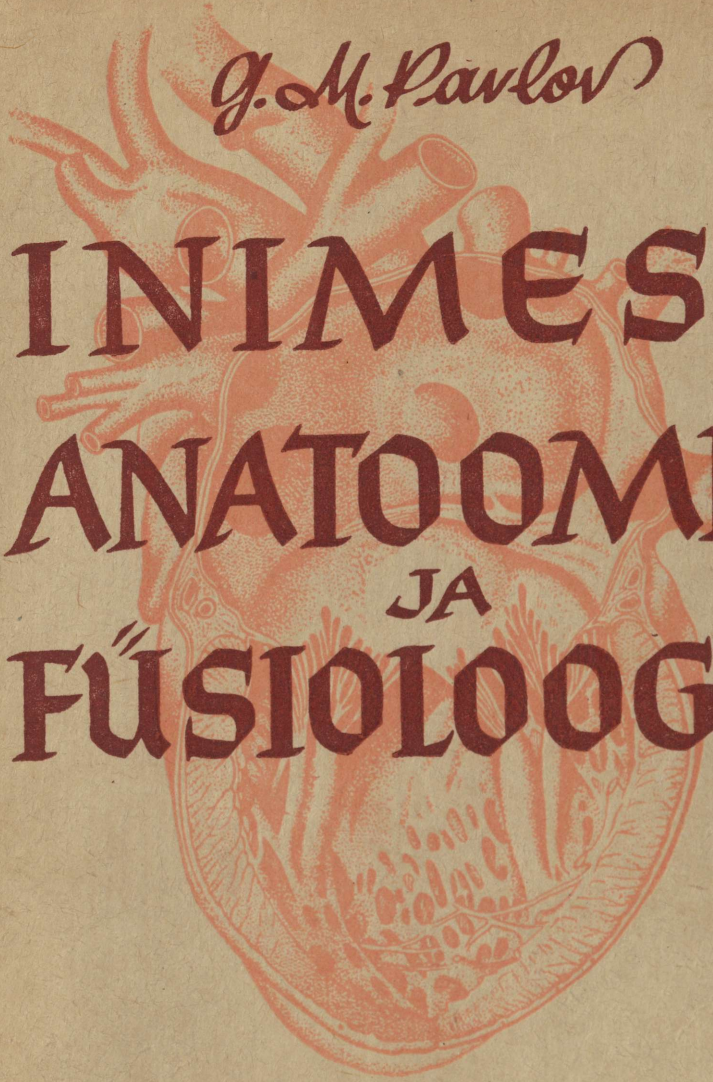
J. M. Pavlov

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA



RK
Pedagoogiline Kirjandus

A-16982

Dots. G. M. PAVLOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA ÕPIK

230 JOONISEGA TEKSTIS

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1948

Tõlgitud vene keelest teise, parandatud ja
täiendatud trüki (1946) järgi.

NSVL Tervishoiu Ministeeriumi Keskastme Meditsiiniliste
Õppeasutiste Valitsuse poolt soovitatud farmatseutilistele
ja meditsiiniliste õdede koolidele.



Tartu R. Ülikooli
Teaduslikule Raamatukogule.
26. jaan. 1959. a.

Tartu Ülikooli
Raamatukogu

SAATEKS.

Käesolev „Inimese anatoomia ja füsioloogia õpik" on õieti esimene sellelaadne raamat eesti keeles ja on mõeldud õppevahendina meditsiinilistele keskkoolidele, kusjuures ta on kohaldatud enam-vähem kooli kõikidele profiilidele. Ka teistele keskmist meditsiinilist haridust taotlejatele — aseõdedele ja osale kõrgemate koolide üliõpilastele, näiteks kehakultuurlastele — on käesolev õpik sobivaks õppevahendiks.

Õpikus on esmakordselt laiemas ulatuses tarvitusele võetud nii eestikeelne meditsiiniline terminoloogia kui ka ladinakeelsed vasted. Viimaseid on tõlkes originaaliga võrreldes rohkem esitatud, mis võimaldab õppijail kasutada ka muid anatoomilisi atlasi, milledes on tarvitatud ainult ladinakeelseid termineid. Et seni puudub alles ühtlane eestikeelne meditsiiniline terminoloogia, siis esineb õpikus kahtlemata mõningaid lahkuminekuid, võrreldes teiste eestikeelsete meditsiiniliste raamatutega, kuigi on püütud teatavat ühtlust luua.

Toimetaja.

SISSEJUHATUS.

Anatoomia objekt ja tähtsus.

Anatoomia on teadus, mis uurib inim-, loom- ja taimorganismi kuju ja ehitust.

Anatoomia on osa morfoloogiast, teadusest, mis uurib organismide kuju, ehitust ja arenemist. Peale anatoomia kuuluvad morfoloogiasse järgmised teadused: tsütoloogia (teadus rakkudest), histoloogia (teadus kudedest), embrüoloogia (teadus loote arenemisest), võrdlev anatoomia (loomade ja inimese organite võrdleva uurimisega tegelev teadus) ja lõpuks paleontoloogia (teadus, mis uurib väljakaevatud loomade jäänuste struktuuri ja kuju).

Morfoloogia omakorda koos füsioloogiaga (teadusega organismi funktsioonidest) on osa bioloogiast, teadusest, mis uurib elu üldse ehk täpsemalt elusaid olendeid. Sõna „bioloogia" tuletub kreekakeelsest sõnast *bios* — elu.

Anatoomia on kõikide meditsiiniliste teadmiste aluseks. Alates kaugest minevikust on ta paljude sajandite jooksul arstiteaduse arenemisele kaasa aidanud.

Anatoomia tundmine on vajalik mitte üksnes kirurgidele, vaid ka teiste erialade arstidele. Anatoomia tundmiseta on raske haigusi õigesti diagnoosida ja tarvitusele võtta ennetavaid ning tervistavaid vahendeid.

Anatoomia rohkearvulised saavutused on alati olnud materjaliks järelduste tegemisel bioloogiliste teaduste teistes harudes. Nii näiteks õnnestus kuulsal inglise uurijal William Harvey'l (moodsa füsioloogia rajajal) avastada XVII sajandi algul vereringe seaduse d ja alustada füsioloogias uut ajajärku ainult eelnenud uurimuste alusel südame ja veresoonte struktuuri valdkonnas.

Lõpuks laiendab anatoomia meie üldist silmaringi ja aitab koos teiste bioloogiliste teadustega arendada materialistlikku maailmavaadet.

ANATOOMIA ARENEMISE AJALOOLINE ÜLEVAADE.

Inimkeha struktuur huvitas inimesi juba kauges minevikus. Loomi tappes ja nende keha toidu valmistamiseks tükeldades õppis inimene tundma looma keha üksikute osade ja elundite struktuuri. Haavamiste puhul sõjas või jahil nägid inimesed vigastatud inimese elundeid ja jooksvat verd. Kaugest minevikust pärit olevais dokumentides leidub kirjeldavast anatoomiast laialipillatud kirjelduste kujul ainult lühikesi teatmeid inimese keha struktuurist. Nende andmete kogumise peamisteks põhjusteks olid haige inimese ravimise katsed.

Enam kui 2000 aasta eest arenevad Vana-Kreekas koos astronoomia, matemaatika, filosoofia ja teiste teadustega ka arstiteadus ja anatoomia. Arstiteadus oli harimatute preestrite käes. Arstiteaduse kaitsjaks peeti jumalat Aesculapius't, kelle auks püstitati templeid. Kuid juba siis hakkas elu esitama nõudmisi paremate, katseliselt põhjendatud anatoomiliste teadmiste järele.

Vana-kreeka filosoof Herakleitos andis õige suuna teaduste arengule üldse ja anatoomiale eriti. Herakleitos väitis, et inimene, nagu kogu maailmgi tervikuna, pole loodud ei jumala ega inimeste poolt; ta elab ja muutub igavesti. Herakleitos'elt on pärit kuulus lause: „*Panta rei*" — kõik voolab, kõik muutub.

IV saj. e. m. a. elas Kreekas tolleaegne suur filosoof ja arst Hippokrates, keda õigusega nimetatakse arstiteaduse isaks. Hippokrates kirjutas meditsiinilistest küsimustest palju raamatuid. Muuseas kirjutas ta väikese traktaadi inimese keha struktuurist. Kuid ka Hippokrates'el olid anatoomilised teadmised äärmiselt puudulikud ja primitiivsed. Nii kinnitas ta näiteks, et inimese peaajul on limataoline konsistents, et aju produtseerib seemet ja seeme läheb seljaaju kaudu sugunäärme kõõluseist. Haigusi vaatles ta kui organismi mahlade — vere, lima ja sapi (musta ja kollase) — segunemise tulemusi.

Teisel vana-kreeka suurel õpetlasel ja filosoofil Aristoteles'el on anatoomiast juba õigem kujutlus. Aristoteles eristab närve kõõluseist ja maksa teistest elunditest; ta teab, et arteerid algavad aordist, mitte aga maksast, nagu arvas Hippokrates.

Meie ajaarvamise II sajandil hakkas suur filosoof, anatoom ja arst Claudius Galenos, kes elas esmalt Pergamoses, pärast Roomas, esimesena lugema inimese anatoomia kursust. Tema loengud olid huvitavalt esitatud ja nendega seoses toimus loomade (peamiselt ahvide) laipade lahkamine. Kuid inimeste laipu Galenos ei lahanud. Seda peeti tol ajal suureks patuks; see oli nii kodanlike kui ka usundiliste seadustega keelatud ja seda karistati rangelt, isegi tuleriidal põletamisega. Seepärast omistas Galenos kõik loomade lahkamisel saadud vaatluste tulemused otseselt ka inimesele. Selles seisnes tema viga.

Eriti palju väärtuslikke andmeid andis Galenos aju uurimise alal; üht aju suurt veresoont nimetatakse praegugi selle õpetlase järgi „suureks Galenos'e veeniks".

Väärtuslikud on ka Galenos'e anatoomilised uurimused veresoonte alal. Ta tegi esimesena kindlaks, et arteerides on veri, aga mitte õhk, nagu seda väitis omal ajal Hippokrates. Suurt osa etendas Galenos ka rohuteaduse arenguloos. Ta kirjutas esimesena üsna põhjaliku raamatu ravimite valmistamisest. Tema nime kannab tänapäevani suur hulk nii-

nimetatud galeenilisi preparaate, mis on apteekides praegugi tarvitusel (galeenika).

Kogu keskaja vältel, kuni XV sajandini, oli anatoomia, nagu teisedki teadused, kiriku rõhuva hooldamise all. Kirikumehed pidasid iga elavat mõtet ketserlikuks, süüdistasid õpetatud uurijaid nõiduses ja põletasid neid sageli tuleriidal.

Kirik legaliseeris Aristoteles'e, Galenos'e ja teiste vanaaja teadlaste õpetuse, ning kõik, mis oli nende õpetusega vastuolus, tunnistati valeks ja patuks.

Tolleaegseis ülikoolides anti üliõpilastele anatoomiast väga puudulikke ja lapsikult naiivseid andmeid. Nii näiteks õpetas XIV sajandil Pariisi ülikooli anatoomiaprofessor Mondeville oma auditooriumile sügavamõtteliselt järgmist: „Pealuu koosneb mitmest luust, nende vahel on vahed ja nendest vahedest väljuvad lima konsistentsi omavast ajust aurandused." „Meie aju on sellepärast külm, et tasakaalustada südame palavust." On loomulik, et tolleaegne anatoomia ei olnud veel teadus selle sõna täielikus mõttes.

Teadusliku anatoomia isaks peetakse õigusega belgia anatoomi Andreas Vesalius't, kes elas XVI sajandil. Tema teene seisneb selles, et ta hakkas esimesena hoolikalt uurima inimese keha struktuuri laipadel, mida ta hauast välja võttis.

Vesalius kirjutas anatoomiast põhjaliku raamatu, kus ta võttis terava arvustuse alla Galenos'e õpetuse ja eriti Mundinus'e naiivse anatoomia õpperaamatu, mille järgi olid tol ajal õppinud mitmed põlvkonnad arste. Vesalius'e anatoomia oli tõeline teadus, mis põhjenes inimese keha vahetul uurimisel. Pärast Vesalius't võime nimetada mitmeid õpetlasi, kelle nimed läksid anatoomia ajalukku, — Eustachio, Fallopio, Varolio, Leonardo da Vinci (kuulus kunstnik) ja paljud teised. Nende õpetlaste nimedega on anatoomias praegugi veel ühendatud inimese keha mõnede elundite nimetused, näiteks Fallopio tõrved emakas, Eustachio tõrved keskkõrvas, Varolio sild ajus jm.

Alates XVII sajandist, mil leiutati mikroskoop, sai võimalikuks inimese keha üksikute elundite detailne uurimine. Siis avastati kapillaarid — peenimad veresooned, punased ja valged verelibled, spermatozoidid mehe seemnevedelikus jne.

Mikroskoobi leiutamisel oli anatoomia arengus määratu suur tähtsus. Harilikule silmale nähtamatute inimorganismi struktuuri eripärasuste uurimine mikroskoobi all rajas uue, spetsiaalse anatoomiaharu — mikroskoobilise anatoomia.

Ühenduses sellega tekkisid teadus rakust — tsütoloogia — ja teadus kudedest — histoloogia.

Kuid tolleaegne anatoomia moodustas siiski mitmete teadusharude kogumiku, kuhu kuulusid füsioloogia, patoloogia, teraapia jt.

XIX sajandi alguses eralduvad anatoomia, füsioloogia ja patoloogiline anatoomia täiesti iseseisvaiks teadusteks. Anatoomia muutub selle tagajärjel kuivaks, igavaks, elust täiesti eraldatud, rangelt kirjeldavaks „laibateaduseks".

Enamik tolleaegseid õpetlasi, nende hulgas ka anatoomid, käsitlesid inimorganismi puhtmehaaniliselt, s. t. nagu keerukat masinat, mille tegevus allub ainult füüsika ja keemia seadustele.

Alles XIX sajandi teisel poolel, seoses evolutsiooniõpetuse (Darwin'i teooria) arenemisega, zooloogia, võrdleva anatoomia, embrüoloogia ja teiste bioloogiliste teaduste edusammudega, kerkivad anatoo-

mia ette uued ülesanded: ta püüab koos kõigi teiste bioloogiliste teadustega avastada *inimese tekkimise seadusi*, s. t. tema kujunemise ja arenemise seadusi.

XIX sajandi anatoomidest tuleb mainida järgmisi suuri õpetlasi, kes on jätnud sügavad jäljed anatoomia arengusse: Venemaal Lesgaft, Tihhomirov, Zernov ja Karuzin, Lääne-Euroopas Hyrtl, His, Kölliker ja Luschka.

Meie praegune, XX sajandi anatoomia erineb tugevasti XVIII ja XIX sajandi anatoomiast. Ta ei vaatle enam inimorganismi kui muutumatut, alatiseks jäävat suurust, ta uurib seda *dialektiliselt* — tema tekkimise vaatepunktist lähtudes. Meie anatoomia ei piirdu enam selle uurimisega, kuidas teatav inimese keha elund on ehitatud, vaid ta vastab küsimusele, miks see nii on ehitatud, millised seesmised ja välised põhjused on mõjustanud inimese organismi arenemist. Meie kaasaegsele anatoomiale ei ole inimese keha enam lihtne rakkude, kudede ja organite summa. *Inimorganism on oma kõikide koostusosade ühtne tervik.*

XX sajandil on teiste väärtuslike uurimismeetodite kõrval omandanud suure tähtsuse röntgenikiired; algab inimese keha elundite kõige peenemate anatoomiliste uurimiste ajajärk. Tohutud võimalused teaduste arenemiseks meie maal avavad nõukogude anatoomidele avara tegevusvälja viljakaks teaduslikuks tööks.

ANATOOMIA UURIMISMEETODID.

1. Kõige vanem meetod, mida ka praegusel ajal kasutatakse, on *laipade preparеerimise meetod*. Sõna „anatoomia" on tuletatud kreekakeelsest sõnast *anatemno*, mis tähendab: „*lõikan osadeks*".

Prepareerimiseks määratud laip valmistatakse enne vastavalt ette. Seda raseeritakse ja pestakse ning pärast veresoonte täitmist formaliinilahusega asetatakse ta desinfitseerivat lahust (enamasti formaliinilahust) sisaldavasse paaki. Selline laiba ettevalmistamine tihendab tema organeid, hoiab laipa lagunemise eest ja kaitseb laibaga töötajat mürgistuse vastu. Pärast seda teostatakse erilisel lahkamislaual pintseti ja skalpelli (noa) abil laiba prepareerimist ja väljaprepareeritud kohtade joonistamist.

Luude lõikamiseks kasutatakse prepareerimisel tavalisi luulõike-tange ja -saagi.

2. Skeleti ja üksikute luude saamiseks *matsereeritakse* (leotatakse vees) laipa. Matseratsiooniks puhastatakse luud enne pehmetest kudedest ja paigutatakse kuuks ajaks sooja vette (et pehmeid kudesid lõplikult kõrvaldada); siis pannakse luud 10%-lisse soodalahusesse, kuivatatakse õhu käes, kõrvaldatakse rasv bensiiniga, kuivatatakse uuesti päikese käes ja lõpuks ühendatakse tangide ja peene traadi abil skeletiks (skeleti sidumine).

3. XVI sajandist alates sai võimalikuks vere- ja mahlasoonte täpsem uurimine; selleks võeti tarvitusele meetod nende täitmiseks mingisuguse hanguva värvilise massiga (injektsioonimeetod), mis prepareerimist tunduvalt kergendas. Veenid täidetakse tavaliselt sinise hanguva massiga, arteerid — punasega, ja lümfisooned — kollase massiga või musta hiina tušiga.

See meetod võimaldas anatoomidel täpselt uurida isegi kõige peenemate soonte kulgu ja suunda laibal.

4. Nende elundite puhul, millede sooni on isegi pärast nende täitmist väga raske prepareerida (maks, kopsud), kasutatakse XVII sajandi lõpust saadik korrosioonimeetodit (söövitamismeetod). Selleks kasutatakse sooje, kiiresti hanguvaid vaigumasse vaha- või sagedamini metallilisandiga, või külmi tselloidiinimasse. Massi võetakse tavalise kanüüliga süstla abil ja täidetakse elund pikkamööda soonte kaudu, mis pärast täitmise lõpetamist siidniidiga kõvasti kinni seotakse.

Täidetud elund paigutatakse 30%-lisse soolhappelahusesse või pikemaks ajaks sooja vette, kus elundi pehmed koed lagunevad.

Sääraste manipulatsioonide tagajärjel lagunevad kõik preparaadi orgaanilised ained ja säilivad ainult endiste soonte valatised. Need ongi korrosioonpreparaadid, mis on meie anatoomiamuuseumides tavaliselt välja pandud. Nad on väga head selle poolest, et võimaldavad täpselt jälgida kõige peenemate soonte suunda ja vastastikust asetust. Seda meetodit kasutatakse ka bronhide, sapiteede, neeruvaagnate ja teiste elundite uurimiseks.

5. Anatoomias kasutatakse laialdaselt ka õpetlase Röntgen'i poolt 1895. aastal avastatud kiiri: röntgenikiirtega läbivalgustamise meetodit.

Röntgenikiired võimaldavad elundite anatoomiat uurida mitte ainult laibal, vaid ka elaval inimesel elundite töötamise ajal (elundi dünaamika). Selles seisneb läbivalgustamismeetodi paremus teiste meetoditega võrreldes.

6. Elava inimese anatoomia uurimise üheks meetodiks on keha lihaste ja elundite komplemine ehk palpeerimine. See meetod kergendab anatoomia õppimist, eriti alguses, ja aitab laibamaterjalilt saadud andmeid lähemalt siduda elava organismi uurimise tulemustega.

7. Mikroskoobilises anatoomias rakendatakse preparaadi värvimise meetodit, kusjuures värvidena kasutatakse metüleensinist, karmiini, hematoksüliini jne. Seejuures värvuvad organismi mitmesugused koed valivalt ühe või teise värviga, mis

kergendab suuresti nende uurimist. Kasutatakse veel kudede immutamist raskemetallisooladega — niinimetatud preparaadi hõbeda- või kullasooladega impregneerimise meetodit; kohad, kus metallisoolad redutseeruvad, paistavad mustadena. Värvitud mikroskoobilisi (histoloogilisi) preparaate uuritakse mikroskoobiga või binokulaarse luubiga, mis võimaldab eset näha korraga kahe silmaga ja suurendatult.

Anatoomia alajaotused.

Anatoomia jaguneb mitmeks eri alaks; need alad on järgmised:

a) osteoloogia — õpetus luudest,

b) sündesmoloogia — õpetus sidemeist — ja artroloogia — õpetus liigeseist,

c) müoloogia — õpetus lihaseist; kõik loetletud anatoomiaosad kokku moodustavad selle laiema alaosa, mis käsitleb tugi- ja liikumiselundeid,

d) splanhnoloogia — õpetus siseelundeist,

e) angioloogia — õpetus soontest,

f) neuroloogia — õpetus närvisüsteemist — ja lõpuks

g) estesioloogia — õpetus meele-elundeist.

Anatoomilised terminid.

Anatoomias kasutatakse inimese keha elundite ja nende osade nimetusteks erilisi anatoomilisi termineid. Enamik neist on võetud ladina keelest, osa kreeka keelest ja väga väike osa araabia keelest.

XIX sajandi lõpul vaadati rahvusvahelisel anatoomide kongressil Baselis läbi vana anatoomiline terminoloogia (mõned terminid olid pärit veel Galenos'e ajast) ja võeti vastu Baseli anatoomiline nomenklatuur (B.N.A.), mida hakati kasutama peaaegu kõigi maade õpikuis (peale Prantsusmaa, kus õpikuis esinevad anatoomilised terminid on prantsuskeelsed).

Meditsiiniliste keskkoolide anatoomia õppekavasse on võetud nõue üksikute elundite ja nende tähtsamate osade ladinakeelsete nimetuste tundmise kohta. Käesolevas õpikus esitatud ladinakeelne terminoloogia põhjeneb praegu üldiselt tarvitataval Baseli nomenklatuuril. Selle kõrval on tehtud mõned täiendused, mis võeti vastu viimasel rahvusvahelisel anatoomide kongressil Jenas 1935. aastal (J.N.A.).

Osa anatoomilisi termineid on ühendatud anatoomide nimedega, näiteks Poupart'i side, Eustachio tõri, Malpighi püramiidid jne., osa elundi kujuga (ussjätke), osa elundi funktsiooniga (painutaja-, sirutaja-, laiendajalihas jt.).

Esitame mõned anatoomilised terminid, mis esinevad väga sagedasti anatoomia õpikuis ja milliseid tuleb esijoones meeles pidada:

antérior	— eesmine,	*intérnus*	— sisemine,
postérior	— tagumine,	*superficiális*	— pindmine,
extérnus	— välimine,	*profúndus*	— sügav,
mediális	— keskmine,	*incisúra*	— sälk,
laterális	— külgmine,	*procéssus*	— jätke,
magnus	— suur,	*ángulus*	— nurk,
parvus	— väike,	*os*	— luu,
inter	— vahel,	*ligaméntum*	— side,
supra	— peal,	*musculus*	— lihas,
sub	— all,	*articulátio*	— liiges,
sinister	— vasak,	*crista*	— hari,
dexter	— parem,	*spina*	— oga,
tubérculum	— köbruke,	*corpus*	— keha,
forámen	— avaus,	*sinus*	— urge.
sulcus	— vagu,		

Füsioloogia objekt ja tähtsus.

Sõna „füsioloogia" on tuletatud kreekakeelsest sõnast *physis* — loodus. Füsioloogia kuulub, nagu anatoomiagi, bioloogiliste teaduste hulka ja uurib organismide funktsioone (loomadel ja taimedel) tervikuna, organismi üksikute osade funktsioone ja nende omavahelisi seoseid. Inimese füsioloogia on osa looma füsioloogiast.

Praegusaegne füsioloogia on kogunud nii suure hulga faktilist materjali, et see tuli jaotada iseseisvaiks osadeks vastavalt uurimisobjektile ja -meetodile. Need osad on järgmised:

A. Normaalne füsioloogia uurib normaalses, terves inim- või loomorganismis toimuvaid protsesse.

B. Patoloogiline füsioloogia (sõna „patoloogiline" on tuletatud kreekakeelsest sõnast *pathos* — kannatus) uurib seaduspärasusi, mis on seoses patoloogiliste (haiguslikkude) protsesside tekkimisega organismis, nende arenemise ja kuluga.

C. Võrdlev füsioloogia on füsioloogilise teaduse kõige noorem haru. Ta uurib võrdlevalt inimese ja mitmesu-

guste loomade funktsioone. Võrdlev füsioloogia tugineb Darwin'i evolutsiooniteooriale, mispärast teda sageli nimetatakse ka evolutsioonilise füsioloogiaks.

D. Töö füsioloogia.

E. Toitumise füsioloogia.

Füsioloogia tähtsus on suur. Füsioloogia koos anatoomiaga on kogu praktilise meditsiini aluseks. Ta võimaldab praktiseerivale arstile sügavamalt mõista ja teoreetiliselt põhjendada kõiki neid haiguslikke protsesse, mida ta haigevoodi juures näeb.

Füsioloogia soodustab haiguste õiget ravimist ja nende profülaktikat (ärahoidu).

Nii näiteks võimaldasid vitamiinide ja hormoonide avastamine ja nende poolt organismile avaldatava mõju üksikasjaline uurimine praktiseerivail arstidel määrata paljude haiguste täpsed põhjused ja ühtlasi neid haigusi õigesti ravida ning ennetada.

Füsioloogia seaduste tundmaõppimisel (eriti ainevahetuse ja sisesekretoorsete näärmete tegevuse uurimisel) on suur tähtsus mitte ainult meditsiinis, vaid ka praktilises loomakasvatuses.

Need teadmised võimaldasid zootehnikuil saavutada lehmade piimaanni suurenemist, kanade munevuse tõusu, aitasid leida kõige paremaid meetodeid loomade nuumamiseks jne.

Praegusel ajal võimaldab füsioloogia areng loomapidajaile paljude väga tähtsate praktiliste ülesannete esitamist: meetodite otsimine loomade tiinuse varaseks äratundmiseks (professor Zavadovski tööd), hobuste väsimise füsioloogiliste põhjuste ja sellest väsimusest hoidumise viiside uurimine (akadeemik Bogomolets'i tööd), mitmesuguste vererühmade toime uurimine loomade kunstlikul sugutamisel jne.

Äärmiselt olulised on füsioloogilised teadmised töö ratsionaliseerimises ja töökaitses. Füsioloogia võimaldab ettevõtetes õigesti organiseerida tööd, puhkust, toitmist ja üldisi töötingimusi ning sellega kaasa aidata töötootlikkuse suurendamisele.

Füsioloogilised teadmised on vajalikud ka pedagoogidele ja lastevanemaile.

Teatavasti teevad lapsed mõnel oma arenguperioodil läbi mõningaid vahel väga intensiivseid füsioloogilisi murranguid, mis mõjustavad nii või teisiti nende käitumist ja edasijõudmist ning kasvava organismi üldist seisundit.

Füsioloogia tundmine on vajalik ka praktiseerivale farmatseudile. See võimaldab tal õigemini anda esialgset arstiabi (kuni

arsti saabumiseni), mille saamiseks pöördutakse nii sagedasti apteekri poole.

Peale kõige eespoolesitatu on füsioloogial tähtsus ka *sõjalises kaitses*.

Vereülekande küsimustega tutvumine võimaldab elu päästa sadadel võitlejatel verekaotuse puhul, samuti ka igasuguste põletuste, mürgistuste ja mädanemisprotsesside korral.

Lõpuks süvendab füsioloogia uurimine meie *üldist kultuuri*. Ta annab meile väärtuslikke näpunäiteid meie igapäevases elus, dikteerib meile isikliku ja sotsiaalse hügieeni seadusi, aitab meid oma jõudu töötamisel ratsionaalsemalt ja paremini kasutada. Füsioloogia tundmine soodustab meie *maailmavaate* arenemist ja harjutab meid dialektilise mõtlemismeetodiga.

FÜSIOLOOGIA AJALOOLINE ÜLEVAADE.

Füsioloogiliste teadmiste algus ulatub kaugesse minevikku.

Esimesi füsioloogilise mõtlemise algeid leiame vanaaja õpetlastel Hippokrates'el, Aristoteles'el ja hiljem Galenos'el — ühe sõnaga samadel õpetlastel, kelle nimedega algab anatoomia ajalugu. Kuid nende õpetlaste füsioloogilised teadmised olid vähe kinnitatud vaatluste ja katsetega. Need olid äärmiselt spekulatiivsed, eluvõõrad ja nende piirid sulasid kokku fantastikaga. Nii käsitas Galenos inimorganismi keeruka mehhanismina, mille töö sõltub kolmest tegurist: kas elulisest, mis asetseb südames, psüühilisest (ajus) või füüsilisest (maksas).

Keskajal, kui kirik võitles iga uue mõtte vastu, kui õpetlased hukkusid tuleriitadel, kui tõeks peeti ainult vanaaja filosoofide õpetust, ei saanud füsioloogia, nii nagu muudki teadused, areneda. Tõelise teadusena tekkis ta alles XVII sajandi algul. Füsioloogia isaks peetakse põhjendatult inglise arsti *Harvey'd* (joon. 1). Harvey hakkas esimesena ulatuslikult rakendama katset (eksperimenti). Tänu arvukaile eksperimentidele ja vaatlustele avastas Harvey 1628. a. vereringe ning andis selge ja lõpliku kujutluse vere lakkamatust *ringvoolust*.

XVII sajandit iseloomustab *katse ja vaatluse* meetodi põhjalik juurdumine füsioloogiasse. Pärast Harvey'd andis hulk õpetlasi oma panuse füsioloogia arenemise ajalukku. Lümfisoonte avastamisega täienes vereringe lümfiringvoolu skeemiga.

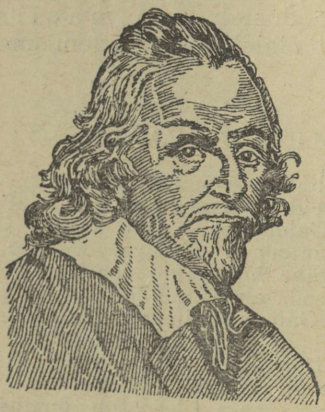
Itaalia õpetlane Malpighi hakkas füsioloogilisteks uuringuteks esimesena kasutama mikroskoopi. Malpighi'le kuulub kapillaaride (juusveresoonte) avastamise au. See avastus kinnitas hiilgavalt Harvey oletust vere ülemineku kohta arteeridest veenidesse väga peente veresoonte kaudu.

XVII ja eriti XVIII sajandit iseloomustab rida tähtsaid avastusi füüsika ja keemia alal. XVIII sajandi lõpul avastas prantsuse keemik Lavoisier hapniku ja uuris selle omadusi; ühtlasi viitas ta lähedasele seosele hingamise ja seedimise vahel. Kuulus füüsik Galvani avastas bioelektrilised nähtused inimese organismis ja pani sellega aluse tervele uuele füsioloogiaosale — elektrofüsioloogiale.

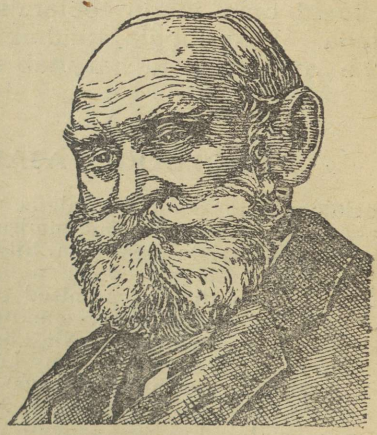
Füüsika ja keemia edusammud etendasid füsioloogia arengukäigus suurt ja soodustavat osa: nad kõigutasid märgatavalt organismis toimuvate eluprotsesside religioosseid seletusi. Kuid nende teaduste halb mõju avaldus selles, et tolleaegsed õpetlased hakkasid kõiki elavas organismis avalduvaid nähtusi seletama füüsika ja keemia seadustega; see aga viis sageli valedele, mehhanistlikkudele järeldustele.

XIX sajandit iseloomustavad füsioloogiliste teadmiste suur tõus ja peene füsioloogilise metoodika väljaarenemine.

Sel ajajärgul andis suur Viini füsioloog Ludwig klassikalise uurimuse veresoonte ja südame innervatsioonist ning lõi uriini eritumise teooria; vennad Weber'id avastasid uitergu pärssiva mõju südamele.



Joon. 1. **William Harvey** (1578—1657).



Joon. 2. **Ivan Petrovitš Pavlov** (1849—1936).

Kuulus prantsuse õpetlane Claude Bernard uuris esimesena kõhunäärme (pankrease) funktsiooni, selle ülesannet ja tähtsust organismis, õppis tundma maksa funktsiooni ja veresooneliigutajaid närve. Õpetlane Helmholtz tegi suure avastuse närvide ja lihaste füsioloogia alal ning samuti kuulmis- ja nägemiselundite funktsioonide õpetuses. Du Bois-Reymond tegi hulga väga väärtuslikke tähelepanekuid ja uurimusi elavates kudedes ja elundeis esinevate elektriliste nähtuste alal. Ta leiutas suure hulga füsioloogilisi aparaate, sealhulgas ka kuulsa „jalas-apparaadi", mis on vajalikuks seadiseks peaaegu kõikides praegustes füsioloogialaboratooriumides.

XIX sajandi teisel poolel elas kuulus õpetlane Heidenhain. Sellelt füsioloogilt pärinevad uurimused vereringe, seedimise, närvi- ja lihastesüsteemi, sisesekretoorsete näärmete ja kusejuhade füsioloogia alalt. Heidenhain'i kaasaeglaseks oli meie kuulus õpetlane I. M. Setšenov — vene füsioloogide koolkonna rajaja, vene füsioloogia isa. Helmholtz'i, Ludwig'i ja Du Bois-Reymond'i õpilasena kasvatas ta üles „setšenovlaste koolkonna" — rohkesti andekaid vene õpetlasi. Tema õpilas-

teks olid Vvedenski, Verigo, Kravkov, Saternikov jt. Need õpetlased omakorda lõid meil oma suured vene füsioloogide koolkonnad, kasvatades üles „Setšenov'i füsioloogilisi lapselapsi".

Suure kuulsuse omandas Setšenov andeka uurimusega vere gaasivahetuse alal ja õpetuse väljatöötamisega pärssimisest kesknärvikavas („Setšenov'i pärssimised").

Teiseks suurimaks vene füsioloogiks XIX sajandi teisel poolel ja XX sajandi algul oli maailmakuulus teadlane, akadeemik I. P. Pavlov (joon. 2), kes suri 1936. a. Pavlov tegeles kõrgemate närvifunktsioonide ja tingitud reflekside uurimisega ning töötas välja õpetuse unest ja seedetrakti füsioloogiast.

I. P. Pavlov lõi, nagu Setšenov'gi, laialdase füsioloogide koolkonna. Ta kasvatas selliseid andekaid vene füsiolooge, meie aja suurimaid õpetlasi, nagu Orbeli, Tsitovitš jt.

Tänu akadeemik I. P. Pavlov'i ja tema õpilaste töödele on Nõukogude Liit praegu esimesel kohal maailmas kõrgemate närvifunktsioonide — füsioloogia kõige raskema probleemi uurimisel.

Kunagi pole vene füsioloogiline teadus tõmmanud endale nii palju lääne õpetlaste tähelepanu ja huvi, kui seda on sündinud viimase 25 aasta jooksul.

Füsioloogia uurimismeetodid.

Elava organismi funktsioonide uurimiseks kasutavad füsioloogid järgmisi meetodeid.

Eksperimentaalne meetod — vaatluse ja katse meetod — osutub nendest kõige tähtsamaks ja on paljude teiste meetodite aluseks. Füsioloogid kasutavad oma eksperimentideks peamiselt katseloomi — konni, merisigu, küülikuid, kasse, koeri ja muid loomi. Eksperimentaalne meetod võimaldab uurida seoseid organismi erinevate funktsioonide vahel, võimaldab nende funktsioonide isoleerimist üksteisest ja nende uurimist eraldi, kusjuures katse tingimusi muudetakse eksperimentaatori soovi järgi.

Loomadel tehtud katsete tulemused kantakse teatava määrani ja väga suure ettevaatusega üle inimesele. Sel juhul võetakse tingimata arvesse inimorganismi omapärasusi ja seda sotsiaalset miljööd, milles inimene elab ja töötab.

Kirurgiliste operatsioonide meetod seisneb kas üksikute elundite kõrvaldamises loomadelt koos organismi järgnevate funktsioonide uurimisega peale elundite kõrvaldamist või mitmesuguste fistulite (uuriste), lõigete jne. teostamises.

Patoloogiliste muudatuste meetod ehk kliinilise füsioloogia meetod seisneb inimorganismi funktsioonide uurimises mitmesuguste haiguslikkude seisundite puhul.

Farmakoloogilise ehk biokeemilise meetodi puhul viiakse organismi katseks mitmesuguseid mürke, ravimeid, keemilisi aineid ja elundite ekstrakte ning vaadeldakse nende mõju organismile.

Füüsikalise meetodi abil uuritakse mitmesuguste füüsikaliste tegurite (elektri, soojuse, külma, valguse, raadiumi-, röntgenikiirte jne.) mõju organismile tervikuna või üksikuile elundeile ja kudedele.

Transplantatsioonimeetod seisneb üksikute elundite ja kudede siirdistutamises ja külgekasvatamises kas sama organismi mitmesugustesse kohtadesse või teise organismi külge.

Anatoomia seos füsioloogiaga.

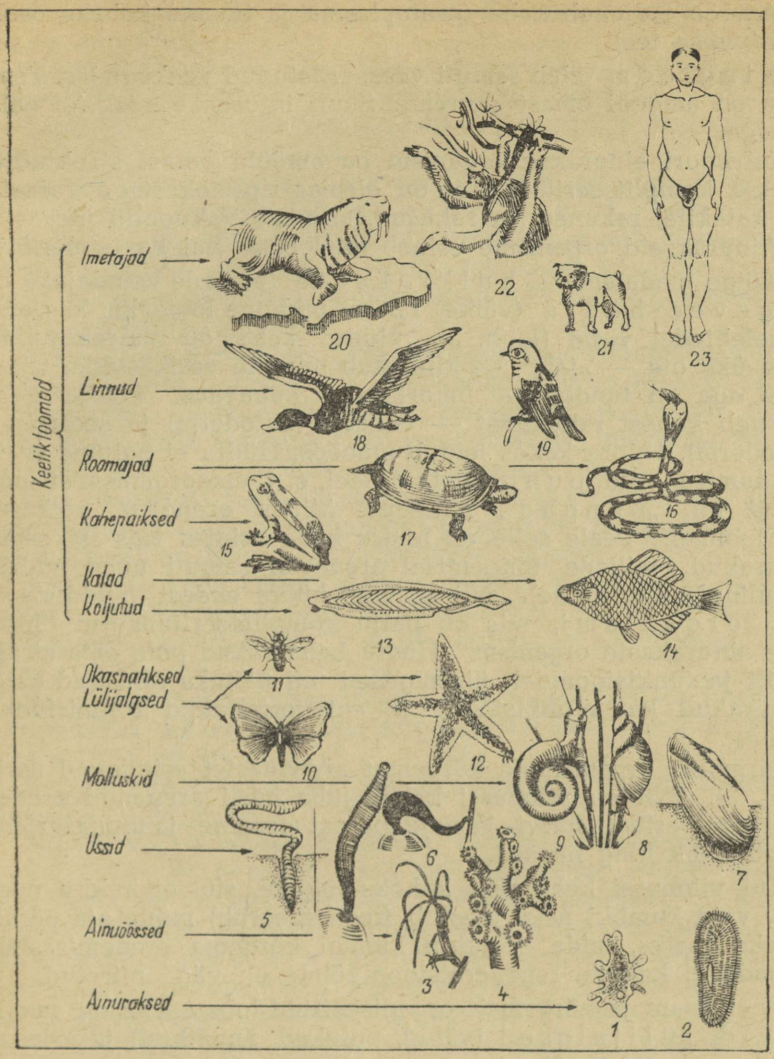
Anatoomia uurib organismi vormi ja struktuuri, füsioloogia — tema funktsioone. Kuju ja funktsiooni vahel on tihe seos — nad mõlemad olenevad teineteisest. On endastmõistetav, et pole võimalik õigesti mõista seda, kuidas elund töötab, kui me ei tunne elundi struktuuri.

Käesolevas õpikus esitatakse inimese keha anatoomiat ja füsioloogiat rööbiti, neid omavahel tihedalt seostades: nii näiteks siirdutakse kohe pärast mao struktuuri kirjeldamist tema tegevuse ja osatähtsuse uurimisele organismis.

Ainuraksed ja hulkraksed organismid. Inimese asend teiste elusolendite seas. Fülogeneesi mõiste.

Inimorganism, mida me nüüd uurima hakkame, on väga komplitseeritud struktuuriga. Ta koosneb suurest hulgast rakkudest, mis on ühendatud kudedeks ja elundeiks. Kuid loomariigi esindajate hulgas leiame ka selliseid olevusi, kellede keha koosneb ühestainsast rakust. Ainurakseid ehk lihtsaimaid elusolendeid on looduses väga arvukalt. Nimetame neist amööbi, samuti kinglooma infusooride klassist (joon. 3).

Amööb on väga väike, ainult mikroskoobis nähtav loomake; ta elab vees (loikudes). Amööbi keha koosneb väikesest tuumaga varustatud protoplasmatombukesest. Protoplasmas on seedevakuoolid (mullid), milledes toimub toidu assimileerimine, ja eritusvakuoolid, millede kaudu amööb eritab kehasse kogunenud kahjulikke aineid. Amööb paigutab oma sültjat protoplasmat kindlas suunas ümber, sirutab osa oma kehast haruna (kulendina) välja, muudab oma kuju ja liigub sel viisil vees edasi.



Joon. 3. **Loomariigi tähtsamad esindajad.** 1 — amööb; 2 — infusoor; 3 — hüdra; 4 — korallipolüübid; 5 — vihmuss; 6 — kaan; 7 — karp (*Anodonta*); 8 — mudakukk; 9 — labatigu; 10 — liblikas; 11 — mesilane; 12 — meritäht; 13 — süstikkala; 14 — kala; 15 — konn; 16 — madu (kobra); 17 — kilpkonn; 18 — metspart; 19 — lind (pöialpoiss); 20 — merihobu; 21 — koer; 22 — ahv; 23 — inimene.

Amööb paljuneb keha (protoplasma ja tuuma) kaheks osaks nöördumise teel.

Kingloom elab samuti vees, saastunud veekogudes. Tema keha on amööbi omast suurem. Suuri infusoore näeb ka palja silmaga.

Infusoori ainurakne organism on amööbi omast struktuurilt märksa komplitseeritum. Tal on olemas ripsmekestega varustatud katekile, rakuneel ja rakusuu, arvukad vakuoolid jne.

Ainurakseid organisme esineb nii looma- kui ka taimeriigis.

Kõige madalamaks hulkrakssete loomade esindajaks on magevee-hüdra (väike, 1,5 sm pikkune loomake, kes elab taimelehtedel vees) (joon. 3). Hüdra keha on varrekujuline, mille üks ots — „jalg" — kinnistub mingile vesikasvule, teises otsas aga on tundlatega ümbritsetud suuavaus. Hüdra keha koosneb kahest rakukihist — välisest (ektoderm) ja seesmisest (entoderm). Hüdra kehas leidub maoõõs. Hüdra ei paljune enam pooldumise, vaid pungumise teel, s. t. emaorganismist eralduvad nn. „pungad", milledest hiljem arenevad väikesed tütarloomad. Peale selle on hüdra keha seintes isas- ja emassugurakud, millede ühinemisel arenevad samuti uued hüdrad (suguline paljunemine). Nii kujutab hüdra endast hulkrakset organismi, mis on palju komplitseeritum kui lihtsamate ainuraksete organism. Hüdra keha rakud pole oma struktuurilt ja funktsioonidelt ühesugused: nii näiteks täidavad ektodermirakud kaitsefunktsioone ja entodermirakud toitmisfunktsioone.

Järgmist, organismide kõrgemat arenguastet esindavad ussid (joon. 3). Nii on vihmussi kehas juba hästi arenenud seede-, vereringe-, eritus-, närvi- ja suguaparaat (seemne- ja munasarjad), samuti nahk ning lihased.

Kui vihmussi keha risti kaheks lõigata, siis ei hukku need osad, vaid kumbki neist taastub (regenereerub) mõne aja pärast terveks ussiks, mida ei juhtu kunagi kõrgema arenemisastme loomadega, kellede regeneratsioonivõime on väga piiratud.

Veel enam ja kõrgemalt organiseeritud loomadeks on molluskid, lülijalgsed (vähid, putukad, ämblikud) ja okasnahksed (joon. 3).

Neil loomadel täheldatakse veel keerukamat vereringe-elundite, närvisüsteemi ja meele-elundite struktuuri.

Kõige kõrgemaks vormiks loomariigis on keelikloomad, s. t. loomad, kelledel on skelett luude, kõhre või keeliku kujul ja komplitseeritum närvisüsteem. Keeliklaste hulka kuu-

luvad kalad, kahepaiksed, roomajad, linnud, imetajad, viimaste hulgas ka inimene.

Kõige madalamaks keeliklaste esindajaks on väikene meres elutsev loom **süstikkala** (*Amphioxus*, joon. 3).

Kujult meenutab süstikkala süstikut (kirurgilist nuga ehk lantsetti); sellest ka ta nimetus.

Süstikkala on huvitav selle poolest, et ta esindab **keelikloomade arengu kõige algelisemat staadiumi**. Süstikkala keha ehituse üksikuid tunnuseid esineb, nagu hiljem näeme, kõikidel selgroolistel loomadel, kaasa arvatud ka inimene. Seepärast on isegi inimese keha tundmaõppimisel oluline tunda süstikkala ehitust.

Süstikkala on 5—8 sm pikk ja meenutab välimuselt väikest kala. Ta elab meres, peamiselt Vahemeres ja Mustas meres.

Süstikkala kaevub liivasesse merepõhja ja ulatub liivast välja ainult keha esiosaga. Tal puudub kolju, mispärast zooloogid paigutavad ta koljutute keelikloomade rühma.

Piki süstikkala keha läheb seljakeelik (**korda**), mis on loomale tugiteljeks ja pole muud kui primitiivne lülisammas: Seljakeeliku peal on toruke — primitiivne seljaaju.

Süstikkala keha eesmises otsas asetseb meele-elund — haistmislohk. Süstikkala hingab lõpustega. Veri liigub veresoontes. Süstikkalal puudub süda. Seede-, eritus- ja sigimiselundid on olemas.

Kalade keha on keerukama ehitusega. Neil on hästi väljakujunenud **luustik**, mis koosneb keelikust ja kõhrest või kõhrest ja luudest.

Kalade luustik koosneb juba lülisambast, roietest, koljust ja jäsemeist (uimed).

Kalade närvisüsteem on samuti märksa komplitseeritum kui süstiklasel. See koosneb hästi väljakujunenud selja- ja peaajust, kust hargnevad närvid. Hingamiselundeiks on kaladel **lõpused**, mis asetsevad suupiirkonna külgedel. Lõpused on läbi põimunud peenikeste veresoontega (kapillaaridega), millede abil toimub gaasivahetus lõpuseid uhtva vee ja vere vahel. Kaladel on hästi väljakujunenud kahekambriline süda.

Kahepaiksed loomad ehk amfiibid (konnad, triitonid jt.) on veel keerukama struktuuriga kui kalad.

Kahepaikseil on skelett veelgi rohkem arenenud. Selles on hulk luid, mis moodustavad komplitseeritud **viiesõrmsed jäsemed**; need on kohastunud liikumiseks kuival maal. Komplitseeritum struktuur avaldub amfiibidel ka närvisüsteemis (peaaju areng), samuti vereringesüsteemis (kolmekambriline süda ja

kaks vereringet). Esimesel eluperioodil — vastse-eas — hingavad kahepaiksed lõpustega ja elavad vees. Hiljem arenevad neil kopsud, südame ja vereringe struktuur muutub keerukamaks ning täiskasvanud kahepaiksed loomad elavad kuival maal.

Lõpuste olemasolu konna kulleseil kinnitab kahepaiksete lähedast sugulust kaladega.

Sigimine ja arenemine toimub kahepaikseil sigitamisest alates vees.

Järgmisel, k a h e p a i k s e t e loomade kõrgemal klassil — r e p t i i l i d e l ehk roomajail (kellede hulka kuuluvad maod, sisalikùd, kilpkonnad ja krokodillid) on veega seotud kehaehituse eripärasused juba kadunud. Reptiilid on juba harilikud maismaaloomad. Nad munevad oma munad kuivale maale ja neil pole õigeid lõpuseid isegi mitte embrüonaalses arenemisjärgus.

Isegi sellised roomajad, nagu krokodill ja mõned kilpkonnaliigid, kellede eluviis on lähedalt seotud veega (seal peavad nad jahti oma saagile), paljunevad ainult kuival maal.

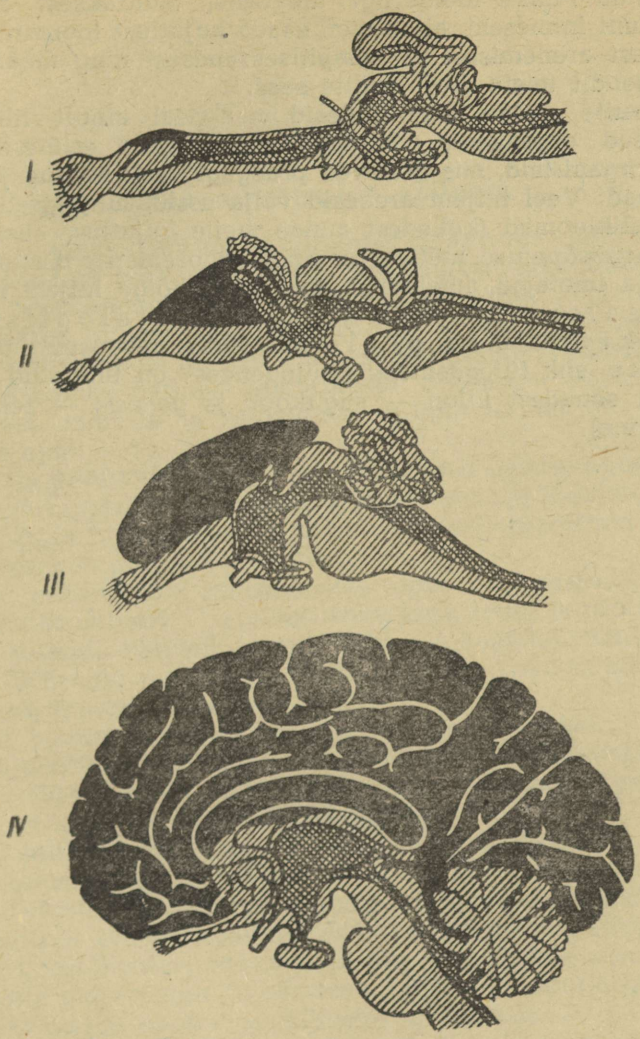
Reptiilide keha on veelgi enam arenenud. Eriti komplitseerituks on muutunud nende luustik (kolju, rindkere, jäsemed), närvisüsteem (peaaju) ja vereringe-elundid (kolmekambriline süda). Roomajad on, nagu kahepaiksed ja kaladki, k ü l m a v e r e l i s e d loomad, s. t. neil pole püsivat kehatemperatuuri.

Kõige kõrgemaiks keelikloomade klassideks on l i n n u d ja i m e t a j a d. Nendel klassidel on kummalgi omad eripärasused, mis näiteks lindudel on seoses nende kohastumisega õhus lendamisele, imetajail — kohastumisega elule maa peal ja elavalt sündimisele, kuid nii ühed kui ka teised on amfiibidega ja reptiilidega võrreldes juba kõrgemal arenguastmel. Nendel näeme jällegi skeleti suuremat arenemist ja komplitseeritust, eriti kolju ja jäsemete juures; neil on arenenum närvisüsteem, e r i t i p e a a j u p o o l k e r a d (joon. 4), ja vereringesüsteem (nendel loomadel esineb juba neljakambriline süda ja mõlemad vereringed on teineteisest lõplikult eraldunud). Samuti muutuvad keerukamaks ka hingamiselundid, seede-, eritus- ja paljunemiselundid (imetajail esineb võime oma järglasi elavalt sünnitada).

Seoses vereringe keerukamaks muutumisega muutub kehatemperatuur püsivaks (linnud ja imetajad on s o o j a v e r e l i s e d elusolendid).

Peaaju arenemise poolest on imetajad lindudest märksa kõrgemal; see kehtib eriti imetajate klassi kõrgeima esindaja — inimese kohta.

Niisiis on i n i m e n e, kelle organismi struktuuriga ja funktsioonidega meil selles õpikus tuleb tutvuda, p r a e g u s a e g s e



Joon. 4. **Peaaju arenemine selgroolistel.** I — kala (hai) peaaju; II — roomaja (sisaliku) peaaju; III — imetaja (küüliku) peaaju; IV — inimese peaaju.

loomariigi kõrgeim esindaja, imetajate klassi esindaja.

Esitatud lühike loomariigi ülevaade, ainuraksest amööbist alates kuni inimeseni, aitab meil saada kujutlust loomariigi järk-järgulisest arenemisest ja komplitseerumisest ning määrata inimese asendit teiste elusolendite seas.

Miljonite aastate eest olelesid maa peal ainult lihtsaimad ainuraksed organismid. Hiljem tekkisid neist esimesed hulkraksed organismid, mis olelevad praegugi veel: hüdrad ja teised õõsloomad. Veel hiljem arenesid välja ussid, lülijalgsed ja alamad keelikloomad (kelledest annab meile kujutluse süstikkala).

Arenemisõpetuse mõttes on kõige nooremaiks elusolendeiks linnud ja imetajad, imetajaist aga ilmus kõige hiljem inimene.

Elusolendite järk-järgulist ajaloolist arenemiskäiku maa peal nimetatakse teaduses fülogeneesiks ehk fülogeeniaks („fülogenees" on tuletatud kreeka-keelseist sõnadest *fülon* — sugukond ja *genesis* — tekkimine, põlvnemine).

RAKK.

Raku avastamise ajalugu.

Inim- ja loomorganismid koosnevad tillukestest, mikroskoopiliselt väikestest osakestest, mida nimetatakse rakkudeks.

Raku avastamine sündis XVII sajandi teisel poolel. Raku avastajaks oli inglise füüsik Robert Hooke, kes konstrueeris primitiivse mikroskoobi ja tegi õhukest korgilõiku vaadeldes esimesena kindlaks paljude kambrikeste olemasolu selles. Neid kambrikesi nimetas ta rakkudeks, milline termin on püsinud praeguse ajani.

XVII ja XVIII sajandil uurisid teadlased Leeuwenhoek, Malpighi jt. mikroskoobi all mitmesuguseid taim- ja loomorganisme. vett, verd jne. Vees avastati tillukesed loomorganismid — infusoorid, veres — punased verelibled.

Tänu mikroskoobi täienemisele õpiti XIX sajandil tundma taimeraku struktuuri — avastati raku kest, tuum ja protoplasma.

XIX sajandi 30-ndail aastail tõestasid botaanik Schleiden ja zooloog Schwann esimestena teaduslikult, et kogu taime- ja loomariigi struktuuri aluseks on rakk.

Need õpetlased on nn. r a k u t e o o r i a loojad.

Rakuteooria tähtsus oli bioloogiliste teaduste edasisele arenemisele tohutult suur. On iseloomustav, et Engels peab seda möödunud sajandi suurimaks avastuseks.

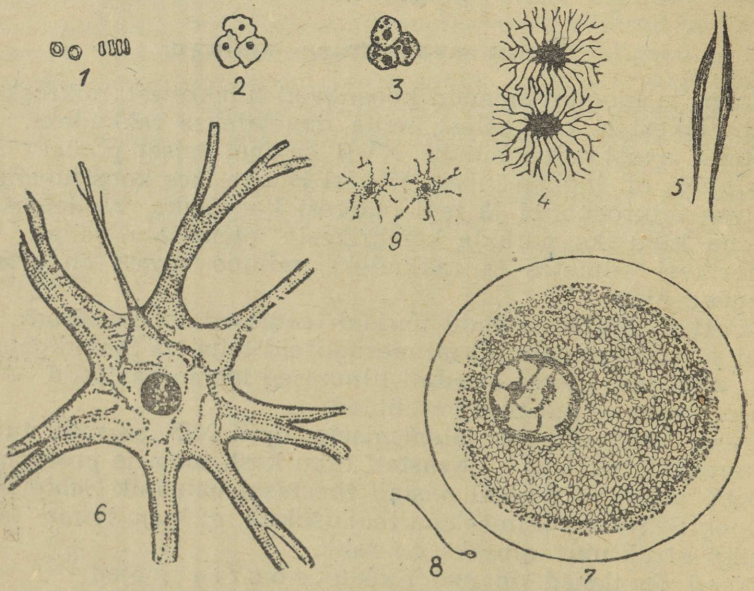
Kuid tolleaegsete õpetlaste väide, et rakk on täiesti iseseisev ühik, iseseisev lihtsaim organism, ja et kogu organismi elu on teda moodustavate rakkude summa, oli põhiliselt ekslik.

Organismi elu on komplitseeritud protsess, mis toimub tema kõikide koostusosade, rakkude ja rakkudevahelise aine, kudede ja elundite elutegevuse tulemusena, sest need tegurid on vastastikku üksteisega seoses ja mõjustavad üksteist.

Ükski komplitseeritud organism pole koostatud üksikuist rakkudest, nagu maja telliskividest (nagu varem väideti), vaid kujutab endast ühtsat, lahutamatut tervikut, milles osad mõjustavad tervikut, tervik aga omakorda osi.

Rakkude suurus ja kuju.

Enamik meie organismi rakkudest on mikroskoopiliselt väikesed. Nende suurus kõigub keskmiselt 3—30 μ (mikroni [1]) piirides. Kuid samal ajal esinevad loomariigis ka suured, palja silmaga nähtavad rakud. Nii on kalade ja amfiibide (konna, aksolotli, triitoni) iga marjatera suur iseseisev rakk. Kõige suuremate rakkude näiteks on linnumuna rebu.



Joon. 5. **Inimese keha rakkude kuju ja suurus võrdlevas mastaabis** (poolskemaatiliselt). 1 — punased verelibled (erütrotsüüdid); 2 — epiteelirakud; 3 — maksarakud; 4 — luurakud; 5 — silelihaste rakud; 6 — seljaaju suur närvirakk; 7 — munarakk; 8 — spermatozoid; 9 — retikulaarkoe rakud.

Raku kuju on erakordselt mitmesugune. Kui rakku ei mõjusta välisrõhk ja ta ujub vabalt vedelikus, nagu leukotsüüdid (valgelibled) veres või imetajate munarakud, siis on sellisel rakul pindpinevuse tõttu ümar kuju. On aga rakud ümbritsevaist rakkudest kokku surutud, siis omandavad nad mitmesuguseid vorme. On olemas hulknurkseid, prismataolisi, kuubilisi, silindrilisi, lamedaid, tähekujulisi jne. rakke (joon. 5).

[1] Mikron (μ) on 0,001 mm.

Raku struktuur.

Oma väiksusest hoolimata on meie organismi rakkudel väga keerukas ja mitmekesine struktuur. Loetleme raku peamised ja teisejärgulised koostusosad (joon. 6).

Iga raku peamiseks koostusosaks on protoplasma. See on kämbuke poolselget sitket kolloidset vedelikku.

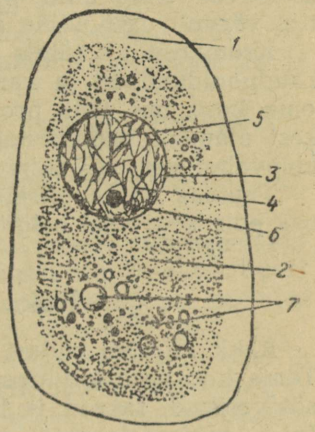
Elavate rakkude uurimisel mikroskoobi all paistab protoplasma struktuur vahel võrgutaoline, vahel teraline, vahel niitjas või vahutaoline.

Möödunud sajandi lõpul kutsus raku protoplasma püsiva struktuuri küsimus õpetlaste seas esile suure vaidluse. Tegelikult aga selgus, et kõik mikroskoobiga nähtavad struktuurid muutuvad sõltuvalt raku füsioloogilisest olukorrast ja tema elutegevusest.

Protoplasma välimist, tihedamat kihti nimetatakse ektoplasmaks ja sisemist — endoplasmaks.

Ektoplasma etendab raku elus suurt osa. Tema kaudu tulevad kõik toitained ümbritsevast lümfist rakku ja samuti tema kaudu lahkuvad rakukehast ained, mis on sinna kogunenud raku elutegevusprotsessi tagajärjel.

Enamasti sisaldab raku protoplasma mitmesuguseid moodustisi, mida tuntakse organoidide nime all.



Joon. 6. **Raku struktuur.** 1 — ektoplasma; 2 — endoplasma; 3 — tuum; 4 — kromatiinvõrk; 5 — kromatiiniterakesed; 6 — tuumake; 7 — inklusioonid.

Organoidide hulka kuuluvad kondriosoomid, Golgi võrkjas aparaat ja tsentrosoomid ehk rakukeskus.

Organoidid on raku püsivad koostusosad ja võtavad osa raku põhilistest eluavaldustest. Tsentrosoomid võtavad osa raku jagunemisest.

Kuid alatiste organoidide kõrval esinevad protoplasmas mitmesugused ajutise iseloomuga sisaldised (inklusioonid), mis kujutavad endist raku-ainevahetuse saadusi (näiteks rasv, glükogeen — loomne tärklis, igasugused pigmendid, soolad ja lõpuks spetsiaalsed ained, mis on iseloomulikud teatavaile rakkudele, nagu näiteks lima limanäärmete rakkudes ja muud).

Teiseks alatiseks ja tähtsaks raku koostusosaks on tuum. Tuuma kuju pole nii mitmekesine kui raku kuju. Tuum on tavaliselt kerataoline, kuid esineb ka ovaalseid, hoburauakujulisi, piklikke jne. tuumi.

Tugeval suurendusel on mikroskoobi all võimalik vaadelda tuuma struktuuri. Kogu tuum on läbi põimitud peenikeste hõredate niitide võrguga. See on niinimetatud tuuma akromatiinvõrk. Tuumavõrgu niidid koosnevad erilisest mittevärvuvast ainest — akromatiinist. Tuumavõrgu silmades asetsevad teise aine — kromatiini — terakesed. Kromatiin värvub vastandina akromatiinile tuumavärvidega hästi [1].

Kromatiin on tähtis tuuma koostusosa. Ta võtab osa raku kaudpooldumisest ja kannab endas pärilikke algeid. Tuumal on oma kest, mis teda protoplasma massist selgesti eraldab. See kest etendab, samuti nagu protoplasma väline kihtki, suurt osa ainevahetuses, mis toimub tuuma ja protoplasma vahel.

Tuumas on tavaliselt üks või kaks tuumakest. Tuumakeste osa pole seni veel selgitatud. Tuumas sisaldub tuumamahl.

Raku keemiline koostis.

Rakk kujutab endast väga komplitseeritud keemilist ühendit. Tema koostisse kuuluvad orgaanilised ained (valgud, süsivesikud, rasvad ja lipoidid), anorgaanilised ained (vesi, mineraalsoolad) ja lõpuks fermendid.

Valk on tähtis raku koostusosa. Keemiliselt on see komplitseeritud lämmastikuühend. Valgu koostisse kuuluvad järgmised elemendid: süsinik, hapnik, vesinik, lämmastik, siis veel väävel, fosfor ja teised elemendid. Iseloomustavaks elemendiks on valgule lämmastik.

Valgu molekul [2] on väga suur ja komplitseeritud. Mõnede keemiliste ainete (hapete) või meie organismi seedemahlade toimel lõhustub valk lihtsamaiks osisteks, mida nimetatakse amiinhapeteks.

Tehakse vahet lihtvalkude — proteiinide ja liitvalkude — proteiidide vahel. Tuuma valk kannab nukleoproteiidi nimetust.

Süsivesikud koosnevad süsinikust, hapnikust ja vesinikust, kusjuures igas süsiniku molekulis on vesiniku aatomeid

[1] Nimetus „kromatiin" on tuletatud kreekakeelsest sõnast *kroma*, mis tähendab värvi.

[2] Molekulideks nimetatakse aine kõige väiksemaid osakesi.

kaks korda rohkem kui hapniku aatomeid, s. t. et süsivesikuis on hapnikku ja vesinikku samasuguses proportsioonis kui vee molekuliski, — siit on tulnudki nimetus „süsivesikud". Paljud süsivesikud on maitselt magusad; seepärast nimetatakse neid ka sahhariididekS.

Rasvad koosnevad samuti nagu süsivesikudki süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Rasva molekul moodustub kahest koostusosast — glütseriinist ja rasvhapetest.

Rasvataolistest ainetest — lipoididest — kuuluvad loomse raku koostisse letsitiin, kolesteriin, koliin jt.

Need ained etendavad raku ektoplasma koostisse kuuludes nähtavasti suurt osa toitainete rakku saabumise protsessides ja järelikult ka ainevahetuses.

Protoplasma koosneb valkudest ühes lipoidide, süsivesikute ja teiste ainetega.

Iga raku äärmiselt tarvilikuks koostusosaks osutub ka vesi. Selle hulk ulatub rakus tihti kuni 90%-ni.

Rakk sisaldab naatriumi-, kaaliumi-, kaltsiumi-, magneesiumi- ja teisi sooli. Mineraalsoolad etendavad raku elutegevuses suurt osa. Nendest sõltuvad paljude komplitseeritud keemiliste protsesside kulgemine loomarakus, rakus esineva vee hulk jm.

Soolad esinevad raku protoplasmas kindlais vahekordades ja nende, eriti naatriumi-, kaltsiumi- ja kaaliumisoolade vahekordade häirimine põhjustab mõnikord raku elutegevuses patoloogilisi (haiguslikke) kõrvalekaldumisi.

Protoplasma fermentidest (ensüümidest) räägitakse üksikasjaliselt peatükis „Ainevahetus".

Kõik loetletud keemilised ained on rakus tema elutegevusprotsessis lakkamatus liikumises ja muutuvad pidevalt. Ühed ained tekivad, kuna teised kaovad, komplitseerituma struktuuriga ained lagunevad lihtsamaiks jne.

Nii näeme, et elav protoplasma, samuti ka tuum, sisaldab endas kõiki neid keemilisi elemente, mis esinevad elutus looduses.

Valkude, rasvade ja süsivesikute koostisse kuuluvad, samuti nagu vee ja kivimitegi koostisse, süsinik, hapnik, vesinik, lämmastik, väävel, naatrium, kaalium, kaltsium ja mõningad teised keemilised elemendid; kuid elavas protoplasmas on need elemendid erilises komplitseeritud ühestuses, mis eraldab elavat ainet kvalitatiivselt elutust loodusest.

Mingisuguseid teisi elemente, mis oleksid omased ainult elavale protoplasmale või tuumale, rakus ei leidu.

Kolloidide mõiste.

Kui võtta teelusikatäis keedusoola ja segada see klaasi vee sees, siis laguneb sool vees väga väikesteks, silmaga nähtamatuteks osakesteks — molekulideks — ja osa nendest molekulidest laguneb (ehk, nagu öeldakse, dissotsieerub) omakorda veel väiksemaiks osakesteks — ioonideks. Selliseid lahuseid, nagu soolalahus vees, hakati nimetama ehtsateks ehk kristalloidseteks lahusteks. Nad on läbipaistvad. Neid aineid aga, mis andsid ehtsaid lahuseid, hakati nimetama kristalloidideks. Säärased on keedusool ja teised ained.

Kui võtame soola asemel teelusikatäie želatiini, araabia kummit või tärklist ja segame seda vees, siis saame teissuguse lahuse. See lahus on kõigepealt sogane ja teiseks on lahustatud aine osakesed sellises sogases lahuses molekulidest märksa suuremad — nad kujutavad endist molekulide rühmi.

Selliseid želatiini vesilahusega sarnanevaid lahuseid, mis on liimi- või kliistritaolised, nimetatakse kolloidseiks lahuseiks (sõna „kolloid" tuletub kreekakeelsest sõnast *colla* — liim). Neid aineid aga, mis kolloidseid lahuseid moodustavad, nimetatakse kolloididekś.

Kolloidlahuste osakesed — keemias nimetatakse neid mitsellideks — on siiski veel niivõrd väikesed, et neid võib näha ainult erilise seadise — ultramikroskoobi abil. Mitsellide läbimõõt kõigub 0,1 kuni 0,001 mikroni vahel, s. o. 0,0001 kuni 0,000001 mm.

Vedelaid kolloide nimetatakse soolideks ja enam või vähem pakse, sültjaid kolloide — geelideks.

Nende vesilahuseid nimetatakse vastavalt hüdrosoolideks ja hüdrogeelideks.

Kolloidid muutuvad kergesti hüdrosoolidest hüdrogeelideks ja vastupidi. Näiteks võib olla želatiin. Kui võtame kõva želatiinilehe ja paneme selle vette, siis imbub temasse vett ja ta tursub. Soojendame aga tursunud želatiini, siis muutub see vedelaks hüdrosooliks. Jahtudes kaotab želatiin osa vett, pakseneb, tardub ja muutub jälle hüdrogeeliks.

Protoplasma ja tuum koosnevad aineist, mis on nendes kolloidses seisundis.

Kolloidid muutuvad pidevalt, lähevad soolidest üle geelideks ja vastupidi. Nad koaguleeruvad temperatuuri mõjul jne. Kolloidide muutlikkusega ongi seletatav protoplasma ja tuuma see või teine seisund antud ajavahemikus.

Loomaraku ektoplasma omaduseks on poolläbilaskvus, mis seisneb selles, et ühed ained läbivad ektoplasmat kergesti, teised aga ei pääse üldse läbi. See on seletatav ektoplasmas olevate väga väikeste, ultramikroskoopiliste pooridega, milledest ühed ained, mis moodustavad lahustes suuremaid mitselle, ei saa läbi tungida, teised aga, mis moodustavad vähemaid mitselle, tungivad läbi.

Ektoplasmataolisi vaheseinu nimetatakse poolläbilaskvaiks (semipermeaableiks) ja nendest vaheseintest läbimineku protsessi — osmoosiks.

Poolläbilaskvus on omane ainult elavale rakule; sellega seletubki asjaolu, et elava raku protoplasma koostis erineb teravalt teda ümbritseva keskkonna koostisest. Surnud rakul aga pole semipermeaabluse omadust, ta on läbilaskev.

Füsioloogilised nähtused rakus.

(Raku ainevahetus, tema liikumine, ärrituvus, kasvamine ja pooldumine.)

AINEVAHETUS.

Igas elavas rakus toimuvad keerukad biokeemilised protsessid, millede tulemusena raku aine kogu aja keemiliselt lammutub. Seda lammutusnähtust nimetatakse dissimilatsiooniks.

Rööbiti dissimilatsiooniprotsessiga toimub rakus ümbritsevast keskkonnast uue aine kogumise protsess. Seda uue aine kogumise protsessi nimetatakse assimilatsiooniks.

Rakuaine lammutumise ja uute ainete loomise protsess toimuvad rakus pidevalt ja üheaegselt.

Nende assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsesside ühendus tingibki seda, mida teaduses nimetatakse ainevahetuseks.

Aine lammutumisel (dissimilatsioonil) vabaneb energia (soojuse, liikumisvõime ja muu kujul).

RAKKUDE LIIKUMINE.

Mõnedel meie organismi rakkudel on võime vabalt liikuda. Nii liiguvad valged verelibled (leukotsüüdid) vabalt veresoontes. Mehe sugurakud (spermatozoidid) liiguvad samuti vabalt vedelikus, niitjate sabade abil laineliselt vibutades.

RAKKUDE ÄRRITUVUS.

Üheks elava raku iseloomustavaks tunnuseks on tema ärrituvus, s. t. võime ühel või teisel viisil reageerida ümbritseva keskkonna muutustele, võime reageerida temale suunatud ärritustele (mehaanilistele, keemilistele, termilistele, valgus- ja elektrilistele ärritustele). Sealjuures on organismi rakkude reaktsioon rangelt spetsiifiline, s. t. et lihaserakk vastab mitmesugustele ärritustele alati kokkutõmbumisega, kui aga ärritada näärmerakku, siis reageerib see igasugusele ärritusele sekreedi eritamisega.

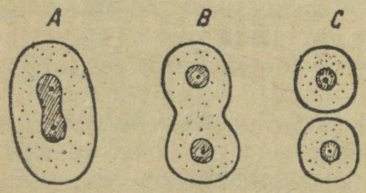
RAKKUDE PALJUNEMINE JA KASVAMINE.

Ainevahetuse tulemusena kogub rakk endasse uusi aineid — ta kasvab. Saavutanud äärmise suuruse, hakkavad rakud paljunema, s. t. arvuliselt rohkenema, ja põhjustavad sellega organismi kui terviku kasvamist. Meie keha rakud paljunevad ja kasvavad mitte ainult lapse, vaid ka täiskasvanu organismis; paljud rakud kuluvad, surevad ja asenduvad uutega.

Ühed rakud elavad meie kehas väga lühikest aega (punased verelibled), teised elavad kaua. Näiteks närvirakk hukkub alles ühes kogu organismi surmaga. Rakud paljunevad jagunemise teel.

Eristatakse kahte raku jagunemise moodust: otsest ja kaudset.

Raku otsepooldumist nimetatakse amitoosiks. See seisneb raku tuuma ja protoplasma lihtsas sissenöördumises (joon. 7). Inimorganismis esineb seda võrdlemisi harva, peamiselt haiguslikult muutunud elundite rakkudes.



Joon. 7. **Raku otsepooldumine** (amitoos).

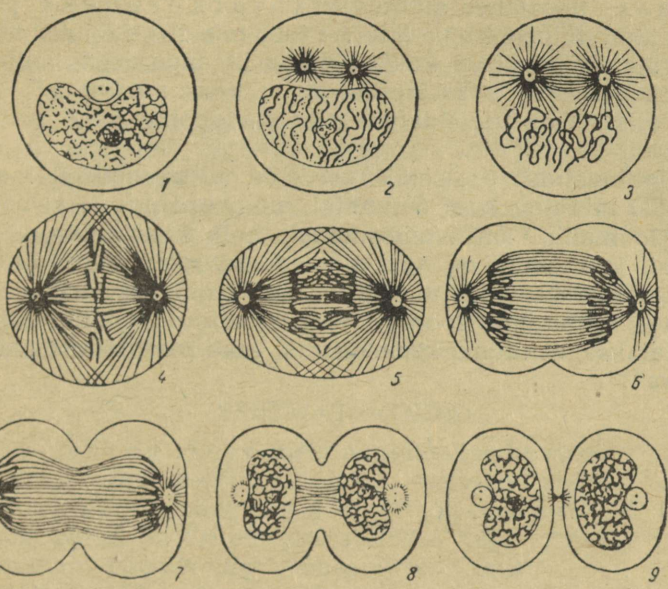
Mõned teadlased ei pea seda inimorganismi raku elus üldse normaalseks nähtuseks.

Kaudpooldumine on meie organismi rakkude jagunemisel kõige tüüpilisem ja levinum moodus. Seda nimetatakse karüokineesiks ehk mitoosiks (joon. 8).

Sõna „karüokinees" tähendab eestikeelses tõlkes tuuma liikumist. See termin viitab tuuma osatähtsusele rakkude kaudpaljunemisel. Sõna „mitoos" tähendab „kiudjas". Ka see termin on ühenduses tuuma muutumisega raku kaudpooldumisel.

Karüokineetilise jagunemise sisu on järgmine. Esmalt suureneb rakk, samuti suureneb tema tuum, paisudes ja rikastudes seejuures kromatiiniga.

Raku keskkehake (tsentrosoom) asetub tuumale lähemale, tsentrosoomi ümber moodustub kiirjas sfäär. Siis eralduvad mõlemad rakutsentri kehakesed (tsentrioolid) ja tõmbuvad



Joon. 8. **Raku kaudpooldumine** (mitoos ehk karüokinees). 1 — rahuseisund; 2 — profaas; 3 — üleminek profaasist metafaasi; 4 — metafaas, kromosoomide pikisuunas pooldumine; 5, 6 ja 7 — anafaas; 5 — kromosoomide eemaldumise algus; 6 — kaksiktähe-staadium; 7 — kromosoomid lähenevad tsentrioolidele; 8 — telofaas tütarrakkude tekkimise algstaadiumis; 9 — tütarrakud, mis on ühenduses ainult vahekehakesega.

kumbki raku vastaspoolusesse. Samal ajal toimuvad ka raku tuumas endas sügavad muutused.

Tuuma kest kaob ära. Kromatiin muutub sassiaetud pikkadest niitidest kera kujuliseks (tiheda ja hõreda emakera staadium). Sellega lõpeb jagunemise esimene järk — profaas. Tuleb järgmine aste — metafaas. Kromatiinniidikesed jagunevad ristisuunas, katkedes lühikesteks niidikesteks, mida tuntakse kromosoomide nimetuse all. Järgmises etapis paindub iga kro-

mosoom juuksenõela- või aasakujuliselt, pooldudes pikisuunas kaheks võrdseks osaks; nii tekib kahekordse kromosoomide hulgaga rakk. Kromosoomide aasad paigutuvad raku keskele ekvatoriaaljoonele (e m a t ä h e - staadium). Järgmises astmes, mida nimetatakse a n a f a a s i k s, liginevad kromosoomid igast küljest rakutsentri kiirjale sfäärile ja rühmituvad selle ümber (t ü t a r t ä h e - staadium). Algab jagunemise viimane järk — t e l o f a a s; tütartähed muutuvad t ü t a r k e r a d e k s ja võtavad seejärel tuuma kuju (t ü t a r t u u m a d). Lõpuks nöördub raku protoplasma põiki kokkutõmbumise tagajärjel, mille tulemusena moodustub kaks iseseisvat t ü t a r r a k k u.

Nii eristatakse kirjeldatud raku kaudpooldumise protsessis nelja faasi.

Karüokineetilise protsessi kestus on mitmesuguseil loomadel erinev (30 minutist kuni 5 tunnini, mõnikord aga kauemgi).

Igal loomaliigil on kromosoomide hulk konstantne. Näiteks ümarussil (askariidil) on neid ainult kaks, salamandril 24, inimesel oletatakse 48, vähil ulatub kromosoomide arv 200-ni, radiolaaril aga (ainurakne loom) loendatakse neid koguni üle 1000.

Oletatakse, et tuuma kromatiin on raku pärilikkude omaduste kandjaks [1].

[1] Viimasel ajal vaidlevad sellele arvamusele vastu mõned õpetlased, kes oletavad, et pärilikkude omaduste edasiandjaks on ka raku protoplasma.

SUGURAKUD. LOOTE ARENEMINE. ONTOGENEESI MÕISTE.

Sugurakud.

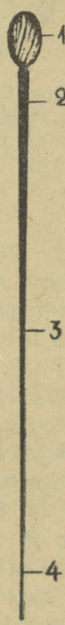
Kõiki meie keha elundeid — nahka, lihaseid, aju ja sisikonda moodustavaid rakke nimetatakse somaatilisteks ehk kehalisteks rakkudeks (sõnast *soma* — keha). Erandi moodustavad sugunäärmeis tekkivad rakud. Need rakud, millede abil organism paljuneb, erinevad oluliselt somaatilistest ja neid nimetatakse sugurakkudeks. Isasorganismi sugurakud — spermatozoidid — erinevad oma ehituselt ja omadustelt naise sugurakkudest — munarakkudest. Kuid nii ühed kui ka teised omavad põhilist eripärasust: nende ühinemise tagajärjel areneb uus organism. Seda omadust pole ühelgi somaatilisel rakul. Alljärgnevalt vaatleme isas- ja emas-sugurakke eraldi.

SPERMATOZOIDID.

Spermatozoidid (neid nimetatakse ka spermiumideks ehk seemneniitideks) tekivad mehe suguelundites — munandites. Spermatozoid on rakk, millel on eriline (spetsiifiline) kuju ja mis suuruselt on väga väike (umbes 70 mikronit).

Spermatozoidis (joon. 9) eristatakse pead, vaheosa ja saba. Tuum võtab enda alla peaaegu kogu peaosa. Teda ümbritseb ainult õhuke protoplasmakiht, nn. tupik. Peaosas on tihenenud piirkond — perforatoorium ehk nokk, mis kergendab spermatozoidi tungimist munarakku. Spermatozoidi saba koosneb telgniidikesest ja õhukesest protoplasmakestast. Sellel spermiumiosal on lainelise liikumise võime, mille abil spermatozoid saab vedelikus edasi liikuda. Aktiivne liikumisvõime on spermatozoidi iseloomulik omadus.

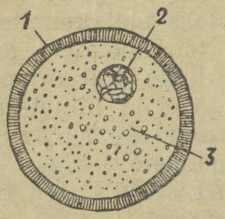
Inim- ja loomorganismis tekib spermatozoide tohutul hulgal; nii näiteks eraldab mees iga suguaktiga ligikaudu 150 000 000 spermatozoidi.



Joon. 9. Spermatozoid.
1 — pea;
2 — vaheosa;
3 — saba;
4 — sabaniidike.

MUNARAKUD.

Munarakud tekivad emasorganismi sugunäärmeis — munasarjades. Küps munarakk kujutab endast põiekest, mis sisaldab tuuma ja protoplasmat (joon. 10). Protoplasmas on näha teri: see on toitaine — rebu. Munarakud on harilikult spermatozoididest märksa suuremad. Naise munaraku läbimõõt on 0,2 mm, s. t. 200 mikronit. Munaraku suurus oleneb vahetult rebutagavarast. Kõige suuremad munarakud on linnumuna rebu ja kalamarja tera. Munarakus leiduv rebu on arenevale lootele toiduks. Seepärast on loomulik, et munas oleva rebu hulk ja tingimused, milles toimub loote arenemine, on teineteisega tihedalt seotud. Kaladel ja lindudel ei saa loode emaorganismist toitu, sest ta areneb väljaspool ema keha. Nende loomade munarakud on sellele vastavalt reburikkamad. Imetajail ja eriti inimesel areneb loode ema keha sees ja saab sellelt nabanööri kaudu toitu, mispärast nende organismide munarakud on ka vastavalt rebuvaesemad. Naise organismis tekib munarakke märksa vähem kui mehel spermatozoide. Nii eritab naise organism iga menstruatsiooniga ainult ühe munaraku. Kuid naisel valmivate munarakkude üldhulk on tema elu jooksul 300—400.



Joon. 10. **Munarakk.**
1 — kest; 2 — tuum; 3 — rakukeha rebuteradega.

Nii on selge, et mehe ja naise sugurakud erinevad oluliselt oma kujult, ehituselt ja, nagu edaspidi selgub, ka funktsioonidelt organismis teineteisest ja kõikidest teistest somaatilistest rakkudest.

Spermatozoide areneb mehe organismis väga suurel arvul; nad on suuruselt väga väikesed ja neil on tavaliselt aktiivse liikumise võime; neis pole mingisuguseid toitainevarusid.

Munarakke areneb naise organismis märksa vähem, nad on spermatozoididest suuremad, neil puudub aktiivse liikumise võime ja nad sisaldavad alati toitainevarusid (rebu).

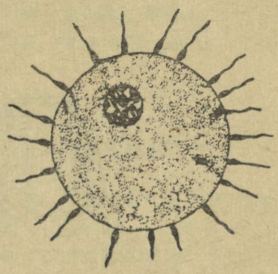
Loote arenemine.

VILJASTAMINE.

Loote arenemine algab inimesel ja loomadel viljastamismomendist. Viljastamine seisneb spermatozoidi ühinemises munarakuga. Inimese ja imetajate juures

pole viljastamist üldse võimalik vahetult vaadelda, sest see toimub emasorganismi sees. Sel põhjusel polegi inimese munaraku ja loote esimest arenemisjärku küllaldaselt saadud uurida. Kirjeldus on rajatud materjalile, mis on uurijate kätesse sattunud juhuslikult, varajaste abortide, operatsioonide jne. tagajärjel. Hästi läbi uuritud on viljastamine ja loote arenemine selgrootuil ja alamail keelikloomadel. Vaatleme viljastamist ja loote arenemist kõige alamal keelikloomal — *süstikkalal*, kellel need protsessid toimuvad tüüpiliselt kõikidele keelikloomadele, ja siis peatume inimese loote arenemise eripärasustel.

Üldjoontes toimub viljastamisprotsess järgmiselt (joon. 11). Suur hulk spermatozoide ümbritseb munarakku, kleepub selle väliskestale ja hakkab perforatooriumiga varustatud peaga munarakusse tungima. Pärast seda kui üks spermatozoididest on munarakku sisse tunginud, ilmub selle pinnale eriline *viljastuskile*, mis takistab teiste spermatozoidide sissetungimist. Munaraku protoplasmasse sattunud spermatozoid kaotab saba, tema tuum suundub rakutsentri poole ja sulab munaraku tuumaga kokku. Süstikkalal saab spermatozoid munarakku tungida ainult munaraku pealispinna teatava kindla piirkonna kaudu. Munarakku mittetunginud spermatozoidid hävivad. Viljastatud munarakk aga astub uude arenemisjärku — algab *lõigustumine*. Nii koosneb viljastamisprotsess kahest faasist: esimene — *spermatozoidi tungimine munaraku protoplasmasse* ja teine — *seemneraku ja munaraku tuuma ühinemine*. Üldjoontes samal viisil toimub viljastamine ka teistel loomadel. Mitmesuguseid erinevusi esineb selletõttu, et mõnedel loomadel saavad spermatozoidid munarakku tungida igast kohast; teistel tekib munaraku pinnale niinimetatud vastuvõttev kühmuke; kolmandail saab spermatozoid tungida veel mitte päris valminud munasse jms.

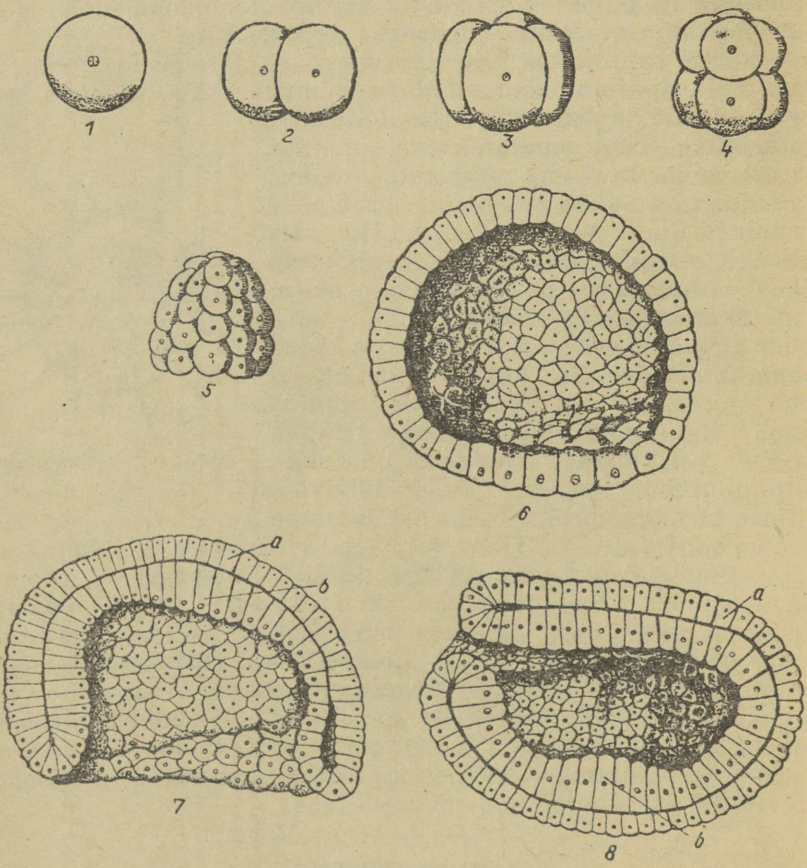


Joon. 11. Viljastamine.

LÕIGUSTUMINE.

Kohe pärast tuumade ühinemist hakkab munarakk kiiresti jagunema 2, 4, 8, 16 jne. rakuks. Neid rakke nimetatakse *blastomeerideks* ja kogu protsessi — *lõigustumiseks*.

Esimene ja teine lõigustumisvagu kulgevad piki meridiaani, kuid teineteisega perpendikulaarselt (joon. 12). Munarakk jaguneb järjestikku kaheks ja siis neljaks blastomeeriks. Kolmas lõigustumisvagu kulgeb piki ekvaatorit. Tekib 8 blastomeeri, kusjuures 4 alumist blastomeeri, mis vastavad munaraku reburikkamale osale, on 4-st ülemisest blastomeerist veidi suuremad. Edaspidi kulgevad lõigustumisvaod järjestikku kord piki meridiaani ja siis piki ekvaatorit, — tekib 16, 32, 64, 128 jne. blastomeeri.



Joon. 12. Süstikkala arenemine (skeem). **Lõigustumine ja gastrulatsioon.** 1 — viljastatud munarakk; 2 — kahe blastomeeri staadium; 3 — nelja blastomeeri staadium; 4 — kaheksa blastomeeri staadium; 5 — 32 blastomeeri staadium; 6 — blastula läbilõikes; 7 — varane gastrula; 8 — hiline gastrula: *a* — ektoderm, *b* — entoderm.

128 blastomeeri staadiumis kujutab loode endast tihedasti üksteise vastas olevate rakkude kobarat. Loote sees on vedelikuga täidetud õõs ja ühes kihis asetsevad blastomeerid moodustavad õõne seina. Seda loote staadiumi nimetatakse blastulaks ehk põislooteks. On huvitav, et blastulajärgus olev loode on viljastatud munarakust suuruselt ainult õige vähe suurem ja iga blastomeer kujutab endast väga väikest rakku. See on seletatav sellega, et lõigustumisprotsessis järgnevad munaraku jagunemised üksteisele väga kiiresti ja blastomeerid ei jõua kasvada. Selle eripärasuse poolest erineb lõigustumine harilikkudest raku jagunemistest, kus iga jagunemisega kaasneb kohe tekkiva raku kasvamine. Edasi toimub lõigustumine juba ebaühtlaselt, s. t. ühed blastomeeride rühmad jagunevad kiiremini, teised aeglasemalt. Selle tulemusena tekivad blastulas erinevad piirkonnad: ühed neist on moodustatud väikestest, teised suurematest rakkudest. Loode astub järgmisse arenemisstaadiumi.

GASTRULATSIOON. LOOTELEHTEDE TEKKIMINE.

Suurematest rakkudest moodustatud loote alumine sein hakkab pikkamööda sopistuma blastulaõõnde. Selle tulemusena omandab loode koti kuju, mille seinad on moodustatud kahest rakukihist. Seda kahekihilist loodet nimetatakse gastrulaks ehk kariklooteks ja sopistumisprotsessi ennast — gastrulatsiooniks. Gastrula välimist rakkudekihti nimetatakse välislooteleheks ehk ektodermiks, suurematest rakkudest moodustatud sisemist kihti aga nimetatakse siselooteleheks ehk entodermiks. Gastrula õõs, nn. ürgne soolõõs, on väliskeskkonnaga ühendatud ürgsuuga ehk blastopooriga (joon. 12).

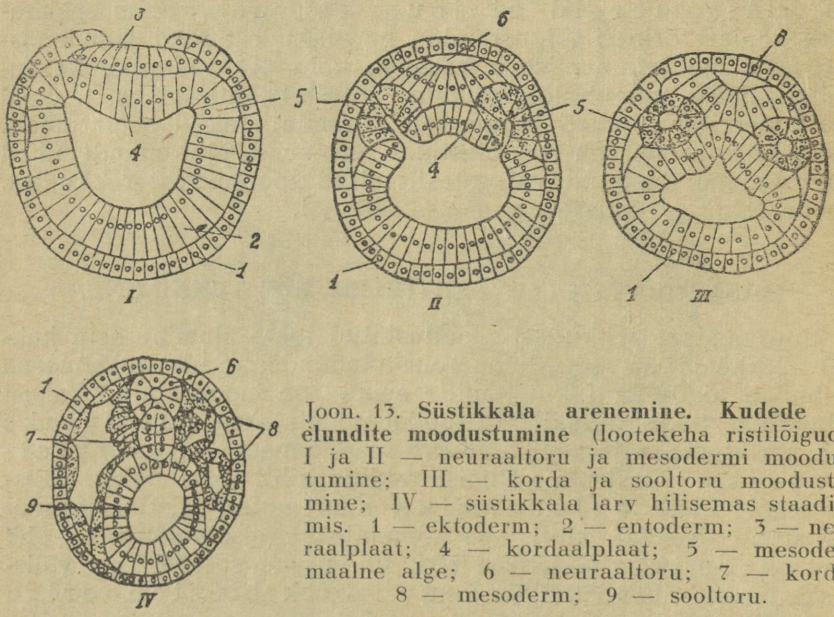
Gastrulatsiooniprotsessis venib loode piklikuks, blastopoori avaus muutub pikkamööda üha väiksemaks ning sulgub lõpuks täiesti. Gastrula omandab pikliku larvi kuju. Selle järel algab loote üksikuis piirkondades tulevase organismi kudede ja elundite moodustumine. Arenemine astub järgmisse staadiumi.

ELUNDITE JA KUDEDE MOODUSTUMINE.

Kudede ja elundite moodustumist on kõige hõlpsam jälgida lootest valmistatud ristilõikudel, alustades gastrulastaadiumist ja lõpetades larvi kujunemisega.

Juba hilises gastrulastaadiumis võib kariklootes märgata üksikuid piirkondi, millede arenemine suundub mitmesuguste elundite ja kudede moodustumisele.

Ektodermis eraldub kõrgemate rakkude rühm, nn. neuraalplaat. Selle all olevas entodermis on rida suuri rakke, mida nimetatakse kordaalplaadiks. Kordaalplaadi külgedel olevast entodermipiirkonnast eraldub mesodermaalsete algete osa — embrüonaalkilp.



Joon. 13. **Süstikkala arenemine. Kudede ja elundite moodustumine** (lootekeha ristilõigud). I ja II — neuraaltoru ja mesodermi moodustumine; III — korda ja sooltoru moodustumine; IV — süstikkala larv hilisemas staadiumis. 1 — ektoderm; 2 — entoderm; 3 — neuraalplaat; 4 — kordaalplaat; 5 — mesodermaalne alge; 6 — neuraaltoru; 7 — korda; 8 — mesoderm; 9 — sooltoru.

Neuraalplaadiga piiritletud ektodermiosad kerkivad kaheks kühmukeseks, kasvavad teineteisele vastu ja ühinevad lõpuks. Selle tulemusena jääb neuraalplaat ektodermi alla (joon. 13). Samal ajal paindub neuraalplaat ise tugevasti ja moodustab neuraaltoru. Hiljem paksenevad neuraaltoru seinad ja see muutub seljaajuks. Nii kujuneb närvisüsteem.

Kordaalplaat paindub kahekorra ja moodustab tihke väädi — korda ehk keeliku, süstikkala tulevase telgluustiku. Seljaaju ja selle all olev keelik kanduvad loote seljapoolsesse ossa. Entoderm, millest keelik eraldus, liitub servadest ja moodustab sooltoru. Sooltorust arenevad hiljem süstikkala

seede- ja hingamiselundid (joon. 13). Mesodermaalseiks algeiks nimetatud lootepiirkonnad eralduvad — nöörduvad muust entodermist kühmukeste kujul ja moodustavad kaks õõnsat põit. See on kolmas looteleht — mesoderm. Mesodermaalsed põiekesed jagunevad põikinöördumise teel kiiresti üksikuiks segmentideks — somiitideks. Somiitide seljapoolsest osast (s. t. sellest, mis on vastu kordat) areneb lihastik ja sooltorupoolsest osast — kehaõõne seinad. Selles teisekehaõõnes arenevad hiljem kõik siseelundid. Mesodermist arenevad samuti süstikkala kogu sidekude, veresoonestik ja eritamiselundid. Loote arenemine lõpeb suu, anaalse avause (päraku) ja lõpuskaarte tekkimisega.

Nii on väljakujunenud süstikkala larvil olemas juba kõik enam või vähem väljaarenenud koed ja elundid, kusjuures võime jälgida, et teatavast lootelehest, õigemini selle osast, areneb hiljem teatav kude või elundite süsteem. Nii arenevad süstikkala närvisüsteem ja nahakate esimesest lootelehest — ektodermist, korda ja sooltoru — teisest lootelehest — entodermist, lihastik, sidekude ja veresoonestik — mesodermist.

Õppisime tundma süstikkala arenemist, mis on põhijoontes tüüpiline kõikidele keelikloomadele (sealhulgas ka inimesele). Pöördume nüüd inimese loote arenemise omapärasuste juurde.

INIMESE LOOTE ARENEMISE OMAPÄRASUSED.

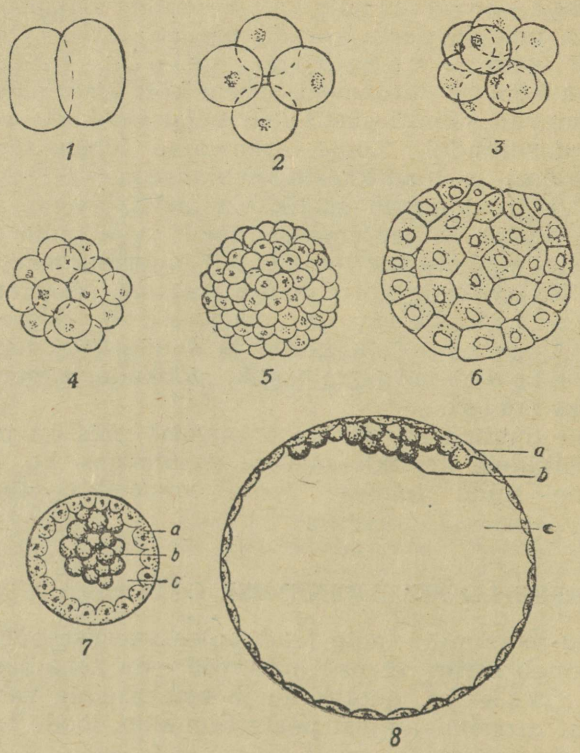
Imetajate ja inimese loote (embrüo) arenemise põhiline omapärasus seisneb selles, et nad arenevad ema keha sees, erilises elundis — emakas. Lootekeha ja emakaseinte vahel korraldub varasest arenemisjärgust peale tihe side: loode toitub otseselt ema organismist.

Lõigustumise tagajärjel muutub munarakk enam-vähem ühesuuruste rakkude kobaraks, milles võib eraldada välist rakkudekihti, nn. trofoblasti, ja keskset rakumassi (joon. 14). Seda staadiumi nimetatakse stereoblastulaks.

Selles arenemisjärgus tungib loode emaka limaskesta, kus toimubki tema edasine arenemine. Loode muutub suuremaks ja ühtlasi põiekujuliseks; tema seinad on moodustatud trofoblasti rakkudest. Tsentraalsed rakud asetuvad väikese tombuna trofoblasti alla, moodustades niinimetatud embrüonaalsõlme. Põiekese õõs on täidetud vedeliku ja hõredalt asetsevate rakkudega. Kõik see kokku moodustab lootepõie.

Hiljem kujunevad lootepõies üheaegselt loote keha, tema kestad ja manused.

Kõrgemate keelikloomade loode on kaetud kahe kestaga: amnioniga ehk veekestaga ja koorioniga ehk



Joon. 14. **Imetajate loote arenemine** (skeem). 1—4 — lõigustumine (koeral); 5 — koera stereoblastula; 6 — küüliku stereoblastula läbilõik; 7 — trofoblasti ja keskse rakumassi eraldumine küülikul; 8 — küüliku lootepõis: *a* — trofoblast, *b* — embrüonaalsõlmeke, *c* — lootepõie-õõs (loodet ümbritsev mesoderm).

kõldkestaga. Väliskest (koorion) areneb tugevasti paksenevast trofoblastist ja selle juures asetsevaist lootepõie-õõne rakkudest. Koorion on tihedasti ühenduses emaka limaskestaga. Tema pinnale tekivad jätked — hatud, millede abil loode tungib sügavale emakaseina. Koorionis ja selle hattudes arenevad

veresooned. Alguses on koorioni pind üleni hattudega kaetud, pärast jätkub nende arenemine ainult teatavas piirkonnas. Samal ajal muutub emaka limaskest tugevasti. Tema veresoonte seinad lahustuvad; moodustuvad suured, verega täidetud ruumid. Lootehatud osutuvad emaorganismi verre kastetuiks. Emaka limaskestaosa koos sellesse tunginud koorioni hattudega nimetatakse emakoogiks ehk platsentaks[1].

Sisemine, loodet vahetult ümbritsev kest — amnion — areneb embrüonaalsõlme rakkudest. Alguses on amnion väikese põiekese kujuline, siis kasvab ta pikkamööda suuremaks, täidab kogu lootepõie-õõne, liibub vastu koorioni sisepinda ja ümbritseb loodet igast küljest (joon. 15). Amnioni rakud eritavad amniootilist vedelikku, milles loode ujub. Lootevedeliku väljavoolamine sünnitamisel on ühenduses amnioni rebenemisega ja amnionivedeliku väljavoolamisega.

Loote lisaelundeiks on niinimetatud rebukott ja allantois. Mõlemad arenevad embrüonaalsõlmest ja kummalgi ei ole ei imetajate ega ka inimese loote arenemises suuremat tähtsust. Allantois ja rebukott kujutavad endist rudimentaarseid (väljaarenemata) loote-elundeid, milledel oli tähtsus meie kaugete esivanemate juures. Nad on välja arenenud ja etendavad suurt osa praeguste roomajate ja lindude loodetes selletõttu, et nende loomade munad arenevad väljaspool ema organismi ja loode toitub munarakkudes olevaist rebutagavaradest. Suurenev amnion tõrjub rebukoti ja allantoise kõrvale. Lõpuks jäävad nad kitsasse kanalisse (joon. 15). Seal arenevad veresooned: kaks nabaveeni ja üks nabaarteer, mis ühendavad koorioni veresoontega.

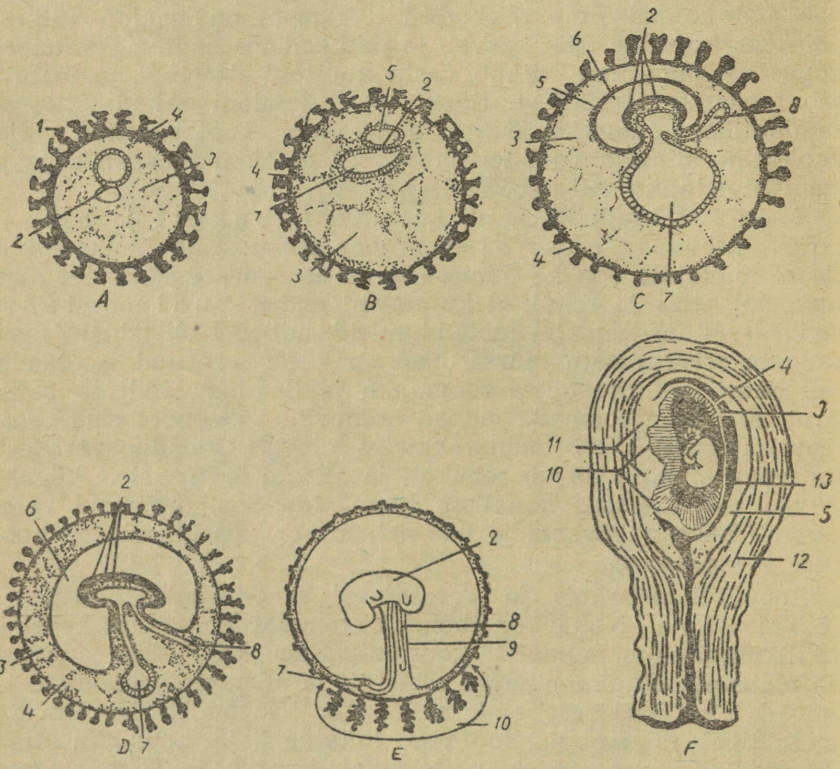
Rebukott, allantois ja veresooned moodustavadki nabanööri alge. Nabanöör ühendab arenevat loodet ema kehaga. Harilikult ühineb nabanöör koorioniga seal kohal, kus moodustub platsenta. Rudimentaarne rebukott ja allantois imenduvad ja kaovad teise üsasisese elukuu lõpuks. Nabanööri veresoonte kaudu tuleb emakoogist lootesse toitaineid ja hapnikku ning lahkuvad ema verre loote elutegevuse produktid. Toimub ainevahetus ema ja loote organismi vahel.

Koos lootekestade, nabanööri ja platsenta tekkimisega toimub ka loote enda arenemine.

Alguses on inimese lootel samuti kaks kihti — ektoderm ja entoderm. Hiljem tekib nende vahele veel kolmas leht

[1] Üksikasjalisemalt platsenta kohta vt. peatükis „Suguelundid".

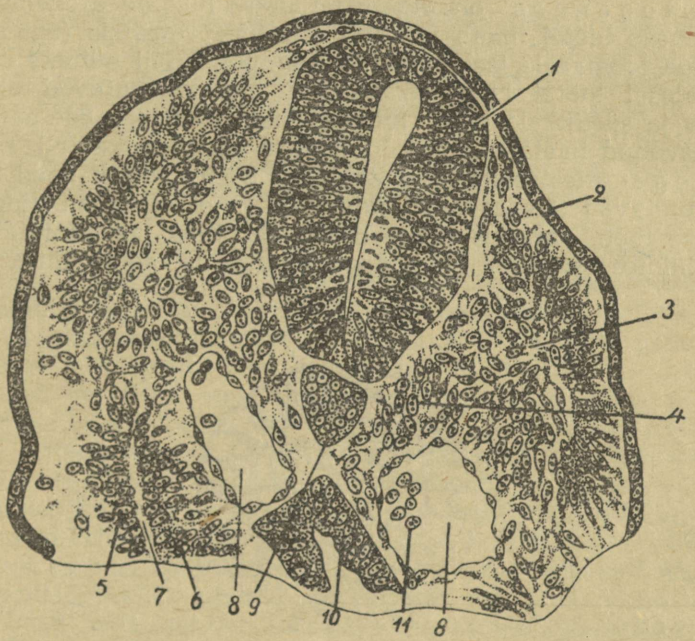
— mesoderm. Üsna alguses hakkab ektodermis kujunema närvisüsteem. Selle arenemine inimesel sarnaneb süstikkala närvisüsteemi arenemisega. Tekivad samuti neuraalplaat, neuraalvagu ja lõpuks neuraaltoru. Oluline erinevus on selles, et neuraaltoru eesmises otsas tekib inimesel (ja üldse kõrgemail keelikloomadel) peaaju. Süstikkalal peaaju pole. Ektodermist areneb pärast neuraaltoru eraldumist loote kate-epiteel: naha väliskiht — epidermis. Koos neuraaltoru arenemisega



Joon. 15. **Inimese loote arenemine.** *A* — lootepõie läbilõik arenemise varases staadiumis; *B* — sama hilisemas staadiumis; *C* — lootekestade ja manuste arenemine; *D* — sama hilisemas staadiumis; *E* — nabaväät ja platsenta (veel hilisem staadium); *F* — pool-skemaatiline läbilõik rasedast emakast teise raseduskuu lõpul. 1 — trofoblast ühes hattudega; 2 — loode; 3 — lootepõie-õõs; 4 — õõne rakud (loodet ümbritsev mesoblast); 5 — amnion; 6 — amnioniõõs; 7 — rebukott; 8 — allantois; 9 — nabaväät; 10 — platsenta; 11 — emaka eralduv kest (emapoolne platsentaosa); 12 — emakaseina lihaskiht; 13 — emakaõõs.

areneb entodermist korda, ja mesodermis tekivad segmendid (somiidid) — keha lihastiku alged. Seejärel kujuneb entodermis sooltoru alge, mis on mõne aja ühenduses rebukotiga.

Samal ajal toimub veel üks väga tähtis nähtus. Osa mesodermirakke muutub kohedaks ja hakkab liikuma — kujunevate elundite vahele rändama. Neid looterakke nimetatakse mesenhüümiks (joon. 16). Mesenhüüm kasvab kiiresti ja täidab elunditevahelise ruumi. Seejärel hakkavad mesenhüümis endas moodustuma koed ja elundid. Kordat ümbritsevast mesenhüümist tekib loote skelett. Vastu ektodermi olevast mesenhüümist arenevad sisemised nahakihid. Teiste sõnadega, mesenhüümist areneb kogu loote sidekude. Mesenhüümist tekivad juba varases arengustaadiumis veresoonestik ja veri, mis pole midagi



Joon. 16. **Mesenhüümi arenemine. Merisealoote seljaosa ristilõige.** 1 — neuraaltoru; 2 — ektoderm; 3 — seljasegment; 4 — mesenhüüm; 5 ja 6 — mesoderm; 7 — kehaõõs; 8 — aort; 9 — korda; 10 — sool; 11 — vererakud. Suurendus 220 korda.

muud kui vedel sidekude. Mesenhüümist arenevad samuti sisikonna silelihased, keha sünoviaalõõnte seinad jne.

Raseduse kolmandal kuul muutub loode juba inimesekujuliseks. Keha välise kuju ja siseelundite moodustumine on lõppenud. Viimastena arenevad nägu ja jäsemed.

Ontogeneesi mõiste.

Ontogeneesis on organismi individuaalne arenemine.

Inimese lootel ilmub ja kaob arenemisprotsessis (ontogeneesis) rida loomadele iseloomulikke tunnuseid. Nii näiteks on neljanädalasel lootel lõpuskaared, mis meenutavad alamate kalade ja süstikkala omi. Inimese viienädalane loode sarnaneb täiskasvanud imetaja looma lootega ja on üleni kaetud karvkattega; alles teisel kuul kaob tal saba. Kõik need tunnused puuduvad täiskasvanud inimesel, kuid esinevad tingimata inimese loote varaseis arenemisastmeis. Kõik see kinnitab veel kord inimese sugulust loomadega, inimese ja looma ühtsat päritolu.



KOED.

Eelmisest peatükist teame, et loote esimestes arenemisjärkudes koosnevad kõikide komplitseeritud hulkraksete organismide looted kolmest lootelehest — ektodermist, entodermist ja mesodermist. Lootelehtede rakud on oma kuju ja struktuuri poolest ühesugused. Hiljem moodustavad lootelehed kurde, kühmusid ja väljasopistisi, osa rakke nöördub lootelehest lahti, moodustades rakkudest vääte ja torusid, mõnikord rändab osa rakke välja ja koguneb teise kohta. Pärast seda hakkavad loote eri osadest pärinevad rakud ikka rohkem ja rohkem üksteisest erinema — üks omandab jätked, teine eritab rakkudevahelist ainet, kolmandad liituvad oma jätkete abil ja moodustavad niinimetatud süntsüütiumi. Rakkude protoplasmas tekivad mitmesugused organoidid ja sisaldised — niidikesed, terad jm. Kõiki neid protsesse nimetatakse spetsialiseerumiseks ehk rakkude diferentseerumiseks. Diferentseerumise tulemusena koosneb loote keha mitmeliigilistest rakkudest. Looterakkude erinevus ei avaldu mitte ainult kujus ja struktuuris, vaid ka erisuguste talitluste võimes: rakud erinevad selle ülesande poolest, mida nad organismis hakkavad täitma. Näiteks loote keha katvad ektodermirakud täidavad kaitsefunktsiooni; mesodermirakud omandavad kokkutõmbumisvõime ja muutuvad lihaseiks; osa mesenhüümirakke muutub veresoonte ja vere algeks — täidab toitmisfunktsiooni jne.

Teiste sõnadega — loote kehas tekivad koed. Kudede tekkimise protsessi nimetatakse histogeneesiks.

Koe all mõistetakse organismi osa, mis koosneb struktuurilt ja kujult ühesuguseist rakkudest ja rakkudevahelisest ainest, täidab teatavat funktsiooni ja areneb teatavast embrüonaalsest algest (s. t. teatavast lootelehest).

Loomade ja inimese organismis eristatakse koe nelja põhiliiki: 1) kate- ehk epiteelkude, 2) sidekude, 3) lihaskude ja 4) närvikude.

Vaatleme iga koeliiki eraldi.

Epiteelkude.

Epiteelkude ehk epiteel katab inimese keha välispinda, vooderdab keha siseõõsi, seede-, hingamis-, eritus- ja suguelundite siseseinu, moodustab peamise osa meie keha näärmeist ja kuulub meele-elundite koostisse.

Epiteeli asukohaga organismis on tihedalt seotud tema funktsioon. Epiteelkude nimetatakse katekoeks. Tõepoolest, meie naha epiteelkate, maoseinte, sooleseinte ja hingamiselundite seinte epiteliaalne vooderdus on katteks, ta asetseb organismi nendes kohtades, mis puutuvad otseselt kokku ümbritseva keskkonnaga (sest toit ja õhk, milledega soolte ja hingamiselundite epiteeli rakud kokku puutuvad, tulevad kehasse väljastpoolt).

Epiteelkude täidab kaitsefunktsioone (ta kaitseb organismi väliskeskkonna kahjulikkude mõjude eest) ja tagab ühendust ning ainevahetust organismi ja väliskeskkonna vahel (võtab väljast kasulikke aineid, võtab vastu välisärritusi ja eritab mõningaid aineid organismist).

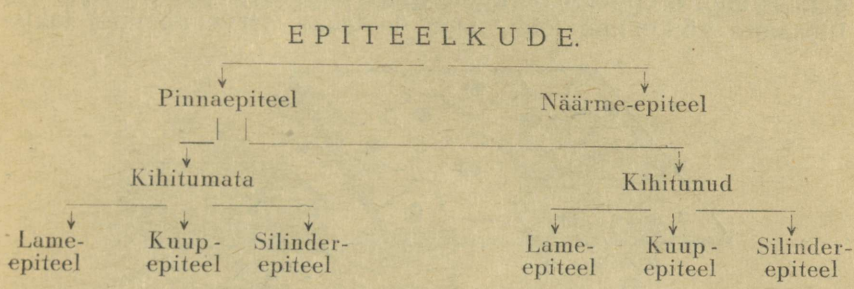
Kaitsefunktsioon kuulub peamiselt naha epiteelile. Just oma välise epiteelkihi tõttu ei lase nahk vett, gaase, baktereid ega muid aineid läbi. Ühendus- ja ainevahetusfunktsioon avaldub selgesti soole epiteelil: selle rakud on võimelised imema endisse lahustunud toitaineid, mis toiduga on organismi sattunud. Meeleelundite — silma, nina ja keele limanaha — ning naha epiteelirakud võtavad osa mitmesuguste välisärrituste vastuvõtmisest, mis aitavad meie organismil ümbritsevas keskkonnas orienteeruda.

Loote arenemisprotsessis muutub keha mõnedes kohtades naha-, soole- või hingamisteede-epiteel suuresti ja sellest kujunevad mitmesugused näärmed. Näärmete epiteelirakud produtseerivad mitmesuguseid nõresid (sekreete), milledel on organismile suur tähtsus. Nii näiteks nõristavad sülje-, mao- ja soolenäärmed seedemahlu. Nende mahladega läbiseeditud toitained imenduvad läbi soole-epiteeli verre. Näärmeid moodustav epiteel kannab näärme-epiteeli nimetust. Selle epiteeli funktsiooni nimetatakse sekretoorseks.

Epiteelkoe põhilised omapärasused seisnevad järgmises. Esiteks on epiteel organismis paigutatud ühtsa, katkematu kihina, olles tavaliselt teistest kudedest basaalmembraaniga (aluskilega) selgesti eraldatud. Teiseks asetsevad epiteelkoe rakud üksteise lähedal, puutudes oma pindadega kokku; nende rakkudevaheline aine on väga nõrgalt arenenud. Kolmandaks pole epiteelkoel oma veresooni ja ta toi-

tub sidekoest. Neljandaks areneb epiteelkude kõigist kolmest lootelehest. Nii tekib nahaepiteel ektodermist, soole- ja hingamiselundite-epiteel entodermist, keha siseõõnte- (rinna- ja kõhuõõne-) ja neerutorukeste-epiteel mesodermist.

Inimese keha epiteelkude võib tema tähtsuse, paigutuse ja rakkude kuju põhjal liigitada järgmiselt:



PINNAEPITEEL.

Kihitumata (ühekihiline) epiteel vooderdab sisemiste kehaõõnte siseseinu, seede- ja hingamiselundite seinu, neerutorukeste, seemnejuhade, munajuhade ja emaka seinu. Nagu juba nimetus näitab, on tema rakud paigutatud ühte kihti.

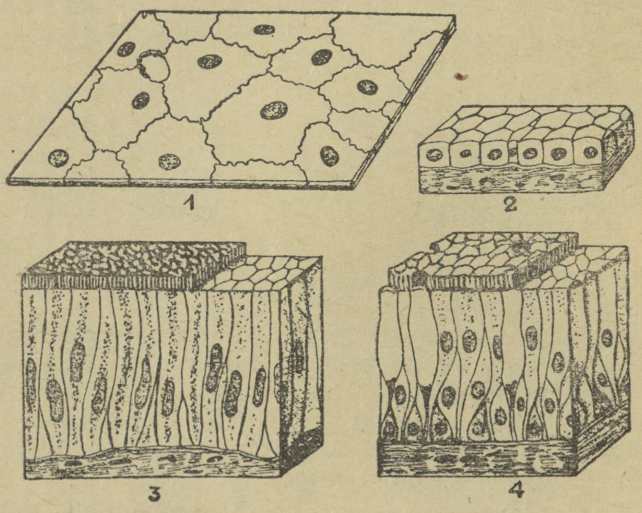
Rakkude kuju järgi jaguneb kihitumata kate-epiteel järgmiselt: lame-, kuup- ja silinderepiteel.

Kihitumata lame-epiteel vooderdab keha siseõõsi: rinnakoobast (pleura) ja kõhukoobast (abdoomen). Selletõttu, et see epiteeliliik areneb kolmandast lootelehest (mesodermist), nimetatakse teda mesoteeliks ja eraldatakse mõnel määral teistest epiteeliliikidest, kuna ta ei ole kokkupuutes väliskeskkonnaga, vaid vooderdab keha siseõõsi. Mesoteel koosneb lamedaist korrapäratu kujuga rakkudest, millede pealispinnad on tihedasti üksteise vastas. Hõbedaga impregneerimise meetodi abil saab rakkudevahelisi piirjooni nähtavaks teha (joon. 17).

Kihitumata kuupepiteel esineb neerudes (neerutorukeste seintes). Tema rakkudel on enam-vähem korrapäraste kuupide kuju (joon. 17).

Kihitumata silinderepiteel vooderdab seedeelundite siseseinu (söögitorust kuni pärasooleni) ja koosneb kõrgeist, oma kujult silindreid meenutavaist rakkudest (joon. 17). Peensooles on soolevalendiku poole pööratud rakkude pinnal eriline kutikulaar-ääris, mis on muust rakuosast tume-

dam. Peensoole epiteeli nimetatakse ääristatud epiteeliks. Huvitava eripärasusega on hingamiselundite — trahhea ja bronhide epiteel. See epiteel on loomult kihitumata silindriline epiteel, kuid näib kihitununa. See tekib sellest, et mainitud epiteeli rakkude tuumad asetsevad erisugustel kõrgustel. Niisugust epiteeliliiki nimetatakse mitmerealiseks (joon. 17). Hingamiselundite epiteeli rakkude vabal pinnal on peened ripsmed. Ripsmete kõikumine (ehk, nagu öeldakse, virvendamine) takis-



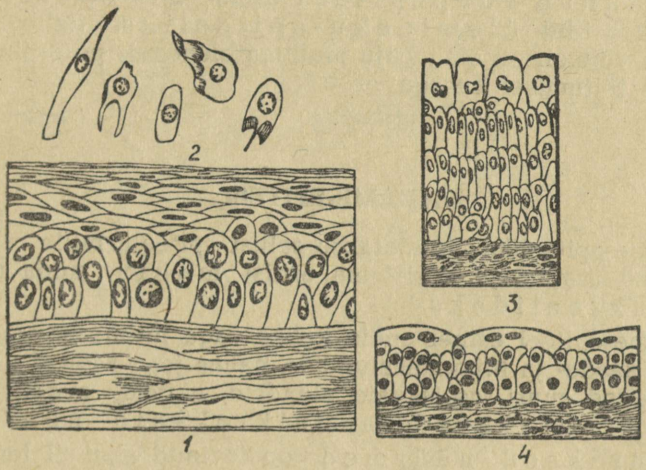
Joon. 17. Kihitumata epiteel. 1 — mesoteel; 2 — kihitumata kuupepiteel; 3 — kihitumata silinder- (ääristatud) epiteel; 4 — mitmerealine virve-epiteel.

tab väikeste aineosakeste — tolmuterakeste jm. kopsu sattumist. Selletõttu nimetatakse hingamiselundite epiteeli mitmerealiseks virve-epiteeliks. Virveripsmed esinevad ka kihitumata silindrilisel epiteelil. Nii on mehe seemnejuhade ja naise munajuhade ning emaka epiteel kihitumata silindriline virve-epiteel. Ripsmete virvendamine soodustab siin spermatozoidide liikumist.

Kihitunud epiteel. See epiteeliliik koosneb, nagu nimigi näitab, mitmest rakukihist. Ta võib samuti olla lame-, kuup- ja silindriline epiteel.

Kihitunud lame-epiteel moodustab naha välimise kihi — epidermise — koos kõikide lisanditega (karvad, juuk-

sed, küüned jm.); samuti vooderdab ta ka silma sarvkilet, suukoopa ja neelu, kusiti, tupe ning pärasoole limaskesta. See epiteel esineb kohtades, kus organism väliskeskkonnaga kõige rohkem kokku puutub. Just siin on kõige ilmekamalt väljendunud epiteeli kaitsefunktsioon. Vaatleme nahaepiteeli struktuuri (joon. 18). Kihitunud lame-epiteeli kiht on õhukese, nn. *basaalmembraani* peal, mis eraldab epiteeli lähemast, all olevast



Joon. 18. Kihitunud epiteel. 1 — küüliku sarvkesta kihitunud lame-epiteel (vertikaalne läbilõige); 2 — kihitunud lame-epiteeli üksikud rakud; 3 ja 4 — kusepõie seina kihitunud kuup- (ülemineku-) epiteel (ülal — kokkutõmbunud põieseina puhul, all — väljavenitatud seina puhul).

sidekoest. Basaalmembraani vastas olevad rakud on tavaliselt silindrilised, ümmarguste, hästi nähtavate tuumadega. Ülespoole muutuvad rakud lamedamaks; tuumad neis lamenduvad ja kaovad isegi päriselt. Pindmise kihi rakud kujutavad endist õhukesi lestmeid. Silindriliste rakkude kiht on kihitunud lame-epiteeli *elavaks kasvukihiks*. Selle kihi rakud on *paljunemisvõimelised*. Pinnale lähemal olevad rakud on juba surnud, sarvestunud; nad irduvad järk-järgult ja nende asemele tulevad uued, kasvukihi rakkude paljunemisel tekkinud rakud.

Uurides nahaepiteeli hoolikalt mikroskoobi all võib avastada rakkude protoplasmas peeni sirgeid niidikesi — *tonofibrille*; samuti võib näha, et epiteelirakud on üksteisega ühendatud eri-

liste protoplasmasillakestega. Tonofibrillid kulgevad piki protoplasmasillakesi rakust rakku.

Kõik need omapärasused annavad naha pinnaepiteelile suure vastupidavuse. Inimese juuksed, karvad ja küüned, loomade küünised, kabjad ja sarvede pealiskiht on kihitunud lame-epiteeli mitmesuguste modifikatsioonide näiteks. Sellel epiteelil on peamiselt kaitseülesanne.

Kihitunud kuupepiteel esineb kusepõies. Teda nimetatakse tihti üleminekuepiteeliks. Selle epiteeli rakud on võimelised oma kuju muutma olenevalt põieseinte pingest põie täitumisel kusega.

NÄÄRME-EPITEEL.

Näärme-epiteeliks nimetatakse sellist epiteeli, mille rakud on võimelised tootma ja nõristama erilisi mahlu, mida nimetatakse sekreetideks.

Näärme-epiteel esineb meie kehas väga mitmesugustes kohtades — seede- ja hingamiselundeis, nahas jm. Mõned näärmed moodustavad suuri iseseisvaid elundeid, näiteks maks. Eristatakse ainurakseid ja hulkrakseid näärmeid.

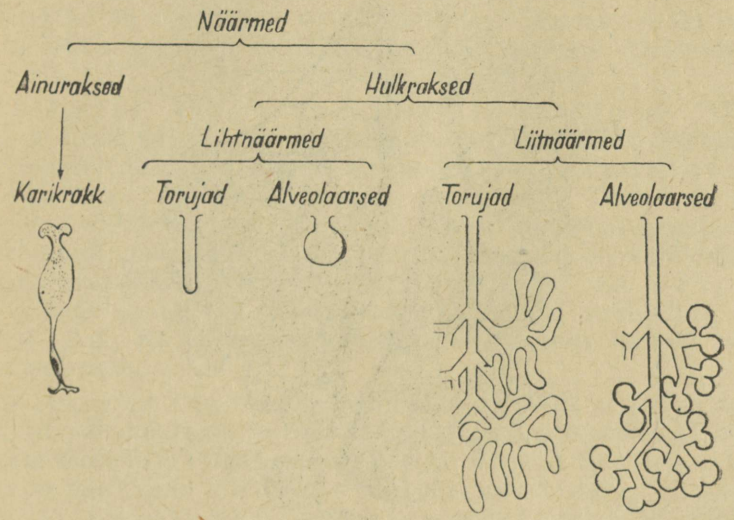
Ainuraksed näärmed on levinud alamail loomadel; imetajail ja inimesel esinevad nad ainult sooles ja hingamiselundeis. Need on niinimetatud karikrakud, mis asetsevad üksikuina tavaliste epiteelirakkude vahel (joon. 19). Olenevalt neisse kogunenud sekreedi hulgast on karikrakkudel mitmesugune kuju. Alguses on karikrakul hariliku silindrilise raku kuju; siis hakkab raku keskosasse (ülalpool tuuma) kogunema sekreeti teradena; sekreet hakkab protoplasmat ja tuuma kõrvale tõrjuma ning kogu rakk omandab karika kuju. Raku ülemine ots lõhkeb, ja sekreet väljub limase veniva massina. Karikrakkude sekreet niisutab hingamisteede epiteeli (takistades sellega tema kuivamist) ja teeb sooleseinad libedaks (mis on oluline toidu läbiminekul).

Hulkraksed näärmed on inimese kehas väga levinud ja nad ei moodusta enam kudesid, vaid elundeid, sest nende moodustamisest võtavad peale epiteelirakkude osa ka teised koed. Kuid suurema osa igas näärmes moodustab epiteel.

