikud 286
väänkaellased 374
vöölased 479
vööthüaan 502, 503
vöötorav 485, 539

W

Weberi aparaat 104, 140
Wolffi juha 41, 74, 170, 200, 256, 432
Wolffi keha 41

Õ

õhiksoomused 93, 94, 136
õhujuha 113
õhukapillaarid 323
õhukotid 253, 322, 323, 324
õlavarreluu 186, 305, 407
õlavars 179
õlavööde 69, 185, 246, 305, 407
õlavöötme toes 185, 246, 305, 407
õndra-kinniseveen 326
õudnäsalik 155
õõnesveenid 130, 169, 197, 255, 325, 429
õõnessarved 399, 526, 529
õõnetuvi 366

Ä

ämmalahvid 473

Ö

ökoloogia, selgroogsed 44
— kalad 124
— kahepaiksed 210
— roomajad 261
— linnud 335
— imetajad 440
ökoloogiline levik 210, 338
ökoloogiline tüüp 45
ökoloogiline rass 44
ökoloogiline valents 44
ööbik 380
öösorr 370, 371
öösorrilised 370, 371

Ü

ühiskangur 383
ükssüür-kaamel 525
üla-abaluukõhr 186
ülakaar 28
ülakuklaluu 136, 243
ülakõrvaluu 95, 243
ülaküngas 415
ülalõualuu 97, 184, 244, 309, 406
ülanokaluu 309
ülanurgaluu 244, 309
ülaroided 95
ülasõlgluu 99
üldine iseloomustus, keelikloomad 7
— selgroogsed 27
— koljutud 18
— sõõrsuud 51
— kõhrkalad 61
— luukalad 85
— koaankalad 163
— kahepaiksed 174
— roomajad 231
— linnud 295
— imetajad 392
ümaraken 251
ümarkotike 36, 104
ümisejad 486
ürgimetajad 442
ürgkeelikloomad 7, 9
ürgjutt 332, 437
ürglinnud 298
ürglohk 333
ürgplaat 259
ürgsool 259
ürgsooleõõs 23
ürgsuu 8
ürgvagu 333

SISUKORD

Eessõna 5

KEELIKLOOMADE HÕIMKOND 7
Ürgkeelikloomade alamhõimkond 9
Mantelloomade alamhõimkond 12
Koljutute alamhõimkond 18
Selgroogsete alamhõimkond 27
I. Selgroogsete üldine iseloomustus 27
II. Selgroogsete fülogeneetiline areng ja süstemaatiline jaotus . . . 48

SÕÕRSUUDE KLASS 51
I. Üldine iseloomustus ja põlvnemine 51
II. Anatoomilis-füsioloogiline ülevaade 52
III. Süstemaatiline ülevaade 59

KÕHRKALADE KLASS 61
I. Üldine iseloomustus ja põlvnemine 61
II. Anatoomilis-füsioloogiline ülevaade 64
III. Süstemaatiline ülevaade 77

LUUKALADE KLASS 85
I. Üldine iseloomustus, põlvnemine ja fülogeneetiline arenemine . . . 85
II. Anatoomilis-füsioloogiline ja ökoloogiline ülevaade 87
III. Süstemaatiline ülevaade 130
IV. Kalade geograafiline levik 158
V. Luukalade looduslik ja majanduslik tähtsus 160

KOAANKALADE KLASS 163
I. Üldine iseloomustus ja põlvnemine 163
II. Üldbioloogiline ülevaade 164
III. Süstemaatiline ülevaade 171

KAHEPAIKSETE KLASS 174
I. Üldine iseloomustus, põlvnemine ja süstemaatiline jaotus 174
II. Anatoomilis-füsioloogiline ja ökoloogiline ülevaade 178
III. Süstemaatiline ülevaade 213
IV. Kahepaiksete geograafiline levik 227
V. Kahepaiksete looduslik ja majanduslik tähtsus 229

ROOMAJATE KLASS 231
I. Üldine iseloomustus, fülogeneetiline areng ja süstemaatiline jaotus . 231
II. Anatoomilis-füsioloogiline ja ökoloogiline ülevaade 239
III. Süstemaatiline ülevaade 264
IV. Roomajate geograafiline levik 290
V. Roomajate tähtsus looduses ja inimese elus 293

LINDUDE KLASS 295
I. Üldine iseloomustus, põlvnemine ja süstemaatiline jaotus 295
II. Anatoomilis-füsioloogiline ja ökoloogiline ülevaade 300
III. Süstemaatiline ülevaade 342
IV. Lindude geograafiline levik 385
V. Lindude looduslik ja majanduslik tähtsus 388
IMETAJATE KLASS 392
I. Üldine iseloomustus 392
II. Põlvnemine ja süstemaatiline jaotus 393
III. Anatoomilis-füsioloogiline ja ökoloogiline ülevaade 396
IV. Süstemaatiline ülevaade 442
V. Imetajate geograafiline levik 535
VI. Imetajate tähtsus looduses ja inimese elus 539
Kirjandus 542
Ladinakeelsete oskussõnade ja nimede register 543
Eestikeelsete oskussõnade ja nimede register 558

Юхан Аульь, Харри Линг. ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ. Учебник для высших школ. На эстонском языке. Художественное оформление Т. Ару. Издательство «Валгус», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja E. Pärn. Kunstiline toimetaja H. Keigo. Tehniline toimetaja E. Sagris. Korrektorid A. Kalberg ja H. Kull. Laduda antud 12. XII 1968. Trükkida antud 11. VII 1969. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 2, 60 × 90/16. Trükipoognaid 36,5 + 0,25 (4 kleebist). Arvestuspoognaid 41,07. Trükiarv 4000. MB-07101. Tellimuse nr. 7384. H. Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II. Hind rbl. 1.71.

Kmr 43