Kujult ja struktuurilt on näärmed toru- või sombukujulised (alveolaarsed), liht- ja liitnäärmed.

Nagu näeme jooniselt 19, on torujas lihtnääre ühest otsast kinnise toru kujuline ja alveolaarne lihtnääre avausega mulli kujuline. Toruja lihtnäärme näiteks võib olla enamik naha higinäärmeid, samuti välis-kuulmekäigu näärmed, mis nõristavad kõrvavaiku. Alveolaarsete lihtnäärmete näiteks on naha väikesed rasunäärmed.

Neid torujaid või alveolaarseid näärmeid, milledel on külgmised väljaulatised ja harud, nimetatakse vastavalt torujaiks



Joon. 19. **Näärmete liigitamine.**

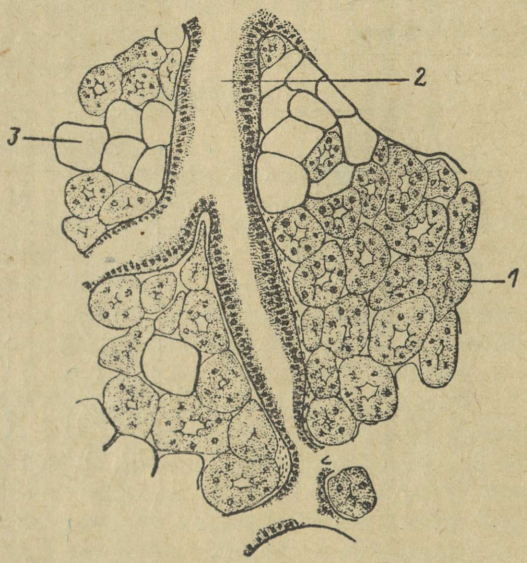
või alveolaarseiks liitnäärmeiks. Esimeste hulka kuuluvad suu limanäärmed ja süljenäärmed — keelealune ja lõuaalune (osaliselt).

Kõrva-süljenääret, kõhunääret, piimanäärmeid ja teisi võib nimetada alveolaarseiks või torujas-alveolaarseiks liitnäärmeiks.

Näärmed erinevad üksteisest ka sekreedi nõristamise viisi poolest. Mõned, nagu näiteks maks ja süljenäärmed, koguvad ja nõristavad sekreeti regulaarselt organismi kogu elu jooksul; seejuures ei lagune näärme-epiteeli rakkude sisu. Sekreeti nõristanud rakk kogub selle mõne aja pärast uuesti ja nõristab jälle.

Tartu Ülikooli
Raamatukogu

Kuid näiteks selliste näärmete rakud nagu rasunäärmete omad purunevad sekreedi eritumisel täiesti ja hukkuvad. Need rakud, nagu öeldakse, sünnivad ümber ja muutuvad sekreedimassiks. Liitnäärmeis asetseb näärme-epiteel tavaliselt sügavais harudes ja seda näärmeosa, mis pinnale ulatub, nimetatakse viimajuhaks; see on tavaliselt vooderdatud mittenäärmelise epiteeliga (joon. 20). Mõnedel meie keha näärmeil pole



Joon. 20. Inimese süljenääre (mikroskoopiline struktuur tugeva suurendamise korral). 1 — näärmerakud; 2 — näärmejuhad; 3 — rasvarakud.

väljaulatuvaid juhasid, nad pole ühendatud teiste elundite ja kehaõõntega. Selliseid näärmeid nimetatakse endokriinseiks ehk sisesekretoorseiks näärmeiks erinevalt tavalistest eksokriinseist ehk välissekretoorseist näärmeist (sülje-, higi-, piimanäärmed). Endokriinsete näärmete sekreet läheb otse verre ja seda nimetatakse inkreediks (s. t. sisesekreediks). Nende näärmetega tutvume üksikasjaliselt peatükis „Endokrinoloogia".

Sidekude.

Sidekoe üldnimetuse alla on kokku võetud meie keha need koed, mis täidavad vaheruumi üksikute elundite vahel, moodustavad elundite ja kogu organismi toese (skeleti), ühendavad ja seovad teisi kudesid omavahel ja moodustavad organismi niinimetatud sisekeskkonna. Kõik sidekoeliigid arenevad mesenhüümist, mis väljub teatavasti loote varases arenemisastmes mesodermist, levib kogu kehas ja täidab vahesid kujunevate elundite vahel.

Sidekoel on organismis erakordselt suur tähtsus. Võib nimetada sidekoe kolme peamist funktsiooni: toitmine, kaitsmine ja toestamine.

Toitmis- ehk troofiline funktsioon. Ühendades kudesid ja elundeid omavahel, olles organismi sisemiseks keskkonnaks, täidab sidekude sealjuures ka rakkudele toitainete kättetoimetamise ülesandeid. Teatavasti toob rakkudele toitaineid veri; kuid veresooned tungivad elundi sisemusse ainult piki sidekude. Veresoonte seinad on vooderdatud sidekoe erisuguse liigiga — endoteeliga. Ka veri ise pole midagi muud kui mesenhüümist arenenud vedelkude, s. t. sidekude. Ka rasvavarud ladestuvad sidekoes, näiteks nahaalune rasvakiht.

Kaitsefunktsioon. Mõned sidekoerakud on võimelised aktiivselt haarama ja neelama organismi sattunud baktereid, tolmuterakesi jne. Üksikud sidekoe piirkonnad on mikroobidele ja nende mürkidele läbimatuks tõkkeks, moodustades niinimetatud retiikulo-endoteliaalse süsteemi (vt. allpool).

Toestamisfunktsioon. Sidekude on üksikute elundite ja kehaosade vahel olles teistele õrnemaile ja kohevamaile kudedele toeks. Sidekude moodustab kõikide elundite sisemise toendi — strooma. Kogu keha tugi — skelett, luud, kõhred ja kõõlused ning sidemed — koosneb samuti sidekoest.

Tehakse vahet järgmiste sidekoeliikide vahel:

I	1. Veri ja lümf	II	5. Tihe sidekude
	2. Kohev sidekude		6. Elastne sidekude
	3. Retikulaarne ehk võrkjas sidekude		7. Kõhrkude
	4. Endoteel		8. Luukude

Esimest nelja sidekoeliiki iseloomustavad eeskätt toitmis-, kaitse- ja osaliselt toestamisfunktsioon. Järgmist nelja sidekoeliiki iseloomustab peamiselt toestamisfunktsioon.

Erinevalt epiteelkoest on sidekoele iseloomulik rakkudevahelise aine (põhiaine) tugev arenemine.

Näiteks kõhre ja luu põhimassi moodustavad mitte rakud, vaid just põhiaine.

Kirjeldame iga koeliiki üksikult.

Verd ja lümfi käsitletakse üksikasjaliselt lõikudes „Veri" ja „Vereringe".

KOHEV SIDEKUDE.

Kohevat sidekude (seda nimetatakse ka sassiskiuliseks kohevaks sidekoeks) mikroskoobi all uurides näeme selles järgmist struktuuri (joon. 21).

Koe peaosa moodustavad rakkudevahelised kiud. Kiudude kimbukesed asetsevad mitmesuunaliselt ja ristlevad üksteisega laineliste ribadena. Kimbud koosnevad üksikuist peenikestest kiukestest — fibrillidest. Need on niinimetatud kollageensed ehk liimi andvad kiud.

Keetmisel (eriti nõrgas leelise- või happelahuses) tursuvad nad ja annavad liimi [1].

Peale kollageensete kiudude võib seal näha ka teisi, peenemaid, sirgeid, mõnikord harulisi kiude; värvimata preparaatides paistavad nad läikivaina, s. t. nad murravad tugevasti valguskiiri. Need on niinimetatud elastsed kiud.

Intertsellulaaraines asetsevad sidekoerakud. Neid on mitmesuguseid. Peamisteks ja alatisteks sidekoerakkudeks on fibroblastid. Fibroblast (joon. 21) kujutab endast harulist tuumaga varustatud rakku. Fibroblasti protoplasma on jagunenud kaheks kihiks: väliskiht — ektoplasma ja sisemine, tuumalähedasem sõmerjas kiht — endoplasma. Fibroblastide kontuurid on ebaselged. Fibroblastide jätked ühendavad rakke ja on omavahel ühendatud intertsellulaarse substantsi kiududega. Arvatakse, et just fibroblastid on intertsellulaarse substantsi tekkimise kolleteks. Koe arenemise protsessis eritab noore fibroblasti protoplasma oma pinnale ektoplasmat. Siis tekivad ektoplasmas kiud ja see muutub intertsellulaarseks substantsiks.

Histiotsüüdid ehk soikuvad rändrakud moodustavad sidekoe teise väga tähtsa ja püsiva elemendi. Erinevalt fibroblastidest on histiotsüütidel (joon. 21) teravasti piiritletud

[1] *Colla* — liim.

kontuurid. Nende kuju on mitmesugune, enamasti haruline. Histiotsüüdid on suutelised neelama ja endisse koguma mitmesuguseid koesse sattunud kõrvalaineid (näiteks värvi). Sidekoe ärritumisel põletikuliste protsesside puhul muutuvad histiotsüüdid liikuvaiks rakkudeks. Nad võivad liikuda, oma protoplasma harusid välja sirutada ja mikroobe neelata. Siis nimetatakse neid fagotsüütideks (õgirakkudeks) ehk makrofaagideks.

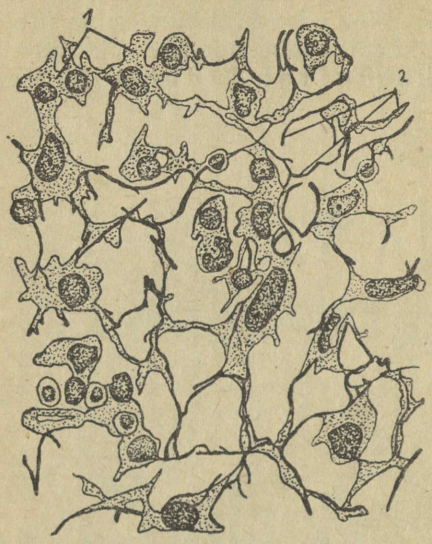


Joon. 21. **Kohev sidekude.** 1 — kollageensed kiud; 2 — elastsed kiud; 3 — fibroblastid; 4 — histiotsüüdid; 5 — rändrakud.

Peale fibroblastide ja histiotsüütide esineb kohevas sidekoes veel rasvarakke suurte kerakujuliste mullikestena, mis on täidetud rasvaga, siis veel pigmendirakke ja leukotsüüte, s. t. koesse sisserännanud valgeid vereliblesid. Lõpuks on kohevas sidekoes veel niinimetatud kambiumirakke. Need rakud on säilitanud mesenhüümi omadused ja nendest võib, sõltuvalt tingimustest, areneda mitmesuguseid sidekoerakke.

RETIKULAARNE SIDEKUDE.

Retikulaarne sidekude paistab mikroskoobi all võrgukujulise struktuuriga (joon. 22). Kõik rakud on omavahel seotud rohkearvuliste jätketega ja moodustavad ühtsa võrgustiku. Jätkete protoplasmas ja rakkude vahel leiduvad retikulaar- ehk retikuliinkiud (need erinevad veidi oma omadustelt kollageenseist ja elastseist kiududest). Retikulaarkoe silmuste vahel on alati koevedelik. Retikulaarne sidekude esineb peamiselt luuüdis, põrnas, lümfisõlmedes (nende elundite kirjeldus järgneb tagapool) ja ka nahas ning limaskestades.



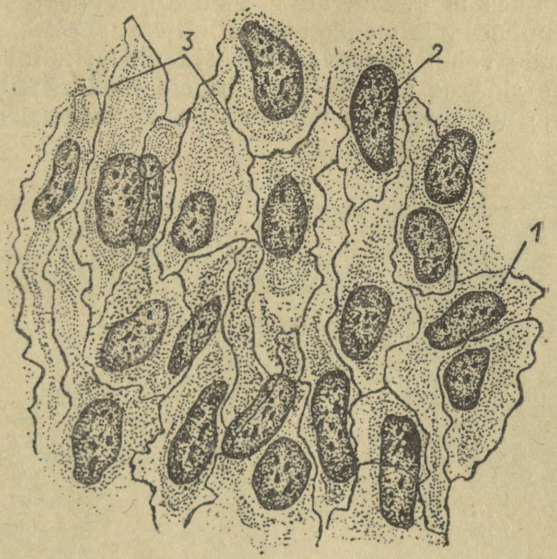
Joon. 22. **Retikulaarkude.** 1 — retikulaarsed rakud (omavahel seotud); 2 — retikuliinkiud.

Retikulaarse sidekoe omadused on väga huvitavad. Nagu histiotsüüdidki, on ka retikulaarne sidekude võimeline koevedelikust neelama mitmesuguseid sinna sattunud aineid (värvi ja muud). Põletikkude puhul rebeneb üksteisest läbipõimunud retikulaarsete rakkude jätkeist moodustunud retikulaarne võrgustik — tekivad eraldunud osad. Iga selline osa muutub rändrakuks. Rakud rändavad kude mööda põletikukohale ja hakkavad õgima — fagotsüteerima — mikroobe, hävinud rakke jne.

ENDOTEEL.

See sidekoeliik meenutab väliselt kihitumata lame-epiteeli. Endoteelirakud moodustavad oma korrapäratute äärtega tihedasti üksteise vastas olles pideva kihi (joon. 23). Endoteel vooderdab ajukelmeid, vere- ja lümfisoonte seinu. Kõige peenemate veresoonte, kapillaaride seinad on moodustatud peaaegu ainult endoteelist. Oma välise sarnasuse tõttu epiteeliga asetatakse endoteel paljudes populaarseis õpikuis epiteelkoe hulka, mis on

aga täiesti ekslik. Oma arenemise tõttu mesenhüümist ja omaduste poolest on endoteel *tüüpiline sidekude*. Mõnin-



Joon. 23. **Endoteel.** 1 — protoplasma; 2 — tuum; 3 — rakkude piirid (hõbedasooladega töödeldud).

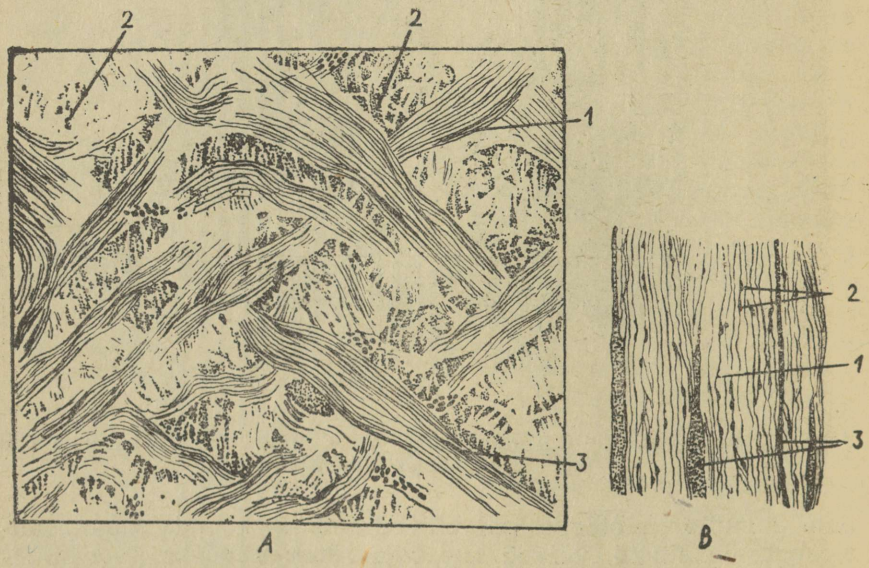
gate elundite endoteelirakud võivad endisse koguda samuti mitmesuguseid aineid, võivad muutuda rändrakkudeks (fagotsüütideks) või isegi teisteks sidekoe elementideks.

RETIIKULO-ENDOTELIAALNE SÜSTEEM.

Nagu eespool nägime, on histiotsüütidel, retikulaarsel sidekoel ja endoteelil omavahel palju ühist. Sarnasus seisneb mitte nende struktuuris, vaid ühesuguseis omadustes, mille tõttu kõik need sidekoe elemendid täidavad organismis kaitsefunktsiooni. Histiotsüüdid, endoteel ja retikulaarne sidekude kujutavad endist *võimsat kaitseaparaati*, mis kõrvalisi aineid ja mikroobe endasse kogudes ja fagotsüteerides kaitseb organismi haigestumise ja kahjulikkude ainete mõju eest. Seda organismi kaitseaparaati nimetatakse *retiikulo-endoteliaalseks süsteemiks*.

TIHKE SASSISKIULINE SIDEKUDE.

See kude on oma struktuurilt tüüpiline sidekude. Rakkudevahelises aines moodustavad peaosa kollageensete ja elastsete kiudude kimbud, mis on üksteisest mitmesuunaliselt läbi põimunud. Kiudude vahel asetsevad fibrotsüüdid ja mõned histiotsüüdid. Tihke sidekoe näiteks on naha sidekoeline kiht (joon. 24). Viimase aja uurimused on näidanud, et kollageensed ja elastsed



Joon. 24. **Tihke sassiskiuline sidekude.** *A* — sidekoeline nahakiht. 1 — kollageensete kiudude pikilõik; 2 — kollageensete kiudude ristilõik; 3 — fibrotsüüdi tuum. *B* — kõõlus (pikilõik). 1 — kollageensete kiudude kimbud; 2 — fibrotsüüdid (nende tuumad); 3 — koheva sidekoe vahekihitised.

kiud asetsevad ja on üksteisega läbi põimunud teatavas kindlas korras, moodustades üsna korrapärase võrgustiku.

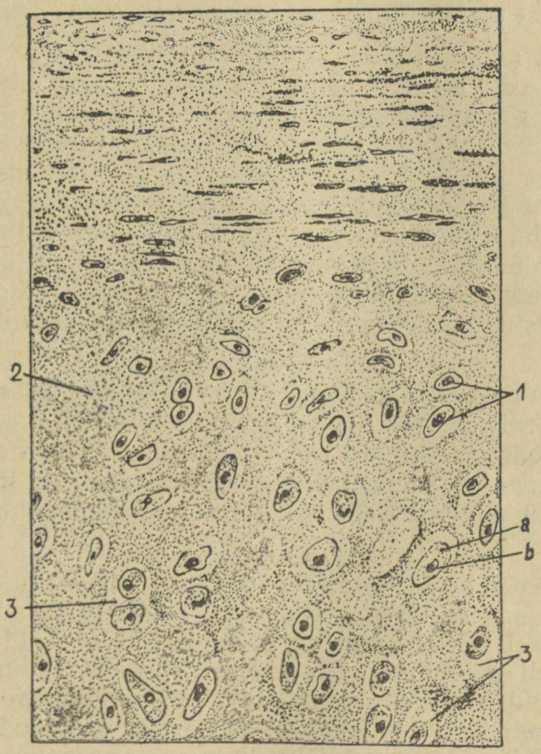
Teiseks tihke sidekoe näiteks on kõõlused, millede abil lihased kinnistuvad luude külge. Kõõlustes on kollageensed kiud paigutatud pikisuunaliselt ja on üksteisega rangelt paralleelsed. Kollageensete kiudude vahelistes kitsastes piludes asetsevad kokkulitsutud, pikaks venitatud tuumadega fibrotsüüdid. Neid nimetatakse tavaliselt k õ õ l u s r a k k u d e k s (joon. 24).

ELASTNE SIDEKUDE.

Elastne sidekude sarnaneb suuresti tihke sassiskiulise sidekoega, kuid temas domineerivad, nagu nimigi näitab, mitte kollageensed, vaid elastsed kiud. Sellest koest koosnevad mõned luustiku sidemed, nn. kollased sidemed, näiteks veise turjaside (*lig. nuchae*).

KÕHRKUDE.

Kõhrkoe (*cartilago*) põhimassi moodustab intertsellulaarne substants ehk põhiaine. Olenevalt põhiaine struktuurist eristatakse kolme liiki kõhre: hüaliinne ehk klaasjas, elastne ja fibroosne ehk kiuline kõhrkude.



Joon. 25. **Hüaliinne kõhrkude.** 1 — kõhrerakud; 2 — kõhre põhiaine; 3 — kõhrekapslid: *a* — protoplasma, *b* — tuum.

Hüaliinne kõhrkude. Selles kõhre intertsellulaarses substantsis pole ilma ettevalmistava töötlemiseta märgata kiulist struktuuri. Põhiaine näib homogeensena, veidi hägusena ja meenutab mattklaasi. Rakud asetsevad üksikult või rühmadena, nad on mitmesuguse, kuid enamasti ümara kujuga. Mõnikord on märgata, et osa intertsellulaarsest substantsist, mis ümbritseb rakku või rakkude rühma, näib heledamana (murrab valguskiiri veidi teistmoodi). Neid heledamaid rõngaid nimetatakse kõhrekihnudeks (joon. 25). Keedusoola ja lubjaveega töötlemisel laguneb hüaliinkõhre põhiaine üksikuiks kiududeks. Keetmisel saab kõhrest liimi. Järelikult on need kiud samasugused kollageensed kiud, ainult veidi modifitseeritud. Nende kiudude ainet nimetatakse kondriiniks. Kõhre põhiaine (ja järelikult ka kõhr tervikuna) on elastne, kannatab hästi rõhumist ja painutamist. Sellest oleneb kõhre toestav osa organismis.

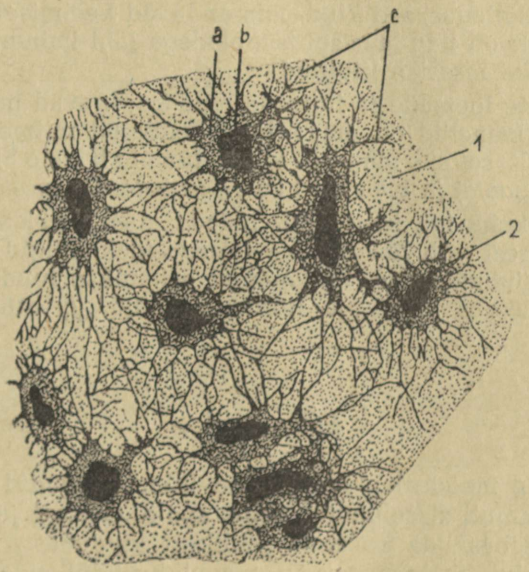
Inimesel on hüaliinkõhrest moodustatud roiete rinnakupoolsed otsad (siin kergendab kõhre elastsus roiete tõusmist ja vajumist hingamisel), kõri ja hingetoru kõhred. Hüaliinkõhrega on kaetud luude ja liigeste kokkupuutuvad pinnad. Siin hõlbustab kõhrest kate liigeste liikumist — vähendab hõõrdumist. Alamail loomadel — haikaladel ja tuuralistel ning mõnedel kahepaiksetel — on kogu skelett ehitatud hüaliinkõhrest. Inimese loote skelett on samuti peaaegu täielikult kõhrest. Esimesed luustumistuumad tekivad juba loote-eas; kõhre aeglane luustumine jätkub lapse- ja noorukieas (kuni 24—25 eluaastani).

Elastne ja kiuline kõhr. Elastne kõhrkude erineb hüaliinsest selle poolest, et ta põhiaine koosneb peamiselt elastsetest kiududest. Elastsest kõhrest koosneb kõrvalest. Kiulises kõhrkoes on selgesti nähtavad kollageensed kiud. Inimese kehas esineb kiuline kõhrkude lülisamba lülidevahelistes ketastes.

Kõhreümbris (*perichondrium*). Põhiaines olevad kõhrerakud ei saa muidugi paljuneda. Kõhr kasvab perikondrist, mis ümbritseb kõhre pinda ja koosneb kiulisest sidekoest. Kõhreümbris on rikas paljunemisvõimelistest kambiumirakkudest. Moodustunud kõhrkude ümbritsevad kõhreümbriserakud eritavad põhiainet, müürivad ennast selle sisse ja moodustavad uue kõhrekihi. Kõhre toidavad kõhreümbrise veresooned, mis ei tungi kõhresse sisse. Toitained imbuvad läbi sooneseinte kõhre põhiainesse ja jõuavad nii rakkudesse.

LUUKUDE.

Struktuurilt kõige komplitseeritum on viimane sidekoeliik — luukude. See moodustab organismi luustiku — lülisamba, kolju, roided ja jäsemed. Skelett on keha tugi; skeleti üksikud osad kaitsevad õrnu elundeid (näiteks kolju kaitseb aju); luude külge kinnistuvad lihased, moodustades liikumiselundeid. Seoses kõige sellega on arusaadav, et luukude täidab organismis toestamisfunktsiooni. Sellele funktsioonile vastab ka luukoe ja üksikute luude struktuur.



Joon. 26. Luukude (valge hiire sõelluu läbipaistev tükike tugevasti suurendatult). 1 — põhiaine; 2 — luurakk: *a* — protoplasma, *b* — tuum. *c* — rakkude jätked.

Luukude koosneb suurest hulgast üksikuist luulamellidest ehk -õhikuist. Mõnedel kaladel koosnevad koljuluud igaüks ühest sellisest lamellist.

Vaatleme üksiku luulamelli struktuuri (joon. 26). Selleks võetakse kala koljuluu, nn. lõpuskaas, või läbipaistev luuke

valge hiire sõelluust, pestakse seda ja vaadeldakse värskena glütseriinis läbi luubi. Lamelli peamassi moodustab põhiaine. See näib homogeensena. Selles asetsevad ovaalse kujuga rakud. Rakkudest väljuvad rohkearvulised peened hargnevad jätked, mis on naaberrakkude jätketega ühendatud põhiaines olevate peenikeste kanalite kaudu. Kui luulamelli keeta või kuivatada, siis rakud hävivad ja nende asemele jäävad põhiaines tühikud — õõned, milledel on täpselt samasugune jätkeline kuju kui rakkudelgi. Need õõned meenutavad väikesi ämblikke. Neid on hakatud valesti nimetama luukehakesteks. Põhiaines leiduvad samad kollageensed kiud, mis annavad keetmisel liimi. Kõhrest erinevalt on nad luus lubjasooladega läbi imbunud ja ühtlaseks tugevaks massiks liitunud.

Kõrgemate loomade ja inimese luud koosnevad paljudest luulamellidest. Lamellid on omavahel ühendatud mitmesugusel viisil. Vastavalt sellele tehakse vahet luu tihkeolluse (*substantia compacta*) ja käsnolluse (*substantia spongiosa*) vahel.

Inimese keha iga luud võib pidada elundiks, sest tema moodustamisest võtavad osa ka teised sidekoeliigid ning närvikude närvikiudude näol. Sellepärast esitatakse luude struktuuri üksikasjad lõigus „Tugi- ja liikumiselundid" (peatükis „Skeleti üldmõiste").

Lihaskude.

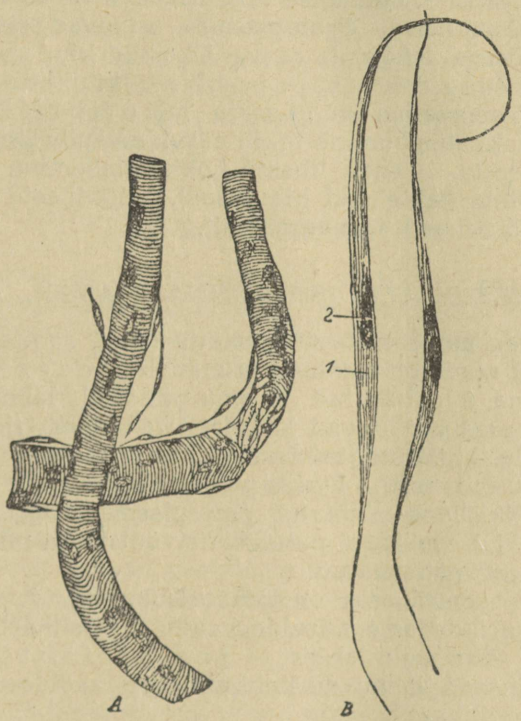
Lihaskude moodustab meie keha liikumiselundid — luustiku lihased ja samuti siseelundite (mao, soole, emaka) ja veresoonte lihaskihid. Lihaskude koosneb piklikest kiududest, mis on võimelised kokku tõmbuma, s. t. oma pikkust lühendama. Kokkutõmbumine on lihaskoe põhifunktsioon, sellega on seotud lihaste ülesanne organismis. Lihaste kokkutõmbumise tõttu võib inimene oma jäsemeid liigutada ja selletõttu ruumis liikuda. Lihaste kokkutõmbumine tekitab hingamisliigutusi (sisse- ja väljahingamine), vere voolamist soontes, toidu liikumist seede-elundeis. Lõpuks lihaste kokkutõmbumise tagajärjel toimub ka sünnitusakt.

Inimese keha lihased jagunevad kahte rühma: vöödilised skeletilihased (somaatilised) ja sile- (sisikonna-) lihased.

Kummagi rühma lihaskude erineb teisest üsna tublisti oma struktuurilt, omadustelt ja arengult.

VÖÖDILISED (SKELETI-) LIHASED.

Vöötlihaskude areneb kolmandast lootelehest — mesodermist — ja esineb peamiselt skeleti luudel. Ta koosneb lihaskiududest, mis on pikuti tugevasti välja venitatud. Kiu läbimõõt on 10—100 mikronit (0,01—0,1 mm), pikkus küünib aga mõnikord 120 000 mikronini, s. t. 12 sm. Vöötlihaskiud (joon. 27, *A*) on



Joon. 27. **Lihaskude.** *A* — vöötlihaskiud. Võib näha tuumasid ja ristvöötsust. Parempoolne kiud on rebenenud; kärisemise kohal on nähtav sarkolemma. *B* — silelihaskiud. 1 — protoplasma; 2 — tuum.

kaetud kilega — sarkolemmaga. See sisaldab protoplasmat — sarkoplasmat, milles piki kiudu kulgevad arvukad peenikesed niidikesed — müofibrillid. Vöötlihased on saanud oma nimetuse sellest, et nende kiud paistavad mikroskoobi all ristivöödilistena. Mikroskoobi all vaatlemisel (tugeval suurendusel) võib veenduda, et ristvöötsus oleneb müofibrillidest. Fib-

rilli üksikud osad ei murra valguskiiri ühtemoodi; sellepärast paistab üks osa heledamana, teine tumedamana. Heledad ja tumedad piirkonnad, mida nimetatakse diskideks (ketasteks) ehk vöötideks, on paralleelselt asetsevais fibrillides ühel tasapinnal. Sellepärast paistab kogu kiud tervikuna vöödilisena. Sarkoplasmas, otse sarkolemma all, asetsevad väga rohkearvulised tuumad. Vöötlihaskiud pole üks rakk. Selliseid moodustisi nimetatakse organismis süntsüütiumideks (laatrakustikeks). Protoplasmas esinevad sisaldised — glükogeen (loomne tärklis) ja rasv. Üksikud kiud on omavahel ühendatud koheva sidekoe väga peenikeste kihikestega.

Kokkutõmbumisvõime on lihaskiu müofibrillide omadus. Lihase kokkutõmbumine tekib närvide kaudu lihasesse saabuva erutuse tõttu. Nende lihaste kokkutõmbamine allub meie soovile ja tahtele (tahtelised liigutused). Vöötlihaste kokkutõmbumine toimub kiiresti ja energiliselt.

SILELIHASED (SISIKONNALIHASED).

Silelihaskude moodustab siseelundite (mao, soolte, emaka ja kusepõie) ning veresoonte seinad ja areneb mesenhüümist. Teiste sõnadega, silelihaskiud on oma päritolult lähedased sidekoele. Silelihased koosnevad käävjaist rakkudest (joon. 27, *B*), mis on vöötlihaskiududest märksa väiksemad (nende pikkus on umbes 20—500 mikronit). Piklik pulgakujuline tuum on raku keskkohas. Pikisuunas läbivad protoplasmat väga peenikesed müofibrillid, milledel puudub ristvöötsus ja mis ilma värvimata on täiesti nähtamatud.

Müofibrillide omaduseks on kokkutõmbuvus. Ärritused saabuvad silelihaskiududesse närvide kaudu. Silelihastiku kokkutõmbumine ei sõltu meie tahtest — see on tahtele allumatu. Silelihased tõmbuvad kokku märksa aeglasemalt ja nõrgemini kui vöötlihased.

Südamelihas erineb oma sisemise struktuuri ja omaduste poolest nii vööt- kui ka silelihaseist. Üksikasjaliselt kirjeldatakse seda südant käsitlevas lõigus.

Närvikude.

Närvikude koos sidekoega moodustab organismi närvisüsteemi — pea- ja seljaaju ning arvukad närvid, millede kiud moodustavad mitmesugustes kudedes ja elundeis närvilõpmed.

Närvikoe põhilisteks omadusteks on ärrituvus ja juh-

tivus, teiste sõnadega, närvikoel on võime väljastpoolt ärritusi vastu võtta ja neid oma kiudude kaudu teistele kehaosadele edasi anda. Need omadused tingivadki selle tohutu tähtsuse, mis närvisüsteemil on organismis. Närvisüsteem võimaldab üksikute kehaosade vahelist ühendust, suunab (reguleerib) üksikute elundite funktsioone, ühendab organismi välismaailmaga. Närvisüsteemi tõttu funktsioneerib inimese organism ühtsa tervikuna.

Närvikude areneb ektodermist ja koosneb närvirakkudest koos nende närvikiudude ja närvilõpmetega. Närvirakku koos jätkete ja lõpmetega nimetatakse neuroniks. Meie närvisüsteem on moodustatud tohutust hulgast sellistest neuronitest.

NEURONI STRUKTUUR.

Närvirakud esinevad peamiselt selja- ja peaajus ning moodustavad, nagu edaspidi näeme, aju hallolluse. Jätkete hulga järgi eristatakse unipolaarseid (ühejätkelisi), bipolaarseid (kahejätkelisi) ja multipolaarseid (mitmejätkelisi) rakke (joon. 28).

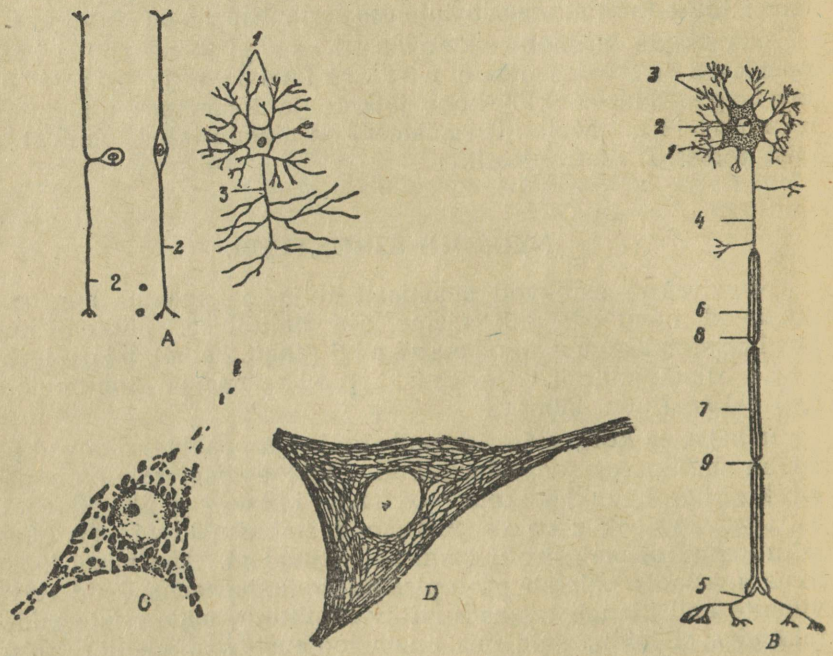
Inimese ja kõrgemate loomade selja- ja peaajus esinevad peamiselt multipolaarsed närvirakud. Igal sellisel rakul on palju lühikesi hargnevaid jätkeid — dendriite — ja üks pikk jätke — neuriit ehk akson, mis moodustabki närvikiu. Närviraku keha koosneb protoplasmast ja tuumast. Uurimisel loomulikus seisundis paistab protoplasma homogeensena, kuid erivärvingute abil ilmneb temas huvitav struktuur, mida teiste kudede rakkudes ei leidu, vaid mis on iseloomustav ainult närvirakkudele.

Nii ilmnevad protoplasmas metüleensinisega värvides väikesed nurgelised kängukesed. Neid nimetatakse Nissl'i kehakesteks (õpetlase järgi, kes neid esimesena kirjeldas) ehk tigroidiks, sest värvunud kängukesed annavad rakule tiigrinaha ilme (joon. 28, *C*). Kängukeste hulk ja paigutus pole kõikides rakkudes ühesugune. Tigroidi osatähtsus ei ole seni päris selge. On tähele pandud, et kängukeste hulk on väsinud närvirakkudes (s. t. rakkudes, mida pikemat aega on ärritatud) märksa väiksem. Seetõttu arvavad mõned õpetlased, et tigroid on varutoitaineks, mida närvirakk töötades pikkamööda kulutab.

Erilise, hõbedaga impregneerimise (hõbetamise) meetodi abil õnnestus selgitada närvirakus peente kiudude olemasolu, milliseid nimetati neurofibrilliideks (joon. 28, *D*). Mitme-

suunaliselt läbipõimunud neurofibrillid läbivad rakukeha ja jätkuvad neuriidis. Paljud õpetlased omistavad neurofibrillidele närvikoe erutuse edasiandmise võime.

Närvikiud ehk neuriit ühendab ajus olevat närvirakku, s. t. tsentraalnärvisüsteemis olevat rakku, kudede ja elun-



Joon. 28. **Närvikude.** *A* — närvirakkude tüüpe. Esimene vasakult — ühejätkeline närvirakk; teine — kahejätkeline närvirakk; kolmas — mitmejätkeline närvirakk. 1 — dendriidid; 2 ja 3 — neuriidid. *B* — neuroni struktuur. 1 — rakukeha; 2 — tuum; 3 — dendriidid; 4 — neuriit (akson); 5 — neuriidi hargnenud lõpe; 6 — neurilemma; 7 — müeliin; 8 — telgsilinder; 9 — Ranvier' soonistised. *C* — Nissl'i kehakesed (tigroid) närviraku protoplasmas. *D* — närviraku neurofibrillid.

ditega, mis asetsevad laiali kehas — tema perifeerias. Mitme neuroni närvikiud moodustavad närvi — nn. närvisüsteemi perifeerse osa. Närvikiud on kaetud närvikiutupega ehk neurilemmaga, mis koosneb välisest, Schwann'i rakkude kihist ja sisekihist, mis sisaldab erilist rasvataolist ainet — müeliini. Müeliin on läikiv valge aine, mispärast müe-

liini sisaldavad närvikiud näivad valgena ja neid nimetatakse *säsistunud kiududeks*. On olemas ka *säsituid kiude*, millede kattes müeliini ei leidu. Kiu tsentraalse osa moodustab närviraku jätke, mida nimetatakse *telgsilindriks*. Müeliinkate katkeb kohati, tekivad niinimetatud Ranvier' soonistised (joon. 28, *B*).

Elundisse tunginud närvikiud moodustab seal *närvilõpme*. Närvilõpmed on suuruselt ja kujult väga erisugused. Funktsioonilt on olemas kahte liiki närvilõpmeid: *retseptoorsed* ehk *sensiiblid* (s. t. sellised, mis võtavad vastu välisärritusi) ja *motoorsed* (näiteks lihastes olevad närvilõpmed), milledes närvikiudu mööda tulev ärritus antakse elundile edasi. See ärritus põhjustab elundi tegevusse astumist. Näärmeis lõppevaid motoorseid närvikiude nimetatakse *sekretoorseiks*. Üksikute närvilõpmete struktuuri vaatleme üksikasjaliselt peatükis „Meele-elundid".

NEUROGLIA.

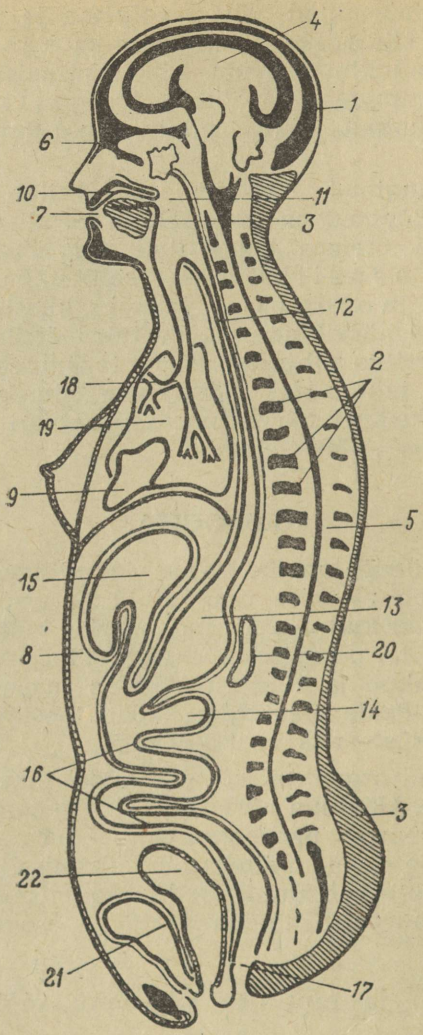
Neuronid, milledel on ärrituvuse ja juhtivuse võime, moodustavad närvikoe peamise osa. Kuid närvisüsteemi elundeis esineb ka teist liiki kude — neuroglia. See kude areneb samuti ektodermist, kuid tal pole ärrituste vastuvõtmise ja edasiandmise võimet. Tema rakud ja kiud on *toeks neuronitele* ja nende jätkeile. Peale neuroglia täidab toestavat ning toitvat funktsiooni närvisüsteemis veel sidekude.

Väljakujunenud organismi närvirakkudel puudub paljunemis- ja kasvamisvõime. Hävinud närvirakk ei regenereeru, vaid asendub sidekoega. Neuroni perifeerne osa — närvikiud — on võimeline vigastumise puhul (näiteks läbilõikamisel) aeglaselt regenereeruma. Regenereerub ainult see kiuosa, mis on otseselt ühendatud neuroni tsentraalse, tuuma sisaldava osaga.

Elundi ja elundite süsteemi mõiste.

Inimese ja looma organismis on peale kudede veel *elundid*. Elundiks nimetatakse niisugust kehaosa, mis koosneb mitmest eri koest ja millel on teatav kindel funktsioon. Nii näiteks leiduvad südames lihaskude, närvikude ning ka sidekude. Silma kujundamisest võtab osa nii epiteel-, närvi- kui ka sidekude.

Organism koosneb kudedest ja elundeist. Koed koosnevad rakkudest ja rakkudevahelisest ainest. Tervik ja osad on orga-



Joon. 29. **Inimese keha elundite süsteemid.** Luude ja lihaste süsteem: 1 — kolju; 2 — lülisammas; 3 — lihased. Närvisüsteem: 4 — peaaju; 5 — seljaaju. Meele-elundite süsteem: 6 — silm; 7 — keel; 8 — nahk. Vereringesüsteem: 9 — süda. Seede-elundite süsteem: 10 — suuõõs; 11 — neel; 12 — söögitoru; 13 — magu; 14 — kõhunääre; 15 — maks; 16 — sool; 17 — pärasool. Hingamiselundite süsteem: 18 — bronhid; 19 — kopsud. Eritamiselundite süsteem: 20 — neer; 21 — kusepõis. Suguelundite süsteem: 22 — emakas.

nismis üksteisega tihedasti seotud. Organismi talitlus sõltub tema osade — elundite, kudede ja rakkude funktsioonist. Kuid iga raku, koe või elundi töötamine omakorda sõltub kogu organismi kui terviku elutegevusest.

Organismi tähtsamaid funktsioone, nagu näiteks toitumist, hingamist jne., ei täida mitte mõni üksik elund, vaid terve rida elundeid. Seetõttu on inimese keha elundid, mis organismis üheskoos täidavad teatavat funktsiooni, ühendatud *elundite süsteemiks*.

Inimese kehas eristatakse järgmisi elundite süsteeme: 1) *liikumiselundite ehk luude ja lihaste süsteem*, 2) *närvisüsteem*, 3) *meele-elundite süsteem*, 4) *vereringesüsteem*, 5) *seede-elundite süsteem*, 6) *hingamiselundite süsteem*, 7) *erituselundite süsteem*, 8) *endokriinne ehk sisesekretoorsete näärmete süsteem*, 9) *sigimiselundite ehk suguorganite süsteem* (joon. 29).

Järgmisest peatükist alates asume iga elundite süsteemi eraldi tundma õppima.

TUGI- JA LIIKUMISELUNDID.

Õpetus luudest, liigeseist ja sidemeist (osteoloogia, artroloogia ja sündesmoloogia).

SKELETI ÜLDMÕISTE.

Inimese skelett koosneb luudest, kõhrest ja sidemeist. Skelett on kehale toeks; mõned tema osadest moodustavad kinnisi õõsi, mis kaitsevad õrnemaid elundeid (näiteks aju). Skeleti luudele kinnistuvad lihased, sel kombel on skelett inimese keha liikumisaparaadi osaks — liikumiselundite süsteemi osaks. Skeletis on kokku 206 luud, neist 170 paaris- ja 36 paaritut luud.

Kuju järgi liigitatakse luud järgmiselt: t o r u j a d, millede hulka kuulub enamik jäsemete luid (reieluu, õlavarreluu jt.), l a m e d a d (abaluu, koljuluud, roided), l ü h i k e s e d (väikesed randme- ja pöialuud), mis annavad nendele skeletiosadele painduvust ja elastsust, ja lõpuks s e g a l u u d — lülisamba lülid, kuklaluu jt.

Luid ümbritsevad lihased, sidemed, veresooned ja närvid annavad luule vastava ilme, moodustades mitmesuguseid kühme, jätkeid, köbrukesi, vagusid, kanaleid ja mulke.

Keemiliselt koosneb luu kahte liiki ainest: o r g a a n i l i s e s t (osseiin — 30%) ja a n o r g a a n i l i s e s t (mineraalsoolad — 70%).

Kui panna toores luu kontsentreeritud soolhappelahusesse, siis lahustuvad mineraalsoolad happes ja järele jääb pehme elastne osseiin. Niisugust luud nimetatakse d e k a l t s i n e e r i t u d luuks; seda võib hõlpsasti nagu kummit painutada, sõlme siduda jne.

Kui luud tugevasti kuumutada, siis põleb osseiin ära ja järele jäävad ainult mineraalsoolad. Luu säilitab seejuures täielikult oma kuju. Nii annab orgaaniline aine — osseiin — luule painduvuse ja anorgaaniline — mineraalsoolad — kõvaduse (luu kõvadus võrdub umbes malmi omaga).

Luu koostisse kuuluvad mineraalsooladest kaltsiumi- (lubja-), kaaliumi-, fosforhappe- jt. soolad.

Luu tugevuse üle võib otsustada järgmise näite põhjal: horisontaalselt kahele toele asetatud inimese reieluu kannatab välja 1200-kg-se raskuse.

Luu tugevus on tingitud mitte ainuüksi tema keemilisest koostisest, vaid ka sisemise struktuuri omapärasusest.

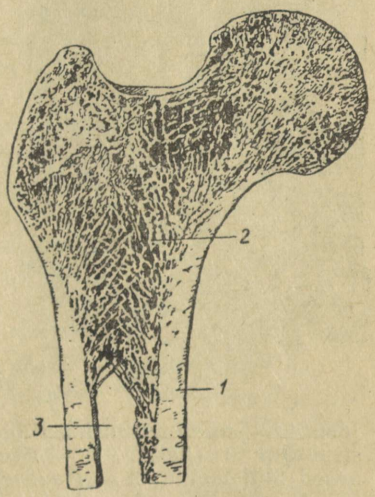
LUU STRUKTUUR.

Vaatleme mõne suure luu, näiteks reieluu struktuuri. Sellel luul on, nagu kõigil skeleti pikkadel luudel, silindrikujuliselt väljavenitatud keskosa — diafüüs — ja otstes kaks paksendit ehk epifüüsi.

Luu pikilõikest (joon. 30) on näha, et ta on torujas; luuõõnes asetseb luuüdi — tähtis vereloome-elund, mis kuulub retiikuloendoteliaalsesse süsteemi.

Õõne seinad ja epifüüside väliskiht on ehitatud kompaktsest luusubstantsist. Epifüüsides esineb kohedam luu käsnollus.

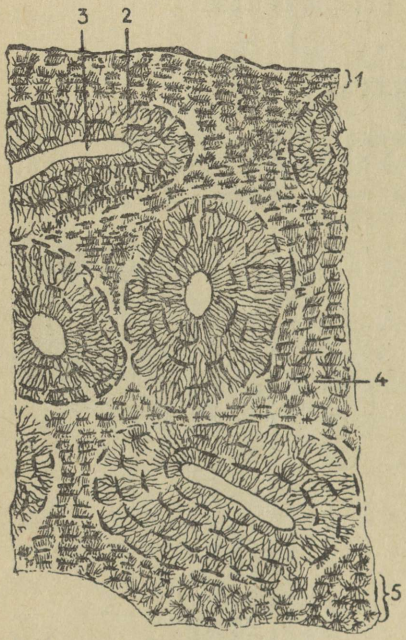
Käsnollus on ehitatud suuresi hulgast mitmesuguse paksusega luuvaheseintest. Õhukesed vaheseinad koosnevad ühest luulamellist, paksud mitmest kokkukleepunud lamellist. Lamellidevaheline ruum on täidetud luuüdiga ja suure hulga veresoontega. Luulamellid paigutuvad ranges korrapärasuses. Nende asend on selline, et rõhumine ja tõmme (mida elusa organismi luu peab taluma) jagunevad ühtlaselt üle kogu luu. Nii saavutatakse minimaalse materjalikulu puhul suurim vastupidavus.



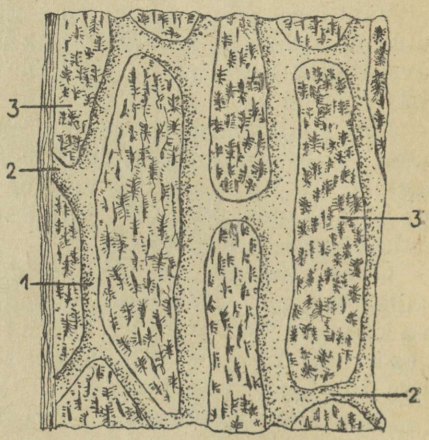
Joon. 30. **Reieluu ülemise epifüüsi tihke- ja käsnolluse struktuur.** 1 — diafüüsi tihkeollus; 2 — epifüüsi käsnollus; 3 — luuüdi-õõs.

Kompaktne luusubstants on komplitseeritud struktuuriga; selles kulgevad pikisuunaliselt pikad peenikesed kanalid, mis on mõnikord üksteisega ühendatud. Need on Havers'i kana-

lid, millede kaudu veresooned pääsevad luu sisse. Kogu kompaktne aine koosneb üksteise peale asetatud luuõhikuist (lamellidest). Nende asetus on mitmesugune. Enamik lamelle on kokku keeratud erinevate läbimõõtudega torukesteks, mis on asetatud üksteise sisse, nagu näiteks teeklaasid. Havers'i kanalit koos teda ümbritsevate lamellide süsteemiga nimetatakse osteoniks, mida peetakse luukoe anatoomiliseks põhiühikuks. Silindrilis-torujad lamellid on paigutatud kontsentriliste ringidena ümber Havers'i kanali; teine, naabruses olev Havers'i kanal on torukestest ümbritsetud samal viisil. Piire üksikute lamellide vahel võib näha luurakkude asetuse järgi.



Joon. 31. **Luu mikroskoopiline struktuur** (ristilõik). 1 — sisemised üldlamellid; 2 — Havers'i kanali lamellid; 3 — Havers'i kanal läbilõikes; 4 — vahelamellid; 5 — välimised üldlamellid.



Joon. 32. **Luu pikilõik.** 1 — Havers'i kanalid; 2 — Havers'i kanaleid ühendavad harud; 3 — luukehakesed.

Luu struktuuri uuritakse luulihvidel. Selleks saetakse luust õhukesed kompaktse olluse plaadikesed risti- ja pikisuunas ning

lihvitakse neid, kuni nad hakkavad läbi paistma. Lihve vaadeldakse mikroskoobiga (joon. 31 ja 32).

Luu ristilihvis paistavad Havers'i kanalid ümmarguste või piklikkude avaustena. Iga kanali ümber asetsevad kontsentriliste ringidena luulamellid, mida võib näha luukehakeste tõttu ja mis lihvis paistavad tumedate joonekestena. Õhukestes lihvides võib hea mikroskoobiga näha ka kiude, milledest koosneb lamellide vaheaine.

Peale toruks keerdunud plaadikeste esinevad luus ka lamedad, nn. v a h e l a m e l l i d. Need on paigutatud kohtadesse, kus naabruses olevaid Havers'i kanaleid ümbritsevad torujad plaadid pole tihedasti üksteise vastas (joon. 31). Lamedad luulamellid asetsevad samuti mitmerealiselt luu välis- ja sisepinnal. Need on niinimetatud välimised ja sisemised üldlamellid. Pikilihvil (joon. 32) on pikuti läbilõigatud Havers'i kanalid piklike torukeste kujulised ja torujad lamellid paistavad kanaliga paralleelsete vöödikestena, luurakud (õigemini nende õõned) näivad samuti tumedate joonekestena.

Luulamellide paigutus kontsentriliste ringidena tihkes olluses pole midagi muud kui luu tugevuse suurendamise vahend.

Luuümbris (*periósteum*) on õhuke sidekoeline luud ümbritsev kate, mis katab luud väljastpoolt ja millel on samasugused funktsioonid kui kõhreümbrisel (*perichóndrium*) kõhres. Luuümbrisest tungivad luu sügavusse Havers'i kanaleisse veresooned. Luuümbrises leiduvad k a m b i a a l s e d r a k u d, mis on säilitanud looterakkude omadused: nende rakkude arvel toimub luu kasvamine ja regeneratsioon haiguste, murdude jne. puhul.

On luu vigastatud, kuid luuümbris terve, siis regenereerub luu mõne aja jooksul täiesti. Luuümbrise haigestumine või purunemine põhjustab välditamatult l u u h ä v i n g u t.

Vaatleme nüüd, kuidas toimub luu arenemine lootel ja mil viisil taastub vigastatud luu luuümbrise abil.

LUU KASVAMINE JA ARENEMINE.

Luukude tekib inimese lootel võrdlemisi hilja, loote-ea kolmanda kuu alguses. Selleks ajaks on lootel juba mesenhüümirakkudest välja arenenud skelett. See loote esmane skelett koosneb kõhrest ja sidekoest. Hiljem kujuneb luukude kas sidekoe või kõhre asemele.

Sellised skeletiosad, nagu lülisammas, koljupõhimik ja jäsemed, on lootel kõhrest. Neid nimetatakse tulevaste luude kõh-

relisteks mudeliteks. Koljulagi ja näoluud on lootel sidekoest; alles hiljem areneb pehme sidekoe asemele luu.

Luukoe moodustumine toimub eriliste luurakkude — osteoblastide ehk luutekitajate osavõtul. Need rakud paljunevad intensiivselt, kogunevad saarekesteks, produtseerivad põhiainet ja sulguvad sellesse, muundudes luurakkudeks. Siis imbub põhiaine lubjasooladega läbi ja muutub luuks. Nii tekib sidekoe asemele luu. Luu tekkimine kõhrest on palju keerukam. Algul laguneb luu kõhreline mudel ja alles siis tekib sinna luu osteoblastide tegevuse tulemusena. Vastsündinul koosneb skelett paljudes kohtades veel kõhrkoest. Luustumine toimub lapse- ja noorukieas ning lõpeb 24—25-ndas eluaastas. Inimorganismi kasvamine lakkab alles selles eas. Kasvada võivad ainult veel mitte täielikult luustunud luud.

Jäsemete pikkades luudes luustub kõigepealt diafüüs, epifüüsid luustuvad märksa hiljem. Eriti kauaks jääb kõhrekiht püsima epifüüsi ja diafüüsi piirile; selle niinimetatud epifüsaarse kõhre (epifüüsiplaadi) arvel toimub luu pikutikasv. Noore luu kõhreümbris muutub luuümbriseks.

Tekkinud noore luu põhiaine imbub kaltsiumi- (lubja-) sooladega läbi pikkamööda ja mitte igal pool üheaegselt. Lubjasooladega juba läbiimbunud ja luustunud piirkondi nimetatakse luustumistuumadeks. Meditsiinilistel töötajatel on väga oluline teada luustumistuumade asukohti ja nende ilmumisaega. Need teadmised on kohtuarstiteaduses suure tähtsusega. Nii näiteks otsustatakse reieluu alumises epifüüsis oleva luustumistuuma järgi lapse sünni õigeaegsuse üle (laste laipade lahkamisel). Peale selle määratakse randmeluudes olevate luustumistuumade järgi surnud lapse vanust.

Samuti toimub koljuluude lõplik luustumine — lõgemete kokkukasvamine — normaalses olukorras kindlal ajal.

VIGASTATUD LUU REGENEREERUMINE.

Luukude regenereerub vigastuste puhul luuümbrise arvel. Luuümbrise süvades kihtides asetsevad kambiaalsed rakud, mis on võimelised paljunema; need on meile tuntud osteoblastid (luutekitajad). Just nende arvel regenereerubki luukude vigastatud kohal. Kõigepealt imendub luuaine vigastatud kohal; teised retikulaarsest koest sissetunginud rakud — osteoklastid (luulahustajad) — lahustavad luu. Luuümbrise arvel kasvab noor luu paksusse.

LIIGESTE ÜLDMÕISTE.

Kõik skeleti luud on omavahel ühendatud kas täiesti liikumatult (s ü n a r t r o o s i d) või liikuvalt (d i a r t r o o s i d).

Alamail selgroolistel loomadel on ülekaalus liikumatud ja väheliikuvad liigesed, kõrgemail selgroolistel aga, sealhulgas ka inimesel, — liikuvad.

Inimese loote arenemist jälgides näeme, et lootejärgus on alguses samuti ülekaalus liikumatud liigesed, milledest hiljem arenevad liikuvad, tõelised liigesed.

Liikumatult liigestatud luud võivad omavahel ühendatud olla kas luuainega, moodustades s ü n o s t o o s e, või kõhrega, moodustades s ü n k o n d r o o s e, või siis kiulise sidekoega, moodustades s ü n d e s m o o s e.

Sünostoosi näiteks on koljuluud (õmblused) raukadel ja kokkukasvanud ristluud üle 25 aasta vanuseil inimestel; sünkondroosi näiteks on lülisambalülide omavahelised ühendused, ja lõpuks sündesmooside näiteks on luudevahelised kiled küünarvarre- ja sääreluude vahel.

Ülemineku vormiks vabaliigeselt tardliigesele on poolliigesed — h e m i a r t r o o s i d.

Kujult on need samuti sünkondroosid, mis on seestpoolt varustatud väikese liigesepilu algega. Poolliigeste näiteks on häbemeluudevaheline ühendus — s ü m f ü ü s ehk h ä b e m e l i i d u s.

Liikuvad ühendused — liigesed (diartroosid) — kujutavad endist luudevahelise ühenduse kõige täiuslikumat kuju. Vabaliiges kannab *articulátio* nimetust.

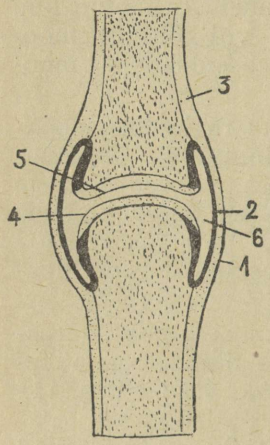
LIIGESE STRUKTUUR.

Kahe liigestuva luu liigesepinnad on suletud l i i g e s e p a u n a ehk - k a p s l i s s e (joon. 33). Selle kapsli seinad on moodustatud luuümbrisest, mis läheb ühe liigestuva luu pinnalt üle teisele. Liigesekapsli sisepind on vooderdatud niinimetatud s ü n o v i a a l k i h i g a ja pilutaoline kapsliõõs on täidetud liigesevõidega — s ü n o o v i a g a. Sünoviaalkihil on voldid, rohkearvulised jätked — h a t u d ja kurrud (eriti palju on neid inimese ja suurte loomade — hobuse, härja — liigesekapsleis). Luude liigesepinnad on kaetud h ü a l i i n k õ h r e g a. Liigeseõõs on hermeetiliselt suletud, s. t. tal pole ümbritseva õhuga mingit ühendust. Liigeseõõnes on rõhumine madalam kui

atmosfääris. Seepärast on niisked liigesepinnad alati tihedasti teineteise vastu surutud.

Hüaliinkõhre kiht liigesepindadel ja liigesevõie vähendavad tunduvalt hõõrdumist ja soodustavad liigesepindade libisemist üksteise vastu. Liigest igast küljest ümbritsev atmosfääriline õhk rõhub kapslile ja on liigest kooshoidvaks teguriks.

Peale liigesekapslis oleva vaakuumi ja liigesepindade-vahelise kokkutõmbe võtavad liigese fikseerimisest osa ka liigest ümbritsevad sidemed ja lihased.



Joon. 33. **Liigese struktuuri skeem.** 1 — liigesekapsel; 2 — sünoviaalkiht; 3 — luuümbris; 4 ja 5 — liigesekõhred; 6 — liigeseõõs.

Mõnede liigeste õõntes esinevad liigestevaheline kõhr (ümmargune disk ehk ketas ja poolkuukujuline menisk) ja liigestevahelised sidemed, millede mõjul luud hoiduvad tugevamini üksteise vastu.

Mõnikord on liigeseis sünoviaalkihis sopid, nn. bursad ehk liigesevõidepaunad. Need liigeseõõne lisandid on samuti täidetud sünoviaalvedelikuga — liigesevõidega. Olles paigutatud kõõluste ümber ja lihaste alla, vähendavad nad liikumisel kõõluse hõõrdumist luu vastu.

Liigeste liikumise iseloom (funktsioon) oleneb täiesti liigesepindade kujust.

Eristatakse järgmisi liigeste liike: kera-, ellipsoid- (munakujuline), sadul-, ratas-, šarniir- ja lameliiges (joon. 34).

Geomeetriliselt on igas liigeses pöörlemistelg ja moodustaja. Pöörlemisteljeks on mõtteline sirgjoon, mille ümber toimub igakujuliste liigeste pöörlev liikumine. Moodustaja võib olla mitmesugune. Kui me näiteks ümber sirgjoone pöörame 180-kraadist ringikaart (moodustajat), siis saame selle liikumise tulemusena pöörlemiskehaks kera. Et aga diameetreid on ringis palju, siis võime moodustajat igaühe ümber neist pöörates saada lõpmatult palju pöörlemiskehasid — kerasid. Järelikult keraliigesel on lõpmatu palju telgi.

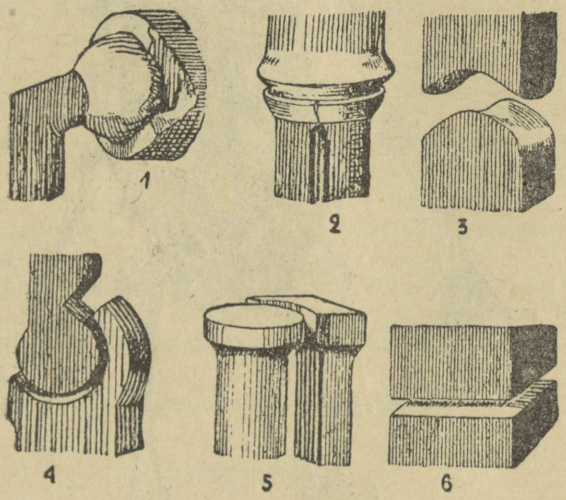
Keraliigese näiteks on õlaliiges, puusaliiges jt.

Poole ellipsi pöörlemisel ümber pikema telje saame pöörlemiskehaks ellipsoidi (kahe omavahel perpendikulaarse pöörle-

misteljega). Ellipsoid- ehk munaliigese näiteks on kodarluurandme liiges.

Kui kaarekujuline moodustaja asetub kumera küljega pöörlemistelje suunas, siis saame pöörlemisel ümber sirgjoone sadulakujulise keha. Sellel kehal on samuti kaks pöörlemistelge, mis omavahel on perpendikulaarsed.

Sadulakujulise liigese näiteks on pöidla liigestumine kämblarandme liigeses. Kui pöörame sirgjoont (moodustajat) ümber



Joon. 34. **Mitmesugused liigeste liigid** (skeem). 1 — keraliiges; 2 — ellipsoidliiges (munakujuline); 3 — sadulliiges; 4 — šarniirliiges; 5 — ratasliiges; 6 — lameliiges.

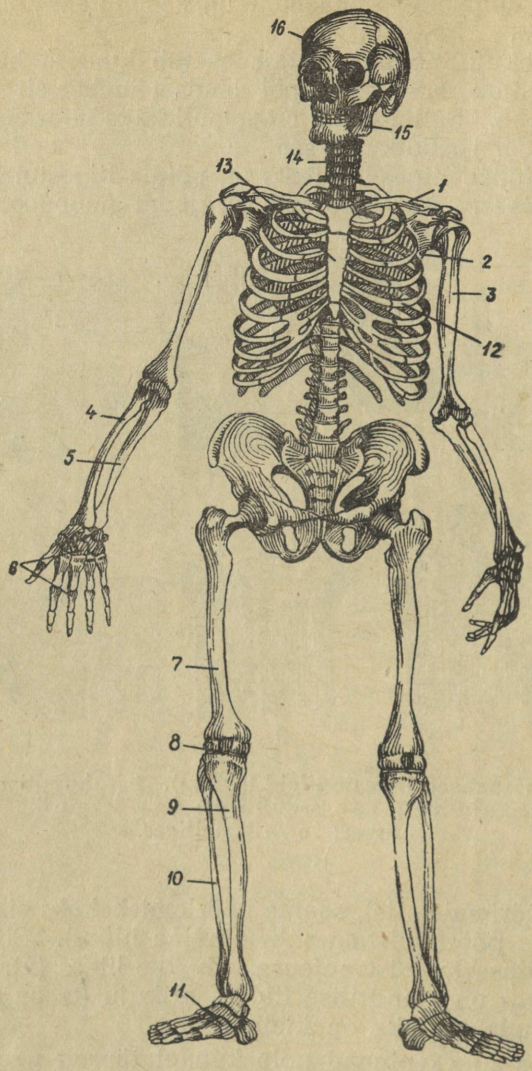
sirgjoone (pöörlemistelje), saame pöörlemiskehaks silindri, millel on ainult üks pöörlemistelg (üheteljeline liiges). Silinderliigese näiteks on atlase ja epistroofeuse vaheline liiges (vt. allpool).

Šarniirliiges on silindrilise liigese erikuju (ta on samuti üheteljeline). Selle näiteks on küünarliiges.

Meie keha liigesepinnad pole kunagi täpselt geomeetrilised.

Liigeseis on võimalikud järgmised liikumised: painutamine (*flexio*), sirutamine (*extensio*), lähendamine (*adductio*), eemaldamine (*abductio*) ja lõpuks liikumine ümber vertikaaltelje — rotatsioon.

Lamedate pindadega liigesel pole pöörlemistelgi; seepärast



Joon. 35. **Inimese skelett.** 1 — rangluu (*clavicula*); 2 — abaluu (*scapula*); 3 — õlavarreluu (*humerus*); 4 — kodarluu (*radius*); 5 — küünarluu (*ulna*); 6 — labakäe (*manus*) skelett; 7 — reieluu (*femur*); 8 — põlvekeder (*patella*); 9 — sääreluu (*tibia*); 10 — pindluu (*fibula*); 11 — pöia (*pes*) skelett; 12 — roie (*costa*); 13 — rinnak (*sternum*); 14 — kaelalülid (*vertebrae cervicales*); 15 — alalõualuu (*mandibula*); 16 — kolju (*cranium*).

on niisuguses liigeses võimalik ainult liigesepindade vähene libisemine. Lamedate pindadega liigese näiteks on selgroolülidevahelised ühendused.

Kui luudevahelisest ühendusest võtavad osa ainult kaks luud, siis on meil tegemist lihtliigesega, kui aga kolm või rohkem luid, siis liitliigesega.

Peale liht- ja liitliigese on olemas veel kombineeritud liigesed. Need on liigesed, mis koosnevad kahest anatoomiliselt täiesti iseseisvast liigesest, mis funktsioneerivad ühe liigesena, näiteks alalõualiiges (vt. allpool).

Skelett.

Inimese skelett (joon. 35) koosneb järgmistest osadest: pea (*cáput*), kael (*collum*), lülisammas (*colúmna vertebrális*), rindkere (*thórax*) ja kaks paari jäsemeid: ülemised jäsemed (*extremitátes superióres*) ja alumised jäsemed (*extremitátes inferióres*).

Ülemised jäsemed on kinnistatud õlavöötme abil, mis koosneb abaluust (*scápula*) ja rangluust (*clavicula*). Alumised jäsemed on kinnistatud vaagnavöötme ehk vaagna (*pelvis*) abil.

Asume skeleti kirjeldamisele osade kaupa.

LÜLISAMMAS.

Lülisammas (*colúmna vertebrális*, joon. 36) kujutab endast kogu skeleti tuge. Ta koosneb 33—34 lülist, millede vahel on kõhrkettad, mis annavad lülisambale vetruvust. Lülid on omavahel ühendatud tugevate sidemetega — *ligaménta*.

Lülikaartest ja -kehadest moodustatud lülisambakanalis asetseb seljaaju.

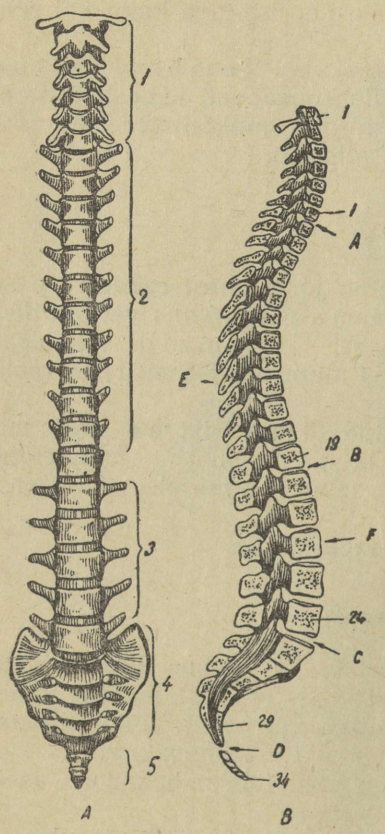
Kanali sissekäiguks on kolju kuklamulk ja väljapääsuks — ristluu alumine avaus.

Lülisamba lateraalsel (külgmisel) pinnal asetsevad lülidevahelised mulgud, kust väljuvad spinaalnärvid.

Vastsündinul on lülisammas peaaegu sirge, täiskasvanul on tekkinud sellesse kõverdused. Kumerusega ettepoole olevaid kõverdusi nimetatakse lordoosideks, kumerusega tahapoole — küfoosideks.

Esimestel elukuudel, sedamööda kuidas laps õpib pead hoidma, tekib tal kaelalordoos, istumisel areneb rinnaküfoos, ja siis, kui

laps hakkab end püsti ajama, ilmub kõige suurem lülisambakõverdus — nimmelordoos. Ristluu-piirkonnas olev küfoos aga tekib lapsel juba loote-eas.



Joon. 36. **Lülisammas.** *A* — eestvaade. 1 — kaelalülid; 2 — rinnalülid; 3 — nimmelülid; 4 — ristluulülid; 5 — sabalülid. *B* — lülisamba piki-keskläbilõik. *A, B, C, D* — piir lülisamba kaela- ja rinnaosa, rinna- ja nimmeosa, nimme- ja ristluuosa, ristluu- ja sabaosa vahel; *E* — rinnakõfoos; *F* — nimmelordoos. Numbritega on märgitud lülid.

Kõik need kõverdused on füsioloogilise iseloomuga nähtused, olles tingitud inimese keha vertikaalsest asendist. Neljajalgseil loomadel on lülisambakõverdused muidugi teisekujulised.

Lülisambakõfoosidel ja -lordoosidel on mehaaniline tähtsus: nad vähendavad kere põrumist ja suurendavad rinnaning vaagnaõõnt.

Peale ette- ja tahapoole olevate lülisambakõverduste (normaalsed nähtused) esinevad mõnikord kõverdused külgedele. Säärast kõverdust nimetatakse skolioosiks ja see on patoloogiline (haiguslik) nähtus. See on põhjustatud laste keha ebaõigest hoiakust istumisel koolis ja mõnikord ka täiskasvanuil töö juures. Muuseas võib väike skolioos esineda ka normaalses organismis.

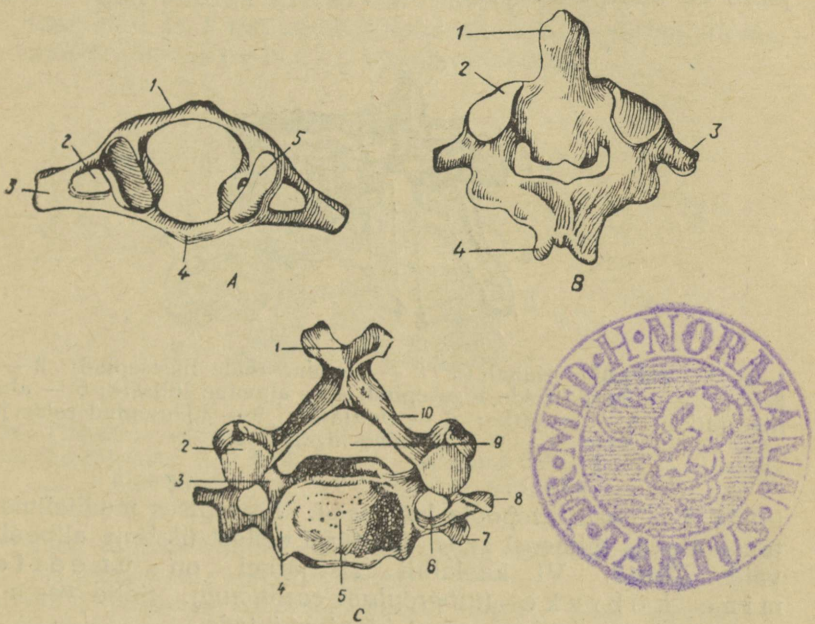
Lülisamba pikkus on umbes 72 sm.

Lülisammas areneb lootel seljakeeliku (korda) ümber olevaist mesodermi ürgsegmentidest (somiitidest), mida kirjeldati juba loote arenemist käsitlevas peatükis.

Esimesi selgroolülide algeid täheldatakse lootel kõhreliste pesade kujul teise arenemiskuu algul; kõhrelise selgroolüli luustumine algab loote-ea teise kuu lõpust.

Lülisammas koosneb 7 kaelalülist, 12 rinnalülist, 5 nimmelülist, 5 ristluulülist ja 4—5 sabalülist.

Iga selgroolüli (*vértebra*) koosneb kehast, kaarest ja seitsmest jätkest: ühest tahapoole pööratud ogajätkest, kahest külgedele suunatud ristijätkest ja kahest paarist liigesjätkeist, nimelt ülemistest ja alumistest, millede



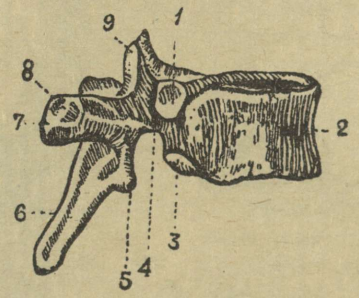
MED·H·NORMANNI·DR·TARTUENSIS

Joon. 37. **Kaelalülid.** *A* — atlas (ülavaade). 1 — tagumine lülikaar; 2 — ristijätkemulk; 3 — ristijätke; 4 — eesmine lülikaar eesmise kühmuga; 5 — ülemine liigesepind. *B* — epistroofeus (tagantvaade). 1 — hammasjätke; 2 — liigesepind; 3 — ristijätke; 4 — ogajätke (lõhestunud). *C* — kaelalüli (ülavaade). 1 — ogajätke; 2 — liigesjätke; 3 — kaaretüvi; 4 — esileulatuv lateraalne äär; 5 — lülikeha; 6 — ristijätkemulk; 7 — ristijätke eesmine kühm; 8 — tagumine kühm; 9 — lülimulk; 10 — lülikaar.

abil selgroolülid liigestuvad ülal- ja allpool olevate lülidega, moodustades tõelisi vabaliigeseid liigesekapsli ja seda ümbritsevate sidemetega.

Lülisamba iga osa lülidel on oma eripärasused, millede järgi neid peab oskama eristada. Nii on kaelalülidel ristijätketes mulgud, kust läheb läbi lülisambaarteer. Peale selle on kaelalülide ogajätked kaheks hargnenud (välja arvatud VI ja VII). Esimesel

kaelalülil — atlasel[1] ehk kandelülil — ja teisel — pöördelülil ehk epistroofeusel — on teistest kaelalülidest teataval määral erinev kuju. Atlasel puudub täiesti lülikeha — see sulab embrüonaalses arenemisprotsessis epistroofeuse kehaga kokku ja moodustab hamba; nii koosneb atlas kahest lülikaarest — eesmisest ja tagumisest (joon. 37, *A*, *B*, *D*). VII kaelalüli ogajätke on naha all tugevasti väljaulatuv ja seda võib kompides



Joon. 38. **Tüüpiline rinnalüli.** 1 — ülemine roide liigesepind; 2 — lülikeha; 3 — alumine roide liigesepind; 4 — alumine lülisälk; 5 — alumine liigesjätke; 6 — ogajätke; 7 — ristijätke; 8 — liigesepind roide jaoks; 9 — ülemine liigesjätke.

tunda, kui pead ettepoole kallutada. Praktilises meditsiinis loetakse elaval inimesel selle lüli järgi sellest ülal- ja allpool olevaid lülisid. VI kaelalüli ristijätkel on unearteermine köbruke (*tubérculum caróticum*). Selle vastu võib unearteeri verejooksu puhul kinni vajutada.

Rinnalülid erinevad teistest lülikeha külgmistel pindadel ja ristijätkeil olevate roidenõgude ehk fassettide poolest. Need on rinnalülide ja roiete vaheliste liigeste pinnad. Rinnalülide ogajätked on pikemad ja tublisti allapoole suunatud (joon. 38).

Nimmelülid on kõige massiivsemad. Nende ogajätked asetsevad peaaegu horisontaalselt ja on külgedelt veidi kokku surutud (joon. 39).

---

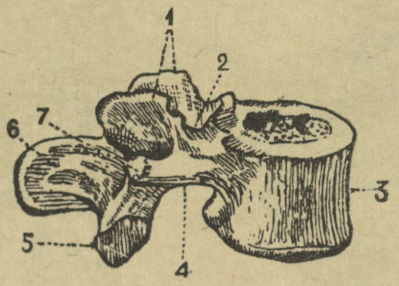
[1] Esimese selgroolüli nimetus on ühenduses vana-kreeka mütoloogilise hiiglase, Prometheuse venna Atlase nimega, kes tahtis koos teiste hiiglastega (titaanidega) taevasse tungida ja jumalate isa Zeusi kukutada. Karistuseks selle eest mõistis Zeus Atlase igavesti oma pea ja õlgade peal taevavõlvi kandma.

Kaunis taevavõlvi kandva Atlase kuju on Napoli muuseumis.

Ristluulülid hakkavad pärast 16-ndat eluaastat kokku kasvama ja moodustavad 25-aastaselt ühtsa kokkukasvanud luu — ristluu (*os sacrum*, joon. 40). Ristluu on põhjaga ülespoole pööratud kokkusurutud püramiidi kujuline; tema vaagnapoolne pind on nõgus, tagumine — kumer.

Ristluu eesmisel ja tagumisel pinnal leidub neli paari ristluumulke, mida läbivad suured närvitüved.

V nimmelüli ja I ristluulüli ühenduskohal on väljaulatuvus, mida nimetatakse neemeks (*promontórium*).



Joon. 39. **Tüüpiline nimmelüli** (kõrvaltvaade). 1 — ülemine liigesjätke; 2 — ülemine lülisälk; 3 — lülikeha; 4 — alumine lülisälk; 5 — alumine liigesjätke; 6 — ogajätke; 7 — ristijätke.

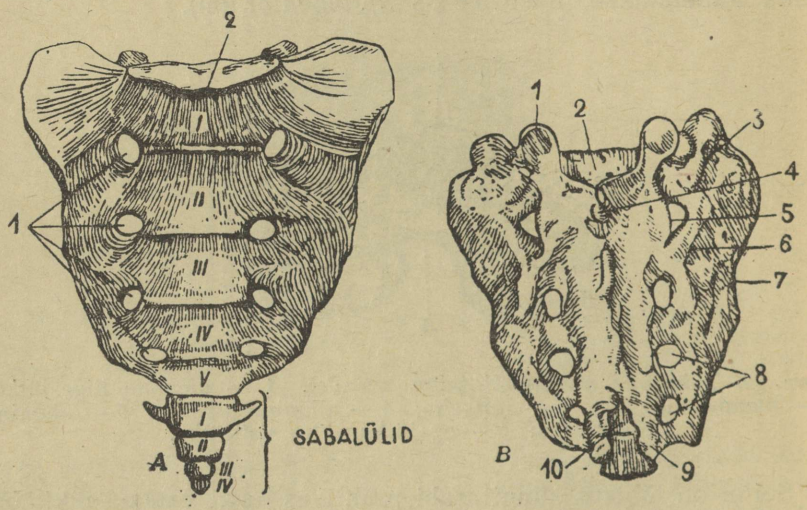
Sellel on tähtsus sünnitusabi praktikas, eriti vaagna pikiläbimõõdu määramiseks rasedail naistel.

Sabalülid vastavad loomade sabaskeletile. Nad kujutavad endist rudimentaarseid (taandarenenud) lülisid; neil puudub lülikaar ja sageli liituvad nad üheks luuks — sabaluuks (*os coccygis*, joon. 40).

Kõik lülid on omavahel ühendatud lülidevaheliste kõhrede ja sidemetega [1]. Üks side kulgeb laia paelana piki lülikehade eesmisi pindu (kõhtmine pikiside — *ligaméntum longitudinále commúne ventrále*), teine läheb piki lülikehade tagumisi pindu, järelikult lülisambakanali sees (selgmine pikiside — *ligamentum longitudinale commune dorsale*), kolmas, nn. kollane side (*ligamentum flavum*), ühendab lülikaari omavahel. Ogajätked on omavahel ühendatud ogajätketevaheliste

[1] Lülidevahelises kõhres on keskel sültjas tuum, mis on täiskasvanul säilinud embrüonaalse korda jädemena.

sidemetega (*ligaménta interspinália*), ristijätkeid ühendavad ristijätketevahelised sidemed ja piki kogu lülisammast kulgeb ogajätkete harja mööda tugev ogaüline side (*ligaméntum supraspinále*), mis lülisamba kaelapiirkonnas sagitaalses (eest taha) suunas märgatavalt pakseneb ja moodustab laia turjasideme (*septum nuchae*), mis on eriti tugevasti arenenud sarvloomadel (joon. 41).

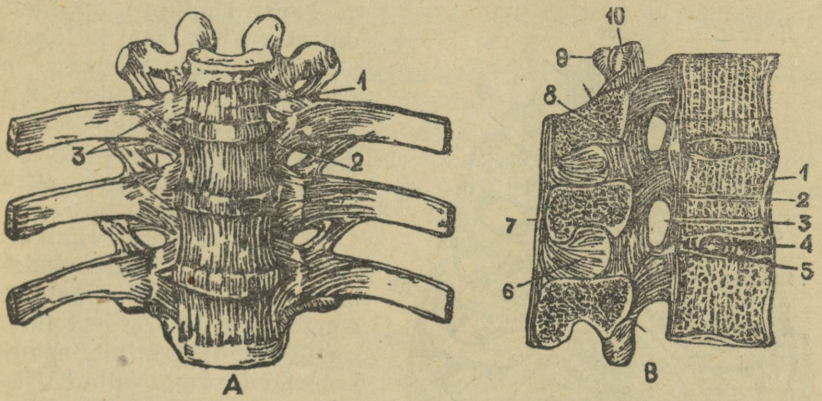


Joon. 40. **Ristluu ja sabaluu.** *A* — ristluu (eest) ühenduses sabaluuga. 1 — eesmised ristluumulgud närvide väljapääsuks; 2 — neem (*promontorium*). *B* — ristluu (tagant). 1 — liigesjätke; 2 — ristluukanali ülemine mulk; 3 — ristluukrobedik; 4 — keskpidine hari; 5 ja 8 — tagumised ristluumulgud; 6 — külgmine hari; 7 — liigesepind liigestumiseks niudeluuga; 9 — ristluusarveke; 10 — ristluukanali alumine avaus.

Atlase kaared on ühendatud kuklaluuga kahe kandelüli-kuklaluu kilega — kõhtmise kandelüli-kuklaluu kilega ja selgmise kandelüli-kuklaluu kilega.

Peale selgroolülide liigesjätkete vahel olevate lamedate liigesepindadega liigeste on lülisambas veel järgmised liigesed: atlase ja kuklaluu vaheline (ellipsoidikujuline) liiges (*articulus atlantooccipitális*) ja silindriline atlase ja epistroofeuse vaheline liiges (*articulus atlantoepistróphicus*).

Atlase ja kuklaluu vahelises kaheteljelises liigeses on võimalikud järgmised liigutused: pea kallutamine ette ja taha (frontaalse telje ümber), paremale ja vasakule (sagitaalse telje ümber); atlase ja epistroofeuse vahelises liigeses on võimalik ainult pea pööramine ümber pikitelje (rotatsioon).



Joon. 41. **Lülide liigestumine.** *A* — eestpoolt. 1 — kõhtmine pikiside; 2 — lülidevaheline ketas; 3 — radiaalsed sidemed. *B* — läbilõikes. 1 — kõhtmine pikiside; 2 — selgmine pikiside; 3 — lülidevaheline mulk; 4 — lülidevahelise kõhre sültjas tuum; 5 — selle kiudjas rõngas; 6 — ogajätketevaheline side; 7 — ogaüline side; 8 — kaartevaheline (kollane) side; 9 ja 10 — liigesjätke.

RINDKERE.

Rindkere (*thórax*, joon. 42) kujutab endast luudest ja kõhrest moodustatud õõnt, milles asetsevad tähtsad siseelundid (kopsud, süda, söögitoru, hingekõri, suured veresooned).

Rindkere moodustamisest võtavad osa 12 rinnalüli, 12 paari roideid, roiete kõhred ja rinnakuluu.

Rindkere meenutab kujult mõnel määral tömpkoonust — õigemini ovoidi (sõnast *ovo* — muna), sest tema kõige laiem osa pole mitte all, vaid rindkere alumisest äärest pisut kõrgemal.

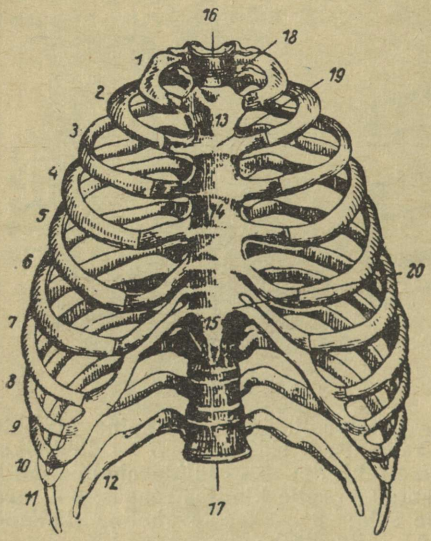
Rindkere ülemine avaus on alumisest märksa kitsam. Ristilõikes on tal ärtusüdame kuju, mis on tingitud lülisamba ulatumisest rinnaõõnde.

Roietevahelised vahemikud on suletud sidemete ja lihastega; seetõttu moodustab rindkere kinnise õõne.

Ülemise avause läbimõõt on 10 sm, alumisel 20 sm ja rinna suurim ümbermõõt VIII roide kohal on 80 sm.

Täiskasvanud mehe rinnaümbermõõt ei tohi olla väiksem tema poolest pikkusest.

Rindkere kuju ja suurus on märgatavalt erinevad individuaalselt, ealiselt ja soost olenedes.



Joon. 42. **Rindkere.** 1—7 — tõelised roided; 8—10 — ebaroided; 11—12 — vallasroided; 13 — rinnakupide; 14 — rinnakukeha; 15 — mõõkjätke; 16 — I rinnalüli; 17 — XII rinnalüli; 18 — rindkere ülemine avaus; 19 — Ludwig'i nurk; 20 — roidealune nurk.

Naise rindkere on mehe omast veidi kitsam ja lühem.

Vastsündinu rindkere on ümmarguste nurkadega neljatahulise püramiidi kujuline. See kuju arenes ülemiste jäsemete vastu rinda surumisest loote-eas.

Täheldatakse ka rindkere patoloogilisi (haiguslikke) muutusi. Näiteks eristatakse emfüsematoosset (laienenud) rindkeret, mis esineb kopsuemfüseemi puhul [1], järsult esiletungiva rinnakuga kanarinda, mida kohtab tihti rahhiidi puhul, lamerinda (kalduvuse puhul tuberkuloosile) jne.

Rindkere muutub mõnel määral ka raseduse puhul: emaka poolt ülespoole surutud kõhuelundid rõhuvad alumised roided veidi laiali.

Roided (*costae*). Inimesel on 12 paari roideid. Ülemised 7 paari roideid on rinnakuga vahetus ühenduses: neid nimetatakse tõelisteks roieteks (*costae verae seu sternáles*); 5 alumist paari nimetatakse ebaroieteks (*costae spuriae seu fluctuántes*). Kaks alumist roiet on vallasroided (*costae liberae*).

---

[1] Emfüseem on kopsude patoloogiline seisund, mis väljendub kopsualveoolide ülemääraselt laiaks venitatud seisundis koos suurte õhuõõnte moodustumisega kopsudes.

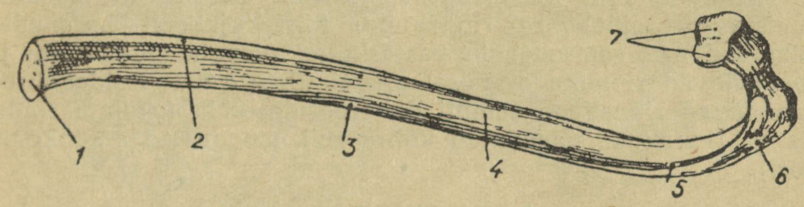
Roided on kitsad, painutatud, oma telje ümber veidi keerdunud luuplaadid (joon. 43), millede eesmised otsad on pisut allapoole suunatud.

Roide tagumine ots (millel eristatakse pähikut, kaela, köbrukest ja pisut kaugemal roidenurka) on ühendatud lülisamba rinnalüliga; eesmine ots on ühenduses roide hüaliinkõhrega.

Roiete pikkus suureneb I kuni VII roideni ja väheneb siis jälle.

Roide sisemisel pinnal piki alumist äärt on vagu, mida mööda kulgevad roietevahelised veresooned.

Esimese roide ülemisel pinnal leidub praktiliselt tähtis Lisfranc'i köbruke, millele kinnistub eesmine astriklihas (*músculus scalénus antérior*), ja sellest tagapool on vagu — siit ülemineva rangluualuse arteeri jälg.



Joon. 43. **Tüüpiline roie** (seestvaade). 1 — roide ühendumise koht kõhrega; 2 — ülemine äär; 3 — alumine äär; 4 — sisemine pind; 5 — vagu; 6 — köbrukese liigesepind; 7 — peakese liigesepind.

Roiete luustumine algab roidenurgast loote-ea kolmanda kuu teisel poolel.

Meie loomseil esivanemail oli roiete arv märksa suurem, nende roided asetsesid kogu lülisamba pikkuses. Hiljem redutseerusid (kadusid) kaela-, nimme- ja ristluupiirkonnas olevad roided pikkamööda. See reduktsioon toimub ka praegu: näiteks võib XII (mõõteilt väikest) roiet praegu pidada peaaegu rudimenteerunuks. Kunagi võib inimesel XII roie täiesti puududa.

Roided arenevad embrüol lihasealgete-vahelistest mesenhüümikihtidest.

Rinnak (*sternum*) on väike, lame, veidi kumerdunud luu, mis asetseb frontaalselt rindkere eesmisel pinnal (joon. 42).

Tema osad on: pide (ülal), keha (keskel) ja mõõkjätke (all). Pide moodustab kehaga nürinurga, mida tuntakse Ludwig'i nurga nimetuse all.

Pideme ülemises servas on niinimetatud kägisälk, ja rinnaku külgedel on rida sälkusid (*incisúrae*) rangluu ja roidekõhrede jaoks.

Mõõkjätke kuju on sagedasti individuaalselt muutunud: kord on ta kaheks hargnenud, kord veidi paindunud ja mõnikord on selles isegi üks või kaks mulku. Naise rinnak on mehe rinnakust lühem.

Embrüonaalse arenemise poolest on rinnak roiete tuletis ja kujutab endast kokkusulanud ning luustunud roidekõhrede eesmist osa. Mõõkjätke on VIII roidekõhre embrüonaalne rudiment.

Roided liigestuvad selgroolülidega kahest kohast: roidepähik liigestub kahe naaberlüli kehaga ja roideköbruke lüli ristijätkega. Liikumine toimub siin ümber frontaaltelje — roiete tõstmine ja langetamine. Seejuures kinnistub roidepähik lüli külge roidepähiku kiirja sideme (*ligaméntum capituli costae radiátum*) abil. Samasugused kiirjalt hargnevad sidemed kinnistavad roidekõhre rinnakuga; kiirtekujuliselt hargnedes põimuvad nad samasuguste vastasküljel olevate sidemetega ja moodustavad rinnaku eesmisel pinnal tihke katte. Roidekõhred kinnistuvad rinnakuga samuti diartrooside abil (peale I roide, mis on rinnakuga ühendatud kõhre abil, moodustades sünkondroosi).

PEA SKELETT.

Pea skeletiks on kolju (*cránium*). See asetseb lülisamba otsas, millega ta on ühendatud paarisliigese abil.

Kolju kujutab endast tugevat luust karpi, milles asetsevad aju, meele-elundid (silm, kõrv) ja seede- ning hingamiselundite süsteemi ülemine osa.

Eristatakse aju- ja näokoljut.

Ajukolju koosneb kaheksast luust: otsmiku-, kukla-, kiil- ehk põhi-, sõel-, kahest oimu- ja kahest kiiruluust.

Näokolju koosneb 15 luust: nendest on kuus paarisluud (ülalõualuu, sarnaluu, ninaluu, pisaraluu, suulaeluu, alumine ninakarbik) ja kolm paaritut luud (sahkluu, alalõualuu ja keeleluu).

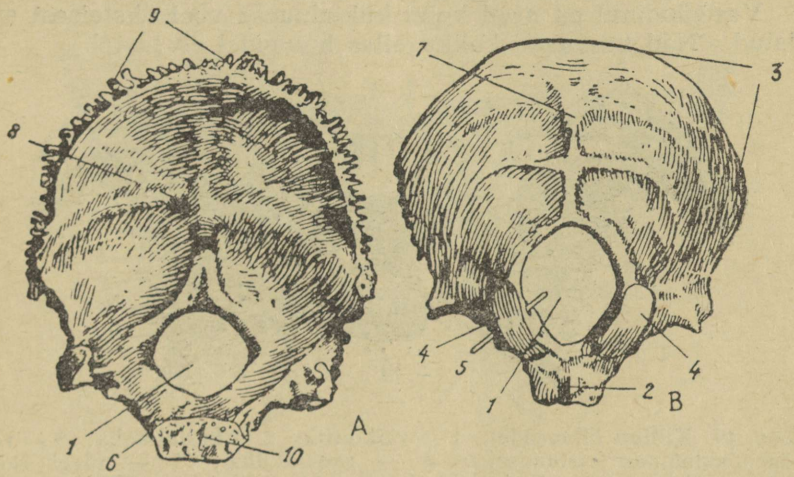
Ajukolju luud.

Ajukoljus eristatakse võlvi (*fornix*) ja põhimikku (*basis cranii*).

Ajuvõlvi luud koosnevad kolmest kihist: välimisest, kõvast lestmest, keskmisest, käsnjast osast, mida nimetatakse diploeks, ja sisemisest, kõvast, klaasjaks lestmeks nime-

tatud osast. Diploes leiduvad veenikanalid. Võlviluudes esinevad mõnes kohas väljalaskemulgud ehk väljalasklad (*emissáriae*), millede kaudu koljuluudest venoosne veri välja juhitakse. Nende kaudu ühinevad koljukatteveenid ka peaaju kõvakelme venoossete urgetega.

Koljuluude sisepinnal on ajukäärude ja veresoonte jäljendid, ning ajupõhimikul on suur hulk mitmesuguse suurusega avausi, mida läbivad peaajunärvid ja -veresooned.



Joon. 44. **Kuklaluu.** *A* — seestpoolt; *B* — väljastpoolt. 1 — suur kuklamulk; 2 — kuklaluu põhiosa; 3 — soomus; 4 — liigesjätked atlasega ühendumiseks; 5 — keelealuse närvi kanal; 6 — Blumenbach'i nõlv; 7 — välimine kuklamügar sidemete ja lihaste kinnistumiseks; 8 — sisemine ristikujuline mügar ajukelme kinnistumiseks; 9 — äär kiiruluudega ühendumiseks; 10 — pind kiilluukehaga ühendumiseks.

Koljuluud on väljastpoolt kaetud luuümbrisega, kolju sees etendab luuümbrise osa peaaju kõvakelme.

Kuklaluu (*os occipitále*, joon. 44) suleb kolju tagant ja osalt altpoolt. Selles luus eristatakse keha (*pars basilaris*), külgmisi osi (*partes laterales*) ja soomust (*squama occipitális*). Keskel, nende osade vahel, asetseb suur kuklamulk, mille kaudu koljuõõs on ühenduses lülisambakanaliga.

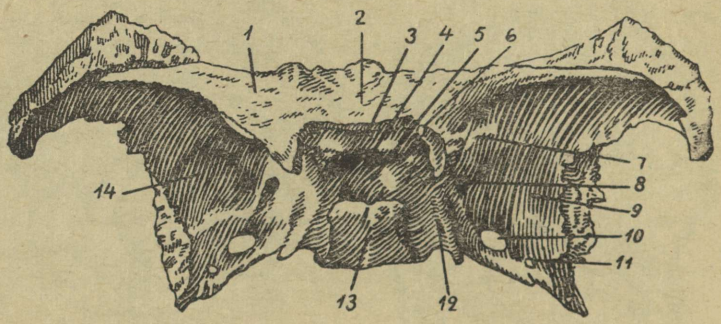
Kuklaluu keha kasvab kahekümnendaks eluaastaks kokku naabruses oleva põhiluu (kiilluu) kehaga ja moodustab niinimetatud Blumenbach'i nõlva, millel asetseb piklik aju.

Kuklaluu külgmiste osade alumisel pinnal on kaks kumerat põnta (kondülust), mille abil kuklaluu liigestub atlasega; põntade all asetseb kanal, millest läheb läbi keelealune närv.

Kuklaluu soomuse välispinnal on välimine kuklamügar, mida läbi kuklanaha on kerge tunda ja millele kinnistuvad tugevad sidemed ja lihased.

Sisepinnal on sisemine kuklamügar; selle külge kinnistub peaaju kõvakelme.

Vastsündinul on need kolm kuklaluuosa veel üksteisest eraldatud. Nad kasvavad kokku alles kuuendal eluaastal.



Joon. 45. **Kiilluu** (ülavaade). 1 — väike tiib; 2 — kiilluukeha; 3 — vagu nägemiskimpude ristumiseks; 4 — sadulakühm; 5 — türgi sadul; 6 — mulk nägemisnärvi läbimiseks; 7 — ülemine silmakoopalõhe; 8 — ümarmulk; 9 — suure tiiva ülemine pind; 10 — ovaalne mulk; 11 — ogamulk; 12 — sisemise unearteeri vagu; 13 — türgi sadula selg; 14 — suur tiib.

Kiilluu ehk põhiluu (*os sphenoidále*, joon. 45 ja 46) asetseb koljupõhimiku keskel ja meenutab kujult veidi liblikat. Temas eristatakse keha ja kolme paari jätkeid: suured tiivad, väikesed tiivad ja kaks tiivataolist jätket.

Aju poole pööratud kiilluupinda nimetatakse türgi sadulaks, mille süvendis asetseb ajuripats ehk hüpofüüs, üks sisesekretoorseist näärmeist.

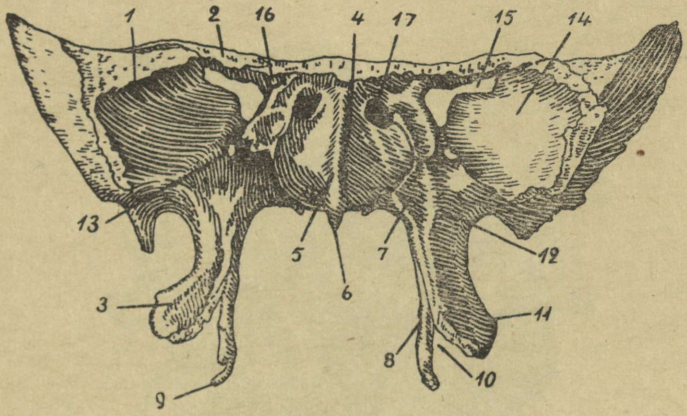
Kiilluu külgedel on kaks vagu, milledes kulgevad sisemised unearteerid, ja kiilluukeha sees asetseb õhku sisaldav vaheseinaga kahestunud urge, nn. põhiluu-urge (*sinus sphenoidalis*).

Suured ja väikesed tiivad suunduvad teineteisega paralleelselt põhiluukehast külgede poole.

Tiivataolised jätked laskuvad allapoole. Kummalegi neist kinnistub kaks tiiblihast (*m. pterygoideus laterális et mediális*).

Oimuluu (*os temporále*, joon. 47 ja 48) asetseb kolju külgmises osas. Teda läbivad tähtsad veresooned ja närvid; luu sees asetsevad kuulmis- ja tasakaaluelundid. Oimuluu liigestub alalõualuuga.

Oimuluus eristatakse nelja osa: kaljuluud (püramiidi), nibujätket, trummiosa ja soomust.



Joon. 46. **Kiilluu** (eestvaade). 1 — suur tiib; 2 — väike tiib; 3 — tiibjas jätke; 4 — kiilluukeha eespoolne pind; 5 — kiilluuhari; 6 — kiilluunokk; 7 — tiibja jätke kanal; 8 — tiibja jätke mediaalne plaat; 9 — konksuke; 10 — sälk tiibja jätke plaatide vahel; 11 — tiibja jätke külgmine plaat; 12 — tiibja jätke väljumiskoht; 13 — ümarmulk; 14 — suure tiiva eesmine pind; 15 — ülemine silmakoopalõhe; 16 — mulk nägemisnärvi läbimiseks; 17 — kiilluu-urke avaus.

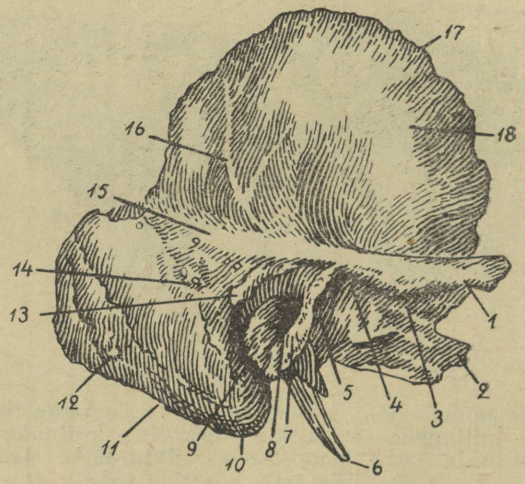
Püramiidis on kolm õõnsust: välis-kuulmekäik, keskkõrv (trummiõõs) ja sisekõrv (labürint). Püramiidis on sise-kuulmekäigu avaus, mis viib sisekõrva. Oimuluu püramiidi alumiselt pinnalt lähtub pikk tikkeljätke, mille külge kinnistuvad sidemed ja lihased. Siinsamas püramiidi alumisel pinnal asetseb sisemise unearteeri kanal, mis varustab aju verega.

Nibujas osa on saanud oma nimetuse välis-kuulmekäigu taga asetsevast nibujätkest. Nibujätke sees on õhuga täidetud ja keskkõrvaõõnega ühenduses olevad õõned. Põletikuline protsess, millega kaasneb mäda kogunemine nibujätke rakkudesse, kannab mastoidiidi nimetust.

Oimuluu soomus kujutab endast poolümarikku plaati, mis asetseb luuga peaaegu vertikaalselt. Soomusel on sarnaluumine jätke (*procéssus zygomáticus*), mis kuulub sarnakaare koostisse. Sarnaluumise jätke aluse juures asetseb liigesenapp, millega oimuluu liigestub alalõualuu liigesepähikuga.

Trummiosa ümbritseb välis-kuulmekäigu avaust eest-, alt- ja tagantpoolt.

Püramiidi tipu ja soomuse vahel on kanal, milles asetseb Eustachio tõri; see ühendab ninaõõnt kõrva trummiõõnega.



Joon. 47. **Parempoolne oimuluu** (väljastpoolt). 1 — sarnajätke; 2 — püramiidi tipp; 3 — liigesekühm; 4 — liigeselohk; 5 — Glaser'i lõhe; 6 — tikkeljätke; 7 — oimuluu trummiosa; 8 — välis-kuulmekäik; 9 — sälk trummiosa ja nibuja osa vahel; 10 — nibujätke; 11 — nibujas osa; 12 — nibumulk; 13 — kõrgend kuulmekäigu kohal; 14 — nibulohk; 15 — oimujoon; 16 — arteerivagu; 17 ja 18 — oimuluu soomus.

Kiiruluu (*os parietále*, joon. 49) on väljapoole kumer nelinurkne plaat. Ta kuulub tervenisti koljuvõlvi koosseisu. Tema kõige kumeram osa on luu keskel ja seda nimetatakse kiiruköbruks (*túber parietále*).

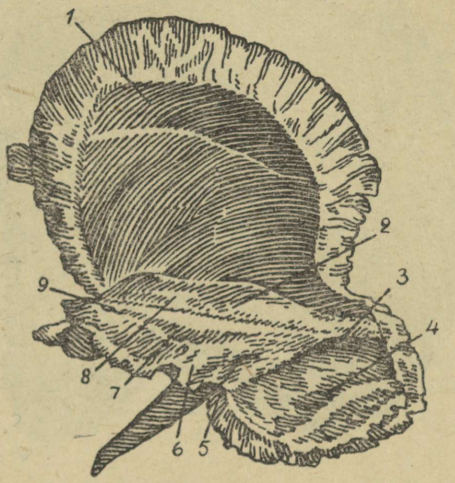
Otsmikuluu (*os frontále*, joon. 50 ja 51) suleb koljuõõne eestpoolt. Temas eristatakse soomust (*squama frontális*), kaht silmakoobasmist osa (*partes orbitáles*) ja ninaosa

(*pars nasális*). Altpoolt eraldab soomuseosa silmaosast silmakoobasmine serv (*margo orbitális*).

Soomuse eesmisel pinnal asetsevad silmakulmukaared; neist kõrgemal, luu külgedel, on otsmikuköbrud (*tuber frontále*).

Orbitaalne osa moodustab silmakoopa lae. Selle lateraalses (külgmises) osas on lohk, milles asetseb pisaranääre.

Ninaosa kujutab endast väikest nelinurkset väljuvust orbitaalsete osade vahel ja on ühendatud ninaluudega.



Joon. 48. **Parempoolne oimuluu** (seestpoolt). 1 — soomus; 2 — poolringkanali kõrgendik; 3 — sigmakujuline vagu; 4 — nibumulk; 5 — jugulaarsälk; 6 — oimuluu püramiidi tagumine pind; 7 — sise-kuulmekäigu avaus; 8 — püramiidi eesmine pind; 9 — püramiidi nurk.

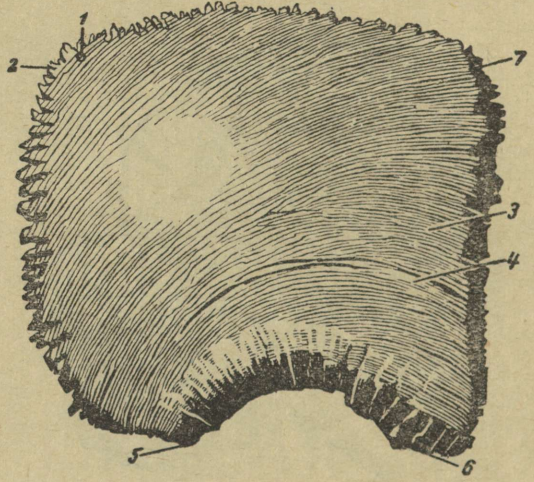
Otsmikuluus asetseb õhku sisaldav õõs, mida vooderdab limaskest ja mis on vaheseinaga poolitatud. See on ühenduses ninaõõnega ja kannab nimetust otsmiku-urge (*sinus frontális*). Selles toimuvat põletikulist protsessi (millega kaasneb mõnikord mäda kogunemine) nimetatakse frontiidiks. Otsmiku-urkele vastab väljastpoolt silmakulmukaar.

Sõelluu (*os ethmoidále*, joon. 52) asetseb ninaõõne ülemises osas otsmikuluu sälgus ja pole sellepärast koljul hästi nähtav. Sellel luul on korrapäratu kuubi kuju ja väga õhukesed seinad.

Sõelluus on horisontaalne (sõelataoline) leste, sagitaalne leste ja kaks külgmist labürinti.

Horisontaalne leste on ninaõõne laeks ja läbi selle rohkearvuliste mulkude kulgevad haistmisnärvide harud koljuõõnde. Horisontaalse sõelja lestme ajupoolsel pinnal on väike kühm, mida nimetatakse kukeharjaks.

Perpendikulaarne leste ulatub alla ninaõõnde ja moodustab osa ninavaheseinast.



Joon. 49. **Parempoolne kiiruluu** (väljastpoolt). 1 — kiirumulk; 2 — ülemine-tagumine nurk; 3 — ülemine oimujoon; 4 — alumine oimujoon; 5 — alumine-tagumine nurk; 6 — alumine-eesmine nurk; 7 — ülemine eesmine nurk.

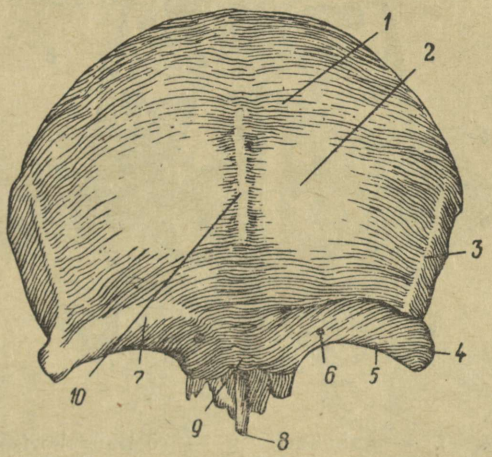
Labürindid asetsevad luu külgmistes osades. Nendes on väikesed õhku sisaldavad kärjekesed, mis on vooderdatud limaskestaga ja ühenduses ninaõõnega.

Tagumise labürindi kärjekesed on ühenduses põhiluu türgi sadula all asetseva põhiluu-urkega, eesmised — silmakulmukaartele vastavate otsmikuluus asetsevate otsmiku-urgetega.

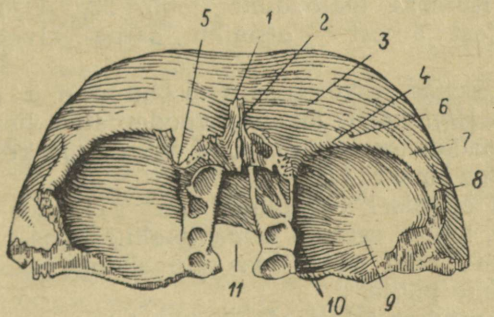
Ülemisse ninakäiku avanevad sõelluu tagumised ja keskmised kärjekesed ning keskmisse ninakäiku — labürindi eesmised kärjekesed.

Labürindi sisepinnal on kaks kõverdunud lestet — ülemine ja keskmine ninakarbik (*concha nasális supérior et média*).

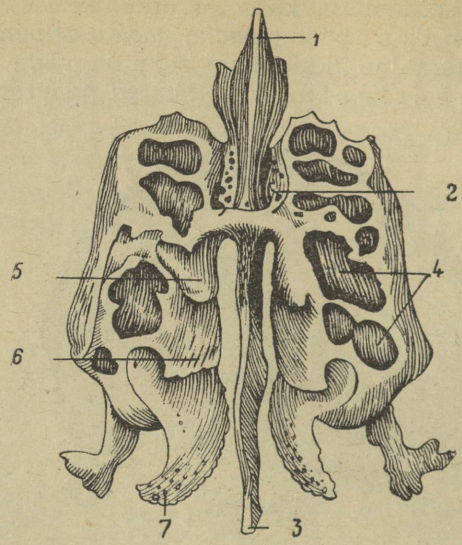
Labürindi lateraalne (külgmine) sein on väga õhuke. Seda nimetatakse paberlestmeks (*lámina papyrácea*).



Joon. 50. **Otsmikuluu** (eestpoolt). 1 — soomus; 2 — otsmikuköber; 3 — oimujoon; 4 — sarnajätke; 5 — silmakoobasmine serv; 6 — silmakoopaüline mulk; 7 — silmakulmukaar; 8 — otsmikuoga; 9 — glabella; 10 — endise otsmikuõmbluse koht.



Joon. 51. **Otsmikuluu** (altpoolt). 1 ja 2 — otsmikuoga; 3 — silmakulmukaar; 4 ja 7 — silmakoobasmine serv; 5 — oga plokilihase kinnistumiseks; 6 — silmakoopaüline mulk; 8 — sarnajätke; 9 — silmakoopaosa; 10 — lohud sõelluusälgu külgedel, mis asetsevad sõelluukärjekeste vastas; 11 — sõelluusälk.



Joon. 52. **Sõelluu.** 1 — kukehari; 2 — sõelluu horisontaalne leste; 3 — perpendikulaarne leste; 4 — kärjekesed (labürindiõõs); 5 — ülemine ninakarbik; 6 — keskmine ninakarbik; 7 — alumine ninakarbik.

Näokolju luud.

Ülalõug (*maxilla*). Kõige suuremad näokolju luud on kaks ülalõualuud. Kumbki ülalõualuu (joon. 53, *A* ja *B*) koosneb kehast ja neljast jätkest — otsmiku-, sarna-, alveolaar- ja suulagijätkest.

Ülalõualuu-kehas on kõige suurem õhu-urge ülalõualuu-urge (*sinus Highmori*), mis on vooderdatud limaskestaga ja ühenduses ninaõõnega. Highmore'i urke limaskesta põletikku nimetatakse haimoriidiks.

Ülalõualuu eesmisel välispinnal on silmahamba-auk (*fossa cánina*), milles asetseb samanimeline lihas.

Luu ülemine pind võtab osa silmakoopa moodustamisest, kujundades selle põhja.

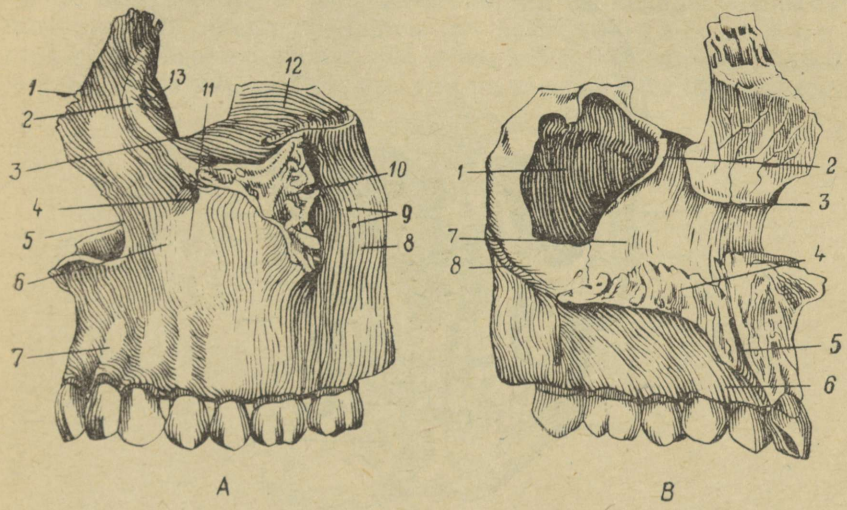
Oimualune pind on tahapoole suunatud ja moodustab oimualuse ja tiibjätke-suulae augu[1].

[1] Tiibjätke-suulae augu tundmine on oluline järgnevate anatoomiaosade läbivõtmisel.

Ninapoolne pind kuulub ninaõõne lateraalse seina koostisse.

Otsmikuluumine jätke (*procéssus frontális*) on ühendatud otsmiku- ja ninaluudega.

Sarnaluumine jätke (*procéssus zygomáticus*) on ühendatud sarnaluuga.

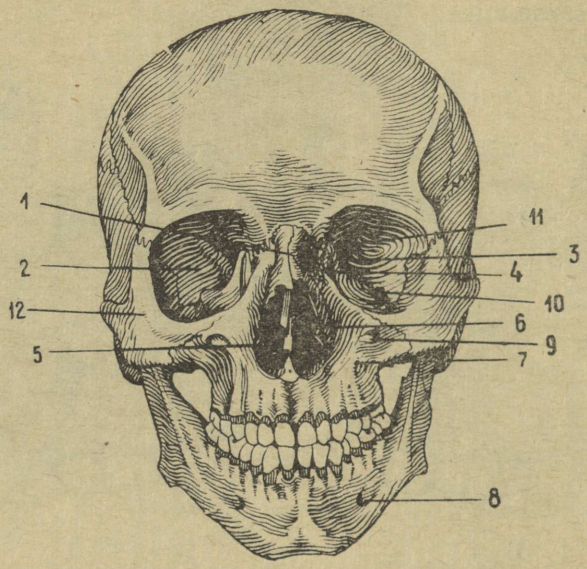


Joon. 53. **Ülalõualuu.** *A* — vasak ülalõualuu (väljastpoolt). 1 — otsmikuluumine jätke; 2 — pisaraluuhari; 3 — silmakoopa alumine serv; 4 — silmakoopa-alune mulk; 5 — ninasälk; 6 — silmahamba-auk; 7 — sombusjätke; 8 — ülalõualuu kühm; 9 — tagumiste alveoolikanalite mulgud; 10 — sarnaluumine jätke; 11 — eesmine pind; 12 — silmakoobasmine pind; 13 — serv, mille vastu liibub pisaraluu. *B* — vasak ülalõualuu (seestpoolt). 1 — sissepääs ülalõualuu-urkesse; 2 — pisarakanal; 3 — hari, mille külge kinnistub alumine ninakarbik; 4 — suulagijätke ninahari; 5 — lõikehambakanal; 6 — sombusjätke; 7 — ülalõualuu keskpidine pind; 8 — ülalõualuu tagumine külg.

Sombusjätkel (*procéssus alveoláris*) on kaarjas kuju ja ta on varustatud hambasompudega (alveoolidega), milledes asetsevad hambad.

Suulagijätke (*procéssus palatinus*) asetseb horisontaalselt. Ühinedes samanimelise vastaspoolse jätkega, moodustab ta kõva suulae.

Sarnaluu (*os zygomáticum*) moodustab kolju sarnakõrgendiku. Ta on korrapäratu nelinurga kujuline ja läheb oimuluu sarnajätkega liitudes üle sarnakaareks, mis on lihaste ja sidemete kinnistuskohaks (joon. 54).



Joon. 54. **Kolju** (eestpoolt). 1 — ninaluu; 2 — kiilluu suur tiib; 3 — nägemisnärvi mulk; 4 — pisaraluu; 5 — alumine karbik; 6 — pirnikujulise mulgu äär; 7 — ülalõualuu; 8 — alalõualuu lõuamulk; 9 — silmakoopa-alune mulk; 10 — silmakoopa alumine lõhe; 11 — silmakoopa ülemine lõhe; 12 — sarnaluu.

Suulaeluu (*os palatinum*) koosneb kahest plaadist: horisontaalsest, kõva suulae tagumist osa moodustavast, ja vertikaalsest, ninaõõne lateraalse seina tagumist osa moodustavast plaadist.

Ninaluud (*ossa nasália*) on kaks pikliku kujuga väikest lestet, mis moodustavad täisnurga all ühinedes ninaselja (joon. 54).

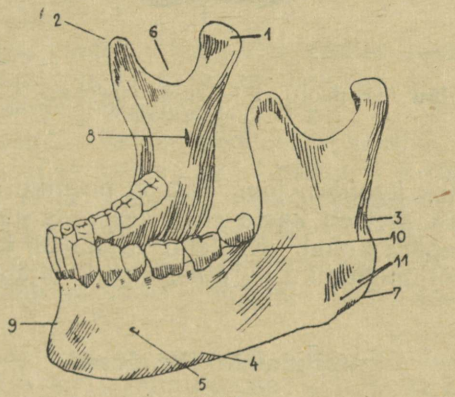
Pisaraluu (*os lacrimále*) on koljuluudest kõige väiksem. Ta asetseb silmakoopa sisepinnal. Tal on hari ja pisarakanal (joon. 54).

Alumine ninakarbik (*concha nasális inférior*) sarnaneb väga sõelluukarbikutega. Ta on täiesti iseseisev luu, asetseb ninaõõne

külgmisel seinal ja eraldab keskmist ninakäiku alumisest, mis asetseb tema all (joon. 54).

Sahkluu (*vómer*) on paaritu luu, korrapäratu nelinurkse plaadi kujuline. Koos sõelluu ristijätkega on ta ninavaheseina osaks.

Alalõualuu (*mandibula*, joon. 55) on suur tugev paaritu luu. Ta on hobuserauakujuline ja on kolju ainsaks liikuvaks luuks. Ta koosneb kehast ja kahest harust, mis on kehaga ühendatud nürinurga all. Keha välispinnal on kaks lõuaalust köbrukest. Sisepinnal on terav okas, kuhu kinnistuvad lihased, ja hargnemiskohal asetseb auk, mis on sissekäiguks lõualuukanalisse. Kogu alalõualuu-keha sisemist pinda mööda kulgeb selle keskel veidi ülespoole harudele tõustes lõua-keeleluu joon (*linea mylohyoidea*). See on samanimelise lihase — lõua-keeleluu lihase — kinnistuskoht; nimetatud lihas moodustab suuõõne põhja.

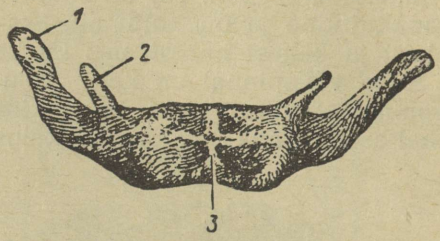


Joon. 55. **Alalõualuu.** 1 — liigesjätke; 2 — lihas- ehk varesenokkjätke; 3 — alalõualuu haru; 4 — alalõualuu-keha; 5 — lõuamulk; 6 — sälk; 7 — alalõualuu-nurk; 8 — sissekäik lõualuukanalisse; 9 — lõuaalune köbruke; 10 — kaldjoon; 11 — krobedikud lihaste kinnistumiseks.

Alalõualuu-keha ülemist serva nimetatakse alveolaarseks servaks (*pars alveoláris*). Selles asetsevad 16 alumise hamba sombud ehk alveoolid.

Vanas eas, seoses hammaste väljalangemisega, kasvavad need sombud kinni. Selle põhjal on väga kerge skeletil eraldada noore inimese lõualuud hammasteta rauga omast.

Alalõualuu harude ülemisel pinnal eristatakse sälku ja kahte jätket: liigesjätket (*procéssus articuláris*) oimuluuga liigestumiseks ja lihasjätket (*procéssus musculáris*) oimulihase kinnistumiseks.



Joon. 56. **Keeleluu** (eestpoolt). 1 — suur sarveke; 2 — väike sarveke; 3 — keeleluukeha.

Keeleluu (*os hyoides*, joon. 56) on peenike hobuserauakujuline luuke. Ta asetseb kaela eesmises osas alalõualuu ja kõri vahel — keelepära kohal. Keeleluu kinnistub kahe pika tugeva sideme abil koljupõhimiku — oimuluu tikkeljätke — külge.

Koljuluude ühendused.

Ajukolju luud on omavahel ühendatud õmbluste (*sutúrae*) abil. Need võivad olla kas saagõmblused (*sutúra serráta*) — neid on koljus kõige rohkem —, soomusõmblused (*sutúra squamósa*) — oimu- ja kiiruluu vahel — ja lõpuks lameõmblused (*sutúrae lévis*), millede näiteks võivad olla näokolju luude vahelised ühendused.

Koljulael on järgmised õmblused: sagitaalne ehk noolõmblus, pärgõmblus (*sutúra coronária*) — otsmiku- ja oimuluu vahel, lambdaõmblus (*sutúra lambdoidea;* nimetus on tuletatud kreeka tähest λ — lambda) — oimu- ja kuklaluu vahel, soomusõmblus (*sutúra squamosa*) — kiiruluu ja oimuluu vahel.

Näokoljus on ainult üks kombineeritud liiges — alalõualiiges. See asetseb alalõualuu liigesjätkete ja oimuluu vahel. Kujult on alalõualiiges ellipsoidne. Teda kinnistavad sidemed. Tema liigesekapslis on kõhr — liigeseketas.

Alalõualiigeses on võimalikud järgmised liigutused: alalõua tõstmine ja langetamine, lõua liikumine ette- ja tahapoole ning

külgedele. Kõik need liikumised soodustavad toidu hoolikat peenekspuremist hammastega.

Nõrgestatud sidemetesüsteemiga inimestel esineb vahel alalõualiigeses niinimetatud „harjumuslik" liigesenihestus, mis tekib neil isegi haigutamisel.

Ülevaade kolju välis- ja sisepinnast.

Silmakoobas (*orbita*). Silmakoopas on hulk mulke, mis teda ühendavad koljuõõnega, tiibjätke-suulae auguga, ninaõõnega ja oimuauguga.

Ninaõõs (*cavum nasi*). Näokolju keskel asetseb pirnikujuline n i n a a v a u s, mida piiravad ülalõua- ja ninaluud; see avaus viib ninaõõnde (joon. 54).

Ninaõõne ülemise seina moodustab sõelluu horisontaalne plaat, alumise — kõva suulagi ja külgmise — kolm ninakarbikut (alumine, keskmine ja ülemine). Nende karbikute vahel asetseb kolm n i n a k ä i k u (ülemine, keskmine ja alumine).

Inimese esivanemail oli karbikuid märksa rohkem, kuid fülogeneetilises arenemisprotsessis on nende arv kolmeni vähenenud.

Ninaõõs on jaotatud vaheseinaga, mille moodustab ülaltpoolt sõelluu vertikaalne (perpendikulaarne) leste ja alt sahkluu. Ninaõõnes on rida avausi. Kõige suuremad neist — koaanid ehk sisesõõrmed — asetsevad ninaõõne tagumises osas. Need avaused viivad neeluõõnde. Peale selle on ninakäigud ühenduses kõikide koljus olevate õhku sisaldavate urgetega: otsmiku-, Highmore'i, põhiluu-urkega ja sõelluu labürindi kärjekestega. Ninaõõs on n i n a - p i s a r a k a n a l i kaudu ühendatud silmakoopaga, sõelluu mulgustatud plaadi kaudu koljuõõnega ja lõpuks intsisiivkanali kaudu suuõõnega.

Suuõõs (*cavum oris*). Suuõõne skeleti moodustavad lõualuud (ülemine ja alumine) ning suulaeluud. Tal on ühendus ninaõõnega ja tiibjätke-suulae auguga.

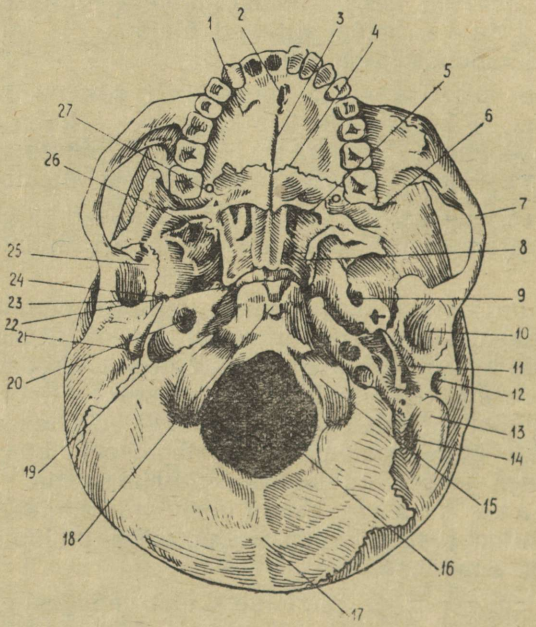
Vaadeldes koljut küljelt on näha järgmised moodustised: sarnakaar, kaks lohku (o i m u a u k ja o i m u a l u n e a u k), mis on teineteisest eraldatud luuharjaga, ja lõpuks oimualusest august mediaalsemal asetsev tähtis lohk — tiibjätke-suulae auk (*fossa pterygopalatina*). See kujutab endast püramiidi, mille alus on pööratud üles- ja tipp allapoole. See lohk asetseb eespool oleva ülalõua ja tagapool oleva kiilluu tiibjätke vahel.

Tiibjätke-suulae augus on tähtis närvisõlm — tiibjätke-suulae ganglion (*gánglion pterygopalatinum*).

Tiibjätke-suulae auk on ühenduses naaberõõntega. Nii viib kiilluu ümmargune mulk tiibjätke-suulae august koljuõõnde, silmakoopa alumine lõhe — silmakoopasse ja põhiluu-suulae avaus — ninaõõnde. Peale selle on tiibjätke-suulae auk ühenduses suuõõnega.

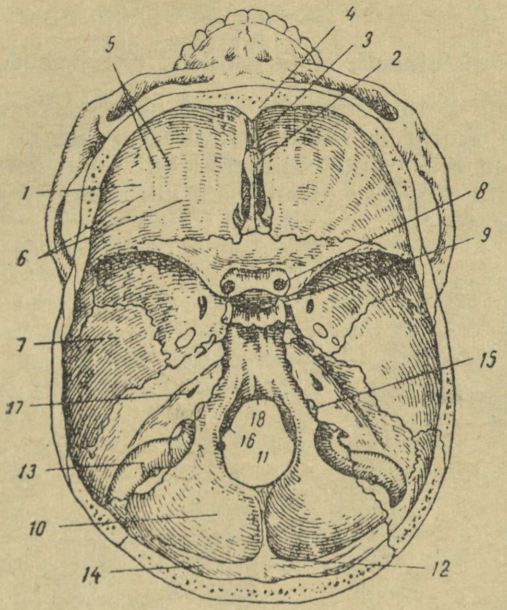
Kirjeldatust järgneb, et kõik koljuõõned on omavahel ühenduses, mispärast põletikuliste protsesside puhul võib mäda kergesti ühest õõnest teise tungida.

Koljupõhimik. Koljupõhimikku väljastpoolt vaadeldes (joon. 57) näeme järgmisi moodustisi: kõva suulage, mille moodustavad



Joon. 57. **Koljupõhimiku välispind.** 1 — ülalõualuu suulagijätke; 2 — intsisiiv-kanali avaus; 3 — suulae keskpidine õmblus; 4 — suulae ristipidine õmblus; 5 — koaan; 6 — silmakoopa alumine lõhe; 7 — sarnakaar; 8 — tiibjas jätke; 9 — ovaalne mulk; 10 — liigeselohk; 11 — tikkeljätke; 12 — välis-kuulmekäik; 13 — nibujätke; 14 — nibujas sälk; 15 — kuklapõnt; 16 — suur kuklamulk; 17 — välimine kuklakõrgendik; 18 — neelukühm; 19 — jugulaarmulk; 20 — mulk unearteeri läbipääsuks; 21 — tikkeljätke-nibujätke mulk; 22 — kärisenud mulk; 23 — Glaser'i lõhe; 24 — ogamulk; 25 — liigesekühm; 26 — tiibja jätke konksuke; 27 — suur suulae mulk.

suulaeluude horisontaalplaadid ja ülalõualuude suulagijätked, koaane, silmakoopalõhet, oimuluu tikkel- ja nibujätket, suurt kuklamulku, kuklaluu liigesjätkeid, välist kuklakõrgendikku ning mitmeid väikesi avausi, mida läbivad sooned ja närvid.



Joon. 58. **Koljupõhimiku sisepind.** 1 — eesmine koljulohk; 2 — kukeharі; 3 — umbne auk; 4 — otsmikuluuhari; 5 ja 6 — ajukäärude ja -vagude jäljendid luul; 7 — keskmine koljulohk; 8 — nägemisnärvi mulk; 9 — unearteermine vagu; 10 — tagumine koljulohk; 11 — suur kuklamulk; 12 — sisemine kuklakõrgendik; 13 ja 14 — veenide vaod; 15 — jugulaarmulk; 16 — keelealuse närvi kanal; 17 — sise-kuulmekäigu avaus; 18 — Blumenbach'i nõlv.

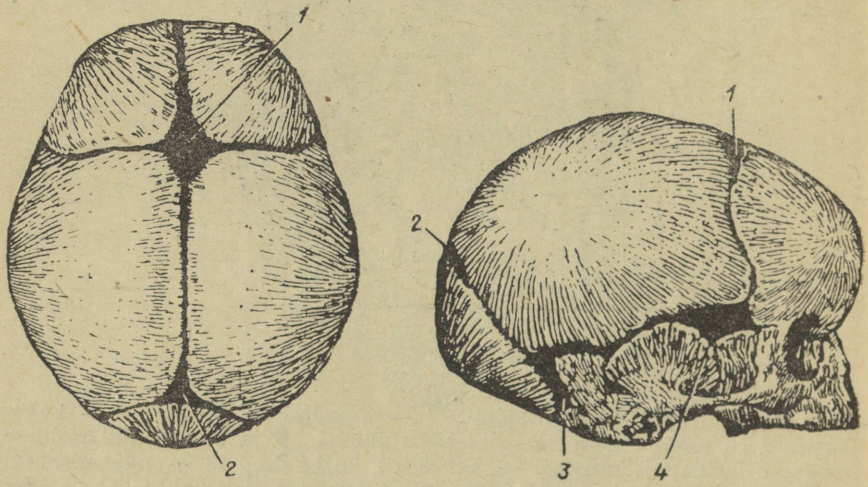
Koljupõhimiku seesmisel pinnal, mis tuleb nähtavale pärast koljukaane eemaldamist, on kolm koljulohku (eesmine, keskmine ja tagumine). Siin võib näha sõelluu horisontaalset plaati koos kukeharjaga, kiilluu tiibu, türgi sadulat, suurt kuklamulku, oimuluu püramiidi koos sise-kuulmekäigu avaustega, Blumenbach'i nõlva ja sisemist kuklakõrgendikku (joon. 58).

Koljuluude arenemine.

Kõik ajukolju luud arenevad esmasest mesenhüümist, mis ümbritseb lootel eesmist ajuosa. Näokolju luud kujunevad lootel lõpuskaarte asemele, mis on rudimentaarsed (väljaarenemata) lootelised elundid ja arenevad samuti mesenhüümist.

Kolju eluealised ja soolised erinevused.

Vastsündinu kolju erineb märgatavalt täiskasvanu omast. Vastsündinu ajukolju on näokoljust suurem (see on tingitud sellest, et inimese aju areneb kiiremini kui tema närimisaparaat). Vastsündinul tungivad otsmiku- ja kiirukühmud palju rohkem esile kui täiskasvanul.



Joon. 39. **Vastsündinu kolju** (ülalt ja kõrvalt). 1 — otsmikulõge; 2 — kuklalõge; 3 — nibujätkelõge; 4 — kiillõge.

Tulevaste õmbluste kohal on vastsündinuil veel kinnikasvamata sidekoelised katted ja kolju nendes kohtades, kus mitu luud ühineb, on moodustunud l õ g e m e d (*fonticuli*).

Lõgemeid on kuus: o t s m i k u l õ g e (*fonticulus major*), mis on kõige suurem ja asetseb nool- ja pärgõmbluse ristumiskohal; k u k l a - ehk v ä i k e l õ g e (*fonticulus minor*), mis asetseb nool- ja lambdaõmbluse ristumiskohal; kaks paarislõget — ees-

mised külgmised ehk kiillõgemed (*fontioulus sphenoideus*), mis asetsevad kiil-, oimu-, kiiru- ja otsmikuluu ühenduskohal, ja tagumised külgmised ehk nibujätkelõgemed (*fonticulus mastoideus*), mis asetsevad kiiru-, oimu- ja kuklaluude ühenduskohal (joon. 59).

Lapse sündimise ajaks on külgmised lõgemed juba kinni kasvanud, otsmiku- ja kuklalõge on veel alles. Kuklalõge kasvab kinni teiseks elukuuks ja otsmikulõge kaheksateistkümnendaks elukuuks.

Otsmikulõgeme suurenemine ja tema kinnikasvamise hilinemine (mõnikord alles kolmandaks eluaastaks) iseloomustab haiguslikku seisundit, mida tuntakse rahhiidi nimetuse all.

Lõgemete tundmine on sünnitusabi praktikas oluline. Nende vastastikuse asendi teadmine võimaldab arstile ja ämmaemandale sünnitajate järelevaatusel jälgida loote pea liikumise korrapärasust vaagnaõõnes.

Ka täiskasvanu ja rauga koljul on mõned omapärasused. Täiskasvanul kasvavad kolmekümnendaks eluaastaks õmblused peaaegu täiesti kinni, koljuluude käsnollus väheneb tunduvalt ja koljuluud muutuvad seetõttu vanaduses kergemaks, tihedamaks ja hapramaks.

Hammaste väljalangemise ja hambasompude kadumise tagajärjel tõuseb raukadel alalõug ülespoole. See annab näole tüüpilise raugailme.

Naise kolju erineb mehe omast selle poolest, et tema luud on siledamad kui mehe kolju luud, mis on tingitud naise koljulihaste vähemast arengust.

Jäsemed.

Jäsemed kujutavad endist kere lisandeid, millede abil loomad vabalt käivad.

Kõikide selgrooliste loomade jäsemete prototüübiks on kalade uimed. Fülogeneetilises arenemisprotsessis üleminekul veesiseselt eluviisilt maisele muundusid kalade uimed aegamööda viiesõrmseks jäsemeks.

Meie loomsed esivanemad käisid teatavas arengustaadiumis algul neljal jäsemel, siis kohanesid inimese kauge esivanema tagumised jäsemed käimiseks keha vertikaalasendis ja muutusid alumisteks jäsemeteks — jalgadeks, esimesed jäsemed aga kohandusid haaramiseks ja hakkasid hiljem sooritama tööprotsesse, s. t. muutusid käteks.

ÜLEMISE JÄSEME SKELETT.

Inimese ülemiste jäsemete skeleti koostisse kuuluvad järgmised osad: õlavööde, mis koosneb abaluust ja rangluust, ning kahe vabajäseme skelett, mis koosneb õlavarreluust ja küünarvarre ning labakäe luudest.

Õlavööde.

Õlavööde ei ole tagant suletud, sest et abaluud ei ühendu omavahel. Eespool liigestuvad rangluud rinnakupidemega.

Õlavööde on suure tähtsusega. Sellest on tingitud ülemiste vabajäsemete suur liikuvus. Ta on neile toeks, suurendab ülemiste jäsemete liikumisulatust, ja lõpuks selletõttu, et ta pole tagant suletud, vähendab ta tõukeid, mis võiksid lülisambale edasi kanduda, ja hoiab sel teel rindkeret põrutuste eest.

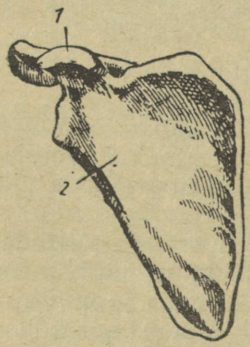


Joon. 60. **Parempoolne rangluu** (ülalt). 1 — akromiaalne (abaluupoolne) ots; 2 — rinnakupoolne ots.

Rangluu (*clavicula*, joon. 60) on pikk torujas luu, veidi S-tähekujuliselt kõverdunud.

Ta asetseb rinnakupideme ja abaluu õlanuki vahel.

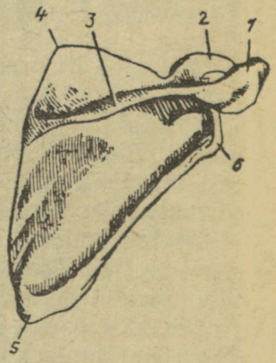
Abaluu (*scápula*, joon. 61 ja 62) on lame kolmnurkne luu, mis asetseb rindkere tagumisel pinnal. Ta külgneb vastu roideid II—VIII roide ulatuses.



Joon. 61.

Joon. 61. **Parempoolne abaluu** (eestpoolt). 1 — ronganokkjätke; 2 — roietepoolne pind.

Joon. 62. **Parempoolne abaluu** (tagant). 1 — õlanukk; 2 — ronganokkjätke; 3 — abaluuhari; 4 — keskpidine nurk; 5 — alumine nurk; 6 — külgmine nurk ühes liigesenapaga.



Joon. 62.

Abaluul on kaks jätket — ronganokkjätke ja õlanukk (*procéssus coracoides et acrómion*) —, abaluuhari, mis jaotab abaluu tagumise pinna kaheks lohuks: harjapealseks ja harjaaluseks, ja lõpuks liigeselohk, millega liigestub õlavarreluu pähik.

Õlavöötmeluude ühendused. Õlavöötmes on kaks liigest: rinnaku-rangluu liiges, mis on rinnakupideme ja rangluu rinnakupoolse otsa vahel, ning õlanuki-rangluu liiges, mis asetseb rangluu lateraalse otsa ja abaluu akromiaaljätke vahel.

Esimene liiges on korrapäratu kujuga ja individuaalselt isesugune: vahel on ta kujult sadulliigese sarnane, mõnikord kerakujuline. Selles liigeses on liigesevaheline ketas. Liiges on tugevdatud sidemetega, mis ühendavad teda rinnakuga, esimese roidega ja samanimelise vastaspoolse liigesega.

Selles liigeses on võimalikud järgmised liigutused: õla tõstmine ja langetamine ning õla ette ja taha liikumine.

Õlanuki-rangluu liiges on kujult lame — selles toimuvad ainult vähesed luude nihkumised. Teda tugevdavad samuti sidemed.

On huvitav, et sportlastel ja füüsilist tööd tegevail inimestel tekib õlavöötmes tavaliselt kolmas liiges — roide-rangluu liiges (Šušinski).

See liiges asetseb rangluu ja roide vahel rinnaku-rangluu liigese kõrval. Kujult on ta lame. Tema olemasolu suurendab õlavöötme liikuvust.

Ülemise vabajäseme skelett. Õlavarreluu (*húmerus*, joon. 63). Selles on, nagu kõigis torujais luudes, diafüüs ja kaks epifüüsi — ülemine ja alumine.

Ülemises epifüüsis on ümarik pea — pähik, mille abil õlavarreluu liigestub abaluuga.

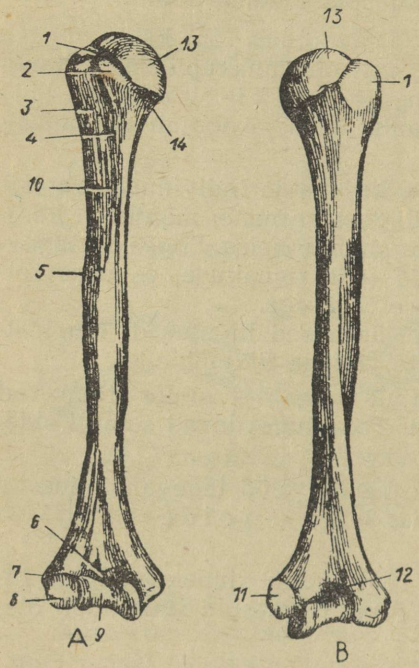
Diafüüsi ja ülemise epifüüsi vahelist piiri nimetatakse kirurgiliseks kaelaks, milles tihti esinevad õlavarreluu murrud. Kirurgilisest kaelast veidi kõrgemal on anatoomiline kael.

Ülemise epifüüsi pinnal on hulk niinimetatud toiteavausi, millede kaudu kulgevad veresooned luuümbrisest luu käsnollusesse ja vastupidi.

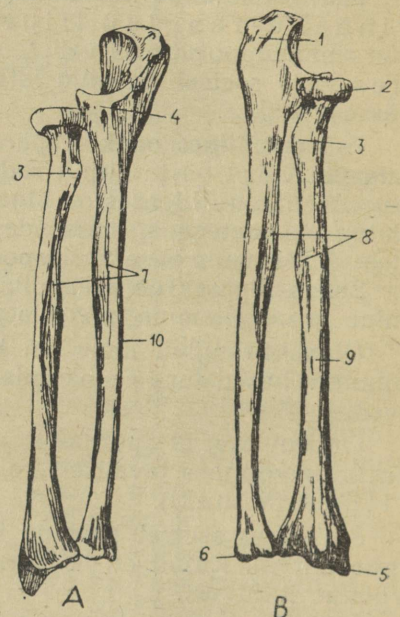
Õlavarreluu pähiku täielik luustumine ja diafüüsiga kokkukasvamine toimub umbes 20-aastaselt.

Piki diafüüsi tagumist pinda asetseb spiraalne vagu — siit kulgeva radiaalnärvi ase.

Alumise epifüüsi külgedel on kaks jätket ehk põnta (sisemine ja välimine); need on õlavarrelihaste kinnistuskohad. Nende põntade vahel asetsevad kaks erineva kujuga liigesepinda: esi-



Joon. 63. **Parempoolne õlavarreluu.** *A* — eestpoolt ja *B* — tagantpoolt. 1 — suur köbruke; 2 — väike köbruke; 3 — suure köbrukese hari; 4 — väikese köbrukese hari; 5 — deltalihase kinnistumiskoht; 6 — varesenokkjätke-auk; 7 — välimine (lateraalne) põnt; 8 — õlavarreluu peake; 9 — plokk; 10 — köbrukestevaheline vagu; 11 — sisemine (mediaalne) põnt; 12 — küünraauk; 13 — pähik; 14 — anatoomiline kael.



Joon. 64. **Küünarvarre luud.** *A* — eestpoolt ja *B* — tagantpoolt. 1 — küünarnukk; 2 — kodarluupähik; 3 — kodarluu konarus; 4 — varesenokkjätke; 5 ja 6 — kodarluu ja küünarluu tikkeljätked; 7 ja 8 — luudevahelised harjad, kuhu kinnistub luudevaheline membraan; 9 — kodarluu; 10 — küünarluu.

mene nõgus, plokikujuline (siseküljel), liigestumiseks küünarluuga, ja teine kumer, ümarik (välisküljel), liigestumiseks kodarluuga.

Õlavarreluu alumise epifüüsi tagumisel ja eesmisel pinnal on

kaks väikest lohku — varesenokkjätke-auk (*fossa coronoides*) ja küünarnuki-auk (*fossa olecráni*), kuhu painutamisel satuvad samanimelised küünarluujätked. Ülal liigestub õlavarreluu abaluuga õlaliigese kaudu.

Küünarvars koosneb kahest pikast luust: kodarluu, mis asetseb pöidlapoolsel küljel, ja küünarluu — pisisõrme pool.

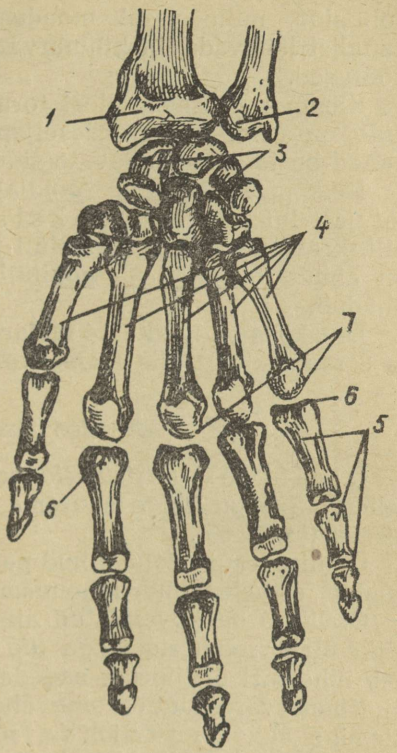
K o d a r l u u (*rádius*, joon. 64) on veidi paindunud kolmetahuline luu. Ülemises osas on tal peake, kael ja konarus, kuhu kinnistub õlavarre kakspealihas.

Kodarluu alumine epifüüs on tunduvalt paksem. Ta liigestub randmeluudega.

K ü ü n a r l u u (*ulna*, joon. 64). Vastandina kodarluule on küünarluu ülemine ots veidi paksenenud. Selles on sälk liigestumiseks õlavarreluuga ja sälgu äärtes on kaks jätket — varesenokkjätke ja küünarnukk.

Küünarluu ja kodarluu alumistel epifüüsidel on tikkeljätked, millede külge kinnistuvad lihased ja sidemed.

Ülemise jäseme alumine osa — l a b a k ä s i (*manus*, joon. 65) — koosneb paljudest luudest ja jaguneb omakorda kolmeks osaks: r a n n e (*carpus*), k ä m m a l (*metacárpus*) ja s õ r m e d (*digiti*).



Joon. 65. **Parempoolne labakäsi** (peopesapoolsest — volaarsest küljest). 1 — kodarluu; 2 — küünarluu; 3 — randmeluud; 4 — kämblaluud; 5 — faalanksid (põhi-, keskmine ja küüssõrmelüli); 6 — põhi-sõrmelülide liigesepinnad; 7 — kämblasõrmelüli liigeste kerakujulised liigesepinnad.

Ranne moodustub kaheksast väikesest luust; need on paigutunud kahte ritta. Esimeses, küünarvarrele lähemas reas asetsevad pöidla poolt lugedes järgmised luud: lodiluu, kuuluu, kolmkantluu ja hernesluu. Teises reas on suur hulknurkluu, väike hulknurkluu, peane luu ja konksluu.

Käeselja poolt on ranne kumer, peopesa poolt nõgus. Nõgusal küljel moodustavad randmeluud külgedel kõrgendikke ja nende vahel oleva süvendi. Süvendi kohal asetseb tugev randme põikiside, mille varal moodustub randmekanal. Sellest kanalist lähevad läbi küünarvarre pikkade sõrmepainutajalihaste kõõlused.

Kämmal koosneb viiest torujast luust. Nende peopesapoolne külg on veidi nõgus, käeseljapoolne külg kumer. Kämblaluude vahed on täidetud tugevate sidekoeliste kilede ja lihastega.

Kõik sõrmed (peale pöidla) koosnevad kolmest väikesest torujast luust — faalanksist ehk lülist: põhi- ehk I sõrmelüli, keskmine ehk II sõrmelüli ja küüs- ehk III sõrmelüli. Pöidlal on ainult kaks lüli — põhilüli ja küüslüli; keskmine faalanks puudub.

Labakäes on kokku 14 faalanksit. Kui siia lisada 5 kämblaluud ja 8 randmeluud, siis saame kokku ühel labakäel 27 luud.

Ülemise jäseme liigesed.

Õlaliiges (*articulátio húmeri*) on kerakujuline, paljuteljeline. See on kõige suurema liikuvusega liiges inimese organismis (joon. 66).

Õlaliigeses on võimalikud paljud liigutused: painutamine, sirutamine, eemaldamine, lähendamine ja ringliigutused.

Õlaliiges on kõvendatud ainult ühe sidemega — ronganokkjätke-õlavarreluu sidemega (*lig. coracohumerále*); seepärast esineb nihestusi õlaliigeses sagedamini kui muudes liigestes.

Küünarvarreluud on omavahel ühendatud silinderliigestega — ülemine ehk proksimaalne kodarluu-küünarluu liiges ja alumine ehk distaalne kodarluu-küünarluu liiges. Need mõlemad liigesed liiguvad korraga ja moodustavad kombineeritud liigese.

Pikitelje ümber pööreldes ristuvad küünarvarreluud ja viivad käe pronatsiooni- ehk sissepöördeasendisse (peopesa allapoole) või võtavad paralleelse asendi, viies käe supinatsiooni- ehk väljapöördeasendisse (peopesa ülespoole).

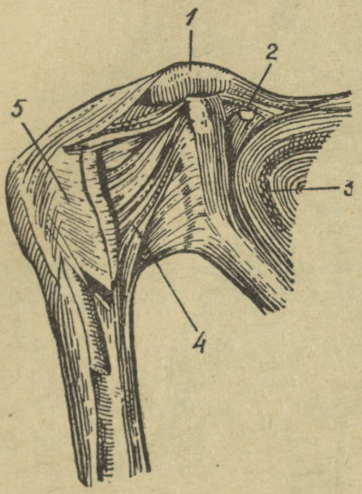
Küünarvarreluude vahel on tugev luudevaheline membraan, mis kõvendab küünarvarreluid ja suurendab küünarvarrelihaste kinnistuspinda. Membraanil on ülal ja all avaused, kust lähevad läbi sooned ja närvid.

Mõlemad küünarvarreluud moodustavad õlavarreluuga ühinedes liitliigese — küünarliigese (*articulátio cúbiti*, joon. 67).

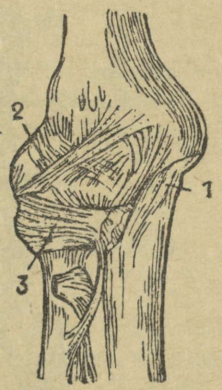
Küünarliigesel on kolm osa: õlavarre-küünarluu liiges, õlavarre-kodarluu liiges ning ülemine kodarluu-küünarluu liiges. Need kolm liigest on ümbritsetud ühise liigesekapsliga ja kõvendatud tugevate sidemetega.

Küünarliigeses toimub liikumine ainult ümber ühe frontaaltelje — painutamine ja sirutamine.

Randmeluude vahel on lamedad randmeluudevahelised liigesed; seetõttu on nendes võimalik ainult väike liigesepindade libisemine üksteise vastu.



Joon. 66. **Õlaliiges.** 1 — ronganokkjätke; 2 — abaluu ülemine ristiside; 3 — abaluu; 4 — liigesekapsel; 5 — suure rinnalihase kõõlus.



Joon. 67. **Küünarliiges.** 1 — ulnaarne kaaskülgne side; 2 — liigesekapsel; 3 — kodarluupeakese ümber asetsev rõngasside.

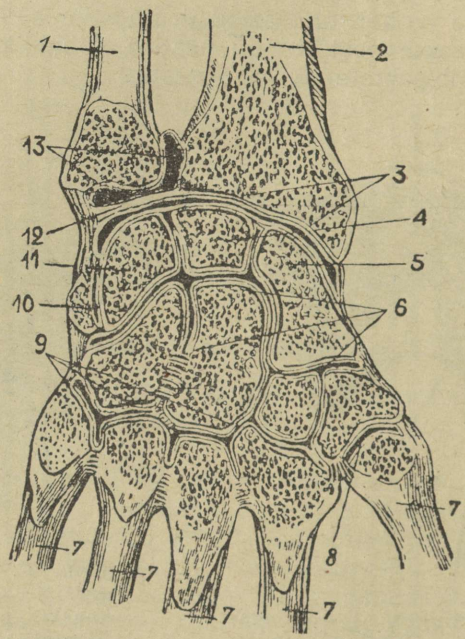
Kõigil neil liigestel on oma liigesekapslid ja nad on kõvendatud tugeva sidemeteaparaadiga nii käeselja- kui ka peopesapoolsel küljel.

Kämblaluude proksimaalsed otsad liigestuvad randmeluudega, moodustades lamedaid kämbla-randme liigeseid (peale pöidla, kus liiges on sadulakujuline). Distaalne ots liigestub sõrmede põhilülidega, moodustades kerakujulisi kämbla-sõrmelüli liigeseid.

Sadulakujuliste pindade tõttu pöidla kämbla-randme liigeses eristub pöial oma suure liikuvuse poolest. Selles liigeses on või-

malik mitte üksnes painutamine ja sirutamine, vaid ka lähendamine, eemaldamine ja pöidla vastuseadmine teistele sõrmedele.

Kämblaluude proksimaalsete otste vahel on kämblaluudevahelised liigesed; need on kujult lamedad ja neis on võimalik ainult ühe liigesepinna vähene libisemine teise vastu.



Joon. 68. **Kodarluu-randme liiges ja randmeluudevahelised liigesed** (pikiläbilõikes). 1 — küünarluu; 2 — kodarluu; 3 — kodarluu-randme liiges; 4 — kuuluu; 5 — lodiluu; 6 — randmeluudevaheline liiges; 7 — kämblaluud; 8 — pöidla randme-kämbla liiges; 9 — sõrmede randme-kämbla liigesed; 10 — hernesluu liigestumine kolmkantluuga; 11 — kolmkantluu; 12 — liigesevaheline kõhr (ühe servaga kasvanud kodarluu külge ja pikendades selle luu liigesepinda); 13 — alumine (distaalne) kodarluu-küünarluu liiges.

Faalanksid liigestuvad omavahel plokikujuliste liigestega; neil on samuti liigesekapslid ja kõvendavad sidemed.

Faalanksitevahelistes üheteljelistes liigestes on liikumine võimalik ainult ühe risttelje ümber, s. t. painutus ja sirutus.

Kogu labakäsi liigestub küünarvarreluudega kodarluu-randme liigese kaudu (*articulátio radiocárpea*, joon. 68).

See liiges moodustub kodarluu ja randmeluude esimese rea liigesepindade vahel. Küünarluu on liigesest eraldatud liigesevahelise kõhrega ega võta liigese moodustamisest osa.

Kodarluu-randme liiges on ellipsoidne, järelikult on tal kaks telge. Temas on võimalik painutamine ning sirutamine (frontaaltelje ümber) ja eemaldamine ning lähendamine (sagitaaltelje ümber).

Kodarluu-randme liigesel on avar liigesekapsel, mis on kõvendatud tugevate sidemetega.

ALUMISE JÄSEME SKELETT.

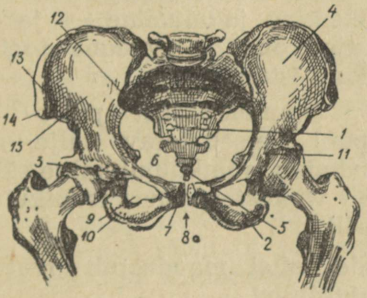
Alumiste jäsemete skelett koosneb vaagnavöötmest ehk vaagnast ja kahest vabajäseme skeletist. Alumise vabajäseme skelett koosneb omakorda reiest, säärest ja pöiast.

Vaagnavööde.

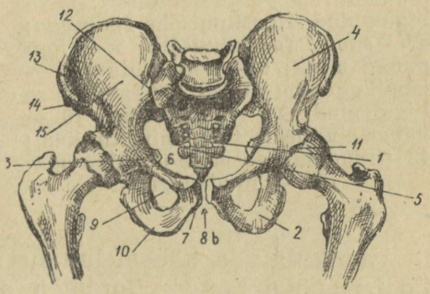
Vaagnavööde vastab ülemiste jäsemete õlavöötmele.

Reieluu vastab õlavarreluule, säär küünarvarrele ja pöid labakäele.

V a a g e n (*pelvis*, joon. 69, 70 ja 71) on moodustatud eest ja külgedelt kahest puusaluust ja tagant lülisamba alumisest osast (V nimmelülist, ristluust ja sabalülidest). Ristluu kiilub kahe puusaluu vahele, mistõttu tekib kinnine ehk suletud luurõngas — v a a g n a v ö ö d e.



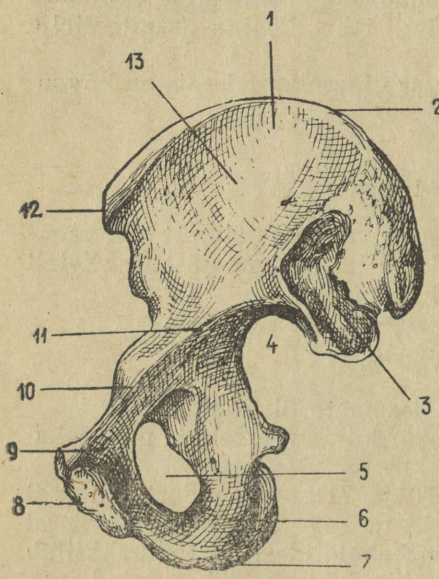
Joon. 69. **Naise vaagen.**



Joon. 70. **Mehe vaagen.**

1 — ristluu; 2 — istmikuluu; 3 — häbemeluu; 4 — niudeluu; 5 — sabalülid; 6 — sissekäik väikesesse vaagnasse; 7 — häbemeliidus; 8-*a* — häbemekaar; 8-*b* — häbemenurk; 9 — toppunud mulk; 10 — istmikuköber; 11 — puusanapp; 12 — ristluu-niudeluu liiges; 13 — niudeluuhari; 14 — niudeluu eesmine-ülemine oga; 15 — niudenõgu.

Puusaluu (*os coxae*) on lame paarisluu, mis moodustub suguküpsuse ajaks (16—17 eluaastaks) kolme täiesti eraldi oleva luu liitumisest; need on: niudeluu (*os ilium*), häbemeluu (*os pubis*) ja istmikuluu (*os ischii*).



Joon. 71. **Puusaluu külgvaates.** 1 — niudeluu; 2 — niudeluuhari; 3 — liigesepind liigestumiseks ristluuga; 4 — suur istmikuluusälk; 5 — toppunud mulk; 6 — istmikuluu; 7 — istmikuköber; 8 — häbemeliiduse liigesepind; 9 — häbemeluu; 10 — häbemeluuhari; 11 — nimetu joon; 12 — niudeluu eesmine-ülemine oga; 13 — niudenõgu.

Nende kolme luu ühinemise kohal väljaspoolsel küljel tekib liigesenapp, mille kaudu puusaluu liigestub reieluupähikuga.

Niudeluul on järgmised osad: tiivad, niudenõgu (*fossa ilica*), hari ja kaks paari teravaid väljaulatuvusi: eesmine-ülemine ja -alumine oga ning tagumine-ülemine ja -alumine oga. Hari ja ogad on kõõluste ja lihaste kinnistuskohtadeks.

Häbemeluul on järgmised osad: kaks haru (ülemine ja alumine), mis ühinevad nurgi ja moodustavad (teise häbemeluuga) häbemeliiduse (*symphýsis óssium púbis*), häbemeluuharja, niudeharjavälje ja häbemeluuköbrukese. Istmikuluul on samuti kaks haru — ülemine ja alumine — ja istmikuköber — vaagna toetuskoht istumisel.

Istmikuköbrust pisut ülalpool asetseb terav välje, mis lahutab istmikuluul kahte sälku — väikest ja suurt istmikuluusälku.

Istmikuluu ja häbemeluu harude vahel moodustub ovaalne toppunud mulk (*forámen obturátum*).

Vaagnaluude ühendumine toimub liigeste ja väga tugevate sidemete abil.

Puusaluud on ristluuga ühendatud tõelise ristluu-niudeluu liigese abil. Ristluu ja niudeluu kõrvakujuliste, lamedate liigesepindade vahel on võimalik ainult vähene libisemine. Sellel liige-

sel on tugevasti pingulolev kapsel ja ta on kõvendatud eest- ja tagantpoolt lühikeste, kuid tugevate niude-ristluu sidemetega.

Häbemeliidus (sümfüüs) moodustab poolliigese. Teda kõvendavad samuti ülalt- ja altpoolt üsna tugevad sidemed.

Toppunud mulk on suletud pinguletõmmatud toppurikilega.

Vaagna kõige tugevamaiks ja pikemaiks sidemeiks on ristluu-oga side ja ristluu-köbru side (*lig. sacrospinosum et sacrotuberosum*). Esimene läheb istmikuluuogalt ristluu lateraalsele pinnale ja teine istmikuluuköbrult ristluu lateraalsele pinnale.

Omavahel ristudes moodustavad need sidemed kaks avaust — suure ja väikese istmikumulgu (*foramen ischiadicum majus et minus*), mida läbivad lihased, veresooned ja närvid.

Vaagen tervikuna. Eristatakse suurt ja väikest vaagnat. Suurt vaagnat piiravad tagant V nimmelüli, külgedelt niudeluude tiivad ja eest kõhupressilihased.

Väikese vaagna õõnt ümbritsevad tagant ristluu ja sabalülide nõgus pind, külgedelt puusaluude sisepind ja eest häbemeluude harud.

Suure ja väikese vaagna vaheliseks piiriks on piirjoon (*linea terminális*), mille moodustavad külgedelt niudeluude kaarjooned ja eest häbemeluuharjad.

Vaagen on skeleti tähtsamaid osi. Ta on kogu kerele toeks ja lihaste kinnistumiskohaks. Peale selle on vaagen sünnituskanaliks, mida loode läbib sünnituse ajal.

Suures vaagnas asetseb soolestik, väikeses on pärasool ning kuse- ja suguelundid.

Naise vaagen erineb tunduvalt mehe omast (joon. 69): ta on laiem ja madalam, tema luud on siledamad ja õhemad, niudeluude tiivad on rohkem külgedele pöördunud, vaagna sissekäik ja väljakäik on suuremad kui mehel, sissekäik väikesesse vaagnasse meenutab kujult teataval määral ovaali, mehel aga on ta ärtuässakujuline (selletõttu, et mehe vaagnas ulatub neem kaugemale vaagnasse kui naisel). Naise vaagna häbemenurk on tavaliselt kas täisnurk või sellest suurem, seepärast asetsevad naise vaagna istmikuköbrud teineteisest kaugemal kui mehe vaagna omad; mehe vaagna häbemeluudevaheline nurk on tavaliselt teravnurk ja võrdub umbes 75 kraadiga.

Vaagen on horisontaaltasapinna suhtes veidi ettepoole kaldunud. Selle kaldenurga suurus kõigub 55—75 kraadi vahel.

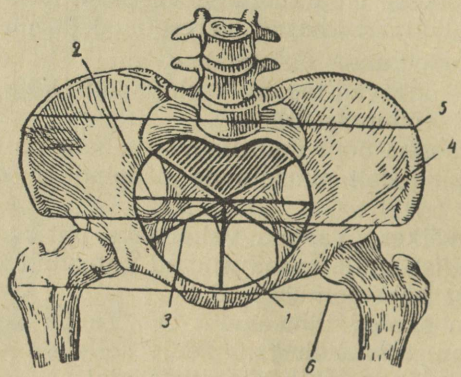
Struktuurilt kujutab vaagen võlvi, mille tipuks on ristluu. Vaagna võlvikujulisel struktuuril on suur tähtsus: see vähendab

liikumisel tõukeid ja annab kere liigutustele teatava määrani painduvust ja elastsust.

Vaagna toeks on alumised jäsemed puusaliigeste horisontaalse teljega, mille ümber vaagen pöörleb nagu kaalukang.

Et naise vaagen moodustab kanali, mida mööda sünnituse ajal liigub loode, siis on vaagna sissekäigu ja väljakäigu, eriti väikese vaagna mõõdete teadmisel suur praktiline tähtsus.

Väikese vaagna kõiki pikimõõteid nimetatakse otsemõõteiks ehk konjugaatideks ja kõiki risti- ning põikimõõteid diameetreiks. Suure vaagna mõõteid nimetatakse kaugusteks ehk distantsideks ja konjugaatideks.



Joon. 72. **Naise vaagna mõõted.** 1 — anatoomiline konjugaat; 2 — ristidiameeter; 3 — põikidiameeter; 4 — ogade kaugus (*distantia spinarum*); 5 — harjade kaugus (*distantia cristarum*); 6 — pöörlate kaugus (*distantia trochanterica*).

Suures vaagnas eristatakse nelja vaagnamõõdet (joon. 72).

1. Väliseks konjugaadiks (*conjugáta extérna*) on vahe V nimmelüli ogajätke ja häbemeliiduse ülemise ääre vahel. Välise konjugaadi pikkus on 20 sm.

2. Ogade distantsiks (*distántia spinárum*) on vahe mõlemate eesmiste ülemiste niudeluunukkide vahel. Neid nukke on sünnitajail kerge palpeerida. Ogade distants on 26 sm.

3. Harjade distantsiks (*distántia cristárum*) on vahe niudeluuharja kõige kaugemate punktide vahel. Harjade distants on 29 sm.

4. Pöörlate distantsiks (*distántia trochanterica*) on vahe mõlema reieluu suurte pöörlate vahel. See on 32 sm.

Sünnitusabis on väikese vaagna mõõted palju olulisemad kui suure vaagna omad.

Väikese vaagna sisse- ja väljakäigu mõõted on järgmised:

1. Anatoomiliseks konjugaadiks ehk vaagna sissekäigu otsemõõteks (*conjugáta anatómica*) on kaugus neemest kuni häbemeliiduse ülemise ääreni. Anatoomiline konjugaat on 11 sm (joon. 72).

Arstid kasutavad sünnitusabis anatoomilise konjugaadi asemel günekoloogilist konjugaati, milleks on kõige väiksem kaugus neeme ja häbemeliiduse vahel. Akušöörid määravad günekoloogilise konjugaadi kergesti tupesisese mõõtmise abil.

2. Vaagna sissekäigu ristidiameetriks (*diámeter transvérsa*) on vahe piirjoone kõige kaugemate punktide vahel. Ristiläbimõõt on 13,5 sm.

3. Põikidiameetriks (*diámeter obliqua*) on kaugus ristluu-niude liigesest vastaspoolse niudeharjakõrgendikuni. Põikidiameeter on 13 sm.

Väikese vaagna väljakäigu mõõted on umbes 2 sm vähemad vastavatest väikese vaagna sissekäigu mõõdetest.

Mehe vaagna sisse- ja väljakäigu mõõted on igas suunas samuti ligikaudu 1,5—2 sm vähemad vastavaist naise vaagna mõõteist.

Sünnitusabis on tähele pandud, et sünnituse õnnelik lõpe sõltub sageli mitte ainult naise vaagna eespoolnimetatud mõõteist, vaid ka loote pea suurusest.

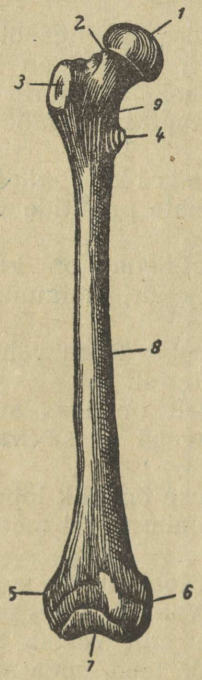
Sünnitusabis on väga suur tähtsus ka juhtjoonel ehk vaagnateljel, s. t. kõverjoonel, mis ühendab vaagna sisse- ja väljakäigu otsemõõdete keskkohti. Vaagnatelje siht vastab täielikult ristluu nõgususele ja kujutab endast seda teed, mida mööda loode sünnitusel liigub.

Vahel esinevad vaagna kaasasündinud anomaaliad (ebanormaalsused), mis takistavad sünnitusprotsessi normaalset käiku. Nii näiteks täheldatakse mõnikord vaagna üld-, risti-, piki- ja põikikitsenemist. Niisuguse vaagnakuju puhul on normaalne sünnitus harva võimalik.

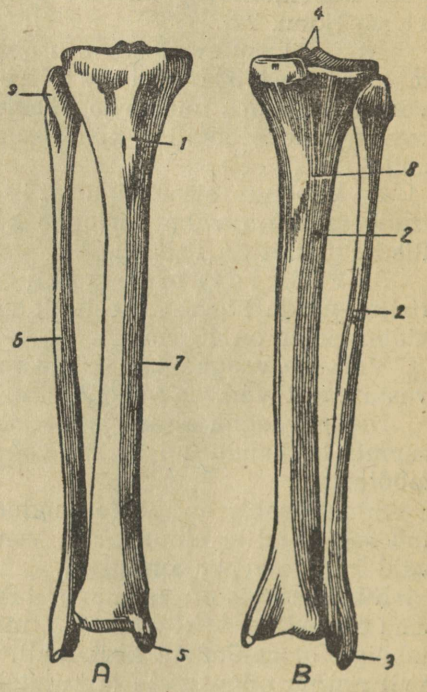
Alumise vabajäseme skelett.

Reieluu (*femur*, joon. 73) on inimese organismi kõige suurem torujas luu. Ta vastab ülemise jäseme õlavarreluule. Reieluu ülemisel epifüüsil on järgmised osad: pähik, mille abil reieluu liigestub puusanapaga, kael ja kaks pöörlat (suur ja väike),

milledele kinnistuvad lihased. Reieluukael on reieluu pikitelje suhtes nürinurkne, moodustades sealjuures niinimetatud kolodiafüsaarse nurga (nurk reieluukaela ja reieluu diafüüsi vahel), mis on 130 kraadi (naistel on see veidi väiksem). Selle nurga suurus koos teiste teguritega tingib inimese kõnnaku.



Joon. 73. **Parempoolne reieluu** (eest). 1 — pähik; 2 — kael; 3 — suur pöörel; 4 — väike pöörel; 5 — külgmine (lateraalne) põnt; 6 — keskpidine (mediaalne) põnt; 7 — liigesepind; 8 — reieluukeha; 9 — pöörlatevaheline joon.



Joon. 74. **Parempoolse sääre luud.** *A* — eestpoolt ja *B* — tagantpoolt. 1 — sääreluukrobedik; 2 — luude toitemulgud; 3 — külgmine vasarik; 4 — põntadevaheline välje; 5 — keskpidine vasarik; 6 — pindluu; 7 — sääreluukeha; 8 — kindrajoon; 9 — pindluupeake.

Piki reieluu tagumist pinda kulgeb k a r e h a r i (*crista femoris*). See koosneb kahest mokast, mis lähevad ülal- ja allpool laiali. Sellele harjale kinnistuvad reielihased.

Reieluu alumise epifüüsi külgpindadel on kaks paksendit —

lateraalne ja mediaalne põnt ning põntadevaheline lohk (kindralohk).

Mediaalne põnt on lateraalsest pisut suurem ja tal on lateraalsega võrreldes suurem läbimõõt. See asjaolu mõjustab põlveliigese tööd. Nende põntade diameetrite erinevusest on tingitud sääre tavaline kõrvalekaldumine käimisel.

Reieluu alumises epifüüsis on lapse sündimise ajaks kujunenud luustumistuum, mis on ajaliselt väljakantud loote tunnuseks; sellel asjaolul on tähtsus kohtumeditsiinis lapselaipade lahkamisel.

Reieluu alumise epifüüsi liigesepind on kera- ja plokikujuline.

Põlvekeder (*patélla*) on väike läätsekujuline luu, mis asetseb reie nelipealihase tugevas kõõluses ja on moodustunud selle kõõluse osalisest luustumisest. Selliseid kõõlusluid nimetatakse tavaliselt seesamluudeks.

Põlveketra on kerge naha all põlveliigese ees palpeerida ja see liigub veidi igas suunas.

Säär (*crus*, joon. 74) vastab ülemise jäseme küünarvarrele. Sääre moodustavad, nagu küünarvarregi, kaks torujat luud: säärelуu ja pindluu.

Säärelуu (*tibia*) on kolmetahune ja pindluust tunduvalt massiivsem; ta asetseb sääre mediaalsel küljel ning tal on diafüüs ja kaks epifüüsi — ülemine ja alumine.

Ülemise epifüüsi külgedel on kaks põnta — lateraalne ja mediaalne, kuhu kinnistuvad kõõlused ja lihased.

Säärelуu ülemisel pinnal on kaks veidi nõgusat liigesepinda, mille abil säärelуu liigestub reieluuga; nende liigesepindade vahel on põntadevaheline välje.

Säärelуu eesmisel pinnal, ülemisest epifüüsist veidi allpool, on üsna suur krobedik, kuhu kinnistuvad reie nelipealihase tugevad kõõlused.

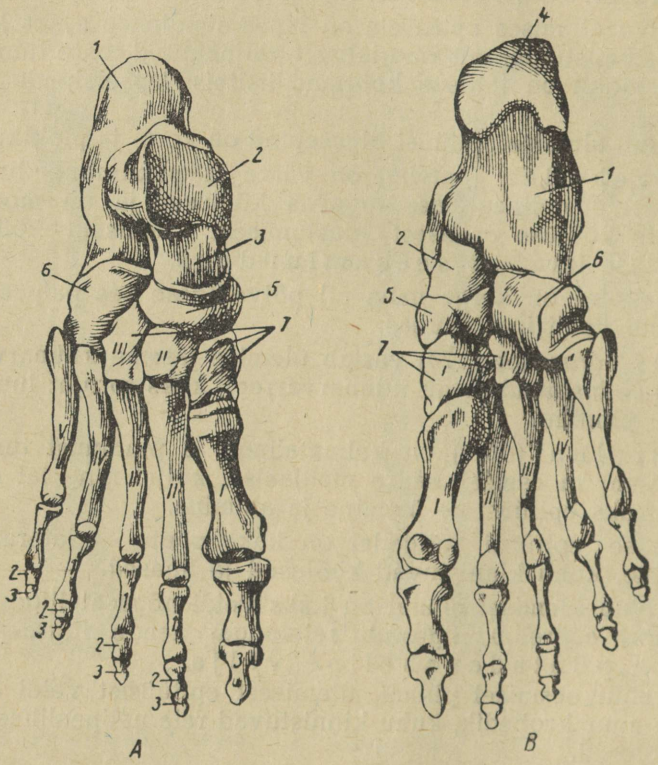
Alumise epifüüsi sisemisel küljel on välje, nn. mediaalne vasarik, kuna välispinnal leidub väike sälk pindluuga liigestumiseks.

Pindluu (*fibula*) on säärelуust märksa peenem ja asetseb sääre välisküljel. Pindluu ülemist epifüüsi nimetatakse peakeseks ja distaalset epifüüsi lateraalseks vasarikuks.

Mõlemad säärelуud on kogu ulatuses tugevasti ühendatud luudevahelise pinguletõmmatud membraaniga. See membraan tugevdab säärelуid ja suurendab lihaste kinnistumispinda.

Pöid (*pes*, joon. 75) on säärega ühendatud täisnurkselt ja jaguneb ülemise jäseme labakäe taoliselt kolmeks osaks: pöiapära, pöialaba ja varbad.

Pöiapära (*tarsus*) koosneb 7 luust; need asetsevad kolmes reas: kontsluu, kandluu, lodiluu, kuupluu ja kolm talbluud.



Joon. 75. **Parema pöia skelett.** *A* — ülaltpoolt ja *B* — altpoolt. I—V — pöialabaluud; nendega piiristuvad eestpoolt varvaste faalanksid (1, 2, 3). 1 — kandluu; 2 — kontsluu; 3 — kontsluu peake; 4 — kandluuköber; 5 — lodiluu; 6 — kuupluu; 7 — talbluud (I, II, III).

Pöialaba (*metatársus*) on moodustatud viiest torujast luust, mis on jalaselja poole veidi kumerad. I pöialabaluu on teistest lühem ja jämedam, II on kõige pikem.

Varbad (*digiti*) on ehitatud sama printsiibi järgi nagu sõrmed ülemisel jäsemel. Neil on samuti kolm faalanksit: põhi-

varbalüli, keskmine ja küüs-varbalüli (peale suurvarba, millel on ainult kaks faalanksit: põhi- ja küüslüli).

Pöia küüslülid on sõrmede küüslülidest tunduvalt väiksemad. Nende seljapoolseil külgedel on, samuti nagu sõrmede küüslülidelgi, väikesed küünekrobedikud.

Nagu kämbla-sõrmelüli liigeseis, nii on ka pöialaba-varbalüli liigeseis mõned väikesed *seesamluud*.

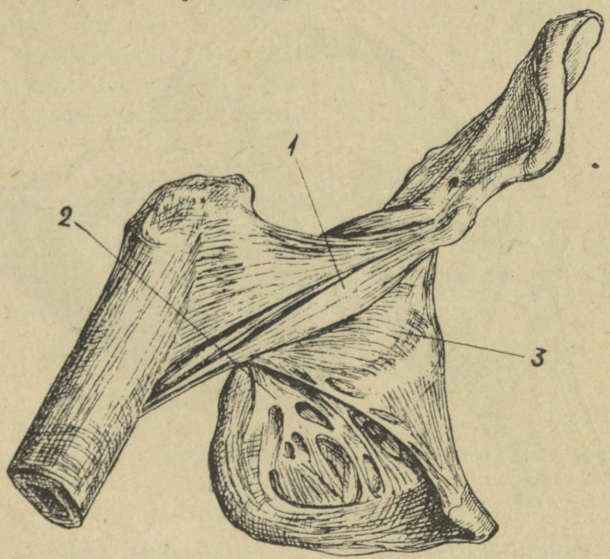
Pöid tervikuna. Pöid on ehitatud *võlvi* põhimõttel, kusjuures võlvi kumerus on pööratud jalaselja poole ja nõgusus jalatalla poole.

Võlvja ehituse tõttu on pöial teatav vetruvus; see annab meie kõnnakule elastsust.

Pöiavõlvi lamestumisel ja mõnikord ka selle täielikul kadumisel esineb tõsine haiguslik seisund, mida tuntakse *lamp-jalgsuse* nimetuse all ja mis ilmneb vahel inimestel, kellede elukutse on seotud suurte raskuste kandmisega või pikaajalise seismisega.

Alumise jäseme liigesed.

Puusaliiges (*articulátio coxae*, joon. 76 ja 77) koosneb reieluu kumerast, kerakujulisest pähikust ja nõgusa pinnaga puu-

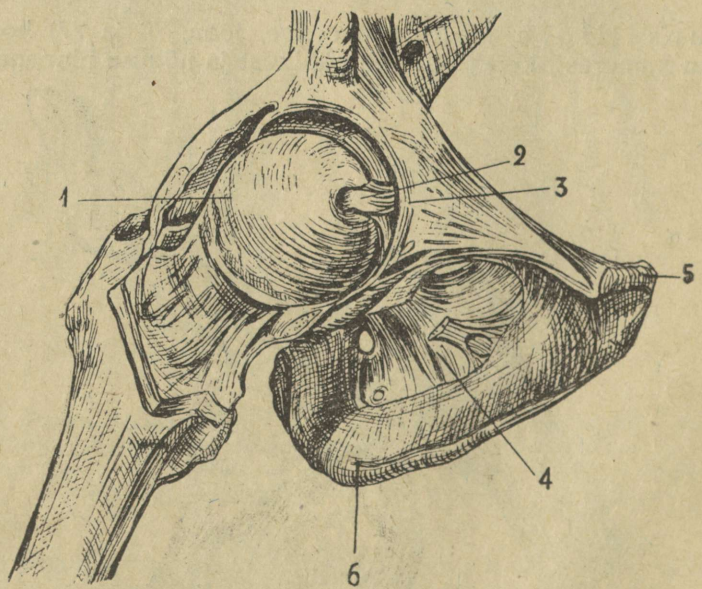


Joon. 76. **Puusaliiges** (avamata). 1 — niude-reie side (Bertini side); 2 — häbeme-reie side; 3 — liigesekapsel.

sanapast. See liiges on väga tähtis: selle abil pöördub vabalt meie kere. Liigese keraja, õigemini pähkli kuju tõttu on temas võimalikud kõige mitmekesisemad liigutused, mis on omased sellekujulistele liigestele: painutamine ja sirutamine, lähendamine ja eemaldamine ning ringliigutused. Õlaliigesega võrreldes on puusaliigeses liigutused rohkem piiratud esiteks sellepärast, et tema liigesekapsel on tugevam, paksem ja rohkem pingul, ning teiseks on puusaliiges kinnistatud nelja abisidemega. Kõige tugevam neist on Bertini ehk niude-reie side (*ligaméntum iliofemorále*), mis kõvendab liigest eestpoolt; selle paksus ulatub sageli ühe sentimeetrini. Kaks vähem tugevat sidet kõvendavad liigest tagantpoolt ja neljas — ringside ehk nn. Weberi vöö (*zona orbicularis*) — ümbritseb tihedasti reieluukaela.

Reieluupähiku ja liigesenapa vahel on ümarside (joon. 77).

Kõige ulatuslikum liikumine toimub selles liigeses reie painutamisel ettepoole painutatud põlve juures. Selle liigutuse ulatus küünib 120 kraadini, kuna reie sirutamine tahapoole ei ületa 20 kraadigi, mis on tingitud tugevasti pingul oleva Bertini sideme olemasolust.



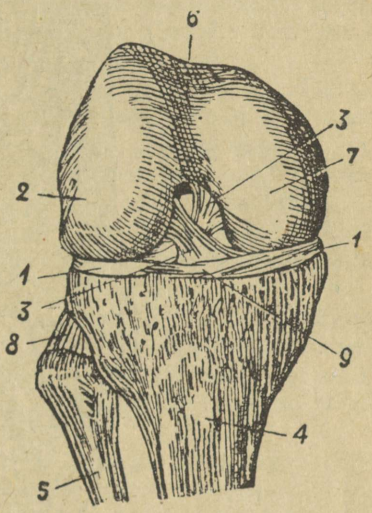
Joon. 77. **Puusaliiges** (avatult). 1 — reieluupähiku kõhr; 2 — ümarside; 3 — puusanapa põikiside; 4 — toppurikile; 5 — häbemeluuköbruke; 6 — istmikuköber.

Põlveliiges (*articulátio genus*, joon. 78) on kõige suurem liiges inimese kehas ja ehituselt kõige keerukam. Ta moodustub kolmest luust: reieluu alumisest epifüüsist, sääreluu ülemisest epifüüsist ja põlvekedra sisepinnast. Tema liigesekapsel on üsna õhuke, avar ja vaba. Tagant on kapsel veidi kohevam ja seal leidub rida avausi, milledest läbi kulgevad veresooned.

Põlveliiges on igast küljest kõvendatud tugevate abisidemetega. Eest on ta peale selle kaitstud põlvekedra ja reie kõige tugevama lihase — põlve neljapease sirutajalihase tugeva kõõlusega (*lig. patéllae próprium*).

Sellel kõõlusel on praktiline tähtsus: kõõlusele koputades määravad arstid „põlverefleksi", mis on tähtis inimese närvisüsteemi erutuvuse astme kindlakstegemisel.

Põlveliigese omapärasuseks on kaks liigesevahelist kõhre — poolkuujat meniski, mis on liigesekapsliga tugevasti liitunud, siis veel liigesesiseste ristuvate sidemete olemasolu, rohked sünoviaalkihi kurrud, mis asetsevad liigese sees, ja suur hulk niinimetatud bursasid (limapaunu), mis kujutavad endist liigese sünoviaalkihi soppe.

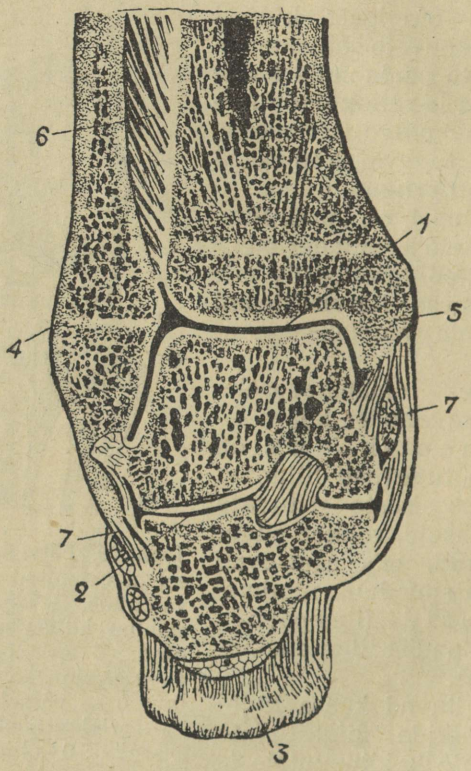


Joon. 78. **Põlveliiges.** Liigesekapsel ja välimised sidemed on kõrvaldatud. 1 — meniskid; 2 — reieluu külgmise põnda liigesepind; 3 — ristuvad sidemed; 4 — sääreluukrobedik; 5 — pindluu; 6 — põlvekedraüline pind; 7 — reieluu mediaalse põnda liigesepind; 8 — liigesekapsel pindlunpeakese ja sääreluu vahel; 9 — meniskidevaheline side.

Meniskid aitavad kaasa liigesepindade kõikide liigestuvate kohtade tihedale kokkupuutele ja sünoviaalvõidega täidetud ning liigest igalt poolt ümbritsevail bursadel on elastsete padjandite ülesanne. Nad kaitsevad kõõluseid liikumisel hõõrdumise eest. Mõned põlveliigese limapaunad on liigeseõõnega ühendatud, teised ei ole.

Kujult on põlveliiges plokk-keraliiges (*trochoginglymus*), selletõttu on temas võimalik painutus ja sirutus ümber liigese ristitelje ja väike rotatsioon, s. t. painutatud põlve puhul pöörlemine ümber pikitelje.

Ülemine hüppeliiges (*articulátio talocrurális*, joon. 79) moodustub altpoolt kontsluust ja ülaltpoolt mõlemast sääreluust. Sääreluude vasarikud haaravad hargina kontsluu ülemise pinna endi vahele. See on plokikujuline ühe teljega liiges ja järelikult on selles võimalik ainult pöia painutamine ja siruta-



Joon. 79. **Ülemine hüppeliiges** (frontaalne läbilõik). 1 — sääre-pöia liiges; 2 — kontsluu-kandluu liiges; 3 — kandluuköber; 4 — lateraalne vasarik; 5 — mediaalne vasarik; 6 — luudevaheline kile; 7 — külgmised sidemed.

mine, s. t. liikumine ainsa põikitelje ümber. Hüppeliigese kapsel on kõvendatud tugevate külgsidemetega.

Pöialiigesed. Pöial on mitu suuruselt ja kujult erinevat liigest:

1. Alumine hüppeliiges on korrapäratu silindri kuju-

line liiges. Selles liigeses on võimalik pöia kerge supinatsioon (väljapööre) ja pronatsioon (sissepööre).

2. Chopart'i liiges ehk pöiapära põikiliiges. Selle nimetuse all on ühendatud kaks täiesti iseseisvat liigest kandluu ja kuupluu ning kontsluu ja lodiluu vahel. Chopart'i liiges on pisut S-kujuliselt painutatud. Jala seljapoolsest küljest on see liiges tugevdatud lühikese, kuid tugeva V-kujulise sidemega (*ligaméntum bipartitum*), mida nimetatakse Chopart'i liigese võtmeks.

3. Lisfranc'i ehk pöiapära-pöialaba liiges on kujult lame ja koosneb kolmest täiesti iseseisvast liigesest; ta on jalatalla ja jalaselja poolt kõvendatud sidemetega.

Kirurgias on Lisfranc'i liigesel suur tähtsus, sest seal teostatakse tihti eksartikulatsiooni, s. t. pöia ühe osa kõrvaldamist.

4. Pöialabaluude-vahelised liigesed asetsevad teineteise vastu pööratud pöialabaluude basaalsete pindade vahel. Nendes liigestes on liikumine väga piiratud.

5. Pöialaba-varbalüli liigesed moodustuvad pöialabaluude peakestest ja põhi-varbalülide proksimaalseist otstest; nad on kõvendatud külgsidemetega. Liikumine toimub neis liigeseis samuti kui vastavais käeliigeseiski, kuid on veel rohkem piiratud.

6. Varbalülidevahelised liigesed on plokikujulised. Nendes on võimalik ainult faalanksite painutamine ja sirutamine ümber liigese ainsa põikitelje. Neid liigeseid kõvendavad samuti külgsidemed.

JÄSEMELUUDE ARENEMINE.

Jäsemeluud hakkavad lootel arenema juba üsna varakult. Esimese üsasisese elukuu lõpuks ilmuvad loote keha külgedele kaks väikest paariskühmu; nende kühmude sees on embrüonaalne mesenhüüm, millest esialgu arenebki ülemiste ja alumiste jäsemete pehme skelett; teise elukuu alguses läheb see üle kõhrelisse staadiumi ning juba teise elukuu lõpul algab seal luustumisprotsess, mis lõpeb alles kahekümnendal eluaastal.



LIHASTE SÜSTEEM.

Lihaseist üldiselt (üldmüoloogia).

LIHAS ELUNDINA.

Meie skelett, mis koosneb esimest, teist ja kolmandat liiki luukangidest, on inimese organismi passiivseks liikumisaparaadiks. Meie lihased aga moodustavad väga aktiivse liikumisaparaadi.

Kokku on inimese organismis üle 400 lihase, kusjuures nende kaal võrdub ligikaudu 45%-ga keha üldkaalust.

Sõna „muskel" (lihas) on tulnud ladina sõnast *musculus*, mis tähendab „hiireke". Lihaskiud on alati mõnesuguse pinge (toonuse) all ja kui lihas põigiti läbi lõigata, siis tõmbuvad tema läbilõigatud otsad kiiresti naha alla, meenutades urgu põgenevat hiirt. Siit võtsidki esimesed uurijad nimetuse *musculus*.

Lihaseid on kahte liiki: ristivöötsed ehk vöödilised ja siledad. Funktsionaalselt on vöötlihased tahteliste liigutuste lihased, sest nende tegevus allub meie tahtele. Silelihased aga on tahtele allumatud lihased: nende liikumine ei olene meie tahtest. Erandi moodustab südamelihas, mis on küll ristivöötne, kuid tõmbub kokku tahtele allumatult.

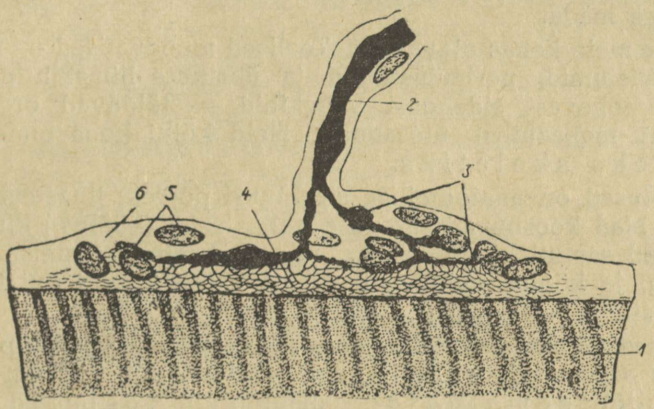
Vöötlihased katavad meie skeletti väljastpoolt (somaatiline muskulatuur), silelihased aga moodustavad siseelundite seinu, näiteks maos, sooles, veresoontes (vistseraalne ehk sisikonna muskulatuur), samuti esinevad nad nahas.

Lihased on rikkalikult varustatud veresoontega, mis lihaseis hargnedes varustavad neid toitainetega ja viivad neist välja kahjulikke ainevahetusprodukte. Lihaste varustamist veresoontega nimetatakse lihaste vaskularisatsiooniks (ladina sõnast *vasa* — sooned).

Peale veresoonte lähevad lihastesse närvikiud ja moodustavad neis lõpp-plaate (joon. 80).

Ühed närvikiud on motoorsed. Nende kaudu tuleb peaajukoorest motoorne närvi-impulss lihasesse, mis põhjustab lihase kokkutõmbumist. Teised kiud on sensiiblid. Nende kaudu lähevad impulsid lihasest peaajukoorde ja põhjustavad niinimetatud lihasetunnet, mis on vajalik organismi üldiseks orienteerumiseks ruumis. Lihaste varustamist närvikiududega nimetatakse lihaste innervatsiooniks.

Lihaste kuju on üsna mitmesugune. Eristatakse pikki, laiu ja lühikesi lihaseid. Pikad lihased esinevad enamasti jäsemeil, laiad



Joon. 80. **Motoorne närvilõpe vöötlihases** (motoorne naast). 1 — lihaskiud; 2 — närv; 3 — närviharud; 4 — neurofibrillide võrgustik; 5 — tuumad; 6 — plasma.

— kerel, lühikesed — selgroolülide vahel. Peale selle jaotatakse lihased kiudude suuna järgi lehvikukujulisteks, lamedaiks, käävjaiks, kahelisulgjaiks, ühelisulgjaiks jne.

Iga lihas algab ja lõpeb kõõluskiududega, mis on üksteisega paralleelsed. Kõõluste abil kinnistub lihas luudele, vahel ka liigesekapslile, fastsiatele või nahale. Kõõlust nimetatakse ladina keeles *tendo*'ks. Lihase kõõluskiud tungivad luuümbrisesse põimudes sageli luu sisse ja moodustavad seal niinimetatud Sharpey kiud. Laiade lihaste laiu kõõluseid nimetatakse aponeuroosideks. Iga lihas kujutab endast teatavat hulka lihaskiude, mis on enamasti üksteisega paralleelsed. Need kiud koonduvad lihaskimbukesteks ja on kaetud õhukese sidekoelise kestaga — endomüüsiumiga; lihaskimbukeste rühm moodustab ühinedes lihase, mis on omakorda kaetud õhukese side-

koelise kestaga — perimüüsiumiga. Perimüüsiumist tungivad lihase sisse peened kiud. Perimüüsiumi peal on lihase katteks veel paksem sidekoeline kirme — fastsia. Fastsiaid on väga palju; nad on mitmesuguse tihedusega ja katavad mitte ainult iga lihast eraldi, vaid ka terveid lihaste rühmi.

Eristatakse pindmisi ja süvasid fastsiaid. Neil on lihaste abimoodustistena inimese organismis suur tähtsus. Fastsiate tõttu ei saa lihased külgmiselt segi minna. Fastsiad kaitsevad lihaseid hõõrdumise eest, neist saavad alguse mõned lihased ja lõpuks võib põletikuliste protsesside puhul peetuda fastsiatevahelistes ruumides mäda.

Kõik meie kehas olevad sidekoelised moodustised — fastsiad, endomüüsiumid, perimüüsiumid ja üksikute lihaskihtide vahel olevad kohevast sidekoest vahekihid — täidavad organismis teatavat mehaanilist ülesannet. Neid kõiki koos nimetatakse pehmeks skeletiks.

Kõõlused on anatoomilise struktuuri poolest lihastega sarnanevad. Nad koosnevad samuti paralleelseist (kõõlus-) kiududest, ühinevad samuti kimbukesteks, mis on kaetud seesmise kõõluskestaga, ja kõõluskimbukeste rühma katab samuti kui lihaselgi väliskest.

Lihaseid nimetatakse kas nende funktsioonide järgi: painutajad (fleksorid), sirutajad (ekstensorid), lähendajad (aduktorid), eemaldajad (abduktorid), tõsturid (levaatorid), sissepöörajad (pronaatorid), väljapöörajad (supinaatorid), sulgurlihased (sfinkterid) ja laiendajad (dilataatorid), või lihaskiudude suuna järgi: risti- ja põikilihased, või asukoha järgi: rinna- ja rangluualused lihased, või kuju järgi: kolmnurksed ja nelinurksed, või kinnistuskoha järgi: peanoogutajalihas, tikkeljätke-neelu lihas jne. Lihaste funktsioon seisneb nende kokkutõmbumises. Kokku tõmbudes teostavad lihased üksikute elundite ja üksikute kehaosade ümberpaigutamist. Mõnikord kutsub lihas esile ühe või teise üksikliigutuse, kuid enamasti teostub iga meie liigutus terve lihaste rühma kokkutõmbumise tulemusena.

Funktsionaalselt eristatakse kahte liiki lihaseid: sünergiste ja antagoniste. Sünergistideks nimetatakse lihaseid, millede samaaegne ja ühine kontraktsioon põhjustab ühe kindla liigutuse (näiteks mõlema mälumislihase kokkutõmbumisel sulgub suu). Antagonistideks nimetatakse lihaseid, millede kontraktsioon põhjustab vastassuunalist liigutust (näiteks õlavarre kakspealihase kokkutõmbumine painutab küünarvart küü-

narliigeses ja õlavarre kolmpealihase kokkutõmbumine sirutab küünarvart samas liigeses).

Antagonistide üheaegsel kokkutõmbumisel pole antud liigeses liikumine võimalik. Lihase liikumissuuna määrab kõikide lihaskiudude ühtlane kokkutõmbumine.

Kõik meie liigutused toimuvad paljude lihaste, sealhulgas ka antagonistide kooskõlastatud tegevuse tõttu. Niisuguseid lihaste kooskõlastatud liigutusi nimetatakse koordineeritud liigutusteks.

Koordinatsioon on liigutuste kooskõlastamine. See on tingitud närvide kaudu lihaseisse saabuvaist närvi-impulssidest.

Mõned lihased ulatuvad ainult üle ühe liigese, teised üle kahe ja kolmandad üle mitme liigese. Seepärast eristatakse üheliigeselisi, kaheliigeselisi ja mitmeliigeselisi lihaseid.

Luukangidele jõuallikaina mõjudes etendavad lihased tungi osa, mis rakendatakse kangidele tungide rakenduspunktides.

Mehaanikas on kolme tüüpi kange.

1. Esimest liiki kang. Selle toetuspunkt asetseb keskkohal, tungi rakenduspunkti ja kinnistuspunkti vahel. Niisuguse tasakaalustatud kangi näiteks on organismis kolju ja atlase vaheline ühendus.

2. Teist liiki kang. Selle toetuspunkt on ühes otsas ja tungi rakenduspunkt teises otsas ning kinnistuspunkt asetseb nende vahel.

Seda liiki kangi abil võib tõsta suuri raskusi minimaalse tungiga; seepärast nimetatakse seda kangi jõukangiks.

Teist liiki kangi näiteks meie kehas on pöid ülemise hüppeliigesega.

3. Kolmandat liiki kang. Sellel kangil on toetuspunkt ühes otsas, kinnistuspunkt teises otsas ja tungi rakenduspunkt nende vahel.

Selle kangi abil saavutatakse allpool olevate osade suur liikumiskiirus; seepärast nimetatakse seda kangi kiirusekangiks.

Kolmandat liiki kangi näiteks on õlavarre- ja küünarvarreluud, mis on omavahel ühenduses küünarliigeses; samuti reie- ja sääreluud.

LIHASTE ARENEMINE.

Meie skeletilihased arenevad mesodermist, mis asetseb lootel korda ja ajutoru külgedel ürgsegmentidena ehk somiitidena. Pärast sklerotoomi eraldumist mesodermist, mis moodustab lüli-

samba, tekivad järelejäänud mesodermi külgmisest osast müotoomid, mis edaspidises arengus muutuvad lihaskiududeks.

Pea- ja mõned kaelalihased arenevad teisel teel, nimelt lõpuskaarte mesenhüümist.

Müoloogia eriosa.

PEA LIHASED JA FASTSIAD.

Peapiirkonnas asetsevad koljulae- ja näolihased.

Koljul puuduvad hästi arenenud lihased. Kui kõrvaldame kolju juustega kaetud osalt naha, siis näeme kolju keskel tugevat läikivat aponeuroosi, nn. aponeurootilist kiivrit. Selle kiivri äärtes on inimesel nõrgalt arenenud koljulihaste kimbud: otsmiku- ja kuklalihased ning kolm paari kõrvalihaseid[1]. Kõik need lihaskimbud kinnistuvad inimesel aponeurootilise kiivri ja naha külge; seetõttu põhjustavad nende kokkutõmbed näo miimilisi liigutusi. Näiteks tõmbub otsmiku nahk otsmikulihase kokkutõmbumisel kortsu. Kõrvalihased liigutavad paljudel loomadel energiliselt kõrvalesta, inimesel aga on nad rudimenteerunud ja tegevusetud.

Näolihaseid on üsna palju. Funktsiooni järgi jagunevad nad miimilisteks ja mälumislihasteks.

Näo miimilised lihased on inimesel väga hästi arenenud; nad kõik kinnistuvad naha sisepinnale, põhjustavad naha liikumist ja kutsuvad esile niinimetatud miimikat („näoliigutusi").

On olemas järgmised miimilised lihased (joon. 81).

Silma sõõrlihas ümbritseb silmapilu, pigistab laugusid kokku ja soodustab pisarate äravoolu.

Suu sõõrlihas ümbritseb suuava ja suleb seda.

Põselihas moodustab suuõõne esiku külgmise seina — põse. Kokku tõmbudes surub see lihas põse vastu hambaid ja pigistab suusisaldise välja.

Peale loetletute on näol veel rida miimilisi lihaseid. Ühed neist põimuvad oma kiududega suunurka ja tõmbavad seda mitmes suunas (naerulihas, sarnalihas, kolmnurklihas jt.).

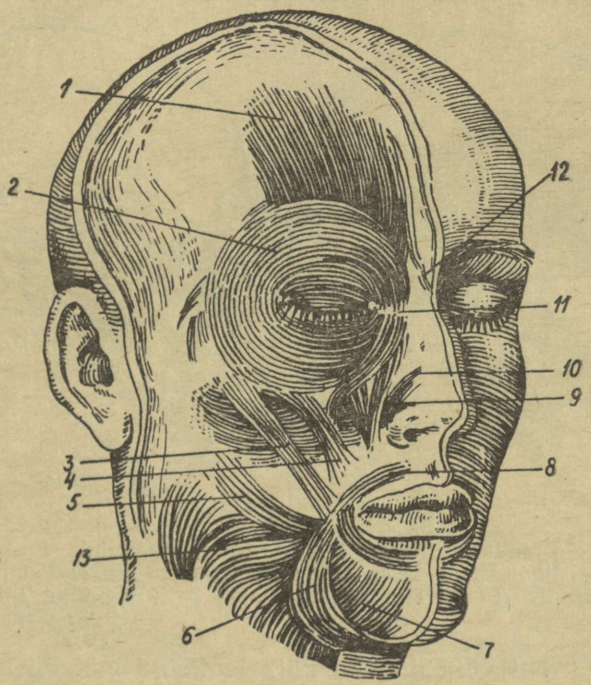
Teised lihased, asetsedes kulmude ja ninajuure vahel, põhjustavad kulmude ning ninajuurepealse naha kortsutõmbumist jne.

---

[1] Paljudel selgroolistel on pealihased hästi arenenud ja moodustavad ühe tugeva koljupealse lihase (näiteks inimahvidel on kuklalihas hästi välja kujunenud).

Mälumislihaseid on näos neli (joon. 82).

M ä l u m i s l i h a s (*m. masseter*) asetseb alalõua lateraalsel pinnal ja kinnistub sarnakaare külge. Mälumislihast on kerge naha all kompida, eriti mälumise ajal. See lihas suleb suud.

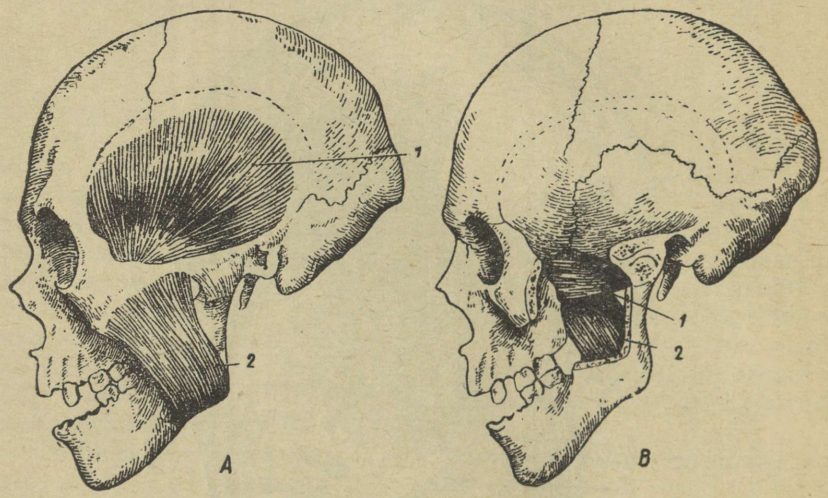


Joon. 81. Kolju- ja näolihased. 1 — otsmikulihas; 2 — silma sõõrlihas; 3 — sarnalihas; 4 ja 9 — ülahuule ruutlihas; 5 — naerulihas; 6 — kolmnurklihas; 7 — alahuule ruutlihas; 8 — suu sõõrlihas; 10 — ninalihas; 11 — lauside; 12 — kõrkuselihas; 13 — kaela nahalihas (*m. platysma*).

O i m u l i h a s (*m. temporális*) on lehvikukujuline, täidab kogu oimuaugu ja kinnistub alalõua varesenokkjätkele. Lihas tõstab alalõuga ja tõmbab seda tagasi.

V ä l i m i n e t i i b l i h a s (*m. pterygoideus extérnus*) asetseb oimualuses augus ja teda katab eest sarnakaar. Lihas algab tiibjast jätkest ja kiilluu suurest tiivast ning kinnistub alalõua liigesjätke lohku. Selle lihase kokkutõmbumine mõlemal pool viib alalõua ette; ühepoolne kokkutõmbumine viib lõua vastaskülje.

Sisemine tiiblihas (*m. pterygoideus intérnus*) asetseb alalõua sisepinnal. Tema kiud on mälumislihasega paralleelsed. Lihas algab kiilluu tiibjalt jätkelt ja kinnistub alalõua nurgale seestpoolt. Mõlemapoolse kokkutõmbumisega tõstab see lihas lõua ülespoole; ühepoolse kokkutõmbumisega viib lihas lõua vas-



Joon. 82. **Näo mälumislihased.** *A* — pindmine kiht. 1 — oimulihas; 2 — mälumislihas. *B* — süva kiht (sarnakaar ja osa alalõualuud on kõrvaldatud). 1 — välimine tiiblihas; 2 — sisemine tiiblihas.

tasküljele. Nii võimaldavad kõik loetletud mälumislihased alalõuale kinnistudes oma kokkutõmbumistega mälumist.

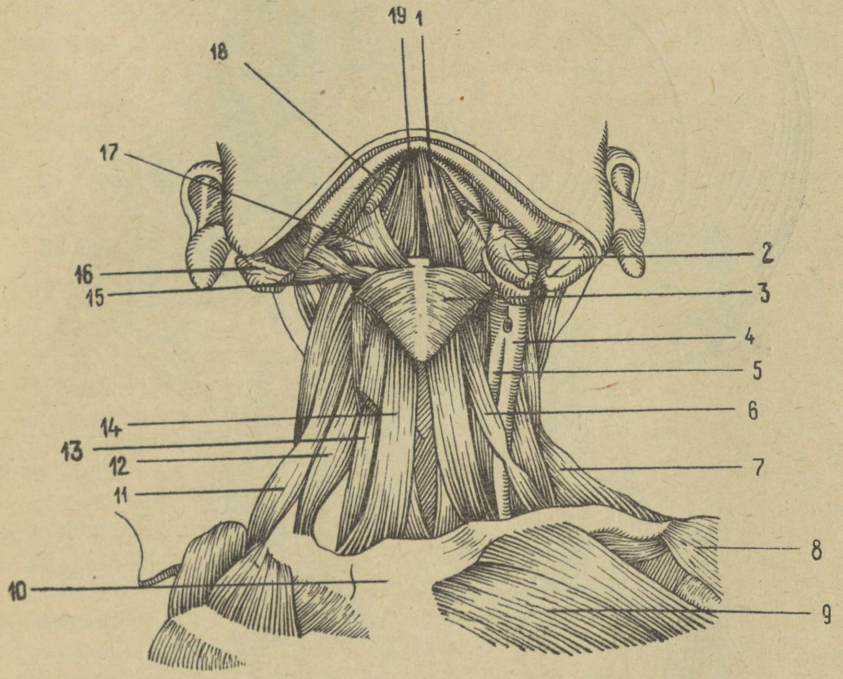
Mälumislihased on kaetud fastsiatega. Eriti tihke on oimulihase fastsia. See moodustab oimulihasele tugeva, luulis-fibroosse tupe. Mälumislihas koos kõrva-süljenäärmega on kaetud vähem tihke kõrva-süljenäärme-mäluri fastsiaga, mis moodustab neile samuti fastsiaalse tupe.

KAELA LIHASED JA FASTSIAD.

Kaelapiirkonnas asetseb rida siseelundeid: kõri, hingetoru algus, neel, söögitoru algosa, samuti suured veresooned ja närvid. Kaelalihased asetsevad nende elundite ümber ja moodustavad neile luulis-lihaselise toru (joon. 83 ja 84). Neid on üsna palju. Nad jagunevad neljaks rühmaks:

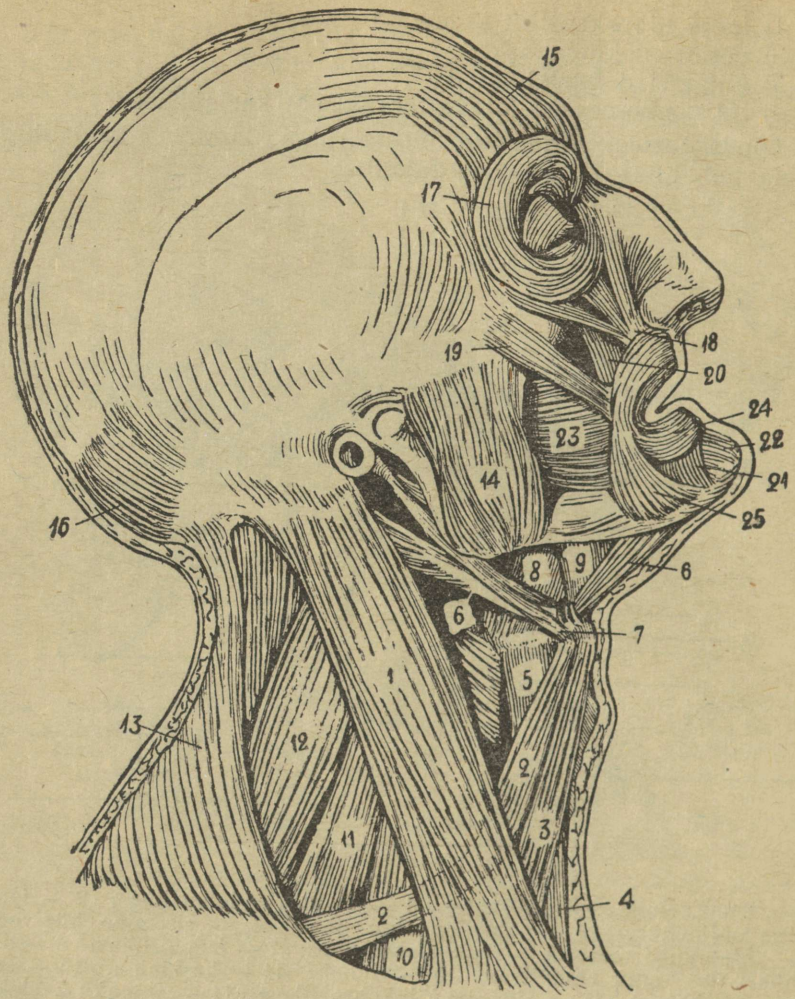
1) loote lõpuskaartest arenenud lihased,
2) eesmised kaelalihased,
3) külgmised kaelalihased,
4) lülisamba-eessed (prevertebraalsed) kaelalihased.

Lõpuskaartest pärinevate lihaste rühma kuulub 2 kaelalihast: kaela nahalihas ja peanoogutajalihas.



Joon. 83. **Kaelalihased eestvaates.** 1 — lõuatsi-keeleluu lihas; 2 — lõua-alune süljenääre; 3 — lõua-keeleluu lihas; 4 — sisemine kägiveen; 5 — ühine unearteer; 6 — õla-keeleluu lihas; 7 — trapetslihas; 8 — deltalihas; 9 — suur rinnalihas; 10 — rinnak; 11 — keskmine, 12 — eesmine astriklihas; 13 — rinnaku-kilpkõhre lihas; 14 — rinnaku-keeleluu lihas; 15 — kakskõhtlihas (tagumine vatsake); 16 — kõrva-süljenääre; 17 — keeleluu-keele lihas; 18 — keelealune süljenääre; 19 — lõuatsi-keele lihas.

Kaela nahalihas (*m. platysma*) asetseb õhukese lestmena vahetult naha all, kaela külgmisel pinnal. Alates rinnafastsiast kulgeb see lihas ülespoole, pöördub üle alalõualuu ääre ja põimub suunurga nahasse.



Joon. 84. **Kaela- ja pealihased külgvaates.** 1 — peanoogutajalihas (*m. sternocleidomastoideus*); 2 — õla-keeleluu lihas (*m. omohyoideus*); 3 — rinnaku-keeleluu lihas (*m. sternohyoideus*); 4 — rinnaku-kilpkõhre lihas (*m. sternothyreoideus*); 5 — kilpkõhre-keeleluu lihas (*m. thyreohyoideus*); 6 — kakskõhtlihas (*m. digastricus*); 7 — tikkeljätke-keeleluu lihas (*m. stylohyoideus*); 8 — keeleluu-keele lihas (*m. hyoglossus*); 9 — lõua-keeleluu lihas (*m. mylohyoideus*); 10 — eesmine astriklihas (*m. scalenus ant.*); 11 — keskmine astriklihas (*m. scalenus med.*); 12 — abaluu tõsturlihas (*m. levator scapulae*); 13 — trapetslihas (*m. trapezius*); 14 — mälu-

Kaela nahalihas pingutab kaela nahka, kaitseb nahaaluseid veene kokkuvajutamise eest ja tõmbab suunurka allapoole; järelikult võtab ta osa ka näomiimikast.

Peanoogutajalihas (*m. sternocleidomastoideus*) on kaela kõige tugevam lihas. Lihase kinnistuskohad määrab täielikult tema ladinakeelne nimetus.

Mõlemapoolselt kokku tõmbudes tõmbab lihas pea ettepoole ja painutab veidi alla. Ühepoolselt kokku tõmbudes kallutab peanoogutajalihas pead vastavale küljele ja pöörab seda veidi vastaspoolele.

Takistatud hingamise puhul — pea fikseerimise korral — tõstab lihas rinnakut, laiendab rindkeret ja kergendab sellega hingamist. Eesmised kaelalihased jagunevad kaheks alarühmaks: keeleluust ülal- ja allpool olevad lihased.

Keeleluust ülalpool olevaid lihaseid on palju. Kõik nad asetsevad alalõualuu ja keeleluu vahel ning moodustavad suupõhja. Päritolult on nad tuletatud vistseraalkaartest, peale ühe — lõuatsi-keeleluu lihase, ja peaksid kuuluma pealihaste hulka. Kaelalihastena vaadeldakse neid ainult kirjeldamise hõlbustamiseks.

Kakskõhtlihas (*m. digástricus*) on kaarekujuline, asetseb alalõualuu all ja tal on kaks vatsakest — eesmine ja tagumine, mida eraldab teineteisest vahekõõlus. Eesmine vatsake algab alalõualuult ja tagumine oimuluu nibujätkelt. Vahekõõlusega kinnistub lihas keeleluule.

Tikkeljätke-keeleluu lihasel, lõua-keeleluu lihasel ja lõuatsi-keele lihasel on nende nimetustele vastavad kinnistuskohad. Need lihased, välja arvatud tikkeljätke-keeleluu lihas, tõstavad keeleluud ülespoole ja tõmbavad alalõuga allapoole. Järelikult on nad mälumislihastele antagonistideks (avavad suud).

Tikkeljätke-keeleluu lihas tõmbab keeleluud taha ja veidi üles. Ülalpool keeleluud on veel neli väikest lihast, mis kuuluvad rohkem seede-elundite juurde, kusjuures kolm neist põimuvad keelesse ja üks neelu tagumisse seina.

---

mislihas (*m. masseter*); 15 — otsmikulihas (*m. frontalis*); 16 — kuklalihas (*m. occipitalis*); 17 — silma sõõrlihas (*m. orbicularis oculi*); 18 — ülahuule ruutlihas (*m. quadratus labii superioris*); 19 — sarnalihas (*m. zygomaticus*); 20 — penilihas (*m. caninus*); 21 — alahuule ruutlihas (*m. quadratus labii inferioris*); 22 — lõuatsilihas (*m. mentalis*); 23 — põselihas (*m. buccinator*); 24 — suu sõõrlihas (*m. orbicularis oris*); 25 — kolmnurklihas (*m. triangularis*).

Lõuatsi-keele lihas (*m. genioglóssus*) on lehvikukujuline. Ta algab alalõuaogalt ja lõpeb keeles. Kokku tõmbudes tõmbab ta keelt ette- ja allapoole.

Keeleluu-keele lihas (*m. hyoglóssus*) algab keeleluult ja lõpeb keele külgmistel äärtel. Ta tõmbab keelt alla- ja tahapoole.

Tikkeljätke-keele lihas (*m. styloglóssus*) algab oimuluu tikkeljätkelt ja suubub küljelt keelesse. Ta tõmbab keelt tahapoole.

Tikkeljätke-neelu lihas (*m. stylopharýngeus*) algab oimuluu tikkeljätkelt ja põimub neeluseina. Ta tõstab neelu ülespoole.

Allpool keeleluud asetsevaid lihaseid on neli.

Rinnaku-keeleluu lihas (*m. sternohyoideus*) asetseb kõri ja hingetoru ees, algab rinnakupidemelt ning rangluu mediaalselt otsalt ja kinnistub keeleluukehale. Tõmbab keeleluud allapoole.

Rinnaku-kilpkõhre lihas (*m. sternothyreoideus*) asetseb eelmise all, algab rinnakupidemelt ja I roide kõhrelt ning kinnistub kõri kilpkõhrele. Tõmbab kõri allapoole.

Kilpkõhre-keeleluu lihas (*m. thyreohyoideus*) on nagu eelmise lihase jätkuks. Ta algab kilpkõhrelt ja kinnistub keeleluu suurtele sarvedele; ta lähendab kilpkõhre ja keeleluud teineteisele.

Õla-keeleluu lihas (*m. omohyoideus*) asetseb kaela külgmisel pinnal peanoogutajalihasest tagapool, millega ta nagu ristuks. Ta algab abaluu ülemisest servast ja kinnistub keeleluukehale. Lihase keskel on vahekõõlus. Õla-keeleluu lihas tõmbab keeleluud allapoole, pingutab kaelafastsiat, laiendab kägiveeni valendikku ja hõlbustab seega verevoolu südamesse.

Külgmiste kaelalihaste hulka kuulub kolm astriklihast (*mm. scaléni*): eesmine, keskmine ja tagumine. Kõik need algavad kaelalülide ristijätkeilt ja laskuvad trepiastmete-taoliselt alla, ulatudes I ja II roideni.

Kõik astriklihased tõstavad roideid ülespoole ja võtavad järelikult osa hingamisaktist. Fikseeritud roiete puhul painutavad nad kaela küljele.

Prevertebraalsed lihased on kõige sügavamal. Nad asetsevad lülisamba eesmisel pinnal: kaela pikklihas, pea pikklihas ja pea eesmine sirglihas.

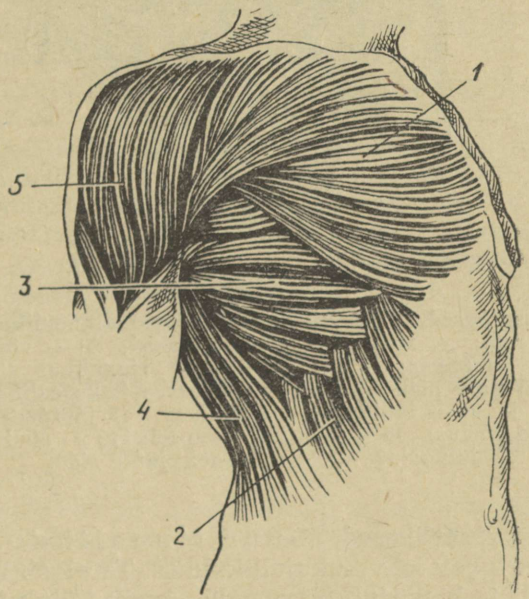
Esimene neist ühendab oma kiududega ülemiste rinnalülide kehasid ja kaelalülide ristijätkeid kaelalülide kehadega. Ta painutab lülisamba kaelaosa. Kaks viimast lihast asetsevad kaela-

lülide ristijätkete ja kuklaluu vahel. Nad kallutavad pead ettepoole.

Kaelapiirkonnas on neli fastsiat: õhuke pindmine fastsia, mis asetseb otse platüsmi all; süva kaelafastsia, mis hargneb kaheks leheks ja haarab nendega iga kaelalihast eraldi, moodustades neile fibroossed tuped. Veel sügavamal asetseb tugev prevertebraalne fastsia, mis katab kõiki astrik- ja prevertebraalseid lihaseid, moodustades neile luulisfibroossed tuped. Lõppeks on neljas, vistseraalne fastsia, mis vooderdab seestpoolt kaelaõõnt, mille moodustavad lülisammas ja kaelalihased, olles tupeks kaelaelundeile.

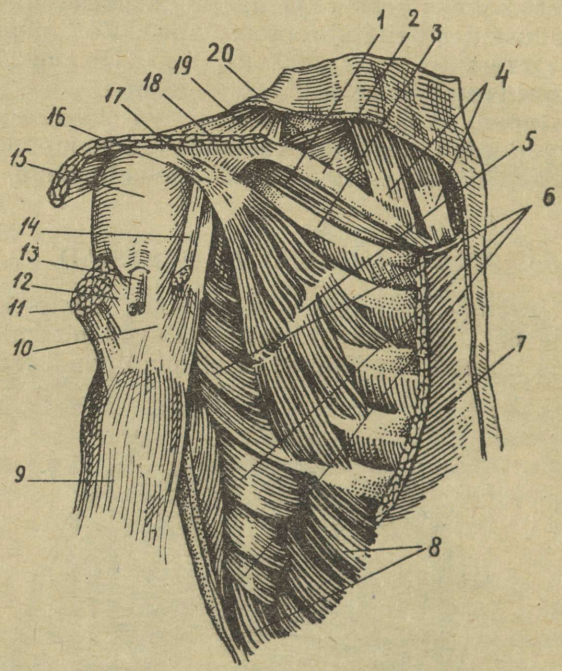
RINNA LIHASED JA FASTSIAD.

Rinna (*pectus*) piirkonnas eristatakse kahte lihasterühma (joon. 85 ja 86). Esimesse rühma kuuluvad pindmised lihased. Selle rühma lihased kinnistuvad ühelt poolt rindkerele ja teiselt



Joon. 85. **Rinnalihased. Pindmine kiht.** 1 — suur rinnalihas; 2 — kõhu välimine põikilihas; 3 — eesmine saaglihas; 4 — selja lailihas; 5 — deltalihas.

poolt õlavöötmele ning ülemisele vabajäsemele. Teise rühma kuuluvad süvad lihased. Selle rühma lihased kujutavad endist tõelisi (autohtoonseid) rinnalihaseid. Nad ei ulatu rindkere piiridest välja.



Joon. 86. **Rinnalihased. Süva kiht.** 1 — rangluualune lihas; 2 — rangluu; 3 — I roie; 4, 19 ja 20 — kaelalihased; 5 — väike rinnalihas; 6 — eesmine saaglihas; 7 ja 12 — suur rinnalihas (läbi lõigatud); 8 — kõhu välimine põikilihas; 9 — õlavarre kakspealihas; 10 — õlavarreluu; 11 ja 18 — läbilõigatud deltalihas; 13 ja 14 — kakspealihase pikk ja lühike kõõlus; 15 — õlaliigese kapsel; 16 — abaluu ronganokkjätke; 17 — õla-ronganokkjätke side.

Pindmised rinnalihased. Suur rinnalihas (*m. pectorális major*) on tugev lehvikukujuline lihas. Ta algab rindkere eesmiselt seinalt ja kinnistub õlavarreluu suure köbru harjale. Suur rinnalihas lähendab kätt kehale ja pöörab seda veidi sissepoole. Kui käsi on fikseeritud, tõstab lihas roideid ja soodustab sellega sissehingamist.

Väike rinnalihas (*m. pectorális minor*) asetseb eelmise all. Ta algab nelja sakiga ülemistelt roietelt ja kinnistub abaluu ronganokkjätkele. Ta tõmbab õlavööd alla- ja ettepoole. Fikseeritud abaluu puhul tõstab lihas roideid ja soodustab sissehingamist; seda täheldatakse vahel raskendatud hingamisega haigeil.

Rangluualune lihas (*m. subclávius*) võtab enda alla kogu ruumi rangluu ja I roide vahel. Ta fikseerib rangluud ja tõmbab seda allapoole.

Eesmine saaglihas (*m. serrátus antérior*) asetseb rindkere külgmisel pinnal; ta algab sakkidega üheksalt ülemiselt roidelt, kinnistub abaluu lülisambapoolsele servale, fikseerib abaluud ja tõmbab seda ettepoole.

Päris-rinnalihased. Autohtoonsete ehk päris-rinnalihaste hulka kuuluvad roietevahelised lihased (*mm. intercostáles*). Neid on kaks: välimine roietevaheline lihas ja sisemine roietevaheline lihas. Need lihased täidavad kõik üksteist roidevahet üksteise kohal asetsedes. Nende kiud kulgevad põikisuunas, nagu ristates üksteist.

Välimised roietevahelised lihased tõstavad roideid ülespoole ja võtavad järelikult osa sissehingamisaktist.

Sisemised roietevahelised lihased langetavad roideid ja soodustavad seega väljahingamist. Kuid mõned anatoomid eitavad üldse roietevaheliste lihaste funktsiooni hingamises. Nad väidavad, et roietevahelised lihased ainult fikseerivad roideid. Hingamisel kokku tõmbudes andvat nad ainult tuge roiete vahedele ja avaldavat vastusurvet õhurõhumisele, mis püüab sissehingamisel roiete vahesid sissepoole rõhuda ja väljahingamisel väljapoole kumerdada. Rindkere hingamisliigutused aga, s. t. roiete tõusmine ja vajumine, toimuvad nende arvates rindkere ja kopsu elastsuse tõttu.

Kõik rindkere lihased on kaetud kolme fastsiaga: pindmise süva ja rinnasisesega.

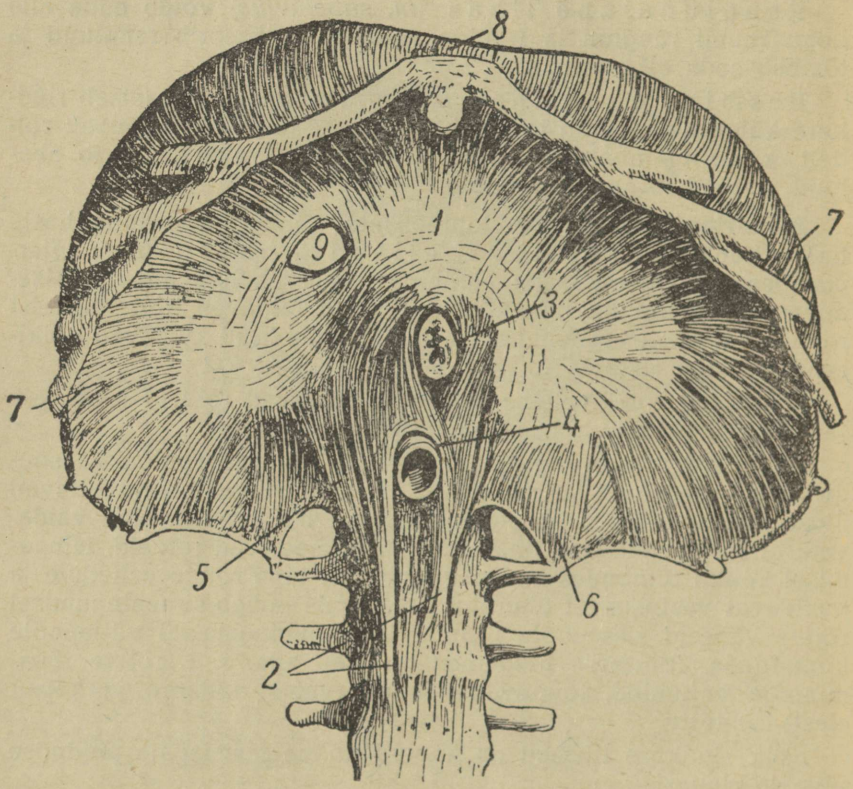
Pindmine rinnafastsia katab õhukese kilena suurt rinnalihast.

Süva rinnafastsia on tihkem ja asetseb suure rinnalihase all. Ta lõheneb kaheks leheks ja moodustab tupe rangluualusele ja väikesele rinnalihasele.

Kolmas, õhuke rinnasisene fastsia vooderdab rindkeret seestpoolt.

DIAFRAGMA.

D i a f r a g m a ehk vahelihas (joon. 87) kujutab endast lamedat lihast, mis on kuplikujuliselt ülespoole võlvunud. Ta kinnistub rindkere alumise avause äärtele ja eraldab rinnaõõnt kõhuõõnest. Diafragma keskosa on kõõluseline. Seda nimetatakse k õ õ l u s k e s k m u k s. Kõõluskeskmu keskel on väike lohk; see on tekkinud südametipu poolt teostatud rõhumise tagajärjel.



Joon. 87. **Diafragma.** 1 — tsentraalkõõlus; 2, 5 ja 6 — diafragmasäärеd; 3 — avaus söögitoru läbimiseks; 4 — avaus aordi läbimiseks; 7 — diafragma roideosa; 8 — diafragma rinnakuosa; 9 — avaus alumise õõnesveeni läbimiseks.

Diafragmal on kaks kuplit: parempoolne (suurem) ja vasakpoolne (väiksem).

Embrüonaalses arenemises tuletub diafragma kaela müotoomidest, algelistest kaelalihastest, mis laskuvad hiljem embrüonaalses arenemisprotsessis koos südame ja kopsudega rindkeresse.

Diafragma lumbaalosas moodustub otse lülide juures kolm paari diafragmasääri — seesmine, keskmine ja välimine paar (*crus mediále, crus intermédium* ja *crus laterále*).

Seesmised diafragmasäärad põimuvad omavahel number kaheksa kujuliselt. Diafragmas on avaused, milledest lähevad läbi söögitoru koos kaasaskäiva uiterguga, aort ühes rinna lümfijuhaga ja alumine õõnesveen.

Diafragmal on hingamisaktis tähtis osa. Kokkutõmbumisel lamendub tema kuppel ja laskub kõhuõõnde. Rindkere ruumala suureneb selle tagajärjel ja toimub s i s s e h i n g a m i n e.

Diafragma lõtvumisel omandab tema kuppel endise asendi, rindkere maht väheneb ja toimub v ä l j a h i n g a m i n e.

Diafragma võtab osa ka seede-elundite tööst. Hingamisel kokku tõmbudes kitsendab ta söögitoru valendikku selle alumises osas ja on nii sellele elundile sfinkteriks.

Diafragma, tõmbudes kõhupressilihastega samaaegselt kokku, põhjustab kõhuõõne siserõhu suurenemist ja soodustab defekatsiooniakti (soole tühjendamist). Samuti aitab diafragma kaasa kusepõie tühjenemisele ja sünnitamisele. Kokkutõmbumisel masseerib diafragma sapipõit eestpoolt ja neeruvaagnat tagantpoolt ning etendab järelikult suurt osa sapi eritamise funktsioonis ja neerude töös; samuti rõhub ta maksale ja aitab sellega verd suruda maksast alumisse õõnesveeni.

KÕHUPRESSILIHASED.

Kõhupressilihased (joon. 88) asetsevad sümmeetriliselt mõlemal pool kõhu v a l g e j o o n t rindkere ja vaagna vahel, moodustades kõhuõõne eesmise seina.

Kõhupressi koosseisu kuuluvad (kummaltki poolt) neli üsna tugevat lihast: kõhu sirglihas, kaks põiki- ja üks ristilihas.

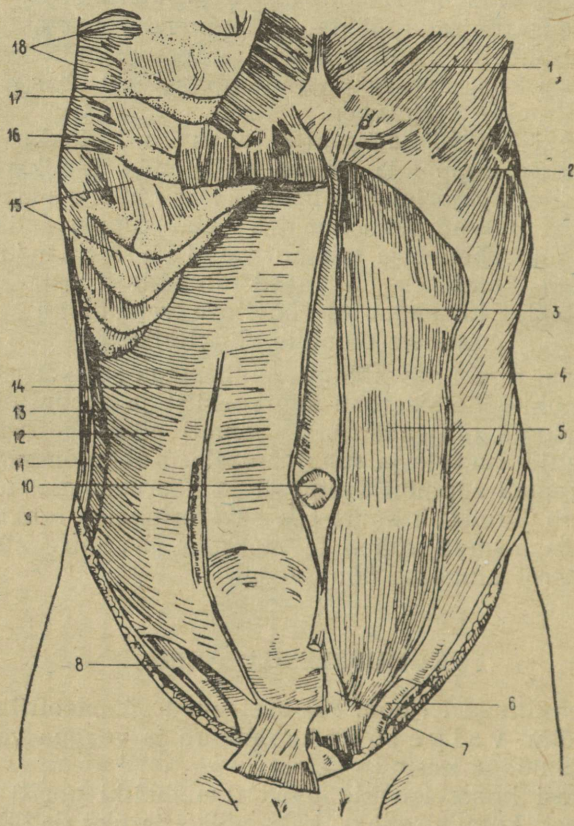
Kõhupressilihaste kiud kulgevad mitmesuunaliselt, mistõttu kõhupress moodustab tihke ja vastupidava seina.

K õ h u s i r g l i h a s (*m. rectus abdóminis*) algab V, VI ja VII roidekõhre eesmiselt pinnalt ja kinnistub laia lihaspaelana häbemeluule.

Lihasel on vahepeal kolm vahekõõlust (loote segmentatsiooni embrüonaalsed jäänused). Kõhu sirglihas asetseb tugevas kõõlustupes, mille moodustavad teiste kõhulihaste lamedad kõõlused.

Lihas tõmbab rindkeret allapoole ja tõstab fikseeritud rindkere korral vaagnat ülespoole.

Kõhu välimine põikilihas (*m. obliquus abdóminis extérnus*) algab sakkidega rindkere külgmiselt pinnalt kaheksalt



Joon. 88. **Kõhulihased.** 1 — suur rinnalihas; 2, 16 ja 18 — eesmine saaglihas; 3 — valgejoon; 4 ja 11 — välimine põikilihas; 5 — kõhu sirglihas; 6 — seemneväät ümbritsetuna munanditõsturlihasest; 7 — püramiidlihas; 8 — Poupart'i side; 9 ja 13 — sisemine põikilihas (läbi lõigatud); 10 — naba; 12 — kõhu ristilihas; 14 — kõhu sirglihase tupp (tagumine leste); 15 — välimised roietevahelised lihased; 17 — V roie.

alumiselt roidelt. Tagumised kiud ulatuvad alla ja kinnistuvad niudeluuharjale, eesmised lähevad põiki allapoole ja sissepoole kõhu valgejoonele ning kujutavad vastaspoolsete kiududega rooma numbrit V.

All pöördub tema kõõluseline serv sissepoole, pakseneb ja läheb üle niudeluu ülemise-eesmise oga ning häbemeluuköbru ja moodustab tugeva Poupart'i sideme.

Kõhu sisemine põikilihas (*m. obliquus abdóminis intérnus*) asetseb välimise põikilihase all. Ta algab tagantpoolt nimme-selja fastsia (*fascia lumbodorsális*) väliselt servalt, altpoolt niudeluuharjalt ja Poupart'i sideme kahelt väliselt kolmandikult. Selle lihase kiud lähevad lehvikukujuliselt laiali, kusjuures ülemised kimbud suunduvad põiki ülespoole ja moodustavad vastaspoolsete kiududega ümberpööratud rooma number viie (Λ); nad kinnistuvad kolme alumise roide alumisele servale, keskmised kulgevad horisontaalselt ja alumised paralleelselt Poupart'i sidemega. Lihase alumiselt servalt eraldub väike lihaskiudude kimp, mis samasuguse kõhu ristilihase kiudude kimbuga ühinedes laskub piki seemnevääti alla munandikotti ja moodustab munanditõsturlihase (*m. cremáster*).

Kõhu ristilihas (*m. transvérsus abdóminis*) asetseb eelmise lihase all ja osutub kõige sügavamal asetsevaks kõhulihaseks. Tema kiud kulgevad risti. Nad algavad kuue alumise roide kõhredelt, nimme-selja fastsia väliselt servalt, niudeluuharjalt ja Poupart'i sideme väliselt kolmandikult. Kõhu sirglihase lähedal lähevad ristilihase kiud kaarjalt üle laiaks lamedaks kõõluseks, mis kulgeb, hargnedes ülal kõhu sirglihase tagant ja all tema eest, ning lõpeb kõhu valgejoonel.

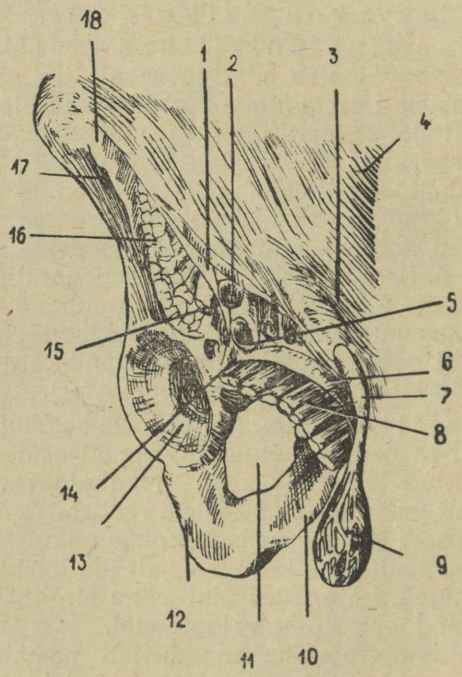
Kõhuõõne tagumise seina moodustab peamiselt nelinurkne nimme ruutlihas (*m. quadrátus lumbórum*). See asetseb XII roide ja niudeluuharja vahel.

Kõhupressilihaste tähtsus on suur. Nad kallutavad rindkeret ettepoole, painutavad lülisammast ja on seega pikkade seljalihaste antagonistideks, soodustavad defekatsiooniakti, uriini eritamist kuseteedest, kergendavad sünnitamist, tõmbuvad kokku ka köhimisel, oksendamisel jne. Peale selle võtavad kõhupressilihased aktiivselt osa hingamisaktist. Kokku tõmbudes suruvad nad diafragmat ülespoole, vähendavad rinnaõõne mahtu ja aitavad nõnda kaasa väljahingamisele.

Kõhupressilihaseid katab kaks fastsiat. Õhuke pindmine fastsia, mis läheb kõhu välimise põikilihase pealt, ja süva ehk ristifastsia, mis katab kõhu põikilihase tagumist pinda.

KUBEMEKANAL.

Kõhu välimise põikilihase kõõluse alumine äär käändub sissepoole ja moodustab Poupart'i sidemes renni. Sellele rennile kasvavad peale ülaltpoolt kõhu sisemine põiki- ja ristilihas. Nii moodustub eesmises kõhuseinas umbes 5 sm pikkune põikisuu-



Joon. 89. **Kubemepiirkonna ristiläbilõik.** 1 — soontelaugas; 2 — reiearteer; 3 — kõhu välimise põikilihase kõõluse jalakestevahelised kiud; 4 — kõhu sirglihas; 5 — reieveen; 6 — harjalihase fastsia; 7 — seemneväät; 8 — harjalihas; 9 — munanditõsturlihase kiud; 10 — häbemeluu; 11 — toppunud mulk; 12 — istmikuluu; 13 — puusanapp; 14 — niudeluuharja kõrgendik; 15 — reienärv; 16 — lihastelaugas; 17 — niudeluu; 18 — niudeluu eesmine-ülemine oga.

naline lõhetaoline ruum; see ongi kubemekanal (*canalis inguinalis*) (joon. 89).

Meestel kulgeb kubemekanalis seemneväät, mis tuleb munandikotist; naistel on selles emaka ümarside.

Kubemekanalis eristatakse välimist ja sisemist

kubemevõru (*ánulus inguinális subcutáneus et ánulus inguinális abdominális*).

Välimine kubemevõru asetseb Poupart'i sideme kohal. Tal on kolmnurkse pilu kuju ja ta moodustub kõhu välimise põikilihase aponeuroosi lõhenemisest — selle ülemisest ja alumisest säärest.

Sisemine kubemevõru on umbes Poupart'i sideme keskosa kohal. Ta pole lahtine mulk, vaid kujutab endast väikest lehtrikujulist lohku kõhu sisemises seinas, mida katavad kõhu ristifastsia ja kõhukelme.

Kubemekanal kujuneb juba lootejärgus munandi laskumise tagajärjel nimmepiirkonnast munandikotti.

Selle kanali topograafia tundmisel on praktiline tähtsus: temast võivad soolesilmused naha alla tungida ja songa moodustada.

Eristatakse otseseid ja kaudseid songi.

Otsesed songad lähevad sisemisest kubemevõrust mediaalsele ja tungivad naha alla välimise kubemevõru kaudu.

Kaudsed songad suunduvad läbi sisemise kubemevõru ja lähevad piki kogu kubemekanalit kuni munandikotini.

Mehe kubemekanal on naise omast pisut laiem, mispärast meestel esinevad kubemesongad märksa sagedamini kui naistel.

Vahel peetub munand munandikotti laskumisel kubemekanalis, mõnikord aga nimmepiirkonnas või vaagnas. Seda anomaaliat tuntakse krüptorhismi ehk peitmunanduse nimetuse all.

Peale kubemesongade võivad eesmises kõhuseinas tekkida ka nabasongad ja kõhu valgejoone songad.

SELJA JA KAELA TAGAKÜLJE LIHASED JA FASTSIAD.

Tavaliselt kirjeldatakse selja ja kaela tagaküljе lihaseid koos, sest mitmed neist ulatuvad vahetult ühest piirkonnast teise.

Seljal ja kaela tagaküljel on kaks lihasterühma: pindmised ja süvad lihased.

Pindmised lihased on üsna laiad ja kuuluvad tegelikult õlavöötme lihaste hulka. Nad kinnistuvad tagantpoolt õlavöötme külge ja reguleerivad selle liigutusi. Loote arenemise jooksul laskuvad need lihased pea- ja õlavöötme-piirkonnast seljale.

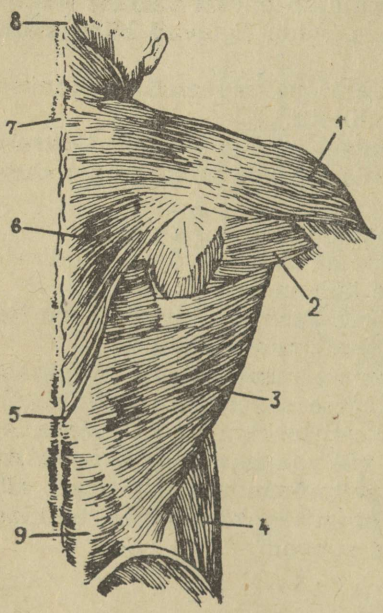
Süvad lihased koosnevad reast pikkadest ja lühikestest lihastest, mis on üksteisest hästi isoleeritud ja asetsevad tugevates luulis-fibroossetes tuppedes. Kõik nad asetsevad pikisuunas ja ulatuvad kuklast kuni sabaluuni. See on tõeliste kerelihaste

rühm, mis areneb lootel kereosas ja jääbki oma arenemiskohta püsima.

Pindmised laiad seljalihased. Pindmised lihased koosnevad omakorda kahest kihist. Kummaski kihis on kaks laia lihast.

Esimeses kihis on järgmised lihased (joon. 90).

Trapetslihas (*m. trapezius*) on lame, üsna suur lihas. Ta ulatub üle kogu selja ülemise osa kuklast kuni nimmelülide alguseni. Lihas algab kuklaluu välimiselt kuklamügaralt, turjasidemelt ja kõikide rinnalülide ogajätkeilt. Ta kinnistub rangja abaluule. Tal on korrapäratu nelinurga kuju. Seitsmenda kaelalüli ogajätke piirkonnas ja sellest veidi allpool moodustab ta väikese rombikujulise kõõluselise aponeuroosi.



Joon. 90. **Pindmised seljalihased.** 1 — deltalihas; 2 — suur ümarlihas; 3 — selja lailihas; 4 — kõhu välimine põikilihas; 5 — XII rinnalüli (ogajätke); 6 — trapetslihas; 7 — VII kaelalüli; 8 — kuklakrobedik; 9 — nimme-selja sidekirme.

Selle lihase kiud kulgevad mitmesuunaliselt; selletõttu on tema funktsioon erinevates piirkondades isesugune. Ülemise osa kiud kallutavad pead ja kaela tagasi; keskmise osa horisontaalsed kiud tõmbavad abaluud keskjoone, s. t. lülisamba poole, kaasa aidates abaluu libisemisele piki rindkere tagumist pinda; alumise osa kiud tõmbavad abaluud alla.

Kõikide osade kokkutõmbumisel lähendab trapetslihas abaluid teineteisele ja koos teiste lihastega fikseerib neid.

Selja lailihas (*m. latissimus dorsi*) on lai, lame, kolmnurkne lihas. See on kõige ulatuslikum lihas meie kehas. Ta võtab enda alla selja kogu alumise poole kuni sabaluuni. Selja lailihas algab kuue alumise rinnalüli ogajätkeilt, kõikidelt nimmelülidelt, ristluu tagumiselt pinnalt ja niudeluuharjalt ning kinnistub õlavarreluu väikese köbrukese harja külge. Kinnistuskohal on alaline limapaun, mis kaitseb lihase kõõluseid hõõrdumise eest.

Niudepiirkonnas moodustab see lihas suure, kõõluselise rombikujulise aponeuroosi, mida tuntakse nimme-selja sidekirme (*fáscia lumbodorsális*) nimetuse all.

Ülal liitub selja lailihasega väike abistav lihaskimp, mida kirjeldatakse sagedasti iseseisva lihasena suure ümarlihase (*m. teres major*) nimetuse all.

Selja lailihas koos suure rinnalihasega langetab ülestõstetud kätt; ühtlasi tõmbab ta kätt veidi tagasi, teostab käeliigutuse, mida me tavaliselt teeme kätt pükste tagumisse taskusse pistes.

Niudeluuharja kohal piirab see lihas koos kõhu välimise põikilihasega väikest pindala — Petit' kolmnurka. Siitkaudu võivad niudepiirkonnas läbi murda nõrgmädanikud ja välja tungida niudesongad (joon. 90).

Teises kihis on järgmised lihased.

Romblihased (*mm. rhomboidei*) — suur ja väike. Need on lamedad, rombikujulised lihased, asetsevad otse trapetslihase all, algavad kahe alumise kaelalüli ja nelja ülemise rinnalüli ogajätkeilt ning kinnistuvad abaluu mediaalsele servale.

Mõlemapoolsed romblihased lähendavad kokku tõmbudes abaluid teineteisele, suruvad rinda ette. Ühepoolsel kokkutõmbumisel tõstavad nad abaluud veidi ülespoole, teostavad abaluu libistamist rindkere tagumisel seinal ja koos teiste lihastega fikseerivad teda.

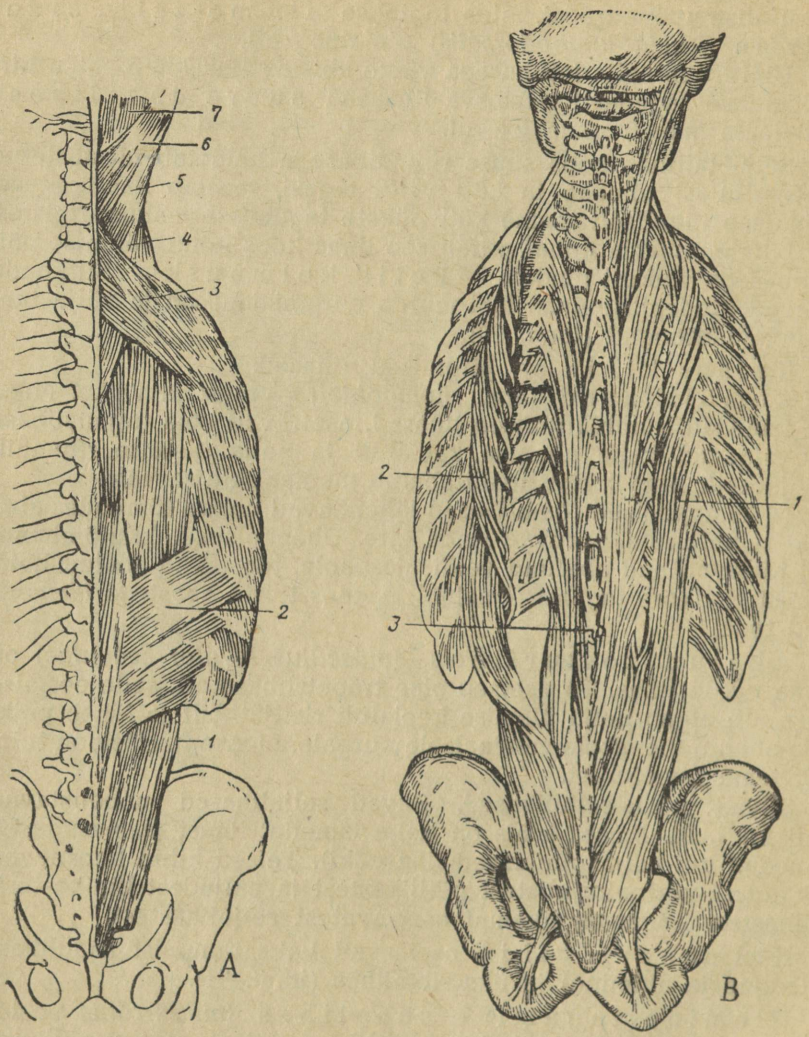
Abaluu tõsturlihas (*músculus levátor scápulae*) on lame piklik lihas. Ta asetseb otse trapetslihase all, selle eesmise ääre all; algab nelja ülemise kaelalüli ristijätkeilt ja läheb põiki alla abaluu ülemisele mediaalsele nurgale. Lihase funktsioon tuletub tema nimetusest.

Süvad päris-seljalihased. Süvad seljalihased moodustavad neli kihti. Pealmises kihis on kolm lamedat lihast (samasugused lamedad kui selja pindmised lihasedki). Teised kihid koosnevad pikkadest värtnakujulistest pikilihastest ja paljudest lühikestest, väikestest kõige sügavamal asetsevatest seljalihastest.

Kolmandas kihis asetsevad kaks tagumist saaglihast (ülemine ja alumine) ja üks rihmlihas (joon. 91).

Ülemine-tagumine saaglihas (*m. serrátus postérior supérior*) on üsna õhuke lame lihas, asetseb otse romblihase all, algab turjasidemest ja läheb nelja kimbuna põiki alla ülemiste roiete tagumisele pinnale. Tõstab roideid ja võtab järelikult osa sissehingamisest.

Alumine-tagumine saaglihas (*m. serrátus postérior inférior*) on samuti lame õhuke lihas, mis meenutab väga



Joon. 91. **Seljalihased.** *A* — Kolmas kiht. 1 — ristluu-ogajätke lihas; 2 — alumine-tagumine saaglihas; 3 — ülemine-tagumine saaglihas; 4 — abaluu tõsturlihas; 5 ja 6 — rihmlihas; 7 — poologalihas. *B* — Süvad (pikad) seljalihased. 1 — selja pikim lihas; 2 — niude-roide lihas; 3 — ogalihas.

ülemist saaglihast. Ta asetseb otse selja lailihase all, algab alumiste rinnalülide ja ülemiste nimmelülide ogajätkeilt, läheb nelja kimbuna põiki üles nelja viimase roide tagumisele pinnale, langetab roideid ja võtab järelikult osa väljahingamisest.

Rihmlihas (*m. splénius*) on lame, kolmnurkne lihas, asetseb kaela tagumisel pinnal. Lihas algab turjasidemest ja kuue ülemise rinnalüli ogajätkeilt, läheb põiki ülespoole ning kinnistub kolme ülemise kaelalüli ristijätkeile ja oimuluu nibujätkele. Mõlemapoolselt kokku tõmbudes kallutab rihmlihas pead tahapoole. Nii on ta trapetslihase ülemise osa sünergist. Rihmlihase ühepoolsel kokkutõmbumisel pöördub pea samale küljele.

Neljas kiht koosneb ainult ühest piklikust ristluu-ogajätke lihasest (joon. 91).

Ristluu-ogajätke lihas (*m. sacrospinális*) on kõige pikem ja tugevam seljalihas. Ta algab ristluu tagumiselt pinnalt, läheb üles kuni kuklani ja moodustab suurema osa selja autohtoonseist lihaseist.

Nimmepiirkonnas jaguneb ristluu-ogajätke lihas kolmeks kimbuks (välimine, keskmine ja sisemine); neid kirjeldatakse iseseisvate lihastena.

Nii tuntakse sisemist kimpu, mis on kõige nõrgem, oga-lihase nimetuse all. See koosneb vertikaalselt ülespoole suunduvaist kiududest, mis ulatuvad allpool olevate lülide ogajätkeilt ülalpool olevate lülide ogajätkeile kuni kuklaluu soomuseni.

Keskmine kimp on pikem ja seda nimetatakse selja pikimaks lihaseks (*m. longissimus dorsi*). Ta kaldub veidi väljapoole ja koosneb kiududest, mis ulatuvad oga- ja ristijätkeilt ülalpool olevate lülide ristijätkeile ning roietele. Lihas ulatub kuni oimuluu nibujätkeni.

Välimine kimp asetseb keskmisest veelgi lateraalsemal. Seda nimetatakse niude-roide lihaseks ja ta koosneb kiududest, mis ulatuvad lihase alumises osas niudeluult roietele, keskmises osas roietelt roietele ning veel kõrgemal roietelt kaelalülide ristijätkeile.

Ristluu-ogajätke lihas on tervikuna tugevaks keresirutajaks. Peale selle tõmbab ta pead tahapoole ja on nii trapets- ja rihmlihasele sünergistiks.

Viies kiht koosneb, samuti nagu neljaski, ainult ühest lihasest, mida nimetatakse oga-ristijätke lihaseks.

Oga-ristijätke lihas (*m. transversospinális*) on üsna tugev piki selga kulgev lihas. Ta ulatub üle kogu selja ristluust kuklaluuni. Selle lihase kiud kulgevad lülide ristijätkeilt üles

ogajätkeile ja hüppavad sealjuures üle mitme lüli. Oga-ristijätke lihases eristatakse kolme lihaskihti, mis asetsevad üksteise peal ja on osaliselt omavahel liitunud. Iga kihti kirjeldatakse täiesti iseseisva lihasena. Siin eristatakse poologalihast (*m. semispinális*), mitmejagust lihast (*m. multifidus*) ja rühma tiirutajalihaseid (rotaatoreid).

Oga-ristijätke lihas on nagu ristluu-ogajätke lihaski tugev kehasirutajalihas; peale selle pöörab ta lülisammast.

Ristluu-ogajätke lihas ja oga-ristijätke lihas ühendatakse ühe nimetuse alla — kehasirutajalihas (*m. erector trunci*).

Kuues kiht on kõige süvem. See koosneb väikeste ja lühikeste seljalihaste rühmast, mis asetsevad kõrvuti olevate ogajätkete vahel, ristijätkete vahel, atlase ja kuklaluu vahel, ristluu ja sabaluu vahel ning selgroolülide ja roiete vahel. Rühmiti kokku tõmbudes fikseerivad need lihased lülisammast tervikuna. Kokku tõmbudes koos pikkade lihastega fikseerivad nad kogu keret.

Kaela tagumise poole ja selja lihased on kaetud kahe fastsiaga. Trapets- ja selja lailihase välispinda katab õhuke pindmine fastsia ja süvade piklikkude seljalihaste väljaspoolne pind on kaetud teise, tihkema süva-fastsiaga (nimmeselja). Viimane kinnistub kaheks leheks lõhenedes roiete nurkadele ja moodustab süvadele päris-seljalihastele tugeva kinnise luulis-fibroosse tupe.

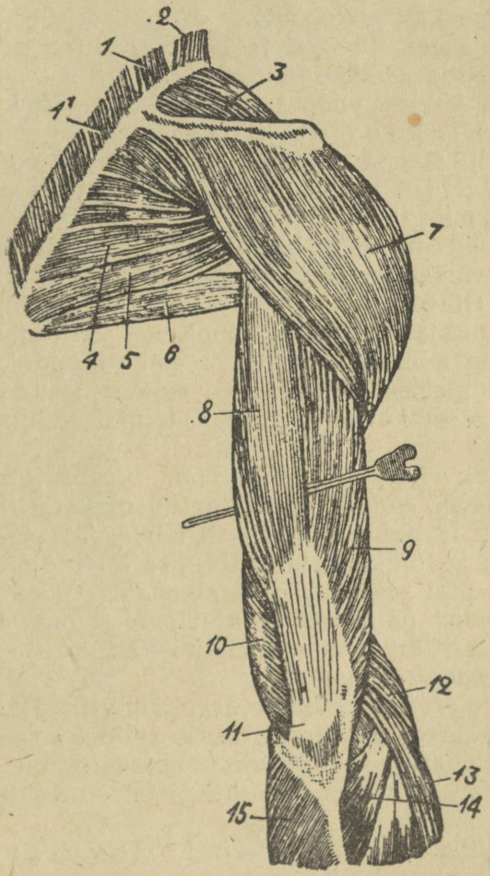
ÕLAVÖÖTME JA ÜLEMISE VABAJÄSEME LIHASED JA FASTSIAD.

Õlavöötme lihaseid on kuus: deltalihas, harjaüline ja harjaalune lihas, suur ja väike ümarlihas ja abaluualune lihas (joon. 92). Need lihased algavad õlavöötmeluudelt ja suunduvad õlavarreluule ning teostavad liigutusi õlaliigeses. Kõik need õlavöötmelihased koos mõningate rinna- ja seljalihastega (näiteks suur rinnalihas, väike rinnalihas, trapetslihas, selja lailihas jt.) pööravad kogu õlavöödet tervikuna.

Deltalihas (*m. deltoideus*) on kõige pindmisem õlavöötmelihas, üsna tugev, kolmnurkne, meenutab kujult kreeka tähestiku 4-ndat tähte deltat (Δ), kust tema nimigi on tuletatud. Ta algab rangluult ja abaluult ning kinnistub õlavarreluukrobedikule luu lateraalsel küljel. Ta tõstab kätt külje poole kuni horisontaaljooneni. Peale selle tõmbab lihas oma eesmiste rangluu-

kiududega õlavart ettepoole ja tagumiste abaluukiududega tahapoole, s. t. et selle lihase eesmised ja tagumised osad võtavad osa õlavarre sirutamisest ja painutamisest.

Abaluu kolm lohku (harjaüline, harjaalune ja abaluualune) on täidetud samanimeliste lihastega (joon. 92).



Joon. 92. **Õlavöötme- ja õlavarrelihased** (tagantpoolt). 1 ja 1¹ — väike ja suur romblihas; 2 — abaluu tõsturlihas; 3 — harjaüline lihas; 4 — harjaalune lihas; 5 — väike ümarlihas; 6 — suur ümarlihas; 7 — deltalihas; 8 — kolmpealihase pikk pea; 9 — külgmine pea; 10 — keskpidine pea; 11 — küünarnukk; 12 — õlavarre-kodarluu lihas; 13 — kodarmine sirutajalihas; 14 — küünarnukilihas; 15 — küünarvarre-painutajalihased.

Harjaüline lihas suundub õlavarreluu suurele köbrule. Oma funktsioonilt on ta deltalihasele sünergistiks, s. t. viib kätt eemale.

Harjaalune lihas suundub samuti õlavarreluu suurele köbrule; ta pöörab õlga ümber selle pikitelge väljapoole.

Abaluualune lihas suundub õlavarreluu väikesele köbrule; ta pöörab kätt sissepoole.

Ülemise vabajäseme lihased jaotatakse kolme rühma: õlavarre, küünarvarre ja labakäe lihased.

Kogu ülemise jäseme peopesapoolsel küljel on küünarvarre painutajad (fleksorid) ja peopesa allapoole pöörajad (pronaatorid); jäseme käeseljapoolsel küljel on sirutajad (ekstensorid) ja üks peopesa ülespoole pöörav õlavarrelihas (supinaator).

Õlavarre lihased on värtnakujulised. Peale ühe kinnistuvad nad kõik küünarvarreluudele ja teostavad küünarvarre liigutusi küünarliigeses. Õlavarre peopesapoolsel (volaarsel) küljel on küünarvarre painutajad ja käeseljapoolsel — sirutajad.

Õlavarrelihaste mõlemaid rühmi — painutajaid ja sirutajaid — eraldavad teineteisest üsna tihked sidekoelised vaheseinad.

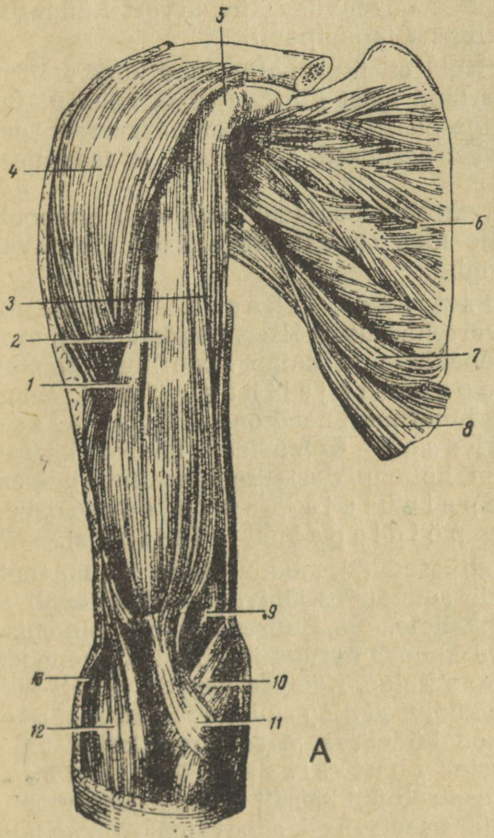
Õlavarre eesmisel küljel asetsevad järgmised lihased (joon. 93 *A*).

Õlavarre kakspealihas (*m. biceps brachii*). See on kõige pindmisem, kõigile hästi tuntud õlavarrelihas. Kokku tõmbudes paistab ta naha all selgesti silma. Ta algab abaluult kahe peaga (pika ja lühikesega). Pikk pea läbib õlaliigesekapsli ja kulgeb selles piki erilist sünoviaalkanalit. Õlavarre keskel mõlemad vatsakesed ühinevad ja kinnistuvad oma lõppkõõlustega kodarluukrobedikule. Seega ulatub kakspealihas üle kahe liigese (kaheliigeseline lihas).

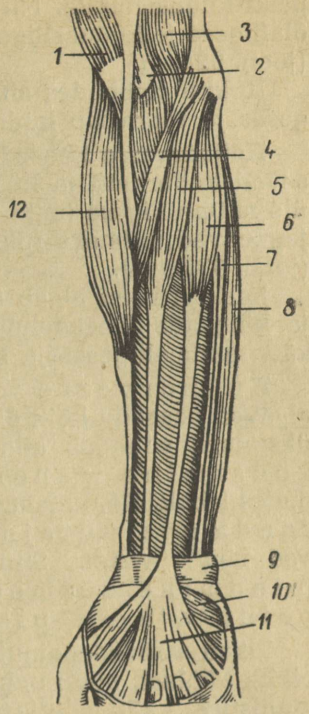
Kakspealihas painutab küünarvart küünarliigeses ja tugevdab oma pikema peaga õlaliigest. Peale selle on see lihas kinnistumise tõttu kodarluule tugevaks supinaatoriks: ta pöörab küünarvart ja labakätt väljapoole, kui need on veidi sissepoole pöördunud.

Otse kakspealihase all on õlavarrel õlavarrelihas (*m. brachiális*). See kinnistub ühe otsaga õlavarreluu eesmisele pinnale ja teisega küünarluukrobedikule. Kokku tõmbudes painutab see lihas samuti küünarvart küünarliigeses (joon. 93 *A*).

Õlavarre tagaküljel on ainult üks lihas — õlavarre kolmpealihas (*m. triceps brachii*). See algab kolme peaga (ühe pika ja kahe lühikesega). Pikk pea algab abaluult, lühikesed algavad õlavarre tagumiselt pinnalt. Ühinedes suunduvad



Joon. 93. *A.* **Õlavarrelihased** (eestpoolt). 1 — õlavarre kakspealihase pikk pea; 2 — kakspealihase lühike pea; 3 — ronganokkjätke-õlavarre lihas; 4 — deltalihas; 5 — ronganokkjätke; 6 — abaluualune lihas; 7 — suurem ümarlihas; 8 — selja lailihas; 9 — õlavarrelihas; 10 — ümmargune pronaator; 11 — Pirogov'i side (õlavarre kakspealihase fibroosne kile); 12 — õlavarre-kodarluu lihas; 13 — küünraauk.



Joon. 93. *B.* **Küünarvarrelihased** (labakäe- ja sõrmedepainutajad). 1 — õlavarre kakspealihase alumine ots; 2 — kiud-kõõlusriba (*lacertus fibrosus*) ära lõigatud; 3 — õlavarrelihas; 4 — ümmargune pronaator; 5 — kodarmine randmepainutajalihas; 6 — pikk peopesalihas; 7 — pindmine sõrmedepainutajalihas; 8 — küünarmine randmepainutajalihas; 9 — randme-peopesa side; 10 — lühike peopesalihas; 11 — peopesa aponeuroos; 12 — õlavarre-kodarluu lihas.

pead küünarnukile. Nii ulatub kolmpealihas üle kahe liigese — õlaliigese ja küünarliigese — ning on samuti kaheliigeseline lihas (joon. 92).

Kokku tõmbudes sirutab kolmpealihas küünarvart küünarliigeses ja tugevdab küünarliigest tagantpoolt.

Küünarvarre lihased. Neid on üsna palju. Nad kõik ümbritsevad kodarluud ja küünarluud igast küljest. Osa neist ulatub üle mitme liigese (mitmeliigeselised lihased). Küünarvarrelihased jagunevad kolmeks rühmaks: eesmised, külgmised ja tagumised (joon. 93 B, 94).

Enamik neist algab õlavarreluu põntadelt, suundub allapoole ja kinnistub labakäeluudele ning sõrmelülidele. Nad liigutavad kätt randmeliigeses ja sõrmi.

Küünarvarre eesmised lihased (painutajad) algavad peaaegu kõik õlavarreluu mediaalselt põndalt, kusjuures üks neist suundub alla labakäele ja katab kodarluud; see on kodarmine randmepainutajalihas. Teised, suundudes labakäele, katavad küünarluud; need on küünarmised randmepainutajalihased. Kolmandad lihased asetsevad nende vahel. Siin on kolm pikka sõrmedepainutajalihast (pindmine sõrmedepainutaja-, süva sõrmedepainutaja- ja pikk pöidlapainutajalihas).

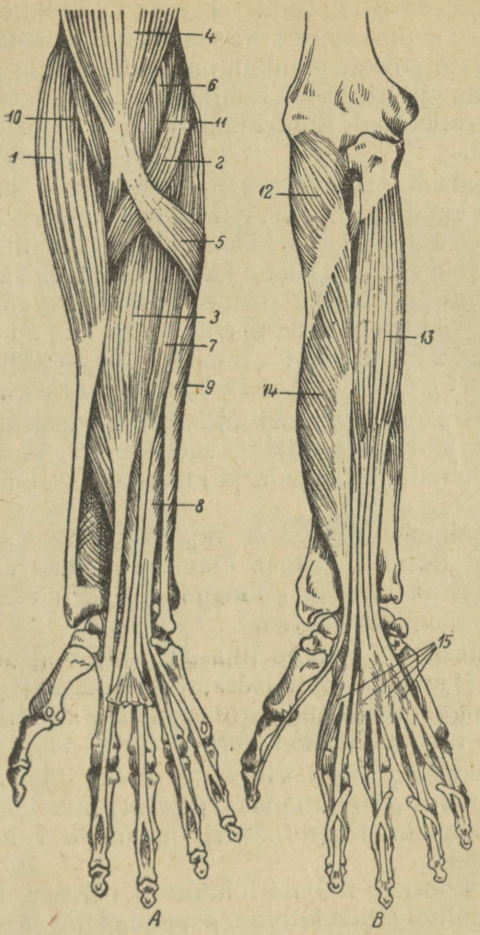
Pikad sõrmedepainutajalihased (2) moodustavad igaüks neli pikka kõõlust, mis randmele suundudes läbivad randmekanali ja kinnistuvad sõrmede faalanksitele. Sealjuures hargneb pindmise painutajalihase kõõlus lõpul kaheks haruks ja kinnistub nendega keskmiste sõrmelülide kehade külge. Kõõluse harude vahelt kul gevad süva painutajalihase kõõlused ning suunduvad küüs-sõrmefaalanksitele. Peale selle on küünarvarre volaarsel küljel kaks pronaatorit — ümar- ja ruut-sissepöörajalihas.

Ümar-sissepöörajalihas asetseb pindmiselt küünarvarre ülemises osas; ruut-sissepöörajalihas asetseb all, sügavamal — otse luudevahelise membraani peal. Nad kinnistuvad kodarluule ja teostavad liigutusi kombineeritud kodarluu-küünarluu liigeses: pööravad küünarvart ja labakätt peopesaga allapoole.

Küünarvarre külgmisi lihaseid on ainult üks: õlavarre-kodarluu lihas (*m. brachioradiális*).

See lihas asetseb piki küünarvarre külgmist äärt. Ta algab õlavarreluu välispinnalt ja suundub kodarluu tikkeljätkele.

Õlavarre-kodarluu lihas painutab küünarvart küünarliigeses ja hoiab kodarluud pronatsiooni ja supinatsiooni vahelises asendis (labakäe asend siis, kui sirutatakse kätt tervitamiseks).



Joon. 94. **Küünarvarrelihased** (parem käsi peopesa poolt). *A* — pindmine kiht; *B* — süva kiht. 1 — õlavarre-kodarluu lihas (*m. brachioradialis*); 2 — ümar pronaator (*m. pronator teres*); 3 — kodarmine randmepainutajalihas (*m. flexor carpi radialis*); 4 — õlavarre kakspealihas (*m. biceps brachii*); 5 — kiud-kõõlusriba (*lacertus fibrosus*); 6 — õlavarrelihas (*m. brachialis*); 7 — pikk peopesalihas (*m. palmaris longus*); 8 — pindmine sõrmedepainutajalihas (*m. flexor digitorum superficialis*); 9 — küünarmine randmepainutajalihas (*m. flexor carpi ulnaris*); 12 — supinaatorlihas (*m. supinator*); 13 — süva sõrmedepainutajalihas (*m. flexor digitorum profundus*); 14 — pikk pöidlapainutajalihas (*m. flexor pollicis longus*); 15 — vihmusslihased (*mm. lumbricales*).

Küünarvarre tagumiste lihaste rühm koosneb sirutajaist ja ühest supinaatorist. Peaaegu kõik need lihased algavad õlavarre lateraalselt põndalt, on analoogiliste nimetustega ja asetsevad vastavalt samadel kohtadel kui painutajadki ning on viimastega paralleelsed, kuid ainult küünarvarre selgmisel (dorsaalsel) poolel.

Funktsionaalselt on sirutajad painutajatele ja supinaatorid pronaatoritele antagonistideks. Nii on siin näiteks kaks kodarmist randmesirutajalihast (pikk ja lühike) ja küünarmine randmesirutajalihas, mis katab küünarluud tagantpoolt, ja lõpuks nende vahel olev sõrmedesirutajalihaste rühm: ühine sõrmedesirutajalihas, kaks pöidlasirutajalihast (lühike ja pikk), nimetissõrme-sirutaja- ja pisisõrme-sirutajalihas.

Küünarvarre keskel jaguneb ühine sõrmedesirutajalihas, nagu sõrmedepainutajalihaski, neljaks vatsakeseks, moodustades neli kõõlust, suundub alla labakäele ja kinnistub keskmistele ja küüssõrmelülidele.

Käsivarre selgmisel poolel on sügavamal üks supinaator (väljapööraja). See lihas algab õlavarreluu lateraalselt põndalt, ümbritseb kodarluu ülemist kolmandikku ja pöörab kätt peopesaga ülespoole (supineerib teda).

Labakäe lihased. Labakäe lihased asetsevad ainult peopesapoolsel küljel. Labakäeseljal iseseisvaid lihaseid pole; seal esinevad ainult pikkade sõrmedesirutajalihaste kõõlused ja sügavamal asetsevad luudevahelised lihased (joon. 95).

Labakäe peopesapoolsel küljel on kolm lihasterühma: lateraalne, mis moodustab pöidlapäka (*thenar*), mediaalne, mis moodustab pisisõrmepäka (*hypothénar*), ja nende vahel olev keskmine lihasterühm.

Pöidlapäkk koosneb neljast lühikesest lihasest, mis liigutavad pöialt (painutamine, lähendamine, eemaldamine ja vastastamine).

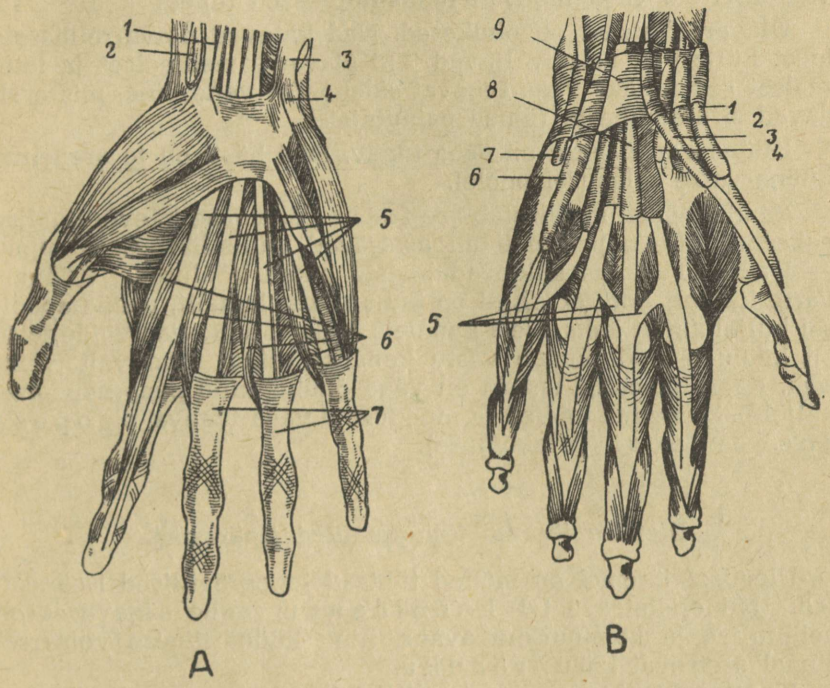
Pisisõrmepäka moodustab samuti neli lühikest lihast. Kolm neist liigutavad pisisõrme (painutamine, eemaldamine ja vastastamine). Neljas (peopesapoolne lihas) pingutab pisisõrmepäkal olevat nahka.

Nende kaheksa väikese lihase olemasolu pöidla- ja pisisõrmepäkal omab suurt tähtsust: nende tõttu on meie sõrmed liikumisel väga painduvad ja elastsed; need omadused on kätega töötamisel ja esemete haaramisel väga olulised.

Labakäelihaste keskmine rühm koosneb käe neljast vihmusslihasest, mis asetsevad süva sõrmedepainutaja-

lihase kõõluste vahel, ja seitsmest luudevahelisest lihasest, mis asetsevad kämblaluude vahel.

Käe vihmusslihased painutavad põhi-sõrmelülisid ja sirutavad keskmisi ja küüs-sõrmelülisid. Kämblaluudevahelised lihased ajavad sõrmi laiali, lähendavad neid keskmisele sõrmele ja painutavad põhi-sõrmelülisid.



Joon. 95. **Labakäelihased.** *A* — peopesa. 1 — pikk peopesalihas; 2 — kodarmine randmepainutajalihas; 3 — küünarmine randmepainutajalihas; 4 — hernesluu; 5 — pindmise sõrmedepainutajalihase kõõlused; 6 — käe vihmusslihased; 7 — kõõlusetuppesid moodustavad sidemed sõrmedel. *B* — labakäe selg. Lihaste kõõlusetuped: 1 — pika pöidlaeemaldajalihase ja lühikese pöidlasirutajalihase kõõlusetupp; 2 — pika kodarmise randmesirutajalihase kõõlusetupp; 3 — pika pöidlasirutajalihase kõõlusetupp; 4 — lühikese kodarmise randmesirutajalihase kõõlusetupp; 5 — ühendused sõrmedesirutajalihaste kõõluste vahel; 6 — pisisõrme-sirutajalihase kõõlusetupp; 7 — küünarmise randmesirutajalihase kõõlusetupp; 8 — ühise sõrmedesirutajalihase ja II sõrme sirutajalihase kõõlusetupp; 9 — randme selgmine side.

Ülemise jäseme fastsiad.

Ülemise jäseme fastsiad on võrdlemisi hästi välja kujunenud, kuid nende tihkus on eri kohtades isesugune. Nii on nad õlavöötme-piirkonnas üsna tugevad, kus nad katavad harjaülist, harjaalust ja abaluualust lihast. Nad on kõvasti kokku kasvanud vastavate samanimeliste abaluulohkude servadega ja moodustavad lihastele väga tugevad luulis-fibroossed tuped.

Õlavarrefastsiad on õhukesed. Nad katavad õlavarrelihaseid igast küljest ja neist väljuvad piki õlavarre mediaalset ja lateraalset serva kaks väga tugevat sidekoelist vaheseina, mis eraldavad sirutajalihaste rühma painutajaist.

Küünarvarrefastsia on üsna tugev. Eriti hästi on ta arenenud küünarvarre selgmisel poolel.

Randme piiril moodustab see fastsia väheldase käevõrutaolise paksendi. Selle paksendi all asetsevad luulis-fibroossed tuped — k a n a l i d, kus kulgevad lihaste pikad kõõlused. Küünarvarre käeseljapoolsel küljel on kuus sellist kanalit, peopesapoolsel küljel ainult kaks. Neis kanaleis leiduva sünoviaalvõide tõttu on kõõluste hõõrdumine vastu kanalite seinu tunduvalt väiksem. Käeseljapoolne fastsia on väga õhuke, kuid peopesapoolsel küljel pakseneb ta tublisti ja moodustab väga tugeva p e o p e s a a p o n e u r o o s i (kilekõõluse).

Ülemise jäseme topograafilisi iseärasusi.

Ülemisel jäsemel on mõned tähtsad topograafilised iseärasused. Nii eristatakse tal k a e n l a a u k u, mille sügavuses on nelinurkne ja kolmnurkne avaus, ning küünarliigese volaarsel pinnal asetsevat k ü ü n r a a u k u.

Kaenlaauku (*fossa axilláris*) piiristab eestpoolt suur rinnalihas ja tagantpoolt selja lailihas. Tal on neli seina ja ta meenutab kujult püramiidi, mille tipp on suunatud sisse- ja ülespoole. Kaenlaauk on täidetud koheva sidekoega, milles asetsevad lümfisõlmed, veresooned ja närvid.

Tema tagumises seinas on k o l m k ü l g m u l k (*forámen triláterum*) ja n e l i k ü l g m u l k (*forámen quadriláterum*). Mõlemaid avausi täidab kohev sidekude ja neid on näha ainult pärast selles piirkonnas olevate lihaste hoolikat väljaprepareerimist. Need avaused asetsevad õlavöötme s u u r e ja v ä i k e s e ü m a r l i h a s e, õlavarre kolmpealihase pika pea ja õlavarreluu vahel.

Neid avausi peab sellepärast tundma, et neid läbivad tähtsad veresooned ja närvid; nii näiteks läheb nelinurksest avausest läbi kaenlanärv ja kolmnurksest abaluud ümbritsev arteer (abaluualuse arteeri haru).

Küünraauk ehk käeõnnal (*fossa cubiti*) asetseb küünarnukipiirkonna peopesapoolsel küljel. Ta on kujult kolmnurkne ja asetseb ümar-sissepöörajalihase ja õlavarre-kodarluu lihase vahel. Selles piirkonnas kulgeb nahaalune veen, kuhu tavaliselt toimub vereülekanne.

VAAGNA JA ALUMISE VABAJÄSEME LIHASED JA FASTSIAD.

Alumise jäseme lihased jagunevad nelja ossa: vaagna-, reie-, sääre- ja labajalalihased.

Vaagna lihased. Eristatakse sisemisi ja välimisi vaagnalihaseid. Vaagnalihased ümbritsevad puusaliigest igast küljest ja teostavad selles mitmesuguseid liigutusi.

Vaagna sisepinnal asetseb niude-nimme lihas (*m. iliopsoas*, joon. 96). See lihas on üsna tugev. Tal on kaks pead. Ta algab kõikidelt nimmelülidelt, vooderdab niudenõgu, laskub koos reienärviga Poupart'i sideme alla ja kinnistub reieluu väikese pöörla külge. Ulatudes eestpoolt üle puusaliigese painutab lihas reit ja pöörab teda teataval määral väljapoole.

Väikese vaagna kogu sisepinda katab veel kaks väikest lihast — pirnlihas ja sisemine toppurlihas. Pirnlihas algab ristluu eesmiselt pinnalt ja sisemine toppurlihas — puusaluu toppunud mulgu ümbert. Need lihased väljuvad väikesest vaagnast läbi väikese ja suure istmikuluusälgu ja kinnistuvad reieluu suurele pöörlale. Nad pööravad reit väljapoole. Pärast vaagnast väljumist kinnistub sisemise toppurlihase kõõlusele veel kaks väikest lihaskimpu, nn. kaksiklihased (alumine ja ülemine).

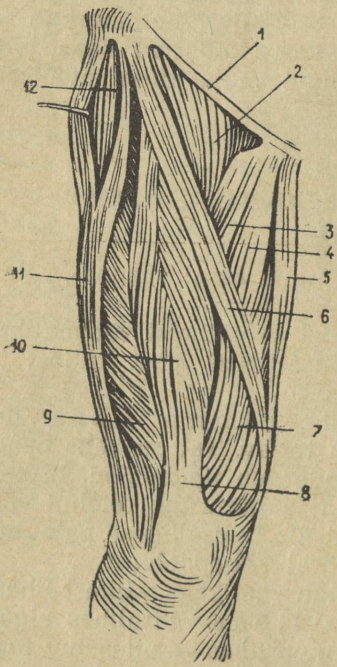
Vaagna välispinnal asetseb suurim tuharalihas (*m. glúteus máximus*). See on väga tugev lihas. Ta algab ristluu tagumiselt pinnalt, sabaluult ja niudeluuharjalt, katab tugeva kihina puusaliigest tagantpoolt ja kinnistub reieluu tagumisele pinnale natuke allpool suurt pöörlat.

Suurim tuharalihas sirutab reit puusaliigeses, olles nii niudenimme lihasele tugevaks antagonistiks. Fikseeritud alumise jäseme puhul sirutab ta ettepoole painutatud keret.

Suurima tuharalihase all asetsevad keskmine ja vähim tuharalihas. Need algavad niudeluu välispinnalt ja kinnis-

tuvad suure pöörla tipule. Need lihased eemaldavad reit keskjoonest. Nende lõtvumisest on tingitud nn. „pardikõnnak".

Sügaval tuharapiirkonnas on veel kaks väikest lihast: v ä l i m i n e t o p p u r l i h a s ja r e i e r u u t l i h a s. Esimene algab väljastpoolt istmikumulgu ümbert ja teine — istmikuluuköbrult; mõlemad kinnistuvad reieluu suure pöörla lähedusse. Need lihased pööravad reit väljapoole.



Joon. 96. **Reie eesmise pinna lihased.** 1 — Poupart'i side; 2 — niude-nimme lihas; 3 — harjalihas; 4 — lähendajalihas; 5 — õrnlihas; 6 — rätsepalihas; 7 — keskmine pakslihas; 8 — reie nelipealihase ühine kõõlus; 9 — välimine pakslihas; 10 — reie sirglihas; 11 — niude-sääre kimp; 12 — laia sidekirme pingutajalihas.

Reie lihased. Reieluu on igast küljest lihastega ümbritsetud. Asendi ja funktsioonide järgi jagunevad reielihased kolme rühma: eesmised, mediaalsed ja tagumised (joon. 96 ja 97). Nad kõik lõpevad säärel ja teostavad liikumist põlveliigeses. Erinevalt ülemisest jäsemest asetsevad alumise jäseme painutajad tagumisel pinnal ja sirutajad eesmisel.

Reie eesmisel pinnal asetseb r e i e n e l i p e a l i h a s (*m. quádriceps fémoris*). See on meie keha kõige suuremaid ja tugevamaid lihaseid. Ta võtab enda alla reie kogu eesmise pinna ja moodustab neli omavahel ühendatud pead. Sirge pea algab niudeluu eesmiselt alumiselt ogalt ja kolm ülejäänud pead (lateraalne, mediaalne ja intermediaalne), mida tuntakse r e i e p a k s l i h a s t e nimetuse all, algavad reieluu diafüüsilt.

Veidi ülalpool põlve on reie nelipealihase kõik pead üksteisega liitunud ja lähevad üle üheks tugevaks kõõluseks, mis haarab põlvekedra enda sisse ja suundub p õ l v e k e d r a p ä r i s s i d e m e (*lig. patéllae próprium*) nimetuse all sääre eesmisele pinnale, kinnistudes seal sääreluukrobedikule.

Selle lihase funktsiooniks on sääre sirutamine põlveliigeses. Peale selle võib üle puusaliigese ulatuv sirge pea reit painutada.

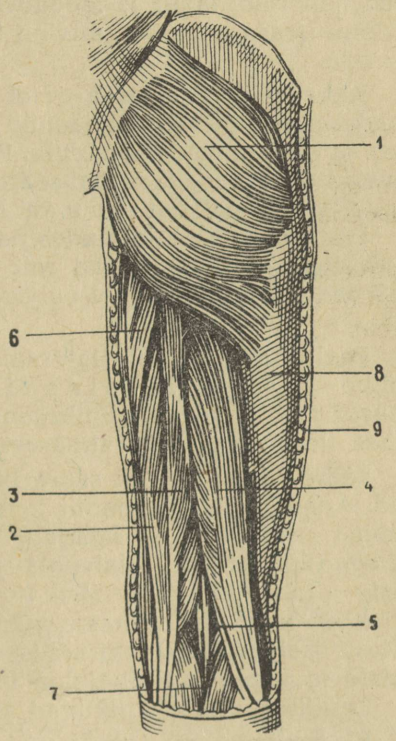
Rätsepalihas (*m. sartórius*) on meie keha kõige pikem lihas (ligi 50 sm pikkune). Ta asetseb reie eesmisel pinnal, suundudes spiraalselt mediaalsele pinnale. Rätsepalihas algab niudeluu eesmiselt ülemiselt ogalt ja kinnistub sääreluu seesmisele pinnale selle krobediku lähedal.

Üle kahe liigese ulatudes painutab lihas korraga nii reit kui ka säärt ja pöörab säärt painutatud põlve puhul sissepoole.

Nimetuse „rätsepalihas" on ta saanud vanadelt anatoomidelt, kes arvasid, et selle lihase abil heidetakse üks jalg üle teise, nii nagu seda teevad rätsepad töötades. Tegelikult rätsepalihas oma suhtelise nõrkuse tõttu ei suuda seda üksinda teha.

Reie mediaalsel pinnal on reie lähendajalihaste rühm (aduktorid): harja-, õrn- ja kolm lähendajalihast — pikk, lühike ja suur (joon. 96).

Lihased algavad üksteise kõrvalt häbeme- ja istmikuluult ning kinnistuvad reieluuharja mokkadele. Kõik nad lähendavad eemaldatud reit ja pööravad seda väljapoole; õrnlihas painutab peale selle veel säärt põlveliigeses ja pöörab seda veidi sissepoole.



Joon. 97. **Vaagna ja reie tagumise pinna lihased.** 1 — suurim tuharalihas; 2 — poolkilelihas; 3 — poolkõõluslihas; 4 — reie kakspealihas; 5 — põlveõnnal ehk kindralohk; 6 — suur lähendajalihas; 7 — kaksik-sääremarjalihas; 8 — reie laia sidekirme paeljas paksend; 9 — nahk.

Reie alumises kolmandikus, suure lähendajalihase kõõluses, on suur ovaalne avaus, mille kaudu kulgevad reie veresooned reie eesmiselt pinnalt tagumisele.

Reie tagumisel pinnal on kolm pikka lihast: poolkõõluslihas (*m. semitendinósus*), poolkilelihas (*m. semimembranósus*) ja reie kakspealihas (*m. biceps fémoris*, joon. 97).

Kõik need lihased algavad istmikuluuköbrult. Allpool lähevad nad reiel laiali ja moodustavad põlveõndla ehk kindralohu (*fossa poplitea*), mis on täidetud rasva, veresoonte ja närvidega.

Kakspealihas asetseb reiel lateraalselt ja kinnistub pindluu peakesele; mõlemad ülejäänud lihased asetsevad reiel mediaalselt ja kinnistuvad sääreluule. Poolkõõluslihase pikk kõõlus moodustab oma kinnistuskohal säärele koos rätsepa- ja õrnlihase kõõlustega niinimetatud „suure hanejala" (*pes anserinus*).

Üle kahe liigese ulatudes painutavad kõik need lihased säärt põlveliigeses ja sirutavad reit puusaliigeses. Kakspealihas pöörab peale selle säärt veel väljapoole ja poolkile- ning poolkõõluslihas — sissepoole.

Peale selle on reie lateraalse pinna ülemises osas veel üks väike lihas, laia sidekirme pingutajalihas (*m. tensor fasciae latae*). Embrüonaalse arenemise poolest on see lihas keskmisest tuharalihasest eraldunud kimbuke.

Sääre lihased. Kõik sääre lihased on kujult käävjad ja sulgjad. Anatoomiliselt asendilt ja funktsioonilt jagunevad nad kolme rühma: eesmised — labajala- ja varvastesirutajad, tagumised (kõige tugevamad) — labajala- ja varvastepainutajad, ja lateraalsed — labajala proneerijad (joon. 98).

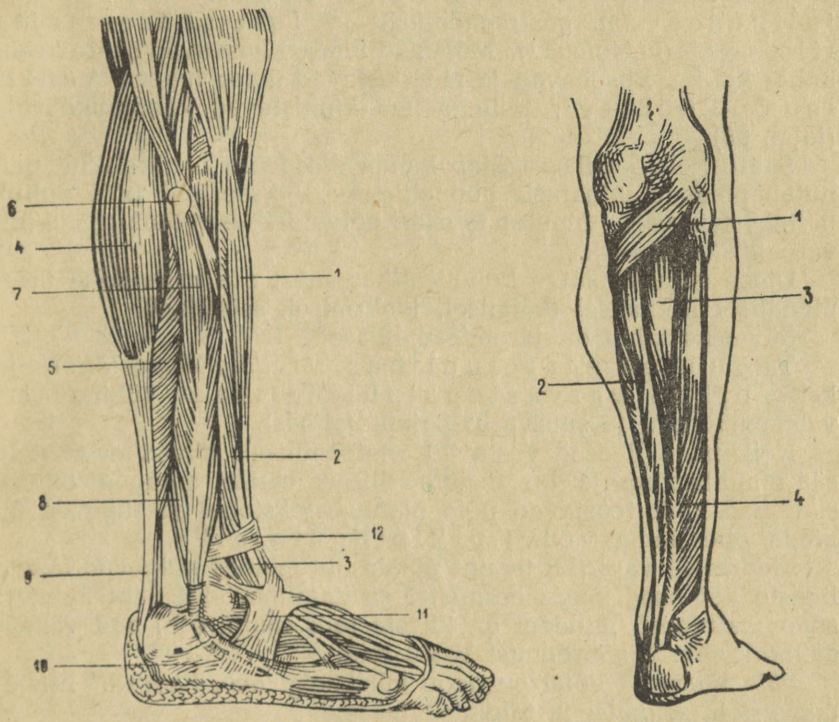
Kõik kolm säärelihaste rühma asetsevad kolmes, üksteisest täiesti isoleeritud sidekirmelises tupes. Kõik nad laskuvad labajalale ja liigutavad labajalga ülemises hüppeliigeses.

Eesmisse rühma kuuluvad järgmised säärelihased.

Eesmine sääreluulihas (*m. tibiális antérior*). See lihas kulgeb sääreluu välimiselt põndalt ja kinnistub pöia sisemisele servale. Lihas sirutab pöida, s. t. painutab teda jalaselja poole; ühtlasi tõstab ta pöia mediaalset serva, järelikult supineerib seda mõningal määral.

Peale selle on sääre eesmisel pinnal veel kaks lihast: pikk varvastesirutajalihas ja pikk suurvarbasirutajalihas. Mõlemad lihased suunduvad vastavate varvaste faalanksitele ja sirutavad neid (teostavad dorsaalfleksiooni). Eesmise säärelihaste rühma pöiale ülemineku kohal on kolm iseseisvat sünoviaalkanalit, mis asetsevad põiki- ja ristisideme all. Neid kanaleid läbivadki eesmise rühma säärelihased.

Sääre välimisel (külgmisel) pinnal asetseb kaks *pindluulihast* (pikk ja lühike). Need algavad pindluu välimiselt pinnalt, painduvad ümber lateraalse vasariku ja suunduvad jalatal-



Joon. 98. **Säärelihased.** *A* — sääre välimise pinna lihased. 1 — eesmine sääreluulihas; 2 — pikk varvastesirutajalihas; 3 — pika suurvarba-sirutajalihase kõõlus; 4 ja 5 — sääre kolmpealihas; 6 — pindluu peake; 7 ja 8 — pindluulihased — pikk ja lühike; 9 — Achilleus'e kõõlus; 10, 11 ja 12 — lihaste kõõluseid hoidvad sidemed. *B* — sääre tagumise pinna (süvad) lihased. 1 — kindralihas; 2 — pikk varvastepainutajalihas; 3 — tagumine sääreluulihas; 4 — pikk suurvarba-painutajalihas.

lale, kinnistudes seal pöialaba I ja V luule. Pindluulihaste kõõlused asetsevad ülemineku kohal pöiale ühes ühises sünoviaalkanalis (joon. 98).

Pindluulihased proneerivad pöida, s. t. langetavad selle mediaalset ja tõstavad lateraalset äärt. Peale selle on pikk pindluulihas ka pöia pikivõlvi *ristipingutajaks*.

Sääre tagapinnal on kaks lihaskihti — pindmine ja süvem. Pindmises kihis on väga tugev sääre kolmpealihas (*m. triceps surae*). See moodustab sääremarja suurema osa ja koosneb kahest iseseisvast lihasest — kaksik-sääremarjalihasest (*m. gastrocnémius*) ja lest-sääremarjalihasest (*m. soleus* [1]). Mõlemad lihased kasvavad sääre keskkohal kokku, kitsenevad ja moodustavad ühise tugeva Achilleus'e kõõluse[2], millega nad kinnistuvad kandluuköbrule (joon. 98).

Sääre kolmpealihas tõstab kanda ülespoole ja järelikult painutab pöida plantaarselt hüppeliigeses. Fikseeritud pöia puhul, näiteks seismisel, painutab ta säärt põlveliigeses (võtab osa „kikivarbail" käimisest).

Üldse etendab sääre kolmpealihas suurt osa meie keha tasapinnalisel liikumisel (käimisel, jooksmisel, seismisel).

Süvemas kihis on järgmised lihased.

Tagumine sääreluulihas (*m. tibiális postérior*) ja kaks pikka varvastepainutajalihast (ühine varvastepainutaja- ja suurvarba-painutajalihas).

Kõik need lihased vastavad anatoomiliselt täiesti eesmistele sääreluulihastele ja on füsioloogiliselt nende antagonistideks, s. t. nad kõik teostavad pöia plantaarfleksiooni ja tugevdavad pöida, olles tema võlvi pikipingutajaiks.

Mediaalse vasariku tagant pöiale üle minnes kulgevad nende lihaste kõõlused, nagu eesmistel sirutajalihastelgi, läbi kolmest sünoviaaltupest, milledel on lihaste töös tähtis osa: nad vähendavad kõõluste hõõrdumist vastu luid.

Pöia lihased. Pöial on nagu labakäelgi oma lihased. Eristatakse pöia selgmisi ja taldmisi lihaseid.

Jalatallal on nagu peopesalgi märksa rohkem lihaseid ja need on jalaseljal olevaist lihaseist märksa tugevamad.

Ülemise jäseme vaatlemisel nägime, et käeseljal puuduvad lihased, kuna jalaseljal on ainult üks lihas — lühike varvastesirutajalihas. See lihas algab kandluu välimiselt pinnalt ja kinnistub keskmistele ja küüs-varbafaalanksitele. Lihase funktsioon on täiesti kooskõlas tema nimetusega. Lihase

[1] Ladina keeles *solea* — lestakala.

[2] Achilleus'e kõõluse nimetus on seoses muinas-Kreeka Trooja sõja müütilise kangelase Achilleus'e nimega, kelle ema, soovides oma poega haavamatuks teha, kastis ta püha jõe Styx'i vette. Kastmisel hoidis ta poega kannast, mis jäi kuivaks. Lahingus sattus just sinna kanda nool, mis kangelase hukutas. Siit on pärit väljendus „Achilleus'e kand", s. t. haavatav koht.

mediaalset vatsakest kirjeldatakse vahel iseseisva lihasena lühikese suurvarba-sirutajalihase nimetuse all.

Jalatallal asetsevad nagu labakäelgi kolm lihasterühma kõrvuti: suurvarbapäkka moodustav mediaalne rühm, pisivarbapäkka moodustav lateraalne ja nende vahel olev keskmine rühm.

Suurvarbapäkk moodustub kolmest lihasest: lühike suurvarba-painutaja-, suurvarba-eemaldaja- ja suurvarba-lähendajalihas.

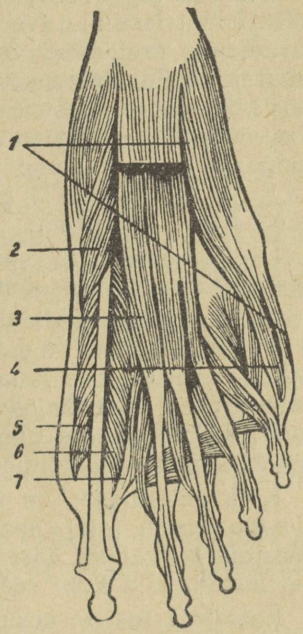
Peale mainitud funktsioonide tugevdab see lihasterühm ka pöia mediaalset serva.

Pisivarbapäka moodustavad kolm lihast: lühike pisivarba-painutaja-, pisivarba-eemaldaja- ja pisivarba-vastastajalihas.

Peale mainitud (muide väga tähtsusetute) funktsioonide tugevdab see lihasterühm pöia lateraalset serva.

Keskmisse rühma kuulub rida kihiti asetsevaid lihaseid.

Otse naha ja kõva, peopesa-aponeuroosile vastava talla-aponeuroosi all asetseb neli tallalihast: lühike varvastepainutaja-, talla ruutlihas, jala vihmusslihaste kiht ja pöialabaluude vahel olevad luudevahelised lihased (joon. 99).



Joon. 99. **Tallalihased** (talla-aponeuroos on kõrvaldatud). 1 — pisivarba-eemaldajalihas; 2 — suurvarba-eemaldajalihas; 3 — lühike varvastepainutajalihas; 4 — lühike pisivarba-painutajalihas; 5 — pika suurvarba-painutajalihase kõõlus; 6 — lühike suurvarba-painutajalihas; 7 — suurvarba-lähendajalihas.

Keskmise rühma lihastel on järgmised funktsioonid: nad painutavad varbaid, ajavad neid laiali ja lähendavad üksteisele, ühtlasi tugevdavad pöida koos teiste tallalihastega. Nende lihastega tugevdatud pöid vähendab rappumist ja summutab tõukeid keha liikumisel pinda mööda.

Alumise jäseme fastsiad. Vaagna eesmise (sisemise) pinna lihased, mis asetsevad kõhuõõne-piirkonnas, on kaetud ühise kõhusisese fastsiaga.

Vaagna tagumise pinna lihaseid katab tuharafastsia. Sellest fastsiast ulatuvad suure tuharalihase sügavusse tugevad harud, mis eraldavad viimase lihaskimpe üksteisest ja annavad tuharalihasele jämedakiulise struktuuri. Niude-nimme lihast katvalt kõhusiseselt fastsialt eraldub Poupart'i sideme alt läbi minnes väike põiki suunatud niudeharjaside. See jaotab kogu Poupart'i sideme aluse piirkonna kaheks ruumiks ehk laukaks (väliseks lihaste- ja sisemiseks veresoontelaukaks) (joon. 89).

Läbi lihastelauka suundub reiele niude-nimme lihas koos reienärviga ja veresoontelaugast läbivad reie veresooned.

Soontelauka mediaalset serva ümardab praktiliselt tähtis Gimbernat'i side, mis kaitseb veresooni pitsumise eest; lauka alumist serva katab niinimetatud Cooper'i side. Reie veresoontest vabaksjäävat soontelauka-osa täidab kohev sidekude; seda laukaosa nimetatakse reiekanaliks. Läbi reiekanali sopistuvad kõhuõõnest reiele reiesongad.

Kõik reielihased on igast küljest kaetud reie laia fastsiaga (*fascia lata*); see on meie keha kõige tugevam fastsia. Piki reie lateraalset äärt on lai fastsia paksenenud laiaks paelaks, mis laskub alla kuni sääreni.

Reie laia fastsia eesmisel pinnal, Poupart'i sidemest 3—4 sm allpool, asetseb suur ovaalmulk, mida läbib sügavamale suubuv nahaveen; ovaalmulk on reiekanali väliseks avauseks.

Ovaalmulgu kaudu võivad reie naha alla tungida sisikonnaosad ja moodustada reiesongasid.

Laia fastsia sisemiselt pinnalt eralduvad reie sisse üsna tugevad sidekoelised harud, mis eraldavad reielihaste rühmi üksteisest (sirutaja-, painutaja- ja lähendajalihaseid) ning moodustavad nende jaoks kolm sidekoelist renni.

Säärefastsia on reie laia fastsia otseseks jätkuks. Sääre alumises kolmandikus moodustab ta kaks paksendit: sääre põikisideme ja veidi allpool asetseva ristisideme; viimane läheb üle jalaseljale (joon. 98).

Ristisideme all on kolm sünoviaaltuppe, mida läbivad sääre eesmiste lihaste (sirutajate) kõõlused.

Kummagi vasariku taga on veel kaks säärefastsia paksendit, mis suunduvad vasarikult kandluule. Mediaalset paksendit nime-

tatakse narustunud sidemeks (*lig. laciniátum*). Selle all on samuti kolm sünoviaaltuppe, mida läbivad süvade tagumiste säärelihaste (painutajate) kõõlused.

Lateraalsel vasarikul olevat säärefastsia paksendit nimetatakse pindluulihaste hoidesidemeks (*retináculum peronaeórum*). See takistab pindluulihaste kõõluseid paigalt nihkumast. Selle paksendi all on mõlemale pindluulihasele ühine sünoviaaltupp. Niisiis asetseb säärefastsia paksendite all, hüppeliigese ümber, seitse sünoviaaltuppe säärelihaste kõõluste jaoks.

Säärefastsia sisepinnalt suunduvad, nagu reie laia fastsia sisepinnaltki, sääre sisse kaks üsna tugevat lihastevahelist vaheseina, mis eraldavad koos sääreluudega ja luudevahelise membraaniga kolme säärelihaste rühma üksteisest ja moodustavad neile (sirutajaile, painutajaile ja pindluulihaseile) täiesti iseseisvad luulisfibroossed tuped. Peale selle lõhustub säärefastsia tagumisel küljel kaheks leheks — pindmiseks ja süvaks. Pindmine leht katab sääre pindmisi lihaseid ja süva leht asetseb pindmiste lihaste all ning eraldab neid süvadest lihastest.

Põiafastsia on säärefastsia jätkuks. Jalaseljal on ta üsna õhuke, kuid pakseneb tugevasti jalatallal, kus teda nimetatakse talla-aponeuroosiks.

Talla-aponeuroosi sisepinnalt lähtub kaks tugevat jätket, mis eraldavad jalatalla kolme lihasterühma üksteisest ja moodustavad neile kolm luulis-fibroosset tuppe.

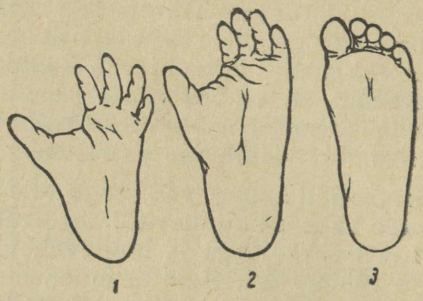
Peale loetletud alumise jäseme sünoviaalkanalite on jalatallas veel viis väikest sünoviaalkanalit, mida läbivad varvastepainutajalihaste kõõlused.

Alumise jäseme topograafilisi omapärasusi. Alumisel jäsemel asetsevad mõned lihaseist piiritletud ruumid, milledel on üsna suur praktiline tähtsus. Nii on reie eesmisel pinnal Scarpa kolmnurk. Seda piirab ülaltpoolt Poupart'i side, väljastpoolt rätsepalihas ja seestpoolt pikk lähendajalihas. Kirurgid ligeerivad selles kolmnurgas reie veresooni.

Põlveliigese tagumisel pinnal, otse naha all, on rombikujuline põlveõnnal ehk kindralohk. Seda täidab kohev sidekude ja ta sisaldab jäseme tähtsaid veresooni ja närve.

Kui fülogeneesiprotsessis kohanes tervikuna ülemine jäse haaramiseks ning tööprotsesside mõjul arenes painduvaks ja elastseks, siis alumine jäse kohanes rohkem keha ümberasetamiseks ruumis. Ta sai inimese organismi toeks, äratades tähelepanu

oma liikumisaparaadi vastupidavuse ja tugevusega. Ahvidel, kes kasutavad alumist jäset haaramiseks, on pöid elastsem, vähem massiivne ega erine eriti tunduvalt labakäest (joon. 100).



Joon. 100. **Inimese ja ahvi pöid** (talla poolt). 1 — šimpans; 2 — gorilla; 3 — inimene.

LIHASTE FÜSIOLOOGIA.

Selles lõigus tutvume organismi lihaste keemilise koostisega ja neis toimuvate füsioloogiliste protsessidega.

Keemiline koostis.

Lihaskude koosneb veest (umbes 75%) ja tahkeist aineist (umbes 25%).

Lihaste tahkeiks aineiks on valgud, süsivesikud, rasvad, lipoidid ehk rasvataolised ained, ekstraktiivained, lihase pigment (müokroom), fermendid ja soolad.

Meie lihaste peamiseks koostusosaks on valgud — müogeen, müosiin, müostromiin jt.

Süsivesikuid on lihastes vähe — neid pole üle 1%. Süsivesikuiks on glükogeen (loomne tärklis), glükoos ($C_6H_{12}O_6$) ja mõned teised.

Rasvu on nagu süsivesikuidki lihaskiududes vähesel hulgal (1%). Muide, rasvad ladestuvad lihaskiududes suuremal hulgal ainult haiguslikkude seisundite puhul (lihaskoe rasv-väärastus).

Rasvataolised ained (letsitiin, kolesteriin jt.) esinevad sarkoplasma koostises ja etendavad lihaskiu elutegevuses tähtsat osa.

Fermendid. Nende hulgas peab märkima ferment diastaasi, mida leidub alati lihaskius ja mis soodustab glükogeeni muutumist glükoosiks.

Ekstraktiivained on lihaskoe ainevahetuse lämmastikprodukti. Nende hulka kuuluvad puriinalused (kusihape, ksantiin, hüpoksantiin), kreatiin, mis eritub uriiniga kreatiniinina, kusiaine, piimhape jt.

Anorgaanilistest sooladest on lihaskoes ülekaalus kaaliumi- ja fosforhappesoolad.

Selline on vöötlihaste keemiline koostis. Mis puutub silelihaseisse, siis nende keemilist koostist tuntakse palju vähem.

Lihaste omadused.

Venivus ja elastsus. Kui konna jäsemelt sääremarjalihas välja prepareerida, ära lõigata ja üht otsa pidi statiivi külge kinnistada ning teise otsa raskus riputada, siis lihas venib. Raskuse kõrvaldamisel omandab lihas endise asendi. See ongi lihaskoe elastsus. Elastsusel on suur füsioloogiline tähtsus: elastsuse tõttu sooritab lihas oma liigutusi sujuvalt, tõugeteta, sujuvus aga säästab märgatavalt mehaanilist energiat.

Kõik meie keha lihased on ka puhkeseisundis alati teataval määral pingul; nad on nõrga pinge all. Sellist lihaste seisundit nimetatakse lihaste toonuseks.

Lihaste ärrituvus ja kokkutõmbuvus. Lihaskiudude põhiomaduseks on ärritumis- ja kokkutõmbumisvõime.

Mõjustades lihast mingi ärritajaga satub lihas erutusseisundisse ja tõmbub kokku, s. t. lüheneb umbes kolmandiku võrra, sealjuures lähenevad tema kinnistuskohad teineteisele. Selle tulemusena toimub teatav liigutus.

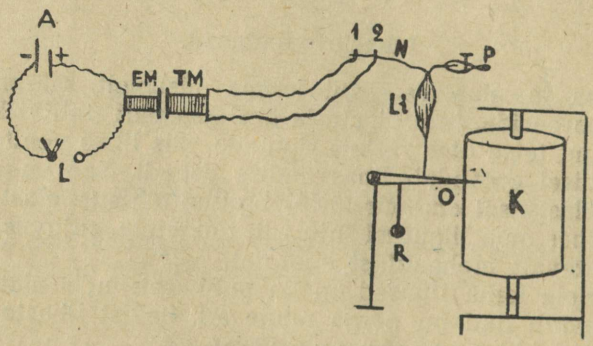
Katsetingimustes võime lihase kokkutõmbumist esile kutsuda, ärritades paljastatud ja isoleeritud lihast kas mehaaniliste (torge või puudutus), keemiliste (happed, leelised), termiliste (soojus või külm) või elektriliste (elektroodide puudutamine) ärritajatega.

Ärritused antakse meie organismis edasi harilikult närvikiudude kaudu (neurogeenselt). Väljastpoolt, naha või teiste meeleelundite kaudu saadud ärritused kutsuvad esile impulsside voolu, millised kulgevad piki närvikiude selja- ja peaajju ning sealt piki teisi närvikiude lihastesse.

Silelihased võivad erutuda ka veres leiduvate keemiliste ainete toimel (humoraalselt). Nii kanduvad sisesekretoorsete näärmete

hormoonid ja ravimid, näiteks tungaltera-ekstrakt, mida ravimi näol sisse võeti, verega emakalihasesse ja põhjustavad selle kokkutõmbumist. Viimast moodust kasutatakse laialdaselt sünnitusabi praktikas emaka kokkutõmbumise tugevdamiseks sünnitusjärgsel perioodil.

Füsioloogilises praktikas kasutatakse lihaste kokkutõmbumise uurimiseks tavaliselt elektrilist ärritajat. See on väga sobiv, sest ta võimaldab soovi järgi muuta ärrituse tugevust ja kestust. Selleks otstarbeks kasutatakse tavaliselt Du Bois-Reymond'i kelkaparaati, mis annab katkelist induktsioonvoolu ja võimaldab voolutugevust täpselt mõõta ning muuta.



Joon. 101. **Müograaf ja kümograaf — aparaadid isoleeritud närvi-lihase preparaadi omaduste uurimiseks.** *A* — akumulaator; *L* — lüliti voolu sisselülitamiseks ja katkestamiseks; *EM* — induktsioonaparaadi esmane mähis; *TM* — teisene mähis; 1 ja 2 — närviga ühendatud elektroodid; *N* — närv; *Li* — lihas; *P* — näpits lihase otsa kinnistamiseks; *O* — müograaf (märkiv kangike); *R* — venitis; *K* — kümograaf (silinder), mille tahmasele pinnale müograaf (kangike) kirjutab lihaste kokkutõmbumise kõverjoone (müogrammi).

Kui konna värskelt väljalõigatud kaksik-sääremarjalihas ühendada kelkaparaadi elektroodidega ja vool sisse lülitada, siis tõmbub lihas kokku. Niisugust lihase kokkutõmbumist nimetatakse üksikkokkutõmbeks.

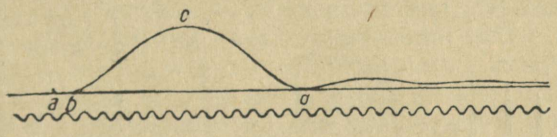
Lihase kokkutõmmete ülesmärkimiseks kasutatakse müograafi. See aparaat koosneb kergest liikuvast, uuritava lihase kõõlusega ühendatud ja alusele kinnistatud kangikesest. Igal lihase kokkutõmbel tõuseb müograafi kang ülespoole ja igal lõtvumisel langeb alla. Kui müograafi terav ots puutub sealjuures vastu pöörleva silindri, nn. kümograafi pinda, siis joonestab

ta silindri tahmaga kaetud pinnale lihase kokkutõmbumiste kõvera — müogrammi (joon. 101 ja 102).

Müogrammi uurides tegid füsioloogid kindlaks, et lihas hakkab kokku tõmbuma mitte kohe ärrituse saabumise momendil, vaid veidi hiljem.

Aega ärritusmomendist kokkutõmbumise alguseni nimetasid nad ärrituse peiteperioodiks. Konnal kestab see umbes 0,01 sekundit, inimesel 3 sigmat [1].

Ärrituse peiteperioodile järgneb lihase kokkutõmbumine. Kokkutõmbumise esimest osa nimetatakse kasvava energia perioodiks. See periood kestab konnal umbes 0,05 sekundit ja vastab lihase lühenemisele (müogrammikõver tõuseb järsult). Teine lihase kokkutõmbumise periood on kahaneva energia periood. See kestab konnal samuti umbes 0,05



Joon. 102. **Lihase üksikkokkutõmbe müogramm.** *a* — ärrituse närvikiusse juhtimise moment; *ab* — ärrituse peiteperiood; *bc* — kasvava energia periood; *cd* — kahaneva energia periood.

sekundit ja vastab lihase lõtvumise ajale (müogrammikõver laskub allapoole). Kogu üksiku lihase kokkutõmbumise protsess kestab konnal tavaliselt 0,1 sekundit.

On selgunud, et lihase kokkutõmbumise kutsub esile ainult teatava kindla tugevusega ärritus. Seda minimaalset ärrituse tugevust, millest piisab lihase kas või väiksegi kokkutõmbe esilekutsumiseks, nimetatakse antud lihase ärrituskünniseks.

Mingis lihaskiuosas tekkiv kokkutõmme levib piki seda kiudu lainena, mille kiirus on umbes 12 m sekundis.

Lihase kokkutõmbumine tekib tavaliselt ainult kas voolu sisse- või väljalülitamisel, kusjuures lihas vastab igale ärritusele ainult ühe kokkutõmbega. Üksiku kokkutõmbe näideteks inimese kehas võiksid olla südame kokkutõmme ja laugude pilgutus. Meie luustikulihastes aga toimuvad mitte üksikud kokkutõmbed, vaid terve hulk üksteisele kiiresti järgnevaid kokkutõmbeid, mida kutsub esile üksteisele järgnevate närvi-impulsside rida. Lihase

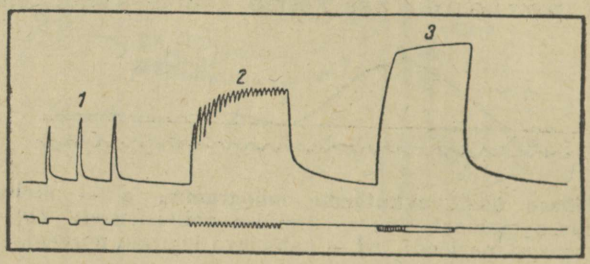
[1] Sigma võrdub 0,001 sekundiga.

uus ärritus saabub enne, kui lihas on jõudnud lõtvuda. Niisugust lihase seisundit nimetatakse t e e t a n u s e k s.

Teetanuse müogramm on esitatud joonisel 103.

Tööd, mida lihas kokkutõmbumisel teeb, on võimalik mõõta. Selleks korrutatakse lihast pingutavat raskust (*P*) tõstekõrgusega (*H*).

Lihase tehtud töö võrdub *P* ja *H* korrutisega ning väljendatakse kilogramm-meetrites. Tehakse vahet lihase töö kahe liigi vahel: d ü n a a m i l i n e, kui teostub liikumine, ja s t a a t i l i n e, kui liikumist ei toimu, kuid lihased on kokku tõmbunud (näiteks raskuse hoidmine käel). Seismine ja käimine kujutavad endist meie keha mitmete lihaste kombineeritud liigutusi. Näiteks tuleb seismisel pea ja kaela tasakaalus hoidmiseks kukla-



Joon. 103. **Lihase kokkutõmbumine ärrituse mitmesuguse sageduse puhul.** 1 — üksikkokkutõmme; 2 — sakiline teetanus; 3 — täielik teetanus.

lihastikku energiliselt kokku tõmmata, ja selleks, et keret tasakaalus hoida, tuleb tugevasti pingutada kõhu- ja seljalihaseid, samuti puusa-, hüppe- ja teiste liigeste lihaseid.

Ühed lihased meie kehas suudavad teha palju tööd, teised vähem. Ühed lihased on, nagu öeldakse, tugevamad, teised — nõrgemad.

Lihase jõud on lineaarselt võrdeline tema läbilõikepinna suurusega. Mida paksem lihas, mida rohkem on temas üksikuid lihaskiude, seda suuremat tööd suudab ta teha.

Aine- ja energiavahetus töötavas lihases. Meie keha lihased varustuvad lakkamatult verega. Selletõttu saab iga lihas toitaineid ja hapnikku ning temas toimuvad ainevahetus ja energia vabanemine. Selle tagajärjel tõmbub lihas kokku ja teeb tööd.

Lihase energiaallikaks on toitained.

Millised keemilised protsessid toimuvad töötavas lihases?

Töötavas lihases toimuvas keemilises protsessis eristatakse kahte faasi: h a p n i k u v a b a (anaeroobset), mille jooksul toi-

mub glükogeeni lõhustumine hapniku osavõtuta (anaeroobselt), ja hapnikulist (aeroobset) faasi, mille jooksul kõik keemilised protsessid lihases kulgevad hapniku juuresolekul.

Anaeroobne faas algab lihases kohe ärrituse peiteperioodi algul ja lõpeb kontraktsiooniperioodi lõpul. Aeroobne faas ühtib lihase lõtvumise ajaga.

Anaeroobses faasis lõhustub lihases glükogeen, mis muutub glükoosiks ($C_6H_{12}O_6$). Glükoos lammutub pärast komplitseeritud keemiliste muutuste rida kaheks piimhappe molekuliks: $C_6H_{12}O_6 = 2(C_3H_6O_3)$.

Glükogeeni lõhustumisel hapnikuvabas faasis vabaneb energia — 1 g glükogeeni vabastab 380 väikest kalorit. See ongi kokkutõmbe mehaaniline energia.

Teises, aeroobses faasis toimuvad oksüdatsiooniprotsessid. Osa piimhapet (¼) oksüdeerub ja lõhustub veeks (H_2O) ning süsihappegaasiks (CO_2), suurem osa aga (¾) sünteesub uuesti ja muutub lõpuks glükogeeniks. Toimub, nagu öeldakse, glükogeeni taassüntees (resüntees).

Süsihape ja vesi on süsivesikute lammutumise lõpp-produktideks lihaseis ja nad kõrvaldatakse lihaseist verega.

Aeroobses faasis piimhappe lõhustumisel veeks ja süsihappegaasiks vabaneb samuti energia, näiteks soojuse näol.

Töötavas lihases toimub peale süsivesikute (glükogeeni lõhustumine) samuti ka valkude lõhustumine. Selle tagajärjel koguneb lihaseisse suurel hulgal kreatiini — valkude-ainevahetuse saadus.

Viimasel ajal arvataksegi, et lihase kokkutõmbe peamiseks energiaallikaks pole mitte süsivesikud, vaid valgud (fosfageen).

Lihaste väsimus. Väsimuse all mõistetakse lihaste füsioloogiliste omaduste nõrgenemist. Lihaste kokkutõmbed muutuvad loiumaks, nende jõud ja soojuse moodustamine vähenevad, kontraktsiooniperioodid pikenevad jne.

Väsimus tekib ainevahetuse lõpp-produktide (süsihappe, piimhappe jm.) lihaskoesse kuhjumise tagajärjel. Kuid lihase väsimise põhjused pole seni veel täielikult selged.

Et väsinud lihas suudaks uuesti tööd alustada, selleks on talle vaja puhkust, mille jooksul verevool viib lihasest välja kõik lagunemisproduktid. Võib arvata, et lihase väsimusnähtused ja funktsionaalsed taastumisprotsessid on tegelikult palju keerukamad, kui nad esimesel hetkel näivad.

Lihaste väsimust tuleb eristada organismi üldisest väsimusest,

mis on põhjustatud meie keha paljudes kudedes ja elundites ning eriti närvisüsteemis toimunud muutustest.

Lihaste koolnukangestus. Mõni aeg pärast organismi surma järgneb lihaste koolnukangestus. Kangestuse saabumise aeg on mitmesugune, sõltudes paljudest teguritest. Kangestus võib tekkida 10 minutist kuni 7 tunnini pärast surma (tavaliselt 2—5 tunni jooksul pärast surma). Reeglipäraselt kangestuvad esimesena mälumislihased, siis pea- ning kere- ja viimaseina jäsemete lihased.

Koolnukangestus toimub kolloidide tursumise ja valgu koaguleerumise tagajärjel surnud lihaskoes. See protsess seletub piimhappe ülekuhjumisega kudedes.

Silelihaseis toimuvad samad füüsikalised ja füsioloogilised protsessid kui skeletilihastikuski, kuid nad kulgevad tunduvalt aeglasemalt.

Kokkuvõttes peab ütlema, et lihaste, nagu ka meie keha teiste elundite tööd ei saa seletada ainult füüsikaliste ja keemiliste põhjustega ning samastada masina tööga, nagu seda alles hiljuti tehti.

Lihas on meie organismi osa, terviku osa, ja järelikult kajastub kõik, mis organismis sünnib, ka lihaste töös.

Organismi toitumine, ainevahetushäired, närvilised ja psüühilised erutused, välistingimused, inimese kogu eluviis — kõik see peegeldub meie lihaste elutegevuses (suureneb või väheneb lihaste toonus, muutuvad jõud ja ärrituste vastuvõtmise võime, muutuvad ka biokeemilised protsessid).

Niisiis on selge, et organismi üldine seisund peegeldub tugevasti normaalses lihaste tegevuses. Kuid ka lihaste normaalsel tegevusel on suur tähtsus organismile kui tervikule.

Meie keha kõikide lihaste tegevus intensiivistab organismi vereringet, järelikult suurendab toitainete juurdevoolu ja lammutusproduktide äravoolu — aktiveerib ainevahetust. See kõik kajastub soodustavalt nii lihaste eneste kui ka teiste kudede ja elundite elutegevuses.

Lihaste tegevus on terve organismi olemasolu vältimatuks tingimuseks.

Siit selgub, kuivõrd suure tähtsusega on inimese tervisele hommikvõimlemine, kehakultuur ja sport.

Kõige mitmekesisemate elukutsetega inimeste töö piirdub peaaegu alati ainult väikese lihasterühma intensiivse tööga, kuna ülejäänud lihased jäävad samal ajal tegevuseta. Seepärast tuleb vaba aega ja puhkust alati kasutada nii, et kogu keha lihastik oleks tegevuses. Siis on puhkus tõeliseks puhkuseks ja tugevdab ning tervendab organismi.

NÄRVISÜSTEEM.

Õpiku järgnevais osades tuleb meil tutvuda inimese keha mitmesuguste elundsüsteemide, näiteks vereringe, seede-elundite jt. tööga. Kuid selleks et hästi mõista nende elundite talitlust, selleks et mõista meie organismi üksikute osade omavahelist seost, tuleb eelnevalt tutvuda närvisüsteemi tegevusega.

Meie keha elundite ja kudede reguleerimine ning nendevaheline side toimuvad kahel teel: närvide kaudu ja humoraalselt (verre ja lümfi sattuvate ainete mõjul). Toome mõned näited. Närvierutused (impulsid), mis suunduvad südamesse niinimetatud uitergu kaudu (*n. vagus*, üksikasjalisemalt vt. allpool), aeglustavad südametegevust. Närvi kaudu lihasesse kulgevad impulsid ärritavad lihaskude ja lihas tõmbub kokku. Samuti on teada, et soolestiku töö oleneb teiste elundite — maksa ja kõhunäärme tegevusest. Häired neerude normaalses töös kajastuvad tugevasti südametegevuses. Meenutagem, kuidas mõjub selline füsioloogiline seisund, nagu rasedus, naise kogu organismile, alates suguelundeist ja lõpetades närvisüsteemi elunditega.

Lõpuks on kõigile teada, et meie peaaju tegevusega seoses olevad psüühilised elamused mõjustavad väga tugevasti südant ja kopsu (südamepekslemine ja sagenenud hingamine erutuse puhul), higinäärmeid („külm higi" ehmatusel), naha veresooni (kahvatamine ja punastamine) jne.

Meie keha igasse ossa tungivad närvid, õigemini üksikud närvikiud. Ühed neist viivad närvi-impulsse ajust elundeisse, teised saavad impulsse elundist ja annavad neid edasi ajju. Elunditevahelist sidet ja muutusi elundite tegevuses, mis toimuvad närvi-impulsside vahendusel, nimetatakse närviregulatsiooniks.

Peale selle on kõik meie keha piirkonnad varustatud vere ja lümfiga. Veres ja lümfis ringlevad mitmesugused keemilised ained, mida eritavad elundid ja koed. Need keemilised ained võivad nagu närvi-impulsidki muuta, reguleerida meie kudede ja

elundite tegevust. Verevooluga ühest elundist teise kandudes teostavad nad niinimetatud humoraalset regulatsiooni.

Ülalöeldust selgub, et inimese organism (samuti ka iga looma ja taime oma) pole mitte üksikute üksteisest sõltumatute elundite lihtne summa, vaid funktsioneerib ühtsa tervikuna. Iga elav organism on tihedas seoses teda ümbritseva väliskeskkonnaga, kusjuures see side teostub samuti närvisüsteemi abil. Kõikidesse meele-elundeisse — silmadesse, kõrvadesse, nahka ja haistmiselundeisse — tungivad närvikiud. Nad võtavad vastu välisärritusi ja annavad neid edasi ajju: me näeme, kuuleme, haistame, kombime jne. Selle tulemusena saab inimene ettekujutuse oma ümbrusest, ta, nagu öeldakse, orienteerub ümbritsevas keskkonnas, ta võib oma tegutsemist muuta ja seda vastaval viisil juhtida. Inimest ümbritseb ühiskondlik (sotsiaalne) keskkond. Keerukad ühiskondlikud suhted, millede puhul inimene võib mitte ainult loomasarnaselt keskkonnaga kohaneda, vaid ka oma ümbruskonda aktiivselt muuta, tekivad teadvuse, mõtlemise tõttu.

Niisiis kõike öeldut kokku võttes võime närvisüsteemi osa organismis iseloomustada järgmisel viisil.

1. Närvisüsteem reguleerib (suunab) meie keha üksikute elundite tööd.

2. Närvisüsteem koordineerib (kooskõlastab) organismi üksikute osade tegevust omavahel, loob elundite vahele vastastikuse seose. Selle tulemusena funktsioneerib organism ühtsa tervikuna.

3. Närvisüsteem ühendab organismi ümbritseva keskkonnaga, võimaldab ümbritsevas maailmas orienteeruda.

4. Teadvus ja mõtlemine, ümbruskonna aktiivse muutmise võime on samuti närvisüsteemi tegevuse avaldused, mis on omased kõige kõrgemalt organiseeritud olevusele maakeral — inimesele.

Närvisüsteemi klassifikatsioon.

Kogu närvisüsteem jaguneb kahte ossa: somaatiliseks ehk tserebrospinaalseks ja vegetatiivseks ehk vistseraalseks.

Somaatiline närvisüsteem jaguneb omakorda tsentraalseks ja perifeerseks.

Tsentraalne närvisüsteem moodustub pea- ja seljaajust, perifeerne — närvikiududest, mis kuuluvad kaheteistkümne paari peaaju- ja kolmekümne ühe paari seljaajunärvide hulka.

Somaatiline närvisüsteem varustab oma perifeersete motoorsete kiududega meie keha vöötlihaseid ja põhjustab nende kontraktsiooni; perifeersed tundekiud aga tingivad meele-elundite kaudu meie tundlikkust ning ühendavad seega organismi välismaailmaga.

Somaatilise närvisüsteemi tsentraalse osaga (pea- ja seljaajuga) on ühenduses meie teadvus, mõtlemine, emotsioonid, kõrgem närvitegevus ja meie liigutuste koordinatsioon (kooskõlastamine).

Vegetatiivne närvisüsteem jaguneb nagu somaatilinegi tsentraalseks ja perifeerseks. Vegetatiivse süsteemi tsentraalne osa esineb eriliste närvirakkude (tuumade) kogumite näol pea- ja seljaaju hallolluses; perifeerne osa koosneb sõlmedest ja kiududest, mis suunduvad meie keha siseelundeisse ja silelihaseisse. Vegetatiivne närvisüsteem innerveerib järelikult meie keha kõiki siseelundeid.

Akadeemik Orbeli tegi hiljuti täpselt kindlaks vegetatiivsete närvikiudude olemasolu vöötlihaseis.

Närvisüsteemi arenemine.

ONTOGENEES.

Närvisüsteem areneb lootel välisest lootelehest (ektodermist). See arenemine toimub enne kõigi muude elundite kujunemist.

Alguses kujuneb loote selgmisel pinnal paksend, nn. m e d u l l a a r p l a a t; siis moodustub selles plaadis vagu — m e d u l l a a r v a g u. Medullaarvaost kujuneb hiljem n e u r a a l t o r u. Neuraaltoru eesmine, peapoolne ots moodustab kasvades alguses kolm ja siis viis pundu ehk a j u m u l l i, milledest hiljem arenevad mitmesugused ajuosad. Neuraaltoru tagumine, sabamine ots muundub kasvades seljaajuks.

Esmase neuraaltoru külgedel tekivad lülidevaheliste tänkude (ganglionide) alged, nn. g a n g l i o n i l i i s t u d, millede rakkudest hiljem arenevad tundenärvid. Niisuguste ganglioossete rakkude üks haru kasvab neuraaltorusse närvitüve nime all, teine haru suundub perifeeriasse ja moodustab tundenärvi.

Motoorsed närvid moodustuvad neuraaltoru keskmisest (mantel-) kihist väljasopistumise teel. Välja sopistudes kasvavad nad mesodermisse ja ühinevad siis noorte lihasrakkudega.

Vegetatiivne närvisüsteem areneb samuti ganglioniliistudest. Nendest rändavad välja (migreerivad) vegetatiivsed närvirakud, mis rühmitudes moodustavad mõlemal pool selgroogu vegetatiivsete sõlmede ahela, nn. sümpaatilise närvisüsteemi p i i r v ä ä d i.

FÜLOGENEES.

Kõige lihtsam närvisüsteemi struktuur esineb ainuõõsseil loomadel, näiteks hüdral. Selle looma kehas on igal pool laialipillatud, harudega varustatud närvirakud, mis omavahel võrgutaoliselt ühenduvad ja moodustavad kõige lihtsama, nn. difuusse närvisüsteemi.

Ussidel ja molluskidel on närvisüsteem keerukam. Neil loomadel on närvirakud koondunud ergutänkudesse (ganglionidesse).

Lülijalgseil (vähk, ämblik, putukad) rühmituvad ganglionid üsna suurteks paksenditeks, mida nimetatakse kõhtajuks ja mis asetseb piki soole kõhtmist külge.

Kordaatidest, kellede hulka kuulub ka inimene, on kõige lihtsam närvisüsteemi ehitus süstikkalal. Perifeerne närvisüsteem on tal üsna hästi välja kujunenud, kuigi peaaju veel puudub.

Alamail kaladel on peaaju juba olemas, kuigi neil on arenenud ainult tüviosa, kuna ajupoolkerad puuduvad.

Kõrgemail kaladel, kahepaikseil, roomajail ja lindudel hakkavad aegamööda välja kujunema ajupoolkerad ja väikeaju.

Järelikult on ajutüvi fülogeneetiliselt ürgaju, kuna poolkerad on hilisem moodustis — uusaju. Hallolluse välimine kiht — ajukoor — on saavutanud närvisüsteemi evolutsiooniprotsessis kõige kõrgema arenemisastme kõrgemail imetajail ja eriti inimesel.

Tsentraalnärvisüsteemi mikroskoopiline struktuur.

Me teame, et tsentraalnärvisüsteem — pea- ja seljaaju — koosneb mitmesuguse pikkusega ja mitmekujuliste jätketega närvirakkudest. Jätkete arvu järgi eristatakse ühe-, kahe- ja mitmejätkelisi rakke (joon. 28).

Närvirakku koos tema jätketega nimetatakse neuroniks, pikka jätket — neuriidiks ehk närvikiuks, lühikesi jätkeid dendriitideks ehk oksisjätkeiks.

Peatükist „Närvikude" teame, et neuronis on tuum ja peenimate niitidega — neurofibrillidega varustatud protoplasma.

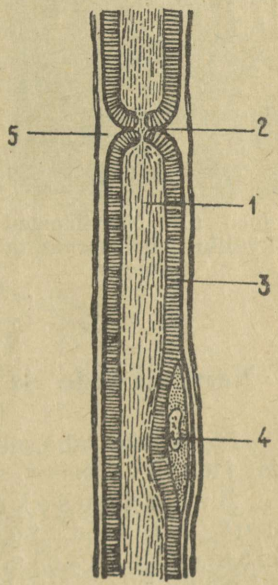
Neuriit ehk närvikiud (teda nimetatakse ka aksoniks) on järgmise struktuuriga (joon. 104). Kiu tsentraalosa, nn. telgsilinder, koosneb protoplasmast ja arvukaist neurofibrilli-

dest, mis on üksteisega paralleelsed. Telgsilinder on kaetud kilega — neurilemmiga. Neurilemmi välimine õhuke kiht, nn. Schwann'i tupp, sisaldab tuumasid. Sisemine kiht on läbi imbunud erilise rasvataolise ainega — müeliiniga. Müeliinikiht katkeb kohati ja telgsilinder muutub peenemaks. Neid kohti nimetatakse Ranvier' nöörimisvõrudeks ehk soonististeks.

Viimasel ajal on kindlaks tehtud, et Ranvier' soonististe kaudu tungivad närvikiusse vajalikud toitained närvi ümbritsevaist vere- ja lümfisoontest.

Organismis eristatakse müeliinkiude, mis sisaldavad müeliini ja on sellepärast helevalged, ning amüeliinkiude, mis müeliini ei sisalda. Müeliinkiud esinevad somaatilises närvisüsteemis, kuna vegetatiivne närvisüsteem koosneb peamiselt amüeliinkiududest.

Mitme neuroni neuriidid kulgevad üksteisega paralleelselt, moodustades närvikiudude kimpe. Need sidekoelise kilega kaetud kimbud väljuvad ajust ja tungivad seljaaju- või peaajunärvina perifeerseisse elundeisse. Seal hargnevad üksikud närvikiud ja moodustavad närvilõpmed. Oma struktuurilt on närvilõpmed inimese kehas väga mitmesugused ja keerukad (joon. 80, 105 ja 136).



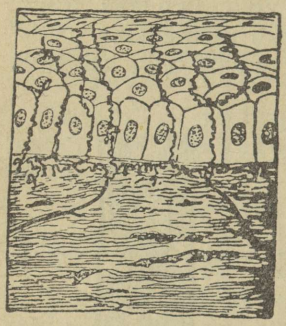
Joon. 104. **Aksoni struktuur.** 1 — telgsilinder; 2 — Ranvier' nöörimisvõru; 3 — neurilemm; 4 — Schwann'i rakk; 5 — müeliin.

Meie meele-elundid, nimelt silma võrkkest, keelenäsad ja nahk, on närvilõpmete poolest eriti rikkad. Nende abil võtab organism meid ümbritsevast välismaailmast ärritusi vastu.

Neuronite kehad — närvirakud — kogunevad teatavais ajupiirkondades rühmadeks ja moodustavad tuumad ehk närvitsentrumid. Neuronid on närvisüsteemi põhielementideks. Närvisüsteemi tegevus tervikuna sõltub sellest, mis toimub neuronites.

Kuid nagu me juba teame, ei koosne närvikude mitte ainult neuronitest. Uurides pea- või seljaaju õhukest lõiku mikroskoobiga näeme, et närvirakud asetsevad üksteisest teataval kau-

gusel ja nendevaheline ruum on täidetud teiste rakkude ja kiududega — neurogliaga. Neuroglia areneb samast esmasest neuraaltorust, järelikult on tal närvikoega ühine päritolu; kuid tema rakud ja kiud ei juhi erutusi. Neuroglia on närvitoendiks — stroomaks, mis toetab neuronite õrnu kehi ja harusid. Nii on siis tsentraalnärvisüsteemis palju neuroneid. Teatavais ajupiirkondades moodustavad nende kehad kogumikke, nn. närvitsentrumeid ehk tuumasid. Neuronite pikad harud ehk närvikiud ühinevad kimpudeks, moodustavad närvi ja ulatuvad perifeerseisse elundeisse, kus nad moodustavad närvilõpmed. Sel viisil on perifeeria ühendatud keskusega — üksikud elundid ja koed pea- ja seljaajuga.



Joon. 105. **Närvilõpmed küüliku silma-sarvkesta epiteelis.**

Närvirakkude ja -kiudude füsioloogilised omadused.

Me teame juba, et närvikoe põhiomaduseks on ärrituvus ja juhtivus.

Ärrituvuseks nimetatakse närvikoe võimet astuda tegevusolukorda vastuseks välismõjustusele.

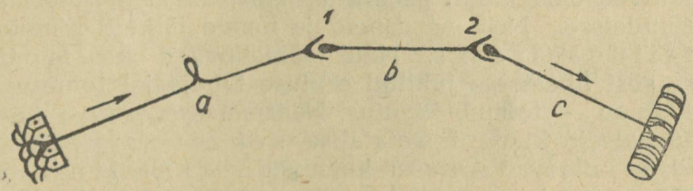
Juhtivuse all mõistetakse erutuse edasiandmise võimet ärrituse kohalt teistesse koeosadesse.

Selgitame seda lihtsa näitega. Konna kehast lõigatakse lihas koos sellesse saabuva närviga; see on niinimetatud närvi-lihasepreparaat, millega füsioloogidel tuleb alati tegelda. Lihasest kaugemal asetsevat närviotsa ärritatakse elektrivooluga või mingi keemilise ainega. Lihas tõmbub kokku. Lihase kokkutõmbumine selles katses näitab, et ühes närviosas tekkinud erutus anti närvi mööda edasi ja jõudis lihaseni. Kui närvi vigastada, näiteks pigistada või niidiga kõvasti soonida, siis lakkab erutuse edasiandmine. Erutuse juhtimine perifeeriast tsentrumisse ja vastassuunaline funktsioon teostub närvikiu kaudu. Enamik õpetlasi arvab, et peamist osa erutuse juhtimisel kius etendavad neurofibrillid.

Tutvume mõne olulise, närvikius toimuva erutuse edasiandmise ja erutuse ühest neuronist teise üleandmise omapärasusega.

Erutus antakse piki närvikiudu edasi isoleeritult, s. t. ta ei kandu kõrval olevale naaberkiule. Sel omadusel on tohutu suur tähtsus. See on põhjuseks, et loom, eriti aga inimene, on võimeline sooritama lihaste väga peeni liigutusi. Töötades, muusikariistadel mängides, tantsides jne. tõmbuvad üksikud väikesed lihased või lihasterühmad kokku täpselt ja üksteisest olenematult mitmesugustes kombinatsioonides. Nagu teada, on närvikiud närvis väga tihedasti üksteise vastas ja kõik eelpoolöeldu on võimalik ainult sellepärast, et iga lihas saab ärrituse teatavalt närvikiult eraldi ja sõltumatult nendest erutustest, mis kulgevad piki teisi kiude. Teiste sõnadega — erutus läbib kiu isoleeritult.

Möödunud sajandi suurim füsioloog Helmholtz mõõtis esimesena erutuse juhtimise kiirust närvikius. Selgus, et



Joon. 106. **Sünapsi skeem.** *a* — sensiibel neuron; *b* — lülineuron; *c* — motoorne neuron; 1 ja 2 — sünaps.

konnal levib erutus mööda närvi kiirusega 30 meetrit sekundis, inimesel aga kiirusega umbes 120 meetrit sekundis. Nii on närvierutuse levimiskiirus palju kordi väiksem valguse (300 000 meetrit sekundis) ja mitu korda väiksem hääle levimiskiirusest.

Pea- ja seljaajus, s. t. tsentraalnärvisüsteemis, ei piirdu erutuse juhtimine ühe neuroniga. Seal toimub erutuse üleandmine ühelt neuronilt teisele. Viimased teaduslikud uurimused on näidanud, et kahe naaberneuroni vahel on side, jätkete kokkupuude (kontakt). Kahe neuroni kontakti kohta nimetatakse sünapsiks. Tavaliselt on kontaktis ühe neuroni neuriit teise neuroni dendriidiga. Neuriit hargneb üksikuteks peenikesteks kiukesteks, mis silmustena või spiraalidena põimuvad teise neuroni dendriidi ümber ja on temaga kokkupuutes (joon. 106). Sellise kokkupuute tõttu toimub erutuse edasiandmine ühe neuroni neuriidilt teise neuroni dendriidile. Erutuse levimiskiirus sünapside kaudu on selja- ja peaajus märksa väiksem kui erutuse levimiskiirus piki perifeerse süsteemi närvikiude. Sünapsides peetatakse erutusi.

Üleminekul ühelt neuronilt teisele toimub erutuste summeerumine. Neuronitel oleks nagu üksikute väikeste impulsside kogumise, liitmise (summeerimise) võime. Näiteks ärritame närvilõpet mingi väga nõrga ärritajaga. Närvis ei teki erutust. Kui aga sedasama nõrka ärritust korrata mitu korda järgemööda, siis tekib erutus ja kandub edasi. Nii pole aevastamine ja köha muud midagi kui nina- või kurgu-limanaha vastus kestvale ärritamisele tolmu või limaga.

Tekib küsimus: missuguses suunas antakse erutus edasi?

Organismis esineb kaks teineteisele vastupidist erutuse juhtimise suunda. Ühed neuronid juhivad oma jätketega erutusi perifeeriast tsentrumisse, elundeis olevailt närvilõpmeilt selja- või peaajusse. Niisuguseid neuroneid ja närvikiude nimetatakse tsentripetaalseiks ehk sensiibleiks[1]. Teised neuronid juhivad oma jätketega erutusi tsentrumist perifeeriasse — ajust elundeisse. Neid neuroneid ja nende jätkeid nimetatakse tsentrifugaalseiks. Neid nimetatakse ka motoorseiks, sest lihastesse juhitud erutuse tagajärjel toimub lihase kontraktsioon — toimub liigutus. Näärmetesse erutusi juhtivaid tsentrifugaalseid kiude nimetatakse sekretoorseiks, sest neid mööda kulgevad erutused kutsuvad välja mahla nõristuse — näärmete sekretsiooni (näiteks sülje nõristuse süljenäärmeist, maomahla nõristuse maonäärmeist jne.).

Närvi-impulsside ümberlülitumine tsentripetaalseilt neuroneilt tsentrifugaalseile, s. t. retseptoorseilt motoorseile (ehk sekretoorseile) toimub selja- ja peaajus.

Närvierutuse teed tsentripetaalse kiu närvilõpmest sensiibli ja motoorse neuroni kaudu lihasesse ehk näärmesse nimetatakse refleksikaareks.

Refleksikaare ja refleksiga tutvume üksikasjaliselt seljaaju tegevust vaadeldes. Siin tuleb märkida veel üht neuronite ja nende kiudude tähtsat omadust.

Selgub, et erutuse vastuvõtmise ja edasiandmise võime võib tugevasti muutuda. Neuronid võivad olla, nagu öeldakse, kõrgendatud või nõrgendatud erutuvuse olukorras. Näiteks suurendab strühniin, aine, mida väikestes annustes kasutatakse südamehaiguste ravimina, suurtes annustes organismi viiduna tugevasti tsentraalnärvisüsteemi, peamiselt seljaaju erutuvust. Loomad,

---

[1] Sensiibleiks nimetatakse neid sellepärast, et meie aistingud ja tunded tekivad ajus nende erutuste mõjul, mida toovad just need tsentripetaalsed kiud.

kelledele on suurtes annustes strühniini antud, reageerivad vähimalegi kahinale kramplikkude liigutustega. Sel juhul esineb ilmne närvisüsteemi kõrgendatud erutuvus. Kangestuskrambihaigeil esinevad krambid. Pisiku kangestuskrambikepikese mürk mõjub kogu närvisüsteemile erutavalt, nagu strühniingi. Nõrgenenud närvisüsteemi erutuvus esineb hapniku puudusel, tugeval jahtumisel ja kloroformi sissehingamisel. Sellel põhjeneb narkoosi kasutamine operatsioonidel, kui on vaja erutuvust nõrgendada sedavõrd, et haige ei tunneks valu.

Tsentraalnärvisüsteem.

SELJAAJU.

Seljaaju struktuur.

Seljaaju (*medúlla spinális*, joon. 107) asetseb lülisambakanalis. Tal on pisisõrmejämeduse pika ovaalse nööri kuju. Seljaaju pikkus on umbes 45 sm ja kaal ligikaudu 40 g.

Kokkuleppel loetakse seljaaju ülemiseks piiriks atlase ülemist äärt. Alumine äär on täiskasvanuil tavaliselt II nimmelüli kõrgusel.

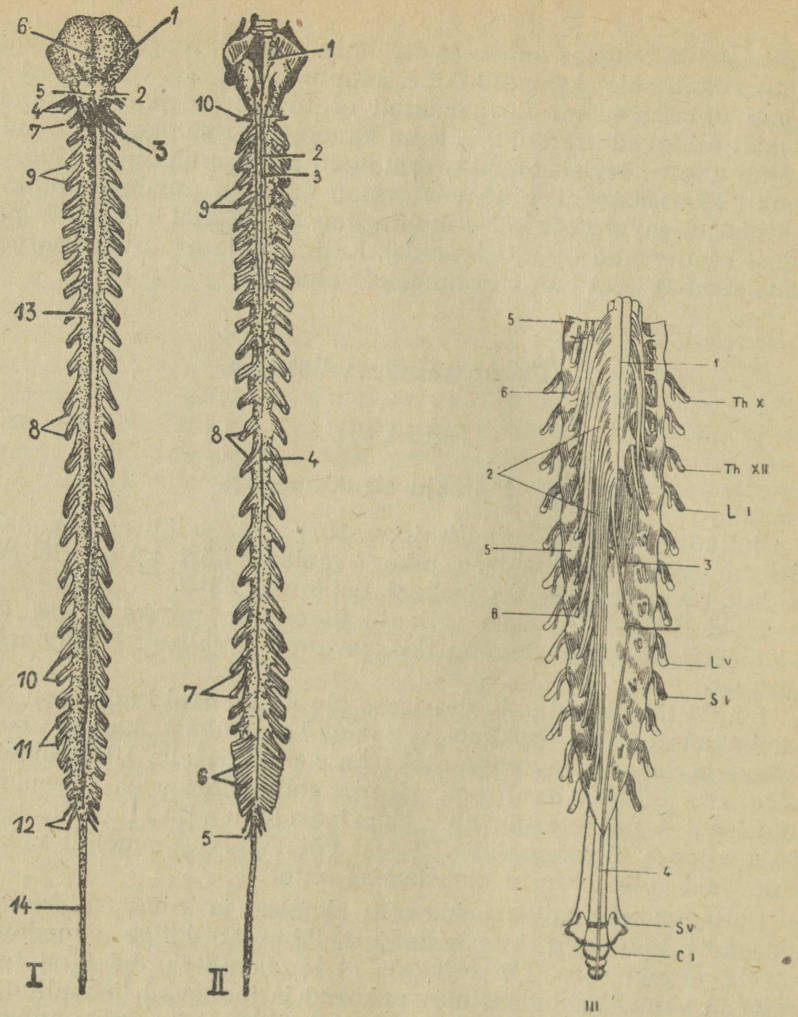
Lootel täidab seljaaju üsasisese elu kolmandal kuul kogu lülisambakanali; siis hakkab seljaaju lülisambast kasvus maha jääma ja lapse sündimise ajaks on seljaaju juba III nimmelüli kõrgusel, täiskasvanul aga II nimmelüli kõrgusel. Seepärast tehaksegi seljaajutorge, nn. l u m b a a l p u n k t s i o o n, tavaliselt allpool II nimmelüli (III—IV või IV—V nimmelüli vahel), kuna seal pole seljaaju vigastamise ohtu.

Seljaajul on kaks paksendit: kaela- ja nimmepiirkonnas, just neis kohtades, kus seljaajust lähtuvad kõige jämedamad närvid jäsemeisse. On huvitav, et lendavail lindudel on tugevasti arenenud kaelaosas olev paksend ja jooksvail (jaanalind) — nimmeosas olev. Loomadel, kelledel üldse jalgu pole (näiteks ussidel), puuduvad need paksendid täielikult.

Piki eesmist ja tagumist külge kulgevate vagudega on seljaaju jaotatud kaheks sümmeetriliseks pooleks — paremaks ja vasakuks.

Mõlematesse seljaaju pooltesse saabuvad tagantpoolt t u n d e n ä r v i d e j u u r e d ja eestpoolt lähtuvad seljaaju mõlemast poolest m o t o o r s e d n ä r v i j u u r e d.

Mõlemad juured ühinevad lülidevahelistes mulkudes, kus-



Joon. 107. **Seljaaju.** I — eestpoolt. 1 — silmapöörajanärv; 2 ja 3 — püramiid; 3 — püramiidide ristus; 4 — oliivkeha; 6 — Varolio sild; 7—12 — spinaalnärvide eesmised juured; 13 — eesmine pikivagu; 14 — lõppniit. II — tagantpoolt. 1 — rombjas lohk; 2 — Goll'i väät; 3 — Burdach'i väät; 4 — tagumine pikivagu; 5—10 — spinaalnärvide tagumised juured. III — seljaaju alumine osa aju kõvakelmekotis; kott on avatud ja kahele poole laiali tõmmatud. 1 — ajukoonus; 2 — närvid, mis moodustavad hobusaba; 3 — lõppniit; 4 — lõppniit väljaspool kõvakelmekotti; 5 — avatud kõvakelmekott; 6 — mulgud närvide läbipääsuks; *Th* — X — XII, *L* I — V, *S* I — V, *C* I — spinaalnärvid.

juures sensiibel närv moodustab ühinemiskohal spinaaltängu (-ganglioni). Mõlemad juured tungivad läbi aju kõvakelme ja väljuvad lülisambakanalist seltsis seljaaju seganärvi koosseisus. Seljaaju külgedelt saab alguse 31 paari selliseid spinaalnärve.

Et seljaaju on lülisambakanalist lühem, siis ei välju spinaalnärvide juured niude ja ristluu piirkonnas temast mitte perpendikulaarselt, vaid laskuvad oma väljumismulkude juurde ja moodustavad tiheda juurtekimbu, mida nimetatakse hobusabaks (*cáuda équina*, joon. 107).

Seljaaju kelmed.

Seljaaju on kaetud kolme mesenhümaalse päritoluga sidekoelise kelmega; need on: kõvakelme, ämblikuvõrkkelme ja pehmekelme.

Kõvakelme (*dura mater*) on kõige välimisem. Tema ja lülisambakanali periosti vahel on epiduraalõõs ja kõvakelme all — subduraalõõs.

Kõvakelme all asetseb teine õhuke veresoonteta kelme — ämblikuvõrkkelme. Selle välis- ja sisepind on kaetud endoteeliga. Tema all on subarahnoidaalõõs, mis on täidetud ajuvedelikuga. Ämblikuvõrkkelmet nimetatakse sellepärast nii, et temast lähtuvad subarahnoidaalõõnde arvukad peened ämblikuvõrku meenutavad kiud, ühendades teda seespool oleva pehmekelmega, mis on aju kolmas, kõige seesmisem kelme. Viimane liibub tihedasti vastu seljaaju ja temas on rohkesti veresooni.

Ajuvedelik (*liquor cerebrospinális*) sarnaneb oma koostiselt lümfiga. See on kogunenud sinna vere vedela osa läbiimbumise tagajärjel seljaaju ümbritsevaist veresoonepõimikuist. Ajuvedelikul on suur tähtsus; ta varustab ajurakke toitainetega, uhab ajust tema elutegevusel tekkinud ained välja ja kaitseb seljaaju põrutuste eest.

Veresooni, mis varustavad seljaaju verega, nimetatakse spinaalarteerideks. Nad suubuvad seljaajusse läbi lülidevaheliste mulkude ja on seljaaju läheduses asetsevate naaberarteeride harud. Spinaalarteerid moodustavad seljaaju ümber tiheda veresoontevõrgu, mille harud tungivad sügavale ajullusesse ja toidavad selle rakke.

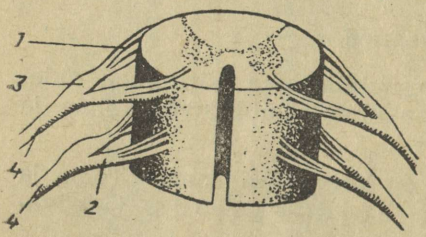
Seljaaju mikroskoopiline struktuur.

Seljaaju ristilõigul on näha, et ta koosneb hall- ja valgeollusest.

Hallollus asetseb seljaaju sees; kujult meenutab ta laialisirutatud tiibadega liblikat ja koosneb närvirakkudest.

Hallolluses eristatakse eesmist, tagumist ja külgmist sarve.

Seljaaju hallolluse eesmistes sarvedes asetsevad suured motoorsed rakud — tsentrifugaalneuronite kehad. Nende neuriidid moodustavad seljaaju eesmised motoorsed juured ja väljuvad siis seljaajunärvide koosseisus perifeeriasse ning suunduvad vöötlihaseisse (joon. 108).



Joon. 108. **Seljaaju ristilõik ühes väljuvate seljaajunärvidega.** 1 — tagumine juur; 2 — eesmine juur; 3 — spinaaltänk; 4 — seljaajunärvid.

Eesmiste juurte (eesmiste sarvede motoorsete rakkude jätkete) läbilõikamisel lakkavad liigutused nendes lihastes, kuhu need jätked suunduvad.

Külgmistes sarvedes asetsevad väikesed vegetatiivse närvisüsteemi rakud.

Tagumises sarves on erisugused lühikeste ja tugevasti hargnevate jätketega rakud, mis ei ulatu seljaaju hallollusest väljapoole. Need rakud oma jätketega ühendavad teisi neuroneid omavahel ja neid nimetatakse lülineuroneiks.

Kõik seljaaju hallolluse rakud on kujult paljujätkelised — multipolaarsed.

Tagumiste sensiiblite juurte rakud ei asetse mitte seljaaju hallolluse tagumistes sarvedes, vaid väljaspool neid — spinaaltänkudes (-ganglionides), mis on kujult ovaalsed ja asetsevad lülidevahelistes mulkudes.

Spinaalganglionide sensiiblid rakud on kujult ümmargused või ovaalsed ja ühe jätkega (unipolaarsed). Rakukehast lähtub üks jätke, kuid varsti jaguneb see kaheks. Üks osa suundub perifeeriasse, näiteks nahasse, ja moodustab seal närvilõpme; seda nimetatakse perifeerseks jätkeks. Teine osa aga läheb tagumiste juurte kaudu tsentrumisse — seljaaju hallollusesse; see on tsentraalne jätke.

Ganglionirakkude perifeersete jätkete läbilõikamisele järgneb tundlikkuse kadumine vastavais naha-, lihaste ja liigeste piirkondades.

Seljaaju hallolluse keskel kulgeb kogu selle ulatuses peenike, palja silmaga vaevaltnähtav seljaaju tsentraalkanal. See kanal on täidetud ajuvedelikuga ja kujutab endast primaarse neuraaltoru jäänust.

Seljaajukanali ülemine osa läheb üle peaajusse; seal ta laieneb ja moodustab neli ajuvedelikuga täidetud õõnt, nn. ajuvatsakest.

Valgeollus moodustab seljaaju välimise kihi. Ta koosneb närvikiududest, millede kaudu antakse edasi tunde- ja liikumisimpulsse.

Seljaaju hallolluse sarved jaotavad valgeolluse osadeks, mida nimetatakse sammasteks. Eesmiste sarvede vahel on eesmised sambad, tagumiste sarvede vahel tagumised sambad ja eesmiste ning tagumiste vahel on külgmised sambad.

Iga sammas kujutab endast kas perifeeriast peaajusse ja vastassuunas kulgevate sensiiblite ja motoorsete pikkade või lühikeste närvikiudude kimpe; neid nimetatakse ühenduskimpudeks ja nad ühendavad omavahel seljaaju üksikuid osi mitmesugusel kõrgusel.

Seljaaju eesmistes sammastes kulgeb eesmine motoorne püramiidtee. See viib peaajukoorest tulevad liigutusimpulsid eesmiste sarvede rakkudesse.

Püramiidtee läbilõikamisel, samuti ka mõnede tema haiguste puhul, ei tõmbu enam sellest teest tulevate närvikiududega varustatud lihased kokku: tekib nende halvatus, s. t. lõtvumine või liikumisvõime täielik kadumine.

Tagumistes sammastes kulgevad sensiiblid — tsentripetaalsed teed, mis toovad tundeimpulsse nahast, luudest, liigeseist ja lihaseist. Neist on tähtsamad kaks sensiiblit vääti, Goll'i (õrn-) väät ja Burdach'i (talb-) väät.

Goll'i väät asetseb seljaaju tagumise vao läheduses ja juhib tundeimpulsse keha alumisest poolest. Temast väljapoole asetseb Burdach'i väät, mis toob tundeimpulsse keha ülemisest poolest.

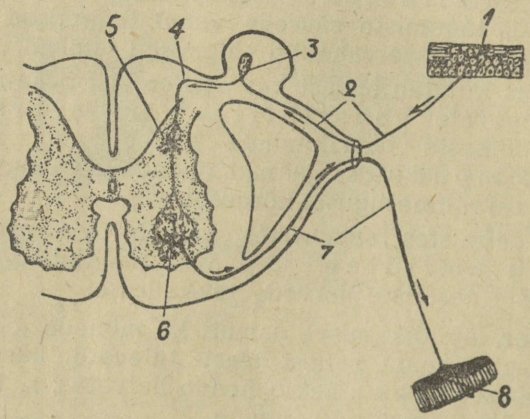
Seljaaju tagumiste sammaste tundeimpulsse toovate teede vigastumisel tekib tundlikkuse kaotus nendes kehaosades, kust need teed algavad.

Külgmistes sammastes kulgevad mitu sensiiblit kiudu ja suurem hulk motoorseid püramiidkiude, s. t. külgmine motoorne püramiidtee, mis sisaldab kolm neljandikku kõigist püramiidkiududest.

Seljaaju füsioloogia.

Refleks ja refleksikaar. Seljaaju struktuuri tundes pole raske jälgida närvi-impulsside teid, mis suunduvad perifeeriast ajusse ja tagasi.

Vaatleme skeemi (joon. 109). Spinaaltängus on sensiibli neuroni keha (3). Tema perifeerne jätke (2) ulatub tagumise juurekese kaudu ja siis seljaaju seganärvi koosseisus perifeeriasse, kus ta moodustab närvilõpme (1). Sama neuroni tsentraalne jätke (4) suundub seljaaju tagumistesse sarvedesse, kus ta kujundab koos teiste neuronitega sünapsi. Tagumistes sarvedes on niinimetatud lülineuronid (5). Koos nende jätketega



Joon. 109. **Refleksikaare skeem.** 1 — sensiiblid kiud; 2 — sensiibli kiu perifeerne jätke; 3 — spinaaltänk; 4 — sensiibel jätke; 5 — lülineuron; 6 — eesmine sarv; 7 — motoorse raku neuriit; 8 — lihas.

moodustabki sünaps sensiibli neuroni tsentraalkiu. Lülineuronid on omakorda ühendatud hallolluse eesmistes sarvedes leiduvate motoorsete tsentrifugaalrakkude (6) dendriitidega. Motoorse neuroni neuriit (7) kulgeb eesmist juurt mööda ja suundub siis edasi seljaaju seganärvi koosseisus perifeeriasse, moodustades vöötlihaseis (või näärmeis) närvilõpme (8).

Nõnda on seljaaju tsentripetaalsete ja tsentrifugaalsete närvikiudude kaudu ühendatud mitmesuguste elunditega. Meie nahk, lihased ja kõik elundid on väga rikkad sensiiblite ja motoorsete neuronite närvilõpmete poolest.

Oletame nüüd, et me ärritame naha teatavat osa soojusega või torkega. Sensiibli kiu närvilõpe (1) võtab ärrituse vastu ja

juhib selle perifeerse jätke (2) kaudu spinaaltängus (3) asetseva sensiibli neuroni kehasse. Siis jõuab erutus tsentripetaalse jätke (4) kaudu tagumisse sarve, lülitub seal esmalt lülineuronile (5) ja siis motoorsele neuronile esimeses sarves (6). Motoorsest närvirakust kandub erutus raku neuriidi (7) kaudu tsentrifugaalselt lihaseis asetsevaisse närvilõpmeisse (8); selle tagajärjel lihas erutub ja tõmbub kokku.

Me näeme, et naha ärritamine põhjustas lihase kokkutõmbumise. Elundi tegevust, mis teostub tsentraalnärvisüsteemi kaudu vastusena ärritusele, nimetatakse refleksiks ehk reflektoorseks aktiks.

Teed, mille erutus seejuures läbib, nimetatakse refleksikaareks.

Reflektoorset akti põhjustanud erutus võib läbida vähemalt kahte neuronit: tsentripetaalset (sensiiblit) ja tsentrifugaalset (motoorset). Niisugune on impulsside tee kõõluseis, lihaseis ja sidemeis asetsevaist sensiibleist närvilõpmeist seljaaju kaudu lihaseisse. Põlve refleksikaar[1] koosneb tõenäoliselt samuti kahest neuronist.

Siiski läbib enamik refleksikaari meie kehas kolme ja enamatki neuronit. Sensiibli ja motoorse neuroni vahele on lülitatud üks või mitu lülineuronit. Kolme neuroni refleksi skeemi kujutab joonis 106.

Seljaajulised loomad. Seljaaju tegevust õpitakse tundma harilikult niinimetatud seljaajulistel (spinaalsetel) loomadel, s. t. niisugustel loomadel, kelledel on seljaaju läbi lõigatud pikliku aju piiril ja sellega eraldatud tsentraalnärvisüsteemi kõrgemal asetsevaist osadest.

Peatu konna vaatlemine näitab, et seljaajuline konn teostab mitmesuguseid reflektoorseid akte. Konna lihased viibivad teatavas pinges (toonuses). Naha ärritamine põhjustab eesmiste ja tagumiste jäsemete kokkutõmbumist. Kui asetada konna nahale happega niisutatud paberitükike, siis püüab konn paberit käpaga ära lükata. Vette heidetuna teeb säärane loom ujumisliigutusi. Purustatud seljaajuga konn ei ole suuteline teostama mingisuguseid liigutusi. Lihaste toonus kaob, jäsemed ripuvad lõdvalt; naha ärritamine ei põhjusta reageerivaid liigutusi.

Seljaajulisel koeral säilib samuti hulk reflektoorseid akte: sügamine, jäsemete painutamine ja sirutamine, samuti refleksid

---

[1] Kerge löök põlvekõõlusele põhjustab lihase tahtele allumatu kokkutõmbumise, mille tagajärjel jalg viskub ülespoole.

siseelundeist: urineerimine, soole tühjendamine (defekatsioon) jms.

Seljaajuliste loomade vaatlemine näitas, et seljaaju hallolluses on organismi paljude reflektoorsete aktide närvikeskused.

Seljaaju läbilõikamise ja purustamise katsed selle mitmesuguseis osades võimaldasid enam-vähem täpselt selgitada mitmesuguste refleksikeskuste asukohti.

Seljaaju funktsioonid. Meie keha lihased tunduvad palpeerimisel kõvadena; nad on kogu aja teatavas pinge- ehk toonuse-seisundis. Kuidas seletada selle alalise pinge olemasolu? On selgunud, et reflektoorne akt põhjustab pingust. Seljaaju hallolluses sulgub enamik kaheneuronilisi refleksikaari (kõõluseist, lihaseist ja sidemeist). Lihaseis, kõõluseis ja sidemeis asetsevad samuti nagu nahaski sensiiblite neuronite närvilõpmed. Lihase asendi muutmine, kõõluse või sideme pingutamine — kõik see ärritab sensiiblite kiudude lõpmeid ja põhjustab neis erutust. See erutus jõuab sensiibli neuroni tsentraaljätke kaudu seljaajusse, kus ta lülitub eesmises sarves vahetult motoorsele neuronile ja suundub selle jätkete kaudu lihaseisse. Selle tulemusena tekivad lihaseis impulsid; need impulsid sunnivadki lihaseid olema pinge- ehk toonuse-seisundis. Selletõttu, et närvilõpmete erutus tekib elava organismi lihaseis, kõõluseis ja sidemeis vahetpidamata, täheldame pidevat lihaste toonust. Lihased on kogu aja veidi lühenenud ja pingsad. Kõrgemail loomadel ja inimesel oleneb lihaste toonus mitte ainult seljaajust, vaid ka peaajutüve ja suurte ajupoolkerade tegevusest.

Seljaajus sulguvad ka nahas asetsevaist närvilõpmeist algavad refleksikaared. Naha ärritamine põhjustab lihaste kokkutõmbumist: painutamist, sirutamist jm. (meenutagem katseid seljaajulise konna või koeraga).

Painutamine ja sirutamine toimub lihaste-antagonistide — painutajate ja sirutajate — kokkutõmbumise tõttu. Painutaja- ja sirutajalihaste kokkutõmbumiste kooskõlastamine ehk, nagu öeldakse, koordineerimine on üks seljaaju funktsioone. Loomulikult toimub jäsemete painutamine ja sirutamine sääraste keerukate liigutuste puhul, nagu seda on jooksmine ja kõndimine, mitte ainult seljaaju, vaid ka kõigi tsentraalnärvisüsteemi kõrgemal seisvate osade, sealhulgas ka suurte ajupoolkerade koore otsesel osavõtul. Seljaajulised loomad ei ole suutelised keerukaiks koordineeritud liigutusteks.

Seljaajus asetsevad kere- ja jäsemetelihaste reflekside keskused. Ülemiste jäsemete reflektoorsed keskused

asetsevad V—VII kaelalüli ja I rinnalüli kõrgusel; nimmepaksendis on alumiste jäsemete tsentrumid jne.

Seljaajus on samuti teiste tähtsate reflektoorsete aktide, nagu silmaava laiendamise, defekatsiooni, urineerimise, samuti erektsiooni, s. t. suguti paisumise ja seemnepurske keskused (meestel).

Seljaaju valgeollus täidab niinimetatud juhtivusfunktsiooni. Nagu juba teame, on seljaaju eesmised, tagumised ja külgmised sambad sensiibleiks või motoorseiks juhteteedeks; nad kannavad närvi-impulsse tsenripetaalselt (peaajju) ja tsentrifugaalselt (peaajust eemale).

PEAAJU.

Seljaaju ühendub suure kuklamulgu kaudu koljuõõnes asetseva peaajuga. Inimese peaaju kaalub keskmiselt 1300—1400 g, vastsündinuil umbes 350 g. Absoluutselt võttes ei ole inimese peaaju kõige raskem; vaala ja elevandi peaajud on raskemad (vaala peaaju kaalub umbes 3000 g ja elevandi peaaju umbes 5000 g); kuid suhteliselt kogu keha kaalule ületab inimese peaaju kaugelt teiste loomade peaaju. Nii näiteks moodustab peaaju kaal inimesel ligikaudu 3% üldisest kehakaalust, ahvil 0,5%, teistel loomadel 0,1%.

Peaajul (*encéphalon*) on järgmised osad: piklik aju, tagaaju (Varolio sild, ajuke), keskaju (nelikküngastik ja ajusääred), vaheaju (nägemiskühmud ja kühmudealune piirkond), eesaju ehk suuraju (juttkeha ja suured poolkerad).

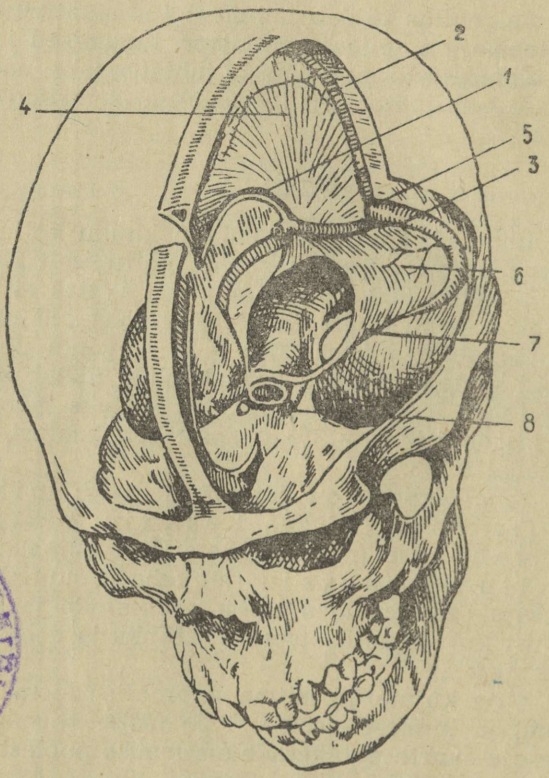
Kõik peaaju osad peale ajukese poolkerade ja suurte poolkerade on just kui seljaaju otseseks jätkuks ja neid nimetatakse peaajutüveks.

Joonisel 4 on kujutatud mitme selgroolise looma (kala, sisaliku, küüliku) ja inimese peaaju. Pole raske veenduda, et peaaju, eriti eesaju suurte poolkerade arenemise poolest on inimene esikohal.

Kõrgemate imetajate loomade peaaju suurte poolkerade pinda katavad käärud ja vaod. Eriti rikas on nende poolest inimese peaaju. Käärude tõttu suureneb tunduvalt inimese peaaju pind ja ühes sellega järelikult ka hallolluse kiht — poolkerade koor. Inimese ajukoore pindala on keskmiselt 2250 sm^2, kuid hobusel ainult 350 sm^2. Inimestel on peaaju raskus ja samuti käärude areng individuaalselt väga erinev. On tähtis märkida, et vaimuanded ehk, nagu öeldakse, inimese andekus ei olene otseselt ei aju kaalust ega käärude arvust.

Peaaju kelmed.

Peaaju katavad samuti nagu seljaajugi kolm sidekoelise päritoluga kelmet; need on kõvakelme (*dura máter*) — teistest hästi tihkem, ämblikuvõrkkelme (*arachnoidea*) ja pehmekelme (*pia mater*).



R·MED·H·NORMANN·TARTU·

Joon. 110. **Peaaju kõvakelme.** 1 — alumine sagitaalurge; 2 — ülemine sagitaalurge; 3 — ristiurge; 4 — peaaju kõvakelme ajusirp; 5 — siinuste liitumine; 6 — ajukesetelk; 7 — ülemine kiviurge; 8 — korgasurge.

Peaaju kõvakelme on kõige välimisem; ta seostub ajukolju luudega, olles ühtlasi nende seespoolseks periostiks (joon. 110). Peaaju kõvakelmest väljub mitu jätket; need suunduvad aju üksikute osade, näiteks suurte poolkerade ja ajukese

vahele ning eraldavad neid üksteisest, kaitstes neid põrumise ja vastastikuse hõõrdumise eest. Ühtlasi moodustab peaaju kõvakelme lõhenedes mõnedes kohtades kitsaid kolmnurkseid endoteeliga vooderdatud õõsi — venoosseid siinuseid. Nende siinuste kaudu lahkub venoosne veri peaajust. Kõvakelme all on kitsas subduraalõõs, milles leidub vähesel määral vedelikku.

Ämblikuvõrkkelme on õhuke ja läbipaistev; ta laotub üle peaaju käärude ja vagude ning moodustab ajuvedelikuga täidetud ruumi — subarahnoidaalõõne.

Pehmekelme katab vahetult ajusubstantsi ja ulatub kõikidesse vagudesse ja käärudele. Ta sisaldab väga palju veresooni; seepärast nimetatakse teda ka soonkelmeks. Peaaju saab verd kahest veresoonest: sisemisest unearteerist, mis kulgeb ajusse oimuluu erilise kanali kaudu, ja lüliarteerist; viimane kulgeb koljuõõnde suure kuklamulgu kaudu.

Piklik aju ja Varolio sild.

Piklik aju (*medúlla oblongáta*) on seljaaju laienenud jätk. Ta asetseb koljuõõnes Blumenbach'i nõlval ja areneb viiendast ajupõisikust (joon. 107, 112, 118, 119).

Pikliku aju eesmisel pinnal on eesmine pikivagu, seljaaju samanimelise vao jätk. Selle vao külgedel on kaks pikivääti — püramiidi. Püramiidid kujutavad endist motoorsete närvikiudude kogumeid; seljaaju naabruses ristuvad need kiud isekeskis, moodustades püramiidide ristuse.

Püramiidide külgedel on valge ovaalne kõrgend — oliiv — närvirakkude kogum.

Pikliku aju tagumisel pinnal on dorsaalne vahevagu. Kummalgi pool seda vagu kulgeb seljaajust kaks sensiiblite närvide kimpu: Goll'i väät (õrnväät) ja Burdach'i väät (talbväät). Need on meile juba tuttavate seljaaju sensiiblite juhteteede jätkud.

Varolio sild (*pons Varolii*) on pikliku aju kohal Blumenbach'i nõlval asetsev valge paksend. Ta areneb neljandast ajupõisikust (joon. 119).

Varolio silla tagant suunduvad allapoole kahele küljele ajukese alla mahukad närvikiudude kimbud — sillajalad; Varolio silla eest lähtuvad samuti mahukad närvikiudude kimbud — ajusääred (joon. 112).

Piklik aju ja Varolio sild on seljaaju jätkud. Nende valgeolluses kulgevad sensiiblid ja motoorsed teed. Mõned neist juhteteedest ristuvad; seetõttu suunduvad mõned paremast poolkerast väljunud närvikiud vasakusse kehapoolde ja ümberpöördult.

Pikliku aju ja Varolio silla funktsioon. Pikliku aju ja Varolio silla hallollus kujutab endast rakkude kogumikku, kus lõpevad või algavad närvide juhteteed. Nii näiteks oliivist suunduvad juhteteed ülespoole ajukesse ja allapoole seljaajusse. Järelikult pikliku aju ja Varolio silla üheks funktsiooniks on närvi-impulsside edasiandmine perifeeriast tsentrumisse ja vastupidi (juhtimisfunktsioon).

Pikliku aju ja Varolio silla tagumisel pinnal on rombjas lohk.

Selle põhjas on hallolluse kogumid — tuumad; nendest algavad tähtsad närvid. Siit saab alguse viis paari peaajunärve. Siin asetsevad väga tähtsad elulised tsentrumid: hingamise, südametegevuse, neelamise, oksendamise, aevastamise, köhimise, imemise, mälumise, sülje nõristumise, pilgutamise, higi eritumise jt. keskused.

Peale selle asetseb piklikus ajus meie keha veresoonte valendikku reguleeriv sooneliigutaja ehk vasomotoorne keskus. Seljaaju läbilõikamisel otse pikliku aju all langeb vererõhk järsult; see osutab veresoonte toonust reguleeriva keskuse olemasolule piklikus ajus.

Piklikus ajus asetseb ka ainevahetuse keskus. Möödunud sajandi kuulus prantsuse õpetlane Claude Bernard teostas pikliku aju torke ja täheldas siis iga kord suhkru esinemist uriinis („suhkrutorge"). Hiljem selgitati mitmesuguste katsete varal organismi vee- ja soolade-ainevahetuse keskuste olemasolu piklikus ajus.

Järelikult pole piklik aju ainult motoorsete ja sensiiblite impulsside edasiandmise koht, vaid tal on samuti suur tähtsus mitmesuguste reflektoorsete aktide reguleerimises, milleta pole mõeldav organismi olelu.

Piklik aju on seljaajuga võrreldes arenguloolisel noorem ja arenenum tsentraalnärvisüsteemi osa. Ta allutab endale ja reguleerib seljaaju tegevust.

Keskaju.

Keskaju koosneb nelikküngastikust ja ajusäärtest. Need arenevad kolmandast ajupõisikust.

Nelikküngastik (*córpus quadrigéminum*) on peaajutüve tagumisel pinnal asetsev nelja kühmuga ajuosa. Igast kühmust suundub kõrvale närvikiudude valge väät, nn. nelikküngastiku haru. Ülemiste kühmude vahel asetseb sisesekretsiooninääre — käbikeha (epifüüs). Nelikküngastiku seest käib läbi kitsas kolmnurkne kanal — Sylvius'e veejuha. Nelikküngastiku igas kühmus on hallolluse kogumid — tuumad. Ülemiste kühmude tuumad on ühenduses nägemis-, alumised tuumad kuulmisteedega.

Sylvius'e veejuha ümber on hallolluse kiht. Selles asetsevad kahe peaajunärvi — silmaliigutajanärvi (III paar) ja plokinärvi (IV paar) tuumad.

Alamail loomadel on nelikküngastiku asemel ainult nägemise kaksikküngastik. Selle purustamisel täheldatakse konnadel ja kaladel täielikku pimedust, sest et neil loomadel lõpevad kõik nägemiskiud kaksikküngastikus.

Ajusääred (*pedúnculi cérebri*) kujutavad endist kaht jämedat, nurgeti hargnevat ja piklikku aju suuraju poolkeradega ühendavat närvikimpu. Ajusäärtes eristatakse alumist osa — ajusäärte alust ja ülemist osa — katendit; viimane liibub vahetult vastu nelikküngastikku. Ajusäärte aluseid läbivad motoorsed närvikiud, katendit aga sensiiblid ja osaliselt koorealustest keskustest tulevad motoorsed kiud.

Ajusäärte aluse ja katendi vahel on hallolluse kiht — must substants; selle rakud sisaldavad suurel hulgal musta pigmenti — melaniini. Must substants esineb ainult inimesel ja tekib alles kolmandal eluaastal.

Ülalpool ajusäärte katendit, nelikküngastiku ülemiste kühmude tasapinnal, asetseb teine närvirakkude kogum — punane tuum; sellel on suur tähtsus. Punase tuuma kõrvalt kulgeb läbi ajusäärte kõigi sensiiblite juhteteede ühine kimp, nn. mediaalne ling, ja veidi selle kõrvalt kuulmisnärvikiudude kimp — lateraalne ling. Kõik mõlemate lingude sensiiblid kiud suunduvad ajusäärtest edasi nägemiskühmudesse. Mediaalse ja lateraalse lingu koosseisus suunduvad ülespoole suurajusse kõik sensiiblid juhteteed, välja arvatud nägemis- ja haistmiskulgla. Kumbki ajusäär suundub ajupoolkerasse sisenedes ülespoole ja moodustab nägemiskühmust väljaspool asetseva valgeolluse

piirkonna. Sellel piirkonnal on horisontaallõikes vöödi kuju ja ta kannab s i s e k i h n u (*cápsula intérna*) nimetust.

Keskaju funktsioonid. Nelikküngastik on selleks kohaks, kus asetsevad valgus- (nägemis-) ja hääle- (kuulmis-) ärritustega ühenduses olevate refleksikaarte neuronid; need on niinimetatud o r i e n t e e r u m i s r e f l e k s i d e k e s k u s e d. Näiteks loom pöörab silmi ja pead ilmunud valguse poole, teritab kõrvu, pöörab pead ja keha hääle suunas. Katsed on näidanud, et neid reflektoorseid liigutusi teevad ka need loomad, kelledel on ajupoolkerad kõrvaldatud, kuid säilitatud keskaju. Pärast keskaju, eriti nelikküngastiku kõrvaldamist kaovad orienteerumisrefleksid.

Keskaju funktsiooniks on samuti vöötlihaste toonuse jaotamise ja meie kehale normaalse hoiaku andmise ning selle säilitamise võime reguleerimine (h o i a k u r e f l e k s i d). Väga huvitavad M a g n u s'e k a t s e d näitasid, et krõbinat kuulnud kassil väheneb pea keeramisega paremale lihaste toonus paremal pool ja suureneb vasakul pool. Säärane toonuse ümberjaotumine soodustab vasaku kehapoole jäsemete liigutusi, s. t. kogu keha keeramist paremale, krõbina poole. Tõsi küll, kõrvaldatud keskajuga loomal toimub ka lihaste toonuse ümberjaotumine, kuid viimistletud ja normaalne on see ainult siis, kui keskaju on alles. Vigastatud keskajuga loomadel tekib lihaste toonuse järsk suurenemine, eriti sirutajalihaseis; lihased muutuvad kõvaks nagu puu.

Lihaste toonuse jaotamises on peamine ülesanne punasel tuumal. Punane tuum on samuti liigutuste koordinatsiooni (kooskõlastamise) üheks peamiseks keskuseks (vt. allpool).

Nõndaviisi on keskaju selja- ja pikliku aju suhtes kõrgemaks keskuseks.

LIIGUTUSTE KOORDINATSIOON.

Selja-, pikliku ja keskaju tegevuse näited tutvustasid meid meie organismi mitmesuguste reflektoorsete aktidega. Nii põhjustab naha või keha kõõluseis ja sidemeis asetsevate närvilõpmete ärritamine lihaskonna selle või teise osa reflektoorset kokkutõmbumist, mille tagajärjel toimub liigutus. Organism võtab vahetpidamata vastu väliskeskkonnast, samuti ka oma siseelundeilt mitmesuguseid ärritusi ja reageerib, vastab neile terve rea mitmesuguste liigutustega, kusjuures need liigutused on omavahel k o o s k õ l a s t a t u d.

Liigutuste k o o s k õ l a s t a m i n e ehk k o o r d i n e e r i m i n e toimub tsentraalnärvisüsteemi kaastegevusel.

Keha keerukaid liigutusi — jooksmist, käimist, ujumist jm. — koordineerivad tsentraalnärvisüsteemi kõrgemad osad — suured poolkerad ja ajukoorealused keskused. Liigutuste koordinatsioonist võtab osa ka ajuke (vt. allpool). Kuid koordinatsiooni aluseks pole muud midagi kui reflektoorne tegevus. Nii paindub käimisel ja jooksmisel õige järjestusega kordamööda kord parem, kord vasak põlv; see toimub meie teadvuse osavõtuta. Käies võime mõelda ükskõik millest, lahendada peast keerukaid ülesandeid, vestelda, laulda jne., kuid samal ajal tõmbuvad lihased õiges järjestuses kokku ja lõtvuvad; järjekorras paindub kord parem, kord vasak jalg.

Liigutuste koordinatsioon, samuti keha õige asendi säilitamine liikumisel on ainult sel juhul võimalik, kui tsentraalnärvisüsteemi vastavaile osadele antakse edasi erutused nahast, nägemis- ja kuulmiselundeist, poolringkanaleist, eriti aga lihaseist, kõõluseist ja sidemeist, mis informeerivad meid meie keha asendist ruumis jms.

Keerukate reflektoorsete liigutuste koordinatsioon oleneb erutumis- ja pärssimisprotsesside järjestusest tsentraalnärvisüsteemis.

Teame juba, et mingisuguse ärritaja (soojus, torge jm.) mõjumine närvilõpmele põhjustab närvikius erutumisprotsessi; see erutus levib siis kiudu mööda, lülitub teistele neuronitele ja on organismi reageerimise põhjuseks. Kuid tsentraalnärvisüsteemis avastati veel teinegi protsess, mis nimetati pärssimiseks. Pärssimisnähtus seisneb selles, et peaaju antud osa, neuronite antud rühm pole suuteline erutust edasi juhtima. Pärssimise tsentraalnärvisüsteemis avastas esimesena ja uuris põhjalikult vene füsioloog I. M. Setšenov XIX sajandi teisel poolel.

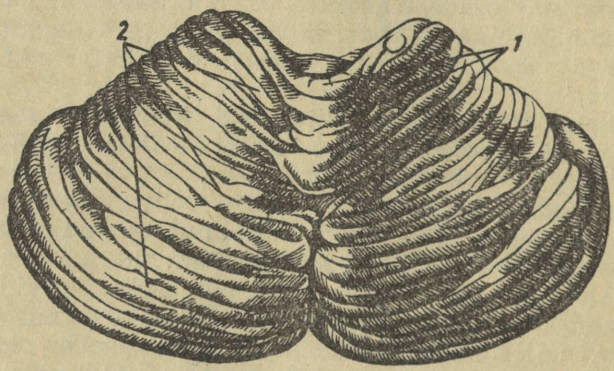
Tuleb arvestada, et pärssimisseisund ei ole mingi ebanormaalne, haiglane nähtus. Pärssimine oleleb organismis kõrvuti erutusega, tihedas ühenduses viimasega. Ühed neuronite rühmad on selja- ja peaajus erutus-, teised pärssimisseisundis, ja vastupidi.

Keeruka koordineeritud liigutuse näitena vaatleme käimist. Eeldame, et pärast esimest tahtelist liigutust käimisel on vasaku sääre painutajalihas kokku tõmbunud. Motoorsed ja sensiiblid närvilõpmed on selles erutatud; see erutus kandub tsentripetaalselt seljaaju neuronite kehadesse. Siin tekib nendes närvirakkudes, kus äsja esines erutus, nüüd pärssimine; seetõttu painutajalihased järelikult lõtvuvad ja vasak jalg laskub alla. Kuid pärssimisseisundis olnud närvirakkudes tekib

jälle erutus. Tsentrifugaalselt lihasesse kandudes põhjustab see erutus parema sääre painutajalihaste kokkutõmbumist, parem jalg tõuseb, ja inimene astub uue sammu. Kirjeldatud protsess toimub senikaua, kuni käimine lõpeb.

AJUKE.

Ajuke ehk väikeaju (*cerebéllum*) asetseb tagumises koljulohus pikliku aju taga. Tema kohal ripuvad peaaju poolkerade kuklasagarad, milledest ajukest eraldab kaheviilulise katuse kujuline aju kõvakelme jätke, nn. ajukesetelk. Ajuke koosneb ajukese-ussist (*vermis cerebelli*) ehk ürgajukesest ja kahest poolkerast (joon. 111). Ürgajuke esineb juba



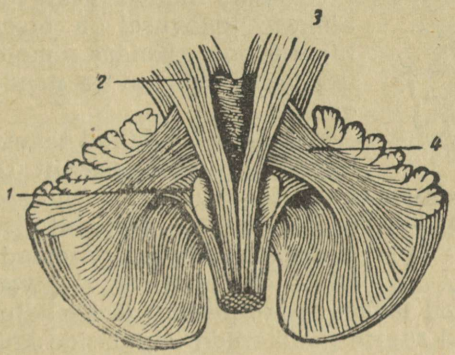
Joon. 111. **Ajuke** (ülavaade). 1 — ajukese-uss; 2 — ajukese sagarad.

madalamail selgroolistel loomadel, kelledel peaaju tervikuna ja eesaju eriti on väga nõrgalt arenenud. Ajukese poolkerad ehk uusajuke esinevad juba kõrgemail selgroolistel.

Teiste sõnadega, ajukese poolkerad on arenguloolliselt peaaju noorimad osad. Mitmesuguseil loomadel on ajuke erisugune. On huvitav märkida, et kaladel ja lindudel, kes ujuvad ja lendavad, s. t. teostavad keerukaid liigutusi, on ajuke märksa enam arenenud kui näiteks kahepaikseil või roomajail loomadel.

Ajukese poolkerade pind on samuti nagu aju suurte poolkerade pindki kaetud vagude ja käärudega. Kui teha läbi ajukese pikilõige piki ajukese-ussi, siis võib täheldada iseloomulikku, puud meenutavat kujutist. Vanaaja anatoomid nimetasid seda sarnasuse tõttu igihalja elupuuga „elupuuks". Peaajutü-

vega ühendab ajukest kolm paari harusid — ülemised, keskmised ja alumised. Need harud kujutavad endist närvikiudude kimpe. Ülemised harud ühendavad ajukese poolkerasid nelikküngastiku tagumiste kühmudega (vt. allpool). Keskmised ehk Varolio silla harud on kõige tugevamad. Nende harude närvikiud, mis algavad aju poolkerade koorest, suunduvad Varolio silla aluse tuumadesse ja sealt, pärast katkestust nendes tuumades, — ajukese kooresse. Keskmiste harude kaudu teostub ühendus ajukese koore ja suuraju koore vahel.



Joon. 112. **Ajukese seos muude peaajuosadega.** 1 — ajukese alumine säär; 2 — püramiidtee; 3 — ajusääred; 4 — ajukese keskmine säär.

Alumised harud ühendavad ajukese poolkerasid pikliku ajuga. Närvi-impulsid suunduvad meie keha lihaseist, sidemeist ja liigeseist närvikiude mööda ülespoole selja- ja pikliku aju ning alumiste harude kiudude kaudu ajukesse. Teine osa alumiste harude närvikiududest juhib närvi-impulsse sisekõrva poolringkanaleist, s. t. elundeist, millede varal inimene saab kujutluse oma asendist ruumis (joon. 112).

Ajukese poolkerad koosnevad hallollusest — koorest ja seesolevast valgeollusest. Ajukese valgeolluses asetsevad samuti tuumad, milledes katkevad ajukese juhteteed.

Ajukest varustab verega kaks lülituiksoont; need kulgevad koljuõõnde suure kuklamulgu kaudu.

Ajukese funktsioone selgitavad andmed saadi katsete tulemusena loomadega kas ajukese täieliku või osalise kõrvaldamise teel, samuti kliiniliste haigete vaatluse põhjal. Katsed ja tähelepanekud näitasid, et ajukese kõrvaldamisele või haigestumisele

järgneb kindlustunde kadumine liigutustes. Pärast ajukese kõrvaldamist muutuvad koeral liigutused ebatäpseks (tserebellaarne ataksia), lihaste toonus nõrgeneb järsult (atoonia) ja lõpuks lihaste jõu vähenemise tõttu väsib loom kergesti; ilmub niinimetatud asteenia (joon. 113).

Kliinilised vaatlused haigetel, kelledel haiguse vältel ajuke järk-järgult hävines, kinnitavad täiesti katseid loomadel. Säärased haiged kannatavad harilikult peapöörituse all, liiguvad nagu joobnud; nende kõne muutub ebaladusaks, skandeerivaks.



Joon. 113. Kõrvaldatud ajukesega koera kõnnak.

Toodud näited osutavad selgesti, et ajukese tegevusel on otsene suhe keha liigutustega. Kuidas nimelt ajuke mõjustab keha liigutusi ja nende koordinatsiooni?

Õpetlased juhivad tähelepanu ajukese tihedale seosele peaaju suurte poolkerade tegevusega. Ajukese ja suuraju poolkerad on arenguliselt tsentraalnärvisüsteemi kõige nooremad osad. Arvatakse, et ajukesest väljuvad impulsid pidurdavad, hoiavad tagasi selja-, pikliku ja keskaju reflekse. Sellega tagavad nad suurte poolkerade impulsside kõige täielikuma mõjulepääsemise. Nii pidurdab ajuke rohkearvulisi reflekse, mis tekivad iga liigutuse puhul lihaste, kõõluste ja sidemete närvilõpmeis.

Ajukese tegevusest oleneb keha liigutuste täpsus ja puhtus ehk, nagu öeldakse, liigutuste viimistlus. Ajukese pidamine peamiseks tasakaaluelundiks, nagu seda tehti varemalt, ei ole õige. Mõnedel lindudel võidi täheldada pärast ajukese kõrvaldamist, kuid poolringkanalite täielikul säilimisel võimet vabalt lennata.

Viimased uurimused on näidanud, et ajuke täidab muidki tähtsaid funktsioone (reguleerib ainevahetust jm.).

VAHEAJU.

Vaheaju koostisse kuuluvad nägemiskühmud, kühmudealune piirkond ja kolmas ajuvatsake. Vaheaju juurde kuulub kaks ajulise päritoluga endokriinset nääret: hüpofüüs (ajuripats) ja epifüüs (käbinääre ehk käbikeha). Kõik loetletud osad arenevad teisest ajupõisikust. Kõige tähtsamaiks neist on nägemiskühmud (*thálami óptici*) ja kühmudealune piirkond (*hypothálamus*, joon. 116).

Nägemiskühmud.

Nägemiskühmud (*thálami óptici*) ehk lihtsalt kühmud on kaks kaunis suurt aju hallolluse kogumit. Külje poolt liituvad nad poolkerade massiga; nende vertikaalselt asetsevaist sisemistest pindadest moodustuvad kolmanda ajuvatsakese seinad. Nägemiskühmude ülemisel pinnal kulgeb ajukommissuur selle juurde kuuluva käbikehaga. Kühmude alumist pinda nimetatakse kühmudealuseks piirkonnaks; siia kuulub kolmas ajuvatsake. Selle põhi kooldub lehtrikujuliselt ja selle lehtri otsas ripub hüpofüüs. Kolmas ajuvatsake on Sylvius'e veejuha kaudu ühendatud neljanda ajuvatsakesega.

Nägemiskühmud on kogu meie keha sensiibluse keskuseks. Kõik sensiiblid juhteteed koonduvad nägemiskühmudesse; siit kulgevad nad ajukooresse. Teisiti öeldes, iga tsentripetaalne impulss peab enne suurajukooresse jõudmist läbima nägemiskühmud. Mõnede õpetlaste arvates võtavad nägemiskühmud aktiivselt osa ajukoore tegevusest. Nendest oleneb „meeldiva" ja „ebameeldiva" tunde ehk, nagu öeldakse, aistingute värvuse tekkimine.

Kühmudealuses piirkonnas asetsevad kõrgemad vegetatiivsed keskused. See tähendab, et kühmudealune piirkond reguleerib ja kooskõlastab peaaegu kõigi meie siseelundite tööd. Selle piirkonna hävimisel täheldatakse mitmesuguseid muutusi soolestiku, emaka, kusepõie jt. silelihaste kokkutõmbumises. Seal asetseb ka peamine soojuse reguleerimise keskus. Kühmudealuse piirkonna hävimise puhul langeb loomadel kehatemperatuur. Osutatakse samuti teiste tähtsate (ainevahetus-, hingamis-, vereringe-) keskuste olemasolule kühmudealuses piirkonnas. Nägemiskühmude tagumised osad, nn. padjakesed (*pulvinar*), on seoses nägemisnärvide kiududega. Nende hävimisega kaasnevad harilikult nägemishäired. Käbinäärme ja ajuripatsi funktsioone käsitleme peatükis „Endokriinne süsteem".

EES- EHK SUURAJU.

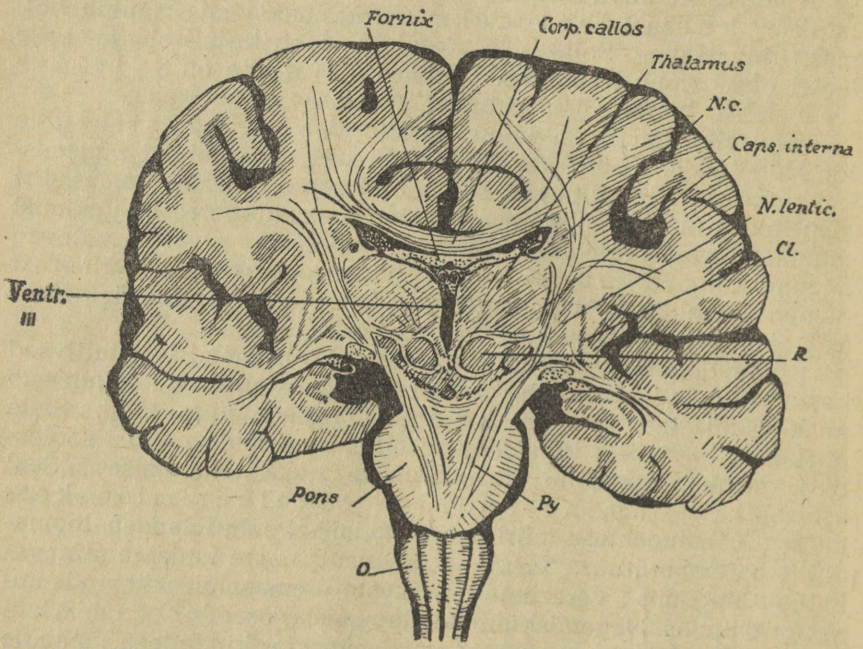
Inimese eesaju koosneb kahest suurest poolkerast nende vastu liibuvate haistesibulatega, mõhnkehast, peaajuvõlvist ja juttkehast. Kõik need ajuosad arenevad esimesest ajupõisikust.

Juttkeha. Ajukoorealused keskused.

Arengulooliselt kõige vanemaks, otseselt vaheajuga külgnevaks eesajuosaks on juttkeha (*corpus striátum*, joon. 114).

See on sügaval suurte poolkerade all asetsev hallolluse kogumik. Eristatakse kolme paari eesaju halle tuumi: sabatuuma, läätsekujulist tuuma ja tõket.

Tuumi lahutavad üksteisest valgeolluse kihid. Seetõttu näib peaaju see osa ristilõikes jutilisena (siit tulebki nimetus „juttkeha"). Eesaju halle tuumi nimetatakse ka ajukoorealusteks keskusteks.



Joon. 114. **Peaaju frontaalne läbilõik.** *Corp. callos.* — mõhnkeha; *Thalamus* — nägemiskühm; *Caps. interna* — sisemine kihn; *Py* — püramiidtee; *Pons* — Varolio sild; *N. c.* — sabatuum; *N. Lentic.* ja *Cl.* — juttkeha; *R* — punane tuum; *Fornix* — võlv; *O* — oliiv. *Ventr.* III — kolmas ajuvatsake.

Üht osa läätsekujulisest tuumast nimetatakse kahvatuks tuumaks (*pállidum*). See juttkehaosa on arenguloolisel kõige vanem. Kaladel ja kahepaikseil puudub juttkeha tervikuna, kuid *pallidum* on juba arenenud. Inimese lootel areneb kahvatu tuum loote-ea esimestel kuudel, kuid juttkeha tervikuna märksa hiljem. Paljud õpetlased peavad kahvatut tuuma koguni vaheajusse kuuluvaks.

Kahvatu tuuma funktsioonid.

Kahvatu tuum on peaaju motoorseks keskuseks. Nägemiskühmu neuroneist tulevad tundeimpulsid lülituvad siin ümber kahvatu tuuma neuroneile. Siit suunduvad motoorsed impulsid allapoole — vahe-, kesk-, piklikku ja seljaajusse. Niimoodi kahvatu tuum kontrollib ja kooskõlastab ajutüveosa kõikide allpool asetsevate osade tegevust. Ta on nende suhtes kõrgemaks ja arengulooliselt kõige hilisemaks osaks. On tähtis märkida, et kahvatust tuumast allapoole suunduvad impulsid põhjustavad allpool asetsevate motoorsete keskuste p i d u r d a m i s t. Kui alamail loomadel, kelledel suured poolkerad alles puuduvad, on nägemiskühmud ja kahvatu tuum aju kõrgeimaiks osadeks, siis roomajail, lindudel, imetajail ja inimesel alluvad need juttkehale ja suurte poolkerade koorele. Kuid neilgi omab kahvatu tuum suurt tähtsust. Kõiki keerukaid sünnipäraseid reflekse reguleerivad nägemiskühmud ja kahvatu tuum. Siia kuuluvad tõrje- ehk kaitseliigutused, mis toimuvad, nagu öeldakse, instinktiivselt, teadvuse osavõtuta. Näiteks silmade katmine kätega heleda valguse puhul, nälja- ja suguinstinkt jms.

Juttkeha funktsioonid.

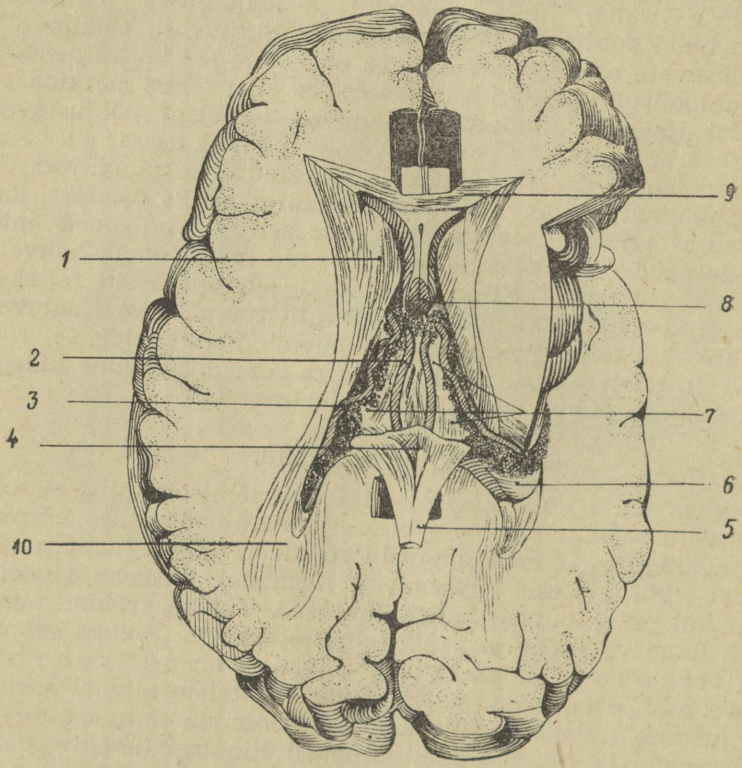
Juttkeha on, nagu juba mainitud, arenemiselt hilisem osa kui kahvatu tuum. Juttkeha on kahvatu tuuma suhtes kõrgem motoorne keskus. Tema impulsid reguleerivad kahvatu tuuma tegevust. Nii näiteks tugevnevad loomadel juttkeha vigastumise puhul reflektoorsed kaitseliigutused. Tühise krõbina puhul muutub loom valvsaks ja asub kaitsehoiakusse. Sellest selgub, et j u t t k e h a i m p u l s i d p i d u r d a v a d k a h v a t u t u u m a r e f l e k s e ja selle kaudu ka teiste allpool asetsevate ajuosade reflekse. Juttkeha funktsioonide tõttu muutuvad kõik loomade ja inimese instinktiivsed liigutused sujuvamaks, enam viimistletuks, saadud ärritustele vastavaks.

Peale selle arvatakse, et juttkehasse on koondunud ka vegetatiivse närvisüsteemi kõrgemad keskused (soojuse reguleerimise ja süsivesikute-ainevahetuse keskused).

Suured poolkerad.

Hall- ja valgeolluse jaotumine on eesajus teissugune kui selja- ja piklikus ajus. Poolkerade pinda katab hallolluse kiht — a j u k o o r. Siin asetsevad närvirakud — neuronite kehad. Nende jätked — tsentripetaalsed ja tsentrifugaalsed kiud — moodustavad ajukoore all paksu valgeolluse kihi.

Mõlemaid poolkerasid ühendab tihke valgeolluse kiht, nn. mõhnkeha (*corpus callósum*). Mõhnkeha all asetseb ajuvõlv (*fornix*); see koosneb kahest kaarjast närvikiudude kimbust ja toetab mõhnkeha altpoolt.

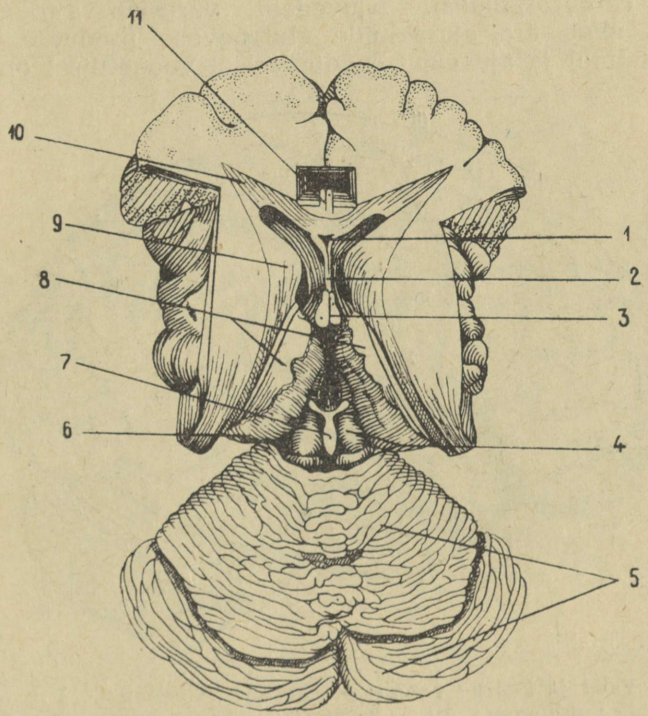


Joon. 115. Peaaju horisontaalne läbilõik. 1 — sabatuuma peake; 2 — peaaju siseveen; 3 — soonpõimiku arteerid; 4 — hipokampuse käärude tagumine kommissuur; 5 — võlvi keha; 6 — hipokampuse käär ehk Ammon'i sarv; 7 — kolmanda ajuvatsakese soonpõimik; 8 — võlvisambad (läbi lõigatud); 9 — külgmise ajuvatsakese eesmine sarv; 10 — tagumine sarv.

Poolkerade valgeolluse närvikiud jagunevad kolme rühma: assotsiatiivsed, kommissuraalsed ja projektsioonikiud.

Assotsiatiivsed närvikiud ühendavad ühe ja sama poolkera

ajukoore mitmesuguseid osasid omavahel. Kommissuraalsed kiud ühendavad üht poolkera teisega; nad moodustavad suurema osa mõhnkeha substantsist. Projektsioonikiud ühendavad ajukoort peaajutüve-osa neuronitega ja nende kaudu perifee-

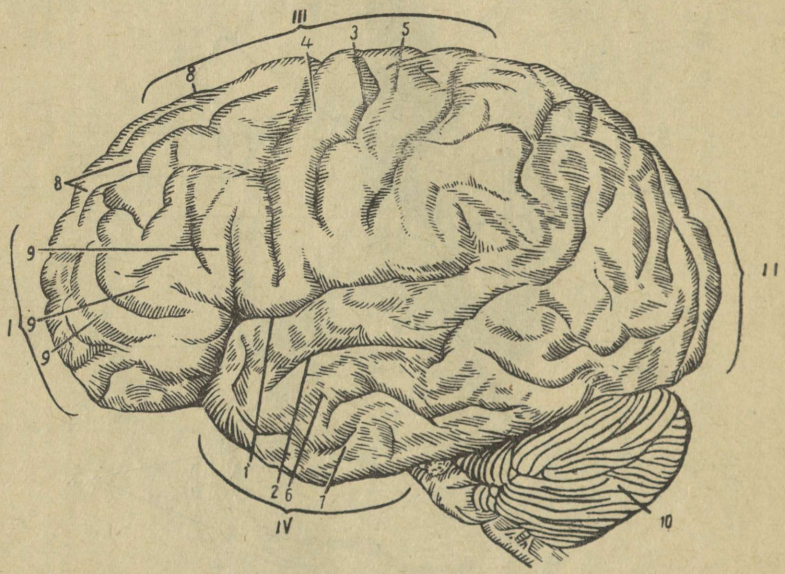


Joon. 116. **Peaaju horisontaalne läbilõik** (keskaju ja ajuke). 1 — läbipaistva vaheseina õõs; 2 — läbipaistev vahesein; 3 — võlvisambad ristilõikes; 4 — nelikküngastik; 5 — ajuke; 6 — nägemiskühmu tagumine osa; 7 — käbikeha ehk ajukäbi; 8 — nägemiskühm; 9 — sabatuuma peake; 10 — külgmise ajuvatsakese eesmine sarv; 11 — mõhnkeha põlv.

riaga. Projektsioonikiud pole muud midagi kui meile juba tuttavad juhteteed — tsentripetaalsed ja tsentrifugaalsed kiud, mis kulgevad perifeeriast tsentrumisse ja tsentrumist perifeeriasse.

Kummaski poolkeras on a j u k ü l g v a t s a k e (joon. 115 ja 116). Aju külgvatsakesed kujutavad endist esimese ajupõisiku

õõnte rudimente; nad on Monro ehk interventrikulaarmulgu kaudu ühenduses kolmanda vatsakese õõnega. Külgvatsakeste õõsi, samuti nagu kolmanda ja neljanda vatsakese õõntki, vooderdab veresoonte poolest rikas aju õrnkelme. Nendest soontest tungib külgvatsakeste õõnde ajuvedelik (*liquor cerebrospinális*). Ajuvedelik varustab aju toitainetega ja uhab ära ajurakkude elutegevuse produkte. Veresoonte seintel ja ajukelme endoteliaalsel vooderdisel on mõne-

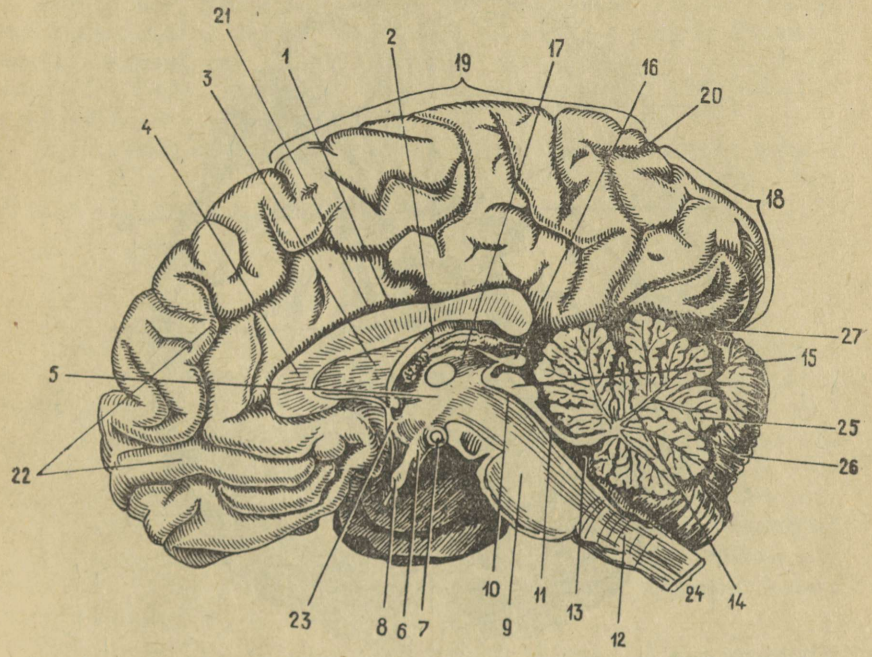


Joon. 117. **Vaod ja käärud peaaju poolkerade välispinnal.** I — otsmikusagar; II — kuklasagar; III — kiirusagar; IV — oimusagar; 1 — Sylvius'e lõhe; 2 — ülemine oimuvagu; 3 — Rolando ehk keskvagu; 4 — eesmine keskkäär; 5 — tagumine keskkäär; 6 — keskmine oimukäär; 7 — alumine oimukäär; 8 — ülemine otsmikukäär; 9 — alumine otsmikukäär; 10 — ajuke.

suguste ainete ja kõrvaliste kehade (näiteks pisikute) kinnipidamise võime; nad moodustavad sellega hemato-entsefaalse barjääri. Sellel asjaolul on suur tähtsus aju kaitsmiseks nakkuste, mürkide jms. eest. Ajuvedeliku kogushulk on pea- ja seljaajus ligikaudu 200 sm^3.

Kummagi poolkera pinnal eristatakse viit sagarat: otsmiku-, kiiru-, kukla- ja oimusagar ning Reil'i saar.

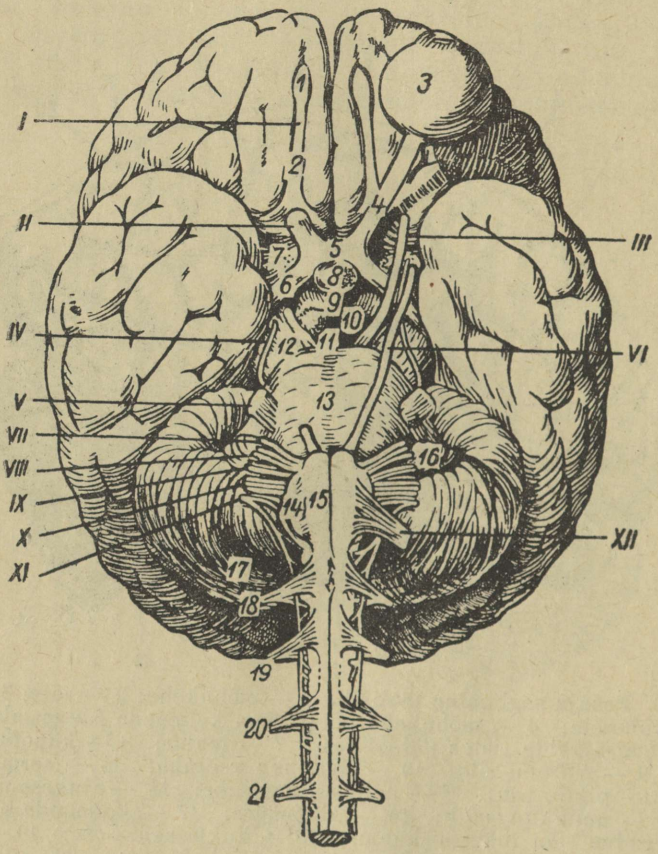
Poolkerade pind on kaetud sügavate lõhedega ja rohkearvuliste madalate vagudega, millede vahelt kerkivad vallikujulised ajukäärud. Kõik need ebatasasused suurendavad tunduvalt ajukoore üldist pinda. Vaod ja käärud tekivad lootel kaunis vara-



Joon. 118. **Peaaju sagitaalne läbilõik.** 1 — mõhnkeha; 2 — võlv; 3 — läbipaistev vahesein; 4 — mõhnkeha põlv; 5 — kolmanda ajuvatsakese õõs; 6 — nägemisnärvide ristus (läbilõikes); 7 — lehter; 8 — hüpofüüs (ajuripats); 9 — Varolio sild; 10 — Sylvius'e veejuha; 11 — eesmine ajupuri; 12 — piklik aju; 13 — neljas ajuvatsake; 14 — ajukese-ussi läbilõik; 15 — nelikküngastik; 16 — käbinääre; 17 — kolmanda ajuvatsakese külgmine sein (nägemiskühm); 18 — kuklasagara-osa; 19 — kiirusagar; 20 — kukla-kiiru vagu; 21 — mõhnkehavagu; 22 — otsmikusagar; 23 — kolmanda ajuvatsakese eesmine sein; 24 — pikliku aju läbilõikekoht seljaajuks ülemineku kohal; 25 — ajukese valgeollus; 26 — ajukese poolkera; 27 — kuklasagara alumine äär.

kult — loote-ea kolmandal kuul. Loomariigis arenevad nad ainult kõrgemail imetajail: kiskjail (koer, kass), kabjalistel (hobune), primaatidel (ahvid). Eriti hästi on käärud arenenud antropoididel (inimesesarnaseil ahvidel), kes oma arenemiselt seisavad inimesele kõige lähemal. Ajaliselt kõige varem are-

neb Sylvius'e lõhe. See vagu on piiriks oimusagarale ühelt poolt ja otsmiku- ning kiirusagarale teiselt poolt (joon. 117). Lootel hoiduvad selle vao ääred hästi laiali; nende



Joon. 119. **Peaajupõhimik** (peaaju altpoolt). I — haistmisnärv; II — nägemisnärv; III — silmaliigutajanärv; IV — plokinärv; V — kolmiknärv; VI — silmapöörajanärv; VII — näonärv; VIII — kuulmisnärv; IX — keele-neelu närv; X — uiterk; XI — lisanärv; XII — keelealune närv. 1 — haistesibul; 2 — haistmiskulgla; 3 — parem silmamuna; 4 — nägemisnärv; 5 — nägemisnärvide ristus; 6 — nägemiskulgla; 7 — eesmine mulgustatud ollus; 8 — ajuripats; 9 — hall kühm; 10 — nibujaskeha; 11 — tagumine mulgustatud ollus; 12 — ajusäär; 13 — Varolio sild; 14 — alumine oliiv; 15 — püramiid; 17 — ajuke; 18—21 — nelja ülemise seljaajunärvi tüved.

vahelt tungib teravalt esile Reil'i saar. Sünniajaks vajub Sylvius'e vagu kinni ja katab Reil'i saare. Teine suur vagu — Rolando ehk tsentraalne vagu — on piiriks otsmiku- ja kiirusagara vahel; see areneb lootel pärast Sylvius'e lõhet.

Poolkerade sisemisel pinnal on järgmised suured vaod: mõhnkeha-, kukla-kiiru ja kannusevagu. Rolando vaost eespool on otsmikusagaras eesmine keskkäär. Rolando vaost tagapool kulgeb kiirusagaral tagumine keskkäär.

Poolkerade sisemisel pinnal on veel üle mõhnkeha kulgev võlvkäär ja hipokampuse (merihobuse) käär ehk Ammon'i sarv; viimane asetseb mõhnkeha all (joon. 115).

Ajukoor.

Ajukoore paksus ei ületa 4 mm. Mikroskoopiliselt struktuurilt koosneb ajukoor mitmesuguste närvirakkude kuuest kihist. Inimestel on nende kihtide paksuse suhe ja närvirakkude iseloom individuaalselt erinev. Mitmesugune on ta samuti ka aju üksikuis osades. Ajukoore, samuti ajukoore üksikuisse osadesse impulsse üleandvate või sealt impulsse viivate närvikiudude struktuuri detailide mikroskoopiline uurimine võimaldas õpetlastel selgitada, et poolkerade koor on seoses kõikide allpool asetsevate tsentraalnärvisüsteemi osadega ja nende kaudu kogu perifeeriaga.

Ajukoore mitmesuguste osade funktsioonid ei ole ühesugused. Ühenduses sellega jaotatakse poolkerade koor üksikuiks piirkondadeks.

Mõlema poolkera eesmises keskkäärus on motoorsed tsentrumid ehk keskused. See on motoorne keskus. Siit viivad tsentrifugaalsed kiud erutusi vahetult meie keha vöötlihaseile. Selle tagajärjel me teostame neid või teisi tahtelisi liigutusi.

Sensiiblid ehk sensoorsed keskused asetsevad tagumises keskkäärus, tagapool Rolando vagu (joon. 117). See on sensoorne keskus. Siia tulevad erutused sensiiblite närvikiudude kaudu perifeeriast — nahast, lihaseist, liigeseist, kõõluseist. Sensiibli keskuse erutused põhjustavad valu-, külma-, soojuse- jms. aistinguid.

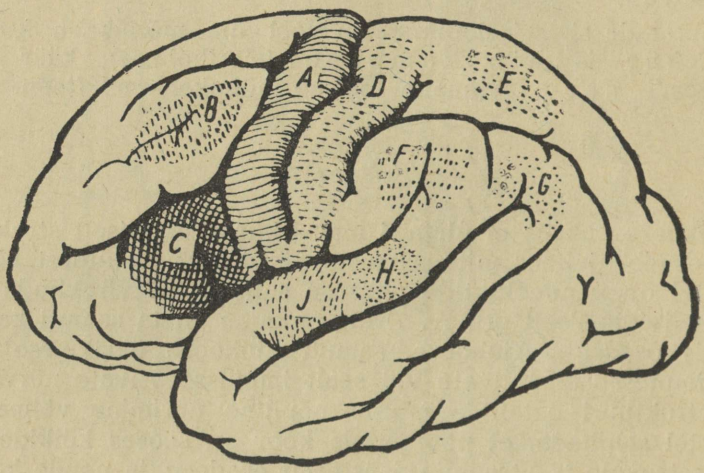
Nägemiskeskus asetseb mõlemate poolkerade kukla-

sagara koores kannusevao piirkonnas. Siin on närvikeskused, milledesse suunduvad erutused nägemiselundeist.

Kuulmiskeskus on oimusagaras.

Haistmis- ja maitsmiskeskus on Ammon'i sarve käärus.

Kõnelemiskeskus ehk Broca tsentrum on vasaku poolkera kolmandas otsmikukäärus. Teatavasti on artikuleeriv ehk



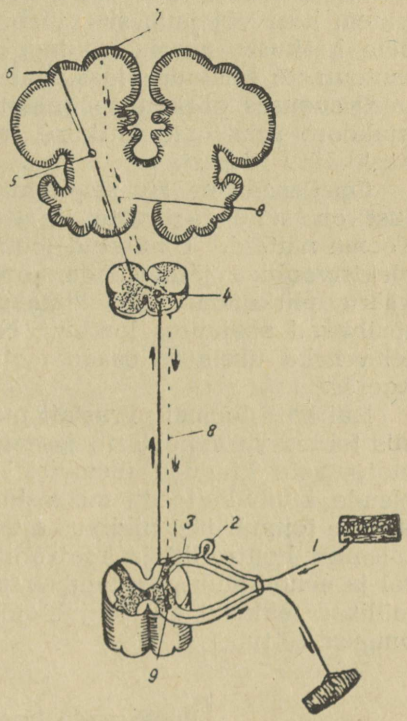
Joon. 120. **Suuraju poolkerade koore keskused.** *A* — koore liigutustekeskused; *B* — assotsiatsioonikeskus pea ja silmade koordineeritud pööramiseks vastaspoolele; *C* — kõnelemise ja liigutuste assotsiatsioonikeskus; *D* — koore tundlikkusepiirkond kõikide tundlikkuseliikide jaoks (temperatuuri-, valu-, kompimistundlikkus); *E* — stereognostiline assotsiatsioonikeskus; *F* — praksia assotsiatsioonikeskus; *G* — kirjutamise optiline assotsiatsioonikeskus; *H* — kõne akustiline assotsiatsioonikeskus; *I* — kuulmise projektsioonikeskus.

liigendav hääldamine omane ainult inimesele. Loomad suudavad väljendada ainult liigendamata hääli (haukumine, hirnumine, möirgamine jne.). Karjumiskeskus, s. t. häälepaelte- ja keelelihastega seoses olev neuronite rühm, asetseb piklikus ajus. Loomade ajukoores puudub kõnelemiskeskus. Inimesel areneb see keskus võrdlemisi hilja, umbes teisel eluaastal. Imik on nagu loomgi võimeline ainult karjuma, mitte aga kõnelema.

Sensiiblite ja motoorsete impulsside teed.

Vaatleme nüüd lühidalt neid teid, mida mööda kulgevad ajukooresse tsentripetaalsed sensiiblid impulsid, ja teid, mida mööda suunduvad ajukoorest motoorsed tsentrifugaalsed impulsid. Joonis 121 kujutab neid teid skemaatiliselt.

Sensiibel tsentripetaalne tee. Sensiibli närvikiu lõpmed said naha mingisugusest osast ärrituse. Sensiibli neuroni perifeerse jätke (1) kaudu antakse erutus edasi spinaaltängule (2). Siis suundub erutus sama neuroni tsentripetaalset jätket (3) mööda seljaajusse. Seljaaju valgeollust mööda (Goll'i ja Burdach'i väädi kaudu) kandub erutus üle piklikku ajusse uude neuronisse (4). Selle neuroni kiud ristuvad, s. t. suunduvad vastaspoolsesse külge. Neid mööda jõuab erutus nägemiskühmu, kus ta jällegi lülitub uuele neuronile (5). Selle neuroni jätke annab erutuse edasi ajukoore (6) sensiibleile (sensoorseile) keskustele. Selle tagajärjel tunneb inimene seda ärritust, mille sai vastav nahapiirkond. Säärane on tsentripetaalsete sensiiblite impulsside tee.



Joon. 121. **Juhteteede skeem.** 1 — sensiibel kiud; 2 — spinaaltänk; 3 — sensiibel juur; 4 — piklik aju; 5 — sensiibel juhtetee; 6 — sensiibel keskus; 7 — motoorne keskus; 8 — motoorne juhtetee; 9 — motoorne neuron.

Motoorne tsentrifugaalne tee. Ajukoore motoorsetes keskustes (7) tekkinud erutus levib teiste närvikeskuste impulsside tagajärjel tsentrifugaalseid kiude (8) mööda alla ja jõuab piklikku ajusse. Seal lähevad kiud üle vastaspoolele ja jõuavad siis seljaajusse. Seljaajus, hallolluse eesmistes sarvedes, lülitub erutus motoorsele neuronile (9) ja jõuab selle neuriiti mööda

seljaaju seganärvi koosseisus lihasesse, põhjustades selle kokkutõmbumise. Nii teostab ajukoore motoorne keskus meie keha liigutuste kontrolli. Niisugune on tsentrifugaalsete motoorsete impulsside tee.

Nüüd peaks meil selge olema, et kui haigel on halvatud parem käsi või jalg, siis tuleb põhjust otsida ajukoore motoorsete keskuste normaalse tegevuse häires või tsentrifugaalsete motoorsete kiudude vigastumises. Tundlikkuse kadumine naha mingisuguses piirkonnas, juhteteede olles vigastamata, kõneleb ajukoore sensoorse keskuse teatavate osade, nimelt tagumise keskkääru rikkest.

Õpetlased on ka selgitanud, missuguseil ajukoore osadel just on suhe teatavate lihaste rühmadega või nahaosadega. Toome näiteid. Uinutatud loomal avatakse kolju ja ärritatakse elektrivooluga järgemööda kord üht, kord teist eesmise keskkääru piirkonda. Täheldatakse, missugused lihaste rühmad tõmbuvad seejuures kokku. Nii võimaldus loomadel kindlaks teha keha üksikute osade motoorsete keskuste asukohad ajukoores.

Kui katseloomal purustati parema poolkera motoorne keskus, siis tekkis vasakpoolsete jäsemete halvatus. Nii tehti kindlaks motoorsete kiudude üleminek vasakult poolt paremale poole. Nende kiudude teede mikroskoobiline uurimine näitas, et ristumine toimub just piklikus ajus. Loomadega sooritatud katsete tulemusi kontrolliti ja kontrollitakse haiglais vaatlustega haigetel ja nende muutuste tundmaõppimise teel (haige surma puhul), millised tekkisid aju ja juhteteede mitmesugustes piirkondades haiguse tõttu.

Poolkerade koore funktsioonid.

Poolkerade koore tähtsus organismi elutegevuses selgub eriti hästi loomade vaatlemisel, kelledel on ajupoolkerad kõrvaldatud.

Kalad ja kahepaiksed taluvad ajupoolkerade kõrvaldamise operatsiooni hästi. Teame, et nende loomade eesaju on muude osadega võrreldes väga vähe arenenud. Luuliste kalade ja konna käitumine ei erine pärast operatsiooni märgatavalt normaalsete loomade käitumisest.

Linnud ei talu seda operatsiooni nii hästi. Kõrvaldatud ajupoolkeradega tuvi käitumine erineb tugevasti normaalse tuvi käitumisest. Peamiselt muutub linnu suhtumine teda ümbritsevasse olukorrasse. Näiteks ei ole opereeritud tuvi võimeline

toitu valima, vaid nokib järjest kõike, mis aga ette juhtub; ematuvi ei reageeri poegade piiksumisele, isatuvi kudrutamisele jms.

Veel selgemini avaldub poolkerade kõrvaldamine kõrgemate imetajate — koerte ja eriti ahvide käitumises. Opereeritud koer eelistab magada, põrkab vastu ettejuhtuvaid asju, ei ole suuteline ise toitu otsima, ei tunne oma peremeest, ei mäleta oma nime, ei reageeri kassi juuresolekule, teiste koerte haukumisele, hammustab ja tõmbub tagasi, kui teda meelitatakse. Niisugust koera ei ole võimalik taltsutada.

Inimesel põhjustab mitte ainult ajupoolkerade kõrvaldamine, vaid juba nende enam-vähem oluline vigastamine surma. Puudulikult arenenud ajupoolkeradega sündinud laps sureb mõne päeva jooksul pärast ilmaletulekut.

Ülalöeldust pole raske järeldusi teha. Mida kõrgemal arenemisastmel organism on, seda tugevamini avaldub temas ajupoolkerade puudumine, s. t. seda suurem tähtsus on tema elus ajukoorel. Ajupoolkerade puudumine ei mõjusta hukutavalt seede-, vereringe-, hingamiselundite jne. talitlusi; enam-vähem normaalseiks ja kooskõlastatuiks jäävad ka looma liigutused [1], kuid järsult muutuvad tema käitumine, suhtumine ümbrusesse ja kohanemisvõime keskkonnaga.

Suurte poolkerade koor on kohaks, kus tekivad närviühendused, mis võimaldavad organismil kohandada oma käitumist olelu mitmesuguste kiiresti muutuvate tingimustega.

Inimesel on peale selle ajukoorega ühenduses teadvus ja mõtlemine — kõrgem närvide talitlus, mitte ainult võime kohanemiseks ümbrusega, vaid ka suutelisus ümbruse muutmiseks.

Tingimatud ja tingitud refleksid.

Refleksiks ehk reflektoorseks aktiks nimetame tegevust, mis teostub tsentraalnärvisüsteemi kaudu vastuseks ärritusele.

Vene geniaalne füsioloog akadeemik I. P. Pavlov, tingitud reflekside õpetuse rajaja, jaotas loomade ja inimese reflekse tingimatuiks ja tingitud refleksideks.

---

[1] Inimesel põhjustab vähimgi rike eesmise keskkääru piirkonnas liigutuste häireid.

Tingimatuiks refleksideks nimetas Pavlov organismi niisugust reageerivat tegevust, mis on kaasa sündinud, alatine, mis antakse edasi pärivuse teel ja teostatakse tsentraalnärvisüsteemi madalamate osade — seljaaju ja ajutüve osavõtul. Näiteks põlverefleks, käe tagasitõmbumine tulise külge puutumisel, pea pööramine heleda valguse ja hääle poole, tõrjeliigutused, lapse imemisliigutused jms. Kõik need reflektoorsed aktid võivad teostuda ajukoore ja poolkerade vahetu osavõtuta. Enamik tingimatuid reflekse väljendub inimesel juba esimestel päevadel pärast sündimist.

Tingitud refleksideks nimetas Pavlov organismi niisugust reageerivat tegevust, mis ei ole kaasa sündinud ja alatine, mis tekib organismi individuaalses eluprotsessis „elukogemuse" tagajärjel, kaob ja võib uuesti tekkida. Tingitud refleksid teostuvad närvisüsteemi kõrgemate osade osavõtul — kõrgemail loomadel ja inimesel ajukoore kaastegevusel.

Toome mõned tingitud reflekside näited. Teatavasti eritub loomadel ja inimesel söömisprotsessiga ühenduses sülge. Kui näidata noorele kutsikale, kes pole veel lihatoitu maitsnud, lihatükki, siis jääb kutsikas rahulikuks, sülge tal ei eritu. Kui aga sööta seda kutsikat mõned korrad lihaga, siis, näidates talle lihatükki või lastes seda nuusutada, põhjustab õige pea ainult liha nägemine või lõhn üksi juba kutsikal rahutust ja sülje rohket eritumist. Sülje eritumine on kutsikal tingitud refleks — reageeriv tegevus näiteks nina limaskesta ärritamisele liha lõhnaga. See refleks on kutsikal uus, nii-öelda „elukogemusest" saadud (kutsikale anti enne söötmist liha nuusutada).

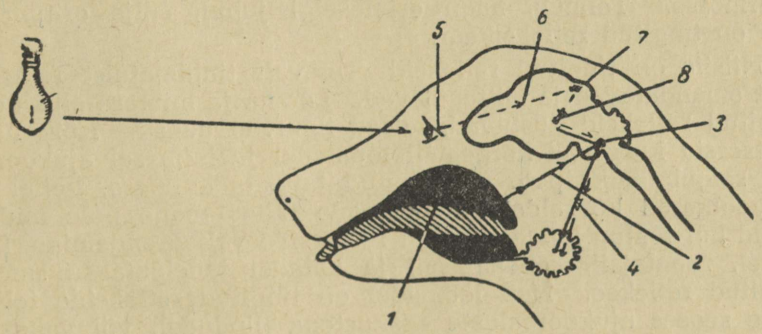
Kui paljude päevade jooksul koera söötmisel iga kord süüdata lamp, siis võime täheldada sülje rohket eritumist koguni sel juhul, kui toitu ei antagi, vaid süüdatakse ainult lamp. Sülje eritumine silmade ärritamisel valgusega on ka tingitud refleks, mis on samuti saadud süstemaatilise kordamise tulemusena.

Tingitud refleksid kujunevad tingimatute reflekside alusel. On selge, et kui pärast lambi süütamist koerale ei antaks toitu, siis sülge ei erituks, ükskõik kui palju me lampi süütaksime; teiste sõnadega, tingitud refleksi ei tekiks.

Kui koos valguse sisselülitamisega paljude päevade jooksul ärritada koera käppa elektrivooluga, siis võib see põhjustada tingitud kaitserefleksi valguse peale, s. t. koera käpp tõmbub iga kord tagasi, niipea kui süüdatakse lamp.

Niiviisi on suu ja keele limaskesta ärritamine esimeses ja teises näites ning naha ärritamine elektrivooluga kolmandas näites tingimatuiks ärritajaiks. Nad põhjustavad alati sülje eritumist ja käpa tagasitõmbumist. Tingimatud ärritajad põhjustavad tingimatuid reflekse.

Liha nägemine või lõhn esimeses näites, lambi valgus teises ja kolmandas jätsid looma esialgu ükskõikseks, ei põhjustanud temal mingisugust reageerivat tegevust. Kuid pärast seda kui need neutraalsed ärritajad leidsid toetamist tingimatute ärritajate poolt, s. t. kui pärast valguse ilmumist anti koerale



Joon. 122. **Tingimatud ja tingitud refleksid** (skeem). 1 — keele maitsmisnäsad; 2 — sensiiblid närvikiud; 3 — pikliku aju süljeeritumiskeskus; 4 — motoorne sekretoorne närvikiud; 5 — silma võrkkest; 6 — nägemisnärvi sensiibel kiud; 7 — ajukoore nägemiskeskus; 8 — kõrgem süljeeritumiskeskus.

toitu või ärritati käppa elektrivooluga, muutusid neutraalsed ärritajad tingivaiks (ehk, nagu öeldakse, signaalivaiks); nad hakkasid põhjustama tingitud reflekse.

Kui valgust süüdata mitu korda järjestikku, kuid käppa elektrivooluga mitte ärritada, siis lakkab koeral käpa tagasitõmbumine valguse ilmumisel. Teiste sõnadega: kui tingitud ärritajat (valgust) ei toeta tingimatu ärritaja (elektrivool), siis tingitud refleks kustub. Tõsi küll, seda võib lühikese ajaga jälle taastada, kui uuesti hakata üheaegselt rakendama mõlemaid ärritajaid.

Vaatleme tsentrifugaalsete ja tsentripetaalsete impulsside teid tingimatute ja tingitud reflekside puhul (joon. 122). Toidupala koera suus ärritab keele maitsmisnäsasid (1). Siit suundub erutus tsentripetaalseid kiude (2) mööda pikliku aju süljeeritu-

miskeskusse (3). Süljeeritumiskeskusest kandub erutus tsentrifugaalse sekretoorse närvikiu (4) kaudu süljenäärmele, mille tagajärjel süljenäärme rakud hakkavad sülge eritama. See on tingimatu refleksikaar. Samaaegselt jõuab erutus ajukooreni ja põhjustab selle teatavas piirkonnas (kõrgemas süljeeritumiskeskuses) (8) erutuskolde.

Elektrilambi valgus erutab silma võrkkesta närvilõpmeid (5). Siit kandub erutus nägemisnärvi tsentripetaalseid kiude (6) mööda ajukoore nägemiskeskusse (7), siis edasi kõrgemasse süljeeritumiskeskusse (8), sealt süljeeritumiskeskusse piklikus ajus (3) ja lõpuks tsentrifugaalseid närvikiude (4) mööda süljenäärmesse. Toimub, nagu esimeselgi juhul, sülje eritumine. See on tingitud refleksikaar.

Niisiis on tingitud refleksid erinevalt tingimatuist refleksidest omandatavad ja mittepüsivad. Looma ja inimese elus ühed tingitud refleksid kustuvad, teised ilmuvad uuesti. Kõik need protsessid kulgevad kõrgemail loomadel ja inimesel ajukoores. Siit selgub, miks pole õnnestunud taltsutada koera, kellel on ajupoolkerad kõrvaldatud. Loomade taltsutamine pole midagi muud kui teatud hulga tingitud reflekside väljaarendamine. Lindudel, roomajail, kahepaikseil ja kaladel täheldatakse samuti tingitud reflekse. Neil loomadel on tingitud reflekside tekkimine seoses ajukoorealuste keskustega (lindudel) või vahe- ja keskajuga.

Mitmesugused tingitud refleksid ongi nendeks närvisidemeteks, mis võimaldavad loomal kohandada oma käitumist ümbritseva keskkonnaga.

Erutumis- ja pärssimisprotsessid ajupoolkerade koores.

Ajupoolkerade koores, nagu teisteski närvisüsteemi osades, tekivad kõrvuti erutumisprotsessiga pärssimisprotsessid. Pärssimine väljendub närvikeskustes selles, et antud neuronite rühm pole suuteline uut erutust edasi andma. Näiteks mingisuguse tingitud refleksi kustumisel viibivad ajukoore teatavad piirkonnad pärssimisseisundis. Tingitud refleksid, kui neid ei toetata enam tingimatute ärritajatega, hakkavad ajukoores tekkiva pärssimise tagajärjel kustuma. Nende asemele tekivad uued tingitud refleksid, korralduvad uued ühendused ajukoore üksikute piirkondade vahel, ja organism hakkab ümbritsevale keskkonnale teistmoodi reageerima.

Nii näiteks pidurduvad loomadel olemasolu tingimuste muutumisel (näiteks uude kohta siirdumisel) vanad tingitud refleksid, millede abil nad olid kohanenud endiste elamistingimustega, ja ilmuvad uued, uutele tingimustele vastavad tingitud refleksid.

Erutus ja pärssimine on kogu närvisüsteemi tegevuse aluseks. Ajukoores esinevaid erutus- ja pärssimisnähtusi uuris üksikasjaliselt akadeemik I. P. Pavlov ühes oma rohkearvuliste õpilastega. Selgitati rida seaduspärasusi: näiteks kui ajukoore ühtedes piirkondades tekib tugev erutus, siis ilmub teistes, naaberpiirkondades pärssimine, ja vastupidi. Hele, pimestav valgus või terav järsk heli võib põhjustada loomal kõigi tingitud reflekside ajutise kustumise. See tähendab, et ajukoore ühes piirkonnas tekkis tugev erutus, kuid naaberpiirkonnad sattusid pärssimisseisundisse; kõik nende piirkondadega ühenduses olevad refleksid pärsiti, nad kadusid. Katsed on näidanud, et kui koerale söömise ajal näidata kassi, siis lakkab sülje eritumine otsekohe. Erutus on sealjuures sedavõrd tugev, et pärssub isegi tingimatu süljeeritumisrefleks.

Peale selle on selgunud, et ajukoore ühes piirkonnas tekkinud tugev erutus või pärssimine võib levida ja haarata lähedasi osi, närvirakkude uusi rühmi, ehk piltlikult väljendades — ajukoores laiali valguda.

Uni ja hüpnoos. I. P. Pavlov andis ajukoores erutuse ja pärssimise levimise seadusi uurides teadusliku seletuse ka säraseile nähtustele, nagu uni ja hüpnoos.

Uneseisund tekib ajus leviva pärssimisprotsessi tagajärjel. Uni on Pavlov'i sõnade järgi laialivalgunud pärssimine. Harilikult haarab pärssimine une ajal mitte ainult ajukoort, vaid ka allpool asetsevaid piirkondi — koorealuseid keskusi, ajutüve, mistõttu nõrgeneb kõigi lihaste toonus ja nad lõtvuvad. Kuid isegi kõige sügavama une ajal pole kaugeltki kogu närvisüsteem pärsitud. Magades me hingame normaalselt; samuti töötavad normaalselt meie süda ja teised elundid. Järelikult viibib terve rida närvisüsteemi osi une ajal erutusseisundis. Erutuskoldeid säilib une ajal ka ajukoores; sellega seletuvad meie unenäod. Unenäod olenevad välistest ärritustest une ajal, samuti närvisüsteemi erutuse astmest une eel. Need ajupiirkonnad, mis kõige enam ja kõige sagedamini erutusid une eel, jäävad kõige erutuvamaks ka une ajal. Seepärast kajastavad unenäod ühel või teisel määral harilikult seda, millest mõtles või mida nägi inimene otse enne und: unenägudes peegelduvad inimese mured, elamused, mälestused.

Une ajal häirub normaalne ühendus ajukoore üksikute osade vahel, sest osa neist on pärsitud; seetõttu ongi unenäod segased, seoseta, mõnikord mõttetud. Sagedaid ja rahutuid unenägusid esineb reeglipäraselt kergesti erutuva või liigväsinud närvisüsteemiga inimestel. Sügav, rahulik, unenägudeta uni on omane terve, stabiilse närvisüsteemiga inimestele.

Hüpnoosiseisundit seletas I. P. Pavlov samuti pärssimise levimisega ajukoores. Kuid hüpnoosi puhul haarab pärssimine ainult piiratud alasid, näiteks ainult motoorset keskust. Inimene tajub normaalselt kõike ümbritsevat, kuid ei saa liigutada ei kätt ega jalga. „Hüpnoos on osaline uni."

Erutuse süntees ja analüüs ajukoores. Nagu juba täheldasime, kujunevad tsentraalnärvisüsteemis kõige lihtsamate tingitud reflekside tekkimisel ajukoore üksikute osade, närvirakkude üksikute rühmade vahel mitmesugused kord enam, kord vähem kindlad ja püsivad ühendused. Ajusse saabuvad erutused seostuvad, üldistuvad, ühenduvad. Füsioloogid nimetavad seda nähtust erutuste sünteesiks (süntees — ühendus).

Isegi loomad (koerad) on suutelised seostama, ühendama mitut üksteisele järgnevat erutust ja neile teataval viisil reageerima. Pavlov'i õpilastel läks korda selgitada, et koer suudab tajuda ärritusi — signaale (näiteks valgust, pasuna häält jne.) — mitte ainult igaühte eraldi, vaid ka nende summat, s. t. mitut signaali üheskoos võetult.

Samade katsetega selgus teinegi tähtis iseärasus. Koer osutus suuteliseks eristama üksteisest väga lähedasi ärritusi: näiteks pasuna häält sarve häälest, mitmesuguses kõrguses noote, esemete kuju (ovaal või ring) jne. Seejuures ilmnes, et mitmesuguste häälte ja lõhnade suhtes ületavad koerad (eriti nende metsikud sugulased — rebased ja hundid) kaugelt inimese. Nad on suutelised täpselt eristama lõhnu, väga kõrgeid helisid, mida inimese kõrv ei taju enam, jms.

Detailide eristamise võime, ärrituse lahutamine just kui koostusosadeks sai erutuste analüüsi nimetuse (analüüs — lahutamine). I. P. Pavlov seletas sääraseid nähtusi sellega, et tekkinud erutus haarab algul hulga rakke ajukoores, kuid koondub siis väikesele, piiratud alale; naaberaladel aga tekib pärssimine. Kui koer katse algul ei ole suuteline eristama kahte teineteisele lähedast heli, siis pärast rohkeid harjutusi, kui esimest heli kinnitab näiteks toit, teist aga mitte, eristab ta esimest heli teisest hästi ja reageerib ainult esimesele. Samuti on selgunud, et koerad võivad eristada järjestust, milles järgnevad üksteisele ärritused.

Teadvus ja mõtlemine. Erutuste sünteesi ja analüüsi võime on eriti tugevasti arenenud inimesel. Kui loomad eristavad inimesest paremini lõhnu ja hääli, siis inimene ületab kõiki loomi erutuste analüüsi ja sünteesi kõrgemate vormide võimega.

„Kulli silm näeb märksa kaugemale kui inimese silm, kuid inimese silm märkab esemeis märksa enam kui kulli silm," kirjutas Engels. Inimesel on peaaju ja eriti ajupoolkerade koor rohkem arenenud kui loomadel. Inimese peaaju suured poolkerad eristuvad otsmiku- ja kiirusagara suure arengu poolest. Paljud füsioloogid arvavad, et nende sagarate koore neuroneis peamiselt kulgevadki erutuste analüüsi ja sünteesi keerukad protsessid, et siin kujunevadki k u j u t l u s e d ja m õ i s t e d. Ajukoore nende osadega on seoses mälu, üldistuste ja järelduste tegemise võime, mõtlemine, s. t. kõik need närvisüsteemi tegevuse väljendused, mida nimetatakse k õ r g e m a k s n ä r v i t e g e v u s e k s.

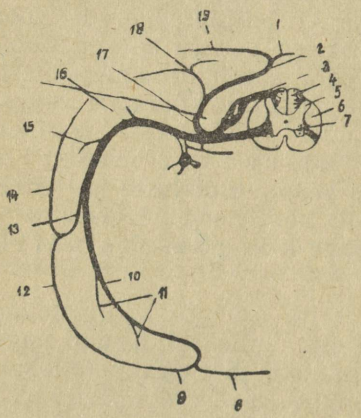
Närvisüsteemi kõrgemad osad, eriti ajukoor, mõjustavad kõiki oma funktsioonidelt lihtsamaid osi. Inimesel, samuti nagu loomadelgi, tekib rohkearvulisi tingimatuid ja tingitud reflekse. Inimesele on samuti omased instinktid, s. t. väga keerukad kaasasündinud, peamiselt ajukoorealuste keskuste tegevusega seoses olevad refleksid. Loomade käitumise aluseks on tingimatud ja tingitud refleksid ja instinktid; kuid mitte n e e d e i m ä ä r a inimese käitumist. Inimese käitumise aluseks on peaaju kõrgemate osade — ajupoolkerade koore tegevusega seoses olev teadvus ja mõtlemine. Teadvus ja mõtlemine eristavad inimest kvalitatiivselt loomadest. Inimene töötab, toodab ise tööriistu ja nende abil m u u d a b a k t i i v s e l t ü m b r u s t. Töötamisprotsessiga muutub ja areneb inimese teadvus. Inimese teadvus oleneb sellest keskkonnast, milles inimene elab ja töötab, s. t. s o t s i a a l s e s t (ü h i s k o n d l i k u s t) k e s k k o n n a s t.

Perifeerne närvisüsteem.

Perifeerse närvisüsteemi koosseisu kuuluvad 31 paari seljaajunärve ja 12 paari peaajunärve. Meditsiiniline töötaja peab teadma, kuidas jaotuvad perifeersed närvid meie kehas. Need teadmised aitavad teda täpsemalt selgitada närvierutuste kulgemise teed ja õigemini mõista haiguste olemust, millede selgitamiseks haiged pöörduvad tema poole.

SELJAAJU NÄRVID.

Seljaajunärvid (*nn. spináles*) väljuvad seljaajust kahe juurega: tagumise — sensiibliga — ja eesmise — motoorsega. Mõlemad juured ühinevad ühiseks tüveks ja moodustavad seljaaju seganärvi. See närv väljub seljaajukanalist lülidevahelise mulgu kaudu (joon. 123).



Joon. 123. **Seljaajunärvi hargnemise skeem.** 1 — nahaharu; 2 — seljaajunärvi tagumise haru mediaalne haru; 3 — seljaajunärvi tagumine juur; 4, 5, 6 ja 7 — seljaaju osad; 8 ja 9 — seljaajunärvi eesmise haru harud; 10 ja 16 — seljaajunärvi eesmine haru; 11 ja 15 — peenikesed lihasteharud; 13 — seljaajunärvi eesmise haru külgmine nahaharu; 12 ja 14 — selle mediaalne ja lateraalne haruke; 17 — seljaajunärvi tagumine haru; 18 ja 19 — selle harud.

Seljaajunärvid jagunevad järgmiselt: 8 kaela-, 12 rinna-, 5 nimme-, 5 ristluu- ja 1 sabanärv.

Ühinemiskohal moodustab tagumine sensiibel juur närvitängu ehk närvisõlme. See tänk koosneb hulgast närvirakkudest. Eesmine motoorne juur ei võta selle tängu moodustamisest üldse osa.

Säärast sensiibli ja motoorse juure ühinemist üheks ühiseks tüveks täheldatakse kõigil selgroolistel loomadel peale silmude; viimaseil kulgevad mõlemad juured teineteisest lahus.

Väljudes lülidevahelisest mulgust jaguneb iga seganärv uuesti kaheks segaharuks: tagumiseks — lühikeseks ja peenikeseks (selja lihaseile ja nahale) ning eesmiseks — pikaks ja jämedaks (kere ja jäsemete lihaseile ning kere ja jäsemete nahale).

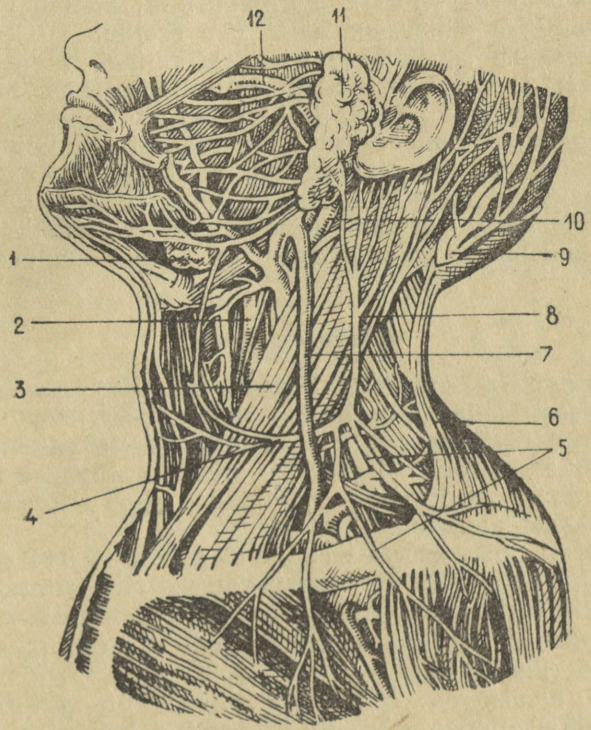
Peale nende kahe haru on seljaaju seganärvil veel kaks väikest harukest, milledest üks pöördub tagasi seljaajusse ja innerveerib seal seljaajukelmet, teine aga ühineb sümpaatilise tüve tänguga; viimast käsitleme hiljem.

Kõik seljaajunärvide eesmised harud, välja arvatud rinnaosas, ühinevad omavahel aasadekujuliselt ja moodustavad närvipõimikuid.

Eristatakse järgmisi põimikuid: kaela-, õlavarre-, nimme-, ristluu- ja sabaluupõimikut.

Kaelapõimik.

Kaelapõimiku (*pléxus cervicális*) moodustavad nelja ülemise kaelanärvi eesmised harud. See põimik asetseb astriklihaste eesmisel pinnal selle koha lähedal, kus need lihased kinnistuvad



Joon. 124. Seljaajunärvide kaelapõimik. 1 — lõuaalune süljenääre; 2 — ühine unearteer; 3 — peanoogutajalihas; 4 — kaela nahanärv; 5 — rangluupealsed närvid; 6 — trapetslihas; 7 — välimine kägiveen; 8 — suur kõrvanärv; 9 — suur kuklanärv; 10 — sisemine kägiveen; 11 — kõrva-süljenääre; 12 — kõrva-süljenäärme juha.

kaelalülide ristijätkete külge. Eestpoolt katab põimikut peanoogutajalihase ülemine osa (joon. 124).

Kaelapõimiku harud jagunevad p i n n a l i s t e k s — sensiibliteks nahaharudeks ja s ü v a d e k s — motoorseteks lihasteharudeks.

Pinnalised harud innerveerivad kaela eesmise ja külgmise pinna, kukla ja kõrvalesta nahka.

Süvad harud innerveerivad paljusid kaelalihaseid (astriklihaseid, kõiki keeleluust allpool asetsevaid lihaseid) ja diafragmat.

Diafragmanärv (*n. phrénicus*) on kaelapõimiku kõige pikem praktilise tähtsusega närv. Ta eraldub IV kaelanärvist, asetseb eesmise astriklihase eesmisel pinnal, kulgeb rangluualuse arteeri ja veeni vahelt läbi, laskub alla rinnaõõnde, asetub perikardi külgmisele pinnale ja hargneb diafragmas.

Diafragmanärv innerveerib oma motoorsete kiududega diafragmat ning sensiiblite kiududega perikardi, pleurat, kõhukelmet ja maksasidemeid.

Diafragmanärvi ärritumine põhjustab diafragma kokkutõmbumist. Luksumine on selle närvi ärritumise tunnuseks.

Õlavarrepõimik.

Õlavarrepõimik (*pléxus brachiális*) moodustub neljast alumisest kaela- ja osaliselt I rinnanärvist.

Õlavarrepõimik asetseb kaelal astriklihaste vahel. Ta moodustab siin kolm suurt närvitüve; need laskuvad alla, ümbritsevad rangluualust arteeri ja, paindudes koos sellega üle roide, sisenevad kaenlaauku.

Õlavarrepõimiku harud on lühikesed ja pikad.

Lühikesed harud innerveerivad kaelalihaseid, kõiki õlavöötmelihaseid (peale trapetslihase) ja õlaliigest.

Pikad harud innerveerivad kogu ülemise jäseme nahka ja lihaseid (joon. 125).

Arstid otsustavad sensiiblite närvide haigestumiste üle valude põhjal nende närvide kulgemise kohtades või tundlikkuse kadumise põhjal neis närvides. Viimast asjaolu selgitatakse harilikult nööpnõelaga nahka puudutades.

Õlavarrepõimiku motoorsete närvide vigastumisel tähelda-takse käe täielikku või osalist halvatust.

Õlavarrepõimiku pikkadest sensiiblitest närvidest mainime kahte: õlavarre mediaalne nahanärv (*n. cutáneus bráchii mediális*) ja küünarvarre mediaalne nahanärv (*n. cutáneus antebráchii mediális*).

Need kaks närvi, nagu näitavad nende nimetusedki, innerveerivad õlavarre ja küünarvarre nahka kogu ülemise jäseme sisemisel või küünrapoolsel küljel kuni randmeliigeseni.

Pikkade seganärvide hulgast mainime 5 närvi: lihase-naha, kaenla-, küünra-, kodara- ja keskpidist närvi.

Lihase-naha närv (*n. musculocutáneus*) tungib läbi kaarnajätke-õlavarre lihase ja innerveerib eranditult kõiki küünarvarre-painutajalihaseid, mis asetsevad õlavarre eesmisel, peopesapoolsel küljel. Selle närvi sensiibel lõppharu laskub küünarvarre kodarluupoolsele küljele ja varustab oma sensiiblite kiududega nahka küünarvarre sellel küljel, samuti nahka labakäe pöidlapäka kohal.

Kaenlanärv (*n. axilláris*) on kaunis jäme närv. Ta on teistest lühem, kulgeb õlavarrele samanimelise arteeri tagant, tungib nelikülgmulgu (*f. quadriláterum*) kaudu õlavarre seljapoolsele küljele ja innerveerib deltalihast ning õlaliigest. Tema sensiibel haruke innerveerib nahka deltalihase kohal.

Küünranärv (*n. ulnáris*) asetseb õlavarre sisemisel pinnal ega anna õlavarrel mingisuguseid harusid.

Küünarliigese juures kulgeb närv ümber õlavarreluu sisemise põnda, asetudes naha ja põnda vahele. Selles kohas juhtub kaunis sageli närvi muljumist; see tekitab selles piirkonnas harilikult teravat valu. Küünarvarrel asetub küünranärv kõrvuti küünraarteeriga, kujundab seal hulga lihaseharusid ja innerveerib küünarluupoolset randmepainutajalihast, osaliselt ka süva sõrmedepainutajalihast.

Kulgedes edasi labakäele jaguneb küünranärv seal hernesluu kohal pindmiseks ja süvaks haruks.

Pindmine haru innerveerib peopesa küünarluupoolse pinna ja 1½ sõrmede nahka; süva haru innerveerib pisisõrme-päka lihaseid.

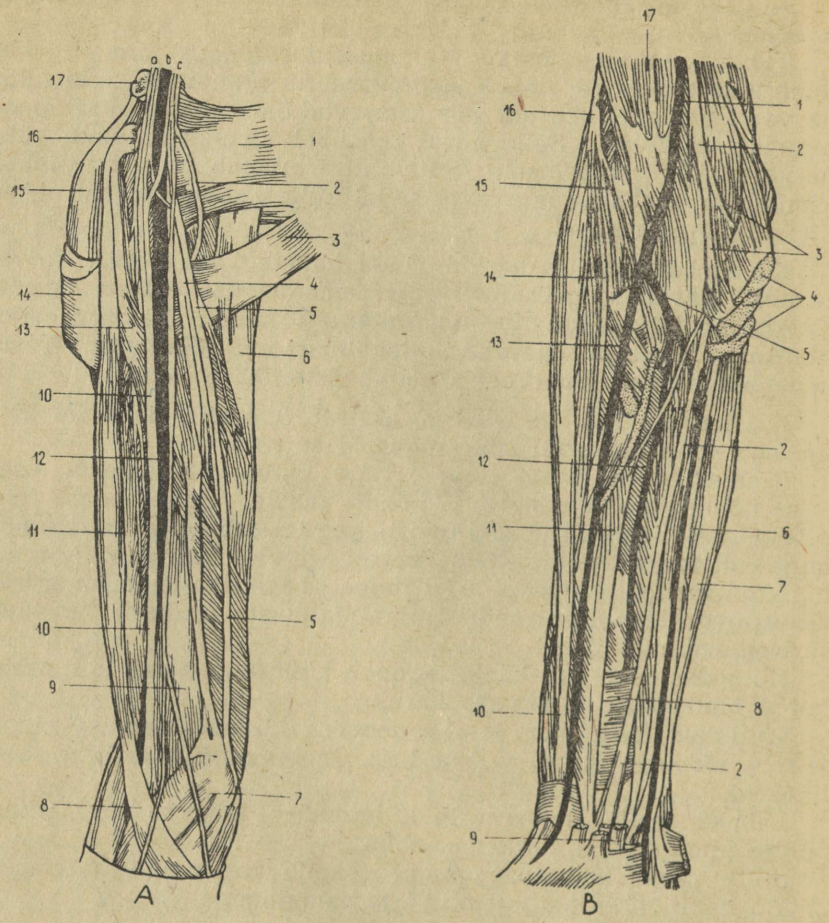
Labakäe seljal innerveerib küünranärv labakäe küünarluupoolse pinna ja 2½ sõrmede nahka.

Selle närvi halvatuse puhul toimub iseloomulik sõrmede „küünistekujuline laialiajamine" ja painutamine.

Kodaranärv (*n. radiális*) suundub ühes õlavarre süva arteeriga õlavarre seljale, kulgeb seal spiraalselt ümber õlavarreluu ja innerveerib küünarvarre selgmise pinna kõiki lihaseid ja nahka ning küünarliigesepauna. Laskudes labakäeseljale innerveerib ta seal labakäe kodarluupoolse pinna (ja ülejäänud 2½ sõrmede) nahka.

Kodaranärvi halvatuse puhul on labakäsi ja sõrmed alati painutusseisundis.

Keskpidine närv (*n. mediánus*) kulgeb õlavarre sisemist äärt mööda kõrvuti õlaarteeriga. Ta lahkub õlavarrepõi-



Joon. 125. *A.* **Õlavarre närvid.** 1 — abaluualune lihas; 2 — kaenlanärv; 3 — selja lailihas; 4 — radiaalnärv (*n. radialis*); 5 — ulnaarnärv (*n. ulnaris*); 6 — õlavarre kolmpealihase pikk pea; 7 — pindmised küünarvarrepainutajad; 8 — kiud-kõõlusriba (*lacertus fibrosus*); 9 — õlavarrelihas; 10 — keskpidine närv (*n. medianus*); 11 — õlavarre kakspealihas; 12 — õlavarrearteer; 13 — ronganokkjätke-õlavarre lihas; 14 — suur rinnalihas; 15 — deltalihas; 16 — ronganokkjätke; 17 — rangluu; *a* — õlavarrepõimiku eesmine lateraalne kimp; *b* — *art. brachialis*; *c* — õlavarrepõimiku eesmine mediaalne kimp. *B.* **Küünarvarre närvid.** 1 — õlavarrearteer; 2 — keskpidine närv (*n. medianus*); 3 — lihastehharud; 4 — pindmised küünarvarrepainutajad; 5 — *art. ulnaris*; 6 —

mikust kahe aasakujulise säärega, mis põimuvad õlavarrearteeri ümber. Sellel närvil ei ole õlavarre-piirkonnas harusid.

Laskudes küünarvarrele tungib keskpidine närv läbi ümarsissepöörajalihase, hargneb ja innerveerib kõiki küünarvarrepainutajalihaseid, peale küünarluupoolse randmepainutajalihase ja süva sõrmedepainutajalihase selle osa, mida innerveerib küünranärv; samuti innerveerib ta mõlemat sissepöörajalihast ja randmeliigest.

Labakäe volaarsel (peopesapoolsel) pinnal kulgevad keskpidisest närvist motoorsed harud pöidlapäkalihaseisse ja sensiiblid harud 3½ välimiste sõrmede peopesapoolse pinna nahasse.

Mediaannärvi halvatuse puhul kujuneb niinimetatud „ahvikäpp", mille puhul pöial on paindumatu nagu ahvil.

Roietevahelised närvid.

Roietevahelised närvid (*nn. intercostáles*) ei moodusta põimikut. Nad kulgevad üksteisega rööbiti 12 paarina roiete vahedes, asetsedes sisemiste ja välimiste roietevaheliste lihaste vahel.

Ülemised 6 paari innerveerivad rindkere nahka ning lihaseid ja piimanääret; alumised 6 paari suunduvad kõhulihaseisse ja innerveerivad kõhunahka ja -lihaseid.

Roietevaheliste närvide igast eesmisest harust suundub valge seostusharuke sümpaatilise närvisüsteemi piirvääti, millest tuleb kõnet hiljem.

Roietevaheliste närvide tagumised harud innerveerivad seljanahka ja -lihaseid.

Nimmepõimik.

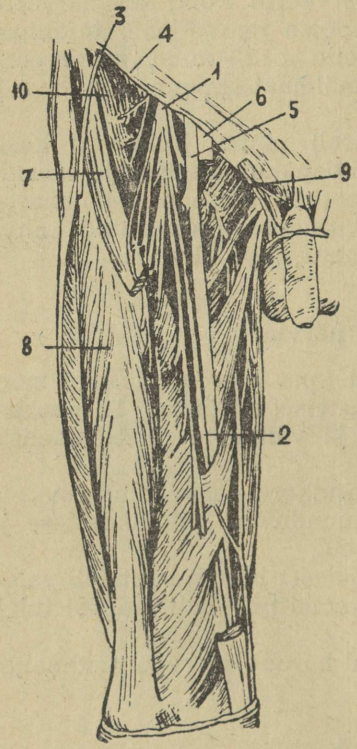
Nimmepõimik (*plexus lumbális*) moodustub XII rinnanärvi ja nelja ülemise nimmenärvi eesmistest harudest. Ta asetseb nimmelülide ristijätkeil niude-nimme lihases; üks osa selle põimiku närvidest väljub lihase sisemise serva alt, teine osa välimise serva alt, kuna osa tungib läbi lihase ja väljub lihase eesmisele pinnale.

---

nervus ulnaris; 7 — küünarmine randmepainutaja; 8 — nelinurkne pronaator; 9 — sõrmede- ja randmepainutajalihaste kõõlused (läbi lõigatud); 10 — õlavarre-kodarluu lihase kõõlus; 11 — pikk pöidlapainutajalihas; 12 — volaarne luudevaheline arteer; 13 — *art. radialis*; 14 — *n. radialis*'e pindmine haru; 15 — *n. radialis*'e süva haru; 16 — *nervus radialis*; 17 — kakspealihas.

Nimmepõimikus eristatakse lühikesi ja pikki harusid.

Lühikesed harud ulatuvad oma sensiiblite ja motoorsete kiududega nimme ruutlihasesse ja niude-nimme lihasesse. Suuremad harud suunduvad häbemekingu ja munandikoti nahasse, munandikestasse, suurte häbememokkade ja kõdisti nahasse, samuti kõhu eesmise seina lihaseisse häbemepealses ja kubemepiirkonnas.



Joon. 126. **Nimmepõimiku närvid** (reie eesmine pind). 1 — reienärv (*n. femoralis*); 2 — nähtav närv (*n. saphenus*); 3 — niudeluu eesmine-ülemine oga; 4 — Poupart'i side; 5 — reiearteer; 6 — reieveen; 7 — rätsepalihas; 8 — reie nelipea-sirutajalihase sirge pea; 9 — harjalihas; 10 — niude-nimme lihas.

Pikkadest harudest mainime kolme kõige suuremat närvi: reie-, toppuri- ja reie külgmist nahanärvi (joon. 126).

Reienärv (*n. femorális*) on nimmepõimiku kõige suurem närv. Vaagnapiirkonnas väljub ta suure nimmelihase välimise serva alt, kulgeb siis Poupart'i sideme alt lihastelauka kaudu reiele, jaguneb seal hulgaks harudeks ja innerveerib reie eesmise pinna lihaseid ja nahka, samuti ka põlveliigest.

Tema suur nahaalune haru, nn. nähtav närv [1] (*n. saphénus*), kulgeb piki sääre sisepinda kuni jalapöiani ja innerveerib selle nahka.

Reienärvi halvatuse puhul pole sääre sirutamine võimalik ja reie painutamine raskeneb tunduvalt.

Toppurinärv (*n. obturatórius*) väljub niude-nimme lihase sisemise serva alt, laskub alla väikese vaagna õõnde, kust ta suundub toppurikanali kaudu reiele ja innerveerib reielähendajalihaseid, reie sisepinna nahka ja puusaliigest.

---

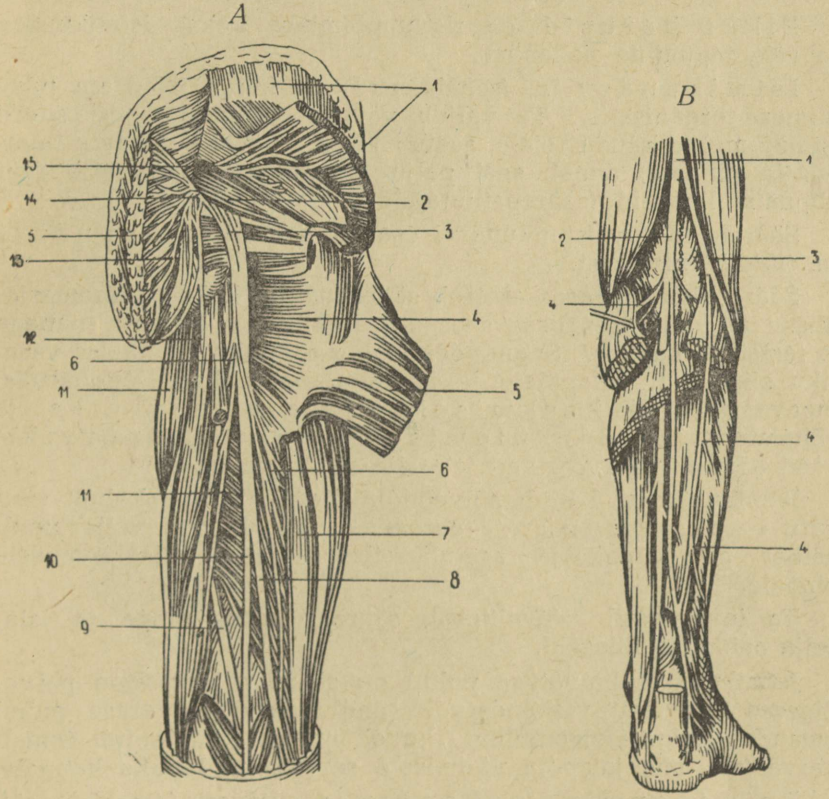
[1] Nähtav närv on oma nimetuse saanud samanimeliselt veenilt, millega ta seltsis kulgeb; veen paistab sageli läbi säärenaha.

Reie külgmine nahanärv (*n. cutáneus fémoris laterális*) väljub niude-nimme lihase külje poolt ja innerveerib reie välimise pinna nahka.

Toppurinärvi halvatuse puhul on jala lähendamine raskendatud.

Ristluupõimik.

Ristluupõimik (*plexus sacrális*) on suurim kõigist põimikuist. Ta moodustub V nimmenärvi eesmistest harudest ja



Joon. 127. **Ristluupõimiku närvid. Reie ja sääre tagumine pind.** *A* — reis. 1 — keskmine tuharalihas; 2 — pirnlihas; 3 — istmikunärv; 4 — reie ruutlihas; 5 — suurim tuharalihas; 6 — lihasteharud; 7 — reie kakspealihase pikk pea; 8 — ühine pindluunärv; 9 — kindraarteer (*art. poplitea*); 10 — sääreluunärv; 11 — suur lähendajalihas; 12 — reie tagumine nahanärv; 13 — häbemenärv; 14 — alumine, 15 — ülemine tuharanärv (*n. gluteus*). *B* — säär. 1 — istmikunärv; 2 — sääreluunärv; 3 — pindluunärv; 4 — lihasteharud.

kõigist ristluunärvidest, asetseb väikeses vaagnas pirnlihase eesmisel pinnal. Temast hargnevad lühikesed ja pikad harud (joon. 127).

Lühikestest harudest mainime kõige suuremaid: kaks tuharanärvi (ülemine ja alumine) ja häbemenärv.

Tuharanärvid (*n. glutáeus supérior et n. glutáeus inférior*) innerveerivad tuharalihaseid; häbemenärv (*n. pudéndus*) innerveerib lahkliha nahka ja lihaseid.

Pikki harusid on ristluupõimikus kaks: istmikunärv ja reie tagumine nahanärv.

Istmikunärv (*n. ischiádicus* [1]) on kõige jämedam närv inimese organismis. Ta väljub väikese vaagna õõnest suure istmikumulgu kaudu reiele, asetub jämeda nööri kujul reie tagumisele pinnale, annab seal palju harusid ja innerveerib reie tagumisi lihaseid (säärepainutajaid).

Säärele ulatuv istmikunärvi osa kannab sääreluunärvi (*n. tibiális*) nimetust.

Sääre ülemises osas asetseb sääreluunärv kaksik-sääremarjalihase all, alumises osas seespool Achilleus'e kõõlust, nahaga ja fastsiaga kaetult. Suundudes ümber sääreluu mediaalse vasariku siirdub ta jalapöiale ja jaguneb seal kaheks lõppharuks: tugevamaks — keskmiseks jalatallanärviks ja vähemtugevaks — külgmiseks jalatallanärviks; need närvid innerveerivad jalatalla nahka ja lihaseid.

Istmikunärvist lähtub põlveõndla ülemise nurga kohalt suur haru — pindluunärv (*peronéus*); see kulgeb väljastpoolt ümber pindluupea ja asetub siis sääre eesmisele-välisele pinnale.

Ta innerveerib põlveliigest, sääre eesmise pinna ja jalaselja nahka ja lihaseid.

Istmikunärvi halvatuse puhul on sääre painutamine põlveliigeses äärmiselt raskendatud; pindluunärvi halvatuse puhul omandab haige iseloomuliku „kukekõnnaku": ta toetub esmalt varvastele, siis jalapöia välimisele servale ja lõpuks kannale.

Reie tagumine nahanärv (*n. cutáneus fémoris postérior*) on täielikult sensoorne. Ta väljub vaagnast ühes istmikunärviga, asetub reie tagumise pinna naha alla ja innerveerib seda.

---

[1] Õige hääldamine on mitte „išiaadikus", vaid „is-hiaadikus".

Sabaluupõimik.

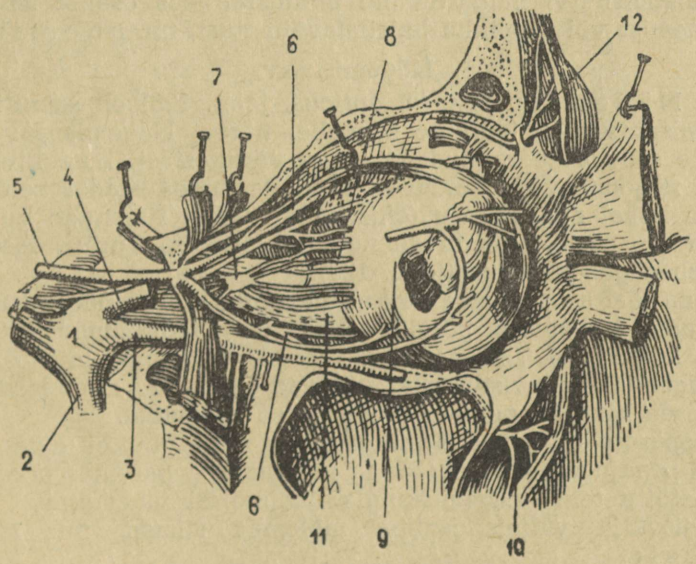
Sabaluupõimik (*plexus coccýgeus*) moodustub V ristluunärvi eesmistest harudest ja ainsast sabaluunärvist.

Tema peenike tüvi innerveerib nahka sabaluu ja päraku vahel.

PEAAJU- EHK KRANIAALNÄRVID.

Peaaju põhimikust väljuvad kolju mitmesuguste mulkude kaudu eestpoolt tahapoole 12 paari peaajunärve järgmises järjekorras: 1) haistmis-, 2) nägemis-, 3) silmaliigutaja-, 4) ploki-, 5) kolmik-, 6) silmapööraja-, 7) näo-, 8) kuulmis-, 9) keele-neelu, 10) hulkur-, 11) lisa- ja 12) keelealune närv (joon. 119).

See peaajunärvide numeratsioon on üldtunnustatud, täpselt kindlaks määratud ja vastab nende närvide loomulikule asetusele kolju põhimikul. Lühiduse mõttes nimetatakse sageli haistmisnärvi I paariks, nägemisnärvi II paariks jne.



Joon. 128. **Silmakoopa närvid.** 1 — Gasser'i tänk; 2 — alalõualuu-närv (*n. mandibularis*); 3 — ülalõualuu-närv (*n. maxillaris*); 4 — silmanärv (*n. ophtalmicus*); 5 — silmaliigutajanärv (*n. oculomotorius*); 6 — selle harud silmamuna lihastele; 7 — ripstänk (*ganglion ciliare*); 8 — lühikesed ripsnärvid; 9 — silmamuna; 10 — silmakoopa-alune närv (*n. infraorbitalis*); 11 — nägemisnärv; 12 — otsmikunärv.

Kõik seljaajunärvid on seganärvid, peaajunärvid aga jagunevad puht-sensiibleiks, puht-motoorseiks ja seganärvideks.

Sensiibleil peaajunärvidel on samuti nagu seljaajunärvidelgi oma tängud (ganglionid). Need asetsevad peaaju lähedal. Sensiiblid tängud puuduvad ainult I ja II närvipaaril, sest need osutuvad oma päritolult peaaju osaks.

Haistmisnärv.

I. Haistmisnärv (*n. olfactórius*, joon. 128) on puht-sensiibel; järelikult närvi-impulsid kulgevad temas perifeeriast tsentrumisse: nina limaskesta haistmisrakkudest ajukoore haistmiskeskusse. Selle haistmiskulgla detailid on järgmised: see tee algab erilistest haistmisrakkudest nina limaskesta ülemises osas, suundub siit 20 peenikese haistmiskiu koosseisus sõelluu mulkude kaudu koljusse. Koljus katkevad kiud haistesibulas, mis asetseb sõelluu horisontaalsel lestmel kahel pool kukeharja, ja suunduvad siis ajukoores olevasse haistmiskeskusse; see keskus asetseb oimusagaras (hipokampuse käär).

Haistmisnärvi haigestumine põhjustab kas osalist haistmise vähenemist või täielikku haistmisvõimetust, nn. anosmiat.

Nägemisnärv.

II. Nägemisnärv (*n. ópticus*, joon. 128) on samuti nagu haistmisnärvgi spetsiifiline sensiibel närv. Nägemisnärv algab eriliste sensiiblite rakkudega silma võrkkestast, kust kiud tungivad nägemisavade kaudu koljuõõnde, moodustades seal türgi sadula kohal ristmiku (*chiasma*). Pärast ristumist, kulgedes ümber ajusäärte, suunduvad nad kuklasagara ajukooresse, kus asetseb nägemiskeskus (joon. 129).

Oma teel ajukooresse katkeb nägemiskulgla[1] nägemiskühmu padjandis, külgmises põlvikukehas ning nelikküngastiku ülemises kühmus — seal asetsevad koorealused nägemiskeskused.

Nägemiskulgla ristumisest võtavad osa ainult sisemised kiud; välimised kiud suunduvad ajukooresse ristumata.

Seepärast on silma võrkkesta vasakuil pooltel oma tsentrumid peaaju vasakus pooles ja paremail — paremas pooles.

Seetõttu tekib nägemiskulgla ühepoolsel vigastumisel poole nägemisvälja väljalangemine mõlemas silmas, nn. hemianopsia.

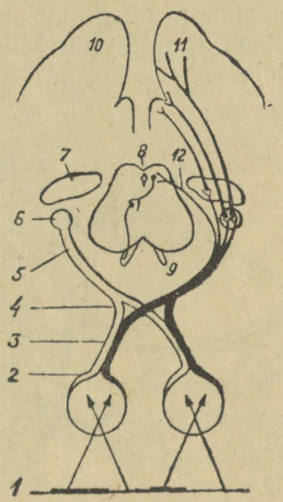
Nägemisnärv juhib nägemisimpulsse silma võrkkestast peaajukooresse. Nägemisnärvi täielik hävimine põhjustab nägemise lõpliku kustumise — amauroosi.

[1] Pärast ristumist kannavad nägemisnärvi kiud kulgla nimetust (ladina keeles *tractus*).

Silmaliigutajanärv.

III. Silmaliigutajanärv (*n. oculomotórius*) on, nagu tema nimigi näitab, motoorne närv, s. t. ta juhib närvi-impulsse tsentrumist perifeeriasse. Ta algab Sylvius'e veejuha põhjast nelikküngastiku eesmiste kühmude alt. Ajupõhimikule kulgeb närv ajusäärte vahelt Varolio silla eesmise serva juurest; sealt suundub ta silmakoopasse ülemise silmakoopalõhe kaudu (joon. 128).

Silmakoopas hargnevad tema motoorsed kiud silmamuna kõikidesse lihastesse (peale ülemise põiki- ja välimise sirglihase), samuti ülemist laugu tõstvasse lihasesse.



Joon. 129. **Nägemiskulgla skeem.** 1 — nägemisväli; 2 — võrkkest; 3 — nägemisnärv; 4 — nägemisnärvide ristus; 5 — nägemiskulgla; 6 — lateraalne põlvikukeha; 7 — nägemiskühmu padjand; 8 — nelikküngastiku ülemised kühmud; 9 — silmaliigutajanärv; 10 — peaaju kuklasagar; 11 — närvikiud, mis suunduvad nägemiskeskustesse kuklasagara ajukoores kannusevao piirkonnas; 12 — nägemisnärvikiud, mis suunduvad nelikküngastiku ülemisse kühmu; see kühm on nägemiselundist tuleva refleksi tsentrumiks; refleks kulgeb silmaliigutajanärvi kaudu silmaava-kitsendavale lihasele.

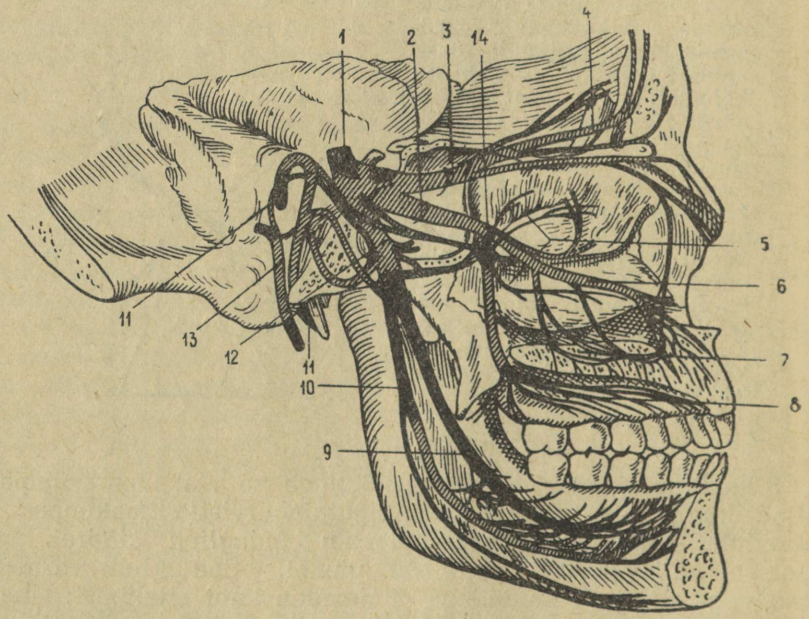
Silmaliigutajanärvi koosseisus kulgeb ka väike parasümpaatiline kiud; see eraldub silmaliigutajanärvist silmakoopas ja suundub kolmiknärvi ripstänku (*gánglion ciliáre*), mis asetseb nägemisnärvi välimisel pinnal. See kiud varustab oma vegetatiivsete kiududega silmamuna kaht silelihast: silmaavakitsendajat (silmaava sfinkterit) ja silmaläätse kumeruse suurendajat (ripslihast). Silmaliigutajanärvi haigestumisel täheldatakse ülemise silmalau vajumist allapoole (ptoos), silma liikumatust, silmaava laienemist ja akommodatsiooni võimatust (vt. tagapool).

Plokinärv.

IV. Plokinärv (*n. trochleáris*) on peenike motoorne närv; ta algab samuti Sylvius'e veejuha põhjast (nelikküngastiku alumiste kühmude kohalt), suundub silmakoopasse ülemise silmakoopalõhe kaudu ja innerveerib seal silmamuna ülemist põikilihast (plokilihast), juhtides temasse ajukoorest motoorseid impulsse.

Kolmiknärv.

V. Kolmiknärv (*n. trigéminus*) on seganärv. Ta on kõige jämedam peaajunärv. Ta algab rombjast lohust, väljub Varolio sillast kahe juurega: sensiibliga (jämedam) ja motoorsega (peenem). Sensiiblis juures kujuneb suur Gasser'i tänk; see asetseb oimuluu püramiidil ja vastab seljaajunärvide spinaaltänkudele.

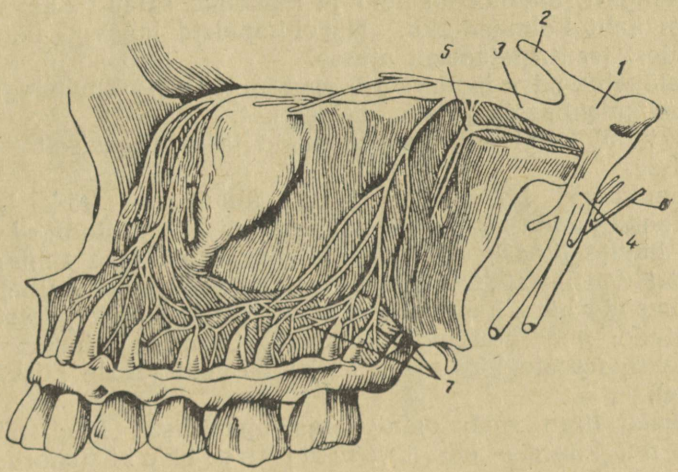


Joon. 130. **Kolmiknärv** (skeem). 1 — kolmiknärv; 2 — ülalõualuu-närv; 3 — silmanärv; 4 — otsmikunärv; 5 — tagumised ninanärvid; 6 — silmakoopa-alune närv; 7 — sompude närvid; 8 — suulaenärvid; 9 — keelenärv; 10 — alumine sombunärv; 11 — näonärv; 12 — alalõualuu-närv; 13 — keele-neelu närv; 14 — põhiluu-suulae tänk.

Gasser'i tänguga on seoses kolmiknärvi kolm suurt haru, silma-, ülalõualuu- ja alalõualuu-närv, mistõttu teda nimetatakse gi kolmiknärviks (joon. 130).

Igaüks neist harudest on ühenduses vegetatiivse närvisüsteemi tänguga ja igast harust suundub peenike sensiibel närviharu peaaju kõvakelmesse. Kolmiknärvi kaks esimest haru on ainult sensiiblid, kolmas on segaharu.

1. Silmanärv (*n. ophtalmicus*) on V paari esimene haru. Ta suundub silmakoopasse ülemise silmakoopalõhe kaudu, varustab närvikiududega silma limaskesta ja pisarakotti, väljub



Joon. 131. **Ülalõua närvid.** 1 — Gasser'i tänk; 2 — V paari esimene haru; 3 — V paari teine haru; 4 — V paari kolmas haru; 5 — põhiluu-suulae tänk; 6 — kuulme- ehk trummikeelik; 7 — ülahammaste põimik.

siis silmakoopast ja suunab jälle kiude otsmikunahasse, juustega kaetud peanahasse (otsmiku-kiiru piirkonnas) ja otsmikuurkesse (joon. 130). Silmanärv on kolmiknärvi sensiibel haru, s. t. temas kulgevad närvi-impulsid perifeeriast tsentrumi poole, nimelt eespoolmainitud piirkondadest (silma limaskestast, pisarakotist, samuti otsmikunahast ja peanaha juustega kaetud osast), ja suunduvad peaaju vastavaisse keskustesse.

2. Ülalõualuu-närv (*n. mandibuláris*) on V paari teine haru. Ta väljub koljust põhiluu ümarmulgu kaudu ja suundub põhiluu-suulae auku (joon. 130 ja 131).

Ta varustab oma harudega põsenahka, tungib ninaõõnde (limaskesta), suukoopasse (kõva ja pehme suulae limaskesta),

siis Highmore'i urke limanahasse ja suundub lõpuks ülalõua igemeisse ja hammastesse.

Teine haru on nagu esimenegi sensiibel, s. t. ta juhib närviimpulsse perifeeriast tsentrumisse.

Näiteks valud ülalõua hammastes on ülalõualuu-närvi ärritumise tagajärjeks.

3. Alalõualuu-närv (*n. maxilláris*) on V paari kolmas haru; see on seganärv (joon. 130). Ta väljub koljust ovaalmulgu kaudu ja varustab oma sensiiblite harudega oimupiirkonna nahka, samuti nahka alalõua-piirkonnas, suu limaskesta, alalõualiigest, alalõua igemeid ja hambaid, samuti keelepinnast eesmist kaht kolmandikku. Närvi-impulsid lähevad neist piirkondadest tsentripetaalselt ajusse.

Alalõualuu-närv innerveerib oma motoorsete kiududega kõiki näo mälumislihaseid ja suu diafragmat.

Sel juhul kulgevad närvi-impulsid tsentrifugaalselt — ajust lihaseisse.

Kolmiknärvi kolmandas harus rühmituvad kõik imemise reflektoorseks aktiks tarvilikud sensiiblid ja motoorsed närvid (lapse huulte limaskesta ja keele ärritamine ema rinnanibuga, lapse mälumislihaste kokkutõmbumine ja sülje eritumine).

Kolmanda haru koosseisus kulgeb vähene hulk parasümpaatilisi kiude; need eralduvad kolmandast harust ja innerveerivad oma sekretoorsete kiududega süljenäärmeid (peale kõrva-süljenäärme).

Kolmas haru saab oma parasümpaatilised kiud näonärvi harult, nn. kuulme- ehk trummikeelikult (*chorda tympani*).

Kolmiknärvi neuralgia[1] on sageli esinev haigus.

Kolmiknärvi motoorse osa vigastumise puhul täheldatakse mälumislihaste halvatust.

Silmapöörajanärv.

VI. Silmapöörajanärv (*n. abdúcens*) on ainult motoorne närv. Ta algab rombja lohu põhjast, väljub tagantpoolt Varolio silda, tungib koos silmaliigutajanärviga ülemise silmakoopalõhe kaudu silmakoopasse ja innerveerib silma välimist sirglihast (eemaldajat).

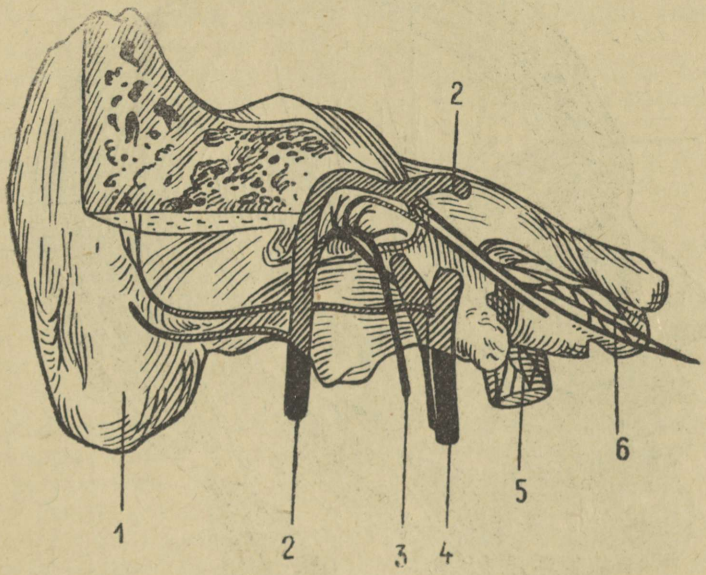
Selle närvi haigestumine võib põhjustada kõõrsilmsust.

---

[1] Neuralgia ehk erguvalu on sensiiblite närvide haigus. Seda iseloomustavad valuhood mõnes närvis.

VII. Näonärv (*n. faciális*) on ainult motoorne närv. Kuid et temaga ühinevad vahepealse närvi (*n. intermédius*) sensiiblid kiud (Wrisberg'i närv, mida sageli nimetatakse peaajunärvide XIII paariks), siis peetakse näonärvi seganärviks (joon. 132, 133).

Ta algab rombja lohu põhjast, väljub ajust Varolio silla tagumise serva juurest, suundub koos kuulmisnärviga läbi sise-



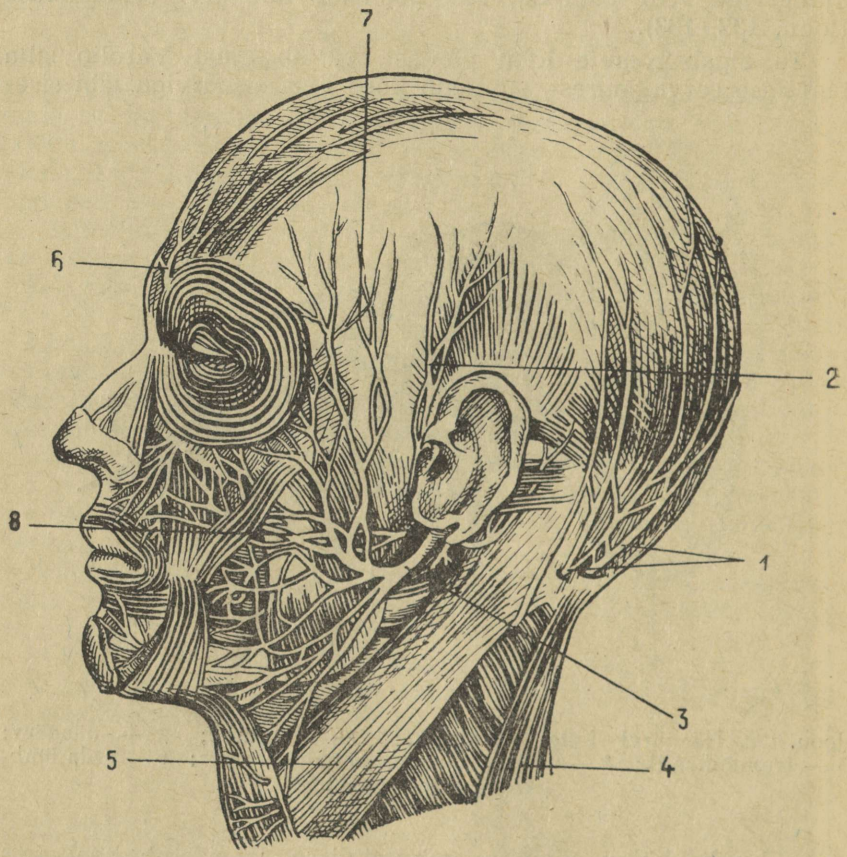
Joon. 132. **Näonärvi kulg oimuluus.** 1 — nibujätke; 2 — näonärv; 3 — trummikeelik; 4 — uiterk; 5 — sisemine unearteer; 6 — seda ümbritsev närvipõimik.

mise kuulmekäigu oimuluu püramiidisse ja asetub seal erilisse näonärvikanalisse (*canális faciális*).

Tema sensiiblid kiud (Wrisberg'i närvi kiud) moodustavad oimuluu püramiidis näonärvi- ehk põlvikutängu ja suunduvad sealt keele eesmise osa limaskestasse (trummikeeliku koosseisus, mis ühineb keelenärviga — kolmiknärvi haruga).

Nende kiudude kaudu juhitakse maitsmise närvi-impulsid tsentripetaalselt peaajusse (maitsmiskeskusse).

Näonärvi enda motoorsed kiud väljuvad koljuõõnest oimuluu tikkeljätke-nibujätke mulgu kaudu, tungivad läbi kõrvasüljenäärme ja suunduvad näole. Siin jagunevad nad lehvikukujuliselt paljudeks harudeks, moodustades niinimetatud „suure hanejala", ja innerveerivad kõiki miimilisi näolihaseid.



Joon. 133. **Näonärv.** 1 — suur kuklanärv; 2 — oimu-kõrva närv (alalõualuu-närvi haru); 3 — näonärv; 4 — trapetslihas; 5 — peanoogutajalihas; 6 — otsmikunärv (silmanärvi haru); 7 — näonärvi oimuharud; 8 — põseharud.

Wrisberg'i närvi sekretoorsed parasümpaatilised kiud trummikeeliku koosseisus innerveerivad süljenäärmeid (peale kõrva-süljenäärme, mida varustab keele-neelu närv).

Näonärvi halvatus on sageli esinev närvihaigus. Näonärvi vigastuse puhul täheldatakse iseloomulikku näo viltutõmbumist, kusjuures silm peaaegu ei sulgu, esineb pisaratevoolus, ninahuule vagu sileneb.

Kuulmisnärv.

VIII. Kuulmisnärv (*n. statoacústicus*) on spetsiifiline sensiibel närv. Tema tuumad asetsevad rombjas lohus ja kahel pool väätkeha. Ta väljub ajust koos näonärviga Varolio silla tagumise ääre juurest, siseneb ühes sellega oimuluu sisemisse kuulmekäiku ja suundub sealt sisekõrva.

Sisemise kuulmekäigu põhjas hargneb närv kaheks haruks: tigunärv ehk päris-kuulmisnärv (*n. cochleáris*) ja kõrvaesiku- ehk tasakaalunärv (*n. vestibuláris*).

Tigunärv moodustab sisekõrva tigus spiraaltängu; tasakaalunärv moodustab sisemise kuulmekäigu põhjas vestibulaartängu.

Spiraaltängu rakkudest väljub kaks närvikiudude kimpu: tsentraalne ja perifeerne.

Tsentraalse kimbu kiud suunduvad rombja lohu tuumade juurde (neljanda ajuvatsakese põhja), kuna perifeerse kimbu kiud tungivad tigu sügavusse Corti organi juurde, kus toimub õhulaineist põhjustatud võnkumiste tajumine.

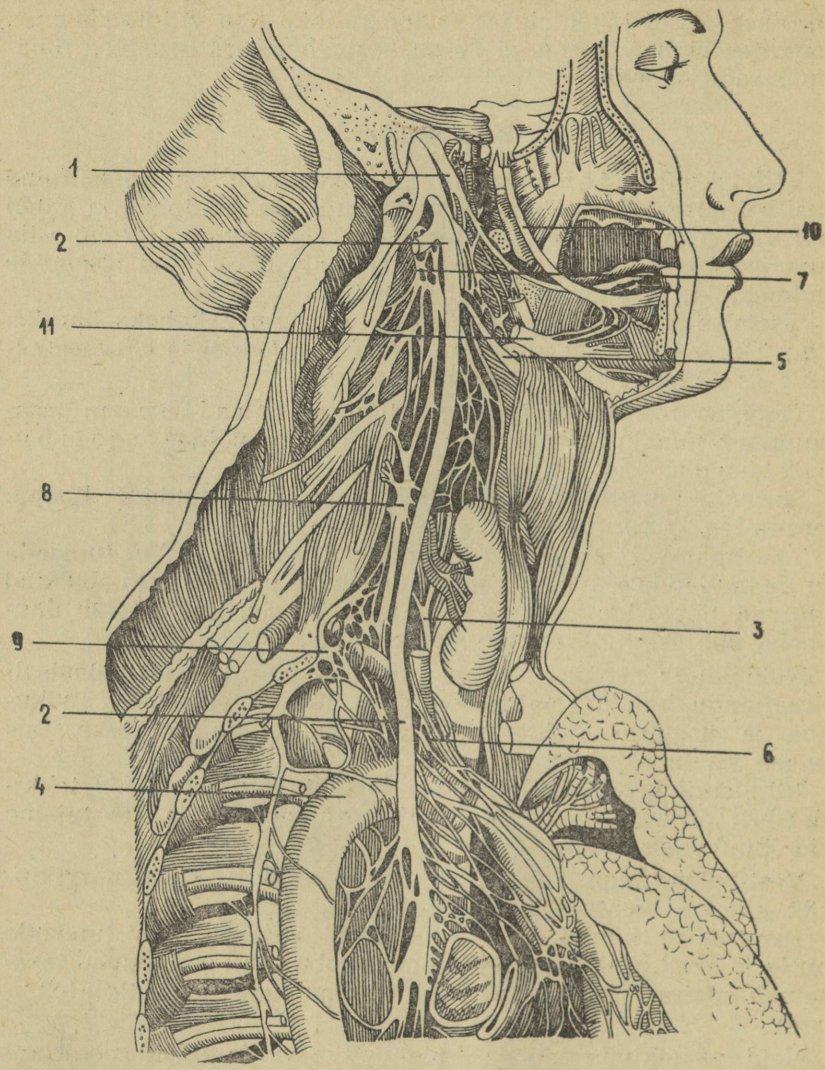
Neid kiude mööda kulgevad närvi-impulsid tsentripetaalselt spiraaltängu kaudu rombjasse lohku, sealt mediaalse põlvikukeha ja sisemise ajukihnu kaudu oimusagara kooresse, kus asetseb kuulmiskeskus.

Niiviisi jõuavad kuulmisnärvi lõpmete erutused, mis tekkisid Corti organis õhulainete mõjul, ajukooreni, ja me tajume neid kui heliaistinguid.

Vestibulaartängu rakkudest väljub samuti kaks närvikiudude kimpu: tsentraalne ja perifeerne.

Tsentraalse kimbu kiud suunduvad rombja lohu tuumade juurde ja sealt ajukesse; perifeerse kimbu kiud suunduvad tasakaaluelundeisse (sisekõrva poolringkanaleisse ja statoliitelundisse).

Neid närvikiude mööda kulgevad närvi-impulsid poolringkanaleist tsentripetaalselt vestibulaartängu ja rombja lohu kaudu ajukesse. Seal toimuvad poolringkanaleis tajutud erutuste keerukad kombinatsioonid, millede tagajärjel meie liigutused muutuvad täpseks, kooskõlastatuks; toimub, nagu öeldakse, liigutuste „viimistlemine".



Joon. 134. **Keele-neelu ja hulkurnärv** (uiterk). 1 — keele-neelu närv; 2 — uiterk ehk hulkurnärv; 3 — alumine kõrinärv; 4 — aordikaar; 5 — ülemine kõrinärv; 6 — uitergu südameharud; 7 — ülemine sümpaatiline kaelatänk; 8 — keskmine sümpaatiline kaelatänk; 9 — alumine sümpaatiline kaelatänk; 10 — keelenärv; 11 — keelealune närv.

Keele-neelu närv.

IX. K e e l e - n e e l u n ä r v (*n. glossopharýngeus*) on seganärv, kusjuures sensiiblid kiud on temas ülekaalus (joon. 134). Keele-neelu närvi tuumad asetsevad rombjas lohus. Närv väljub ajust tagantpoolt oliivi ja lahkub koljust kägimulgu kaudu. Kägimulgus moodustavad närvi sensiiblid kiud k a l j u t ä n g u, mis on analoogiline seljaajunärvide spinaaltänkudega.

Laskudes alla ja moodustades kaare läheneb keele-neelu närv keelepärale, varustab keele tagumist kolmandikku sensiiblite ja spetsiifiliste maitsmiskiududega; samuti varustab ta sensiiblite kiududega neelu, mandlite ja suulaekaarte limaskesta.

Erutused kulgevad kõiki neid kiude mööda tsentripetaalselt ajusse. Keele-neelu närvi motoorsed kiud innerveerivad neelu tõstvat tikkeljätke-neelu lihast. Närvi-impulsid kulgevad neis tsentrifugaalselt.

Keele-neelu närvi koosseisus leidub ka parasümpaatilisi närvikiude; need eralduvad närvist ja moodustavad t r u m m i n ä r v i (*n. tympánicus*); see närv varustab kõrva-süljenääret oma sekretoorsete närvikiududega.

Keele-neelu närv moodustab ühes uitergu ja sümpaatilise närviga neeluseintes praktiliselt tähtsa n e e l u p õ i m i k u.

Keele-neelu närvi haigestumise puhul täheldatakse harilikult raskendatud neelamist ja maitsmisaistingute nõrgenemist.

Uiterk ehk hulkurnärv.

X. U i t e r k ehk h u l k u r n ä r v (*n. vágus*) on kõige pikem peaajunärv; uiterk on seganärv (joon. 134). Tema tuumad asetsevad samuti rombjas lohus. Ta väljub kägimulgu kaudu koljuõõnest kaelale ja moodustab seal s õ l m t ä n g u (*gánglion nodósum*). Kaelal kulgeb uiterk kägiveeni ja unearteeri vahel ning saadab harusid kaela sisemistesse elunditesse (kõri, neel, söögitoru). Siis ta tungib rinnaõõnde, kumerdub seal tagantpoolt ümber kopsujuure, jõuab söögitoruni ja laskub ühes sellega diafragma kaudu kõhuõõnde. Vasakpoolne uiterk kulgeb söögitoru eesmisel, parempoolne — tagumisel pinnal.

Söögitoru ja mao seintes moodustab uiterk närvipõimikute tiheda võrgu; üks osa tema kiududest suundub mao taga aordi peal asetsevasse p ä i k j a s p õ i m i k u s s e (sellest tuleb kõnet tagapool) ja sealt edasi põrnasse, kõhunäärmesse, neerudesse ja sooltesse (kuni alaneva käärsooleni). Uitergu kogu tee ulatusel hargnevad temast närvikiud rinna- ja kõhuõõne veresoontesse.

Uitergus on ülekaalus peamiselt parasümpaatilised, oma iseloomult tsentrifugaalsed kiud (motoorsed ja sekretoorsed); nende kaudu innerveerib ta hingamisteede, mao, soolte, südame ja teiste elundite silelihaseid.

Sensiibleid kiude saadab uiterk kõri, neelu, söögitoru, mao ja soole limaskestasse.

Seda närvi nimetatakse hulkurnärviks tema väga laialdase levimisala tõttu organismis.

Inglise õpetlane Gaskell tegi täpselt kindlaks mõninga hulga sümpaatiliste närvikiudude olemasolu uitergus, mistõttu seda närvi nimetatakse mõnikord ka v a g o - s ü m p a a t i k u - s e k s.

Uitergu läbilõikamine mõlemalt poolt põhjustab sageli looma surma. Selle närvi haigestumise puhul täheldatakse tugevaid häireid südametegevuses, hingamises, muutusi suulaekaarte asendis ja teravaid valuhooge („kriise") kõri-, südame-, mao- ja soolte-piirkonnas.

Lisanärv.

XI. L i s a - ehk W i l l i s'e n ä r v (*n. accessórius*) on ainult motoorne närv. Lisanärviks on ta nimetatud sellepärast, et ta algab seljaaju kaelaosast, suundub siit ülespoole, siseneb koljuõõnde (suure kuklamulgu kaudu) ja väljub uuesti koos uiterguga ja keele-neelu närviga (kägimulgu kaudu) kaelale, kus ta innerveerib peanoogutaja- ja trapetslihast.

Lisanärvi impulsid kulgevad tsentrifugaalselt ajust lihaseisse.

Lisanärvi vigastuste puhul vajub pea tahapoole; täheldatakse pea noogutavaid liigutusi, kõõrkaela; abaluude asetus muutub ebaloomulikuks.

Keelealune närv.

XII. K e e l e a l u n e n ä r v (*n. hypoglóssus*) on tsentrifugaalsete kiududega motoorne närv. Ta algab rombja lohu alumisest osast ning väljub piklikust ajust püramiidi ja oliivi vahelt. Koljust väljub ta kaelale kuklaluu samanimelise mulgu kaudu ja suundub kaarekujuliselt keelesse, innerveerides kõiki selle lihaseid.

Selle närvi haigestumisel täheldatakse sageli keelekrampe ja takistust kõnelemises. Halvatuse puhul vigastub sageli keele üks pool; suust väljatungiv keel vajub harilikult vigastatud külje poole.

Kogu näo ja juustega kaetud peaosa nahka, samuti silmade, suu ja nina limaskesta innerveerivad kolmiknärvi sensiiblid tsentripetaalsed harud.

Kõiki miimilisi näolihaseid ja kõiki süljenäärmeid (peale kõrva-süljenäärme) innerveerivad näonärvi tsentrifugaalsed kiud.

Kõiki mälumislihaseid innerveerib kolmiknärvi kolmas haru. Meele-elundite spetsiifilisteks närvideks on haistmis-, nägemis-, kuulmis- ja keele-neelu närv.

Uiterk innerveerib oma tsentrifugaalsete (motoorsete ja sekretoorsete) ja tsentripetaalsete (sensiiblite) kiududega kaela-, rindkere- ja kõhuõõne-elundeid.

Kõiki keelelihaseid innerveerib keelealune närv. Niimoodi innerveerib keelt kolm paari närve: keelealune, keele-neelu ja kolmiknärv.

Vegetatiivne närvisüsteem.

Vegetatiivseks ehk autonoomseks ehk vistseraalnärvisüsteemiks nimetatakse seda osa meie organismi närvisüsteemist, mis innerveerib keha siseelundeid, veresoonte seinu, silelihaseid ja näärmeid.

Vegetatiivsel närvisüsteemil on oma tsentraalsed ja perifeersed osad. Tsentraalsed osad, s. t. närvirakkude kogumid — v e g e t a t i i v s e d k e s k u s e d — asetsevad keskajus, piklikus ajus ja seljaaju külgmistes sarvedes. Peale selle asetsevad vaheajus ja juttkehas kõrgemad vegetatiivsed keskused; need ühendavad ja reguleerivad kogu süsteemi tegevust tervikuna.

Vegetatiivse närvisüsteemi perifeerne osa koosneb tsentrifugaalseist närvikiududest ja nende kiudude teedel asetsevaist närvipõimikuist ja -tänkudest. Olenevalt oma asetusest esinevad spinaaltängud (v e r t e b r a a l s e d), prespinaaltängud (p r e v e r t e b r a a l s e d) ja sisusetängud (i n t r a m u r a a l s e d).

Spinaaltängud asetsevad ketikesekujuliselt mõlemal pool lülisammast. Prespinaaltängud ja -põimikud asetsevad lülisambast pisut eemal. Sisusetängud, nagu näitab nende nimigi, asetsevad siseelundite seintes.

Vegetatiivsed närvikiud algavad pea- või seljaaju vegetatiivseist keskustest ja, läbistades tänkusid, nagu öeldakse, katkevad nendes. See tähendab, et tängus leiduvad uued närvirakud, milledest algavad uued, perifeeriasse suunduvad närvikiud. Ajust närvitänku suunduvat ja seal katkevat närvikiudu nimetatakse p r e g a n g l i o o s s e k s (tängueelseks); närvitän-

gust algavat ja perifeeriasse suunduvat närvikiudu nimetatakse postganglioosseks (tängujärgseks). Erutus jõuab preganglioosse närvikiu kaudu närvitänguni, lülitub siin uuele neuronile ja kulgeb selle jätket ehk postganglioosset närvikiudu mööda edasi elundisse. Osa vegetatiivseid närvikiude katkeb spinaaltänkudes, osa prespinaaltänkudes ja osa alles intramuraalseis tänkudes, elundi seintes.

Järelikult koosneb tsentrifugaalne tee ajus asetsevast vegetatiivsest keskusest kuni elundini ainult kahest neuronist — preganglioossest ja postganglioossest.

Vegetatiivne närvisüsteem koosneb kahest osast: sümpaatilisest ja parasümpaatilisest süsteemist.

Sümpaatiliseks närvisüsteemiks nimetatakse vegetatiivse närvisüsteemi seda osa, mille närvikiud väljuvad seljaaju rinna- ja nimmeosast.

Parasümpaatiliseks nimetatakse seda osa, mille kiud algavad keskajust, piklikust ajust ja seljaaju ristluutuumadest.

SÜMPAATILINE NÄRVISÜSTEEM.

Lülisamba külgedel asetsevad spinaaltängud on sümpaatilise närvisüsteemi tängud. Neid ganglione ühendavad omavahel piki- ja osalt ristikiud, moodustades kaks niinimetatud piirvääti ehk sümpaatikuse tüve (*trúnci sympáthici*).

Kummagi tüve koosseisu kuulub 3 sümpaatilist kaela-, 12 rinna-, 5 niude-, 4 ristluutänku ja 1 sabaluutänk. Sümpaatikuse tüvede ganglione ei tohi vahetada somaatilise närvisüsteemi lülidevaheliste tänkudega; viimaseis asetsevad sensiiblite tsentripetaalsete neuronite närvirakud.

Osa sümpaatilisi närvikiude katkeb spinaaltänkudes. Tänkudest suunduvad perifeeriasse postganglioossed närvikiud.

Sümpaatikuse tüve kaelatänkudest kulgevad sümpaatilised postganglioossed närvikiud pea- ja ajuveresoontesse, asetudes, nagu harilikult, nende seintele (perivaskulaarselt) sümpaatilise võrgu kujul; peale selle kulgeb südamesse kolm südamenärvi.

Südamenärvid moodustavad ühes uiterguga südamepinnal kaks närvipõimikut: pindmise, mis asetseb eespool aordikaart, ja süva — tagapool aordikaart.

Rinna- ja niudetänkude postganglioossed närvikiud ühinevad somaatiliste seljaajunärvidega ja suunduvad nendega koos naha silelihaseisse, veresoonte seintesse, rasu- ja higinäärmeisse, samuti ka — kooskõlas akadeemik Orbeli uusimate uurimustega — vöötlihaseisse.

Teine osa sümpaatilisi närvikiude läbib spinaaltänke katkematult; need närvikiud katkevad prespinaaltänkudes. Sümpaatiliste prespinaaltänkude hulka kuuluvad näiteks päikjaspõimiku tängud, ülemised ja alumised sümpaatilised keskmetängud jt.

Kaks suurt preganglioosseist sümpaatilistest närvikiududest koosnevat sisusenärvi kulgeb diafragmasäärte kaudu kõhuõõnde ja moodustab seal suurima kõigist närvipõimikuist — päikjaspõimiku (*plexus solaris*) kahe suure poolkuujastänguga, mis asetsevad tagapool magu aordil.

Päikjaspõimikust väljuvad sümpaatilised närvikiud nagu keskusest peaaegu kõikidesse kõhuõõne-elunditesse; vanad anatoomid nimetasid päikjaspõimikut sellepärast sageli „kõhuajuks".

Peale päikjaspõimiku on kõhuõõnes veel rida sümpaatilisi närvipõimikuid; need asetsevad suurte veresoonte ja nende harude ümber (aordi närvipõimik, ülemine ja alumine keskmenärvipõimik jt.).

Vaagnas moodustavad sümpaatikuse tüve ristluu- ja sabaluutängud tiheda närvipõimiku sisusealuse arteeri (*a. hypogástrica*) ümber. See närvipõimik innerveerib kõiki vaagnas asetsevaid elundeid.

PARASÜMPAATILINE NÄRVISÜSTEEM.

Parasümpaatilise närvisüsteemi närvikiud väljuvad, nagu juba teame, piklikust ja keskajust ning seljaaju ristluutuumast.

Preganglioossed parasümpaatilised närvikiud katkevad kas prevertebraaltänkudes või, kõige sagedamini, intramuraaltänkudes, s. t. alles elundi seintes. Tängust suundub elundi sügavusse lühike postganglioosne närvikiud.

Iseseisvaid perifeerseid närve (nagu seda on sümpaatilised sisusenärvid) parasümpaatilisel närvisüsteemil ei ole.

Närvikiud, mis algavad keskajus asetsevaist närvirakkudest, kulgevad silmaliigutajanärvi koosseisus (peaajunärvide III paar). Nad suunduvad silma silelihaseisse. Nende kaudu saabuv erutus põhjustab silmaava kitsenemist.

Piklikust ajust, rombja lohu põhjast, algab rohkesti parasümpaatilisi närvikiude. Osa neist moodustab Wrisberg'i närvi; viimane kulgeb koos näonärviga. Sellel närvil on kaks haru: kaljunärv ja trummikeelik. Esimene neist suundub pisaranäärmesse, nina ja suulae limaskesta; teine innerveerib süljenäärmeid (peale keskkõrva-süljenäärme). Trummikeeliku

närvikiudude kaudu näärmesse edasikanduv erutus põhjustab süljevoolust.

Rombja lohu põhjast algavad ka uitergu (peaajunärvide X paari) parasümpaatilised kiud. Tema preganglioossed närvikiud katkevad rohkearvulistes, elundi enese seintes asetsevais tänkudes. Uitergu harud võtavad koos sümpaatiliste närvikiududega osa päikjaspõimiku moodustamisest.

Uitergu parasümpaatilised kiud reguleerivad rinna- ja kõhuõõne kõigi siseelundite tegevust, välja arvatud väikese vaagna piirkond, kus asetsevad suguelundid, kusepõis ja pärasool. Neid innerveerivad seljaaju ristluutuumast väljuvad parasümpaatilised närvikiud, mis sisenevad vaagnaõõnde koos vaagnanärvidega.

Joonisel 135 on skemaatiliselt kujutatud sümpaatiline ja parasümpaatiline närvisüsteem, nende jaotus organismis ja suhe elunditega.

VEGETATIIVSE NÄRVISÜSTEEMI FÜSIOLOOGILISI ISEÄRASUSI.

Meil oli äsja võimalus veenduda, et meie kehas peaaegu igasse elundisse suunduvad sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi närvikiud. Esineb, nagu öeldakse, kahekordne innervatsioon. Mõjustused, mida elundile avaldavad sümpaatiliste ja parasümpaatiliste närvikiudude impulsid, on mitmesugused ja üksteisele vastupidised.

Toome mõned näited.

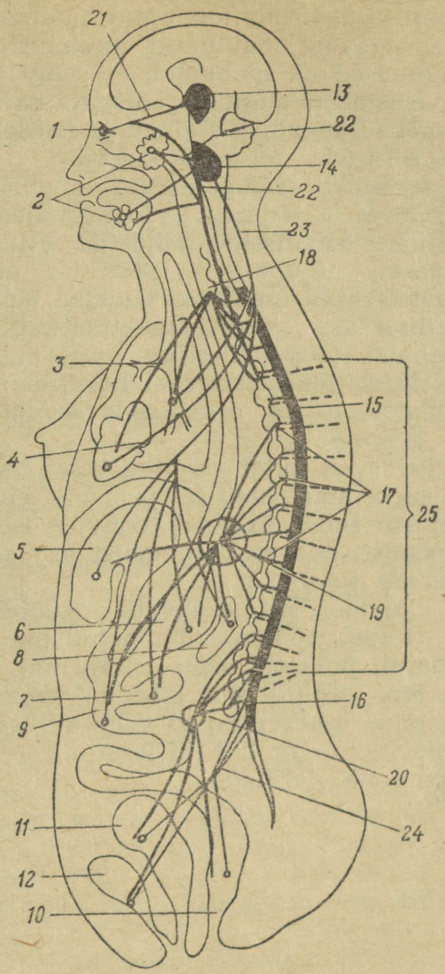
1. Sümpaatilise närvisüsteemi impulsside mõjul silmaava laieneb, parasümpaatilise mõjul — kitseneb.

2. Uitergu (parasümpaatilise süsteemi) kaudu südamesse saabunud erutus pärsib südametegevust, kuna sümpaatiliste närvikiudude impulsid ergutavad, intensiivistavad südametegevust.

3. Mao ja soolte peristaltika, s. t. nende seinte silelihaste kokkutõmbumine, tugevneb parasümpaatilise närvisüsteemi (uitergu) erutamise puhul ja nõrgeneb sümpaatilise närvisüsteemi (sisusenärvi) erutamise puhul.

4. On väga huvitav, et parasümpaatiliste närvikiudude erutamise mõjul eritavad süljenäärmed vedelat sülge, kuid impulsside puhul sümpaatilisest närvisüsteemist muutub sülg paksemaks ja venivaks.

Sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi üheaegne mõjustus tingib meie elundite tegevuse täpse reguleerumise.



Joon. 135. **Vegetatiivse närvisüsteemi skeem.** 1 — silm; 2 — süljenäärmed; 3 — bronhid; 4 — süda; 5 — maks; 6 — magu; 7 — kõhunääre; 8 — neer; 9 — sool; 10 — pärasool; 11 — emakas; 12 — kusepõis; 13 — keskaju (parasümpaatilise närvisüsteemi mesentsefaalne osa); 14 — piklik aju (parasümpaatilise närvisüsteemi bulbaarne osa); 15 — seljaaju; 16 — parasümpaatilise närvisüsteemi sakraalne osa; 17 — piirväädi tängud; 18 — tähtjas sõlm; 19 — päikjaspõimik; 20 — keskmete alumine tänk; 21 — silmaliigutajanärv; 22 — süljenäärmesse suunduvad närvid; 23 — uiterk; 24 — vaagnanärvid; 25 — vasomotoorsed närvid ja higinäärmete närvid.

Elundid reageerivad organismis toimunud muutustele peenelt ja kohandavad oma tegevust muutunud tingimustega. Viimaste aastakümnete uurimused on näidanud, et sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi mõju organismile sarnaneb mõjuga, mida avaldavad mõned keemilised ained ja sisesekretsiooninäärmete hormoonid, mis tekivad meie kehas.

Nii näiteks sarnaneb sümpaatiliste impulsside mõjustus neerupealiste hormooni — a d r e n a l i i n i mõjuga (vt. allpool), kuid parasümpaatiliste impulsside mõjustus sarnaneb teise aine — k o l i i n i (*cholin*) mõjuga. Avastati ka, et sümpaatiliste närvikiudude lõpmeis tekib nende erutumise tagajärjel adrenaliinitaoline keemiline aine, parasümpaatiliste kiudude lõpmeis aga koliinitaoline aine (atsetüülkoliin).

Kõik toodud faktid kinnitavad veel kord, et neurogeenne ja humoraalne regulatsioon on organismis teineteisega tihedas ühestuses.

Lõpuks tuleb öelda, et kuigi vegetatiivse närvisüsteemi peamine tähtsus seisneb ainevahetuse ja meie elundite toonuse reguleerimises, ei saa selle süsteemi tegevust isoleerida somaatilisest närvisüsteemist, peaaju kõrgemaist osadest, kaasa arvates ka ajupoolkerade koort.

Meenutagem, kuidas mitmesuguste psüühiliste elamuste (emotsioonide) — hirmu, rõõmu, viha puhul punetub ja kahvatub nahk, kiirendatult peksleb süda, eritub higi, pärssub seedemahla eritumine jne. Kõigil neil juhtudel muutub just nende elundite tegevus, mida innerveerivad vegetatiivse närvisüsteemi närvikiud. Niiviisi võtab organismi keerukaist reaktsioonidest osa ka vegetatiivne närvisüsteem.

MEELE-ELUNDID.

Inimese organism on tihedas ühenduses ümbritseva keskkonnaga. Vahendajaiks organismi ja väliskeskkonna vahel on meie meele-elundid (nägemis-, kuulmis-, haistmis- jne. elundid).

Igas meele-elundis leiame järgmisi, omavahel seostuvaid osi.

1. Ärrituste tajumise aparaat — r e t s e p t o r.
2. Närvikiud, mis juhib erutuse retseptorist peaajukooresse.
3. Ajukoore-piirkond, kus saadud ärritused ümber töötatakse, analüüsitakse, mille tulemusena tekib see või teine aisting.

Retseptorid koosnevad reeglipäraselt sensiibli närvikiu lõpmest ja mingisuguse koe spetsialiseerunud rakkude rühmast (olenevalt sellest, kus asetseb vaadeldav retseptor). Retseptorite erutuvus on väga suur. Peale selle on iga retseptor kohandatud ainult ühele, teatavat liiki (nn. a d e k v a a t s e l e) ärritajale. Näiteks silma retseptorid tajuvad ainult valgusärritusi, kõrva retseptorid — õhulainete põhjustatud võnkumisi jne.

I. P. Pavlov nimetas meele-elundeid a n a l ü s a a t o r e i k s. See nimetus rõhutab eriti, et meele-elundite all ei saa mõista ainult retseptoreid (tajumisaparaate), vaid tuleb mõista kogu süsteemi tervikuna: retseptor — närvikiud — ajukooreosa. Ei põhjusta ju ärritus, mille retseptor sai, kuid mis ei jõudnud ajukooreni, meil mingisuguseid aistinguid ega anna teateid ümbritsevast maailmast.

Esinevad järgmised meele-elundid: naha tundlikkuse analüsaatorid, lihase tundlikkuse, maitsmis-, haistmis-, nägemis-, kuulmis- ja tasakaaluelundid.

Naha tundlikkuse analüsaatorid.

Inimese nahas on suur hulk mitmesuguseid retseptoreid. Ühed tajuvad valu, teised külma või soojust, kolmandad kompimist jm.

VALURETSEPTORID.

Valuretseptorid kujutavad endist naha sensiiblite närvide katmata lõpmeid. Nad asetsevad suurel arvul igal pool keha pinnal: naha igas ruutsentimeetris leidub neid 130 ümber. Nende retseptorite igakordsel ärritumisel kandub erutus tsentripetaalseid (sensiibleid) närvikiude mööda ajukooresse, ja meil tekib siis valutunne.

Valutundel on suur bioloogiline tähtsus, sest valu teadustab meile häireist organismis.

TERMILISED RETSEPTORID.

Termilised retseptorid tajuvad soojust ja külma. Neid leidub samuti suurel hulgal nahas ja limaskestades. Soojusretseptoreid leidub nahas ja limaskestas 30 tuhande ja külmaretseptoreid 250 tuhande ümber.

Soojus- ja külmaretseptorid võtavad osa meie keha soojusereguleerimisest. Nii näiteks ahenevad külmaretseptorite ärritumisel veresooned; seega toimub soojuse peetamine organismis. Soojusretseptorite ärritamisel teostub vastupidine nähtus — veresoonte laienemine ja järelikult soojuse äraandmine ümbritsevasse keskkonda.

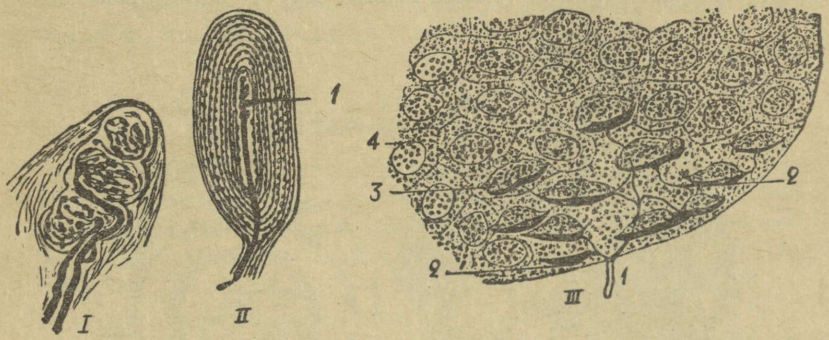
Kõige tundlikum on termiliste ärrituste suhtes põse ja käeselja nahk.

TAKTIILSED EHK KOMPIMISRETSEPTORID.

Taktiilsed ehk kompimisretseptorid tajuvad puudutamis- ja rõhumistunnet. Neid nimetatakse kompimiskehakesteks. Nad asetsevad kas epidermises (Merkel'i kompimiskehakesed) või nahanäsades (Meissner'i kompimiskehakesed), või nahaaluses kohevas sidekoes (Vater-Pacini kompimiskehakesed). Viimased on võrdlemisi suured ja mõnikord nähtavad palja silmaga (joon. 136).

Taktiilsete retseptorite abil tajume esemete suurust, kuju ja pinna iseloomu. Taktiilseid retseptoreid leidub kehas 500 tuhande ümber. Eriti rohkesti on neid keeleotsas, sõrmepäkkades ja kogu peopesa nahas.

Taktiilsete retseptorite abil loevad pimedad edukalt spetsiaalseid pimedate raamatuid, kompides kumeraid tähti, orienteeruvad ümbritsevas ruumis ja isegi tunnevad ära sugulasi ja tuttavaid.



Joon. 136. **Kompimiskehakesed.** I — Meissner'i kompimiskehake. II — Vater-Pacini kompimiskehake; 1 — kehakesse sisenev närvikiud. III — Merkel'i kompimiskehakesed; 1 — närvikiud; 2 — kettaid moodustav närvikiu lõpe; 3 — epidermise muundunud rakk, ühendub närvikettaga; 4 — epidermise muundumata rakk.

Lihase tundlikkuse analüsaatorid.

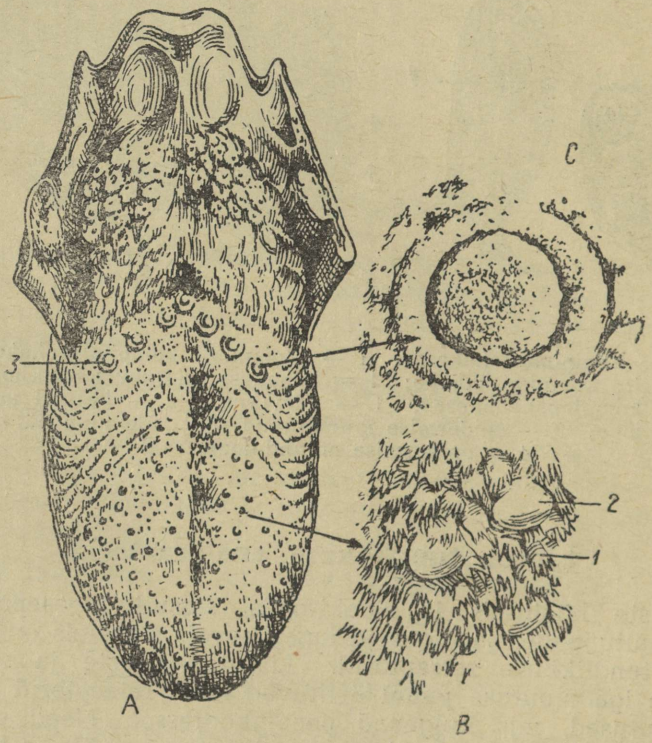
Lihaste kõõluseis ja sidekirmeis, samuti liigesepaunades, sünoviaaltuppedes ja liigeseid ümbritsevais sidemeis on erilised lihase tundlikkuse retseptorid. Lihaste, liigeste ja sidemete pinguse iga muutuse puhul ärrituvad need retseptorid ja tekivad erutused, mis kulgevad peaajukooresse. Need erutused lasevad meid otsustada lihaste toonuse üle, s. t. nende pinguse astme, kõõluste pingutuse üle, järelikult meie keha mitmesuguste osade asendi üle ruumis.

Lihase tundlikkuse retseptoreil on suur tähtsus kõndimise ja tööprotsesside puhul.

Pinnalise ehk naha (valu-, termilise ja taktiilse) tundlikkuse, samuti sügava (lihaste ja liigeste) tundlikkuse juhtmeiks on seljaaju külgmised ja tagumised sambad. Seljaaju külgmistest ja tagumistest osadest suunduvad juhteteed peaaju nägemiskühmudesse ja siis peaajukoore sensiiblisse osasse.

Maitsmiselund.

Maitsmisretseptorid asetsevad keele ja pehme suulae limaskesta pinnal. Neid nimetatakse maitsmisnäsadeks (joon. 137). Suhu võetud ja süljega segunenud toit põhjustab maitsmisretseptorite ärritumist. Keele-neelu närvi sensiibleid kiude



Joon. 137. **Maitsmisnäsad inimese keeles.** *A* — keele ülemine pind; *B* — keele ülemise pinna osake suurendatult; *C* — vallikesega piiratud näsa suurendatult; 1 — niitjad näsad; 2 — seenekujulised näsad; 3 — vallikesega piiratud näsa.

mööda, näonärvi trummikeelikut [1] mööda, samuti uitergu kiude mööda kandub erutus peaaju oimusagara kooresse, kus asetseb maitsmiskeskus ja toimub maitsmisaistingute analüüs. Eristatakse nelja liiki maitsmisaistinguid: magusa-, mõru-, soolase- ja

[1] Trummikeelik ühendub keelenärviga (kolmiknärvi haruga).

hapuaisting. Nende aistingute mitmesugustest ühendustest kombineerubki kogu meie maitse mitmekesisus.

Maitsmisnäsad asetsevad seedetrakti algosas. Heakvaliteedilise ja hästi valmistatud toidu suhuvõtmisel soodustab maitsmisretseptorite ärritus reflektoorselt seedemahlade eritumist maos ja sooles; pole aga toit heakvaliteediline, siis teadustavad meile sellest ebameeldivad maitsmisaistingud.

Haistmiselund.

Haistmisretseptorid asetsevad ninaõõne ülemise osa limaskestas. Lõhnavad ained, sattudes õhuga ninaõõnde, ärritavad haistmisretseptoreid. Need ärritused kanduvad haistmisnärvi kiudude kaudu peaaju oimusagara kooresse, kus asetseb haistmiskeskus.

Haistmisretseptorid teadustavad samuti nagu maitsmisretseptoridki meile toidu kvaliteedist: võime lõhnast tunda toidu väärtust juba enne seda, kui oleme toitu suhu võtnud.

Sel ajal kui toit on juba suus, seguneb haistmisaisting maitsmisaistinguga. Selle tagajärjel tekib täielikum ja mitmekülgsem toidu „maitse" tundmine. Seetõttu on arusaadav, miks tugeva nohu puhul, kui haistmine on nõrgenenud, toit ei tundu küllalt maitsvana.

Veeaurud õhus tugevdavad haistmist. Nii näiteks niiske ilmaga tunneme teravalt lillede lõhna.

Kestvate ärrituste mõjul saabuva haistmisretseptorite väsimuse puhul võib tekkida haistmise nüristumine. Paljudel loomadel on täiuslikum haistmisaparaat kui inimesel (näiteks koertel ja eriti nende metsikuil sugulastel — huntidel ja rebastel).

Nägemiselund.

Valgusärritusi püüdvaks ja analüüsivaks elundiks on silm.

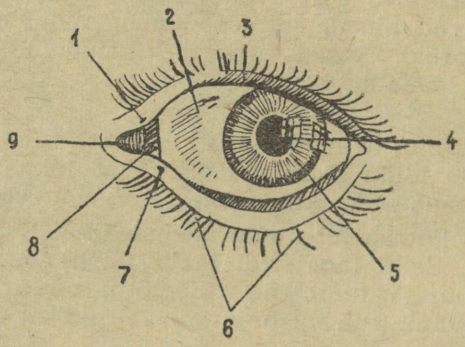
SILM.

Silm (*óculus*) ehk silmamuna (*búlbus óculi*) asetseb silmakoopa eesmises osas (joon. 138 ja 139).

Silmamuna koosneb kolmest kihist: 1) välimisest kiudkestast ehk skleerast, mis eespool läheb üle läbipaistvaks ja kumeramaks sarvkestaks (*córnea*); 2) suure hulga

veresoontega läbipõimitud soonkestast. Soonkesta eesmine osa moodustab skleera ülemineku kohal sarvkestaks vikerkesta (*iris*), mis laskub kardinakujuliselt silma sisse; 3) võrkkestast.

Vikerkesta värvist oleneb silma värvus. On vikerkestas palju pigmenti, siis on silma värvus tume; on aga pigmenti vähe, siis on silm hall või taevakarvasinine. Vikerkesta keskel on avaus — pupill ehk silmaava. Silelihaskiudude (ringlihaste — sfinkterite ja radiaalselt asetsevate dilaatorite) leidumise tõttu vikerkestas silmaava kord laieneb,



Joon. 138. **Vasak silm.** 1 — ülemine, 7 — alumine pisaratäpp; 2 — silmamuna; 3 — silmalaug; 4 — silmaava ehk pupill; 5 — vikerkest; 6 — ripsmed; 8 — poolkuukurd; 9 — pisaralihake.

kord kitseneb. Vikerkest reguleerib silma sattuva valguse hulka: tugeva valguse puhul silmaava kitseneb, nõrga valguse puhul laieneb.

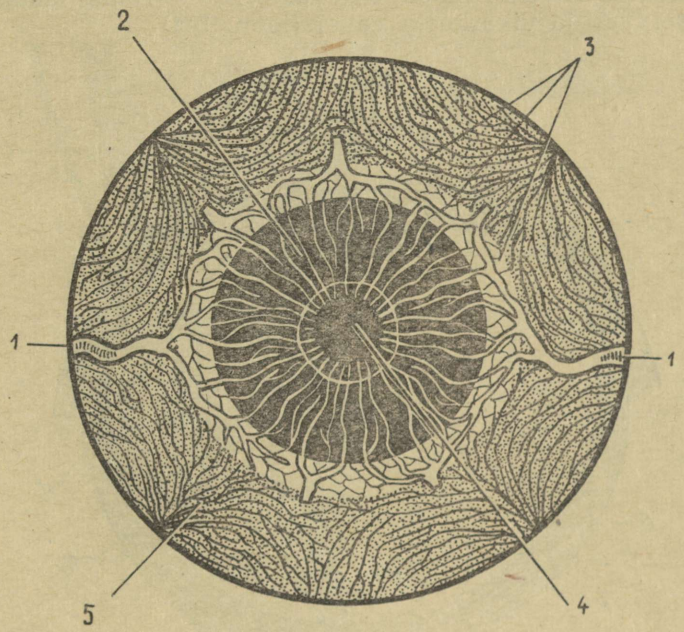
Soonkest on seestpoolt vooderdatud mustade pigmendirakkude kihiga. Seepärast näib pupill meile alati mustana, ükskõik missugune on silma värvus.

Kõige sisemisem kest asetseb otse soonkesta vastas; seda nimetatakse võrkkestaks (*retina*).

Võrkkesta struktuur on väga keerukas. Võrkkest koosneb kümnest mitmesuguste rakkude kihist; temas sisalduvad nägemisretseptorid, nn. kepikesed ja kolvikesed; need tajuvad nägemisaistinguid. Nende retseptorite juurde suunduvad nägemisnärvi lõppharud.

Võrkkest vooderdab silmamuna sisepinna tagumise osa kaht kolmandikku ja on õrna valkja kile kujuline.

Silmamunaõõnes asetsevad silma optilised seadmed ehk valgusemurdmise keskused: lääts, klaaskeha ja vesivedelik.



Joon. 139. Vikerkesta ja soonkesta veresooned. 1, 1 — ripsarteerid; 2 — vikerkest; 3 — ripskeha; 4 — silmaava; 5 — soonkest.

Lääts.

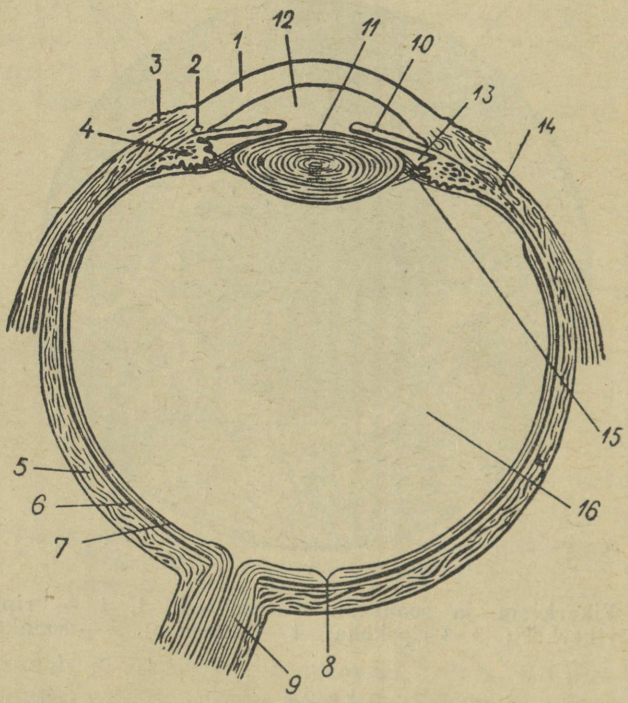
Lääts (*lens crystallina*) on läbipaistev kaksikkumer keha. Teda katab väljastpoolt õhuke läbipaistev kapsel, mida pingutab servadest ripsvöötmeke (joon. 140 ja 141). Ripsvöötmekese abil kinnistub lääts kohale. Ripsvöötmekese pingutumisel lääts lameneb, lõtvumisel — muutub kumeramaks.

Klaaskeha.

Klaaskeha (*corpus vitreum*) on läbipaistev sültjas, tarretisetaoline, õhukese kilega kaetud substants. Ta asetseb läätse taga ja täidab silmamuna tagumist ruumi.

Vesivedelik.

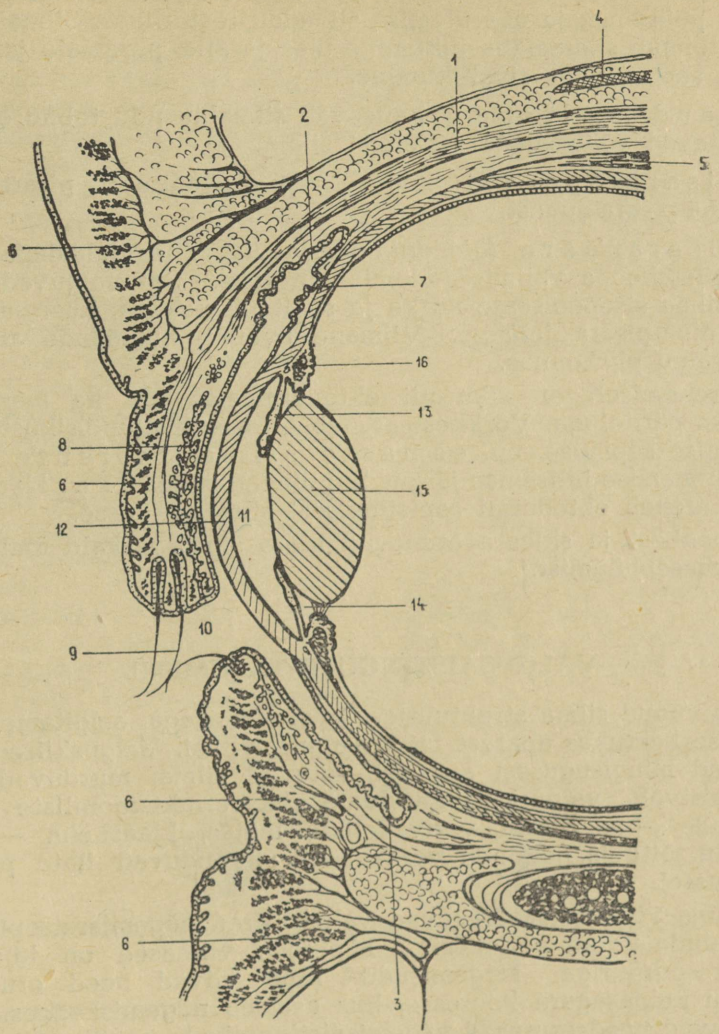
Vesivedelik (*humor aquaeus*) on läbipaistev, ees- ja tagakambrit täitev vedelik. Eeskambriks nimetatakse sarvkesta ja vikerkesta vahelist ruumi, tagakambriks — ruumi läätse külgmiste servade ja vikerkesta vahel (joon. 141).



Joon. 140. **Silmamuna horisontaalne läbilõik** (suurendatult). 1 — sarvkest; 2 — Schlemm'i kanal; 3 — silma sidekest; 4 — ripskeha; 5 — valgekest; 6 — soonkest; 7 — võrkkest; 8 — kollane tähn; 9 — nägemisnärv; 10 — vikerkest; 11 — lääts; musta kontuurjoonega on märgitud läätse kuju akommodatsiooni ajal; 12 — eesmine silmakamber; 13 — tagumine silmakamber; 14 — skleera; 15 — ripsvööt-meke; 16 — klaaskeha.

Silma lisaelundid.

Silmamuna juurde kuulub lisaelundeid. Nendest nimetame silmalihaseid, laugusid, ripsmeid ja pisara-aparaati (joon. 138, 141).



Joon. 141. **Silma vertikaalne läbilõik** (suurendatult). 1 — ülemine laulau tõsturlihas; 2 — ülemine, 3 — alumine sidekestavõlv; 4 — otsmikunärv; 5 — silma ülemine sirglihas; 6 — silma sõõrlihas; 7 — kõvakesta sidekest; 8 — Meibom'i nääre; 9 — ripsmed; 10 — laupilu; 11 — eesmine silmakamber; 12 — sarvkest; 13 — vikerkest; 14 — tagumine silmakamber; 15 — silmalääts; 16 — ripskeha.

Silmalihaseid on seitse: nendest on neli sirglihast, kaks põiklihast ja üks ülemise silmalau tõsturlihas. Silmalihaste abil toimub silmamuna liikumine üles ja alla, paremale ja vasakule, samuti tema ringliikumine.

Laud ja ripsmed kaitsevad silmalau pilu tolmu eest ja takistavad võõrkehade sattumist silma.

Pisara-aparaat koosneb pisaranäärmest, pisarakotist ja nina-pisara juhast.

Pisaranääre (*glándula lacrimális*) ühes juhadega asetseb silmakoopa välimises-ülemises nurgas. Siit valguvad pisarad silma sisepoolsesse nurka ja sealt pisarakotti, kust suunduvad nina-pisara juhasse. Viimane avaneb ninaõõnde alumise ninakäigu piirkonnas.

Arenemiselt on silm nii ektodermaalse kui ka mesenhümaalse päritoluga. Võrkkest areneb esimesest ajupõisikust kahe külgmise sopistise, nn. esmaste silmapõisikute kujul, mis arenemise hilisemas järgus kujunevad silmakarikaiks; lääts areneb ektodermi sopistumisest silmakarikasse.

Soonkest ja skleera arenevad loote silmakarikaid ümbritsevast mesenhüümist.

VALGUSAISTINGUTE TAJUMINE.

Tutvunud silma struktuuriga ja arenemisega, selgitame, kuidas see keerukas aparaat tajub valgusärritusi. Valguskiired, mis tulevad mingisugusest esemest, satuvad silma, murduvad seal läbipaistvate, valguskiiri murdvate ehk refraktsiooniliste keskkondade — sarvkesta, vesivedeliku, läätse, klaaskeha — olemasolu tõttu ja, jõudnud võrkkestani, koonduvad ühte punkti (fookusse).

Silma võrkkestas ärritavad valguskiired nägemisretseptoreid ehk niinimetatud kolvikesi ja kepikesi; viimased on täidetud nägemispurpuriga. Nägemisnärvi kiud viivad need erutused peaaju kuklasagara kooresse, kus asetseb nägemiskeskus. Seal muutuvad need erutused nägemisaistinguiks [1].

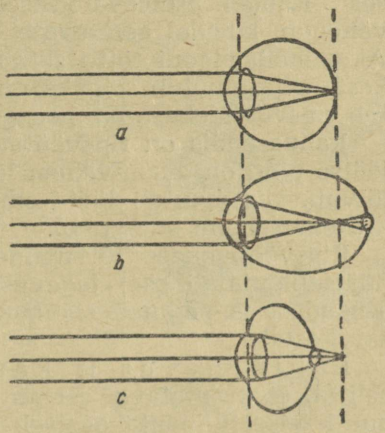
Satub vaadeldava eseme kiirte fookus otseselt võrkkestale, siis näeme eseme kujutust selgelt. Koonduvad aga kiired foo-

[1] Viimasel ajal oletatakse, et kepikesed tajuvad valguse heledust, kolvikesed — värvust.

kusse enne võrkkestani jõudmist või kaugemal võrkkesta taga (joon. 142), siis on eseme kujutus laialivalguv, ebaselge.

Läätse valguskiirte murdmise jõudu väljendatakse silmapraktikas harilikult erilistes ühikutes, nn. dioptrites[1].

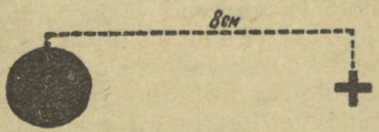
Võrkkestas leidub koht, kus nägemisretseptorid asetsevad kõige tihedamini. Seepärast on see koht valgusärritustele kõige tundlikum. Ta asetseb just läätse vastas ja kannab kollase tähni nimetust. Mingisuguse eseme vaatlemisel asetame silmamuna silmalihaste abil niimoodi, et vaadeldava eseme kiirte tulipunkt langeks kollasele tähnile.



Joon. 142. **Silma skemaatiline kujutus ja valguskiirte murdumine silmas.** *a* — normaalne silm; *b* — lühinägev silm; *c* — kaugnägev silm.

Võrkkestas leidub aga teine koht, kus nägemisretseptorid täielikult puuduvad. See koht ei taju sugugi esemete kujutusi ja kannab tumetähni nimetust.

Tumetähni olelus võime veenduda, kui teostame prantsuse füüsiku Mariotte'i katse (joon. 143). Selleks kaetakse vasak silm ja vaadeldakse paremaga teraselt joonisel kujutatud risti. Kui joonist enda ees edasi-tagasi liigutada, siis



Joon. 143. **Mariotte'i katse, mis võimaldab silma võrkkestas avastada tumetähni.**

võib tabada momendi, mil joonisel kujutatud ring kaob. See toimub siis, kui ringi kujutus satub tumetähni kohale. Joonise kaugus silmast on seejuures ligikaudu 30 sm ning oleneb joonise suurusest.

---

1 Dioptriks nimetatakse läätse valgusmurdejõudu, mille tulipunkti (fookuse) kaugus on 100 sm; kaks dioptrit annab lääts, mille tulipunkti kaugus on 50 sm.

A k o m m o d a t s i o o n. Inimese silmal on kohanemisvõime esemete nägemiseks mitmesuguses kauguses. Seda silma omadust nimetatakse a k o m m o d a t s i o o n i v õ i m e k s.

Akommodatsiooninähtus oleneb läätse kumeruse muutumisest. Kaugel asetsevate esemete vaatlemisel läätse kumerus väheneb, lähedal asetsevate esemete vaatlemisel — suureneb. Akommodatsiooni tõttu satub vaadeldava eseme kujutus võrkkestale ja muutub selgeks ning täpseks. Läätse kumerus muutub ripsvöötmekese mitmesuguses tugevuses pingutumise mõjul.

Rahuasendis on ripsvöötmeke teataval määral pingutatud ja läätse pind on enam-vähem lamestunud. Kui aga ripsvöötmeke lõtvub, siis muutub lääts oma vetruvuse tõttu kumeramaks ja kiirtemurdmine suureneb.

Ripsvöötmekese lõtvumine oleneb väikese r i p s l i h a s e (läätseliigutajalihase) tegevusest. See lihas koosneb silelihaskiududest ja paikneb silmamuna sees skleera ülemineku kohal sarvkestaks.

L ü h i n ä g e v u s ja k a u g n ä g e v u s. Kõnelesime juba sellest, et kujutatava eseme täpsus oleneb sellest, kas kiirte murdumise tulipunkt asetseb otse võrkkestal või võrkkesta ees või taga. Valguskiirte murdumine võrkkestal oleneb mõnedest silmamuna iseärasustest.

Lühinägevas silmas on silmamuna eesmis-tagumine mõõde pikem kui normaalses silmas. Lühinägevas silmas on võrkkest läätsest pisut kaugemal. Kaugnägevas silmas on silmamuna eesmis-tagumine mõõde lühem kui normaalses silmas. Kaugnägevas silmas asetseb võrkkest järelikult läätsele ligemal. Sel põhjusel koonduvad vaadeldava eseme valguskiired lühinägevas silmas võrkkestast ettepoole ja annavad võrkkestale esemete ebaselge, laialivalguva kujutuse (v a l g u s e h a j u m i s e r i n g i d); kaugnägevas silmas koonduvad valguskiired võrkkesta taha, andes samuti laialivalguva kujutuse (joon. 142).

Lühi- ja kaugnägevust korrigeeritakse vastavate prillide abil. Lühinägevust korrigeeritakse kaksiknõgusate ja kaugnägevust kaksikkumerate klaasidega.

VÄRVUSMEEL.

Harilik päikesekiir koosneb spektri seitsmest värvilisest kiirest: punasest, oranžist, kollasest, rohelisest, taevassinisest, sinisest ja violetsest.

Päikesekiire liitsust võib kontrollida lihtsa katsega: tarvitseb ainult lasta päikesekiir läbi klaasprisma, kui näeme seinal hüplevat värvilist laiku — vikerkaart.

Kuid mispärast näivad meile ühed esemed omavat üht, teised teist värvust? See oleneb esemete omadusest neelata ja tagasi heita ühtesid spektri värvusi ja endast läbi lasta teisi. Kui mingi ese näiteks h e i d a b t a g a s i kõik spektri kiired, siis näib see ese meile valgena; kui ta aga n e e l a b kõik spektri kiired, siis näib ta meile mustana.

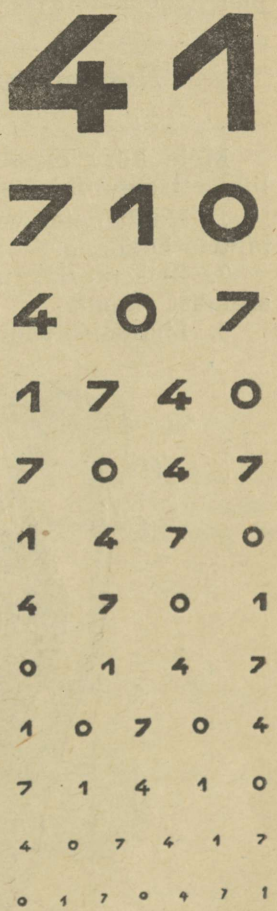
Kui ese neelab kõik värvused peale ühe, näiteks punase, mida ta heidab tagasi, siis säärane ese näib meile punasena.

Silma värvusmeelt seletab õpetlane Helmholtz kolme liiki värvusretseptorite olemasoluga silma võrkkestas. Ühtede erutamine põhjustab meil punase värvuse aistingu, teiste erutamine — rohelise ja kolmandate erutamine — violetse. Kui aga erutuvad kõik kolm retseptorit üheaegselt, siis Helmholtz'i teooria järgi tekib meil valge värvuse aisting.

Esineb juhtusid, et inimene ei erista mõnd spektri värvust. Säärast nähtust nimetatakse v ä r v u s e p i m e d u s e k s ehk d a l t o n i s m i k s inglise füüsiku ning keemiku J. Dalton'i nime järgi, kellel oli see defekt.

Peale daltonismi täheldatakse mõnikord teist silmade haigestumist, nn. k a n a p i m e d u s t. Selle haiguse olemus seisneb selles, et haiged ei näe hämarikus peaaegu midagi, kuna nad päeval näevad väga hästi. Kanapimedus võib olla kaasasündinud või saadud. Ta tekib värvusretseptorite — võrkkesta kolvikeste — vigastumise tõttu. See haigus on seoses A-vitamiini puudumisega toidus.

On endastmõistetav, et värvusepimedail on elukutse valik piiratud: nad ei saa olla lendureiks, militsionäärideks, veokijuhtideks jm.



Joon. 144. **Nägemisteravuse määramise tabel** (veerand loomulikust suurusest).

NÄGEMISTERAVUS.

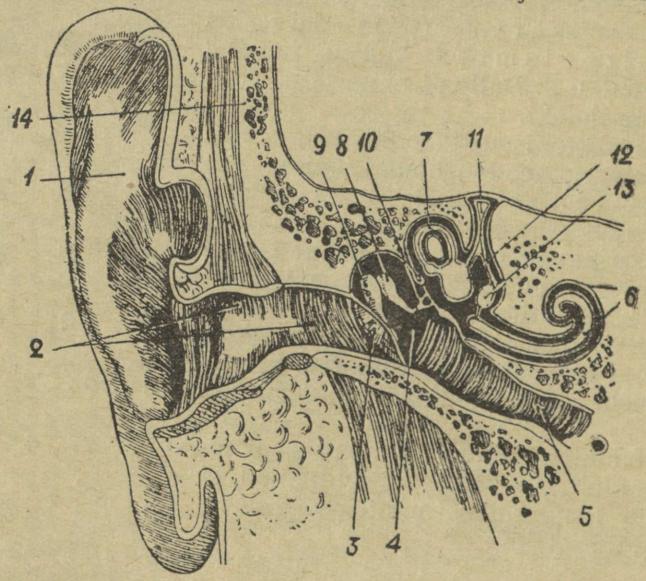
Nägemisteravuseks nimetatakse silma võimet eristada kõige peenemaid

üksikasju. Nägemisteravust määratakse silmaraviasutistes eriliste tabelite põhjal, milledel on kujutatud tähed, numbrid ja muud märgid (joon. 144). Tähtede suurus tabelis väheneb harilikult ülalt alla. Nägemisteravuse uurimiseks pannakse uuritav haige istuma 5 m kaugusele tabelist ja lastakse tal näitamise järgi nimetada tähti. Kui ta näeb viimase rea tähti, siis võrdub tema nägemisteravus ühega. Iga järgmine rida vähendab nägemisteravust 0,1 võrra.

Kuulmiselundid. Elundid keha asendi ning liikumise tajumiseks.

Meie kõrv on keerukas meele-elund. Temas peitub kolme liiki retseptoreid.

1. Helilaineid vastuvõtvad retseptorid; neid laineid meie tajume helidena.
2. Retseptorid, mis annavad meile kujutluse meie keha asendist ruumis.
3. Liikumise suuna ja kiiruse muutumist tajuvad retseptorid.



Joon. 145. Kuulmiselundi frontaalne läbilõik. 1 — kõrvalest; 2 — väliskuulmekäik; 3 — trummikile; 4 — keskkõrvaõõs; 5 — Eustachio tõri; 6 — tigu; 7 — poolringkanalid; 8 — vasar; 9 — alasi; 10 — jalus; 11 — endolümfijuha; 12 — kuulmemõik; 13 — kuulmekotike; 14 — oimuluu.

KÕRV.

Kõrv (*auris*) jaguneb välis-, kesk- ja sisekõrvaks (joon. 145).

Väliskõrv.

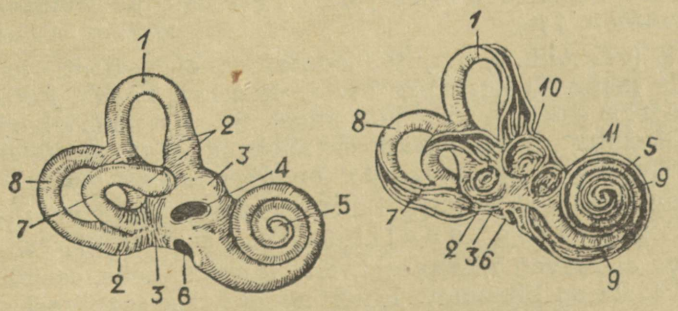
Väliskõrv koosneb kõrvalestast ja välis-kuulmekäigust. Kõrvalest moodustub vetruvast elastsest kõhrest ja on kaetud õhukese nahakihiga. Inimesel on ta liikumatu ja ilma erilise tähtsuseta: on esinenud juhtumeid, kus kõrvalest puudus täielikult; sellest hoolimata ei täheldatud kuulmishäireid. Kuid loomadel on ta liikuv; see pakub võimalusi helide paremaks püüdmiseks ja nende suuna määramiseks. Välis-kuulmekäik on rikas kõrvavaiku eritavate näärmete poolest. Kõrvavaik kaitseb väliskõrva tolmuga saastumise eest.

Välis-kuulmekäik lõpeb õhukese trummikilega. Trummikile on välis-kuulmekäigu naha jätk ja eraldab välis-kuulmekäiku keskkõrvaõõnest.

Keskkõrv.

Keskkõrv ehk trummiõõs asetseb oimuluu püramiidis välis-kuulmekäigu ja sisekõrva vahel.

Keskkõrva eesmises seinas on mulk, mille kaudu pääseb Eustachio tõrvesse; viimane ühendab keskkõrva neeluga. Eustachio tõrve kaudu pääseb õhk neelust keskkõrva ja säilitab seal normaalset atmosfäärilist rõhku.



Joon. 146. **Luulabürint.** 1 — ülemine poolringkanal; 2 — ampullid; 3 — esik; 4 — ovaalne esikuaken; 5 — tigu; 6 — ümmargune tiguaken; 7 — külgmine poolringkanal; 8 — tagumine poolringkanal; 9 — spiraalne luuleste; 10 — ovaalne lohk; 11 — ümmargune lohk.

Iga neelamisliigutuse puhul avaneb Eustachio tõri ja keskkõrvas uueneb õhk. Peale selle väljub Eustachio tõrve kaudu nina-neelu õõnde keskkõrvas pidevalt tekkiv lima.

Eustachio tõrve kitsenemisel, mida täheldatakse harilikult põletikuliste protsesside juhul, kooldub trummikile sissepoole ja põhjustab teravaid valusid kõrvapiirkonnas.

Keskkõrva sisemises seinas leidub kaks mulku: ovaalne esikuaken ja ümmargune tiguaken, millede kaudu pääseb sisekõrva (joon. 146). Keskkõrvaõõnes trummikile ja ovaalse esikuakna vahel asetseb väikeste kuulmeluukeste ahelik — vasar, alasi ja jalus. Kõik need luukesed on omavahel liigeste ja sidemete abil ühenduses ja neid paneb liikuma kaks väikest lihast.

Sisekõrv.

Sisekõrv ehk kõrvalabürint asetseb sügaval oimuluus keskkõrva ja sise-kuulmekäigu vahel. Sise-kuulmekäigu avaust suleb õhuke luuplaadike; selles plaadikeses on peenikesed mulgud; nende mulkude kaudu väljuvad sisekõrvast kuulmisnärvi harukesed.

Luulabürindi sees on sidekoeline kilelabürint; sellel on luulabürindi kuju.

Luu- ja kilelabürindi vahelist ruumi täidab oma koostiselt lümfiga sarnanev vedelik — perilümf. Kilelabürindi seesmist ruumi täidab vedelik, mida nimetatakse endolümfiks.

Sisekõrv koosneb kolmest osast: esikust, poolringkanaleist ja tigust (joon. 146).

Esik (*vestibulum*) kujutab endast ovaalset õõnt; ta võtab enda alla labürindi keskmise osa ja koosneb kahest kotikesest, nn. kuulmemõigust (*utriculus*) ja kuulmekotikesest (*sácculus*). Kuulmemõik on poolringkanalitega ühenduses viie mulgu kaudu; kuulmekotike on ühenduses tiguga.

Esikust tagapool asetseb kolm isekeskis perpendikulaarselt kulgevat poolringkanalit (*canáles semicirculáres*).

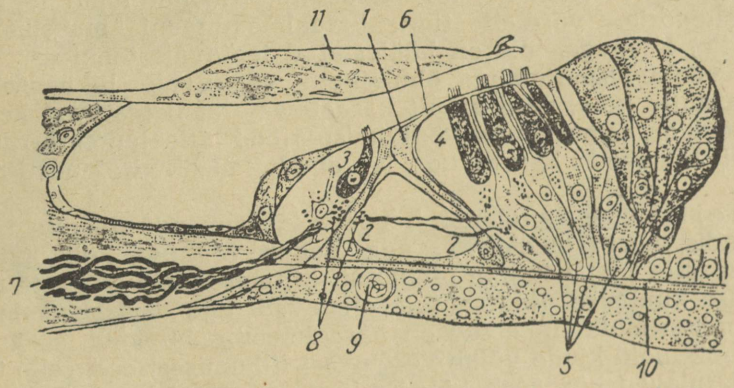
Esikus asetsevad retseptorid, mis tajuvad keha asendit ruumis, kui keha on liikumatu. Esikut nimetatakse seepärast staatilise tasakaalu elundiks.

Poolringkanaleis leiduvad liikumise suunda ja kiirust tajuvad retseptorid. Poolringkanaleid nimetatakse seepärast dünaamilise tasakaalu elundeiks.

Esikust eespool asetseb spiraalne kanal, nn. tigu (*cóchlea*). Tigus on Corti organ. See on heliretseptoreist koosnev seadis, mis tajub heliärritusi (joon. 147).

Tigu luutelg suundub tipuga keskkõrva poole; oma alusega suleb tigu sise-kuulmekäigu. Selles aluses on hulk peenikesi mulke; nende kaudu väljuvad tigust kuulmisnärvi harukesed.

Tigu luuteljest suundub eemale spiraalne luuleste; see jagab tigukanali kaheks osaks: ülemiseks, nn. esikuastrikuks, mis on ühenduses esikuga, ja alumiseks, trummiastrikuks, mis avaneb keskkõrvaõõnde.



Joon. 147. **Corti elund ristiläbilõikes** (suurendatult). 1 — Corti sambakesed; 2 — tunnel; 3 ja 4 — kuulmisrakud; 5 — tugirakud; 6 — retikulaarleste; 7 — kuulmisnärvi kiud; 8 — ristipidi läbilõigatud närvikiud; 9 — veresoon; 10 — basaalmembraan; 11 — Corti membraan.

Spiraalne luuleste ei ulatu tigu vastaspoolse välisseinani. Tema jätkuks on sidekoeline spiraalne leste, mida nimetatakse basaalmembraaniks. Basaalmembraan koosneb tihkeist kiududest („keeltest"). Arvult on neid ligikaudu 30 tuhat. Tigu aluse juures on need kiud võrdlemisi lühikesed, kuid ülemises keeritsas pikad (kuni 0,5 mm; joon. 147). Basaalmembraani peal asetseb epiteliaalne Corti organ. Selles eristatakse rohkearvulisi ja mitmekesiseid tugi- ja tunde- ehk karvrakke. Tunderakkude protoplasmas lõpevad kuulmisnärvi kiud.

KUULMISAISTINGUTE TEKKIMINE.

Mingisuguse keha, näiteks muusikariista keelte, häälepaelte võnkumine, mootoriosade värin põhjustab õhu võnkuvat liikumist. Need õhulained, jõudnud meie kõrvani, tungivad väli-

kuulmekäigu kaudu trummikileni ja panevad ka selle võnkuma. Trummikile võnkumised kanduvad edasi läbi keskkõrvaõõne kuulmeluukeste kaudu ovaalse akna vetruvale membraanile. Vetruva membraani vappumine põhjustab perilümfi võnkumist; see võnkumine kandub edasi tigu lestmelise seina kaudu endolümfile ja selle kaudu basaalmembraani kiududele.

Basaalmembraani kiudude võnkumised kanduvad edasi Corti organi sensiibleisse karvrakkudesse, sealt liiguvad nad kuulmisnärvi kiudude kaudu peaaju oimusagara kooresse, kus asetseb kuulmiskeskus, ja põhjustavad seal heliaistingu.

Õpetlane Helmholtz, kes möödunud sajandi lõpul lõi resonantsiteooria, võrdleb tigu basaalmembraani muusikariista (kandle) keeltega, mis on häälestatud teatavais toonides. Teatava võnkumisperioodiga õhulainete võnkuvale liikumisele ei vasta mitte kõik, vaid ainult basaalmembraani teatavad keeled, milledel on samasugune võnkumisperiood. Seejuures ärrituvad ainult teatavad karvrakud ja ainult üksikud kuulmisnärvi kiud.

H e l i k õ r g u s oleneb heliseva instrumendi võngete arvust sekundis, h e l i t u g e v u s aga oleneb võnkuva keha (keelte, häälepaelte jm.) võngete ulatusest. Mitmesuguste inimeste muusikalise kuulmise iseärasused olenevad tigu basaalmembraani seisundist: mida tihkemad on basaalmembraani kiud, seda suurem hulk neid kiude võtab võnkuvast liikumisest osa; selle tagajärjel sulavad kõrguselt kõige mitmekesisemad helid üheks ühiseks heliks. Head muusikalist kuulmist omavail inimestel on basaalmembraan pehmem; seetõttu võngub iga heli puhul ainult väike arv kiude; see võimaldab mitmesuguses kõrguses helisid täpsemalt eristada.

KEHA ASENDI JA LIIKUMISE TAJUMINE.

Inimese keha asendi ja liikumise tajumine oleneb paljude meele-elundite — nägemis-, kompimis-, lihase tundlikkuse jt. elundite ühisest funktsioonist; kuid peamine tähtsus on seejuures spetsiaalseil tasakaaluelundeil: e s i k u l ja p o o l r i n g k a n a l e i l.

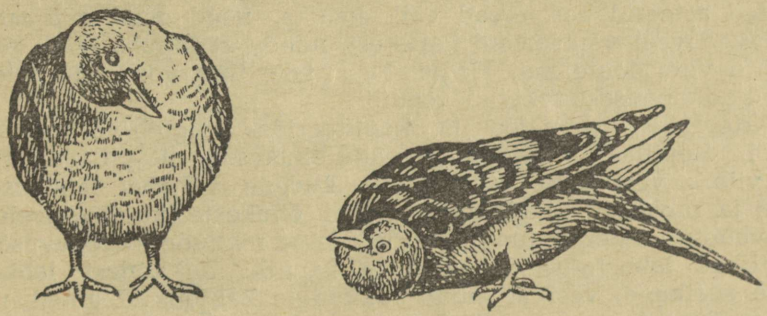
Esiku funktsioon. Esiku sisepinnal asetsevad valkjate paksendite kujul retseptorid — limaga ümbritsetud ja kuulmiskarvadega varustatud tunderakud. Rakud on ühendatud kuulmisnärvi koosseisu kuuluva esiku- (vestibulaar-) närvi kiududega. Esikuosas nimetatakse neid retseptoreid s t a a t i l i s t e k s t ä p p i d e k s.

Limaga ümbritsetud rakkudel asetsevad mikroskoopiliselt väikesed süsihapu lubja kristallid, nn. s t a t o l i i d i d.

Pea kallutamisel asetuvad statoliidid ühes endolümfiga naabruses leiduvaile retseptoreile, hakkavad rõhuma nende kuulmiskarvakestele ja põhjustama vestibulaarnärvi lõpmete vastavaid erutusi. Need erutused ulatuvad peaajukooreni ja tekitavad aistingu pea asendist ruumis.

Samaaegselt lähevad erutused kaelalihaste motoorseisse keskustesse, põhjustavad nende reflektoorset kokkutõmbumist ja pea taasasetumist normaalsesse asendisse.

Poolringkanalite funktsioon. Poolringkanalid asetsevad kolmes tasapinnas; neid täidab endolümf. Nende laienenud osades,



Joon. 148. **Tuvid, kelledel poolringkanalid on ühes kõrvas purustatud. Iseloomulik pea ja kogu keha hoiak pärast parempoolse labürindi purustamist.**

nn. a m p u l l i d e s, asetsevad harjakeste kujul retseptorid; neil retseptoreil on samasugune struktuur nagu esiku retseptoreilgi; puuduvad ainult statoliidid. Pea kallutamisel muutub endolümfi rõhumine staatiliste harjakeste retseptoreile; see tekitab nende vastavat erutumist. Staatilistest harjakestest kanduvad saadud erutused närvikiude mööda pikliku aju rombja lohu külgmistes nurkades asetsevasse staatilise tasakaalu primaarsesse keskusse ja peale selle veel ajukesse ja ajupoolkerade kooresse. Loomad, kelledel on vestibulaarne aparaat ja poolringkanalid purustatud, kaotavad täielikult keha tasakaalu säilitamise võime: nad lasevad kogu aja kukerpalli, teevad ringliigutusi, kuna linnud kaotavad lendamisvõime (joon. 148). Inimesel täheldatakse nende elundite haigestumise puhul peale liikumishäirete veel peapööritust, iiveldust, mõnikord ka oksendamist.

VERERINGESÜSTEEM.

Vere ja lümfi tähtsus.

Kõiki meie keha kudesid ja elundeid läbib veresoonte võrk. Suured arteerid hargnevad väiksemaiks, need omakorda moodustavad veel väiksemaid harukesi, nõnda et lõpuks tekib peenimate veresoonte, nn. kapillaaride tihe võrk. Kapillaaride koondumisest tekivad veenid.

Arteerides, veenides ja kapillaarides ringleb organismis veri. Kapillaaride seinad on väga õhukesed. Kapillaare läbides viibib veri keha rakkude ja kudede vahetus läheduses. Vere ja rakkude vahel toimub läbi õhukeste kapillaariseinte ainevahetus. Verest tungivad kudedesse rakkude elutegevuseks tarvilikud lahustatud toitained ja hapnik. Rakkudest lahkub verre süsihape, vesi ja muud rakkudele kahjulikud ained, nn. laguained.

Osa aineid, mis tungivad rakkudest ja läbi kapillaaride seinte verest, peetub rakkudevahelises ruumis ja moodustab rakkudevahelise vedeliku — lümfi.

Nõnda on veri ja lümf omavahel tihedas kokkupuutes. Vere ja lümfi kaudu toimuvad rakkude toitmine, nende varustamine hapnikuga, samuti laguainete väljaviimine rakkudest.

Verd lahutab koest ainult kapillaariseinake. Kuid nagu teame, see sein on läbitav mõnedele vere koostusosadele ja rakkude eneste elutegevusproduktidele. Verd ja lümfi nimetatakse organismi sisemiseks keskkonnaks.

On arusaadav, et isegi kõige tähtsusetumad lümfi ja vere koostise ja omaduste muutused kajastuvad tugevasti kudede, järelikult ka kogu organismi elutegevuses tervikuna. Ülalesitatust selgub, et verel ja lümfil on organismis järgmised funktsioonid: 1) toitmisfunktsioon — rakkude varustamine toitainetega; 2) gaasivahetusfunktsioon — rakkude varustamine hapnikuga ja süsihappe äraviimine; 3) eritamisfunktsioon — muude laguainete kõrvaldamine rakkudest.

Kuid sellega ei piirdu vere ja lümfi tähtsus organismis. Verele on omane veel kaitsmisfunktsioon. Veres toodetakse ja kogutakse erilisi aineid (vastukehasid); need kaitsevad organismi mikroobide poolt esilekutsutud haiguste eest (nakkushaigused).

Veri võtab osa soojuse jaotamisest organismis: siseelundite soojem veri, voolates naha all, annab nahale oma soojusjäägid ja reguleerib niiviisi soojuse äraandmist meie kehas — teostab soojuse reguleerimise funktsiooni.

Lõpuks teostub vere, samuti ka lümfi kaudu omavaheline ühendus meie keha üksikute elundite vahel — humoraalne regulatsioon, millega tutvusime juba närvisüsteemi käsitleva peatüki sissejuhatavas osas. Nii näiteks kandub teatav aine (sekretiin), mida toodab kaksteistsõrmiksool, verega kehasse laiali ja tingib kõhunäärme tegevust. Omakorda kõhunäärmes erituv hormoon (insuliin), sattudes verevooluga maksa, reguleerib selle tööd (soodustab suhkru ladestumist maksas). Süsihape tungib rakkudest verre ja, jõudnud ühes verega piklikku ajju, erutab hingamiskeskust — toimub sissehingamine.

Veri.

VERE HULK, TEKKIMINE JA KOOSTIS.

Keskmise kaaluga täiskasvanud inimesel on ligikaudu 5 l verd ja 2 l lümfi.

Veri (*sanguis*) on punast värvust, soolaka maitsega, leelisese reaktsiooniga paks vedelik. Ta areneb embrüonaalse sidekoe rakkudest — mesenhüümist — ja kujutab endast vedelat sidekude.

Veri koosneb verelibledest ja vereleemest. Verelibled jagunevad erütrotsüütideks (punased verelibled), leukotsüütideks (valged verelibled) ja trombotsüütideks (vereliistakud).

Inimese erütrotsüüdid ehk punalibled kujutavad endist ümmargusi tuumata rakke; need rakud on keskelt kaksiknõgusa läätse kujuliselt soondunud (joon. 149).

Teiste loomade, näiteks konnade, kalade ja lindude erütrotsüüdid sisaldavad tuuma ja nad on kujult ovaalsed või ümmargused.

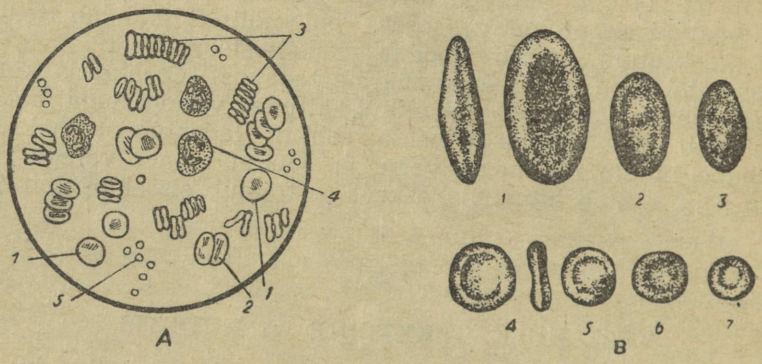
Inimese ja mitmesuguste loomade erütrotsüütide kuju tundmisel on suur tähtsus kohtuarstidele, kelledel tuleb selgitada, kes on tapetud, kas inimene või loom.

Veresoontest väljunud veres asetsevad erütrotsüüdid iseloomulikult metallrahasambakeste kujuliselt (rahatulpadena).

Erütrotsüüdid avastas õpetlane Leeuwenhoek XVII sajandi lõpul; nende nimetus tuletub kreeka sõnadest *erütros* — punane ja *tsütos* — rakk.

Vere 1 mm³ sisaldab ligikaudu 5 000 000 erütrotsüüti meestel ja 4 500 000 naistel. Vastsündinuil ulatub erütrotsüütide hulk 6 000 000-ni.

Kõrgmäestikus viibimine, kus õhk on hõre ja hapnikku vähem, põhjustab erütrotsüütide arvu suurenemist kuni 8 000 000-ni.



Joon. 149. **Inimese ja loomade erütrotsüüdid.** *A* — inimese vere äigepreparaat mikroskoobi all. 1 — vere punaliblede pinnapoolne vaade; 2 — punalibled kõrvalt; 3 — punalibled metallrahasambakeste kujul; 4 — leukotsüüdid; 5 — vereliistakud. *B* — inimese ja mitmesuguste loomade erütrotsüüdid. Ülemises reas on tuumadega erütrotsüüdid, alumises — tuumadeta. 1 — konna erütrotsüüt; 2 — kala (linaski), 3 — kana, 4 — inimese, 5 — sea, 6 — hobuse, 7 — kitse erütrotsüüt.

Erütrotsüütide, nagu teistegi vereliblede loendamist teostatakse kahe riista abil: Thoma-Zeiss'i loendamisaparaadiga (loenduskambriga) ja Potain'i aparaadiga (segajaga).

Inimese vere iga erütrotsüüt on väga väike rakuke, mille diameeter on 7 mikronit; erütrotsüüdi pind on 128 ruutmikronit (μ^2). Kui me aga arvutame välja kõigi veres leiduvate erütrotsüütide pindala — neid on ligikaudu 25 triljonit, s. t. 25 tuhat miljardit —, siis saame väga suure numbri. Selgub, et kõikide inimese veres leiduvate erütrotsüütide pindala on veerand hektaari. Sellel asjaolul on väga suur füsioloogiline tähtsus, mis

saab meile arusaadavaks, kui tutvume erütrotsüütide struktuuri ja keemilise koostisega.

Erütrotsüüdid koosnevad valgulisest toendist ehk *stroomast* ja poolläbitavast *kestast*; viimane koosneb rasvataolisest substantsist — lipoididest. Strooma vaheruumid on täidetud punase rauda sisaldava substantsiga — *hemoglobiiniga* ehk verevärvnikuga. Hemoglobiin koosneb valgust ja värvivast substantsist — pigment *hemokromogeenist*. Hemoglobiin ühineb kergesti hapnikuga ja annab seda kergesti ära. Hapniku ühinemine hemoglobiiniga toimub kopsudes sel ajal, kui veri voolab läbi kopsu kapillaaride. Oksüdeerunud hemoglobiini nimetatakse *oksühemoglobiiniks*.

Organismi kudedes toimub hapniku lahkumine oksühemoglobiinist. Oksühemoglobiin muutub harilikuks hemoglobiiniks; rakud neelavad tema hapniku. Nüüd on selge, missugune suur tähtsus on organismi elus hemoglobiinil, järelikult ka kõigil erütrotsüütidel: nad varustavad meie keha kudesid ja elundeid hapnikuga. On arusaadav, et mida suurem on erütrotsüütide pindala, seda suurema hulga hapnikuga võib ühineda hemoglobiin. Muutub arusaadavaks ka erütrotsüütide arvu suurenemise põhjus kõrgmägedes viibimisel. Samuti on huvitav märkida, et kõrgemail loomadel — imetajail ja inimesel — on tuuma puudumine punalibledes hapniku suuremal hulgal neelamise abinõuks. Tuumata erütrotsüüt on tervenisti immutatud hemoglobiiniga; tuumaga punalibles võtab hulga ruumi enda alla tuum, milles ei ole hemoglobiini.

Hapnikust märksa hõlpsamini ja kiiremini ühineb hemoglobiin vingugaasiga (CO); viimane tekib puude või süte mittetäielikul põlemisel. Vingugaasi väga vähese hulga leidumisel õhus küllastub hemoglobiin suuremas osas sellest ja kaotab võime hapnikuga ühinemiseks. Inimesel ilmnevad vingugaasmürgistuse tunnused — peapööritus, oksendamine ja teadvuse kadumine. Vingugaasmürgistus lõpeb sageli surmaga. Surm saabub rakuhingamise lakkamisest, sest et hemoglobiin on vingugaasist küllastatud ega saa rakkudele muretseda hapnikku.

Vingugaasmürgistuse puhul on tarvis kannatanu võimalikult rutem värske õhu kätte toimetada. Eriti raskeil juhtudel tehakse kunstlikku hingamist ja võetakse ette veretransfusioon.

Hemoglobiiniga analoogilist hingamispigmenti leidub peaaegu kõikide loomade veres. Kuid alati ei ole see punane: mõningail alamail loomadel, näiteks molluskidel, on pigment

helesinine (vasesisalduse tõttu), okasnahkseil — punakaskollane ja ussidel — rohekas.

Oma keemiliselt koostiselt seisab hemoglobiinile väga lähedal taimede pigment klorofüll. See asjaolu on huvitav üldbioloogilisest vaatepunktist: ta viitab sellele, et mõlemad pigmendid pärinevad nähtavasti orgaanilise looduse arenemisel ühest ja sellestsamast allikast ja et looma- ning taimeriik on oma tekkimiselt ühtsad.

Soolhappega töödeldud hemoglobiin annab kristalliseerumisvõimelist hemiini. Inimesel ja loomadel tekivad hemiini kristallid; neil on mitmesugune kuju. See asjaolu annab võimaluse täpselt selgitada, kellele veri kuulub.

Hemoglobiini protsentuaalset sisaldust veres määratakse kliiniliselt Sahli hemoglobinomeetriga. See riist põhjeneb uuritava vere värvuse võrdlemisel normaalsega. Lahustades verd veega hakkavad erütrotsüüdid paisuma, nende kest lõhkeb ja hemoglobiin läheb plasmasse. Niisugust verd nimetatakse lakkvereks ja erütrotsüütide lahustumise protsessi ennast — hemolüüsiks.

Hemolüüsinähtused võivad tekkida ka elavas organismis kas mõnede mürkidega mürgistumise tagajärjel või teise looma erütrotsüütide juhtimisel verre. Hemolüüsi täheldatakse ka troopilise malaaria puhul.

Peamiseks erütrotsüütide loomekohaks on täiskasvanud inimesel punane luuüdi, lootel aga põrn.

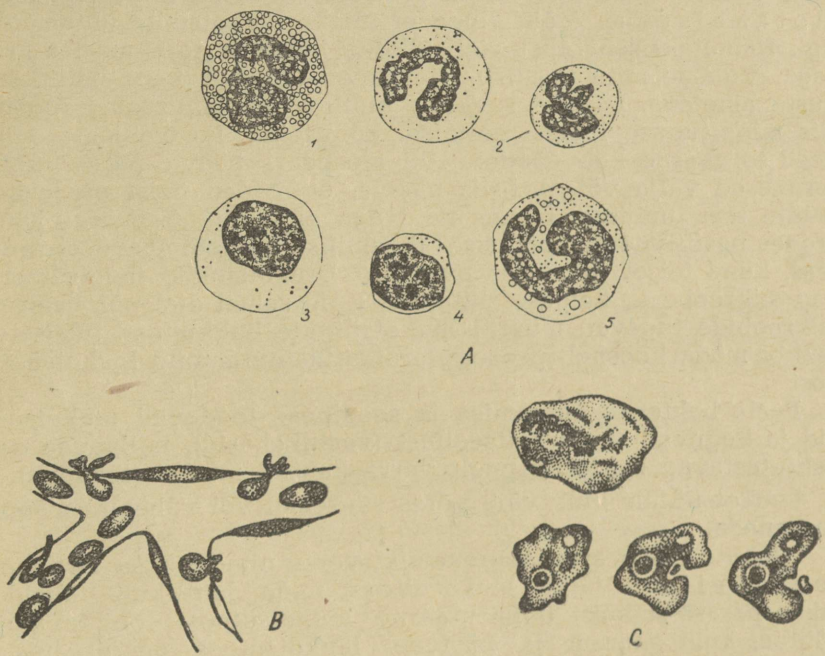
Noortel, valmimata erütrotsüütidel on tuum ja neid nimetatakse erütroblastideks. Täiskasvanu veres neid normaalselt ei ole. Erütroblastide ilmumist täheldatakse ainult organismi haigusliku seisundi korral, näiteks raskekujulise kehvveresuse ja teiste haigestumiste puhul.

Tuuma puudumise tõttu ei ole valminud erütrotsüütide iga kuigi pikk; nad hukkuvad veres keskmiselt 20—25 päeva möödumisel. Oma ea äraelanud erütrotsüüdid lagunevad maksas ja osalt ka põrnas. Maks tarvitab neid peamiselt sapipigmentide loomiseks.

Paljude ebasoodsate tingimuste puhul (haigus, halb toitumus) väheneb erütrotsüütide hulk veres järsult või langeb nendes hemoglobiini protsentuaalne sisaldus. Säärast organismi seisundit nimetatakse kehvveresuseks. Kehvveresuse puhul antakse haigeile arseeni või rauapreparaate. Arseen ärritab punast luuüdi ja soodustab sellega erütrotsüütide arvu suurenemist veres; raud teostab erütrotsüütide „värvumist", s. t. soodustab hemoglobiini kogunemist nendesse.

Leukotsüüdid ehk valgelibled avastas õpetlane Hewson XVIII sajandi lõpul. Leukotsüüdid on erütrotsüütidest suuremad. Nad kujutavad endist mitmesuguses suuruses tuumaga rakke. 1 mm³ sisaldab neid keskmiselt 5000—10 000 (joon. 150).

Vere valgelibled omavad samuti nagu lihtsaimad algloomad — amööbid — liikumisvõimet. Peale verevooluga kaasaliiku-



Joon. 150. **Leukotsüüdid.** *A* — leukotsüütide liigid (ülemine rida — granulotsüüdid, alumine rida — agranulotsüüdid). 1 — eosinofiil; 2 — neutrofiilid (vasakul — kepptuumaline, paremal — segment-tuumaline); 3 — suur lümfotsüüt; 4 — väike lümfotsüüt; 5 — monotsüüt. *B* — leukotsüütide emigratsioon. *C* — fagotsütoos.

mise võivad leukotsüüdid iseseisvalt tungida (migreerida) läbi kapillaaride seinte lümfisse ja „hulkuda" ühes lümfiga rakkudevahelistes ruumides.

Leukotsüüdid haaravad endi sisse ja seedivad mitmesuguseid organismi sattunud kõrvalisi kehasid: baktereid, kudede hukkunud rakke jm. Seda leukotsüütide omadust märkas esimesena kuulus vene õpetlane I. I. Metšnikov. Ta nimetas leuko-

. tsüüte fagotsüütideks, s. t. õgijaiks, ning nähtust ennast — fagotsütoosiks.

Fagotsütoos toimub selle tagajärjel, et leukotsüüdid on tundlikud nende keemiliste olluste vastu, mida eritavad mikroobid. Need ained ärritavad leukotsüüdi protoplasmat, mille tagajärjel leukotsüüt hakkab lähenema ärritusallikale; teda nagu tõmbab selle poole. Seda nähtust on teaduses hakatud nimetama kemotaksiseks. Kõik ained ei tõmba leukotsüüte ühtemoodi ligi. Kemotaksisenähtust võib jälgida lihtsa ja teravmeelse katsega. Võtame mitu peenikest torukest, täidame need mitmesuguste ainetega, näiteks suhkru-, kiniini- jm. lahusega. Avame siis mingisuguse looma eesmise kõhuseina ja õmbleme talle need torukesed kõhuõõnde. Kui me paari päeva pärast need torukesed välja võtame, siis näeme, et mõned neist on leukotsüüte täis tuubitud, teistes neid aga ei leidu. Esimesel juhul arenes positiivne kemotaksise- (keemilise külgetõmbamise) protsess, kuna teisel juhul see puudub. Leukotsüüdid fagotsüteerivad mikroobe — haigusetekitajaid. Kuid samal ajal põhjustavad mikroobide tugevad mürgid leukotsüütide hukkumist. Paisetes tekkiv mäda koosneb peaaegu eranditult hukkunud leukotsüütidest.

Peale bakterite haaramise ja seedimise toodavad leukotsüüdid ja koguvad verre kaitseollust (vastukehasid), milledega nad kahjutustavad bakterite poolt verre kantud mürke (toksiine).

Leukotsüütide hulk võib veres suuremal või vähemal määral suureneda.

Leukotsüütide arvu suurenemist veres nimetatakse leukotsütoosiks. Väike leukotsütoos, mida harilikult tähelda-takse pärast söömist (alimentaarne leukotsütoos), on tavaline nähtus; kuid suurem ja püsivam leukotsütoos on organismi raske häire (mädaniku, mädaveresuse jm.) tagajärjeks. Haige veres toimuva leukotsütoosi kasvamise ja kahanemise jälgimine on väga tähtis meditsiinilisele töötajale: see võimaldab haigust õigesti diagnoosida ja oletada haiguse lõpet (prognoos); nii näiteks ühtib krupoosse kopsupõletiku puhul leukotsütoosi kahanemine alati haiguse soodsa lõppega.

Leukotsüütide arvu vähenemist veres nimetatakse leukopeeniaks. Seda täheldatakse harilikult pahaloomulise kehvveresuse puhul.

Oma suuruselt ja kujult pole leukotsüüdid ühesugused, vaid jagunevad mitmeks rühmaks. Meie kliinikuis ja õppeasutistes on tarvitusel Schilling'i leukotsütaarne valem. Selle põhjal liigitatakse kõik leukotsüüdid järgmisesse viide

rühma: 1) neutrofiilid (neid on normaalselt 63—70%), 2) eosinofiilid ehk atsidofiilid (2—4%), 3) basofiilid (0,5%), 4) lümfotsüüdid (23—30%), 5) monotsüüdid (4—6%).

Kõik leukotsüüdid eristuvad üksteisest tuuma kujult ja omaduselt värvuda mitmesuguste värvidega. Nii näiteks värvuvad neutrofiilid niihästi leelisereaktsiooniliste kui ka happereaktsiooniliste värvidega, eosinofiilid aga happereaktsiooniliste värvidega (eosiiniga), kuna basofiilid leelisereaktsiooniliste värvidega (metüleensinisega).

Kolmel esimesel leukotsüütide liigil on terakesi sisaldav protoplasma; neid nimetatakse sõmerlibledeks (granulotsüütideks). Monotsüütide ja lümfotsüütide protoplasmas ei ole granulatsiooni, seepärast nimetatakse neid mittesõmerlibledeks (agranulotsüütideks).

Neutrofiilid jagunevad omakorda valmimise astme järgi noorteks, kepp- ja segment-tuumalisteks.

Noortel neutrofiilidel on suur ümmargune tuum, kepptuumaliste tuum on hobuseraua- või kepikujuline. Segment-tuumalised on oma nimetuse pärinud sellest, et nende tuumad lõhustuvad segmentideks ehk sagaraiks.

Kepptuumaliste ja eriti noorte neutrofiilide ilmumist veres tuntakse nimetuse all Arneth'i kallevasakule. See nähtus annab tunnistust haiguslikkude protsesside süvenemisest organismis.

Leukotsüütide liigitamist kujutab järgmine tabel.

LEUKOTSÜÜTIDE LIIGID.

I. Granulotsüüdid.		II. Agranulotsüüdid.	
Neutrofiilid	63—70%	Lümfotsüüdid	23—30%
Noored [1]		Monotsüüdid	4— 6%
Kepptuumalised . . .	3— 5%		
Segment-tuumalised .	60—65%		
Eosinofiilid	2— 4%		
Basofiilid	0,5%		

Neutrofiilide arvu suurenemist täheldatakse veres reeglipäraselt üldise leukotsütoosi puhul.

Eosinofiilide arvu suurenemine esineb soolenugiliste (eriti ehhinokoki) puhul ja lastel sarlakite juhul.

Basofiilide arvu suurenemist täheldatakse pahaloomulise kehvveresuse, monotsüütide arvu suurenemist aga malaaria puhul.

1 Normaalses veres esineb noori neutrofiile ainult üksikute eksemplaridena.

Lümfotsüütide arvu suurenemine (lümfotsütoos) kaasneb reeglipäraselt nakkushaigustega (kõhutüüfus, rõuged, läkaköha jt.).

Niisiis võib leukotsüütide hulk mitmesuguste haiguste puhul mitmesuguseis liikides tugevasti muutuda kas nende arvu suurenemise või vähenemise poole, olenevalt haigusest ja organismi seisundist antud hetkel. Seepärast on vere uurimisel ja Schilling'i leukotsütaarse valemi ehk, nagu öeldakse, „valgeverepildi" üksikasjalisel tundmaõppimisel praktiseeriva arsti jaoks määratu tähtsus.

Granulotsüütide peamiseks loomekohaks on sama punane luuüdi, kus tekivad erütrotsüüdidki. Lümfotsüütide loomekohtadeks on põrn ja lümfisõlmed; monotsüüdid tekivad retiikuloendoteliaalses süsteemis (ja põrnas). Seepärast peegeldab neutrofiilide hulk veres punase luuüdi seisundit, lümfotsüütide hulk — lümfoidse koe (põrna, lümfisõlmede ja teiste lümfoidsete moodustiste) seisundit, kuna monotsüütide hulk peegeldab retiikulo-endoteliaalse süsteemi seisundit.

Trombotsüüdid ehk vereliistakud on väikesed, tuumaga varustatud värvusetud rakukesed. Nende arv on keskmiselt 300 000 ühes veretilgas. Trombotsüütide peaülesandeks on osavõtmine vere hüübimisest. Veresoone rebenemise puhul trombotsüüdid purunevad ja nendest erituvad ained soodustavad vereplasmast valgu — fibrinogeeni — sadestumist. Seejuures muutub fibrinogeen fibriiniks. Fibriini kiud moodustavad topise ehk trombi ja sulevad sellega veresoone. Verejooks peatub.

Plasma on vere vedel osa. Ta koosneb suurest hulgast mitmesuguseist aineist. Plasma koostisse kuuluvad vesi (kuni 92%), orgaanilised ained ja anorgaanilised soolad.

Orgaanilistest ainetest on plasmas valke (fibrinogeeni, albumiine, globuliine), süsivesikuid (glükoosi), rasvu, rasvataolisi aineid (lipoide), rakkude eneste elutegevuse produkte, näiteks kusiainet, samuti mitmesuguseid fermente, vitamiine, endokriinsete näärmete hormoone, vere enda poolt toodetavaid vastumürke jne.

Anorgaanilistest sooladest kuuluvad plasma koostisse peamiselt kloornaatrium (keedusool), süsihapu naatrium (sooda), kaaliumi- ja kaltsiumisoolad (väga tähtsad organismile); gaasidest — hapnik ja süsihappegaas.

Plasma tähtsus organismile selgub juba tema koostisest. Kui erütrotsüüdid on hapnikukandjaiks, siis rakkudele toitainete

kandjaks ja rakkudest laguainete (eriti süsihappegaasi) äraviijaks on vereplasma.

Plasma koostusosadest olenevad veel muudki vere füsioloogilised omadused, mille tundmaõppimisele me nüüd otsekohe asumegi.

VERE FÜSIOLOOGILISED PÕHIOMADUSED.

Vere põhiomadused on järgmised: erütrotsüütide settereaktsioon, vere hüübimine, immuunsus ja aglutinatsioon.

Erütrotsüütide settereaktsioon (SR).

Kui täita vertikaalselt seisvad klaastorukesed verega, siis setivad erütrotsüüdid kui raskem vereosa põhja. Settimine toimub kord rutemini, kord aeglasemalt, olenevalt organismi füsioloogilisest seisundist.

Täiskasvanud inimesel toimub erütrotsüütide settereaktsioon järgmise kiirusega: meestel tekib ühe tunni pärast peenikeses klaastorukeses 9 mm kõrgune plasmakiht, naistel — 12 mm kõrgune. 9—12 mm ületav erütrotsüütide settereaktsiooni kiirus annab tunnistust organismi haiguslikust seisundist. Settereaktsiooni kiirenemist täheldatakse samuti raseduse puhul.

Rasedail naistel ja mõnede haiguste puhul võib erütrotsüütide settereaktsioon ulatuda 45 mm-ni tunnis, mõnikord rohkemgi. Erütrotsüütide settereaktsiooni määramist teostatakse raviasutistes Pantšenkov'i ehk Westergreen'i aparaadiga.

Vere hüübimine.

Veresoontes veri ei hüübi; kuid veresoontest väljudes hüübib veri 3—4 minutiga ja moodustab kämbu, mis korgib veresoone kinni. Hüübimine on vere tähtsamaid kaitseomadusi. See on arenenud organismi võitlusprotsessis olemasolu eest. Kui veri ei hüübiks, siis hukkuks organism juba esimese verejooksu puhul[1].

Vere hüübimine on keerukas biokeemiline protsess, mis kulgeb trombotsüütide ja vereplasma paljude koostusosade osavõtul. Tema olemus on järgmine.

---

1 Haigus, mille puhul vere hüübimisvõime on langenud, kannab hemofiilia nimetust. See haigus on pärilik.

Vereplasmas, nagu juba teame, leidub valku — fibrinogeeni, samuti kaltsiumisoolasid. Veresoone haavamisel purunevad trombotsüüdid ja eritavad ferment trombokinaasi. Trombokinaasi, kaltsiumisoolade ja teiste plasma fermentide osavõtul fibrinogeen hüübib, muutudes niinimetatud fibriiniks. See moodustub valgete niidikeste kujul. Fibriinikiudude kämp ummistab veresoone; tekib kork ehk tromb. Trombi punane värvus on seletatav sellega, et fibriininiitide vahele jääb peatuma suurel hulgal erütrotsüüte. Kui verele lisada pisut sidrunhappenaatriumi, siis kaltsiumisoolad sadestuvad, ja veri kaotab hüübimisvõime.

Kõrge temperatuur soodustab vere hüübimist. Külm, vastupidi, pidurdab hüübimist. Aine, mida eritavad kaanid, nn. hirudiin, takistab vere hüübimist väga tugevasti.

Plasma, millelt hüübinud fibriin on kõrvaldatud, kannab seerumi nimetust.

Vere hüübimise kiirus on inimesel ja mitmesuguseil loomadel erisugune. Nii näiteks hüübib veri lindudel väga ruttu, seevastu aga konnal, nagu teistelgi külmaverelistel loomadel, aeglaselt.

Veri ja immuunsus.

Meie organismi tungides eritavad mikroobid verre oma elutegevuse mürgiseid produkte (toksiine). Need mürgid põhjustavad rakkude mürgistumist ja hukkumist ning sageli kogu organismi surma. Aineid, mida veri toodab ja mis toksiine kahjutuks muudavad, nimetatakse vastukehadeks. Neid on palju; seejuures ühed neist lahustavad toksiine, teised kleebivad baktereid kokku jne. Nende vastukehade kogunemine veres muudab organismi vastuvõtmatuks nakkushaigustele. Organismi vastuvõtmatust nakkushaigustele nimetatakse immuunsuseks ehk ohustumatuseks.

Kõik inimesed ei ole nakkushaigustele ühtemoodi vastuvõtlikud. Mõnikord on inimene ühe või teise nakkuse suhtes juba sündimisest saadik vastuvõtmatu — immuunne. Sel juhul võime kõnelda pärilikust ehk kaasasündinud immuunsusest. Kuid palju sagedamini omandatakse immuunsus nakkushaiguse põdemisega. Teatavasti põevad inimesed selliseid haigusi, nagu leetrid, sarlakid, rõuged, tähniline tüüfus, harilikult üksainus kord. Nende haiguste tagajärjel omandatud immuunsus püsib kindlalt pikki aastaid. Vastupidi, angiini ja grippi võib põdeda mitu korda aastas: nähtavasti ei ole võitluses

nende haiguste tekitajatega veres toodetud vastumürgid kuigi püsivad.

Põetud haiguse tagajärjel tekkinud immuunsust nimetatakse omandatud immuunsuseks.

Kaasasündinud ja omandatud immuunsust tuntakse ühise nimetuse all loomulik immuunsus, vastandina kunstlikule immuunsusele; viimane saadakse seerumite ja vaktsiinide tarvitamise tagajärjel. Kõigile on teada, et difteeriahaigele süstitakse naha alla vastumürke sisaldavat ravimseerumit. Süstitud vastumürgid levivad verega ja lümfiga üle kogu organismi ja toetavad organismi võitluses nakkusega, antud juhul toksiinidega — difteeriamikroobi mürkidega. Pärast seerumi süstimist saab organism harilikult haigusest jagu.

Kirjeldatud juhul on immuunsus passiivne, sest et organism ise ei võtnud vastumürkide tootmisest osa, vaid need süstiti verre valmitena. Passiivne immuunsus ei ole kuigi püsiv; tema kestus ei ületa mõnda nädalat; mõnikord kestab see ainult mõned päevad.

Tunduvalt tähtsam on inimese hoidmine haigestumise eest sel teel, et nakkusele ei anta võimalust organismis arenemiseks.

1796. aastal võttis Jenner tarvitusele kaitsepooked rõugete vastu. Nende poogete tarvituselevõtmise tõttu peaaegu ei esinegi käesoleval ajal haigestumist rõugeisse. Rõugetevastaste poogete olemus on järgmine. Nahakriibete kaudu juhitakse inimesele verre mitte valmis vastumürke, vaid rõugete nõrgendatud mikroobe. Neid nõrgendatud mikroobe saadakse spetsiaalselt selleks rõugetesse nakatatud ja haiguse läbipõdenud looma (vasika) verest. Vasika organismist läbikäinud toksiinid on tunduvalt nõrgenenud; nad põhjustavad inimesel ainult väikest temperatuuri, onarust ja kerget põletikulist protsessi kriibete kohal.

Samal ajal valmivad inimese veres vastumürgid, tekib immuunsus. Mikroobid hukkuvad, pustulid paranevad kätel poogete kohal peagi ja inimene on rõugetesse haigestumise eest mitmeks aastaks kaitstud, sest tema verre jäid tugevad, organismi enda poolt aktiivselt väljatöötatud vastumürgid. Niisugust immuunsust nimetatakse aktiivseks.

Immuunsuse aluseks on väga komplitseeritud biokeemilised protsessid, mis kulgevad meie organismis ja eriti veres.

Inimese vere immuunsed omadused ei jää muutumatuks. Paljud faktorid — toitmine, temperatuuritingimused, hingelised elamused — mõjustavad organismi vastuvõtlikkust nakkustele. Nii näiteks on kindlaks tehtud, et tugev ja kestev jahtumine

suurendab organismi vastuvõtlikkust nakkustele. Määratu suurt mõju avaldavad inimese organismi seisundile sotsiaalne keskkond, inimese töö- ja elamistingimused. Seepärast on täiesti arusaadav, et just meil NSV Liidus, kus üha laiemalt leiavad rakendamist tervise tugevdamist soodustavad ja haigustele vastuvõtlikkust vähendavad tervistamisabinõud, iga aastaga langevad haigusjuhtude arv ja suremus.

Aglutinatsioon.

Kui inimese verre süstida teise inimese vereseerumit, siis võib juhtuda, et selle inimese veres erütrotsüüdid kleepuvad omavahel, kogunedes kämbukesteks. Seda nähtust nimetatakse aglutinatsiooniks. Aglutinatsiooniprotsessi igakülgne tundmaõppimine tõi inimkonnale suurt kasu: ta andis võimaluse ühe inimese verd teisele üle kanda, kartmata erütrotsüütide kleepumist, mis paratamatult põhjustab surma, sest erütrotsüütide kämpudega ummistuvad veresooned. Selgus, et erütrotsüütide aglutinatsiooni suhtes jagunevad kõik inimesed nelja rühma.

0 ehk I rühm. Selle rühma veri on niisugune, et tema erütrotsüüdid ei aglutineeru teiste rühmade vereseerumitega; tema ise aglutineerib aga kõigi teiste rühmade erütrotsüüte.

A ehk II rühm. Selle vererühma erütrotsüüdid aglutineeruvad I ja III rühma vereseerumiga; tema ise aga aglutineerib III ja IV rühma erütrotsüüte.

B ehk III rühm. Selle vererühma erütrotsüüdid aglutineeruvad I ja II rühma vereseerumiga; tema ise aga aglutineerib II ja IV rühma erütrotsüüte.

AB ehk IV rühm. Selle vererühma erütrotsüüdid aglutineeruvad kõigi teiste rühmade seerumitega; tema ise aga ei aglutineeri ühegi rühma erütrotsüüte.

Siit järeldub: I rühma kuuluvad isikud võivad verd anda (olla doonoreiks) kõikide rühmade isikuile; seepärast nimetatakse neid universaalseiks doonoreiks. IV rühma kuuluvad isikud ei saa verd anda ühelegi teisele rühmale; ise nad võivad verd vastu võtta (olla retsipientideks) kõikidesse rühmadesse kuuluvailt isikuilt.

Aglutinatsioonivõime põhjeneb sellel, et vereplasmas on erilisi aineid, mis on suutelised kleepima võõrliigilisi erütrotsüüte. Need ollused nimetati aglutiniinideks. Neid on mitu liiki. Mitmesuguste inimeste vereseerumis leitakse eri-

suguseid aglutiniine. Sellega seletubki üksikute vererühmade omaduste erinevus.

Vere liigitamine neljaks rühmaks on tarvitusel maailma kõikides maades, sealhulgas ka NSV Liidus. Kõige levinumad on I ja II rühm.

Vererühma määramisel on veretransfusiooni seisukohalt suur tähtsus.

Veretransfusiooni teostatakse verekaotuse puhul, ravi- otstarbel, mõnikord ka enne rasket operatsiooni haige seisundi parandamiseks.

Eriti oluline tähtsus on vereülekandel sõjatingimustes. Palju verd kaotanud haavatud võitlejat on sageli võimalik päästa ainult vereülekandega. Vereülekande puhul varemalt esinenud surmajuhud, kui aglutinatsiooninähtus ei olnud veel läbi uuritud, seletuvad sellega, et haigeile siirdniristati mittesobivat verd. Nüüd aga selgitatakse haigel enne siirdniristamist täpselt vererühm ja siirdniristatakse talle ainult selle doonori verd, kelle vererühm sobib tema omaga.

Eesliini sõjalis-sanitaarseis raviasutistes (näiteks polgu meditsiinilises punktis) teostatakse ainult universaalse doonori (I rühma) vere ülekandmist. Alati, kõikide siirdniristuste puhul, on sunduslik bioloogiline proov. Bioloogiline proov seisneb selles, et pärast vere esimeste 25 ja 50 sm^3 ülekandmist tehakse viieminutiline peatus ja jälgitakse, kas ei ilmne kokkusobimatuse kliinilisi tunnuseid (pulsi kiirenemist, haige rahutust, naha ootamatut punetamist või kahvatamist, valusid rinnus ja nimmeis jt.). Nende tunnuste ilmnedes lõpetatakse veretransfusioon.

Igast tervest inimesest võib saada doonor, s. t. ta võib anda oma verd transfusiooniks ilma ohuta oma tervisele.

Vererühma määramisel on tähtsus ka kohtuarstiteaduses lapse isa selgitamisel.

Laibavere transfusioon on pärast rohkeid põhjalikke uurimusi täiesti võimalikuks osutunud, olles meditsiinilises praktikas teatavail tingimustel vastuvõetav.

Aglutineeruda võivad veres mitte ainult erütrotsüüdid, vaid ka bakterid. Sellel põhjeneb Widal'i reaktsioon, mida harilikult raviasutistes teostatakse kõhutüüfuse selgitamiseks. Seda reaktsiooni teostatakse järgmiselt: võetakse haige seerumit ja valatakse katseklaasi puljongi peale, milles enne seda juba oli kõhutüüfuse bakterite kultuur. Kui haige põeb kõhutüüfust, siis koonduvad kõhutüüfuse bakterid katseklaasi põhja kämbukesteks; vastasel juhul seda nähtust ei teki.

Vereloome-elundid.

Nendeks elunditeks, kus toimub vere vormelementide kujunemine (hemopoees), on punane luuüdi, põrn, lümfisõlmed ja retiikulo-endoteliaalne süsteem. Punases luuüdis on kolm rakkude rühma: müeloblastid, milledest arenevad granulotsüüdid, erütroblastid, milledest arenevad erütrotsüüdid, ja hiidrakud, milledest arenevad trombotsüüdid.

Põrnas arenevad lümfotsüüdid ja monotsüüdid. Muide, monotsüüdid võivad areneda samuti ka Kupffer'i maksarakkudes, kuigi need kuuluvad, nagu juba öeldud, retiikulo-endoteliaalse süsteemi rakkude rühma.

Vereringe.

Esimesena tegi vere liikumise veresoontes kindlaks suur inglise füsioloog Harvey XVII sajandi esimesel poolel. Harvey selgitas täpselt, et meie veri on mahutatud torukeste suletud süsteemi, et ta liigub vahetpidamata südame suunas (veenides) ja südamest eemale (arteerides) ja et meie veresooned on täidetud verega, aga mitte õhuga, nagu arvati varemalt.

XVII sajandi teisel poolel täiendas kuulus itaalia õpetlane Malpighi, tänu mikroskoobi leiutamisele, Harvey uurimusi. Ta selgitas täpselt vere ülemineku pildi arteeridest veenidesse kapillaaride kaudu. Kui vaatleme mikroskoobi all konnajala lesta või tema soole õhukesi keskmeid, võime jälgida vere liikumise ilusat pilti veresoontes.

Kogu meie vereringesüsteemi tsentraalseks elundiks on süda. See on lihasseintega õõnes elund. Süda on inimesel, nagu kõikidel imetajatelgi, neljakambriline, s. t. koosneb kahest kojast ja kahest vatsakesest. Südame paremal ja vasakul poolel puudub omavahel ühendus. Südamest väljuvad peamised veresooned. Ühtede, veenide kaudu tuleb veri südamesse. Teiste, arteeride kaudu väljub veri südamest. Veenid on ühendatud südamekodadega, arteerid südamevatsakestega.

Südame lihasseinte rütmilise kokkutõmbumise tõttu tõugatakse veri suure survega arteeridesse, kus ta teostab oma tee keha arteerides ja kapillaarides ning pöördub veenide kaudu uuesti südamesse tagasi.

Õpime üksikasjaliselt tundma vere liikumise teed meie organismis. Nagu juba teada, kujutab meie vereringesüsteem endast suletud veresoontevõrku. Südamest väljunud veri tuleb jälle tagasi, kui ta on teinud kehas ringi. Eristatakse kaht põhilist

vereringet: suurt (ehk keha-) ja väikest (ehk kopsu-) vereringet. Suure vereringega on ühenduses maksa väratisüsteem ja südame pärgsoontesüsteem. Vaatleme skeemi (joon. 151).

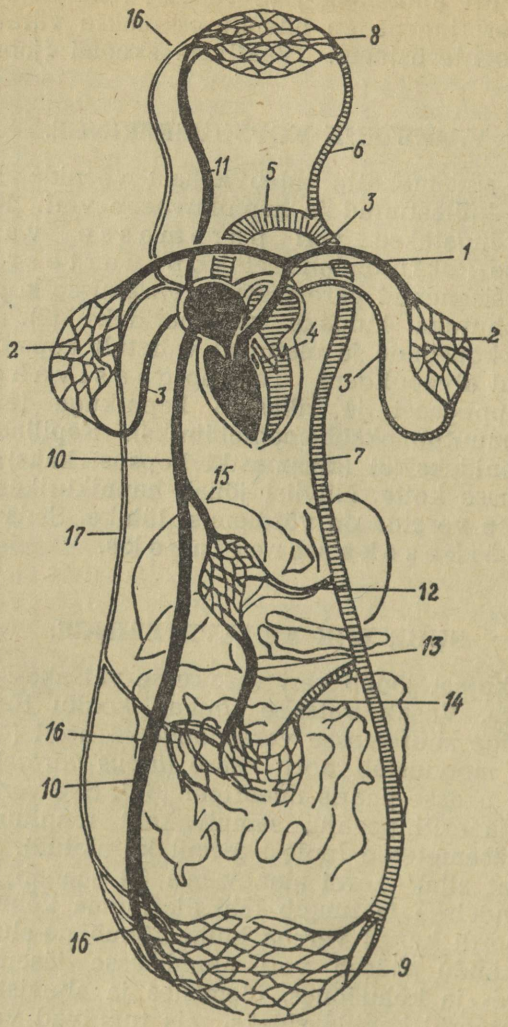
VÄIKE EHK KOPSUVERERINGE.

Paremasse südamekotta tuleb kehast veenide kaudu süsihappegaasiga küllastunud ja hapnikuvaene veri. Koja kokkutõmbumisel tõugatakse veri paremasse vatsakesse ning vatsakese kokkutõmbumisel kopsuarteeri (1). Selle arteeri harud sisenevad paremasse ja vasakusse kopsu, kus nad hargnevad tohutuks hulgaks kapillaarideks (2). Kapillaarid tungivad läbi kopsukoe ja ulatuvad vahetult kopsumullikesteni, õhuga täidetud alveoolideni. Teostub gaasivahetus. Veri eritab süsihappegaasi ja rikastub hapnikuga (erütrotsüütide hemoglobiin muutub oksühemoglobiiniks). Kapillaarid koonduvad kopsuveenideks (3) (kummastki kopsust kaks); need suubuvad vasakusse kotta. Niiviisi jõuab hapnikurikas veri uuesti südamesse. See veretee on võrdlemisi lühike. Seda nimetatakse kopsu- ehk väikeseks vereringeks.

SUUR EHK KEHAVERERINGE.

Vasakust kojast jõuab veri vasakusse vatsakesse. Siit algab suur vereringe. Vasak vatsake tõukab kokku tõmbudes vere organismi kõige suuremasse veresoonde — aorti (4). Pisut ülalpool südant moodustab aort kaare (*arcus aortae*) (5), millest suundub üles peasse paaris unearteer (6) [1]. See varustab verega peaelundeid ja eriti peaaju, samuti kaht rangluualust arteeri ülemistesse jäsemetesse (pole skeemil kujutatud). Aort laskub südame tagant alla. Aordi alanev osa (7) saadab harusid rindkereõõne-elundeisse ja tungib läbi diafragma kõhuõõnde. Siin varustavad aordi harud verega kõiki kõhuõõne-elundeid. Aordi lõppharude kaudu pääseb veri alumistesse jäsemetesse. Peaajus, rindkere- ja kõhuõõnes, ülemistes ja alumistes jäsemetes hargnevad arteerid kapillaarideks, mis tungivad vahetult kudedesse (8, 9). Rakkude ja vere vahel toimub gaasivahetus. Verest tuleb rakkudesse hapnik, rakkudest verre — süsihappegaas. Süsihappegaasiga rikastunud veri jõuab veenide kaudu tagasi paremasse südamekotta.

1 Parem unearteer ei lähtu otse aordikaarest, vaid nimetust arteerist (vt. allpool lõige „Nimetu arteer").



Joon. 151. **Inimese vere- ja lümfiringe skeem.** 1 — kopsuarteer; 2 — kopsukapillaarid; 3 — kopsuveenid; 4 — aort; 5 — aordikaar; 6 — unearteer; 7 — alanev aort; 8 — peakapillaarid; 9 — kehakapillaarid; 10 — alumine õõnesveen; 11 — ülemine õõnesveen; 12 — maksaarteer; 13 — värativeen; 14 — keskmetearteer; 15 — maksaveen; 16 — lümfikapillaarid; 17 — lümfi rinnajuha.

Keha alumise poole elundeist tõuseb veri üles alumist õõnesveeni mööda (10); ülemistest jäsemetest ja peast tuleb veri ülemist õõnesveeni mööda (11). Paremas südamekojas lõpeb vereringe suur ring. Pole raske aimata, et gaasivahetus kopsudes ja gaasivahetus kudedes on teineteisele vastandlikud. Kopsudes rikastub veri hapnikuga, kudedes süsihappegaasiga.

Väga suurt huvi pakub maksavereringe; see on suure vereringe külgmine haru. Peale maksaarteeri (12), mis varustab maksa rakke hapnikurikka verega, suubub maksa niinimetatud värativeen (v. *portae*) (13). Keskmeteearteerid (14) varustavad verega soolt. Nende arteeride harud jagunevad kogu soole limaskestas rohkearvulisteks kapillaarideks; kapillaarides tekivad keskmeteveenid; need ühinevad mao- ja põrnaveenidega ja moodustavad maksa värativeeni (13). Nagu hiljem peatükis „Seedimine" kuuleme, imenduvad seeditud toitained, peale rasva, läbi soole limaskesta verre. Imendunud ained kanduvad verevooluga värativeeni kaudu maksa. Maksas jaguneb värativeen uuesti kapillaarideks. Nii varustub maks verega vahetult aordist maksaarteeri kaudu tuleva ja värativeeni kaudu soolt läbinud verega. Maksa värativeen erineb kõikidest teistest veenidest selle poolest, et ta algab ja lõpeb kapillaaridega. Maksakapillaarid moodustavad ühinedes maksaveenid (15); need suubuvad alumisse õõnesveeni.

Maksas teostuvad toitainete keerukad muutused ja ümberkujunemised, mis on väga tähtis kogu organismi elutegevusele. Üksikasjaliselt käsitleme maksa ülesandeid selle elundi kirjeldamisel. Siin mainime ainult, et maksa rakkudes peetatakse liigne suhkur tärklise — glükogeeni — kujul ja muudetakse kahjutuks suur hulk mürgiseid aineid.

Sellest selgub, et värati- ehk maksavereringel on määratu suur tähtsus organismi elus.

Suure vereringe teiseks lisandiks on südame pärgsoontesüsteem. Alamail loomadel (kaladel, konnadel) saavad südameseinad hapnikku ja toitaineid vahetult südameõõnt läbivast verest. Kõrgemail loomadel ja inimesel, kelledel süda ja vereringe on rohkem arenenud, teostub südame varustamine verega keerukamal teel, eraldi südame pärgarteeride kaudu. Otse aordi lähtekohast eraldub kaks pärgarteeri (parempoolne ja vasakpoolne), millede harud jagunevad südameseinas kapillaarideks. Siin toimub samuti gaasivahetus: südamelihase kiud rikastuvad hapnikuga ja vabane-

vad süsihappegaasist. Kapillaaridest kujunevad pärgveenid. Need suubuvad paremasse südamekotta alumise ja ülemise õõnesveeni suubumiskoha piirkonnas.

Kahe soone ühendumist teineteisega, nii et veri või mahl võib ühe soone alalt teisele voolata, nimetatakse anastomoosiks; külgmisi, peatüvega paralleelselt kulgevaid soonteharusid nimetatakse kollateraalideks.

Kollateraalsel vereringel on suur tähtsus peatüve haavamisel või kinnisoonimisel: niisugusel juhul kollateraalid laienevad ja kindlustavad selle piirkonna varustamist verega.

Süda.

Asume nüüd vereringe tsentraalse elundi — südame (*cor*) — üksikasjalisele tundmaõppimisele.

SÜDAME ASETUS JA PIIRID.

Süda asetseb rindkereõõnes kopsude vahel niinimetatud kesksein andis (*mediastinum*), enam vasakul kui paremal pool, ja seisab pisut viltu. Oma alumise pinnaga puutub süda kokku diafragma nõgusa kõõluskeskmuga. Südant katab fibroseroosne kelme, mida nimetatakse perikardiks ehk südamepaunaks (joon. 152).

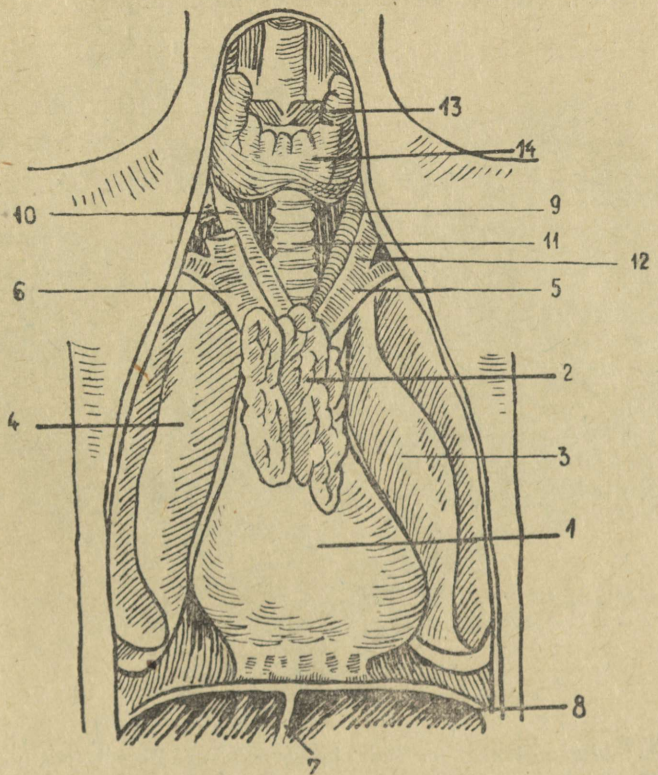
Perikardi alumine osa liitub kõvasti diafragma kõõluskeskmuga, kuna ülemine osa ümbritseb ülaltpoolt südame suuri veresooni ja moodustab suletud südamepaunaõõne, milles leidub vähesel määral perikardiaalvedelikku.

Südame piirid on järgmised: ülemine piir on teises roidevahes; parem piir on 2 sm paremal pool rinnaku paremast servast; vasak on viiendas roidevahes natuke seespool mehe rinnanibust; alumine piir läheb V parempoolse roide kõhrest ristisuunas südametipule. Südame ülalolevat, laiemat osa nimetatakse südamepõhimikuks, allolevat, peenemat otsa — südametipuks (*apex cordis*).

Südamepinnal on ristivagu ja pikivaod; nendes paiknevad südame pärgarteerid (joon. 153).

Südame keskmine kaal on 300 g. Südame mõõted on järgmised: pikkus on keskmiselt 12 sm, laius 9 sm ja eest-taha läbimõõt 6 sm.

Südame paremat ja vasakut poolt lahutab teineteisest pikuti kulgev vahesein; täiskasvanul ei ole parem ja vasak südamepool omavahel ühenduses (joon. 154).

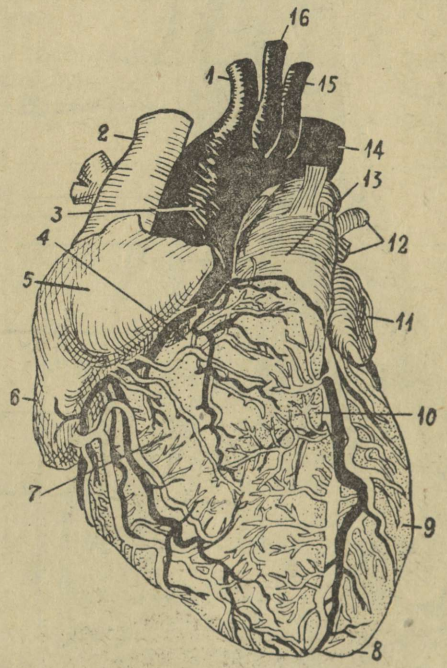


Joon. 152. **Südame asetus.** 1 — südamepaun; 2 — harknääre; 3 — vasak kops; 4 — parem kops; 5 — vasak nimetu veen; 6 — parem nimetu veen; 7 — sirbikujuline side; 8 — diafragma; 9 — vasak, 10 — parem ühine unearteer; 11 — hingetoru; 12 — vasak sisemine kägiveen.

SÜDAME ARENEMINE.

Lootel areneb süda mesenhüümist — primaarsest lootelisest sidekoest. Südame arenemine algab kaunis vara loote kaelaosas kahe paarispõisiku kujul; need laskuvad pärast alla, liituvad üheks sirgeks, hiljem kõverduvaks toruks, millest järk-järgult arenebki inimese neljakambriline süda.

Kanapojal algab südame arenemine 25 tunni möödumisel pärast haudumise algust. See kanaloote „hüplev punkt", mida kuulus kreeka õpetlane Aristoteles esmakordselt jälgis 2300 aastat tagasi, ongi kana südame esimene alge.

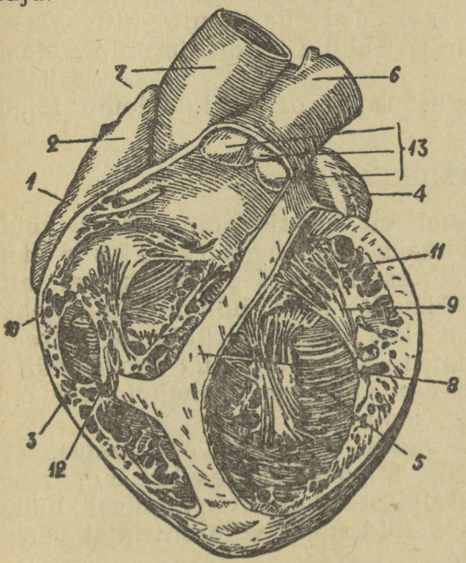


Joon. 153. **Südame struktuur.** Süda ja suured veresooned (eestpoolt). 1 — nimetu arteer; 2 — ülemine õõnesveen; 3 — ülenev aort; 4 —pärgvagu parema pärgarteeriga; 5 — parem kõrvake; 6 — parem südamekoda; 7 — parem südamevatsake; 8 — südametipp; 9 — vasak südamevatsake; 10 — eesmine pikivagu vasaku pärgarteeri ja suure südameveeniga; 11 — vasak kõrvake; 12 — vasakpoolsed kopsuveenid; 13 — kopsuarteer; 14 — aordikaar; 15 — vasak rangluualune arteer; 16 — vasak ühine unearteer.

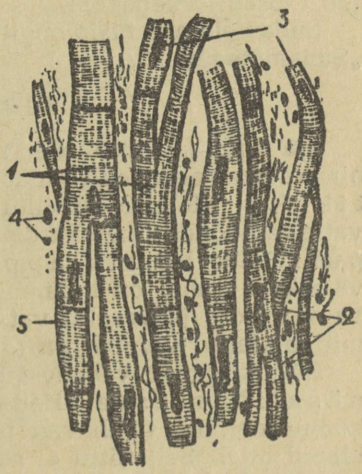
Kaelapiirkonnas tekkides on loote südamel seal sama asend, mille kogu elu jooksul säilitab alamate selgrooliste loomade — kalade — süda. Peale selle on ta samuti nagu kalade südagi kahekambriline, s. t. koosneb ühest kojast ja ühest vatsakesest.

Oma edasises arenemises muutub inimloote süda kolmekambriliseks, s. t. muutub konna südame taoliseks, mis koosneb

kahest kojast ja ühest vatsakesest; lõpuks, alles embrüonaalse arenemise hilisemas staadiumis, muutub ta neljakambriliseks, s. t. omandab kõrgemate loomade — selgrooliste — südame kuju.



Joon. 154. **Südame struktuur. Süda läbilõikes.** 1 ja 2 — parem südamekõrv; 3 — parem vatsake; 4 — vasak kõrv; 5 — vasaku vatsakese õõs; 6 — kopsuarteer; 7 — aort; 8 — vatsakestevaheline vahesein; 9 — kahehõlmane klapp; 10 — kolmehõlmane klapp; 11 — vasak koda; 12 — näsalihas; 13 — kopsuarteeri poolkuuklapid.



Joon. 155. **Südamelihase mikroskoopiline struktuur.** Inimese südamelihase pikiläbilõik. 1 — lihaskiud; 2 — anastomoos; 3 — tuumad; 4 — sidekoerakkude tuumad; 5 — kiu ristijoonestus.

SÜDAMESEINTE STRUKTUUR.

Südameseinad koosnevad kolmest kihist: väliskestast ehk epikardist, mis kujutab endast väga õhukest sidekoelist kesta, keskmisest, südamelihasest ehk müokardist ja sisekestast — endokardist.

Lihaskest on kõigist kihtidest kõige paksem. Vatsakestes (eriti vasakus) on ta märksa rohkem arenenud kui kodades. Müokard koosneb vöötlihaskiududest; need kiud eristuvad aga

tunduvalt luustiku vöötlihaskiududest nii mikroskoopilise struktuuri kui ka füsioloogiliste omaduste poolest.

Südamelihase kiud ühenduvad üksteisega anastomoosside teel, millede kaudu ühe kiu protoplasma ja müofibrillid siirduvad teise. Tuumad asetsevad harilikult kiu keskel (joon. 155). Säärasest müokardi struktuurist on tingitud südame töö täpsus ja kooskõla.

Südamelihase füsioloogilistest iseärasustest kõneleme lõigus „Südametegevus".

SÜDAMEKLAPID.

Iga koja ja vatsakese vahel on kaunis suur avaus, mida nimetatakse atrioventrikulaar-avaks ehk venoosseks suistikuks. Mõlema suistiku äärtest ripuvad purjekujuliselt alla vatsakeseõõnde endokardi hõlmad. Neid hõlmu nimetatakse puri- ehk hõlmklappideks. Parema koja ja parema vatsakese vahel on kolmehõlmane klapp (*válvula tricuspidális*); vasaku koja ja vasaku vatsakese vahel on kahehõlmane ehk mitraalklapp (*válvula mitrális*, joon. 154).

Hõlmklappide vabadest servadest ulatuvad alla vatsakeste näsalihastesse niiditaolised kõõluskeelikud; need kõõluskeelikud tõmbavad näsalihaste kokkutõmbumisel hõlmklapid alla. Selletõttu ei saa klapid suure vererõhu ajal vatsakeses kodade poole pöörduda.

Mõlema koja õõnega on ühenduses väike õõnes jätke, nn. südamekõrv, mis on südamekojale nagu varuruumiks.

Paremasse kotta suubuvad ühise ava kaudu kaks õõnesveeni ja pärgveenid.

Vasakusse kotta suubub neli kopsuveeni, mis toovad arteriaalset verd kopsust südamesse.

Paremast vatsakesest väljub kopsuarteer, vasakust — meie keha kõige suurem veresoon — aort.

Kopsuarteeris ja aordis asetsevad nende väljumiskohal vatsakestest poolkuuklapid (*válvulae semilunáres*). Need kujutavad endist samuti nagu hõlmklapidki südame sisekesta järge (joon. 154). Nad avanevad arteeride õõnde ja takistavad vere tagasivoolu veresoontest vatsakestesse. Õõnesveenides ja neljas paremasse kotta suubuvas kopsuveenis klapid puuduvad.

SÜDAME SPETSIIFILINE LIHASSÜSTEEM.

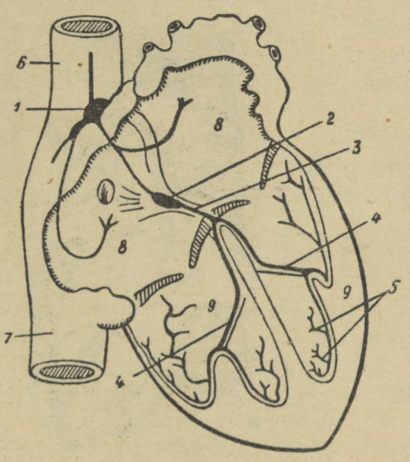
Südamekodadel ja -vatsakestel on igaühel oma iseseisvad lihased; need eralduvad üksteisest kõvade fibroossete (sidekoe-

liste) vahekihtide ehk võrudega. See eraldatus annab neile võimaluse iseseisvalt kokku tõmbuda, nõnda et nad ei olene üksteisest. Kuigi kodade ja vatsakeste lihased on anatoomiliselt eraldatud, on nad funktsionaalselt ometi tihedasti omavahel ühenduses. Seda ühendust teostavad eriline müokardis asetsev lihase-närvi kimp ja kaks närvitänku; kogu seda süsteemi nimetatakse südame spetsiifiliseks lihassüsteemiks.

Esimene — siinussõlm (ehk Keith-Flack'i sõlm) — asetseb parema koja seinas ülemise õõnesveeni suubumiskohal.

Teine — atrioventrikulaarne (ehk Aschoff-Tawara sõlm) — asetseb parema koja alumises seinas. Sellest algab niinimetatud His'i kimp, mis haruneb vatsakeste müokardis ja lõpeb näsalihaseis (joon. 156), moodustades atrioventrikulaar- ehk ärritusjuhtesüsteemi.

Spetsiifilisel lihassüsteemil on tähtis osa südametöös: tema kaudu kulgeb kokkutõmbumiste laine kodadelt vatsakestele; tema tõttu säilib südametegevuse kooskõlastatud rütm.



Joon. 156. **Südame spetsiifiline lihassüsteem. Ärritusjuhtesüsteemi skeem inimese südames.** 1 — Keith-Flack'i sõlm; 2 — Aschoff-Tawara sõlm; 3 — His'i kimp; 4 — His'i kimbu sääred; 5 — Purkinje kiudude võrk; 6 — ülemine õõnesveen; 7 — alumine õõnesveen; 8 — kojad; 9 — vatsakesed.

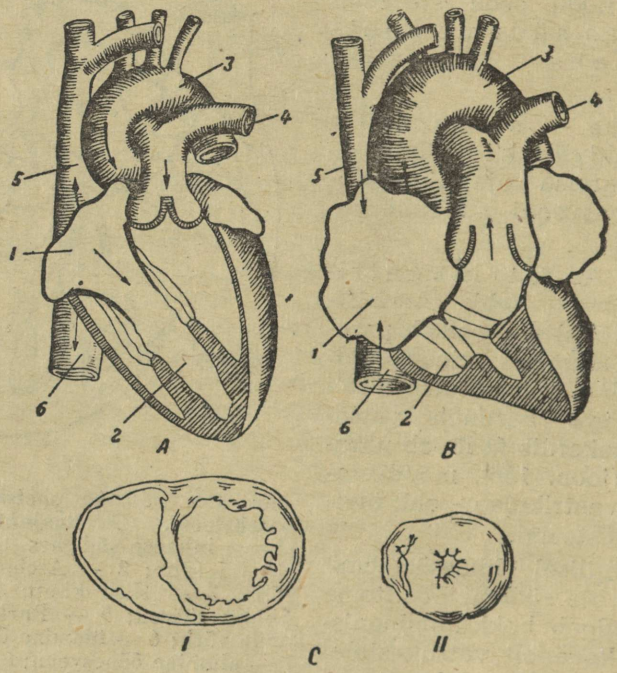
Spetsiifilise lihassüsteemi haigestumise puhul häirub see rütm, ja kodade ning vatsakeste kokkutõmbumine toimub eri ajal, üksteisest olenemata.

SÜDAMETEGEVUS.

Südametegevuse faasid. Südametegevust on kõige kergem jälgida katseloomadel. Kui me uinutame konna ja avame tema rindkere ning südant katva õhukese kesta — perikardi, siis näeme selgesti, kuidas töötab konna süda, kuidas reeglipärases järjekorras tõmbuvad kokku ja lõtvuvad vatsakesed ja kojad.

Kokkutõmbumist nimetatakse süstooliks ehk südamekoondeks ja lõtvumist diastooliks ehk südamelõtveks.

Esmalt tõmbuvad üheaegselt kokku mõlemad kojad; sel ajal on vatsakeste lihased lõtvunud; siis tõmbuvad samuti üheaegselt kokku mõlemad vatsakesed, kuna samal ajal lõtvuvad



Joon. 157. *A* — **kodade süstool ja vatsakeste diastool.** *B* — **vatsakeste süstool ja kodade diastool.** 1 — kojaõõs; 2 — vatsakeseõõs; 3 — aordikaar; 4 — kopsuarteer; 5 ja 6 — ülemine ja alumine õõnesveen. Nooled näitavad verevoolu suunda. *C* — **südamevatsakeste ristiläbilõik.** I — vatsakesed lõtvumisseisundis, II — kokkutõmbeseisundis. Selgesti on näha vahe parema ja vasaku vatsakese paksuses.

kojad. Pärast vatsakeste kokkutõmbumist tekib kogu südame üldine lõtvumine, nn. „paus".

Niiviisi eristatakse südametegevuses kolme faasi. Esimene faas: kodade süstool — vatsakeste diastool; teine faas: vatsakeste süstool — kodade diastool; kolmas faas: kogu südame diastool — paus (joon. 157).

Üldise pausi ajal tekib verega täitumata südameõõntes negatiivse rõhuga, s. t. atmosfäärilisest rõhust madalama rõhuga hõrendatud ruum. Seepärast tungib veri õõnes- ja kopsuveenidest südamekodadesse. Toimub nagu vere imemine südamesse.

Siis tekib kodade süstool. Kodades areneb positiivne rõhk, kuid vatsakestes püsib ikka veel negatiivne rõhk. Vahe tõttu rõhus avanevad laialt südame hõlmklapid ja veri tungib kiiresti vatsakestesse. Tekib vatsakeste süstool ja ühes sellega ka tugev positiivne rõhk vatsakestes, tugevam kui vatsakestest väljuvais veresoontes (aordis ja kopsuarteeris).

Jällegi tungib veri rõhu vahe tõttu vatsakestest veresoontesse: vasak vatsake saadab (tõukab) verd suurde vereringesse, parem vatsake väikesesse vereringesse; siis tekib jälle vatsakeste diastool.

Diastooli tekkides langeb rõhk vatsakestes taas atmosfäärilisest rõhust madalamale, ja suure rõhu all olev arteeride veri püüab vatsakestesse tagasi tungida. Ometi seda ei sünni, sest verevool suleb poolkuuklapid ja need tõkestavad vere tee vatsakestesse.

Oeldust järgneb, et süda täidab nii suruvat kui ka imevat funktsiooni.

Südame vasaku vatsakese seinad on parema vatsakese seintest märksa tugevamini arenenud. See on ühenduses sellega, et vasakust vatsakesest väljasurutava vere tee suure vereringe arteere, kapillaare ja veene mööda on märksa raskem kui väikeses vereringes läbi kopsu kulgeva vere tee.

Täiskasvanu süda surub iga kokkutõmbega mõlemasse vereringesse keskmiselt 40—80 sm^3 verd kummassegi.

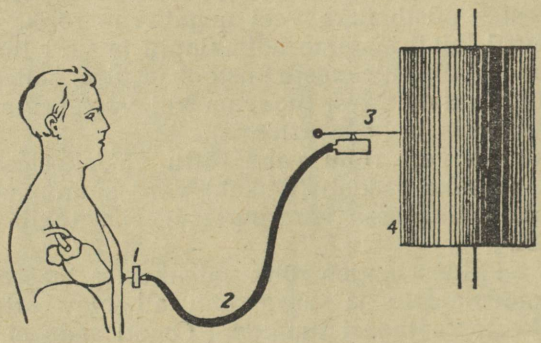
Seda kvantumit nimetatakse *löögi- ehk süstoolimahuks*.

Südamelihaste kokkutõmmete sagedus on mitmesuguseil loomadel erinev: mida väiksem on loom, seda sagedamini tõmbub tema süda kokku; nii täheldatakse elevandil 25 lööki minutis, inimesel 60—70, kuid kanaarilinnul 1000 lööki minutis.

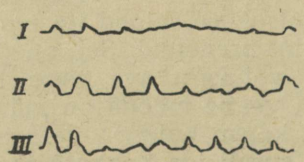
Vastsündinuil on südamelöökide arv suurem kui täiskasvanuil — kuni 140 lööki minutis. On loomulik, et südame kokkutõmmete sagedus oleneb organismi üldisest seisundist. Raske töö, käimise, jooksu jne. puhul võib tervel täiskasvanud inimesel südamelöökide arv suureneda kuni 150-ni minutis.

Südametõuge. Kokkutõmbumise momendil muutub südametipp kõvemaks, tõuseb veidi ülespoole ja põrkab vastu rindkere seina neljanda ja viienda roidevahe kohal. Seda lööki tunneme *südametõuke* (tiputõuke) kujul.

Normaalselt peab südametõuge tunduma neljanda ja viienda roidevahe kohal, pisut seespool rinnanibujoonest. Elava inimese südametöö uurimiseks registreeritakse südametõukeid erilise, kardiograafiks nimetatava aparaadi abil (joon. 158 ja 159).



Joon. 158. **Kardiograaf.** 1 — kardiograaf; 2 — kummitoru; 3 — Marey kapsel kirjutamiskangiga; 4 — kümograafi trummel.



Joon. 159. **Kardiogramm.** I — südame kokkutõmmete kõverjoon organismi rahuseisundi ajal; II ja III — töö ajal kirjutatud kõverjooned. Madalad sakid vastavad kodade kokkutõmmetele, kõrgemad sakid — vatsakeste kokkutõmmetele.

Südametoonid ja -kahinad. Iga südamelöögiga kaasneb heli, mida nimetatakse südametooniks.

Eristatakse kahte südametooni: esimest ja teist.

Esimene toon on tume, madal, mõningal määral veniv. Ta langeb ühte vatsakeste süstooliga ja on kõige paremini kuuldav südametipu kohal. Esimese tooni tekkimise põhjuseks on mõlema vatsakese lihaste kokkutõmbumisest ja arvatavasti ka südame hõlmklappide sulgumisest tekkivad helid; seepärast nimetatakse esimest tooni lihaseheliks ehk süstoolseks südameheliks.

Teine toon on lühike ja selge. Ta langeb ühte vatsakeste diastooliga ja on kõige paremini kuuldav südamepõhimiku kohal — teises roidevahes vasakul ja paremal pool rinnakut.

Teise tooni tekkimise põhjuseks on aordi ja kopsuarteeri poolkuuklappide sulgumine, samuti arteeriseinte võnkumine veresamba rõhu all.

Teist tooni nimetatakse diastoolseks südamehelik s.

Esimese ja teise tooni vahel on lühike väike paus; teise tooni ja sellele järgneva uue esimese tooni vahel on pikem suur paus.

Südametoonide kuulatlemisel on suur praktiline tähtsus.

Südamerikete puhul, s. t. südameklappide kahjustuse juhul, muutuvad südametoonid ebapuhtaks ja kannavad südamekahinate nimetust.

Südametöö arvestamine. Surudes verd vatsakestest välja teeb süda määratu suurt tööd.

Teades vere süstoolse mahu suurust, on kerge välja arvutada seda mehaanilist tööd, mida süda teeb. On välja arvutatud, et süda pumpab aasta jooksul edasi määratu hulga verd: umbes 3,5 miljonit liitrit, s. t. ühe tunni jooksul teeb süda niisuguse töö, millest jätkuks täiskasvanud inimese tõstmiseks 12 m kõrgusele.

SÜDAMELIHASE PÕHIOMADUSED.

Elektrivool südames. Meie südamelihases tekivad tema üksikute osade töötamise ajal nagu skeletilihaseiski elektrivoolud, nn. talitlusvoolud.

Südame elektrivoolude üleskirjutamiseks kasutatakse väga tundlikku aparaati, mida nimetatakse keelgalvanomeetriks. Niisuguse üleskirjutuse kõverjoon kannab elektrokardiogrammi nimetust.

Elektrokardiograafia on täpne ja asendamatu kliinilise uurimise meetod; sellel on suur praktiline tähtsus haige inimese südame uurimisel õige diagnoosi määramiseks.

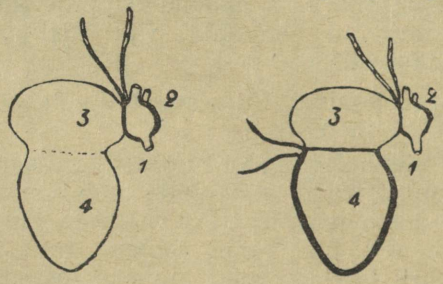
Südametegevuse automaatsus. Kui äsjatapetud looma, näiteks konna süda välja lõigata, siis jätkab see töötamist, s. t. kokkutõmbumist ja lõtvumist. Niisugust südant nimetatakse isoleerituks.

Kõrgemate loomade (kasside, koerte) süda jätkab pärast kehast väljalõikamist samuti kokkutõmbumist, kui tema soon-

test läbi lasta koostiselt verele lähedast vedelikku. Sääraseks vedelikuks on isoleeritud südamele harilikult füsioloogiline lahus, s. t. keedusoolalahus (eri loomadele erinevas kontsentratsioonis), mis vastab soolade kontsentratsioonile veres. Et füsioloogilise lahuse koostist veel enam lähendada vere koostisele, lisatakse talle väike kogus kloorkaaliumi- ja kaltsiumisoolasid, samuti soodat ja viinamarjasuhkrut (glükoosi).

Kui isoleeritud südamest läbi lasta toitelahuseid, siis võib süda töötada mitu tundi. Näiteks elustas 40 aastat tagasi vene õpetlane Kuljabko lapse südame 20 tundi pärast lapse surma; see süda töötas tal kaunis pika aja jooksul.

Isoleeritud südame iseseisev kokkutõmbumine viis õpetlased mõttele, et südame kokkutõmbumise põhjus peitub südameli-



Joon. 160. Stannius'e katse (skeem). 1 — õõnesveen; 2 — siinus; 3 — koda; 4 — vatsake. Ligatuur siinuse ja koja vahel.

hases eneses. Südames eneses tekivad impulsid, mis põhjustavad kodade ning vatsakeste kokkutõmbumist. Seda nähtust nimetatakse südame automaatsuseks.

Juba ammugi on selgitatud, et mitte kõik südameosad pole ühtemoodi võimelised automaatselt töötama, et kodadel on see võime suurem ja vatsakestel väiksem. On tõestatud, et erutuse tekkimine südames eneses (automatism) ja selle kulgemine on seoses südame spetsiifilise lihassüsteemiga. Impulsside tekkimiskohaks on siinussõlm. Teda nimetatakse seepärast südame spetsiifilise lihassüsteemi juhtivaks osaks.

Seda on kerge tõestada konna südamel teostatud katsega (Stannius'e katse). Konna südames asetseb südame juhtiv osa — siinussõlm — südame erilises osas — venoosses siinuses, kuhu suubuvad õõnesveenid. Niidiga kinnisoonimise teel eraldatakse venoosne siinus muudest osadest (joon. 160). Selle tagajärjel jätkub siinuses kokkutõmbumine, kuna kodades ja

vatsakestes see peatub. See toimub sellepärast, et ligatuuri tõttu lakkas impulsside tulek juhtivast osast — siinussõlmest. Mõne aja möödudes hakkavad kojad ja vatsakesed uuesti kokku tõmbuma, ainult aeglasemas rütmis. See on kodade ja vatsakeste vahel asetseva teise, atrioventrikulaarse sõlme automaatsuse avaldus.

On tähtis märkida, et selle sõlme automaatsus ilmnes alles pärast seda, kui lõppes impulsside juurdepääs siinussõlmest, s. t. juhtivast osast.

Inimese südames on juhtivaks osaks ülemise õõnesveeni paremasse kotta suubumise kohal asetsev Keith-Flack'i sõlm. Sellest sõlmest levib erutus spetsiifilise lihassüsteemi kiudude kaudu, jõuab Aschoff-Tawara atrioventrikulaarsesse sõlme, kust ta kandub edasi His'i kimpu mööda vatsakeste müokardi.

Südamelihase erutuvus, kokkutõmbuvus ja juhtivus. Südamel on omadus, nagu igal lihasel, mitmesuguste ärritajate mõjul erutuda ja kokku tõmbuda. Kuid kõik need protsessid ei kulge südames päriselt nii nagu luustikulihaseis.

1. Südamelihase erutuvus erineb teravalt luustikulihaste erutuvusest. Nii tekib mingisuguse ärritajaga pideval mõjustamisel harilikult luustikulihase kestev (tetaaniline) kokkutõmbumine; südamelihase ärritamisel tekivad aga korrapärased, rütmilised üksikkokkutõmbed.

2. Südamelihas jääb pärast tekkinud erutust märksa kauem kui luustikulihased järgnevaile ärritustele vastuvõtmatuks.

Kui Keith-Flack'i sõlme või konna siinussõlme, s. t. südame juhtivat osa, uuesti ärritada selles perioodis, kus süstool lõppes, kuid järjekordne erutus pole veel tekkinud, siis tekib südame enneaegne lisakokkutõmme.

Seda lisakokkutõmmet nimetatakse ekstrasüstooliks. Südame ebaühtlased löögid, mida tunnevad südamehaiged, pole füsioloogilisest vaatepunktist muud midagi kui harilikud ekstrasüstoolid.

3. Peiteerutuseperiood on samuti märksa pikem kui luustikulihaseis.

4. Südamelihase kokkutõmbumise jõud on samuti väiksem luustikulihaste kokkutõmbumise jõust.

5. Lõpuks läbib erutus südamelihast samuti palju aeglasemalt. Nii on erutuse kulgemise kiirus südamekoja lihaseis 1 m sekundis, vatsakestes 0,5 m, spetsiifilises lihassüsteemis 4 m, luustikulihaseis aga 13—15 m sekundis.

SÜDAMETEGEVUSE REGULATSIOON.

Automaatsusevõime ei muuda liigseks närvi- ja humoraalimpulsside mõju südamele. Südametegevus on tihedas ühenduses meie keha kõigi elunditega ja reguleerub samuti nagu kõik elundid kahel teel: n e u r o g e e n s e l t — närvisüsteemi kaudu ja h u m o r a a l s e l t — meie veres ringlevate mitmesuguste keemiliste olluste ja hormoonide kaudu.

Südame innervatsioon. Südant innerveerivad kaht liiki närvikiud: sümpaatilised ja parasümpaatilised (uiterk).

S ü m p a a t i l i s e d n ä r v i k i u d moodustavad koos uitergu kiududega südamepinnal kaks kaunis laialdast südamepõimikut: p i n n a l i s e, mis asetseb aordikaare all, ja s ü v a, mis asetseb esimese taga.

Sümpaatiliste närvikiudude ja uitergu kiudude impulsid avaldavad südamele teineteise suhtes vastupidist mõju: esimesed kiirendavad südame kokkutõmbumisi, suurendavad nende jõudu, tõstavad südamelihase toonust ja tema erutuvust; teised aeglustavad südame kokkutõmbumisi, vähendavad nende jõudu, langetavad südamelihase toonust ja tema erutuvust.

Südametegevuse regulatsiooni keskus on piklikus ajus rombja lohu põhjas. Õieti on see uitergu keskus. Selle närvi erutamisel on südamele pärssiv mõju.

Südames on sensiiblite närvikiudude närvilõpmed; nende kaudu suunduvad närvi-impulsid südamest tsentraalnärvisüsteemi.

Reflektoorne mõju südametööle. On kindlaks tehtud, et mingisuguse, südamest kaugel oleva sensiibli närvilõpme erutamine võib reflektoorselt põhjustada südametegevuse muutumist. Nii näiteks kui meie avame konna rindkere- ja kõhuõõne ning klopime õige kergelt tema paljastatud siseelundeid, siis avastame südametegevuses järsu aeglustumise. Seda nähtust nimetatakse G o l t z ' i k a t s e k s ja see seletub järgmiselt: konna siseelundeid kloppides ärritasime siseelundeid innerveeriva sümpaatilise sisusenärvi sensiiblite kiudude lõpmeid. Erutus kandus närvilõpmeist peaajusse; seal toimus erutuse reflektoorne ülekanne sensiibleilt sümpaatilistelt kiududelt motoorseile uitergu kiududele. Uitergu kaudu südamesse jõudnud erutus põhjustas südametegevuses järsu aeglustumise.

Peale esitatu võib tuua veel palju näiteid reflektoorsest mõjust südametegevusele. Nii näiteks „südame seismajäämine" külma vette sukeldumisel või pulsi aeglustumine silmamunale vajutamisel (praktilises meditsiinis laialt tuntud A s c h n e r ' i

refleks) — kõik need on näited reflektoorsest mõjust südametegevusele.

Löök kõhule, kõhukelme ärritamine põletikuliste protsessidega või kõhukelme liigne ärritamine operatsiooni ajal kirurgi kätega võivad reflektoorselt põhjustada niinimetatud šoki, millega alati kaasneb järsk südametegevuse langus, mõnikord koguni surm.

Lõpuks on kõigile hästi teada, kuivõrd tugevasti kajastuvad südametegevuses inimese psüühilised elamused. Ärritus-, hirmu-, rõõmu- jne. tunne mõjustab, kord südametegevust erutades, kord pärssides, südame kokkutõmmete sagedust, rütmi ja jõudu.

Südametegevuse keemiline regulatsioon. Peale närvi-impulsside mõjustavad südametegevust ühel või teisel kujul mitmesugused meie veres ringlevad keemilised ained: hormoonid, soolad, ainevahetusproduktid jm.

Nii näiteks adrenaliin — neerupealse näärme säsiolluse hormoon — kiirendab südametegevust, s. t. avaldab samasugust toimet nagu sümpaatiline närv. Teine aine, koliin, mis tekib sooleseintes, neerupealiseis ja paljudes teistes organismi kudedes, toimib adrenaliinile vastupidiselt, s. t. aeglustab südame kokkutõmbumist. Koliini toime sarnaneb uitergu mõjuga. Huvitav on meie veres ringlevate kaaliumi- ja kaltsiumisoolade mõju südamele. Kaaliumisoolad põhjustavad südamelihase lõtvumist, s. t. nad sarnanevad oma toime iseloomult koliini ja uitergu mõjuga, kaltsiumisoolad aga tugevdavad südamelihase kokkutõmbumist, s. t. nende toime sarnaneb adrenaliini ja sümpaatilise närvi toimega. Austria õpetlane Loewi tegi kindlaks, et uitergu ärritamise hetkel eritub tema närvilõpmete ja südamelihase kiudude kontakti kohal ollus, mis avaldab lihasele samasugust toimet nagu uiterkki. Ta nimetas selle olluse „vaagusolluseks". Oma keemilise iseloomu poolest osutus see lähedaseks atsetüülkoliinile (koliinist tuletatud).

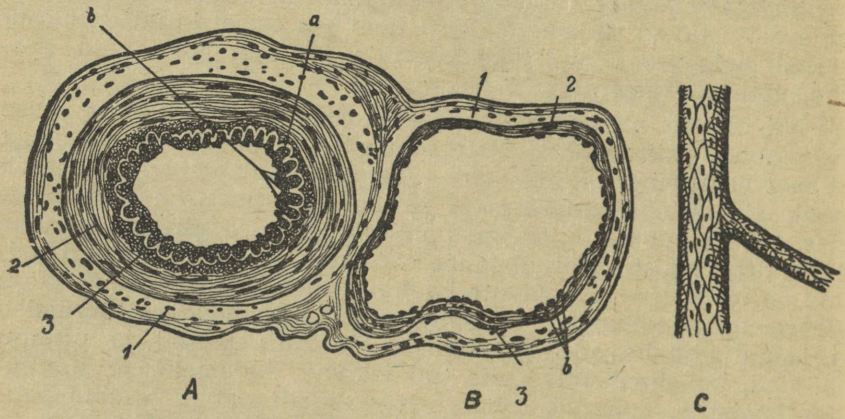
Sümpaatilise närvi ärritamise hetkel tekib südames teine ollus, millel on samasugune efekt nagu sümpaatilise närvi ärrituselgi, s. t. see kiirendab südametegevust. Loewi nimetas selle olluse „sümpaatikus-olluseks". See näide tõestab veel paremini närvi- ja humoraalmõjude ühtsust organismis.

Kõigest öeldust teeme järgmise järelduse: kuigi meie süda võib automaatselt kokku tõmbuda, siiski ta on neurogeenselt ja humoraalselt tihedas seoses meie keha kõikide muude elunditega ning reageerib tundlikult kõigile, isegi kõige tähtsusetumaile muutustele meie organismis ja väliskeskkonnas.

Veresoonte süsteem.

Meie organismi veresoonte süsteem koosneb arteeridest, veenidest ja kapillaaridest.

Veresoonte seinte struktuur. Nii arteeride kui ka veenide seinad koosnevad kolmest kihist: välimisest, sidekoelisest adventiitsiast, keskmisest, silelihaseist (piki- ja ringlihaseist) koosnevast meediast ehk lihaskestast ja sisemisest, endoteeliga vooderdatud intimast (joon. 161). Arteeriseinad on väga rikkad elastsete kiudude poolest. Arteeride elastsus on üheks verevoolu katkematuse põhjuseks veresoonte süsteemis.



Joon. 161. **Veresooneseinte mikroskoopiline struktuur.** *A* — arteer; *B* — veen. 1 — adventiitsia; 2 — meedia (lihaskest); 3 — intima; *a* — sisemine, elastne kest; *b* — endoteel. *C* — kapillaarid. On nähtavad endoteelirakkude piirded.

Arteeriseinad on märksa paksemad veeniseintest; arteeride valendik on väiksem veenide valendikust. Veresoonte katkemise puhul veeniseinad kui õhemad kollabeeruvad kergemini kui arteeriseinad. Veenide siseseintel on kogu nende ulatuses taskukujulised intimakurrud; need on venoosse vere tagasivoolu takistavad poolkuuklapid. Kapillaaride seinad on vooderdatud ainult endoteelirakkude kihiga. Kapillaaride valendik on väga väike (6—20 mikronit).

Jälgides vere liikumist kapillaarides konnajala varvastevahelises lestas, võib märgata, et punased verelibled läbivad

kapillaari ahelana üksteise järel (kapillaari valendik ületab vaevalt erütrotsüüdi diameetrit). Kapillaaride arv on kehas väga suur: ainult keskmearteeril üksi on ligikaudu 71 miljonit kapillaari; üldse on neid organismis üle ühe miljardi.

Veresoonte arenemine. Peenikesed veresooned ja kapillaarid arenevad lootel mesenhüümist. Osa mesenhüümirakke muutub endoteelirakkudeks, mis moodustavad veresooneseina; säärase veresoone sisse jäänud mesenhüümirakud muutuvad aga vereliblededeks.

Suured veresooned — aort, kopsuarteer — arenevad niinimetatud arteriaalsete lõpuskaarte kohale. Lõpuskaared on rudimentaarsed loote-elundid; neil oli suur tähtsus meie kaugete esivanemate — veeloomade — vereringes; käesoleval ajal on nad säilinud kaladel.

Veenid arenevad loote niinimetatud kardinaalseist ja rebuveenidest; need meenutavad meile samuti kalade ja alamate kahepaiksete veene.

Et saada kujutlust meie keha mitmesuguste osade varustamisest verega, peatume üksikute veresoonte ja nende tähtsamate harude kirjeldamisel piirkondade kaupa (joon. 162).

Arteerid.

Rindkereõõnes on kaks suurt veresoont: kopsuarteer ja aort.

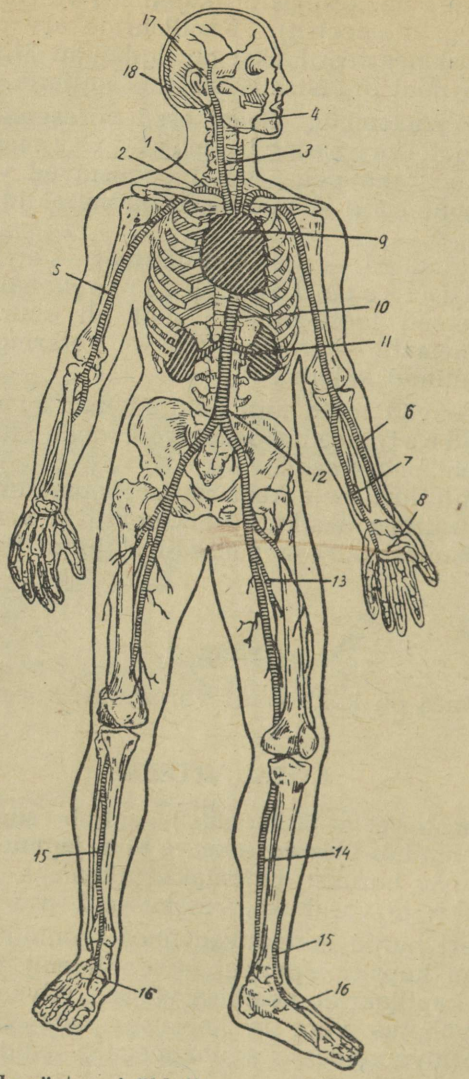
KOPSUARTEER.

Kopsuarteer (*artéria pulmonális*) väljub südame paremast vatsakesest, suundub üles aordikaare alla, jaguneb seal V rinnalüli kohal kaheks haruks: paremaks, pikemaks, parempoolsesse kopsu minevaks, ja vasakuks, vasakusse kopsu minevaks.

Kopsuarteeri harud suunduvad ühes bronhidega kopsu, kulgevad nendega kopsusompudeni (alveoolideni) ja moodustavad nende seintel kapillaaride peenima võrgu. Alveooliseinte kaudu toimub gaasivahetus vere ja kopsusompude vahel, kusjuures verest siirdub alveoolidesse süsihappegaas, kuid kopsualveoolidest verre — hapnik.

Hapnikuga rikastunud veri pöördub nelja kopsuveeni kaudu tagasi südamesse, vasakusse kotta.

Seda vereteed selgitasime juba väikese vereringe kirjeldamisel.



Joon. 162. **Arteeride süsteemi üldpilt.** 1 — nimetu arteer; 2 — parempoolne rangluualune arteer; 3 — parem ühine unearteer; 4 — välimine lõuaarteer; 5 — õlavarrearteer; 6 — radiaalarteer; 7 — ulnaararteer; 8 — peopesa arteerikaar; 9 — süda; 10 — kõhuaort; 11 — neeruarteer; 12 — kõhuaort enne hargnemist niudearteerideks; 13 — reiearteer; 14 — tagumine sääreluuarteer; 15 — eesmine sääreluuarteer; 16 — selgmine pöiaarteer; 17 — oimuarteer; 18 — kuklaarteer.

AORT.

Aort (*aorta*) on kõige suurem arteer inimese kehas. Ta väljub vasakust vatsakesest ja saadab oma harud kõikidesse keha elundeisse ja kudedesse (joon. 163).

Päris alguses, väljumisel vasakust vatsakesest, moodustab aort laiendi, nn. aordisibula; siis tõuseb ta ülespoole, moodustades kaare, mis läheb üle vasaku bronhi, ja laskub läbi diafragma alla.

Rindkereaort.

Rindkereaordis (*aórta thoracális*) eristatakse kolme osa: ülenevat aorti, aordikaart ja alanevat aorti (joon. 163).

Rindkereõõnes eraldub aordist mitu haru, kusjuures ühed neist suunduvad siseelundeisse; neid nimetatakse vistseraalseteks harudeks; teised kulgevad rindkereõõne seinu mööda ja neid nimetatakse seinapidisteks harudeks.

Vistseraalsed harud. Rindkereaordi vistseraalsed harud varustavad verega rindkereõõne-elundeid: südant, kopse ja söögitoru. Aordi bronhiaalsed harukesed tungivad kopsudesse bronhide teed mööda ühes kopsuarteeri harudega (väikesest vereringest) ja moodustavad seal anastomoose väikese ja suure vereringe vahel.

Seinapidised harud. Rindkereaordi seinapidised harud koosnevad 10 paarist roietevahelistest arteeridest (*aa. intercostáles*), asetsevad roidevahedes ja toidavad verega kereseinu — rinna-, kõhupressi- ja seljalihaseid. Nende väikesed harud tungivad ka lülisambakanalisse ja varustavad seal verega seljaaju ning selle kelmeid.

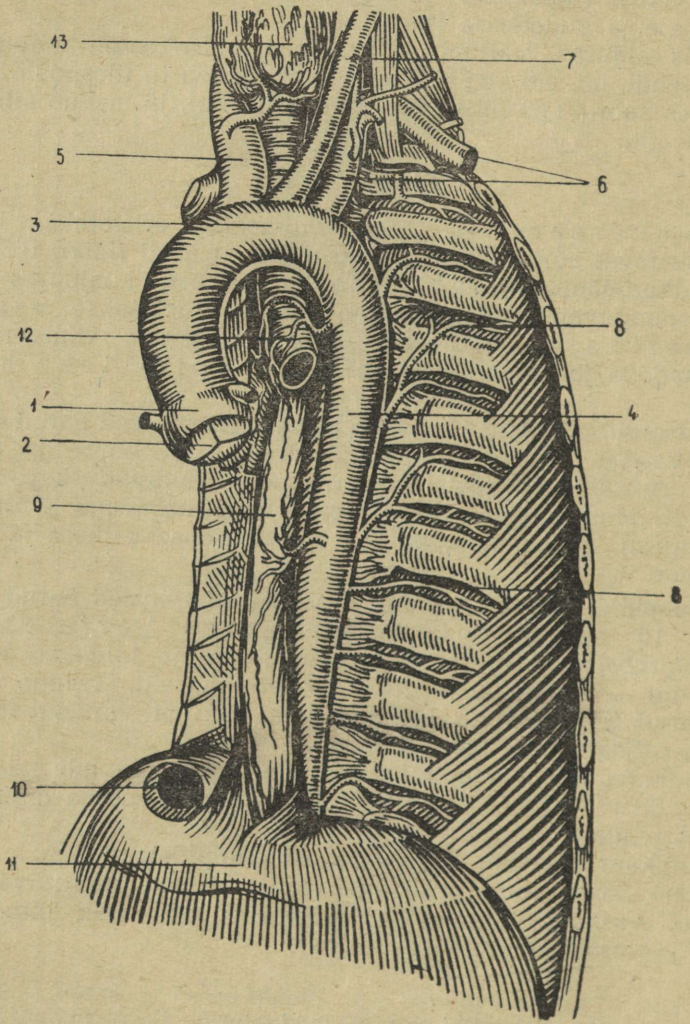
Rindkereaordi seinapidiste harude hulka kuulub ka ülemine diafragmaarteer; see varustab verega diafragma ülemist pinda.

Aordikaar asetseb otsekohe rinnakupideme taga. Tema kumerast osast suunduvad üles kolm suurt arteeritüve, mis paremalt vasakule lugedes on: nimetu arteer, vasak ühine unearteer ja vasak rangluualune arteer.

Nimetu arteer.

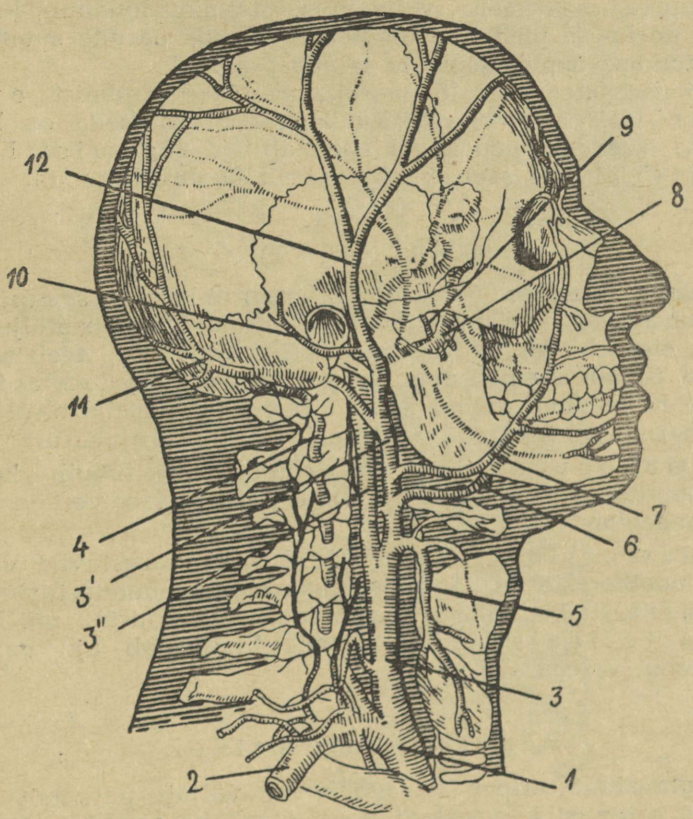
Nimetu arteer (*a. anonýma*) kujutab endast lühikest, ligikaudu 3 sm pikkust tüve. Rinnaku-rangluu liigestuse kohal jaguneb ta kaheks iseseisvaks arteeriks: paremaks ühiseks unearteе-

riks ja paremaks rangluualuseks arteeriks. Esimene tõuseb üles kaelale, teine suundub rangluu alla ja vaskulariseerib ülemist jäset (joon. 162, 164).



Joon. 163. **Rindkereaort ja tema harud.** 1 — aordisibul ühes aordisiinustega; 2 — poolkuuklapid; 3 — aordikaar; 4 — rindkereaort; 5 — nimetu arteer; 6 — vasak rangluualune arteer; 7 — vasak ühine unearteer; 8 — roietevahelised arteerid; 9 — söögitoru; 10 — alumine õõnesveen; 11 — diafragma; 12 — vasak bronh; 13 — kilpnääre.

Ühine unearteer (*a. carótis commúnis*) — vasak ja parem — asetseb kaelal hingekõri ja söögitoru kõrval, ei hargne seal, kuid jaguneb kilpkõhre ülemise serva kohal kaheks suureks arteeriks: välimiseks ja sisemiseks unearteeriks (joon. 164, 165).



Joon. 164. **Pea ja kaela veresooned** (paremalt poolt). 1 — nimetu arteer; 2 — parem rangluualune arteer; 3 — parem ühine unearteer; 3' — välimine unearteer; 3" — sisemine unearteer; 4 — lülisambaarteer; 5 — ülemine kilpnäärmearteer; 6 — keelearteer; 7 — välimine ülalõuaarteer; 8 — sisemine ülalõuaarteer (projektsioonis kriipsutustega märgitud); 9 — keskmine ajukelmearteer; 10 — tagumine kõrvaarteer; 11 — kuklaarteer; 12 — pindmine oimuarteer.

Välimine unearteer.

Välimine unearteer (*a. carótis extérna*) suundub üles näole, läbib kõrva-süljenäärme ja hargneb oma teel paljudeks harudeks, milledega toidab järgmisi elundeid ja piirkondi: kilpnääret, kõri, keelt, hambaid, süljenäärmeid, näo- ja kuklanahka ning näo- ja kuklalihaseid, samuti peaaju kõvakelmet ja välisning keskkõrva. Tema tähtsamad harud on järgmised: ülemine kilpnäärme-, keele-, välimine ja sisemine lõualuu-, kukla-, ülenev neelu- ja pindmine oimuharu. Nende harude suundi on tarvis tundma õppida jooniste ja atlase põhjal.

Välimise unearteeri lõppharuks peetakse pindmist oimuarteeri, mis asetseb välis-kuulmekäigu ees (seda on kerge kompida iseendal oimu kohal naha all), ja sisemist lõualuuarteeri, mis asetseb sügaval alalõualuu haru all.

Sisemine unearteer.

Sisemine unearteer (*a. carótis intérna*) ei hargne, samuti nagu ühine unearteer, kaelapiirkonnas. Ta suundub üles koljupõhimikuni, siseneb oimuluu unearteermisse kanalisse, teeb mõned painded, tungib siis läbi oimuluu püramiidi otsa juures asetseva eesmise narustunud mulgu kolju sisse ja moodustab seal järgmised harud: silmakoopa-, eesmise ja keskmise ajuharu.

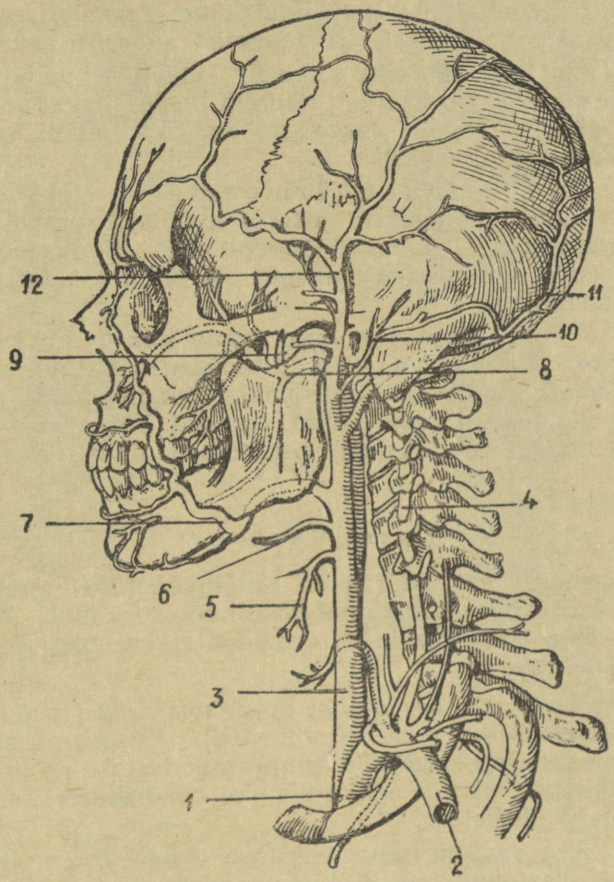
Silmakoopaarteer (*a. ophthalmica*) tungib koljust silmakoopasse nägemismulgu kaudu ja varustab verega kõiki silmakoopaelundeid.

Ajuarteerid (eesmine ja keskmine) varustavad verega peaaju poolkerasid. Ühes lülisambaarteeriga moodustavad nad türgi sadula ümber tähtsa anastomoosi (ühenduse), nn. Willis'e arteriaalse rõnga, mis kindlustab aju paremat varustamist verega.

Rangluualune arteer.

Rangluualune arteer (*a. subclávia*) väljub paremalt poolt nimetust arteerist ja vasakult poolt otsekohe aordikaarest. Ta kulgeb üle kopsutippude, suundub eesmise ja keskmise astriklihase vahele, paindub rangluu all üle I roide ja siirdub ülemiste roiete välimisele pinnale; seal kannab ta kaenlaarteeri nimetust. Rangluualusel arteeril on viis kaunis suurt haru: lülisambaarteer, kilpnäärme-kaela tüvi, roide-kaela tüvi, ristipidine kaelaarteer ja sisemine rinnanäärmearteer (joon. 165).

Lülisambaarteer (*a. vertebrális*) suundub üles unearteeri tagant, asetub kaelalülide ristimulkudest moodustatud luukanalisse, tungib siis suure kuklamulgu kaudu kolju sisse ja varustab seal verega peaaju tagumisi osasid.



Joon. 165. **Pea ja kaela veresooned** (vasakult poolt). 1, 3 — vasak ühine unearteer; 2 — vasak rangluualune arteer; 4 — lülisambaarteer; 5 — ülemine kilpnäärmearteer; 6 — keelearteer; 7 — välimine ülalõuaarteer; 8 — sisemine ülalõuaarteer (projektsioonis punktiiriga märgitud); 9 — keskmine ajukelmearteer; 10 — tagumine kõrvaarteer; 11 — kuklaarteer; 12 — pindmine oimuarteer.

Lülisambaarteer võtab osa praktiliselt tähtsa Willis'e rõnga moodustamisest.

Kilpnäärme-kaela tüvi varustab verega kilpnääret, kõri, kaela süvasid ja astriklihaseid, samuti tagumisi abaluulihaseid, trahhea ülemist osa ja söögitoru.

Roide-kaela tüvi suundub taha, vaskulariseerib kahe ülemise roidevahe lihaseid ja tagumisi süvasid kaelalihaseid.

Ristipidine kaelaarteer paindub ümber astriklihaste alumiste otste, suundub ristipidi kaelast tahapoole ja laskub alla abaluu sisemist serva mööda. Ta toidab kõiki teda ümbritsevaid kaelalihaseid.

Sisemine rinnanäärmearteer (*a. mammária intérna*) väljub rangluualuse arteeri alumiselt pinnalt, laskub roidekõhrede tagant rinnaku lähedalt alla rindkereõõnde ja varustab oma teel verega harknääret, pleurat, diafragmat ja naistel rinnanääret.

Selle arteeri järgnevat osa nimetatakse ülemiseks kõhuüleseks arteeriks (*a. epigastrica sup.*); see laskub edasi allapoole eesmisele kõhuseinale, tungib kõhu sirglihase tuppe ja moodustab naba kohal alumise kõhuülese arteeriga (välimise niudearteeri haruga) praktiliselt tähtsa anastomoosi.

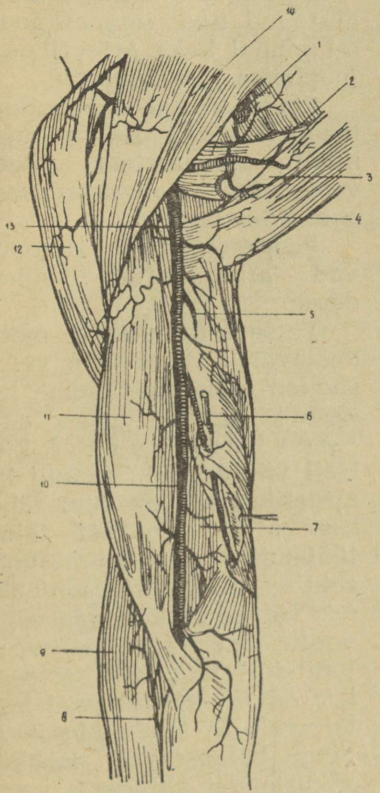
Kaenlaarteer.

Kaenlaarteer (*a. axilláris*) on rangluualuse arteeri otseseks jätkuks. Ta lõpeb suure rinnalihase kõõluse kohal. Ta vaskulariseerib oma rohkearvuliste harudega rinna- ning õlavöötmelihaseid ja õlaliigest.

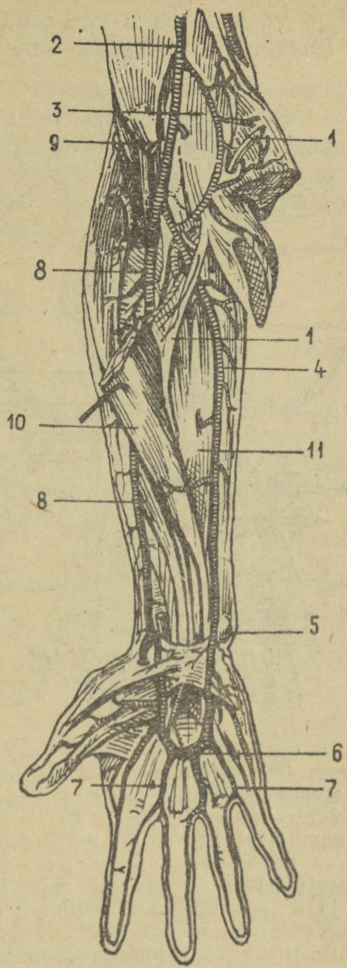
Õlavarrearteer (*a. brachiális*) on eelmise jätk; ta on ülemise jäseme peamiseks arteeriks (joon. 166). Õlavarrel asetseb ta piki kakspealihase sisemist äärt ja moodustab palju harusid; need vaskulariseerivad nahka ja kõiki õlavarre, samuti ka küünarliigese lihaseid.

Tema kõige suurem haru — süva õlavarrearteer — paindub õlavarreluu tagant koos kodaranärviga ja varustab verega õlavarre tagumisi lihaseid (kolmpealihast).

Küünrapaindes jaguneb õlavarrearteer kaheks iseseisvaks arteeriks: radiaalarteeriks (*a. radiális*), mis on kaliibrilt väiksem ja kujuneb õlavarrearteeri jätkuks, ning suuremaks, ulnaararteeriks (*a. ulnáris*), mis läheb paralleelselt küünarluuga (joon. 167).

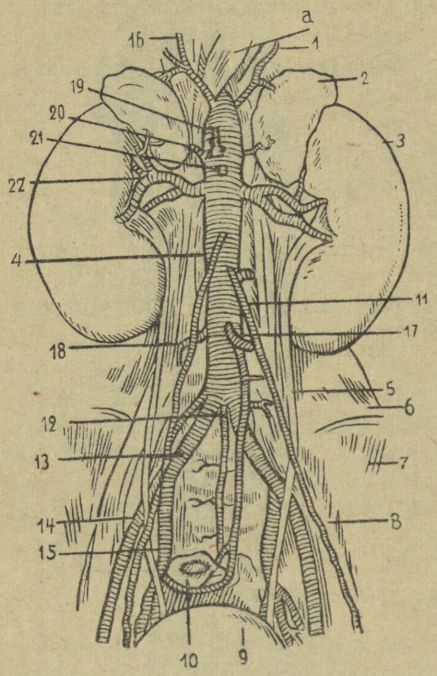


Joon. 166. **Õlavarre arteerid.** 1 — lümfisõlm; 2 — rinnaselja arteer; 3 — suur ümarlihas; 4 — selja lailihas; 5 — süva õlavarrearteer; 6 — küünranärv; 7 — õlavarrelihas; 8 — tagasipöörduv radiaalarteer; 9 — õlavarrekodarluu lihas; 10 — õlavarrearteer; 11 — õlavarre kakspealihas; 12 — deltalihas; 13 — õlavarrearteer; 14 — suur rinnalihas.



Joon. 167. **Küünarvarre ja labakäe arteerid.** 1 — keskpidine närv; 2 — õlavarrearteer; 3 — õlavarrelihas; 4 — küünraarteer; 5 — hernesluu; 6 — pindmine peopesakaar; 7 — sõrmede arteerid; 8 — kodaraarteer; 9 — õlavarre kakspealihase kõõlus; 10 — pindmine sõrmedepainutajalihas; 11 — süva sõrmedepainutajalihas.

Mõlemad arteerid asetsevad küünarvarre peopesapoolsel küljel ja vaskulariseerivad oma harudega kogu küünarvarre nahka ja lihaseid nii peopesa- kui ka käeseljapoolsel küljel.



Joon. 168. **Kõhuaordi harud.** *a* — diafragmasääred, millede vahelt kulgeb kõhuaort; 1 ja 16 — diafragmaarteerid; 2 — neerupealis; 3 — neer; 4 — kõhuaort; 5 — kusejuha; 6 — nimme ruutlihas; 7 ja 8 — niude-nimme lihas; 9 — kusepõis; 10 — pärasool (läbi lõigatud); 11 — sisemine seemnearteer (suguelundeisse); 12 — keskmine ristluuarteer (aordi jätk); 13 — ühine niudearteer; 14 — välimine niudearteer; 15 — sisemine niude- (alakõhu-) arteer; 17 — alumine keskmetearteer; 18 — üks nimmearteer; 19 — kõhukoopaarteer (läbi lõigatud); 20 — neerupealisearteer; 21 — ülemine keskmetearteer (ära lõigatud); 22 — neeruarteer

Laskudes labakäele moodustavad nad peopesapoolsel pinnal kaks arteerikaart (pindmise ja süva).

Pindmise kaare moodustamisest võtab osa peaasjalikult ulnaararteer (tugevam), süva moodustamisest aga radiaalarteer.

Peopesakaartest suunduvad arteeriharud sõrmedesse.

Peale arteerikaarte moodustavad küünarvarre veresooned kodarluu-randme liigese ja randme ümber arteerivõrgustikke. Neil võrgustikel, samuti ka arteerikaartel, on suur tähtsus. Meie labakäsi talub töötamisel alati mitmesuguseid mehaanilisi mõjusid, mis võivad raskendada verevoolu labakäes; sääraseil juhtudel täidavad arteerikaared ja -võrgustikud kollateraalsete teede ülesannet ning hõlbustavad labakäe varustamist verega.

Niisiis võib teha järelduse, et kõiki rindkereõõne-siseseid elundeid, sealhulgas ka südant, samuti kogu rindkereõõne seina, vaskulariseerivad rinnaaordi harud.

Näonahka ja -lihaseid (mälumis- ja miimilisi), samuti suuõõne-elundeid (keelt, hambaid) toidab välimine unearteer.

Aju vaskulariseerib kaks arteeri — sisemine unearteer ja lülisambaarteer, silmamuna — sisemine unearteer. Kilpnääret ja kõri varustavad verega kahe arteeri harud: välimise unearteeri ja rangluualuse arteeri harud.

Kaelanahka ja -lihaseid varustab verega peamiselt rangluualune arteer; rinna- ning õlavöötmenahka ja rinna- ning õlavöötmelihaseid ja õlaliigest — kaenlaarteer; õlavarrelihaseid ja -nahka — õlavarrearteer; küünarvarrenahka ja -lihaseid — radiaal- ja ulnaararteer; labakäenahka ja -lihaseid — peopesa kaks arteerikaart ja arteerivõrgustikud.

Kõhuaort.

Kõhuaort (*aórta abdominális*) on rinnaaordi jätk. Väljumisel diafragmast laskub ta alla lülisamba eesmist pinda mööda ning jaguneb IV nimmelüli kohal kaheks ühiseks niudearteeriks. Temast hargnevad samuti nagu rinnaaordistki vistseraalsed ja parietaalsed (seinapidised) harud. Vistseraalsed harud suunduvad kõikidesse kõhuõõne-elundeisse, parietaalsed aga suunduvad diafragmasse, samuti kõhuõõne külgmistesse ja tagumistesse seintesse (joon. 168).

Vistseraalsed harud jagunevad omakorda paaris- ja paarituiks harudeks. Paarisharude hulka kuuluvad neerupealise-, neeru- ja seemne- ehk munandiarteer (naistel munasarjaarteer). Viimane laskub alla läbi kubemekanali ja vaskulariseerib meestel munandikotis asetsevat munandit ja munandimanust; naistel suundub arteer väikesesse vaagnasse ja varustab munasarja. Paaritute hulka kuuluvad kõhuarteer ja keskmearteerid (ülemine ja alumine).

Kõhuarteer (*a. coeliáca*) väljub aordist XII rinnalüli kohalt lühikese tüve kujul, millest eraldub kolm suurt arteeri: vasak maoarteer, maksa- ja põrnaarteer.

Vasak maoarteer suundub mao väikesesse kõverikku. Maksaarteer varustab verega maksa, sapipõit, kõhunääret ja suurt rasvikut; ta saadab harusid ka mao väikesesse ja suurde kõverikku. Põrnaarteer on neist kõige suurem; ta varustab põrna ja mao suurt kõverikku.

Ülemine keskmeteareer (*a. mesentérica supérior*) algab I nimmelüli kohalt ja varustab verega peensoolt ning osaliselt jämesoolt: pimesoolt ühes ussjätkega, ülenevat ja ristikäärsoolt. Tema rohkearvulised harud moodustavad peensoole keskmeis väga iseloomulikke soolekaari, arvult umbes 20.

Alumine keskmetearteer (*a. mesentérica inférior*) algab III nimmelüli kohalt ja varustab verega alanevat, sigmakujulist käärsoolt ning pärasoolt.

Kõhuaordi parietaalsete harude hulka kuuluvad alumine diafragmaarteer ja neli paari nimmearteere.

Alumine diafragmaarteer varustab verega diafragma alumist pinda; nimmearteerid, asetsedes samuti nagu roietevahelisedki isekeskis paralleelselt, varustavad verega seljalihaseid ja -nahka.

Ühine niudearteer.

Ühine niudearteer (*a. iliaca communis*) eraldub aordist IV nimmelüli kohal ja jaguneb omakorda ristluu-niude liigese kohal kaheks haruks — välimiseks niudearteeriks ja alakõhuarteeriks.

Välimine niudearteer (*a. iliaca externa*) on ühise niudearteeri jätk. Alates ristluu-nimme liigese kohalt asetub ta niudeluu tiivale ja kulgeb kuni Poupart'i sidemeni. Poupart'i sideme alt väljudes kannab ta juba reiearteeri nimetust. Välimise niudearteeri suureks ja tähtsaks haruks on alumine kõhuülene arteer (*a. epigastrica inf.*); see üleneb vaagnast eesmist kõhuseina mööda ja siseneb kõhu sirglihasetuppe. Naba kohal moodustab ta ülemise kõhuülese arteeriga anastomoosi; ülemine kõhuülene arteer on sisemise rinnanäärmearteeri jätkuks. Sellel anastomoosil, nagu juba varem mainisime, on suur praktiline tähtsus: välimise niudearteeri ligeerimise puhul on ta kollateraalseks teeks vereringe taastamisel alumises jäsemes.

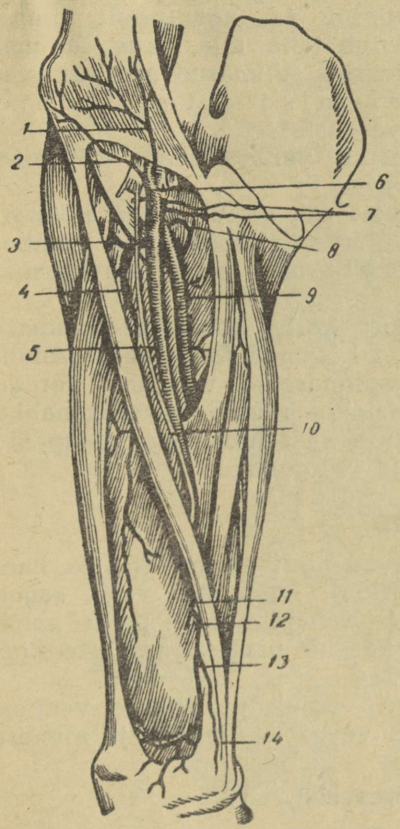
Alakõhuarteer (*a. hypogástrica*) laskub väikesesse vaagnasse ja hargneb seal vaagnaelundeid ja -seinu toitvaks vistseraalsete ja seinapidiste harude rühmaks.

Reiearteer (*a. femorális*) on peamiseks alumise jäseme arteeriks. Väljudes Poupart'i sideme alt suundub ta reit mööda alla, läbib reie suure lähendajalihase kõõluse ja väljub reie tagumisele küljele kindralohku; siin nimetatakse teda kindraarteeriks (*a. poplitea*) (joon. 169 ja 170).

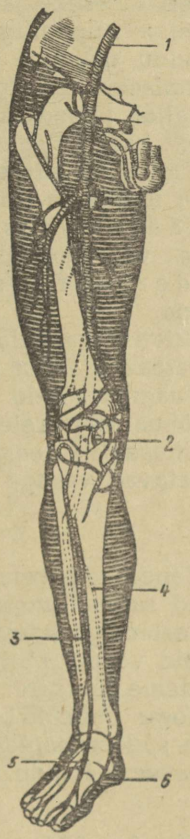
Oma harudega varustab ta reie eesmisi lihaseid, põlveliigest ja välimisi suguelundeid. Reiearteeri tähtsaimaks haruks on süva reiearteer (*a. profúnda fémoris*); see varustab oma harudega reie välimisi ja tagumisi lihasterühmi.

Põlveõndla-piirkonnas jaguneb kindraarteer kaheks suureks arteeriks — eesmiseks ja tagumiseks sääreluuarteeriks.

Eesmine sääreluuarteer (*a. tibiális antérior*) mulgustab luudevahelise membraani, siirdub sääre eesmisele pinnale, laskub alla labajalaseljale ja moodustab seal arteerikaare. See



Joon. 169. **Reie arteerid.** 1 — pindmine kõhuülene arteer; 2 — ümberkulgev pindmine niudeluuarteer; 3 — ümberkulgev külgmine reiearteer; 4 — selle alanev haru; 5 ja 6 — reiearteer; 7 — välimised häbemearteerid; 8 — keskpidine ümberkulgev reiearteer; 9 — süva reiearteer; 10 — reienärvi lõppharu; 11 — ülemine põlvearteer; 12, 13 ja 14 — selle harud.



Joon. 170. **Reie ja sääre arteerid.** 1 — reiearteer; 2 — põlvekedra võrgustik; 3 — eesmine sääreluuarteer; 4 — tagumine sääreluuarteer; 5 — jalaseljaarteerid; 6 — jalatallaarteerid.

arteer varustab verega sääre eesmise pinna nahka ja lihaseid, samuti põlveliigest ja ülemist hüppeliigest (joon. 170).

Tagumine sääreluuarteer (*a. tibiális postérior*) on kindra-arteeri otseseks jätkuks ja kulgeb sääre tagumist pinda mööda. Ülemise hüppeliigese kohal pöördub ta tagantpoolt ümber sääreluu sisemise vasariku ja siirdub talla alla, kus jaguneb keskmiseks ja külgmiseks tallaarteeriks. Viimased moodustavad jalatallal peopesakaarte kujul taldmise arteerikaare; sellest kaarest suunduvad harud varvastesse.

Tagumine sääreluuarteer varustab verega sääre tagumise pinna nahka ja lihaseid.

Sääreveresooned moodustavad, samuti nagu küünarvarre veresoonedki, pöias ja ülemise hüppeliigese ümber arteerivõrgustiku, mis hõlbustab pöia varustamist verega.

Niiviisi vaskulariseerib kõhuaort kõiki kõhuõõne-elundeid, diafragma alumist pinda, kõhuõõne külgmisi ja tagumisi seinu.

Vaagnasiseseid elundeid ja vaagnaseinu varustab verega alakõhuarteer; reienahka ja -lihaseid — reiearteer; säärenahka ja -lihaseid — eesmine ja tagumine sääreluuarteer. Jalapöida varustavad verega arteerikaared ja -võrgustikud.

VEENID.

Venoossed veresooned kaasnevad alati arteeridega ja kannavad samu nimetusi nagu arteeridki, kusjuures väga sageli ühe arteeriga kaasneb kaks veeni. Kehapinnal on palju nahaaluseid veene, millede enamik ei kaasne mingisuguse arteeriga. Vaatleme tähtsamaid veene.

Kogu meie keha venoosne veri voolab paremasse venoossesse südamepoolde kahe suurima veeni — ülemise ja alumise õõnesveeni kaudu.

Ülemine õõnesveen.

Ülemine õõnesveen (*v. cava superior*) asetseb rindkereõõnes. Ta kujuneb parempoolse esimese roide kõhre alumise serva kohal kahe nimetu veeni liitumisest; kumbki nimetu veen omakorda kujuneb sisemise kägiveeni ja rangluualuse veeni ühinemisest (joon. 171).

Sisemine jugulaar- ehk kägiveen.

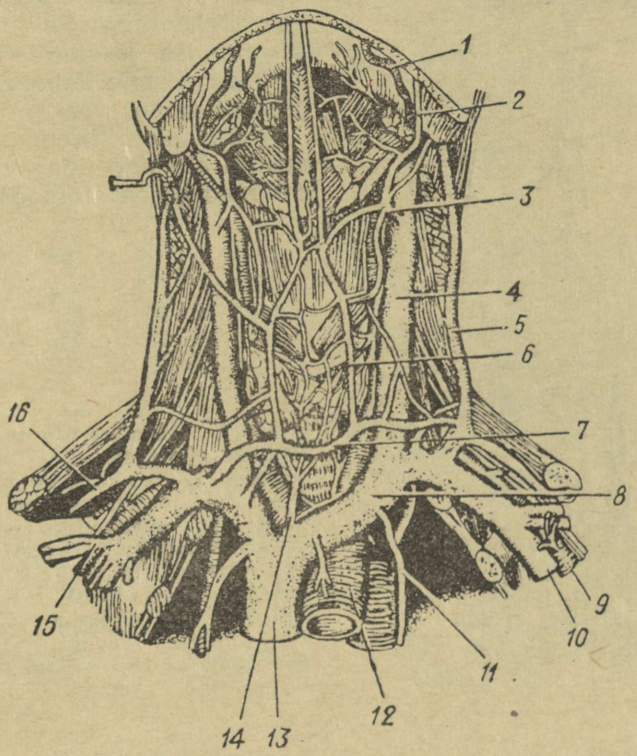
Sisemine jugulaar- ehk kägiveen kulgeb kaela välimisel küljel kõrvuti unearteeriga ja kogub verd ajust ning ajukelmetest, samuti kaela- ja näoelundeist.

Rangluualune veen (*v. subclávia*) asetseb kõrvuti rangluualuse arteeriga. Ta kogub verd kogu ülemisest jäsemest.

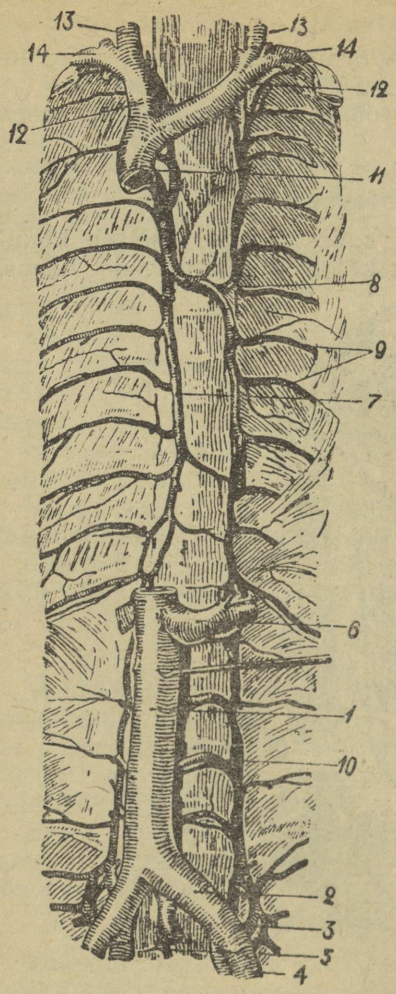
Järelikult koondub ülemisse õõnesveeni kogu venoosne veri meie keha ülemisest poolest.

Alumine õõnesveen.

Alumine õõnesveen (*v. cava inferior*) asetseb kõhuõõnes; see on kõikidest veenidest kõige võimsam meie kehas.



Joon. 171. **Veenid, mis moodustavad paremasse südamekotta suubuva ülemise õõnesveeni.** 1 — välimine ülalõuaarteer; 2 — eesmine näoveen; 3 — ühine näoveen; 4 — sisemine kägiveen (*v. jugularis int.*); 5 — välimine kägiveen (*v. jugularis ext.*); 6 — eesmine kägiveen (*v. jugularis ant.*); 7 — jugulaarpiirkonna ristipidine veenikaar; 8 — vasak nimetu veen; 9 — rangluualune arteer; 10 — rangluualune veen; 11 — sisemine rinnanäärmeveen; 12 — ülenev aort; 13 — ülemine õõnesveen; 14 — kõige alumisem paaritu kilpnäärmeveen; 15 — *v. cephalica;* 16 — kaela ristiveen.



Ta moodustub IV nimmelüli kohal kahe ühise niudeveeni ühinemisest, suundub kõrvuti aordiga üles, läbib diafragma ja suubub, nagu ülemine õõnesveengi, paremasse kotta. Alumine õõnesveen kogub verd kõhuõõneveenidest (peale nende, milledest kujuneb värativeen; vt. eespool lõige „Suur ehk kehavereringe"), vaagna- ja alumise jäseme veenidest, s. t. kogu meie keha alumisest poolest (joon. 172).

Pärasoole-piirkonnas moodustab alumine õõnesveen värativeeniga anastomoosi.

Joon. 172. **Alumine õõnesveen.** 1 — alumine õõnesveen; 2 — ühine niudeveen; 3 — välimine niudeveen; 4 — alakõhu- ehk sisemine niudeveen; 5 — keskmine ristluuveen; 6 — neeruveen; 7 — paaritu veen; 8 — poolpaaritu veen; 9 — roietevahelised veenid; 10 — nimmeveenid; 11 — ülemine õõnesveen; 12 — nimetud veenid; 13 — jugulaarveenid; 14 — rangluualused veenid.

Vere liikumine veresoontes (hemodünaamika).

VERE LIIKUMISE PÕHJUSED JA VERERÕHK.

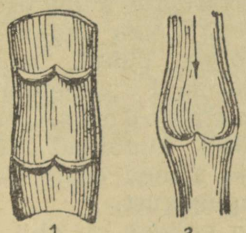
Vere liikumise põhjuseks on, nagu juba teame, surve diferents vereringes vereringe alguse ja lõpu vahel.

Vererõhk, s. t. vere surve veresooneseintele, on tingitud sel-

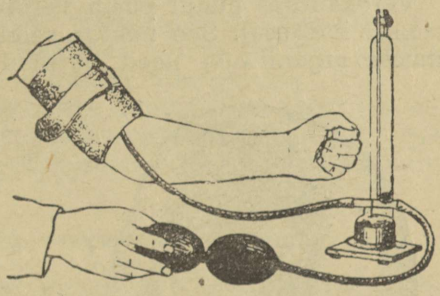
lest jõust, millega südamevatsakeste seinad heidavad vere välja süstooli ajal.

Eriti suur on vererõhk aordis. Läbilõigatud aordist purskab veri joana. Hobusel purskab veri läbilõigatud aordist suure jõuga ja tõuseb 2 m kõrgusele. Südamest kaugenedes vererõhk langeb. Kui ta aordis võrdub 150 mm elavhõbedasambaga, siis õlavarrearteeris on ta juba 120 mm, väikestes arteerides (arterioolides) — 40 mm, kapillaarides on ta aga alla 20 mm. Veenides jätkub vererõhu langus ning õõnesveenides on ta juba negatiivne, s. t. madalam atmosfäärirõhust.

On loomulik, et iga vedelik, selle hulgas ka veri, tungib sealt, kus ta on suurema rõhumise all, sinna, kus rõhumine on madalam. Negatiivne rõhk väikese ja suure vereringe lõpus, õõnesveenides, on põhjuseks, et veri tungib neisse. Südame



Joon. 173. **Veeniklapid.** 1 — pealtvaade; 2 — läbilõik.



Joon. 174. **Vererõhu mõõtmise aparaat.**

imamisvõime kodade diastooli ajal, kui need on tühjad, ja veeniklappide olemasolu (joon. 173) soodustavad samuti vere tõusmist veenides. Arteeriseinte elastsus omalt poolt tingib verevoolu pidevuse.

Säärased on verevoolu põhjused veresoonte süsteemis. Vastavalt vere edasiliikumisele langeb tema rõhk. Rõhk kulub verevoolule kiiruse lisamiseks ja veresooneseinte vastupanu ületamiseks.

Veretee kõige raskemaks osaks on kapillaarid nende valendiku erakordse väiksuse pärast. Mõnedest kapillaaridest pääseb erütrotsüüt vaevalt läbi.

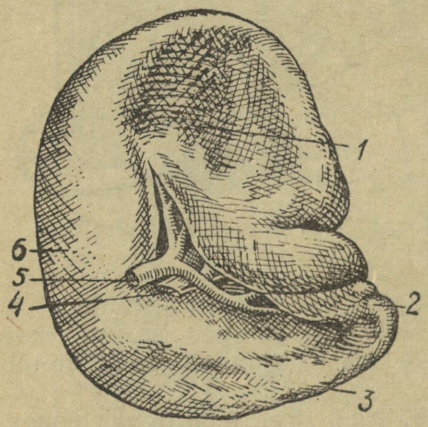
Organismi elutegevuses tähtsat osa etendava vererõhu määramiseks arteerides kasutatakse meditsiinilises praktikas laialt Riva-Rocci aparaati (joon. 174). See aparaat koosneb kummimansetist. Manset on ühenduses kummiballoo-

niga õhu pumpamiseks mansetisse ja elavhõbemanomeetriga. Vererõhu määramiseks asetatakse manset õlavarre ümber. Kummiballooniga pumbatakse mansetisse õhku, nõnda et manset surub õlavart. Surve andub edasi veresoontele, eriti õlavarrearteerile. Õhu pumpamise ajal jälgitakse haige pulssi. Pulsi kadumine näitab seda, et surve mansetis võrdub ligikaudu vere survega, mida see avaldab õlavarrearteeri seintele. Vaadates sel ajal elavhõbedasamba kõrgust manomeetris määratakse vererõhu suurus.

Normaalselt on täiskasvanud inimesel maksimaalne vererõhk elavhõbedasamba 95—120 mm. Vererõhu kõrguse järgi otsustab arst haige veresoonte süsteemi ja südame seisundi üle.

Vererõhu reguleerimine.

Verekaotuse puhul püsib vererõhk veresoontes sageli normaalsel kõrgusel. See nähtus seletub verevarulate leidumisega inimese organismis; need varulad annavadki oma tagavarad verekaotuse puhul. Säärased varulaid nimetatakse veredepoodeks. Nende hulka kuuluvad põrn, maks ja mõned osad kapillaarvõrgustikust.



Joon. 175. **Põrn.** 1 — maopoolne pind; 2 — põrna hambuline külg; 3 — põrna alumine ots; 4 — põrnaveen; 5 — põrnaarteer; 6 — neerupoolne pind.

Põrn näiteks on ehitatud nõnda, et tema veresooned ei hargne kapillaarideks, vaid moodustavad suuri õõsi — siinuseid. Põrna pehme koe väljavenitamisel mahutavad need õõned (nagu käsnaski) endisse suure hulga verd — mõnikord kuni 1 l. Verekaotuse juhul saadab põrn oma verevarud veresoontesse ja asendab sellega kahanemise. Nõndaviisi osutub põrn meie veresoonte vererõhu võimsaks regulaatoriks (joon. 175).

Õpetlane Krogh selgitas, et veri ei voola kõigis kapillaarides üheaegselt. Mõnesugune hulk kapillaare ei võta üldisest verevoolust osa; nende kapillaaride seinad kollabeeruvad; neid on väga raske isegi mikroskoobi all näha. Sääraseid kapillaare

nimetas Krogh varukapillaarideks. Organismi või mõne elundi pingsa tegevuse hetkel laieneb varukapillaaride valendik ja nendesse tungib veri; antud elundi rakkude varustamine verega intensiivistub, ainevahetus nendes suureneb.

Verevoolu pidevus.

Süda töötab rütmiliselt; vatsakeste diastooli ajal ei lähe verd veresoontesse; ometi voolab veri veresoontes katkematult.

See nähtus seletub arteeriseinte elastsusega. Me teame juba, et veresoonte seinad, eriti arteeride seinad, on väga rikkad elastsete kiudude poolest.

Süstooli ajal tõukab süda jõuga verd arteeridesse; seejuures venivad arteeriseinad laiemaks. Südamelõtve (diastooli) ajal tõmbuvad arteeriseinad oma elastsuse mõjul kokku, suruvad verd ja tingivad tema pideva liikumise veresoontes.

Süstooli ajal vajutab südamelihas kinni pärgsooned, mis toidavad südame enese seina, ja peatab verevoolu nendes. Seepärast toimub vere liikumine pärgsoontes ainult südamelõtve ajal.

Vere liikumise kiirus veresoonte süsteemis.

Verevoolu kiirus on, samuti nagu vererõhu kõrguski, meie veresoonte süsteemi mitmesugustes osades erisugune. Aordis liigub veri kiirusega 0,5 m sekundis. Südamest kaugenedes väheneb verevoolu kiirus järk-järgult. Kapillaarides voolab veri 500—1000 korda aeglasemalt, kuid veenides kiirus kasvab, ulatudes 0,1 m sekundis.

Niiviisi, vaatamata sellele, et vererõhk veenides langeb, kasvab vere liikumise kiirus, võrreldes liikumise kiirusega kapillaarides. Et aru saada selle nähtuse põhjusest, on tarvis meenutada üht väga tähtsat asjaolu. Aordi läbimõõt on 2,5 sm. Tema mitme haru läbimõõt kokkuvõetult on juba märksa suurem; kui aga liita arteeride rohkearvuliste harude moodustatud kümnete miljonite kapillaaride diameetrid, siis selgub, et kapillaaride säng on 500 korda laiem kui arteeride säng, s. t. võrdub ligikaudu 12,5 meetriga.

Mida laiem on säng, seda aeglasemalt vedelik voolab. On kindlaks tehtud, et voolu kiirus on alati pöördvõrdeline sängi laiusega. Seepärast liigubki veri kapillaarides väga aeglaselt. Veenides muutub verevoolu säng jälle kitsamaks ja verevoolu kiirus suureneb. Vere aeglasel voolul kapillaarides on määratu

suur füsioloogiline tähtsus, sest et ainevahetus vere ja keharakkude vahel toimub just kapillaarides. Aeglase verevoolu puhul teostub ainevahetus täiuslikumalt.

Pulss.

Pulsiks nimetatakse rütmilisi tõukeid, mida me tunneme sõrmega arteeri puudutades. Pulss tekib järgmiselt: vatsakeste iga süstooli puhul tõugatakse teatav hulk verd aorti ja see venitab tema seinu; kuid diastooli ajal, vastupidi, aordiseinad lähevad tagasi endisesse asendisse. See aordi laienemine ja ahenemine kandub edasi teistele veresoontele ja põhjustab nende seinte võnkumist, mida me tunnemegi pulsi kujul.

Pulsilaine peegeldab südame tööd.

Pulsilöökide arv võrdub südame kokkutõmmete arvuga; seepärast omistatakse pulsi uurimisele haige järelevaatusel suurt tähelepanu.

Pulssi loetakse harilikult radiaalarteeril; kuid pulssi võib edukalt lugeda ka teistes kohtades, näiteks kõrva lähedal oimuarteeri kohal, jalaseljaarteeri kohal jm.

Terve inimese normaalne pulss võrdub harilikult 60—70 löögiga minutis.

VERESOONTE SÜSTEEMI REGULATSIOON.

Igasse arteeri ja veeni suundub kõrvalt väike veresooneke, mis toidab veresoone enese seina, ja kaht liiki närvikiude.

Ühed neist kiududest on sümpaatilised; need asetsevad võrgukujuliselt veresoone pinnal; teised kiud on parasümpaatilised. Sümpaatilised närvikiud tooovad veresoone valendiku ahenemist põhjustavaid impulsse; parasümpaatiliste närvikiudude impulsid põhjustavad veresoone laienemist. Veresoonte laienemine ja ahenemine võib tekkida reflektoorselt peaaju osavõtul. Meie psüühilised elamused põhjustavad reflektoorselt kord veresoonte valendiku laienemist, kord ahenemist. Näiteks ehmumine põhjustab, nagu teada, naha kahvatumist, teiste sõnadega, veresoonte ahenemist. Rahutuse-, samuti häbitunne põhjustab näonaha, kõrvade punastumist, s. t. veresoonte laienemist, vere juurdevoolu antud kohta.

Humoraalsed tegurid (s. t. veres leiduvad keemilised ained) mõjustavad samuti veresooni.

Koliin laiendab veresooni samuti nagu parasümpaatiliste närvikiudude impulsid. Adrenaliin põhjustab samuti nagu sümpaatilised impulsid nende ahenemist. Seepärast on arusaadav, miks enne operatsiooni süstitakse rohke verejooksu vältimiseks haigele naha alla adrenaliini (koos novokaiiniga).

Loote vereringe.

Arenemise esimeses perioodis saab loode toitaineid munarakus leiduvast rebust. Need ained kulgevad juba kujunenud veresoonte, nn. rebuveenide kaudu. See väga lühiajaline toitumisperiood kannab rebuvereringe nimetust.

Pärast rebu kõigi toitetagavarade äratarvitamist saabub arenemise teine — platsentaarse vereringe — periood (joon. 176).

Platsentaarse vereringe olemus seisneb järgmises. Emaüsas ei hinga loode kopsudega; tema kopsuvereringe ei funktsioneeri; loote vere vabanemine süsihappegaasi ülejäägist ja vere küllastumine hapnikuga toimub niinimetatud platsentas ehk emakoogis.

Loote naba kaudu kulgeb tema siseelundeist emaka seinasse jäme nöör — nabaväät. Nabaväädis on kolm veresoont: kaks nabaarteeri ja üks nabaveen.

Nabaarteerid viivad loote süsihappegaasi-rikast venoosset verd emakasse. Emaka siseseinas hargnevad arteerid rohkearvulisteks kapillaarideks ja moodustavad koos ema veresoonte kapillaaridega tiheda põimiku, mida nimetatakse platsentaks ehk emakoogiks.

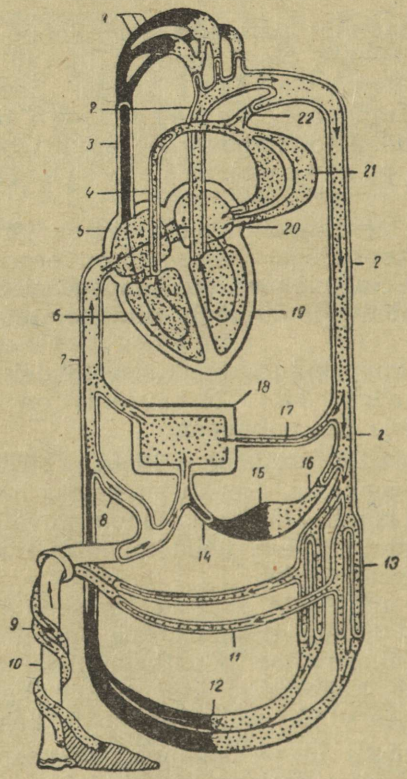
Platsentas toimub loote ja ema veresoonte kõige tihedama kokkupuute tõttu loote süsihappegaasi äraandmine ema verre ja loote vere küllastumine hapnikuga ning toitainetega ema verest. Niisugune küllastatud veri tungib kapillaaride kaudu nabaveeni; see viibki selle vere loote kehasse.

Loote maksavärati juures jaguneb nabaveen kaheks haruks: üks haru suubub värativeenina maksa, teine vahetult alumisse õõnesveeni. Järelikult satub loote õõnesveeni süsihappegaasi-rikas veri (loote enese veri, mis tuleb elundeist ja kudedest) ja hapnikuga küllastunud ema-veri. Niiviisi on loote kehas segaveri.

Esimeste minutite jooksul pärast lapse sündimist lõigatakse nabaväät läbi ja soonitakse siidniidiga kinni. Selletõttu lõpeb loote platsentaarne toitmine, tema kehasse koguneb suurel hul-

gal süsihappegaasi; see ärritab lapse hingamiskeskust ja põhjustab esimese sissehingamise. Seejuures laienevad lapse kopsud, veri aga tungib kopsuarteerist kopsu, ja korraldubki harilik kopsuhingamine.

Ligeeritud nabaväät langeb mõne päeva pärast ära ja temast jääb järele naba — läbilõigatud nabaväädi jälg. Naba veresooned ummistuvad pikkamisi ja muutuvad sidemeiks.



Joon. 176. **Loote vereringe.** 1 — ülemise õõnesveeni harud; 2 — aordikaar; 3 — ülemine õõnesveen; 4 — kopsuarteer; 5 — parem koda; 6 — parem vatsake; 7 — alumine õõnesveen; 8 — venoosne juha (Arantius'e juha); 9 ja 11 — nabaarteerid; 10 — nabaveen; 12 — alumiste jäsemete kapillaarid; 13 — niudearteerid; 14 — värativeen; 15 — soolte veenid; 16 — soolte arteerid; 17 — maksaarteer; 18 — maks; 19 — vasak vatsake; 20 — vasak koda; 21 — kopsud; 22 — Botallo juha, ühendab kopsuarteeri aordiga.

PROF. DR. MED. H. NORMANN
SISEHAIGUSTE ERIARST
TARTU

LÜMFISÜSTEEM.

Me teame juba, et rakkudevaheline vedelik ehk l ü m f tekib vere vedela osa arvel, mis imbub läbi kapillaariseinte rakkudevahelistesse piludesse ja vahedesse, ning rakkudest verre siirduvaist ollustest.

Oma koostiselt ja omadustelt on lümf verele lähedane. Ta uhab otseselt rakke ja on ühes verega o r g a n i s m i s i s e m i s e k s k e s k k o n n a k s.

Kudedevahelistest piludest, kus lümf asetseb, algavad peenimad l ü m f a a t i l i s e d k a p i l l a a r i d. Need kapillaarid moodustavad üksteisega ühinedes suuremaid lümfisooni.

Lümfisooni, koguni kapillaare ja pilusid, võib kergesti näha palja silmaga, kui neisse valada mingisugust värvilist vedelikku, näiteks hiina tuši lahust. Suurem hulk lümfisooni kulgeb veresoontega paralleelselt; paiguti nad koguni ümbritsevad veresooni tupe kujul, moodustades niinimetatud veresoonte l ü m f a a t i l i s i p e r i v a s k u l a a r s e i d r u u m e.

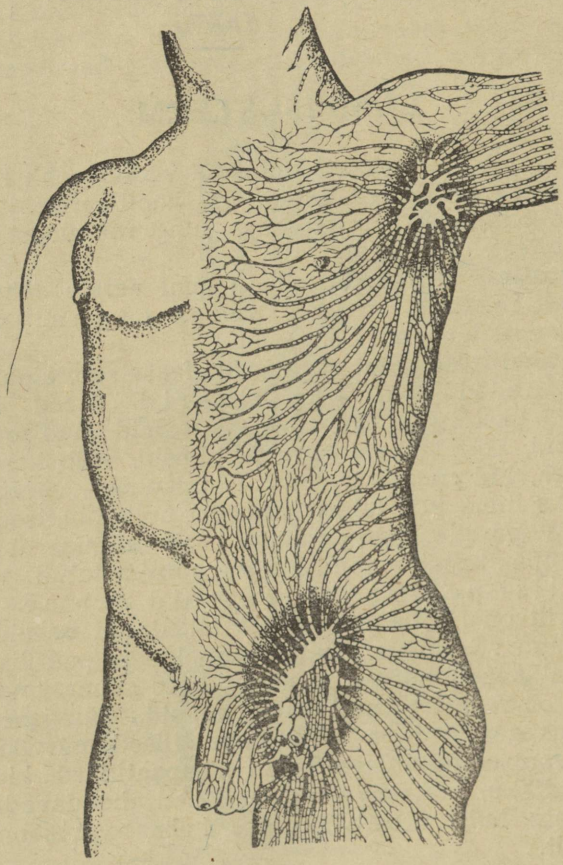
Struktuurilt on lümfisooned väga lähedased veenidele: nad on samuti nagu veenid varustatud klappidega (paariliselt); need klapid võimaldavad lümfivoolu ainult ühes suunas; nad anastomoseeruvad omavahel samuti nagu veenid. Lümfisooni innerveerivad sümpaatilised ja parasümpaatilised närvikiud; kuid vastandina veresoontele laiendavad sümpaatilised kiud lümfisoonte valendikku, kuna parasümpaatilised ahendavad.

Lümfisoonte hulk ületab inimese kehas veresoonte hulga mitmekordselt.

Paljud meie elundid, näiteks seroossed kestad (pleura, kõhukelme, liigeste ja kõõlusetuppede õõsi vooderdavad sünoviaalkelmed), keel jt., on lümfisoonte poolest väga rikkad. Seevastu tsentraalnärvisüsteemis lümfisooni ei ole. Lümfi ülesandeid täidab seal ajuvedelik.

Lümfisooned katkevad niinimetatud l ü m f i s õ l m e d e s; nende sõlmede suurus on mitmesugune (hirsiterast kuni kreeka pähklini; joon. 177).

Lümfisõlmedel on tähtis osa organismi elutegevuses: nendes arenevad leukotsüüdid, nendes peetatakse lümfisoontesse tunginud bakterid, samuti kõrvalised ained, hukkunud rakud, näiteks kasvajate osakesed (vähirakud jm.).



Joon. 177. **Keha vasaku poole pindmised lümfisooned. Võib näha kaenlaaluseid ja kubeme lümfisõlmi.**

Tervel inimesel on lümfisõlmed tavaliselt pehmed; kompides neid ei tunne. Kuid mõnede haiguste puhul (tuberkuloos, vähk, angiin, paised jm.) tursuvad nad üles, muutuvad kõvaks ja palpeerides võib neid tunda.

Lümfisõlmede suuri kimpe leidub järgmistes piirkondades: kaelas (sisemise jugulaarveeni ümbruses), kaenlaaugus, kubemes, rindkereõõnes bronhide ümber ja kopsuvärati juures, nn. „bronhisõlmed", samuti peensoole keskmeis („keskmetesõlmed").

Peale lümfisõlmede, mis asetsevad lümfisoonte teedel, leidub lümfaatilise koe kogumikke ka meie keha teistes elundites. Neid kogumikke nimetatakse lümfoidseiks elundeiks. Neid esineb soole limaskestas, kus nad asetsevad kas üksikult (solitaarfolliikulid) või rühmadena (Peyer'i naastud). Nad asetsevad ka kurgu ümber, moodustades lümfoidse mandlite rõnga (Waldeyer'i lümfoidne rõngas).

Lümfisõlmedes, nagu ka lümfoidseis elundeis, puuduvad erütrotsüüdid. Kui neid aga laiba lahkamisel seal leidub, siis näitab see asjaolu (kohtuarstile väga tähtis), et haav löödi surnu elus olles: erütrotsüüdid sattusid haavatud veresoontest lümfi ja levisid lümfiteid mööda sel ajal, kui inimene veel elas. Peensoole lümfisooni nimetatakse piimand-mahla-soonteks, sest et nende sisaldis on peensoole hattudest imenduvate rasvainete rohke lisanduse tõttu piimataoline.

Kõik alumise jäseme, vaagna ja kõhu alumise osa lümfisooned ühinevad ja moodustavad kõige suurema lümfisoone — rinnajuha (*dúctus thorácicus*). See kulgeb läbi diafragma rindkereõõnde ja asetub lülisamba eesmisele pinnale aordi kõrvale. Paindudes ülaltpoolt ümber vasaku rangluualuse arteeri, suubub rinnajuha nurka, kus vasak jugulaarveen liitub vasaku rangluualuse veeniga. Ülaltpoolt suubuvad lümfaatilisse rinnajuhasse pea vasaku poole, kaela, samuti kogu ülemise jäseme lümfisooned. Niiviisi koondab rinnajuha endasse lümfi peaaegu kolmest neljandikust meie keha pinnast.

Rinnajuhal on samuti nagu kõigil lümfisoontel klapid.

Pea ja kaela parema poole ja kogu parema käe lümfisooned moodustavad omaette väikese parempoolse lümfitüve, mis suubub iseseisvalt jugulaarveeni ja rangluualuse veeni ühinemise nurka, ainult paremalt poolt. Nõndaviisi pöördub see vere vedel osa, mis tungis kapillaaridest rakkudevahelisse ruumi, uuesti tagasi verre — veenidesse, kuhu ta toob kaasa kõik raku-ainevahetuse produktid.

Lümfipilud, -kapillaarid, -sooned, -sõlmed ja lümfaatilised õõned kokku moodustavad ühtsa lümfisüsteemi.

Järelikult kujutab lümfisüsteem endast venoosse süsteemi lisasängi. Ta on venoosse süsteemiga tihedas seoses (koguni

embrüonaalselt, sest ta on venoossest süsteemist arenenud) ja on kudedevahelise vedeliku hulka reguleerivaks aparaadiks.

Lümfi liikumist organismis tingib rindkereõõne imav toime. Rindkereõõnes esineb, nagu hiljem kuuleme, negatiivne rõhk, samuti lihaste kokkutõmbumine ja veresoonte pulsseerimine. Magamise ajal, kui meie keha liigutused on lakanud, lümf seiskub kudedes, millest oleneb mõnesugune tursunud olek („magatud nägu"); kuid see kaob pesemise ja käterätikuga näo hõõrumise järel. Lümfi liikumiskiirus on väga väike: see on 1000 korda väiksem kui verevoolu kiirus veenides.

Lümfaatilise süsteemi üksikasjaline tundmaõppimine pakub suurt praktilist huvi, sest just lümfiteid mööda levivad paljud nakkused ja mitmesugused kasvajad; lümfisüsteemi elundeis täheldatakse kaunis sagedasti ka põletikulisi protsesse.

Põrn.

P õ r n (*lien*) kujutab endast suurt lümfoidset elundit; ta asetseb kõhuõõnes vasakus roietealuses (joon. 175). Kaalub ligikaudu 200 g.

Põrn on rikkalikult varustatud verega. Põrnas satub veri tihedasse kokkupuutesse lümfaatilise koega, kust ta saab leukotsüüte; samuti vabaneb veri põrnas mikroobidest, surnud verelibledest ja võõrkehakestest. Nagu juba eespool tähendatud, reguleerib põrn meie veresoonte täitumist verega: ta on verele varulaks. Oma silelihaskiudude tõttu võib põrn energiliselt kokku tõmbuda, saata veresängi suure hulga verd (umbes ühe liitri) ja täiendada selle puudujääke veresoontes.

Põrn on erütrotsüütide hukkumise kohaks, vastsündinuil aga nende kujunemise kohaks. Peale selle suudavad mõned põrnarakud (splenotsüüdid) baktereid fagotsüteerida, s. t. kuuluvad eespoolkirjeldatud retiikulo-endoteliaalsesse süsteemi.

Põrna operatiivne kõrvaldamine ei põhjusta surma: nähtavasti täidavad tema funktsiooni lümfisõlmed, lümfoidsed elundid ja punane luuüdi.

SEEDE-ELUNDITE SÜSTEEM, TOITUMINE JA SEEDIMINE.

Toiduained ja toitained.

Organismi elutegevuseks ja selle rakkude ning kudede ehitamiseks vajalikke olluseid nimetatakse toitaineiks. Need jagunevad kahte rühma. Ühtesid neist — anorgaanilisi aineid (vesi, mineraalsoolad) — kasutab organism sel kujul, nagu nad leiduvad looduses, teised — orgaanilised (süsivesikud, valgud, rasvad) — töötatakse seedetraktis põhjalikult ümber ja alles siis kasutab organism neid toitematerjalina. Neid aineid loovad teised organismid ja me tarvitame neid toiduaineina.

Käsitleme neid igaühte üksikult.

SÜSIVESIKUD.

Süsivesikud ehk sahhariidid on lämmastikuta ollused. Nende koostisse kuulub kolm keemilist elementi: süsinik (C), vesinik (H) ja hapnik (O). Vesinikku ja hapnikku sisaldavad nad samas proportsioonis kui vesi, s. o. 2:1.

Süsivesikud tekivad päikesekiirte toimel taimede rohelistes osades õhus leiduvast süsihappegaasist ja veest.

Eristatakse kolme süsivesikute pealiiki: monosahhariide, disahhariide ja polüsahhariide.

Monosahhariidid (monoosid) on lihtsuhkrud, millede keemiline vormel on $C_6H_{12}O_6$; see tähendab, et monosahhariidi osake koosneb 6 süsinikuaatomist, 12 vesinikuaatomist ja 6 hapnikuaatomist.

Monosahhariidide hulka kuuluvad glükoos ehk viinamarjasuhkur ja fruktoos ehk puuviljasuhkur.

Disahhariidid on keerukama ehitusega suhkrud; nad moodustuvad kahest monosahhariidi-osakesest ilma veemolekulita; sellest tuletub nende nimetus „disahhariidid" (eesliide „di" — kaks).

Disahhariidide keemiline vormel on $C_{12}H_{22}O_{11}$. Nad on samuti kui monosahhariididki kristallilise struktuuriga, maitselt magusad ja lahustuvad vees hästi.

Disahhariidide hulka kuuluvad sahharoos ehk roosuhkur, mida leidub peedis ja suhkrupilliroo vartes, laktoos ehk piimasuhkur, mida leidub piimas, ja maltoos ehk linnasesuhkur, mida leidub idanenud kõrsviljaterades.

Polüsahhariidid on veel keerukama ehitusega suhkrud. Nad tekivad mitme monosahhariidi-osakese keemilise ühinemise teel mõne veeosa eraldumisega; sellest ka nende nimetus „polüsahhariidid" (eesliide „polü" — palju).

Polüsahhariidide keemiline valem on $(C_6H_{10}O_5)_n$, kusjuures n tähendab teadmata osakeste arvu. Polüsahhariidid ei ole magusad; enamik neist ei lahustu vees üldse ja moodustab veega segunemisel kliistri. Polüsahhariidide hulka kuuluvad tärklis, mida leidub mugulais, kõrsviljaterades ning mis etendab inimese toitluses suurt osa, raku kestaine ehk tselluloos (sellest koosnevad taimsete rakkude kestad) ja glükogeen ehk loomne tärklis, mida leidub maksas ja lihaseis.

Süsivesikuterikka toidu hulka kuuluvad järgmised toiduained: suhkur, puuvili, juurvili, nisu- ja rukkileib, kartul jm. Inimene vajab ööpäevas 400—500 g süsivesikuid.

RASVAD.

Rasvad on lämmastikuta ained; nad koosnevad samadest keemilistest elementidest, mis süsivesikudki: süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Rasvu leidub palju nii looma- kui ka taimeriigis.

Kauemat aega kange alusega (sööbekaaliga) keetmisel lõhustuvad rasvad oma koostusosadeks — glütseriiniks ja rasvhapeteks (oleiin-, steariin- ja palmitiinhape). Seejuures astuvad rasvhapped otsekohe keemilisse reaktsiooni alustega ja moodustavad seebid. Seepärast nimetatakse rasvade lõhustumisprotsessi seebistumiseks.

Rasvainete konsistents sõltub neis leiduvate rasvhapete iseloomust. Nii on rasvad, milledes on ülekaalus oleiinhape, vedela konsistentsiga; neid leidub peamiselt taimedes ja neid nimetatakse õlideks. Rasvad, milledes on ülekaalus steariinhape, on tahked; need, kus on ülekaalus palmitiinhape, on poolvedelad. Muide, inimese rasv on tavalisel kehatemperatuuril poolvedelas olekus.

Inimene vajab ööpäevas 50—60 g rasvu. Koostiselt rasva-

dele lähedased on rasvataolised ained, millede koostisse kuuluvad peale süsiniku, vesiniku ja hapniku veel fosfor ja lämmastik. Fosfori tõttu on rasvataolistel ainetel suur toiteväärtus, eriti kasvavale organismile. Nende hulka kuuluvad letsitiin, kolesteriin jt. Rasvataolised ained on looduses väga levinud: neid leidub eranditult kõigis, nii taimseis kui ka loomseis rakkudes. Kõige rohkem leidub neid närvikoes, kalamarjas, munakollases, veres, piimas ja luuüdis.

VALGUD.

Valgud ehk proteiinid on ehituselt kõige keerukamad ained. Nende koostisse kuuluvad peale süsiniku, vesiniku ja hapniku alati lämmastik ja väävel ning väga sageli ka fosfor.

Valgust koosnevad kõik meie keha rakud ja koed. Valgud on väärtuslikemaid toitaineid: valgurikas toit on vajalik meie kudede uuendumiseks; eriti vajalik on valk kasvavale organismile.

Lahjendatud hapetes või alustes keetmisel, samuti seedemahlade toimel, lõhustuvad valgud lihtsamateks keemilisteks ühenditeks, alguses albumoosideks ja peptoonideks, siis polüpeptiidideks ja lõpuks niinimetatud amiinhapeteks.

Käesoleval ajal tuntakse üle 30 amiinhappe. Tähtsaimad neist on glükokoll, lüsiin, türosiin, trüptofaan, tsüstiin, histidiin jt.

Valgud erinevad üksteisest nii neis leiduvate amiinhapete hulga kui ka nende hapete omaduste poolest. Valkusid leidub nii loomse päritoluga toidus (piim, liha, munad) kui ka taimtoidus (eriti rohkesti on neid türgi oa, herne, põldoa, sojaoa jt. seemneis).

Inimene vajab ööpäeva jooksul keskmiselt 100 g valku.

VITAMIINID.

Viimasel ajal on täpselt kindlaks tehtud, et toiduainete koostisse kuuluvad peale süsivesikute, rasvade, rasvataoliste ainete (lipoidide), valkude, vee ja mineraalsoolade veel erilised ained — vitamiinid. Vitamiinide puudumise korral toidus tekib organismis rida häireid — avitaminoose, mis sageli lõpevad surmaga (vitamiinidest vaata lähemalt allpool).

Mineraalsooladest leidub toiduaineis kloornaatriumi (keedusoola), samuti kaltsiumi- (lubi), fosforisoolasid jt.

Peale vee ja soolade satuvad kõik loetletud toitained

seede-elundeisse harva puhtal kujul. Nad kõik kuuluvad toiduainete koostisse. Nii näiteks leib on toiduaine, tema koostisse kuuluvad aga toitained valk, süsivesik (tärklis), rasv (vähesel hulgal), vesi ja soolad.

Kuid ei valku, tärklist ega rasva saa organism omastada sellisel kujul, nagu nad leiduvad leivas. Alles maos ja sooles lõhustuvad need toitained seedemahlade mõjul keemiliselt lihtsamaiks osadeks, imenduvad lahuste näol verre ja kanduvad keha rakkude juurde.

Toitainete lõhustamine seedemahlade poolt toimub eriliste ainete — fermentide — kaastegevusel.

FERMENDI MÕISTE.

Kui võtame klaasi viinpiiritusega ja lisame sellele õige vähe pulbristatud käsnplaatinat, siis muutub kogu piiritus mõne aja pärast äädikhappeks. Käsnplaatina seejuures keemiliselt ei muutu, vaid jääb klaasis samaks, mis ta oli enne.

Neid aineid, mis ise keemiliselt ei ühine, vaid ainuüksi oma juuresolekuga kutsuvad välja ja kiirendavad keemilisi protsesse, nimetatakse katalüsaatoreiks; kogu katalüsaatorite kaasabil toimuv protsess kannab katalüüsi nimetust.

Selliseid katalüsaatoreid leidub meie organismis suurel hulgal. Neid nimetatakse fermentideks ehk ensüümideks.

Meie keha fermendid, mida organismis leidub väga vähesel hulgal, on võimelised teostama väga suure ainehulga keemilisi ümberkujundamisi; fermendid ise sealjuures ei muutu. Just fermentide juuresolekul muutuvad keerukad lahustamatud toitained lihtsamaiks ja lahustuvaiks ning imenduvad seejärel läbi sooleseinte verre ja lümfi. Nii muutub vees mittelahustuv polüsahhariid tärklis, nagu me edaspidi näeme, lahustuvaks monosahhariidiks glükoosiks (viinamarjasuhkruks).

Fermentidel on oma iseärasused; näiteks kaotavad paljud fermendid oma mõju kõrge või madala temperatuuri puhul.

Iga fermendi mõju on spetsiifiline, s. t. valku lõhustav ferment ei mõjusta ei süsivesikuid ega rasva.

Seedimine.

Nüüd on meil selge, et seedimise olemus ja tähtsus seisneb keerukate toitainete muutmises, nende lõhustamises säärase olekuni, milles nad võivad imenduda verre ja milles rakud saavad neid kasutada.

ÜLDINE ÜLEVAADE SEEDE-ELUNDITE SÜSTEEMIST.

Seede-elundite süsteem ehk seedetrakt kujutab endast ebaühtlase jämedusega toru, mis läbib kogu meie keha suust pärakuni (joon. 178).

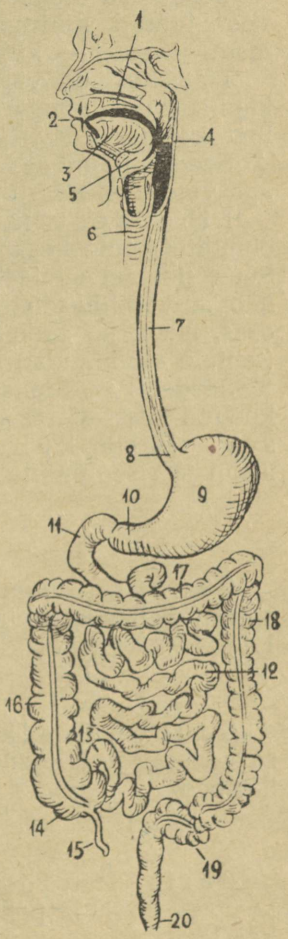
Seedetoru pikkus ei ole mitmesugustel loomadel võrdne. Kiskjail (hunt, tiiger), kes toituvad lihast, s. t. toidust, mida tarvitatakse väikeses koguses, on seedetrakt 6 m pikkune. Rohusööjail loomadel (lammas, kits), kes söövad suures hulgas taimtoitu, ulatub seedetoru pikkus 20 meetrini. Inimesel kui kõigesööjal olendil (omnivoor) võrdub seedetrakti pikkus 9 meetriga, s. t. ületab inimese kõrguse peaaegu 6-kordselt.

Seedetrakt algab laiendiga — suuõõnega, kus asetsevad hambad ning keel ja kuhu avanevad süljenäärmete juhad.

Suus toit peenestatakse, mälutakse hammastega ja niisutatakse süljega. Mälutud suutäis satub kurgu kaudu neelu ja söögitorru (seedetrakti kitsenenud osad) ning sealt makku.

Magu asetseb kõhuõõnes ja on seedetoru laienenud osaks. Maos teeb toit maomahla mõjul läbi edasise muundumise.

Seejärel kitseneb seedetoru uuesti ja moodustab ligi 6 m pikkuse peensoole. Siin kestab toidu seedimine kõhunäärme ja soolemahla toimel edasi. Peensooles läbiseeditud toit imendub läbi soole-seinte verre ja lümfi ning kantakse laiali kõigile meie organismi rakkudele.



Joon. 178. **Seede-elundite süsteemi skeem.** 1 — suulagi; 2 — huuled ja suupilu; 3 — keel, tema kohal suuõõs; 4 — neel; 5 — kõri; 6 — trahhea; 7 — söögitoru; 8 — maolävis; 9 — magu; 10 — maolukuti; 11 — kaksteistsõrmiksool; 12 — tühisool; 13 — niudesool; 14 — pimesool; 15 — ussjätke; 16 — ülenev käärsool; 17 — risti-käärsool; 18 — alanev käärsool; 19 — S-käär-sool; 20 — pärasool.

Peensoolele järgneb seedetoru uus laienenud osa — jämesool; see lõpeb pärasoole ja pärakuga. Toidu seedimata osad lahkuvad seedetraktist rooja kujul.

Seedetrakti seinad koosnevad peaaegu kogu trakti pikkuses kolmest kihist: limaskestast, lihaskestast ja seroossest kelmest.

Limaskest (*túnica mucósa*) vooderdab kogu seedetoru sisemist pinda ja oleks nagu naha jätkuks, mis siirdub seedekanali sisepinnale. Limaskest kujutab endast kujult mitmesugust epiteelirakkudega vooderdatud sidekoekihti.

Seedetoru ülemine osa — suuõõs, neel ja söögitoru — on vooderdatud kihitunud lame-epiteeliga ning alumine osa — magu ja sool — kihitumata silindrilise epiteeliga.

Limaskest on värvuselt roosa ja alati niiske. See seletub kapillaaride ja määratu suure hulga limanäärmete esinemisega limaskestas.

Seedetoru mõnes osas on limaskest täiesti sile, kohati olles aga voldiline, mis tunduvalt suurendab ta pinda.

Lihaskest (*túnica musculáris*) kujutab endast seedeelundite seinte keskmist kihti ja koosneb lihaskiudude rühmast. Suus, pehmel suulael, neelus ja söögitoru ülemises osas koosneb ta vöötlihaseist (tahtele alluvaist) ning söögitoru alumises osas, maos ja sooles, mitmes suunas asetsevaist silelihaseist (tahtele allumatuist).

Seedetoru välimise kihi moodustab ülemises osas lihtne sidekoeline kest; alates maost on seedetoru välimine sein kaetud seroos- ehk kõhukelmega, millel on tähtis osa organismi ja siseelundite elutegevuses.

SUUÕÕS.

Suuõõs (*cavum oris*) kujutab endast seedetoru laienenud algust. Selles eristatakse esikut ja päris-suuõõnt ennast (joon. 179).

Suuõõne esik.

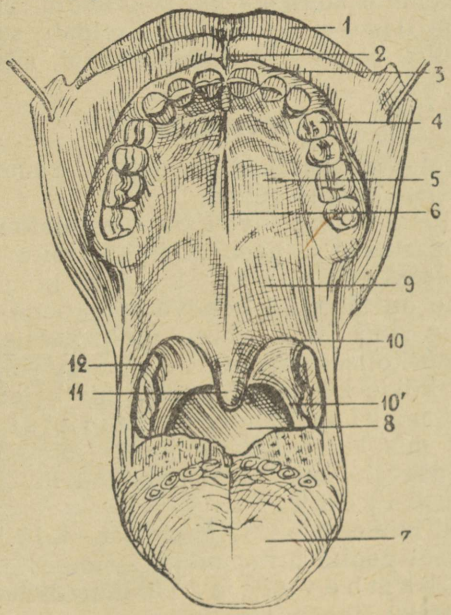
Suuõõne esikul on vertikaalse pilu kuju ja teda piiravad eest ja külgedelt huuled, põsed ning tagant igemed ja hambad.

Päris-suuõõs.

Päris-suuõõs on piiratud eest igemete ja hammastega, pealt — kõva ja pehme suulaega, alt keelega ja tagant suulaekaartega.

Pehme suulagi.

Pehme suulagi (*palatum molle*) kujutab endast lihaselist plaati, mis on suuõõne ülemise seina jätkuks. Pehme suulae keskkohalt ripub alla k u r g u n i b u ning külgedelt laskub alla kaks lihaskaart: k e e l e - s u u l a e k a a r, mis suundub külgmiselt keelepärasse, ja n e e l u - s u u l a e k a a r, mis suundub neelu külgmisse seina.



Joon. 179. **Suuõõs.** 1 — ülahuul; 2 — huultekida; 3 — igemed; 4 — hambad; 5 — kõva suulagi; 6 — keskpidine õmblus; 7 — keel; 8 — kurk; 9 — pehme suulagi; 10 ja 10' — eesmised ja tagumised kurgukaared; 11 — kurgunibu; 12 — kurgumandel.

Eesmiste kaartega piiratud ruumi nimetatakse k u r g u k s. Pehme suulagi koosneb mitmest vöötlihasest, milledest ühed venitavad teda külgede suunas, teised tõstavad ülespoole ja kolmandad ahendavad kurku — avaust pehme suulae kaarte vahel.

Kui me läbi suu hingame või haigutame, tõuseb pehme suulagi ülespoole ja kurguava laieneb tunduvalt; kui me aga läbi nina hingame, laskub pehme suulagi, puutub vastu keelepära ja

kurguava kaob täiesti. Pehme suulae eesmiste ja tagumiste kaarte vahel on süvis, milles asetseb tähtis lümfoidne elund — kurgumandel. Peale selle on kurgu ümber veel viis mandlit, mis moodustavad niinimetatud Waldeyer'i lümfoidse rõnga.

Mandlites tekivad leukotsüüdid (valged verelibled); need liiguvad sealt pidevalt suuõõnde, segunevad süljega ja puhastavad suud roiskuvaist toidujätteist ja seal leiduvaist baktereist. Järelikult on mandlid suuõõne kaitse-elundid. Suu limaskest on kaetud kihitunud lame-epiteeliga ja sisaldab suurt hulka väikesi kobarakujulisi seroos- ja limanäärmeid, mis eritavad sülge ja lima.

HAMBAD.

Suuõõnes asetsevad hambad ja keel; siia suubuvad ka kolme paari suurte süljenäärmete juhad.

Hambad (*dentes*) asetsevad üla- ja alalõualuu sompudes ning nendega puretakse ja peenendatakse toitu.

Hambal eristatakse krooni, kaela ja juurt. Hamba sees on õõs; see on täidetud koheva sidekoega — pulbi ehk säsiga, milles on suur hulk vere- ning lümfisooni ja närve. Hammas koosneb kolmest kihist: vaabast ehk emailist — meie organismi kõige kõvemast koest, mis katab hamba krooni väljastpoolt, hambaluust ehk dentiinist ja kitist ehk tsemendist, mis katab hamba juurt (joon. 180).

Suuõõne limaskesta, mis katab mõlema lõualuu hambasompusid, nimetatakse igemeiks.

Täiskasvanud inimesel on 32 hammast — 16 kummaski lõualuus, s. t. mõlemal poolel 8 hammast. Hammaste arvu väljendatakse tavaliselt hambavalemina murru kujul, kus lugeja tähendab ülalõualuu ühe poole hammaste arvu ja nimetaja — nende arvu alalõualuus.

$$\frac{2.\ 1.\ 2.\ 3}{2.\ 1.\ 2.\ 3}$$

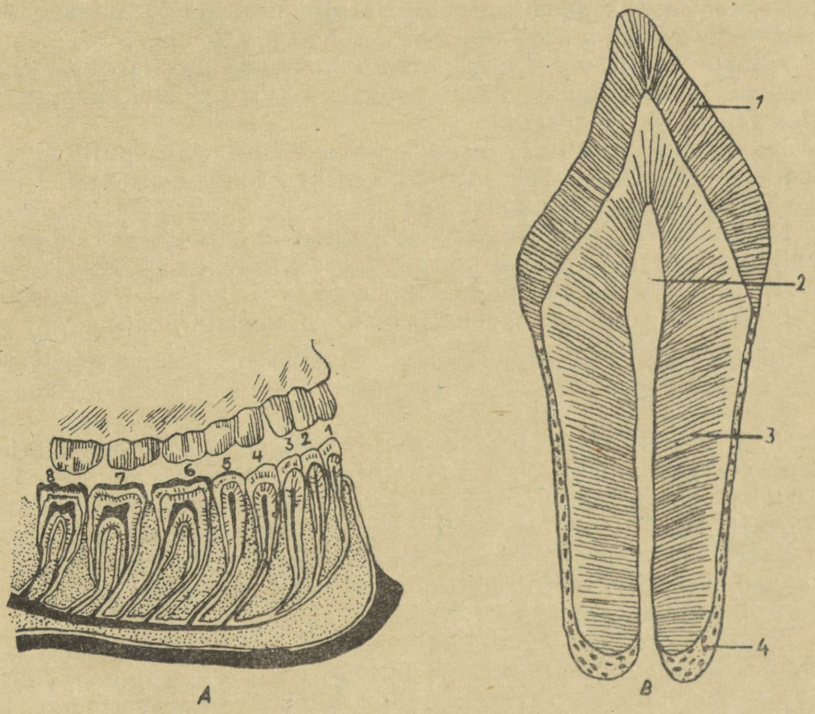
Seda valemit tuleb lugeda järgmiselt: täiskasvanud inimesel on ühe lõualuu poolel 2 lõikehammast, 1 silmahammas, 2 eespurihammast ja 3 päris-purihammast (joon. 180).

Lõikehambad on võrdlemisi teravad, peitlikujulised; nendega inimene hammustab toitu. Lõikehambad on eriti hästi arenenud närijail. Igal lõikehambal on üks juur.

Silmahambad kisuvad toidu tükkideks. Nad on väga arenenud kiskjail loomadel ja on neile suurepäraseks kaitsevahendiks. Igal silmahambal on samuti ainult üks juur.

Ees-purihambad ehk premolaarid ja päris-purihambad ehk molaarid purevad toitu. Purihambad on hästi arenenud mäletsejail loomadel.

Ees-purihammastel on 2 juurt, päris-purihammastel 2 või 3 (alalõualuus kõigil 2, ülalõualuus 3 juurt).



Joon. 180. **Hambad.** *A* — jäävhambad, normaalne hambumus. 1 ja 2 — lõikehambad; 3 — silmahammas; 4 ja 5 — ees-purihambad; 6 ja 7 — purihambad; 8 — tarkusehammas. *B* — hammas läbilõikes. 1 — email; 2 — hambaõõs, milles asetseb säsi; 3 — dentiin; 4 — tsement.

Hammaste kokkusurumisel peavad niinimetatud normaalse hambumuse korral ülemised lõikehambad alumistest mõnevõrra üle ulatuma.

Hammastus toimub kahes järgus: alguses tulevad lapsel ajutised, nn. piimahambad, mis hiljem välja langevad ja asenduvad jäävhammastega.

Esimene piimahammas tuleb lapsel normaalselt 6-ndal elukuul; sellest tähtajast kõrvalekaldumises näevad praktiseerivad arstid rahhiidi tunnust. Esimestena kasvavad alumised sisemised lõikehambad. Viimaseina piimahambaist tulevad päris-purihambad; üldse on piimahambaid 20 (ees-purihambad alles puuduvad).

Kaheaastaseks saamisega lõpeb piimahammaste tulek; 2—7 aasta vanuses on lapsel hammaste tulekus vaheaeg.

7 aasta vanuses hakkavad piimahambad järk-järgult välja langema ja asenduma j ä ä v h a m m a s t e g a. Jäävhammaste tulek lõpeb 13. eluaastaks.

Jäävhammastest tuleb esimesena esimene päris-purihammas alumisel lõualuul. See tuleb lapsel seitsmeaastaselt (nn. „s e i t s m e a a s t a n e m o l a a r").

13. kuni 17. eluaastani on hammaste tulekus uus vaheaeg. Seni tulemata kolmas päris-purihammas (nn. t a r k u s e h a m m a s) võib kas hoopis tulemata jääda või kasvab võrdlemisi hilja: 17. ja 25. eluaasta vahel või isegi veel hiljem.

KEEL.

Keel (*lingua*) on lihaseline elund; ta asetseb suuõõne põhjas. Tema eesmine ots lõpeb vabalt ja seda nimetatakse k e e l e t i p u k s (*apex*), kuna tagumine osa kinnistub keeleluukeha külge ja seda nimetatakse k e e l e p ä r a k s (*radix*).

Keele pealispinda nimetatakse k e e l e s e l j a k s (*dorsum linguae*). Keel koosneb vöötlihaseist; need asetsevad piki-, risti- ja vertikaalsuunas.

Pikilihased lühendavad keelt, ristilihased teevad teda jämedamaks, kuna vertikaallihased muudavad teda lamedaks ja õhukeseks. Peale loetletud keele enda lihaste põimuvad temasse mõlemalt poolt naabruses asetsevate skeletilihaste kiud; nii suundub keelde eest lõua sisemiselt pinnalt lihas, mis sirutab keelt ettepoole; tagantpoolt tuleb lihas oimuluu tikkeljätkest; see tõmbab keelt tagasi. Ülalt tulevad keelde lihased kõvalt suulaelt; need tõmbavad keelt ülespoole ja lähendavad keeleselga suulaele; alt tuleb keeleluult lihas, mis surub keelt allapoole. Keelelihaste rohkus annab keelele suure l i i k u v u s e ja e l a s t s u s e.

Keele limaskest on kaetud suure hulga m a i t s m i s n ä s a d e g a (*papillae linguáles*); see teeb keele pinna karedaks. Eristatakse nelja liiki näsasid: seen-, leht-, vall- ja niitnäsasid. Kolm esimest liiki võtavad vastu maitsmisaistinguid, kuna niitnäsad

tunnevad ainult puudutust ja valu (neil on kompimis- ja valutundlikkus). Keelepära limaskest on kõbruline, suure hulga väikeste augukestega; selle limaskesta all asetseb lümfoidse koe kogumik, nn. keelemandel, millel on sama ülesanne, mis kurgumandlilgi.

Keel võtab osa mälumisest, toidupala vormimisest, on haistmis-, maitsmis- ja kõne-elundiks.

Keelt varustab rikkalikult verega välimise unearteeri keeleharu. Keelt innerveerib peamiselt kolm närvi: keelealune, keeleneelu ja kolmiknärv.

SÜLJENÄÄRMED.

Kõikjal suu ja keele limaskestas on suur hulk väikesi näärmeid, mis eritavad sülge. Kuid peale väikeste süljenäärmete avaneb suuõõnde veel kolm paari suuri süljenäärmeid: 2 kõrva-süljenääret, 2 lõuaalust ja 2 keelealust süljenääret (joon. 181).

Kõrva-süljenääre (*glándula parótis*) on suurim kobarakujulise struktuuriga süljenääre. Ta kuulub alveolaarsete liitnäärmete hulka ja asetseb kõrvalesta ees- ning sellest veidi allpool. Tema viimajuha nimetatakse Stenonius'e juhaks. See kulgeb paralleelselt sarnakaarega ja avaneb põse sisemisel pinnal teise ülemise päris-purihamba kohal.

Lõuaalune süljenääre (*glándula submaxilláris*) on suuruselt teine. See nääre on struktuurilt tubulo-alveolaarne nääre. Tema viimajuha nimetatakse Wharton'i juhaks.

Keelealune süljenääre (*glándula sublinguális*) on paarisnäärmeist kõige väiksem. Ta on tubulo-alveolaarse struktuuriga, asetseb suu põhjas vahetult keele all, eritab venivat, limast sülge.

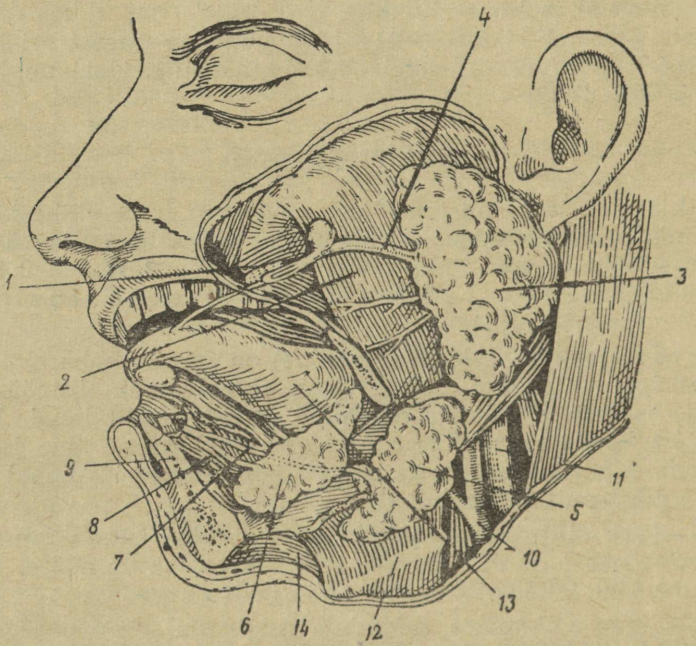
Keelealuse süljenäärme juha nimetatakse Bartholin'i juhaks. See ühineb vahel Wharton'i juhaga ühiseks juhaks ja avaneb suuõõnde keele all. Inimesel esineb siiski sagedamini 12 väikest üksikut, nn. Rivin'i juha. Need avanevad üksikute näsakestena keele all keelealuse näärme kohal moodustuva limaskesta keelealuse kurru tipul.

Kõik süljenäärmed koosnevad rikkalikult veresoonte ja närvikiududega varustatud sagaraist.

Süljenäärmeid innerveerivad sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid. Sümpaatilised kiud kulgevad perivaskulaarselt, s. t. koos veresoontega, ümbritsedes neid võrguna.

Parasümpaatilised kiud kulgevad näonärvi koosseisus lõuaalusesse ja keelealusesse süljenäärmesse ning keele-neelu närvi koosseisus kõrva-süljenäärmesse.

Neurogeensete ja humoraalsete ärritajate toimel eritavad süljenäärmed kord vedelamat, kord paksemat sülge, sõltuvalt ärrituse iseloomust ja tugevusest.



Joon. 181. **Süljenäärmed.** 1 — põselihas; 2 — mälumislihas; 3 — kõrva-süljenääre; 4 — Stenonius'e juha; 5 — lõuaalune süljenääre; 6 — keelealune süljenääre; 7 — Wharton'i juha; 8 — Bartholin'i juha; 9 — alalõualuu läbilõikepind; 10 — unearteer; 11 — sisemine kägiveen; 12 — keeleluu; 13 — keel; 14 — lõua-keeleluu lihas.

SEEDIMINE SUUÕÕNES.

Suus allub toit mehaanilistele ja keemilistele muutustele. Mehaanilised muutused seisnevad toidu mälumises ja peenendamises hammastega ning niisutamises sülje ja limaga. Toit muudab sealjuures oma välimust, kuid koostis jääb peaaegu muutumatuks. Toidu keemiline muutus seisneb sülje, õigemini süljes sisalduvate fermentide toimes toidusse. Sülg on meie esimene

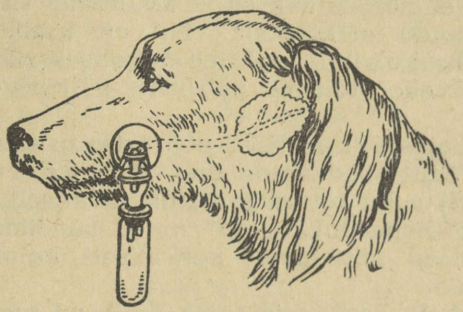
seedemahl. Ta on värvitu, veidi hägus, veniv, leelisese reaktsiooniga vedelik.

Sülje koostisse kuuluvad peale suure hulga vee mutsiin, ferment ptüaliin ja mineraalsoolad.

Mutsiin on veniv valkaine. Mutsiiniga läbiimmutatud toit libiseb neelamisel hästi ja selles seisnebki mutsiini tähtsus.

Ptüaliin on sülje ferment. Ta lõhustab süsivesikuid, muutes tärklise (mittemagusa polüsahhariidi) magusaks disahhariidiks maltoosiks. Muuseas lõhustub keedetud tärklis tunduvalt paremini kui toores.

Maltaas on sülje teine ferment. Ta muudab disahhariid maltoosi vees lahustuvaks monosahhariidiks glükoosiks.



Joon. 182. **Kõrva-süljenäärme uurisega koer. Põsele on väljatoodud juha avause piirkonda kinnistatud lehter ühes katseklaasiga sülje kogumiseks.**

On väga kerge veenduda selles, et tärklis muundub sülje mõjul suhkruks. Igaüks teab, et kui kauemat aega mäluda leiba, siis muutub leib suus lõpuks magusaks.

Et toit ei jää suhu kuigi kauaks, siis muunduvad toitained siin fermentide toimel väga vähe. Süljega niisutatud toit neelatakse alla, satub makku ja ka seal kestab mõni aeg tärklise muundumine suhkruks.

Mainitud keemiliste funktsioonide kõrval loputab sülg veel mehaaniliselt suuõõnt, millel on samuti tähtsus seedeprotsessis. Üksikasjaliselt on sülje koostist ja süljenäärmete tegevust uurinud akadeemik I. P. Pavlov ja tema arvukad õpilased. Nad tegid koertele süljenäärmete uurise (joon. 182), juhtisid neil süljenäärmete juhad välja ja uurisid sülje koostist ning süljenäärmete tegevust organismi mitmesuguseis olekuis.

Kasutades seda meetodit tõi akadeemik Pavlov'i koolkond seedimise füsioloogiasse tõelise pöörde.

SÜLJENÕRISTUSE MEHHANISM.

Süljenõristus toimub elavas organismis r e f l e k t o o r s e l t — vastuseks suu ja keele limaskestas peituvate tundenärvilõpmete (retseptorite) ärritusele. Analüüsime süljenõristusrefleksi teed. Keele limaskestas hargnevad, nagu eespool mainitud, kolmiknärvi (keeleharu) sensiiblite kiudude lõpmed. Toidupala ärritab suus närvilõpmeid; need ärritused suunduvad tsentripetaalsete tundekiudude kaudu p i k l i k k u a j j u, kus asetseb süljenõristuskeskus. Seal lülitub ärritus motoorseile sekretoorseile kiududele (sümpaatilised ja parasümpaatilised); need kulgevad süljenäärmeisse ja kutsuvad esile süljenõristuse. See on tingimatu süljenõristusrefleks.

On huvitav, et nõristatava sülje kvantum, samuti ka tema koostis, sõltub toidu omadustest. Nii on kindlaks tehtud, et kuiv toit, näiteks kuivikud, tekitab tavaliselt rikkalikku süljenõristust, kuna vedel toit ei põhjusta süljenõristust peaaegu üldse.

Mõruained, happed ja leelised põhjustavad samuti rikkalikku süljenõristust. Mittesöödavate, nn. „t a g a s i l ü k a t a v a t e" ainete (liiv, savi) suhu sattudes eritub tavaliselt tohutul hulgal sülge, mis uhab „tagasilükatavad" ained suuõõnest välja. Inimese süljenäärmed nõristavad keskmiselt kolmveerand liitrit sülge ööpäevas.

Akadeemik I. P. Pavlov ja tema õpilased tegid kindlaks, et sülje nõristamine võib olla vastuseks tingitud ärritusele, s. t. sülge võib nõristada isegi sel juhtumil, kui toit üldse pole suhu sattunud. Me kõik teame, et toidu nägemine, lõhn ja isegi sellest kõnelemine võivad põhjustada rikkalikku süljenõristust. Piisab ainult maitsva toidu meenutamisest, kui juba „suu vett jookseb".

Analüüsime tingitud süljenõristusrefleksi koeral. Palju kordi järjest süüdatakse enne koera söötmist lamp. Selle tulemusena nõristub 2 kuni 3 nädala möödudes koeral rikkalikult sülge iga kord, niipea kui lamp süttib. Antud näites on lamp tingitud ärritaja, mida kaua aega tugevdati tingimatu ärritajaga — toiduga. Ei ole raske jälgida sellise tingitud refleksi teed. Lambivalgus ärritab silma võrkkesta tundekiudude lõpmeid; seejärel antakse ärritus edasi a j u k o o r e s s e ja siit juba lähevad närvi-impulsid süljenõristuskeskusse piklikus ajus ning lõpuks näärmesse — algab süljenõristus.

Nagu me juba teame, tekib tingitud refleks ainult koos tingimatuga. Kui tingitud refleksi mitte süvendada tingimatu refleksiga, siis alguses see p i d u r d u b ja kaob viimaks lõplikult.

NEEL.

Suuõõnest satub toit kurgu kaudu n e e l u (*pharynx*). Neel asetseb nina- ja suuõõne taga, olles nagu koljupõhimiku külge riputatud.

Neelu ülemise seina moodustab põhiluu alumine pind, kuna tagumine asetseb vastu kaelalülide eesmist pinda. Neeluõõs jaguneb kolmeks osaks: nina-, suu- ja kõriõõneks. Ninaosa nimetatakse n i n a - n e e l u õ õ n e k s; see kujutab endast ninaõõne tagumist osa, millega ta on ühenduses kahe tagasõõrme ehk koaani kaudu. Nina-neelu õõne külgmistel seintel asetseb kaks Eustachio kuulmetõrve avaust; need ühendavad nina-neelu õõnt keskkõrvaõõnega. Seepärast nina-neelu õõne põletikulised protsessid tüsistuvadki sageli keskkõrvapõletikuga.

Nina-neelu õõne ülemises seinas on lümfoidse koe kogumik, nn. n e e l u m a n d e l, ning kuulmetõrvede avauste ümber asetseb veel kaks mandlit — t õ r v e m a n d l i d.

Mõnikord need mandlid vohavad ja moodustavad kasvaja, mida tuntakse p o l ü ü b i nime all. Polüübid põhjustavad rohkesti rikkeid organismi elutegevuses, eriti lastel. Nad takistavad hingamist, rõhuvad veresoontele, nõrgestavad kuulmist ning ajutegevust jne.

Neelu suuosa asetseb suuõõne taga ja kõriosa — kõri taga. Neeluõõnes ristub seedetrakt hingamiskulglaga.

Seestpoolt on neel vooderdatud limaskestaga, kuna pealt katab teda vöötlihaste kiht. Ühed neist asetsevad põiki ja ulatuvad katusekivide-kujuliselt üksteisest üle. Vöötlihased tõmbavad neelu kokku ja neid nimetatakse k o n s t r i k t o r e i k s ehk ahendajaiks (ülemine, keskmine ja alumine konstriktor).

Teised lihased asetsevad pikuti konstriktorite all. Nende kiud põimuvad konstriktoreisse külgmiselt. Nad tõstavad neelu ülespoole ja kergendavad seega toidu edasiliikumist. Neelu tagumise seina taga, selle ja sügavate prevertebraalsete lihaste vahel, asetseb õige kohev sidekude, mistõttu neel saab liikuda. Sel kohal tekivad mõnikord raskesti kulgevad neelutagused mädanikud.

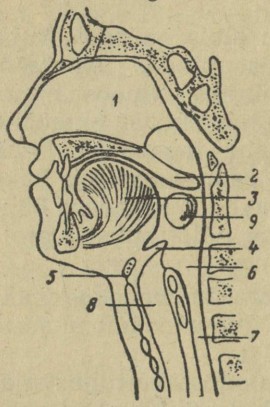
Neelu varustavad verega välimise unearteeri harud. Teda innerveerib kolm närvi: sümpaatiline, hulkur- ja keele-neelu närv.

Kõik need närvid moodustavad neelu ümber tiheda n e e l u p õ i m i k u.

Neelu funktsioon seisneb toidu juhtimises suuõõnest söögitorusse ja õhu juhtimises ninaõõnest kõrisse.

NEELAMISAKT.

Neelamisakt (joon. 183). Neelamisel sulgub suuava, pehme suulagi tõuseb ja eraldab neelu nina-neelu õõnest.



Joon. 183. **Neelamisakt.** 1 — ninaõõs; 2 — tagasõõrmeid sulgev pehme suulagi; 3 — kõva suulae vastu surutud keel; 4 — kõrisse sissepääsu sulgev kõripealis; 5 — keeleluu; 6 — söögitoru algus; 7 — söögitoru; 8 — kõri; 9 — söögitoru suunas libisev toidupala.

Konstriktorlihased tõmbuvad neelamisel järk-järgult kokku suunaga ülalt alla ja tõukavad toitu söögitorusse.

Pikilihased tõstavad kokku tõmbudes neelu üles, tõmbavad teda üle toidu ja aitavad samuti kaasa toidu edasiliikumisele söögitoru suunas.

Keelepära liigub neelamisel tahapoole ja surub kõripealisele, mis suleb sissepääsu kõrisse. Kõik neelamisest osavõtvate lihaste loetletud liigutused toimuvad reflektoorselt neelu limaskesta tundenärvilõpmete ärrituse tagajärjel.

Neelamiskeskus asetseb piklikus ajus. Selle vigastumisel on neelamine tavaliselt häiritud, haiged tõmbavad toidu kurku või toit voolab neil suust välja; toit satub sageli kopsudesse, tekitades seal mädanikke ja põhjustades mõnikord surma.

SÖÖGITORU.

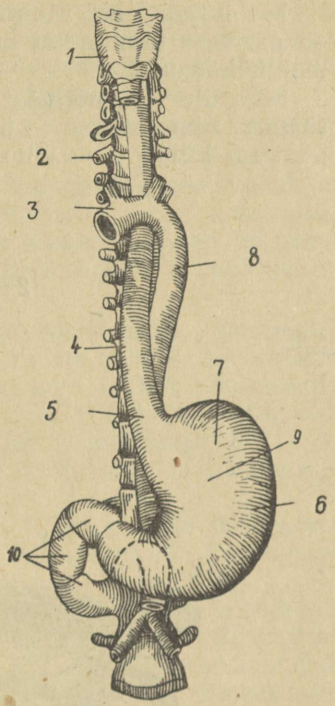
VI kaelalüli kõrgusel lõpeb neel, kitseneb ja läheb üle söögitoruks (*oesophagus*). Söögitoru kujutab endast kitsast toru, mis ühendab neelu maoga. Ta on ligikaudu 25 sm pikk. Söögitoru sein koosneb kolmest kihist: välimisest, keskmisest ja sisemisest. Välimine kiht on sidekoeline, suure hulga elastsete kiududega. Söögitoru on selle abil ühendatud naaberelunditega. Keskmine on lihaskiht. Selle kihi kiud asetsevad pikuti (väljastpoolt) ja ringjalt (seestpoolt), kusjuures söögitoru ülemises kolmandikus on vöötlihased (tahtele alluvad), alumises osas aga silelihased (tahtele allumatud).

Sisemiseks kihiks on limaskest, mis on kaetud kihitunud lame-epiteeliga, milles on suur hulk limanäärmeid. Limaskest moodustab kurde; need annavad söögitorule ristilõikes tähtja kuju.

Söögitoru ei ole sirge toru, vaid tal on mitu painet kohtades, kus ta kokku puutub naaberelunditega. Kaelaosas asetseb söögitoru kõri ja hingetoru taga.

Rinnaõõnes kulgeb ta piki selgroogu, ristub seal vasaku bronhiga, möödub aordist eestpoolt, läbib XI rinnalüli kohal diafragma ja suubub kõhuõõnde. Kõhuõõnes läheb söögitoru üle maoks (joon. 184).

Söögitoru innerveerivad uiterk ja sümpaatiline närv. Nende söögitoru limaskestas asetsevate lõpmete ärritamisel toidu ja süljega tõmbuvad söögitoru lihased järk-järgulise lainetusena (peristaltiliselt) reflektoorselt kokku ja tõukavad toidu makku.



Joon. 184. **Söögitoru ühenduses maoga.** 1 — kõri; 2 — lülisamba lülid; 3 — aordikaar; 4 — söögitoru; 5 — maolävis; 6 — mao suur kõverik; 7 — maopõhi; 8 — aort; 9 — magu; 10 — kaksteistsõrmiksool.

MAGU.

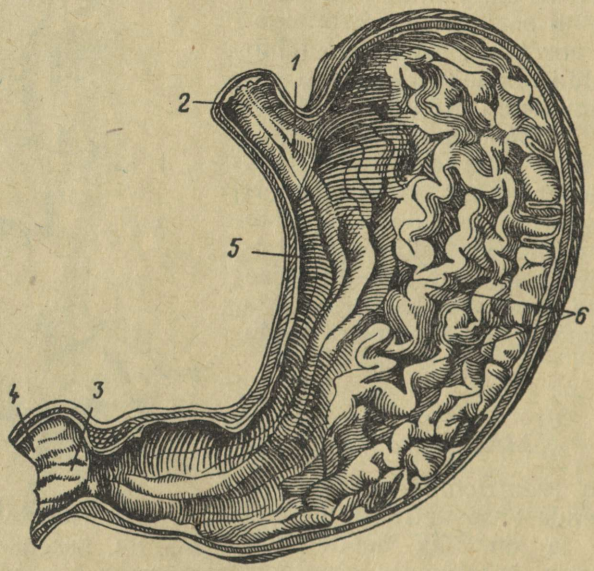
M a g u (*ventriculus seu gáster*) kujutab endast seedetrakti laienenud osa ja on üks seede-elundite süsteemi tähtsamaid elundeid. Magu asetseb diafragma vasaku kupli all ja paindub oma väikese kõverikuga eest ümber selgroo. Mao kuju võrreldakse tavaliselt retordiga, kuid elaval inimesel ei ole mao kuju püsiv: see muutub pidevalt, sõltudes mao füsioloogilisest seisundist ja neist seedeprotsessidest, mis temas toimuvad. Kõige sagedamini on maol (röntgenogrammidel) õngekonksu või härjasarve kuju.

Mao suurus muutub samuti sõltuvalt tema täitumisest. Mao maht kõigub keskmiselt ühest mitme liitrini. Maos eristatakse maolävist, maolukutit, maopõhja, suurt ja väikest kõverikku (joon. 185).

Maolävis ehk niinimetatud kardiaalne osa kujutab endast mao ja söögitoru ühinemiskohta. Maolävis asetseb XI rinnalüli kõrgusel.

Maolukuti ehk niinimetatud pülooriline osa kujutab endast mao ülemineku kohta sooleks. Maolukuti asetseb I nimmelüli kõrgusel.

Mao ülemist, nõgusat külge, millega ta paindub ümber lülisamba, nimetatakse väikeseks kõverikuks, alumist, kumerat külge — suureks kõverikuks.



Joon. 185. **Magu** (avatud pikilõikega). 1 — maolävis; 2 — söögitoru; 3 — maolukuti sulgur; 4 — kaksteistsõrmiksool; 5 — Waldeyer'i maotänav; 6 — limaskesta kurrud.

Mao suur kõverik asetseb X roiete otste kõrgusel. Mao alumine piir ei ulatu normaalselt nabani, kuid sageli magu laieneb ja laskub nabast tunduvalt allapoole.

Mao umbset kumerust, mis ulatub maolävisest kõrgemale, nimetatakse maopõhjaks. See asetseb IX rinnalüli kõrgusel.

Maosein koosneb neljast kihist: seroos-, lihas-, limasealusest ja limaskestast.

Serooskest koosneb õhukesest epiteeliga (mesoteeliga) kaetud sidekoelisest lestmest ja kujutab endast kõhukelme sisusepidist (vistseraalset) lehte.

Serooskesta lehed, mis katavad magu igast küljest, tulevad kokku suurel ja väikesel kõverikul, kasvavad üksteisega kokku ja moodustavad *sidemed*, mis ühendavad magu naaberelunditega (ristikäärsoole, maksa, põrna ja diafragmaga).

Lihaskiht koosneb kihiliselt asetsevaist piki-, ring- ja põikisilelihaskiududest.

Ringlihased on paremini arenenud kui pikilihased. Nad on söögitoru ringlihaste jätkuks ja moodustavad maos kolm paksendit, milledel on sulgevate seadmete ülesanne; need on niinimetatud *sfinkterid*: kardia-, pülooruse-eelne ja pülooruse-sfinkter.

Kardiasfinkter asetseb maolävise juures. Anatoomiliselt on ta nõrgalt arenenud. *Pülorusesfinkter* kujutab endast tugevat lihasrõngast, mis asetseb ümber maolukuti. Kokku tõmbudes suleb ta väljapääsu maost ja hoiab toitu seal senikaua kinni, kuni toit on küllaldaselt muundunud. *Pülooruse-eelne sfinkter* asetseb maolukuti ja maopõhja vahel.

Limasealune kest koosneb lihaskesta ja limaskesta vahel asetsevast kohevast sidekoest. Limasealuse kesta olemasolu tõttu on mao limaskest kaunis liikuv.

Mao *limaskest* eristub punasema värvusega võrdlemisi kahvatust söögitoru limaskestast. Teda vooderdab silindriline epiteel; tal on märksa suurem pindala kui limasealusel kestal ja ta moodustab suure hulga volte ehk kurde. Mao limaskestas võib luubiga näha väikesi kõrgendeid, nn. *maovälju*, suure hulga täpjate augukestega, kuhu avanevad mao rohkearvulised torujad limanäärmed. Piki mao väikest kõverikku moodustab limaskest renni, mis on tuttav „*Waldeyer'i maotänava*" nimetuse all. Sellel rennil on seedeprotsessis teatav ülesanne. Maolihaste kokkutõmbumisel võib ta muutuda suletud kanaliks; selle kanali kaudu pääseb vedel toit maos peatamata vabalt pülooruse-sse.

Kõik rohkearvulised maonäärmed nõristavad maomahla; seejuures on nad mao mitmesuguseis osades erisugused kujult ja eritatava nõre omadustelt. Nii näiteks on maolävise juures näärmete arv võrdlemisi väike: nad nõristavad seal ainult lima. Seevastu maopõhja-piirkonda on näärmeid koondunud suurel arvul; nad koosnevad siin adelomorfseist (ehk pearakkudest) ja panusrakkudest. *Pearakkusid* on siin väga palju — ligi-

kaudu 5 miljonit. Kujult on nad kõik silinderrakud ja nõristavad maomahla fermente. Panusrakud on kujult ümmargused ja eritavad soolhapet.

Pülooruse- (maolukuti-) piirkonnas koosnevad maonäärmed ainult pearakkudest; panusrakke siin ei ole. Järelikult erituvad mao selles piirkonnas ainult fermendid.

Magu vaskulariseerub kõhuarteeri harudest; see arteer asetseb mao taga. Peale selle hargneb maoseintes lümfisoonte tihe võrgustik.

Magu innerveerivad, nagu kõiki teisigi siseelundeid, uitergu harud ja sümpaatilised kiud.

Peale selle asetseb maoseintes kolm iseseisvat närvipõimikut: üks seroskesta all, teine lihaskestas (Auerbach'i põimik) ja kolmas limaskesta all (Meissner'i põimik).

MAOMAHLA KOOSTIS JA TOIME.

Maomahla valmistavad mao limaskesta näärmed. Maomahl on happese reaktsiooniga, spetsiifilise lõhnaga värvitu vedelik.

Maomahla koostisse kuuluvad järgmised osised: vesi, soolhape, fermendid (pepsiin, laap, lipaas) ja anorgaanilised soolad.

Soolhape.

Soolhapet (HCl) valmistavad, nagu juba öeldud, mao limaskesta panusrakud. Soolhappest oleneb maomahla happene reaktsioon. Maomahlas leidub 0,2—0,4% soolhapet. Soolhape tekib keedusoolast, mida me tarvitame toiduks. Selle tõenduseks on järgmine fakt: kui looma toidust keedusool ära jätta, siis kaob soolhape mõne aja pärast täielikult tema maomahlast.

Soolhappe ülesanne on väga suur. Ta soodustab maomahla fermentide toimet, surmab suurema osa baktereid, kes on ühes toiduga makku pääsenud, ja muudab mõned koos toiduga makku sattunud kõvad osakesed (näiteks kalaluud) pehmeks.

Pepsiin.

Pepsiin kujutab endast fermenti, mida valmistavad maonäärmete pearakud. Ta lõhustab toidu valgulised liitained ja muundab need lihtsamaiks — albumoosideks ja peptoonideks.

Pepsiini toimet on hõlpus jälgida lihtsas katseklaasis. Võtame katseklaasi puhta maomahlaga, milles sisaldub pepsiini, asetame sinna väikese tükikese kanamunavalku ja kuumutame pisut katseklaasi. Mõne aja jooksul lahustub valk täielikult.

Laap.

L a a p ehk libedik ehk kümosiin valmib, nagu kõik maomahla fermendid, pearakkudes.

Laap kalgendab piima. Sellel protsessil on suur tähtsus. Kalgendumise tõttu jääb piimavalk kauemaks makku ja seedub kauemini. Seda omadust kasutavad harilikult juustu valmistajad. Nad võtavad vasika maost (libemaost) limaskesta, paigutavad selle piimapaaki ja saavutavad sellega piima täieliku kalgendumise, mis on juustu valmistamisel tarvilik.

Inimese magu nõristab ööpäeva jooksul ligikaudu 2 l maomahla.

Seedimise peamine funktsioon seisneb maos v a l k u d e l õ h u s t a m i s e s; seejuures ei seedu mitmesugused valgud maos ühtlaselt: taimsed valgud seeduvad raskemini, loomsed kergemini.

Kuigi maomahl ei sisalda süsivesikuid lõhustavaid fermente, ometi lõhustub suur hulk tärklist maos. See toimub süljes leiduva ptüaliini mõjul, mille toime jätkub toidu maosviibimise alguajal (kuni maomahl pole veel jõudnud toitkördile mõjuda).

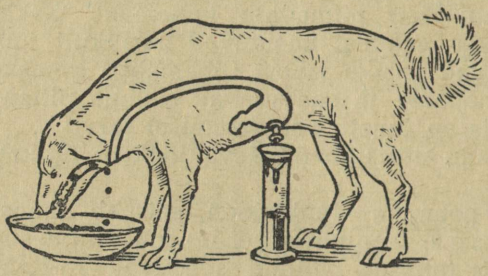
Huvitav on fakt, et elavas organismis valkusid seediv pepsiin ei seedi ära maoseina, kuna pärast surma toimub säärane „i s e e n e s e - s e e d i m i n e". Pepsiini seedivale toimele vastupanuks on mao limaskesta e l a v a t e r a k k u d e o m a d u s.

MAOMAHLA VÕTMINE.

Raviasutistes võetakse haigeilt sageli maosisaldist, et seda uurida maomahla sisaldumise suhtes ja et täpselt diagnoosida haigust. Selleks juhitakse pärast „proovieinet" suu kaudu makku kummitoru, nn. m a o s o n d; selle abil pumbatakse maosisu välja.

Loomuliku maomahla saamiseks loomadelt tehakse neile m a o u u r i s. Selleks uinutatakse loom, kõige sagedamini koer, avatakse tal keskjoonel kõhuõõs ja tehakse maolõige. Makku asetatakse lai painutatud äärtega uurisetoruke. Torukese teine ots jääb haavast välja. Uurise välisavause alla kinnitatakse nõu, kuhu nõrgub koera loomulik maomahl. Uurimise lõppedes suletakse uurise välisauk harilikult korgiga (joon. 186). Niisuguses loomulikus maomahlas leidub toidu ja sülje segu. Puhta, täiesti toiduvaba maomahla saamiseks muutis I. P. Pavlov maouurise asetamise täiuslikumaks. Ta tegi maouurisega koerale täiendava operatsiooni: lõikas söögitoru kaelapiirkonnas läbi ja

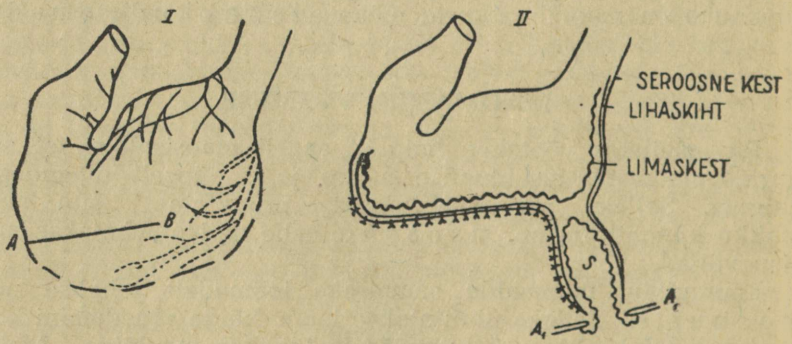
õmbles mõlemad söögitoruotsad kaelahaava servade külge, nagu seda näeme joonisel 186. Selle täiendava operatsiooniga saavutas I. P. Pavlov suuõõne täieliku eraldamise kõhuõõnest. Kui säärasele koerale anda suu kaudu süüa, siis ei jõua toit makku:



Joon. 186. **Koer maouurisega ja läbilõigatud söögitoruga. Näiline söötmine.**

ta valgub söögitoru-uurise kaudu välja, kuid tühjast maost eritub reflektoorselt puhas maomahl. Säärast koerte söötmist nimetas I. P. Pavlov näiliseks söötmiseks.

Kuid näilisel söötmisel olid oma puudused: see ei võimaldanud uurida mao tööd normaalsete tingimuste puhul, s. t. toidu



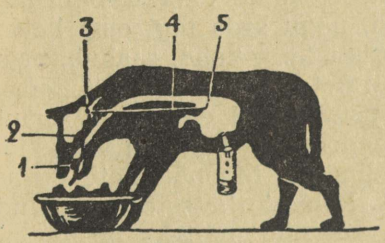
Joon. 187. **Pisimao moodustamise operatsiooni skeem.** I — normaalne magu; *A—B* — lähtilõikejoon; II — magu pärast operatsiooni; *S* — isoleeritud pisimagu; A_1, A_2 — kõhusein.

sattumisel makku. Selle puuduse vältimiseks muutis I. P. Pavlov uurismeetodi veel täiuslikumaks: jättes söögitoru läbi lõikamata, lõikas ta maost väikese osa välja, isoleeris selle suurest maost ja moodustas niinimetatud pisimao; viimase när-

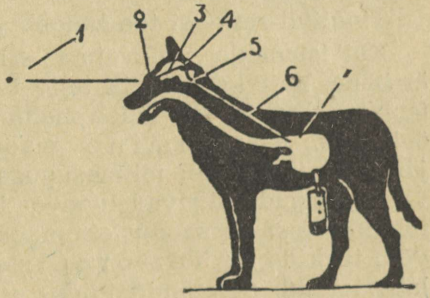
vid ja veresooned jäid organismiga ühendusse. Pisimao servad ömbles I. P. Pavlov nahahaava sisse (joon. 187). Suure mao normaalse töötamise puhul söömise ajal eritab pisimagu puhast, toidulisandita maomahla ja on suure mao töö näitajaks, sest ta on veresoontega ja närvidega normaalselt varustatud.

MAOMAHLA NÕRISTUMISE MEHHANISM.

Uurise asetamise ja loomade näilise söötmise meetodi põhjal selgitas I. P. Pavlov oma õpilastega üksikasjaliselt maomahla nõristumise mehhanismi ja jõudis järgmiste kokkuvõteteni: maomahl eritub näärmete erutumise tõttu mao limaskestas. Näärmete erutus võib tekkida reflektoorselt — närvilõpmete ärritumise teel, või humoraalselt — maonäärmeid ümbritseva vere kaudu.



Joon. 188. **Maomahlanõristuse tingimatu refleksi skeem.** 1 — keele maitsmisnäsad; 2 — tsentripetaalne (sensiibel) närvikiud; 3 — maomahla eritumise keskus piklikus ajus; 4 — tsentrifugaalne (sekretoorne) närvikiud; 5 — maonäärmed.



Joon. 189. **Maomahlanõristuse tingitud refleksi skeem.** 1 — valgusallikas; 2 — närvilõpe silma võrkkestas; 3 — nägemisnärvikiud; 4 — nägemiskeskus ajupoolkerade koores; 5 — mahlaeritumiskeskus piklikus ajus; 6 — tsentrifugaalne (sekretoorne) närvikiud; 7 — maonäärmed.

Reflektoorne erutus kulgeb järgmiselt: toit ärritab suus keele limaskesta närvilõpmeid. Sensiiblite kiudude kaudu kanduvad närvi-impulsid piklikku ajju, kus asetseb maomahla eritumise keskus; sealt tulevad impulsid uitergu motoorsete sekretoorsete kiudude kaudu maonäärmeisse ja põhjustavad nende tööd (joon. 188).

Oeldust järgneb, et mälumisaktil on suur tähtsus maonäärmete töös: mida kauem me toitu suus mälume, seda rohkem nõristub maomahla.

Maomahla reflektoorse eritumise kirjeldatud juhtum kujutab endast tingimatu refleksi näidet.

Kuid maonäärmed hakkavad mahla eritama mitte ainult suu limaskesta ärritusele reageerides, vaid samuti ka mitmesuguseile tingitud ärritustele (valgusele, kellahelile, torkele) reageerides, kui need ajaliselt ühte langevad söötmisega (s. t. tingimatu ärritajaga). Maomahla eritumine võib alata, kui kõneldakse maitsvast toidust, kui seda nähakse, haistetakse; säärane mahl kannab isu- ehk äratusmahla nimetust. Selgitame refleksi kulgemist sel juhul. Lamp süttib; nägemisnärvi sensiiblid lõpmed ärrituvad, erutus kandub tsentripetaalselt ajukooresse, sealt aga piklikus ajus asetsevasse maomahla eritumise keskusse ning siis uitergu tsentrifugaalset kiudu mööda näärmeisse (joon. 189).

Tingitud refleksi tee kulgeb peaaju poolkerade koore kaudu.

Kui isumahla pinevaima eritumise hetkel koera millegagi ärritada, näiteks näidata talle kassi, nagu seda tegi oma katsetes prof. Bickel, siis lõpeb mahlanõristus otsekohe: saabub, nagu öeldakse, pärssimine maonäärmete töös. Sellest teeme järgmise järelduse: mitmesugused psüühilised elamused, samuti valuaistingud, häirivad tugevasti seedenäärmete tööd; vastupidi, rahulik seisund soodustab maoseedimist. Maonäärmete erutus võib tekkida ka humoraalselt. Rohkete katsetega on kindlaks tehtud, et mõned toidu, eriti valkude (näiteks histamiini) seedimise tagajärjel tekkivad produktid kanduvad verre ja, sattudes maonäärmeisse, põhjustavad nende tööd.

Toiduaineist ärritavad maonäärmeid kõige rohkem lihapuljong, leib ja juurviljasupp, kõige vähem — vesi. Sellega on mõistetav komme süüa lõunaks alguses kuuma vedelat toitu (suppi, hapukapsasuppi), siis alles teist toitu.

Kuid maonäärmete tööd erutavate ainete kõrval leidub aineid, mis avaldavad neisse pärssivat toimet; säärased on rasvad ja leelised.

Igaüks teab, et rasvane toit (eriti rasvane hani) on „raske", s. t. ta püsib kaua maos seedimata rasva pärssiva toime tõttu maonäärmete töösse.

Maonäärmete töö mehhanismi tundmaõppimine on tarvilik sellepärast, et see võimaldab lahendada paljusid praktiliselt tähtsaid ja vajalikke toitmisküsimusi.

MAO LIIGUTUSED (PERISTALTIKA).

Mitmesugused uurimismeetodid on näidanud, et magu ei viibi kunagi rahuseisundis: ta teostab alati, ka tühjana, aeglasi lainekujulisi liigutusi; seda liikumist nimetatakse peristaltikaks.

Mao kokkutõmmete peristaltiline laine algab harilikult maolävisest ja liigub rõngakujuliselt pülooruseni. Peristaltika tõttu muundub toit maos mitte ainult keemiliselt, vaid ka mehaaniliselt.

Peristaltika põhjuseks on maoseintes asetsevate närvilõpmete mehaaniline ärritamine toiduga.

Kui makku satub tugevasti ärritav või ebameeldiv, „tagasiajav" toit, siis tekib maos tagasiliikuvate kokkutõmmete peristaltiline laine, mis surub säärase toidu suu kaudu tagasi. Seda nähtust nimetatakse oksendamiseks.

Oksendamine on organismi tähtis kaitserefleks. Erutus kandub sooleseintest tundekiude mööda piklikku ajju, kus asetseb oksendamiskeskus; sealt suunduvad närviimpulsid motoorseid kiude mööda maolihaseisse, diafragmasse ja kõhupressilihaseisse. Seejuures lõtvub mao kardiasfinkter, pülooruse sfinkter aga tõmbub tugevasti kokku ja tõukab maosisaldise mao ülemisse ossa. Sellele aktile aitab kaasa kõhupressi- ja diafragmalihaste energiline kokkutõmbumine. Oksendamiskeskus võib erutuda mitte ainult reflektoorselt, vaid ka humoraalselt — vere kaudu; seda täheldatakse harilikult rasedate oksendamisel ja organismi mürgistumisel kas mikroobide mürkidega või toiduga verre sattunud mürgiste ainetega. Oksendamine on paljude haiguste, näiteks sarlakite, peaajukelmetepõletiku jne. iseloomulikuks tunnuseks.

Toidu viibimise aeg maos on mitmesugune. See oleneb toidu iseloomust ja omadustest. Nii näiteks lahkub hästi peenestatud toit kergemini maost; kõvem toit püsib seal kauemini.

Süsivesikuterikas toit lahkub samuti rutemini maost kui valgurikas, kuid valgurikas toit lahkub omakorda rutemini kui rasvane toit.

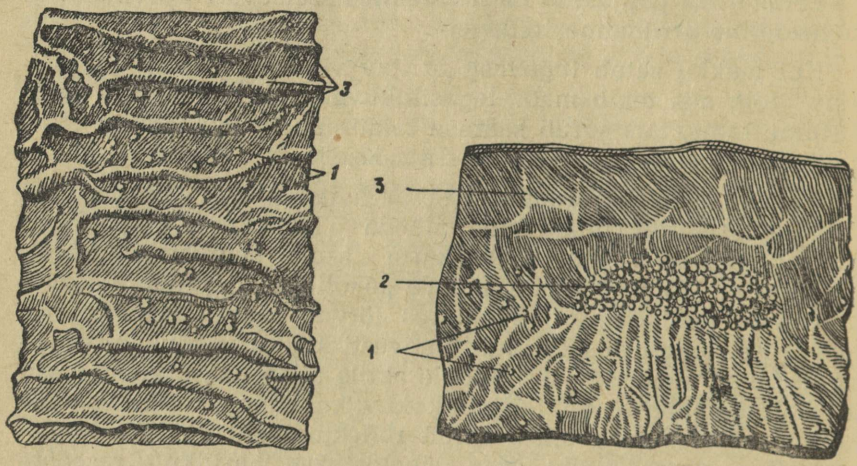
Toidu maos viibimise keskmine vältus kõigub 2—8 tunni vahel. Maost liigub toit järk-järgult väikeste portsjonite kaupa pülooruse kaudu kaksteistsõrmiksoolde.

PEENSOOLE STRUKTUUR.

Peensool jaguneb kolmeks osaks: kaksteistsõrmik-, tühi- ja niudesooleks.

Peensoole pikkus on ligikaudu 6 meetrit. Peensoole seinad koosnevad, nagu maoseinadki, neljast kihist: seroos-, lihas-, limasealusest ja limaskestast. Nad on samuti rikkalikult varustatud vere- ja lümfisoontega ning närvidega. Serooskesta struktuur on samasugune nagu maos.

Lihaskest koosneb mitte kolmest, vaid kahest silelihaskihist: piki- ja ringkiududest.



Joon. 190. **Peensoole seinad — tühisool (vasakul) ja niudesool (paremal) alumises osas; sool on lahti lõigatud pikisuunas ja lahti keeratud.** 1 — üksikult asetsevad (solitaarsed) lümfisõlmekesed; 2 — Peyer'i naastud; 3 — limaskesta Kerkring'i ehk ringkurrud.

Limaskest moodustab ringkurde; ta on kaetud suure hulga eriliste väljaulatistega — h a t t u d e g a; need muudavad peensoole sisepinna karedaks (joon. 190). Limaskestas asetseb suurel hulgal soolemahla nõristavaid näärmeid. Peensooles on kahte liiki näärmeid: kaksteistsõrmiksoole ülemises osas asetsevad B r u n n e r'i n ä ä r m e d ja kogu soole ulatuses leidub L i e b e r k ü h n'i n ä ä r m e i d.

P e e n s o o l e s t o i m u b t o i t a i n e t e l õ p l i k s e e d i m i n e ja i m e n d u m i n e v e r r e.

Kaksteistsõrmiksool.

K a k s t e i s t s õ r m i k s o o l (*duodénum*) kannab säärast nimetust sellepärast, et tema pikkus võrdub ligikaudu 12 kõrvuti asetatud sõrme laiusega. Temasse suubuvad kahe suure seedenäärme — maksa ja kõhunäärme — juhad.

Tühisool.

T ü h i s o o l (*jéjunum*) asetseb kõhu vasakus pooles ja moodustab kaks viiendikku kogu peensoole pikkusest.

Niudesool.

N i u d e s o o l (*ileum*) asetseb kõhu paremas pooles ja moodustab kolm viiendikku kogu peensoole pikkusest. Niudesoole limaskestas on väga palju lümfisõlmekesi (ü k s i l d a s i ja rühmiti koondatud P e y e r'i n a a s t e; joon. 190).

MAKS.

M a k s (*hepar*) kujutab endast massiivset, umbes 2 kg raskust elundit. Ta asetseb diafragma parema kupli all paremas hüpohondraalpiirkonnas, kuigi tema vasak sagar osaliselt ulatub vasakusse roidealusesse.

Maks on seedetrakti kõige suurem nääre. Tema ülemine pind on kumer, alumine — pisut nõgus, eesmine serv — terav, tagumine — nüri. Ülemine, kumer pind on sile; see asetseb vastu diafragma alumist pinda ja jäljendab selle kuju. Alumine pind on allapoole pööratud ja asetseb vastu magu, kaksteistsõrmiksoolt, ristikäärsoolt ja vasakut neeru.

Eesmises, teravas servas on kaks nõgu, kus asetsevad sapipõiepõhi ja maksa ümarside.

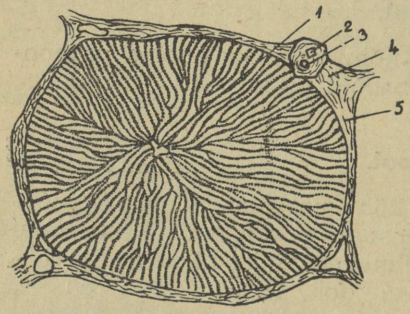
Tagumises, nüris servas on üksainus lai nõgu — lülisamba jaoks.

Maksa parema sagara ülemine piir vastab neljanda roidevahe kohale ulatuvale paremale diafragmakuplile; maksa vasaku sagara piir asetseb veidi madalamal, viienda roidevahe kohal, ja lõpeb kuuendal roidel nibujoone kohal.

Maksa parema sagara alumine piir kulgeb rindkere alumist serva mööda.

Maks on kaetud kõhukelmega, välja arvatud väike piirkond tagaküljel, mis on kokku kasvanud diafragmaga.

Kõhukelme moodustab üleminekul maksalt naaberelundeile kurde, mida nimetatakse sidemeiks; need kinnistavad maksa. Maksa ülemisel, kumeral pinnal asetseb sirbikujuline side; selle sidemega maks nagu ripub diafragma küljes. See side jaotab maksa kaheks sagaraks: parempoolseks, suureks ja vasakuks, väikeseks sagaraks.



Joon. 191. **Maksa mikroskoopilise struktuuri skeem.** Maksasagariku ristilõik mikroskoobi all; võib näha radiaalselt asetsevaid rakkuderidu. 1 — sagariku keskveen; 2 — värativeeni kõige peenem haruke; 3 — sapijuha haruke (sapikapillaar); 4 — maksaarteeri haruke; 5 — sidekoeline kiht sagarikkude vahel.

Sirbikujulise sideme vaba serva mööda kulgeb teine side — ümarside; see suundub maksalt naba poole. See side kujutab endast kinnikasvanud nabaveeni, mille kaudu toimus loote varustamine ema verega.

Maksa alumisel, enamvähem nõgusal pinnal on kaks piki- ja üks ristivagu.

Ristivagu nimetatakse maksaväratiks. See on soonte ja närvide suubumis- ja maksajuha väljumiskoht. Maksajuha kaudu eritub maksast sapp.

Maksa serooskesta (kõhukelme) all on teine õhuke sidekoeline kihn, nn. Glisson'i kapsel. Sellest sisenevad maksa jätked, mis jaotavad maksa paljudeks, mõnikord palja silmaga nähtavaiks, suure hulga maksarakkudega sagarikkudeks. Sagarikkude vahel ja nende sees asetsevad veresooned ja sapikapillaarid (joon. 191). Neid on kerge avastada tapetud looma maksas, kui looma toidu hulka segada enne tapmist sinist värvi (indigo), teha maksa histoloogiline lõige ja vaadelda seda mikroskoobi all.

Lootel areneb maks sopistumise teel kaksteistsõrmiksoole seinast.

Maksa ülesanne.

Maksast väljapoole erituvaks sekreediks on sapp.

Peale sapi eritamise täidab maks organismis veel paljusid tähtsaid funktsioone.

1. Maks on süsivesikute varulaks.

Verevooluga saabub soolest värativeeni kaudu maksa viina-

marjasuhkur (glükoos), mis tekkis toidu süsivesikute seedumise tagajärjel.

Maksarakkudes sünteesub glükoos glükogeeniks; see ladestubki maksarakkudes varuainena.

Vastavalt organismi süsivesikutevajadustele muundub glükogeen fermentide osavõtul jälle glükoosiks ja kandub verega keha kudedesse.

Glükogeeni ladestumist maksas, samuti tema taasmuundumist glükoosiks ja verre juhtimist reguleerib sisesekretoorsete näärmete tegevus (adrenaliin — neerupealse näärme hormoon ja insuliin — kõhunäärme hormoon; üksikasjalisemalt vt. sellest peatükis „Sisesekretoorsed näärmed").

2. Viimase aja uurimused on näidanud, et maks võtab osa mitte ainult süsivesikute-ainevahetusest, vaid samuti valgu- ja rasva-ainevahetusest.

Nii muunduvad organismis liigseina leiduvad valgud maksas süsivesikuiks.

On toit rasvavaene, siis muunduvad maksa süsivesikud osaliselt rasvaks.

3. Maksarakkudes peetuvad ja muudetakse mürgituiks ühendeiks mitmesugused toiduga organismi sattunud, samuti sooles roiskumisel tekkinud mürgised ollused (indool, fenool, skatool).

Seda maksa funktsiooni nimetatakse barjäärseks toimeks: maks on mürgiseile olluseile barjääriks ehk tõkkeks.

4. Verevooluga kanduvad maksa ka ainevahetuse tagajärjel keha kudedes tekkinud laguained.

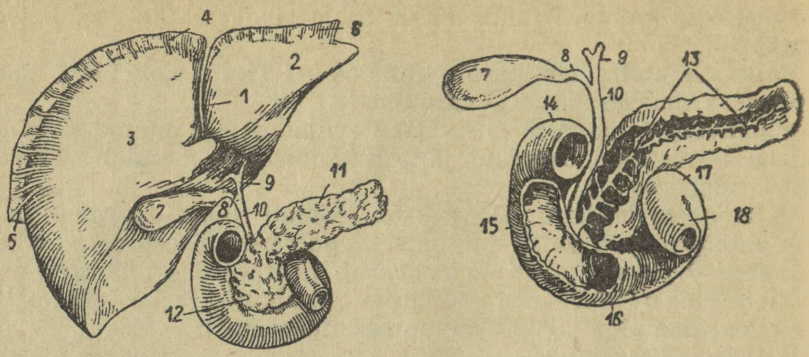
Nii sünteesub kusiaine maksas valgu lagunemisaineist (süsihappe ammooniumsooladest); kusiaine kõrvaldavad neerud uriini ühe koostusosana.

Sapipõis.

Sapipõis (*vesica fellea*) asetseb maksa parempoolses vaos ja on sapi varulaks. Sapipõie sein koosneb limaskestast, lihaskestast ja kohevast sidekoest; viimane ühendab sapipõit maksaga.

Sapipõie kitsunud kael läheb üle sapipõiejuhaks (*ductus cysticus*); see ühineb maksajuhaga (*ductus hepaticus*), mille tulemusena kujuneb ühine sapijuha (*ductus choledochus*).

Sapijuha suubub tagumisest seinast ühes kõhunäärmejuhaga kaksteistsõrmiksoolde (joon. 192).



Joon. 192. **Maks, sapipõis ja kõhunääre.** 1 — maksa sirbikujuline side; 2 — maksa vasak sagar; 3 — maksa parem sagar (nende vahelt kulgeb vasak ristivagu); 4, 5 ja 6 — maksa pärgside; 7 — sapipõis; 8 — sapipõiejuha; 9 — maksajuha; 10 — ühine sapijuha; 11 — kõhunäärme keha; 12 — kõhunäärme pea; 13 — kõhunäärmejuha (nääre on avatud); 14 — kaksteistsõrmiksoole ülemine horisontaalne osa; 15 ja 16 — kaksteistsõrmiksoole keskmine osa; 17 — kaksteistsõrmiksoole lõpp; 18 — tühisoole algus.

KÕHUNÄÄRE.

Kõhunääre (*pancreas*) on seedetrakti teine suur nääre. Ta asetseb mao taga, ristisuunas tagumisele kõhuseinale I nimmelüli kõrgusel. Struktuurilt kuulub ta tubulo-alveolaarsete liitnäärmete hulka.

Kõhunääre koosneb peast, kehast ja sabast. Pea toetub kaksteistsõrmiksoole käärdu, saba aga ulatub põrnani (joon. 192).

Näärme üksikud juhad koonduvad ühiseks viimajuhaks — Wirsüng'i juhaks. Ühine viimajuha suubub koos ühise sapijuhaga kaksteistsõrmiksoole tagumisse seina.

Kui lõikame kõhunäärme pikuti lõhki, siis avastame temas luubiga isegi vähese suurenduse puhul nähtavaid eriliste näärmeliste rakkude kogumikke, nn. Langerhans'i saarekesi. Neil näärmelistel moodustistel ei ole viimajuhasid; nad saadavad oma inkreedi, milles sisaldub hormoon insuliin, vahetult verre. Niisuguseid näärmeid nimetatakse sisesekretoorseiks näärmeiks. Järelikult kõhunääre on seganääre: oma peamise sekreedi — pankreasemahla — eritab ta kaksteistsõrmiksoolde, kuid oma inkreedi — vahetult verre. Kõhunääre asetseb kõhuõõne sügavuses — ristikäärsoole

keskmete tüve all. Tema tagumist külge ei kata kõhukelme; see asetseb kõhukelme taga ja on seal koheva sidekoe abil tihedasti ühendatud naaberelunditega ja suurte veresoontega (aordiga, alumise õõnesveeniga); seepärast on kõhunäärme operatsioonid ja tema haiguste õige diagnoosimine väga raskendatud. Kõhunäärme keskmine normaalne raskus on 100 g.

Maks, sapipõis ja kõhunääre saavad verd aordist väljuvast kõhuarteerist ja innerveeruvad, nagu kõik siseelundid, uitergu ja sümpaatiliste närvide kiududega.

SEEDIMINE PEENSOOLES.

Maost liigub toit kaksteistsõrmiksoolde. Siin kestab toidu seedimine kolme seedemahla — pankreasemahla, sapi ja soolemahla mõjul edasi.

PANKREASEMAHLA KOOSTIS JA OMADUSED.

Pankrease- ehk kõhunäärmemahl on tähtis seedemahl. Ta on läbipaistev, paks, soolase maitsega, teravalt leelisese reaktsiooniga vedelik.

Kõhunäärmemahla võib saada uurise tegemise teel I. P. Pavlov'i meetodi järgi või näärme leotamise teel nõrgas leeliseses vedelikus.

Pankreasemahlas on kolm tähtsat seedefermenti: süsivesikute-, valgu- ja rasvaferment — amülaas, trüpsiin ja lipaas.

Amülaas.

Amülaas lõhustab, samuti nagu süljes leiduv ptüaliin, süsivesikuid. Ta muundab tärklise suhkruks. Selle fermendi toime on ptüaliini toimest märksa tugevam. Taimseid rakke ehk tselluloosi amülaas ei lõhusta.

Trüpsiin.

Trüpsiin lõhustab, samuti nagu maomahlas leiduv pepsiin, valku. Ta lõhustab valgu mitte ainult albumoosiks ja peptooniks, nagu pepsiin, vaid viib valgu lõhustumise aminhapete staadiumini.

Trüpsiini peamine iseärasus seisneb selles, et ta toimib ainult leeliseses keskkonnas ja mitte happeses, nagu pepsiin. Kõhunäärmemahlas on trüpsiin tegevuseta seisundis; soolde sattu-

des muutub ta aga soolemahlas leiduva fermendi — enterokinaasi — mõjul aktiivseks ja hakkab valku energiliselt lõhustama.

Lipaas.

Lipaas lõhustab rasva ja muundab ta glütseriiniks ja rasvhappeks (oleiin-, steariin- ja palmitiinhappeks). Seejuures ühinevad rasvhapped keemiliselt soolemahla leelistega ja moodustavad seebi; järelikult seisneb rasva seedeprotsess tema lõhustamises ja seebistamises. Kõhunäärmemahlas on lipaas, samuti nagu trüpsiin, aktiviseerimata seisundis; kuid soolde sattudes aktiviseerub lipaas maksas valmiva sapi mõjul ja hakkab rasva energiliselt lõhustama.

Olenevalt toidu väärtusest ja teistest põhjustest muutub kõhunäärmemahla koostis tunduvalt: kord sisaldab ta rohkem trüpsiini, kord rohkem lipaasi, kord amülaasi. Kõhunäärme tegevus erutub, samuti nagu mao tegevus, reflektoorselt, närvisüsteemi kaudu, ja humoraalselt, vere kaudu.

Kõhunäärmes hargnevad sümpaatiliste närvide ja uitergu parasümpaatiliste kiudude lõpmed.

Sümpaatilised närvid viivad peaajust näärmesse pankreasemahla eritumist kiirendavaid erutusi, parasümpaatilised aga, vastuoksa, aeglustavaid erutusi.

Pankreasemahla eritumine võib alata samuti söömise ajal, kui toit ärritab suuõõne ja neelu sensiibleid närvilõpmeid. Kuid siiski on valdav tähtsus kõhunäärme töös humoraalsel mehhanismil, s. t. näärme ärritamisel vere kaudu.

Kaksteistsõrmiksoole limaskestas valmib eriline, keemiliselt koostiselt tundmata ollus — sekretiin. See ollus läheb soolde, kus ta imendub verre, ja, ümbritsedes kõhunäärmerakke, põhjustab rohket pankreasemahla eritumist.

Kõhunääre eritab ööpäeva jooksul ligikaudu 300 sm^3 mahla.

SAPI KOOSTIS JA ERITUMINE.

Sapp on mõru maitsega ja leelisese reaktsiooniga kollakastumepruun vedelik. Ta valmib maksarakkudes, voolab sapijuha kaudu kaksteistsõrmiksoolde ja kujuneb seedemahla koostusosaks.

Sapi koostisse kuuluvad järgmised ained: sapphapped, sapipigmendid (biliverdiin ja bilirubiin), kolesteriin ja anorgaanilised soolad (kaaliumi- ja kaltsiumisoolad).

Fermentide leidumist sapis eitatakse. Bilirubiin (sapipunane) tekib maksas erütrotsüütide hemoglobiini lammutumisest. Bilirubiin on kollast värvi; oksüdeerudes muutub ta roheliseks biliverdiiniks.

Sapi valmimine toimub maksas pidevalt — veres ringlevate humoraalsete ärritajate mõjul. Kuid sapi eritumine soolde toimub vastandina tema tekkimisele mitte ainult humoraalsel teel, vaid ka reflektoorselt. Sappi valmib ööpäeva jooksul inimese organismis ligikaudu 1000 sm^3.

Sapi tähtsus on suur. Ta soodustab soolemahla fermentide ja pankreasemahla toimet ning emulgeerib rasva. See tähendab, et rasvamass lõhustub väikesteks terakesteks. Selle tagajärjel suureneb rasva kokkupuutumise võimalus seedemahladega mitmekordseks; see asjaolu soodustab rasva paremat lõhustamist lipaasiga. Arvutuste teel on kindlaks tehtud, et rasva pind suureneb emulgeerudes 40 tuhat korda.

Peale selle suurendab sapp soole peristaltikat, järelikult soodustab toitkördi edasiliikumist seedetraktis ja vähendab roiskumisprotsesse sooles. Sapis sisalduv kolesteriin soodustab toidu mitteseeduvate jätete kleepumist, s. t. rooja vormumist. Mõnede soolehaiguste puhul sapijuha ummistub. Siis kujuneb sapipais; sapp hakkab imenduma lümfi ja verre; selle tagajärjel muutuvad keha koed kollaseks. Säärane haigus kannab kollatõve (*icterus*) nimetust.

SOOLEMAHLA KOOSTIS JA OMADUSED

Soolemahl on arvult kolmas seedemahl. Teda toodavad peensoole limaskesta rohkearvulised näärmed — Brunner'i ja Lieberkühn'i näärmed, millede arv ulatub 20 miljonini. Soolemahl on kollase värvusega, leelisese reaktsiooniga hägune vedelik. Puhast soolemahla võib saada sooleuurise kaudu. Soolemahla koostisse kuuluvad fermendid ekterokinaas, erepsiin, lipaas, maltaas, laktaas jt. Koos pankreasemahla fermentidega viivad need valgu, rasva ja tärklise seedimise lõpuni.

Ekterokinaas.

Ekterokinaas soodustab teise fermendi — trüpsiini — toimet ehk, nagu öeldakse, aktiviseerib trüpsiini.

Inimene eritab ööpäevas 3,5 l soolemahla.

Seedeprotsess lõpeb peamiselt peensooles.

Toidu seedimist soodustab peensooles soole liikumine — peristaltika, mida põhjustab sooleseina lihaskesta kokkutõmbumine.

Peristaltika tõttu seguneb toit soolemahlaga ja liigub piki soolt edasi. Sooleseina lihaste kokkutõmbumine toimub reaktsioonina sooleseintes asetsevate närvilõpmete ärritusele, samuti ka humoraalselt, vere kaudu.

Jäme toit ärritab sooleseinu tugevamini ja suurendab tunduvalt soolte peristaltikat; sellest järeldub, et pehme toiduga ei tohi liialdada: see põhjustab kestvat kõhukinnisust ühes ebasoovitavate tagajärgedega.

Soole peristaltikat mõjustavad samuti tugevad psüühilised elamused. Näiteks vihastumine ja teravad valud pärsivad soole peristaltikat, kuna hirm, vastuoksa, suurendab seda ja põhjustab kõhulahtisust.

JÄMESOOLE STRUKTUUR.

Jämesool on peensoole jätkuks.

Paremas niudepiirkonnas asetseb peensoole ülemineku koht jämesooleks. Seal tekib kaks poolkuujat limanahakurdu, mida nimetatakse Bauhin'i klapiks.

Jämesoole seinad koosnevad samadest kihtidest, milledest koosneb kogu seedetrakt; ainult ei jagune lihaskesta pikikiud jämesooles ühtlaselt, nagu peensooles, vaid moodustavad soole pinnal kolm pikuti kulgeva paela kujulist paksendit ehk teeniat (*taenia*). Need paksendid lühendavad soolt ja moodustavad väljasopistisi — jämesoolekoppi (*haustra*). Teeniad ja haustrad on jämesoole iseloomulikud omapärasused.

Jämesoole limaskesta struktuur on märksa lihtsam. Siin on vähe kurde, pole üldse hattusid, puuduvad Peyer'i naastud, selle asemel on aga suurel arvul limanäärmeid; need eritavad lima. Jämesool asetseb kõhuõõnes peensoole ümber.

Jämesooles eristatakse järgmisi osi: pimesool (umbsool) ühes ussjätkega, ülenev käärsool, ristikäärsool, alanev käärsool, S-käärsool ja pärasool.

Pimesool.

Pimesool (*caecum*) on jämesoole algosa. Ta asetseb allpool peensoole suubumise kohta jämesoolde; tal on kuplitaolise laiendi kuju. Pimesoolt katab igast küljest kõhukelme.

Pimesoole ussjätket nimetatakse apendiksiks (*appéndix*). Apendiksi sein sisaldab suurel hulgal näärmeid ja lümfisõlmi; tema mõõted kõiguvad 3—15 sm piirides.

Ussjätke on pimesoole iganev osa ehk, nagu öeldakse, pimesoole rudiment. Kuigi ussjätke on lümfoidne elund, ometi on tema füsioloogiline tähtsus tühine. Ussjätkepõletikku nimetatakse apenditsiidiks.

Ülenev käärsool.

Ülenev käärsool suundub ülespoole maksani ja läheb siis üle ristikäärsooleks. Teda katab kolmest küljest kõhukelme.

Ristikäärsool.

Ristikäärsool kulgeb kõhuõõne ristisuunas X roidepaari otste kõrgusel läbi nabapiirkonna. Ta on igast küljest kaetud kõhukelmega; järelikult on tal keskmed.

Alanev käärsool.

Alanev käärsool algab põrna alumise otsa kohalt, laskub siis järsult alla vasaku niudeluuharja juurde. Temal, nagu üleneval käärsoolelgi, keskmeid pole, sest ta on kolmest küljest kaetud kõhukelmega.

S-käärsool.

Sigmakujuline ehk S-käärsool on alaneva käärsoole jätk. Ta on igalt poolt kaetud kõhukelmega ja liigub kergesti kahele poole; tal on keskmed.

Pärasool.

Pärasool (*rectum*) on jämesoole lõpposa; ta on umbes 20 sm pikk ja lõpeb pärakuga (*anus*). Pärasoolel on kaks painet ja pärasooleampull ehk -kupal, mis asetseb pärakust veidi kõrgemal.

Pärasoole limaskestas leiduvad pikisuunas kurrud, millede vahel asetsevais nõgudes on taskud. Neisse taskutesse kogunevad lastel sageli soolenugilised — naaskelsabad.

Pärasoole kõige alumises osas, päraku ümber, asetseb venoosne hemorroidaalne rõngas. Selle rõnga veenid võivad venoosse verepaisu mõjul laieneda, paisuda

komude kujul ja takistada roojamassidel pärakut läbimast. Selle haiguse puhul tekkivaid sõlmjaid laiendeid nimetatakse h e m o r r o i d i d e k s.

Pärasoole silelihaste ümarkiud moodustavad otse päraku kohal paksendi — p ä r a s o o l e s i s e m i s e s f i n k t e r i. See sfinkter ei ole tahtele alluv. Teine pärasoole sfinkter asetseb esimesest sfinkterist väljaspool ja allpool. Ta moodustub lahkliha vöötlihaseist; järelikult on see sfinkter tahtele alluva kokkutõmbumisega.

Kogu jämesoolt, peale pärasoole alumise lõigu, varustavad verega kõhuaordi keskmete veresooned ja innerveerivad, nagu peensooltki, sümpaatilised närvid ja uitergu parasümpaatilised kiud. Kuid viimasel ajal on kindlaks tehtud, et jämesoole distaalset osa, mida varustavad verega alumise keskmetearteeri harud, ja pärasoolt innerveerivad parasümpaatilise närvisüsteemi vaagnapiirkonna parasümpaatilised närvikiud (*n. pelvicus*).

SEEDIMINE JÄMESOOLES.

Peensooles seedub toit lõplikult, imendub ja satub vahetult verre ning lümfi. Jämesoolde siirduvad Bauhin'i klapi kaudu ainult jäätmed ja toidu seedimata osad.

Jämesoolel ei ole seedenäärmeid; järelikult ei valmista jämesool ka seedemahla. Toidu seedimata osakeste lõhustamine toimub jämesoole algosas peensoolest siia sattunud fermentide arvel. Kuid jämesoole limaskest toodab rohkesti lima; see lima ümbritseb roojamasse ja soodustab nende edasiliikumist sooles. Toidujätted viibivad jämesooles 20 tunni ümber. Selle aja jooksul toimub jämesooles bakterite osavõtul r o i s k u m i n e ja t a i m s e r a k u k o e l a g u n e m i n e. Seda keerukat süsivesikut fermendid ei seedi; ainult jämesooles lõhustub ta väga vähesel hulgal osaliselt ja muutub suhkruks. Samal ajal i m e n d u b i n t e n s i i v s e l t v e s i ja f o r m e e r u v a d r o o j a m a s s i d. Bakterite toimel arenev taimse rakukoe lagunemisprotsess omab pärasooles suurt tähtsust rohusööjatel loomadel, eriti hobusel, kelle toit sisaldab määratu suurel hulgal taimset rakukude. Bakterite koosseis muutub sooles olenevalt toidu koostisest. Nii areneb taimse toidu puhul rohkem rakukude lagundavaid k ä ä r i m i s m i k r o o b e. Need mikroobid on ülekaalus rohusööjail loomadel, kellede juures käärimisprotsessil on eriline tähtsus. Valgurikka toidu puhul arenevad r o i s k u m i s b a k t e r i d. Käärimisprotsessid kaas-

nevad jämesoole suure hulga soojuse eritamisega; see soojendab meie keha.

Käärimise ja eriti roiskumise tagajärjel tekib sooles pahalõhnalisi gaase — väävelvesinikku, metaani jt., samuti valkude roiskumise mürgiseid produkte — indooli, skatooli, fenooli. Need ainevahetuse mürgised produktid imenduvad mõnede haiguste, eriti pikemalt kestva kõhukinnisuse puhul verre ja põhjustavad organismi raskekujulist enesemürgistust (autointoksikatsiooni). Sellest järgneb soole tühjendamise vajalikkus haigeil.

Rooja koostis ja kogus olenevad toidu kogusest ja väärtusest. Taimtoidu puhul on rooja rohkem, lihatoidu puhul vähem. Rooja koostisse kuuluvad seedimatud toiduosakesed, lima, soole-epiteeli kestamisel eraldunud rakud, soolad ja määratu hulk baktereid. Roojamasside reaktsioon on happene.

Jämesoole tühjendamist nimetatakse defekatsiooniks. Defekatsioon toimub reflektoorselt pärasoole sensiiblite närvilõpmete ärritamise tagajärjel roojamassidega. Defekatsiooni puhul lõtvuvad pärasoole sfinkterid, peristaltika suureneb ja roe surutakse välja.

Defekatsiooniakti soodustavad samuti diafragma kokkutõmbumine ja kõhupressilihaste pingutus. Defekatsiooni närvikeskus asetseb seljaaju nimmeosas. Selle haigestumisel roojamassid ei peetu.

IMENDUMINE.

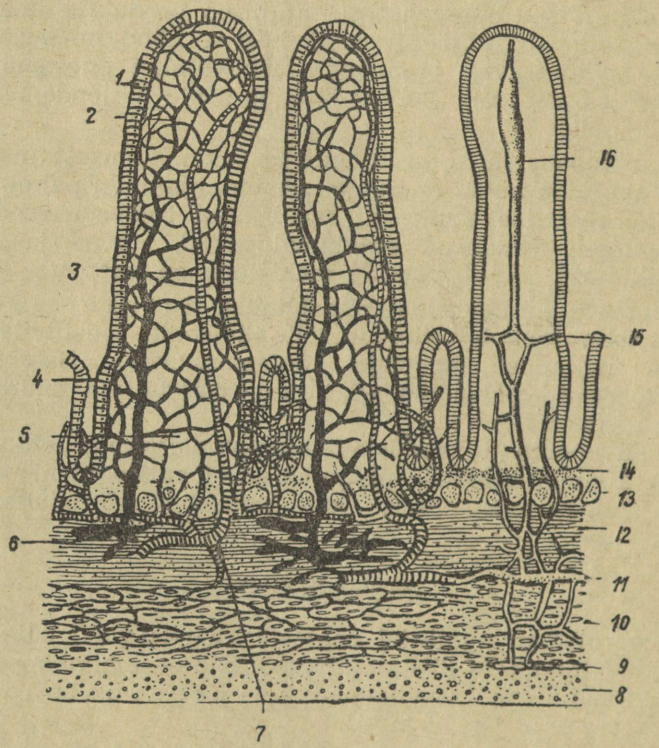
Seedeprotsessi tagajärjel sooles imenduvad kõik soolde kogunenud toitainete lõhustumisproduktid — amiinhapped, suhkur, glütseriin ja rasvhapped — peensoolehattude kaudu verre ja lümfi.

Imendumine toimub ühel või teisel määral kogu seedetrakti ulatuses. Juba maos imenduvad mineraalsoolad, suhkur, alkohol ja mõned mürgised ollused (alkaloidid). On teada, et joobumine või mürgistumine toidust toimub hoopis varem, kui toit on jõudnud peensoolde. Kuid toitainete peamiseks imendumiskohaks on peensoolehatud. Limaskesta 1 sm^2 leidub 2500 hattu. Seetõttu kujutab peensoole limaskest endast määratu suurt imavat pinda, 3 korda suuremat kui kogu meie keha välispind.

Vaatleme soolehatu struktuuri (joon. 193). Iga soolehatt kujutab endast limaskesta sõrmjat väljaulatist. Hatupõhimikuks on retikulaarkude; seda läbivad verekapillaarid ja lümfi- ehk niinimetatud piimasoon, samuti silelihaskiu-

dude kimbud. Soolehatt on vooderdatud kihitumata silindrilise epiteeliga, milles võib märgata karikrakke.

Imendumine on väga keerukas füsioloogiline protsess, mis toimub elusate rakkude aktiivse tegevuse tagajärjel. Soole-



Joon. 193. **Peensoolehattude struktuur.** 1 — hatuepiteel; 2 — hatuveen; 3 — hatuarteer; 4 — soolenääre; 5 — verekapillaaride võrgustik; 6 ja 7 — arteer ja veen; 8, 10 ja 13 — lihaskihid; lihaskimpudel on mitmesuguseis kihtides eri suund; 9 ja 11 — lümfisoonte põimikud; 12 — limanahaalune kest; 14 — lümfoidne kude; 15 ja 16 — soolehatu lümfisoon.

hattudes enestes asetsevate silelihaskiudude kokkutõmbumine aitab imendumisele kaasa. Mitmesuguste toitainete imendumine ei ole ühesugune.

Toidu valkained imenduvad amiinhapete kujul. Nad pääsevad soolehattude kaudu verekapillaaridesse ja kanduvad keha-

rakkudesse, kus mitmesuguste amiinhapete suurest hulgast regenereerub uuesti valk; kuid see valk on omane ainult inimorganismile. Valk kuulub rakuprotoplasma ja rakkudevahelise olluse koostisse. Viimasel ajal arvatakse, et amiinhapped ei tungi soolehatu veresoontesse mitte ääristatud epiteeli rakkude kaudu, vaid läbi rakkudevaheliste pilude.

Süsivesikud imenduvad glükoosi kujul. Lahustunud glükoos tungib soolehatu ääristatud epiteeli rakkude kaudu verekapillaaridesse, kandub edasi verevooluga ja jõuab värativeeni kaudu maksa. Siin muundub (sünteesub) glükoos osaliselt keerukamaks süsivesikuks — glükogeeniks; see ladestubki varuna maksarakkudes.

Rasv imendub peamiselt glütseriini ja rasvhapete kujul. Osa rasvhappeid ühineb seedemahlade leelistega — seebistub, s. t. läheb üle rasvhappe sooladeks. Viimased muunduvad sapi toimel ühendeiks, mis imenduvad peensoole limaskesta rakkude kaudu. Rasvad kogunevad lümfisoontesse.

Vesi ja mõned meie toidu koostisse kuuluvad soolad imenduvad peensoolehattude kaudu muutumatul kujul ja kogunevad verre peamiselt rakkudevahelise ruumi kaudu.

Jämesooles toimub vee imendumine. Toitained imenduvad jämesooles väga piiratud ulatuses. Ometi kui juhtida päraku kaudu otseselt jämesoolde suurel hulgal kergesti seeduvaid toitaineid, siis need imenduvad. Sellest järgnebki toiteklistiiride praktiline tähtsus ravis.

KÕHUKELME JA TEMA ÜLESANNE.

Alates maost asetseb seedetrakt kõhuõõnes (*cávum abdóminis*).

Kõhuõõne seinu ja kõhuelundeid katab õhuke läikiv kile, mida nimetatakse kõhukelmeks (*peritónaeum*). Kõhukelme on seinapidine (parietaalne) ja sisusepidine (vistseraalne).

Seinapidine kõhukelme vooderdab kõhu- ja vaagnaõõne seinu seestpoolt; sisusepidine kõhukelme katab siseelundeid.

Seinapidine kõhukelme moodustab üleminekul siseelundeile volte; neid nimetatakse kõhukelme sidemeiks. Neid sidemeid, mis lähevad tagumiselt kõhuseinalt soolte juurde ja fikseerivad sooli tagumisele seinale, nimetatakse keskmeiks (*mesentérium*). Keskmeis on väga palju veresooni ja närve.

Neid sisusepidise kõhukelme sidemeid, mis lähtuvad mao suurelt ja väikeselt kõverikult ja sisaldavad suurel hulgal rasvkude, kutsutakse rasvikuks (*oméntum*). Eristatakse suurt ja väikest rasvikut.

Suureks rasvikuks (*omentum majus*) nimetatakse mao suure kõveriku sidet. See koosneb neljast kõhukelmelehest, sisaldab palju rasva ja katab põllekujuliselt soolesilmuseid.

Suurel rasvikul on tähtis ülesanne. Ta kaitseb siseelundeid soojuse kaotamise eest; peale selle tingib ta sensiiblite närvide rohkuse tõttu siseelundite tundlikkust.

Väikeseks rasvikuks nimetatakse mao väikese kõveriku sidet. See koosneb kahest sisusepidisest kõhukelmelehest ja suundub maksa poole.

Väikese rasviku all asetseb õõs, mida nimetatakse rasvikupaunaks (*búrsa omentális*).

Sisusepidise kõhukelme suhtes jaotatakse siseelundid kõhukelmesiseseiks, s. t. kõhukelmega igalt poolt kaetuiks, ja kõhukelmetaguseiks. Esimeste hulka kuuluvad peensool (peale kaksteistsõrmiku), pimesool, ristikäärsool ja S-käärsool; teiste hulka kuuluvad neerud ja kõhunääre.

Tänapäeva teaduse vaatekohalt ei ole kõhukelme lihtne sidekoeline kest, mis vooderdab kõhuõõnepinda ja -elundeid, vaid ta kujutab endast elundit, millel on organismi elutegevuses suur tähtsus.

Kõhukelme koosneb sidekoest ja on vooderdatud kihitumata lame-epiteeliga — mesoteeliga. Elastsed ja kollageensed kiud asetsevad kõhukelmes teatavas korras silmuselise võrgu kujul. Kõhukelme on väga veniv ja elastne. Tema ülesanded on paljus suhtes teaduslikult alles puudulikult selgitatud.

On teada, et haigusetekitajate mikroobide tungimisel kõhuõõnde kalgendub kõhukelme seroosne vedelik ja kleebib omavahel kokkupuutes olevad kõhukelmelehed kokku, moodustades nidemeid, mis isoleerivad haiguskoldeid. Sellega on kõhukelmel organismis kaitseülesanne.

Peale selle imab kõhukelme kergesti temasse sattuvat vedelikku. Sellel omadusel põhjenevad mitmesugused ravi otstarbel teostatavad kõhukelmesisesed infusioonid.

Kõhukelme sile ja niiske pind kergendab siseelundite liikumist ja vähendab nende hõõrdumist. Kõhukelmepõletikku nimetatakse peritoniidiks.

AINE- JA ENERGIAVAHETUS.

Eelmises peatükis tutvusime toidu sattumisega inimese organismi, tema muundumisega seede-elundeis, toitainete imendumisega verre ja lümfi ning nende saabumisega keha rakkudesse. Milline on aga nende ainete edaspidine saatus?

Nagu juba teame, lõhustuvad komplitseeritud orgaanilised ained — valgud, rasvad ja süsivesikud — maos ja sooltes fermentide toimel oma koostusosadeks (amiinhapeteks, glükoosiks jt.) ning imenduvad nende lihtsamate ja lahustuvate ühenditena verre ja lümfi, kust kanduvad organismi kudedesse.

Meie organismi rakkudes toimub, nagu öeldakse, nende ainete omastamine, s. t. nende muutumine raku koostusosadeks. Lihtsamaist ainetest moodustuvad uuesti keerukad orgaanilised ühendid — rasvad, valgud ja süsivesikud, kuid juba omased inimorganismi rakkudele.

Raku varustamist toitainetega ja toitainete muutumist raku koostusosaks nimetatakse assimilatsiooniks. Assimilatsiooni tagajärjel rakud kasvavad ja paljunevad, s. t. ilmuvad uued rakud, kuid peale selle toimub elavas organismis kudede koostisse kuuluvate ainete pidev lammutumine, lagunemine. Toimub elava aine lõhustumine, mille tagajärjel vabaneb ainetes peidetud kujul olnud energia. Elava organismi ainete lagunemise, lõhustumise protsesse, milledega kaasneb energia vabanemine, nimetatakse dissimilatsiooniks. Ainete lagunemine toimub hapniku ja fermentide aktiivsel toimel. Dissimilatsiooni tagajärjel tekkinud aineid nimetatakse lagunemisproduktideks (laguaineiks). Nad on organismile harilikult kahjulikud ja kõrvaldatakse sealt eriliste erituselundite kaudu (vt. peatükk „Erituselundite süsteem").

Vabanenud energia tingib organismi aktiivset tegevust — lihaste kokkutõmbumist, näärmete sekretsiooni, närvikoe võimet ärritusi vastu võtta ja edasi anda jms. Energia avaldub looma organismis mitmesugusel kujul: soojusena, mehaanilise ning kiirgusenergiana. Üks energialiik muundub teiseks.

Siin sobib märkida üht tähtsamat loomade ja taimede erinevust. Erinevalt loomadest on taimed võimelised oma roheliste osade (peamiselt lehtede) abil anorgaanilistest ühenditest (õhu süsihappegaasist, pinnase ja vee mineraalsooladest) sünteesima orgaanilisi aineid ja sealjuures neelama päikesekiirte energiat. Süsivesikute, valgu ja rasva komplitseeritud sünteesimisprotsessi tagajärjel peitub taimedes varjatud (potentsiaalne) energia. Inimene tarvitab taimtoitu; toitained assimileeritakse rakkude poolt ja siis need dissimilatsiooniprotsessis lõhustudes vabastavad suure hulga varjatud energiat, mis taimede kasvamisel oli nendesse kogunenud. Loomad pole võimelised sünteesima anorgaanilistest ainetest orgaanilisi aineid; nad saavad neid valmis kujul taimtoitu süües. Seetõttu on ka meie loomse päritoluga toidus suured potentsiaalse energia tagavarad.

Eelesitatu põhjal võimegi öelda, et meie keha energia- (eriti soojuse-) allikaks on toit.

Assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsessid on vastandlikud, kuid sealjuures ka ühtsad ja omavahel tihedas seoses. Tervikuna moodustavad nad ühtsa *aine- ja energiavahetusprotsessi*. Aine- ja energiavahetuseks on võimeline ainult elav organism. Ainevahetus eristab elavat elutust. Elu on võimalik ainult seni, kuni toimub aine- ja energiavahetus. Selle lakkamine tähendab surma. Täiskasvanud terves organismis on assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsessid vastastikku tasakaalustatud. Kuid mitmesuguseil eluperioodidel võib dissimilatsioon olla assimilatsiooni suhtes ülekaalus ja vastupidi. Näiteks lapse-eas, intensiivse kasvamise ja organismi kujunemise ajal, on assimilatsiooniprotsess ülekaalus, kuigi ainevahetus tervikuna kulgeb erakordse intensiivsusega. Vanaduses, vastupidi, on ainevahetus märksa madalam ja ülekaalus on dissimilatsiooniprotsessid.

Üksikasjalisemaks ainevahetuse uurimiseks vaatleme ainevahetuse liike eraldi.

Valkude-ainevahetus.

Peatükist „Seedimine" teame juba, et kõik meie toidu valgud lõhustuvad sooles amiinhapeteks. Soolest imenduvad amiinhapped otseselt verre ja kanduvad kõikidesse organismi rakkudesse laiali. Rakkudes toimub amiinhapete *süntees*, s. t. tekib uus valk, mis on juba omane antud organismile. Valgud on enamasti plastilised ained. Alati kolloidses olekus olevast

valgust moodustuvad protoplasma, rakutuum ja kudedevaheline aine. Valku ei saa millegi muuga asendada, ja sellepärast vajab kasvav organism eriti valku-sisaldavat toitu. Kuid toidus leiduvad valgud pole omadustelt ja kvaliteedilt ühesugused. Ühed neist sisaldavad peaaegu kõiki organismile vajalikke amiinhappeid, teised aga sisaldavad neid märksa vähemal hulgal. Eristatakse täisväärtuslikke ja mittetäisväärtuslikke valke.

Täisväärtuslikkudeks valkudeks on peamiselt loomsed valgud ja taimseist kartuli- ja oavalgud.

Mittetäisväärtuslikkude valkude hulka kuuluvad peamiselt taimsed valgud ja loomseist valkudest želatiin. Seepärast tuleb toiduga organismi viia mitut liiki valke.

Elutegevusprotsessides raku valgud dissimileeruvad; moodustuvad valkude lagunemisproduktid.

Tehakse vahet valkude mittespetsiifiliste ja spetsiifiliste lagunemisproduktide vahel.

Mittespetsiifiliste hulka kuuluvad vesi ja süsihappegaas. Need tekivad ka teiste orgaaniliste ainete lagunemisel. Vesi eritub neerude ja naha kaudu uriini ja higiga, süsihappegaas — kopsude kaudu.

Spetsiifilisteks lagunemisproduktideks on lämmastikku sisaldavad ained. Paljud neist on mürgised. Näiteks mõjub valgumolekuli lõpliku lõhustumise saadus — ammoniaak — verre kogunedes organismile kahjulikult. Kuid ammoniaaki ringleb veres vabalt vähesel hulgal; ta eritub muutumatul kujul uriiniga. Suurem hulk aga läheb ühes verega maksa. Maksas ühineb ammoniaak süsihappegaasiga ja muutub täiesti kahjutuks kusiaineks — $CO(NH_2)_2$, mis lahkub organismist tervenisti uriiniga.

Komplitseeritud valkudest (nukleoproteiididest) koosnevate rakutuumade lagunemisel moodustuvad teised mürgised ained — puriinid. Nende hulka kuuluvad kusihape, guaniin, ksantiin, hüpoksantiin jt.

Üldiselt erituvad puriinalused uriiniga; kuid mõnikord, haiguste korral, jäävad mõned neist, näiteks kusihape, organismi ja ladestuvad jäsemete väikestes liigestes happese naatriumisoolana. Niisugust haigust nimetatakse podagraks.

Et kõik lämmastikku sisaldavad valgu lagunemisproduktid eritatakse organismist uriiniga, siis on kerge arvutada organismis lammutunud valgu hulka. On teada, et valgus on 16% lämmastikku, s. t. et iga 100 g lammutatud valgu kohta tuleb 16 g lämmastikku, ehk teisiti: ühe g lämmastiku eritumisel on

lammutatud valgu hulk 100:16 = 6,25 g. Kui uriiniga eritus ööpäeva jooksul 20 g lämmastikku, siis järelikult lammutus kokku valku 6,25 korda rohkem. Korrutades 20 6,25-ga (20 × 6,25 = 125), saame 125 g; see ongi ööpäeva jooksul organismis lammutunud valgu hulk.

Niisugustest arvutustest nähtub enamasti, et toidus oleva lämmastiku hulk ja kusega eritatud lämmastiku hulk on võrdsed. Seesugust olukorda nimetatakse lämmastiku tasakaaluks. See on organismi täieliku tervise näitaja.

Kui aga selgub, et toiduga organismi viidud lämmastiku hulk on suurem uriiniga eritatud lämmastiku hulgast, siis on tegemist positiivse lämmastikubilansiga. See esineb alati kasvamisajal ja iseloomustab valgu kogunemist organismi.

Kui aga toidus oleva lämmastiku hulk, s. t. lämmastiku juurdetulek, osutub lämmastiku kulust väiksemaks, siis on tegemist negatiivse lämmastikubilansiga. See esineb organismi kõdunemisel ja sellega kaasneb keha valgu lammutumine (vanadus, haigus jm.).

Organismi elu alalhoiuks vajalik ööpäevane valguhulk on keskmiselt 100 g.

Süsivesikute-ainevahetus.

Süsivesikud ja rasvad kuuluvad lämmastikuta ainete hulka ja kujutavad endist peamiselt energeetilisi või dünaamilisi aineid. Nende lammutumisel vabaneb organismis suur energiahulk, millest osa läheb soojuse tootmiseks, meie keha temperatuuri säilitamiseks, osa mehaaniliseks tööks — lihaste ja siseelundite liigutamiseks, osa aga kujundatakse ümber teisteks energialiikideks.

Süsivesikud on meie toidu koostusosad. Nende tekkimisallikaiks on peamiselt taimede rohelised osad. Süsivesikuid sisaldava toidu näideteks on leib, sai, kartul ja harilik peedisuhkur (disahhariid). Kõik süsivesikute liigid lõhustuvad seedetraktis vastavate fermentide toimel glükoosiks (viinamarjasuhkruks) ja imenduvad otse verre.

Normaalselt ei ületa glükoosi hulk veres 0,12%; igasugune kõrvalekaldumine sellest normist osutab organismi haiguslikule seisundile.

Seedetraktist kandub glükoos lakkamatult verega lihaseisse ja maksa. Seal sünteesitakse ta uuesti polüsahhariidglükogeeniks ja salvestatakse tagavarana, eriti maksas.

Suhkru suurel hulgal toiduks tarvitamise korral tõuseb tema hulk veres tunduvalt. Niisugust olukorda nimetatakse hüperglükeemiaks. Ülirohkel verre sattumisel ei suuda suhkur enam maksas salvestuda ja seepärast eritub osa temast uriiniga.

Niisugust seisundit nimetatakse glükosuuriaks.

Hüperglükeemiat ja sellega kaasnevat glükosuuriat täheldatakse mitte üksnes rohke suhkruga toitmise korral, vaid ka mõnede organismi haiguslikkude seisundite puhul, näiteks suhkurtõve puhul (diabeet).

Vere vähenenud glükoosisisalduse puhul esinevad organismis samuti märgatavad muutused, mis avalduvad nõrkuses, peavalus, krampides jm. Glükoosi glükogeeniks muundumise protsess, mis toimub maksarakkudes, ja glükogeeni uuesti glükoosiks lõhustumine, samuti tema pidev lisandumine verre, olenevad sisesekretoorsete näärmete, nimelt kõhunäärme ja neerupealiste tegevusest. Seda protsessi reguleerib niinimetatud suhkrukeskus.

Kõhunäärmes valmiv hormoon insuliin soodustab glükoosi minemist verest maksa ja tema glükogeeniks muundumist; neerupealiste hormoon adrenaliin soodustab glükogeeni lõhustumist glükoosiks ja glükoosi tagasijuhtimist verre. Järelikult on insuliin ja adrenaliin hormoonid, mis reguleerivad koos süsivesikute-ainevahetust.

Kõhunäärme haigestumise korral, kui verre läheb liiga vähe insuliini, kaotavad maks ja lihased suhkru tagavaraks salvestamise võime, tekib üleküllastumine suhkruga. Glükoosi hulk veres võib olla 1% ja isegi rohkem. Verest läheb üleliigne suhkur uriini. Niisugust organismi seisundit nimetatakse suhkurkusesuseks ehk diabeediks (suhkurtõbi).

Energiaallikaiks on organismis siis mitte süsivesikud, vaid toidu rasvad ja valgud. Diabeedi puhul ei oksüdeeru rasvad organismis täielikult ja veres moodustuvad ebatäieliku lammutumise vaheproduktid — atsetoon ja kahjulikud happed. Kõik need mürgistavad närvisüsteemi ja põhjustavad organismi ohtlikku seisundit, nn. diabeetilist koomat (sügavat und meenutav seisund), mis enne insuliini avastamist lõppes peaaegu alati surmaga.

Organism tarvitab ööpäevas 400—500 g süsivesikuid.

Rasvade-ainevahetus.

Toiduga viime organismi taimseid ja loomseid rasvu. Kõik need lõhustuvad seedetraktis seedefermentide mõjul glütseriiniks ja rasvhapeteks ning imenduvad soolehattude kaudu. On kindlaks tehtud, et sapi mõjul lahustuvaiks ühendeiks muudetud rasvhapped ei lähe veresoontesse, vaid soolehattude lümfisoontesse ja kanduvad siis lümfivooluga läbi lümfisõlmede rinnajuhasse. Rasvade resüntees, s. t. rasvamolekuli kujundamine glütseriinist ja rasvhappeist, toimub, nagu viimaste aastate uurimused on näidanud, lümfisõlmedes. Peale selle sünteesitakse osa rasva väga väikestes hulkades ka soolehatu enda ääristatud epiteeli rakkudes (kohaliku tähtsusega süntees).

Lümfi rinnajuha suubub kaela vasakusse venoossesse nurka (vasaku nimetu veeni kujunemise koht). Nii ühineb lümfisüsteem veresoonestikuga. Imendunud rasv kandub keha elundeisse, kudedesse ja rakkudesse laiali. Rasv on energeetiline aine, suurem osa temast oksüdeerub rakkudes ja lõhustub rasvade lõplikeks lammutusaineiks — süsihappegaasiks ja veeks. Sellel lõhustumisel vabaneb suur energiahulk, kaks korda suurem kui süsivesikute lõhustumisel. Osa sellest energiast kulub soojuseks ja keha temperatuuri säilitamiseks, osa aga mehaaniliseks tööks (lihaste liikumine); osa muutub teisteks energialiikideks.

Eespoolöeldust järgneb, et meie toitudes sisalduv rasv on üks tähtsamaid energeetilisi toitaineid.

Rasvamolekuli lõhustumise lõppsaadused — süsihappegaas ja vesi — erituvad organismist pidevalt: süsihappegaas peamiselt kopsude kaudu ja vesi neerude ning naha kaudu uriini ja higi näol.

Rasvad võivad organismis moodustuda mitte ainult toidus leiduvaist rasvadest, vaid ka süsivesikuist ja valkudest. Sellel põhjeneb sigade nuumamine kartuliga, s. t. ainult süsivesikuid sisaldava toiduga, milles ei leidu peaaegu üldse rasva.

Rohkesti rasva ja jahusüsivesikuid sisaldava toidu tarvitamine põhjustab tavaliselt rasvatagavarade salvestumist organismis. Rasv ladestub niinimetatud r a s v a - d e p o o d e s s e. Nendeks on nahaalune rasvkude, rasvik ja neeru rasvkihn. Rasva puudumisel toidus saavad meie organismi rakud ja koed seda nendest rasva-depoodest.

Rasvadel on peale põhifunktsiooni — energeetilise — veel teine füsioloogiline ülesanne. Nimelt hoiavad rasva halva soojusejuhtivuse tõttu nahaalune rasvakiht ja rasvik meie keha

temperatuuri langemise eest; siseelundite ümber ladestunud rasv kaitseb neid elundeid paigaltnihkumise ja mehaaniliste vigastuste eest. Organism tarvitab ööpäevas 50—60 g rasva.

Rasva-ainevahetuse häirete puhul, rasvade mitteküllaldase oksüdeerimise korral, toimub organismi üldine rasvumine suurte rasvahulkade ladestumisega nahaaluses rasvkoes ja siseelundeis. Organismi niisuguse seisundiga kaasnevad tavaliselt lihavus ja rida funktsionaalseid häireid — hingeldamine, kehvveresus jm. Seevastu rasvavarude intensiivne põlemine organismis, nagu see esineb näiteks ägedate nakkushaiguste puhul, põhjustab kõhnumist.

Rasvataolised ained (lipoidid), millede hulka kuuluvad letsitiin, tserebriin, kolesteriin jt., kanduvad samuti koos toiduga seedetrakti. Siit satuvad nad verre, rakkudesse ja elundite kudedesse.

Rasvataolistel ainetel on ainevahetuses väga suur tähtsus. Nad kuuluvad raku protoplasma välise kihi — ektoplasma koostisse, moodustades rakukesta, mille kaudu toimuvad ainete saabumine rakku ja lagunemisproduktide väljaviimine rakust. Järelikult sõltuvad lipoidse kesta seisukorrast paljud rakusisese ainevahetuse protsessid.

Vee- ja mineraalide-ainevahetus.

Peale süsivesikute, valkude, rasvade ja lipoidide on organismile tema normaalseks funktsioneerimiseks tingimata vajalikud vesi ja mineraalsoolad.

Vett on organismis üsna palju. Nii sisaldab organism seda areneval lootel ligi 95%, täiskasvanul ligi 75% ja raugal 65%.

Vesi tuleb organismi kas veena või vedelate toitudega, või jälle tekib meie kudedes dissimilatsiooniprotsessis. Vesi on väga suure tähtsusega. Ta kuulub keha vedelate osade koostisse. Vesi on alaliseks lahustajaks ja kõik meie rakkudes toimuvad komplitseeritud biokeemilised protsessid on võimalikud ainult küllaldase veehulga olemasolul. Vesi on vajalik tingimus ainevahetuse teostumiseks organismis. Peale selle reguleerib vee aurumine naha pinnalt meie keha temperatuuri.

Organism kaotab vett pidevalt. Ta eritab vett muutmatul kujul neerude kaudu (uriiniga), läbi naha (higiga), hingamiselundite kaudu (veeaurud) ja roojamassidega.

Organismile vajalik ööpäevane veehulk kõigub tugevasti. Keskmiselt on see 3 liitrit.

Vee-ainevahetuse korratus põhjustab organismis paljusid tõsiseid häireid. Vee-ainevahetuse häire võib avalduda kas uriinihulga suurenemises või selle väga järsus vähenemises. Kusehulga suurenemist nimetatakse polüuuriaks. See tekib kas suure hulga vedelikkude organismi sattumise tõttu või vee mitteküllaldase kinnipidamise tõttu kudede poolt, nagu see esineb tavaliselt suhkurkusesuse ja suhkruta suhkurkusesuse puhul.

Eritatava kusehulga vähenemist nimetatakse oliguuriaks. See tekib vee liigse kinnipidamise tõttu kudede poolt ja sellega kaasneb alati tursete tekkimine, mis häirib füsioloogiliste protsesside normaalset kulgu.

Mineraalsoolad on organismile samuti hädavajalikud. Soolad kuuluvad meie organismi kõikide rakkude ja kudede koostisse.

Soolad on maos tekkiva soolhappe materjaliks, nad võtavad osa vere hüübimisest (kaltsiumisoolad), tingivad meie skeletiluude kõvadust ja kudede kolloidide normaalset seisundit.

Mineraalaineteta pole organismi elu võimalik. Ühe või teise mineraalsoola ülesannet organismis ja tema tähtsust ainevahetuses selgitavad katsed loomadega. Harilikult ei anta loomale mõnda soola ja vaadeldakse siis looma organismis toimuvaid muutusi. Selliste katsetega on kindlaks tehtud, et mõnedel mineraalainetel on organismi elutegevusele eriti oluline tähtsus. Nende hulka kuuluvad naatrium, kaalium, fosforhape jt.

Seejuures tuleb märkida, et organismile on tähtis mitte üksnes nende ainete olemasolu rakkudes ja kudedes, vaid ka nende ainete normaalne omavaheline hulgaline suhe. Nende suhete häirete puhul toimuvad elundite funktsioonide järsud muutused. Näiteks kaaliumi tasakaalu rikkumise korral veres tekib tugev südamepekslemine, kaltsiumi vähenemisel esinevad lihastekrambid, s. t. häirub neuro-muskulaarne süsteem. Kaltsiumisoolade puuduse puhul veres on vere hüübimise protsess tugevasti häiritud.

Kaltsiumisoolad kuuluvad ka hammaste ja luude koostisse; seepärast on nad eriti vajalikud kasvavale organismile.

Keedusoola vähesuse puhul toidus häirub seedimine maos tugevasti, sest kloornaatrium on maomahla soolhappe moodustamise lähteaineks.

Kaltsiumi- ja fosforhappe-ainevahetuse häirete puhul ilmub haigus, mida nimetatakse rahhiidiks. Seda haigust iseloomustab luude kõvaduse ja teiste omaduste muutumine.

Rauasoolad kuuluvad meie vere hemoglobiini koostisse.

Fosforhappesoolad kuuluvad luude koostisse ja sisalduvad närvikoes. Neist näiteist selgub meie toidus leiduvate soolade tähtsus ja soolade tohutu suur ülesanne organismis. Vee- ja mineraalide-ainevahetus on teineteisega tihedasti seotud: ühe muutumine põhjustab sageli ka teise muutumist.

Kõik eluks vajalikud mineraalsoolad tulevad organismi toidu ja joogiga. Sellest hulgast jätkub täiesti organismi normaalseks elutegevuseks.

Organismist lahkuvad mineraalsoolad pisarate, higi, uriini ja roojamassidega.

VITAMIINID JA AVITAMINOOSID.

Möödunud sajandi lõpuni arvati, et küllaldase hulga süsivesikute, valkude, rasvade, vee ja mineraalsoolade viimisest organismi jätkub täiesti organismi normaalseks eluks. Selgus, et see pole päriselt just nii.

Möödunud sajandi lõpul sooritas vene arst Lunin hulga katseid valgete hiirtega. Osa hiiri toitis ta tavalise piimaga, teisi — nende ainete seguga, milledest piim koosneb. Tulemused olid huvitavad. Piimaga toidetud hiired jäid terveks, kunstliku seguga toidetud hiired hukkusid. Siit järeldati, et loomulikus piimas on veel mingi aine, mis on eluks äärmiselt tarvilik.

Hiljem tegid teised õpetlased arvukaid katseid ja kõik katsed kinnitasid Lunin'i vaatluste tulemusi.

1912. a. sai õpetlane Funk esimesena neid aineid riisikliidest ja nimetas nad vitamiinideks (sõnast „vita" — elu ja „amiin" — keemiline lämmastikku sisaldav rühm, mis Funk'i esialgse arvamuse järgi kuulus nende ainete koostisse [1]).

Vitamiine ehk toitumise täiendavaid tegureid leidub meie toidus väga vähesel hulgal, kuid sellest jätkub organismi normaalseks elutegevuseks.

Paljude vaatluste ja katsete põhjal tehti kindlaks, et vitamiinide puudumine või vähesus toidus põhjustab haigusi, mida tuntakse a v i t a m i n o o s i d e nimetuse all.

Avitaminoosside hulka kuuluvad järgmised haigused: skorbuut, rahhiit, beribeeri, pellagra, kanapimedus jt.

Vitamiinide puudulik sisaldumine toidus või nende puudulik imendumine seedetraktis tekitab organismi erilise haigusliku seisundi, mida tuntakse h ü p o v i t a m i n o o s i nimetuse all.

Vitamiinide täielikul kõrvaldamisel toidust ei ilmne avitaminoos otsekohe, sest organism elab veel mõne aja oma vitamiinide tagavaradest. Niisugust organismi seisundit nimetatakse p r e a v i t a m i n o o s i k s.

---

[1] Hiljem selgus, et vitamiinid pole sugugi amiinide hulka kuuluvad ained; esialgne nimetus aga säilis.

Preavitaminoosi puhul ilmnevad alguses kõikidele avitaminoosidele ühised haigusnähud: loidus, isupuudus, kiire väsimine, südamepekslemine; hiljem lisanduvad juba spetsiifilised haigusnähud, mis on iseloomulikud ainult teatavale avitaminoosile.

Vitamiine tähistatakse ladina tähestiku tähtedega: A, B, C, D jne.

Üsna viimase ajani (kuni 1920. a.) oli kindlaks tehtud ainult kolme vitamiini olemasolu: A, B ja C, hiljem avastati vitamiin D ja nüüd on tuntud vitamiinide hulk palju suurem (ligi 30).

Vitamiin A.

Vitamiin A on antikseroftalmiline vitamiin. Esimese Maailmasõja ajal esines Taanis tööliste lastel hulgaliselt silma sarvkesta haigestumisi selle iseloomuliku tuhmumisega, nn. kseroftalmiat. Selle haiguse tagajärjel jäi suur protsent haigeid pimedaks. Selgus, et haiguse põhjuseks oli puudulik ja ühekülgne toitmine, A-vitamiini puudumine toidus. A-vitamiini puudumine või vähesus toidus võib põhjustada veel teist haigust — kanapimedust. Sellele haigusele on iseloomulik, et haige näeb halvasti pimedas ja videviku ajal. Kanapimedust esineb Jaapanis riisi-istandike tööliste hulgas, kes toituvad ühekülgse toiduga, mis ei sisalda A-vitamiini.

Selle haiguse olemus seisneb silma võrkkesta nägemispurpuri funktsiooni häires.

A-vitamiini puudumine või vähesus toidus põhjustab peale eespoolnimetatud haigusnähtude alati organismi üldist nõrgenemist ja vähendab tema vastupanu nakkustele.

A-vitamiin esineb peamiselt loomseis rasvades — võis, piimas, munarebus ja maksas.

Suvel sisaldavad need ained A-vitamiini märksa rohkem kui talvel, kui loomad ei saa rohelist toitu. Searasvas puudub A-vitamiin täielikult.

Eriti palju on A-vitamiini kalamaksaõlis, mida toodetakse tursamaksast.

A-vitamiin võib salvestuda meie organismis maksas ja teistes elundites tagavaradena. Rohelistes taimedes on eriline aine — karotiin, mis satub organismi toiduga ja muutub seal A-vitamiiniks. Nii tekivad taimesaadustega ja loomsete rasvadega toitumisel organismis A-vitamiini tagavarad.

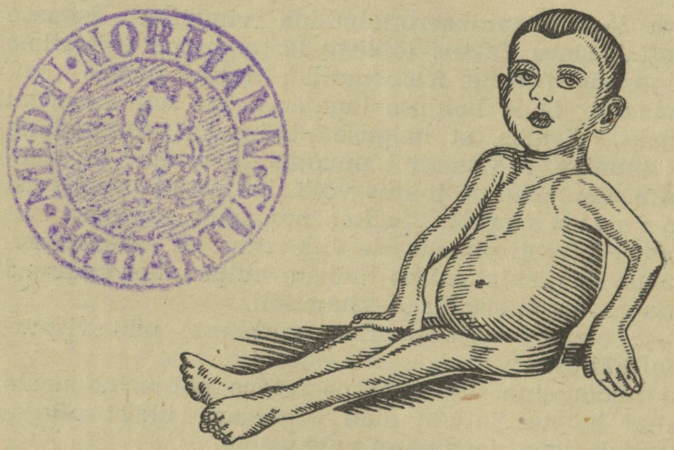
A-vitamiini leidub suurel hulgal spinatis, salatis, baklažaanides ja porgandis.

A-vitamiin on väga vastupidav temperatuurimõjudele: toidu keetmisel ta ei lammutu, kuid tema säilitamiseks tuleb toitu keeta ja hautada kinnises nõus õhu juurdepääsuta.

Pikemaaegsel toiduainete säilitamisel lammutub A-vitamiin sageli. Viimaseil aastail on A-vitamiini saadud keemiliselt puhtal kujul.

Vitamiin D.

Vitamiin D on antirahhiitiline vitamiin. Rahhiidi puhul pehmuvad lapsel luud, jalad kõverduvad, lõgemed kasvavad halvasti kinni. Laps ei arene normaalselt, ta hakkab hilja seisma ja käima, tal on suur pea ja pundunud kõht (joon. 194).



Joon. 194. **Rahhiidi raske vorm luude kõverdumisega.**

Rahhiiti tuntakse ürgaegadest. Teda mainib oma teostes kreeka õpetlane Hippokrates, temast kõneleb ka rooma õpetlane Claudius Galenos.

Praegusel ajal esineb rahhiiti rohkesti paljudes maades.

Seda haigust põhjustab D-vitamiini puudumine toidus.

D-vitamiinil on inimese organismis suur tähtsus. Ta soodustab kaltsiumi- ja fosforhappesoolade imendumist soolest verre. Need soolad kuuluvad luude koostisse. D-vitamiin reguleerib järelikult fosfori- ja kaltsiumi-ainevahetust organismis.

Avitaminoosid A ja D saadavad sageli teineteist, kuna D-vitamiin esineb samades ainetes, kus leidub ka A-vitamiini: võis, maksas, piimas, munarebus ja eriti kalamaksaõlis.

Kui nahka kiiritada loomuliku või kunstliku päikese kiirtega, nn. kõrguspäikesega — elavhõbeda-kvartslambiga, siis võib vitamiin D tekkida otseselt elundeis (näiteks nahas) ja salvestuda tagavaradena. Seepärast ongi tarvis rahhiidist hoidumiseks muretseda lastele mitte ainult D-vitamiini sisaldavat toitu, vaid ka lasta päikesekiiri nendele mõjuda. Kuid päikesekiiri tuleb kasutada suure ettevaatusega. Eriti käib see alla 5-aastaste laste kohta. Kiiritamise kõige paremaks ajaks on neile hommikused ja pealelõunased tunnid.

Mõningate toiduainete kiiritamisel ultravioletsete kiirtega tekib neis samuti vitamiin D.

Suures hulgas sisaldab D-vitamiini kiiritatud õlle- ja leivapärm. Pärmi lisamisel lehmasöödasse omandab lehmapiim rahhiidivastaseid omadusi.

D-vitamiini on saadud keemiliselt puhtal kujul. Selgus, et D-vitamiin on sama ergosteriin, mida juba varem on keemiliselt isoleeritud. Praegusel ajal valmistatakse palju kunstlikke preparaate, mis rikkalikult sisaldavad D-vitamiini. Müügil on järgmised preparaadid: vitaminool, vigantool ja kaltsiferool.

D-vitamiini võib organismis liigselt koguneda; seepärast võib D-vitamiini preparaatide, eriti vitaminooli ülemäärane tarvitamine organismile kahjulik olla.

Nii D-vitamiinil kui ka A-vitamiinil on suur vastupidavus kõrge temperatuuri suhtes ja seepärast ei lammutu nad toidu keetmisel.

Raseduse ja imetamise ajal on D-vitamiini-tarvidus organismis märgatavalt suurenenud.

D-vitamiinil on suur tähtsus lapse arenemises ja eriti lapse luude kujunemises, mispärast imetav ema peab tingimata saama toiduga küllaldasel hulgal seda vitamiini.

Vitamiin E.

Vitamiin E on sigimise vitamiin. Paljude loomkatsetega on selgitatud, et vaatamata rikkalikule toidule ja suurele vitamiinide hulgale (välja arvatud vitamiin E) kaotasid loomad sigimisvõime. Nii ei siginud rotid ainult piimaga toitmisel. Kuid piimale teravilja lisandamisel omandasid nad uuesti sigimisvõime.

Lindudel vähenes munemine E-vitamiini vähesusel toidus teravalt. Imetajail esines raskeil avitaminoosijuhtudel täielik sugutungi kadumine.

E-vitamiin sisaldub viljaterade idudes, rohelistes taimedes, munarebus, samuti mõningais loomakudedes. Eriti suurel hulgal esineb teda platsentas ja hüpofüüsi eesmises sagaras.

See vitamiin on kõrge temperatuuri suhtes väga vastupidav ega lammutu toidu keetmisel.

Praeguse ajani on E-vitamiini teistest vitamiinidest vähem uuritud.

Vitamiin B.

Tänapäeval tuntakse mitut B-vitamiini. Nii eristatakse vitamiine B_1, B_2 jne.

Vitamiin B_1 on antineuriitiline vitamiin. Idamail — Jaapanis, Hiinas ja Indias — esineb väga sageli haigus, mida tuntakse beribeeri nimetuse all. Beribeeri on väga raske haigus. Ta avaldub üldises nõrkuses, organismi kõhetumises ja alumiste jäsemete liikumishäireis. Jalgade osalise halvatuse tagajärjel käib haige, nagu oleks ta raudus, — siit ongi tekkinud haiguse nimetus, mis tuleb hindukeelsest sõnast „beribeeri", mis tõlkes tähendab „vangirauad", „ahelad" (joon. 195). Beribeerihaigus on, nagu rahhiitki, ammust ajast tuntud. Selle haiguse kirjeldusi võib leida juba vanadest, XII sajandi hiina arstiteaduslikkudest raamatutest.



Joon. 195. Beribeerihaigus inimesel.

Praegusel ajal on beribeerihaigust küllalt hästi uuritud ja on kindlaks tehtud, et ta kujutab endast tüüpilist avitaminoosi, mis tekib B_1-vitamiini vähesusest toidus.

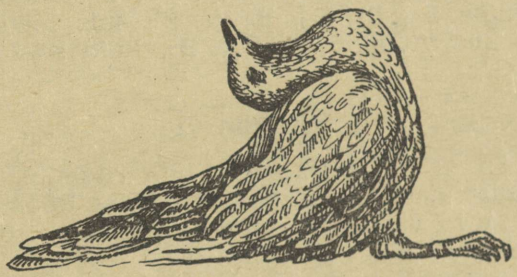
Selle haiguse aluseks on ainevahetusprotsesside, eriti tsentraalnärvisüsteemis tekkinud muutused. B_1-avitaminoosi-nähtusi närvisüsteemis nimetatakse polüneuriidiks.

Kõige rohkem esineb see haigus idas, kulide seas, kes on sunnitud toituma peaaegu ainult kooritud riisist. Beribeeri tekib valge, kooritud riisi söömisel, mis on punasest kestast puhastatud.

Katseliselt tekitati beribeerihaigust tuvidel. Tuvidel esinesid peaaegu samasugused nähud kui inimeselgi: jalgade ja tiibade halvatus, kõndimishäired, pea tahapoole kallutamine, krambid ja surm kõhetumise tagajärjel (joon. 196).

Vitamiin B_1 esineb taimede seemnetes, kõige rohkem kliides, s. t. terade väliskestas (riis, nisu), samuti ka paljudes köögiviljades (porgand, kapsas, spargel, kartul, hernes, uba) ning mõnedes puuviljades (apelsinid, õunad), pähklites, õlle- ja leivapärmis. B_1-vitamiin esineb vähesel hulgal ka loomseis toiduaineis — lihas, munades, piimas.

Eelöeldust järgneb, et on kasulik süüa jämedalt jahvatatud (kliisid sisaldavast) jahust leiba, sest see on rikas B_1-vitamiini poolest. Eriti väärtuslik on müügil olev täisteraleib, mis sisaldab suurel hulgal B_1-vitamiini. Vitamiin B_1 on kõrgele temperatuurile väga vastupidav ega lammutu seepärast toidu keetmisel. Ta lahustub hästi vees ja jääb tangude ning aedvilja keetmisel keeduvette, mida selletõttu tuleks toiduks kasutada.



Joon. 196. **Beribeerihaigus tuvil. Pea kallutamine seljale (opistotoonus).**

B_1-vitamiini on saadud keemiliselt puhtal kujul.

B_2-vitamiin on antidermatiitiline ja kasvuvitamiin.

Maades, kus juba vanast ajast tarvitatakse toiduks maisi, on levinud haigus pellagra. See haigus algab üldise nõrkuse, peapöörituse ja unetusega, siis tekib kõhulahtisus ja nahale ilmuvad iseloomulikud punased täpid (erüteem), mis eriti silma paistavad blondidel; lõpuks areneb kõige raskem pellagra sümptoom — psüühilised häired; need väljenduvad rõhutud olekus, mõnikord endatapukatseis, samuti hallutsinatsioonides. Pellagra arengut iseloomustab „d" triaad: dermatiit (naha haigestumine), diarröa (kõhulahtisus) ja dementsia (muutused haige psüühikas).

Pellagra on väga raske haigus ja lõpeb sageli surmaga. On täpselt kindlaks tehtud, et pellagrat põhjustab B_2-vitamiini puudumine toidus. Kaugelearenenud pellagrat on üsna raske terveks ravida, kuid B_2-vitamiini toidusse lisandamine

kergendab märgatavalt haige seisundit ja ravib haiguse preavitaminoosses staadiumis täielikult.

Vitamiin B_2 esineb suurel hulgal samades toiduainetes, kus vitamiin B_1: pärmis, kliides, kapsas, spinatis ja samuti munarebus ning maksas.

Vitamiin B_2 on kõrgele temperatuurile väga vastupidav ega lammutu toidu keetmisel.

B_2-vitamiini on saadud keemiliselt puhtal kujul; teda nimetatakse siis flaviiniks. Igapäevasel flaviini lisandamisel katseloomade toidule, kelledele varem anti toitu, milles B_2-vitamiin puudus, märgati, et nende loomade kasv kiirenes. Siit järeldati, et B_2-vitamiinil on peale teiste omaduste veel kasvu edendav toime.

Viimasel ajal oletatakse veel mitme B-vitamiini olemasolu, nimelt vitamiine B_3, B_4, B_5, B_6 ja B_7, mis leiduvad samades toiduainetes, kus vitamiinid B_1 ja B_2, kuid seni on neid veel vähe uuritud.

Vitamiin C.

Vitamiin C on antiskorbuutiline vitamiin. Skorbuut on juba ammust ajast tuntud haigus. Vana-Roomas kannatasid näiteks Caesar'i väed skorbuudi all ja ristisõdade ajal, XIII sajandi algul, esines skorbuut massiliselt.

Igivanadest aegadest on skorbuut olnud meresõitjate nuhtluseks. Kuulsate meresõitjate Vasco da Gama ja Magalhães'i meeskonnad kannatasid XVI sajandil rängasti skorbuudi käes. Skorbuut möllas ka Venemaal tsaari armees 1904. a. Port Arthuri piiramise ajal Vene-Jaapani sõjas.

Skorbuudi puhul hakkavad hambad logisema ja langevad välja, igemed veritsevad, muutuvad kohevaks, suu limaskest haavandub, suust tuleb halba lehka. Ka siseelundid kahjustuvad. Skorbuuti haigestuvad mitte ainult täiskasvanud, vaid ka lapsed. Laste skorbuuti nimetatakse Barlow' tõveks.

Skorbuut tekib C-vitamiini puudusest toidus. Selle vitamiini sissevõtmine ravib skorbuudi täielikult.

Eriti palju on C-vitamiini kapsas, porgandis, naeris, mädarõikas, spinatis, tillis, apelsinides, sidruneis, mustas sõstras, okaspuuokstes ja kibuvitsamarjades.

1932. a. eraldasid õpetlased punasest piprast (paprika) askorbiinhappe ja tegid kindlaks, et see on puhas skorbuudivastane C-vitamiin.

Askorbiinhapet on saadud ka sünteetilisel teel. Ta on müügil ja teda kasutatakse skorbuudi ravimiseks ning selle haiguse

ennetamiseks. Askorbiinhape pole mürgine, mispärast pole põhjust karta tema liigset organismi viimist. Meil kasutatakse skorbuudi ravimiseks ning tema ennetamiseks laialdaselt ja täie õigusega ka kuivatatud kibuvitsamarjade vesileotist. Kibuvitsamarju leotatakse soojas vees (mitte üle 50°) 2 tundi, filtreeritakse siis läbi riide ja juuakse teena.

Okaspuuokastest valmistatud leotis on samuti suurepärane skorbuudivastane vahend. Hea on ka mustade sõstarde vesileotis, samuti nõgeseleotis, isegi keedetud kartul ja idanenud herned. C-vitamiin ei ole kõrgetele temperatuuridele vastupidav: üle 60° kuumutamisel lammutub ta suuremalt osalt. C-vitamiini-sisaldus eelnimetatud ainetes pole ühtlane ja vitamiini säilimine sõltub nii nende ainete säilitamisviisist kui ka säilitamisajast, samuti ka toidu valmistamise viisist.

Nii kasutatakse kapsas olevä vitamiini alalhoidmiseks erilist hapendamismeetodit, lisades hapendatavaisse kapsastesse puhast piimhappekepikeste kultuuri.

Skorbuudi vastu võitlemiseks ja tema ennetamiseks on nüüd kaugeis põhja-piirkondades, kus kohalikud aedviljad puuduvad, loodud aedviljabaasid (Kandalakša, Murmansk ja teised kohad).

Kõike eelmainitut kokku võttes võime teha järgmised järeldused.

1. Organismi varustamine toidus sisalduvate vitamiinidega on tarvilik: need mõjustavad sügavalt ja mitmekülgselt organismi elutegevusprotsesse.

2. Vitamiinide vähesus toidus põhjustab *avitaminoose*, mis on ajendatud ainevahetushäiretest organismis.

Nii häirib B_1-vitamiini puudumine süsivesikute-ainevahetust, A- ja D-vitamiini puudumine tekitab mineraalsoolade-ainevahetuse häireid, B-kompleksi vitamiinide ja C-vitamiini puudumine vähendab organismi gaasivahetust jne.

3. Toidu säilitamise ja valmistamise viis on väga oluline.

4. Mõningaid toiduaineid (juurvilju, marju, puuvilja) tuleb süüa toortoiduna.

Toidunormid.

Eelnevast järgneb, et meie toidu koostisse peab kuuluma vett, soola, valku, süsivesikuid, rasva ja vitamiine.

Vesi ja soolad on organismile väga vajalikud, kuid nad ei ole energiaallikaks ja erituvad organismist muundumatul kujul.

Valgud on meie toidu hädavajalikud koostusosad, sest neid ei saa millegi muuga asendada. Nad kuuluvad raku proto-

plasma ja tuuma koostisse ning on meie keha rakkude ja kudede tähtsamaks ehitusmaterjaliks.

Süsivesikud ja rasvad on peamiseks energiaallikaks meie organismis.

Inimene kulutab iga päev mitte ainult töötades, vaid ka puhkeolekus suure hulga energiat. Kui energia tarvitamine on juurdetulekuga võrdne, nagu see esineb organismi normaalse seisundi puhul, siis tekib tasakaal, s. t. ainevahetuse *püsiv bilanss*. Kui aga energeetilise materjali ja järelikult ka energia juurdetulek on väiksem kui tarvitamine, nagu see esineb nälgimisel, siis toimub ainevahetus keha kudede kulutamise arvel, s. t. tekib *negatiivne bilanss*. Kui aga tarvitamine on juurdetulekust väiksem, nagu see esineb tugevdatud toitmisel, siis salvestub osa toitaineid tagavaradena. Sel puhul kõneldakse organismi *positiivsest bilansist*.

Selleks et teada saada, kui suurt hulka toitu on vaja organismi viia, tuleb kindlaks määrata, kui palju kulutab organism ööpäeva jooksul energiat ja samuti kui suure energiatagavara saame teatava toiduga, s. t. peab teadma, nagu öeldakse, toidu *kalorsust*. Eristatakse väikesi ja suuri kaloreid.

On kindlaks tehtud, et mitmesuguste toitainete põlemisel annab 1 g valku 4,1 suurt kalorit [1], 1 g süsivesikuid — 4,1 suurt kalorit ja 1 g rasva — 9,3 suurt kalorit.

Kui välja arvutada kogu valkude, süsivesikute ja rasvade hulk, mis ööpäeva jooksul organismi viiakse, siis võib kindlaks määrata selle energia kvantumi, mille organism sai toiduga selle aja jooksul. Nii on kindlaks tehtud, et täiesti rahulikus olekus voodis lamades kulutab inimene umbes 1800 suurt kalorit. Seda energiakulutust nimetatakse *basaalseks* ehk *põhi-ainevahetuseks* ja see tähistab minimaalset energiakulu, mis on vajalik inimese elu alalhoiuks. Keskmise raskusega tööd tehes kulutab inimene umbes 3000 suurt kalorit ööpäevas ja raskel tööl veelgi rohkem. Selleks et kulutatud energiat tasa teha, peab inimene sööma. Keskmise raskusega tööd tehes peab ta ööpäevas saama keskmiselt järgmise hulga toitaineid:

	Valgud	Rasvad	Süsivesikud
Kvantum grammides	100	50	500
Suurte kalorite hulk 1 grammis	4,1	9,3	4,1
Kokku suuri kaloreid	410	465	2050

Kokku . . . 2925 suurt kalorit

[1] Suureks kaloriks nimetatakse soojushulka, mis kulub selleks, et soojendada 1 liitrit vett 1° võrra.

Siin esitatud toidunormid on muidugi ainult näitlikud. Raske füüsilise töö tegijale on tarvis neid märgatavalt suurendada ja vaimutöölistele tuleb toidus ette näha lipoide, mis sisaldavad fosforit, sest vaimse töö puhul tarvitab organism neid ohtrasti.

Laste toidunormid peavad sisaldama suurel hulgal kaltsiumisoolasid, rauda ja fosforit (neil on suur tähtsus luukasvuprotsessis), suurel hulgal valku, mis on kasvavale organismile peamiseks ehitusmaterjaliks, samuti vajalikul määral vitamiine, mis aktiviseerivad ainevahetusprotsesse.

Toidunormide koostamisel ei tule silmas pidada ainult toiduainete kalorsust. Nii näiteks annavad rasvad väga palju energiat, kuid ainult rasvadest ei saa toituda: neis pole lämmastikku ja järelikult ei saa nad üldse asendada valgukaotust organismis.

Samal põhjusel ei tohi piirduda ainuüksi süsivesikuterikka toiduga.

Toidus peavad tingimata olema kõik normis tähendatud toitained. Ainult toidunormide silmaspidamisest samuti ei piisa. Erinevad valgud sisaldavad teatavasti erisuguseid amiinhappeid; seepärast tuleb valke sisaldavat toitu võimalikult mitmekesistada sel teel, et organismi viiakse suurem hulk meile vajalikke amiinhappeid. Peale selle tuleb päevase toidunormi koostamisel tingimata arvestada toidu maitsvust ja tema valmistamisviisi. Maitsvalt valmistatud toit seedub paremini ja organism omastab seda kergemini.

Aga kõigest sellestki on vähe. Normaalseks seedimiseks on väga tähtis ka vastav miljöö söömise ajal (puhas lina, mugav ruum, puhas õhk), samuti organismi rahulik psüühiline seisund. Need aitavad suurendada isu ja soodustavad toidu omastamist.

Haigetele määratakse erilised toidunormid. Nii näiteks muudetakse suhkurkusesuse puhul toiduks tarvitatavate süsivesikute hulka ja kvaliteeti, maksahaiguste puhul — rasvade hulka, kuna podagra puhul kõrvaldatakse toidust liha, mille valgud sisaldavad palju puriinaluseid, jne.

HINGAMINE.

Organismi ja ümbritseva atmosfääri vahel toimub gaasivahetus. Organism absorbeerib õhust hapnikku. Kudedes toimub hapniku osavõtul valkude, rasvade ja süsivesikute oksüdatsioon. Selle tagajärjel vabaneb energia ja tekivad laguained. Viimaste hulka kuulub süsihappegaas, mida organism eritab ümbritsevasse keskkonda. Organismi varustamist hapnikuga, selle kasutamist, süsihappegaasi moodustamist ja eritamist kokku nimetataksegi hingamiseks.

Hingamisprotsessis eristatakse järgmisi momente.

1. Kopsu- ehk väline hingamine — hapniku juhtimine ümbritsevast õhust kopsudesse ja verre ning süsihappegaasi väljaviimine.

2. Gaaside transport — hapniku viimine kopsudest kudedesse ja süsihappegaasi toomine kudedest kopsudesse.

3. Koehingamine — hapniku juhtimine verest rakkudesse, rakkudes toimuvad oksüdatsiooniprotsessid ja süsihappegaasi eritamine kudedest verre.

Väline hingamine toimub hingamiselundite abil. Inimesel on hingamiselundeiks ninaõõs, kõri, hingetoru, bronhid ja kopsud. Need arenevad lootel väljakasve kujul eessooleseinast, s. t. on arenguloolisel ühendatud seedesüsteemiga.

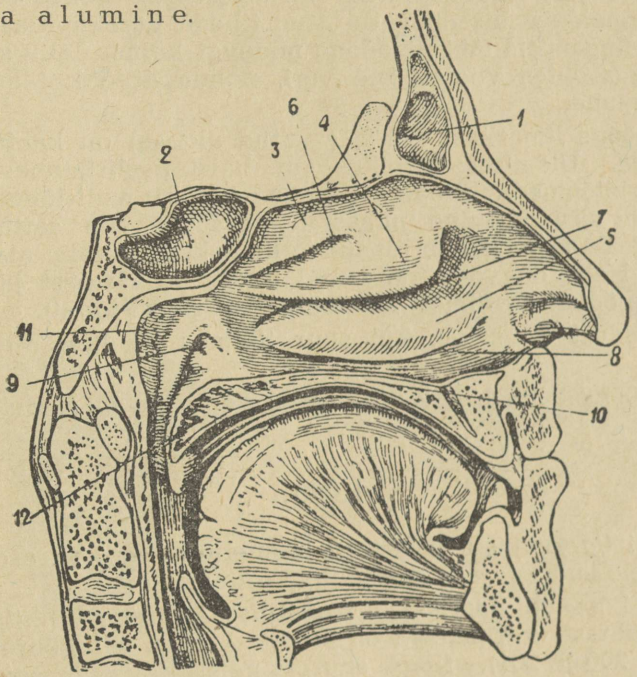
Loomariigi evolutsiooniprotsessis on hingamise funktsioon keerukamaks muutunud ja koos sellega on komplitseerunud ning ümber kujunenud ka hingamiselundid. Nii toimub ussidel hingamine läbi keha väliskatte — naha. Putukail arenesid omapärased trahheed, s. t. kogu keha läbivad torukesed. Alamail keelikloomadel, kes vees elasid, arenesid lõpused, ja kuivmaaloomadel — kopsud.

Hingamiselundite struktuur.

NINAÕÕS.

Ninaõõs (*cavum nasi*) on hingamissüsteemi algus. Suuõõnest on ta eraldatud vaheseinaga — kõva ja pehme suulaega, koljuõõnest — sõelluu lestmega.

Ninaõõne külgmistel seintel asetsevad ninakarbikud (*conchae nasales*), kolm kummalgi pool. Ninakarbikud suurendavad ninaõõne sisepinda, millega sissetulev õhk kokku puutub. Ninakarbikute vahel on kolm ninakäiku: ülemine, keskmine ja alumine.



Joon. 197. Ninaõõs. 1 — otsmikuluu-urge; 2 — kiilluu-urge; 3 — ülemine ninakarbik; 4 — keskmine ninakarbik; 5 — alumine ninakarbik; 6 — ülemine ninakäik; 7 — keskmine ninakäik; 8 — alumine ninakäik; 9 — Eustachio tõrve avaus; 10 — kõva suulagi; 11 — ninaneel; 12 — pehme suulagi.

Vahesein jaotab ninaõõne kaheks. Vaheseina moodustavad sahkluu, sõelluu vertikaalne leste ja kõhr.

Ninaõõs on ühendatud naaberõõntega: õhku sisaldavate otsmiku- ja põsenurkadega, nina-neelu õõnega (tagasõõrmete ehk koaanide kaudu) ja silmakoopaga (nina-pisara juha kaudu).

Ülemine ninakäik on ühenduses kiilluu-urkega, keskmine — otsmiku-urkega ja Highmore'i koopaga ning alumine — nina-pisara juhaga (joon. 197). Peale selle on ülemine ja alumine ninakäik ühendatud sõelluuõõntega.

Põletikuliste protsesside puhul ninaõõnes tungib mäda sagedasti nendesse naaberpiirkondadesse ja põhjustab seal põletikke (haimoriit, frontiit jt.).

Ninaõõs on vooderdatud limaskestaga, milles on palju limanäärmeid ja mis on varustatud tiheda verekapillaaride võrguga. Hingamisel läbi ninaõõne minevat külma õhku soojendab seal veresoontes voolav soe veri, nõnda et õhk läheb kopsu soojendatuna.

Ninaõõne limaskest (välja arvatud algosa) on kaetud virveepiteeliga. Ülemises karbikus, nn. haistmispiirkonnas, on erilised närvilõpmed, millede ärritumine tekitab meil lõhnaaistingu. Ripsmete virvendamine puhastab ninaõõnt siia sattunud tolmust. Peale selle leidub ninaõõne limaskesta pinnal alati leukotsüüte. Need on välja rännanud verekapillaaridest ja omavad bakterite õgimise võimet (fagotsütaarset funktsiooni).

Eelöeldust on selge, kui suur tähtsus on läbi nina hingamisel.

Ninaõõnest läheb õhk nina-neelu õõnde ja läbi neelu suuosa kõrisse.

KÕRI.

K õ r i (*larynx*) on hingetoru laienenud osa. Ta asetseb allpool keeleluud IV ja V kaelalüli kõrgusel.

Kõri koosneb paaris- ja paarituist kõhredest: kilpkõhrest, sõrmuskõhrest, kõripealisekõhrest ja kahest pilkkõhrest (joon. 198, 199, 200 ja 201). Kõige suurem neist, kilpkõhr, asetseb kõri eesmisel pinnal ja koosneb kahest nelinurksest plaadist, mis on peaaegu täisnurkselt ühendatud. See ühenduskoht moodustab kaela eesmisel pinnal kühmu, mida nimetatakse kõrisõlmeks ehk a a d a m a õ u n a k s. Sõrmuskõhr on kinnise rõnga kujuline ja asetseb kilpkõhre all.

Kaks pilkkõhre on kolmnurksed. Nad asetsevad sõrmuskõhre ülemisel tagapoolsel pinnal.

Kilpkõhre ülemise serva sälguni ulatub eestpoolt kõripealis. See on lehekujuline ja katab kõri sissekäiku.

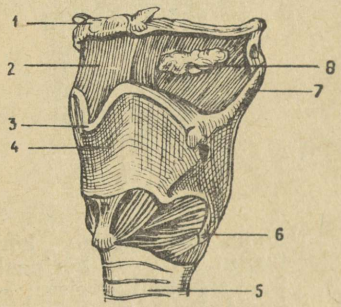
Kõrikõhred on omavahel liigestega ühendatud ja sidemetega tugevdatud; neid liigutavad kõri ümbritsevad vöötlihased.

Kõri sees on külgmistel seintel kaks paari häälepaelu — p ä r i s- (all) ja e b a - h ä ä l e p a e l a d (ülal).

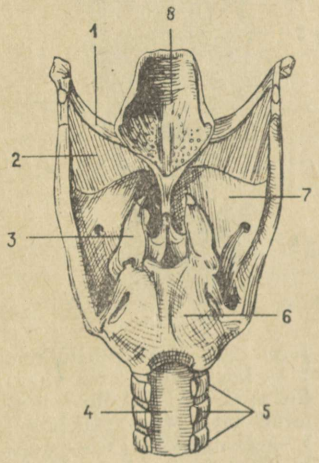
Häälepaelad moodustuvad kahest elastsest, kohastikku seis-

vast limanahakurrust, mis on kõri valendikus kilpkõhre ja pilkkõhre vahel eest tahapoole tõmmatud. Nende vahel olevat ruumi nimetatakse h ä ä l e p i l u k s (joon. 202).

Kõri sees, tema külgpinnal, on tõeliste häälepaelte kohal kaks nõgu, nn. M o r g a g n i t a s k u d ehk k õ r i v a t s a k e s e d. Nendes vatsakestes on rohkesti limanäärmeid, millede lima niisutab häälepaelu. Läbi häälepilu minev õhk paneb häälepaelad vibreerima ja selle tagajärjel tekib heli.



Joon. 198. **Vaade kõrile eest ja küljelt.** 1 — keeleluu; 2 — keeleluu-kilpkõhre side; 3 — kilpkõhre sälk; 4 — kilpkõhr; 5 — trahhea; 6 — kilpkõhre alumine, 7 — ülemine sarv; 8 — rasvkeha.

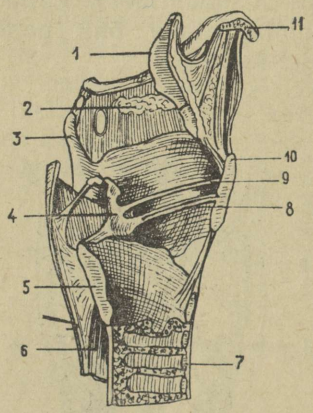


Joon. 199. **Vaade kõrile tagant.** 1 — keeleluu suur sarv; 2 — keeleluu-kilpkõhre kile; 3 — pilkkõhr; 4 — trahhea kilene osa; 5 — trahheakõhred; 6 — sõrmuskõhr; 7 — kilpkõhr; 8 — kõripealis.

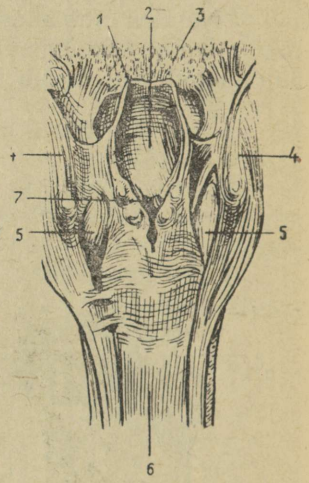
Kõrilihased on vöötlihased ja funktsionaalselt tahtele alluvad. Nad jagunevad kolmeks rühmaks: kõri sissekäiku ahendavad lihased (konstriktorid), kõri laiendavad lihased (dilataatorid) ja häälepaelu pingutavad lihased.

Häälepaelte pingutuse astmest ja nende pikkusest olenevalt võib heli olla kas kõrge või madal. Nii pole kõri mitte ainult hingetoruks, vaid ka hääle-elundiks.

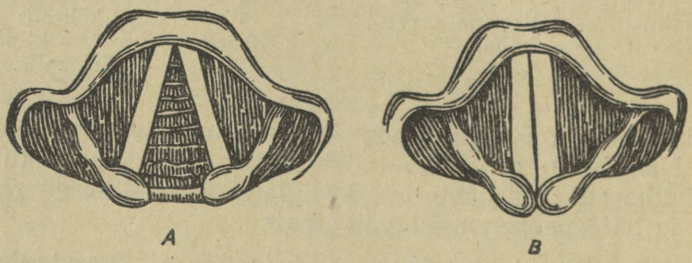
Häälepaeltest ülalpool asetsev kõri limaskesta piirkond on väga tundlik igasuguste ärrituste suhtes: kui sinna satub tolm või toiduosakesi, tekib reflektoorselt köha ja osakesed heidetakse välja.



Joon. 200. **Kõri pikilõikes.** 1 — kõripealis; 2 — rasvkeha; 3 — kilpkõhre ülemine sarv; 4 — pilkkõhr; 5 — sõrmuskõhr; 6 — neelu limanahk; 7 — trahhea; 8 — päris-häälepael; 9 — eba-häälepael; 10 — kilpkõhr; 11 — keeleluu.



Joon. 201. **Vaade kõrile tagant.** 1 — kõripealis; 2 — sissekäik kõrisse; 3 — keelepära; 4 — neeluseinad; 5 — pirnikujuline sopp; 6 — söögitoru; 7 — häälepilu.



Joon. 202. **Häälepilu.** *A* — rahuliku hingamise ajal; *B* — heli tekkimisel. Valged vöödid on häälepaelad.

HINGETORU.

Hingetoru (*trachéa*) on kõrisõlme jätkuks. Ta algab VI kaelalüli kõrguselt ja lõpeb V rinnalüli kõrgusel. Trahhea on silindriline toru, mis koosneb 15—20 mittetäielikust kõhrelisest rõngast.

Trahhea tagumise seina moodustab pehme sidekoeline, väheste silelihaskiududega leste.

Trahhea limaskest on kaetud mitmerealise virve-epiteeliga. Temas on rikkalikult limanäärmeid ja lümfoidset kude.

BRONHID.

V rinnalüli kõrgusel hargneb trahhea kaheks bronhiks (*bronchi*) — paremaks ja vasakuks. Parem bronh on veidi lühem ja laiem kui vasak. Mõlemad bronhid sisenevad kopsudesse, kus nad hargnevad, moodustades niinimetatud „bronhipuu" (joon. 203).

Kõige väiksemaid bronhe nimetatakse bronhioolideks. Bronhioolid laienevad otstes kotikujuliselt, moodustades niinimetatud alveolaarjuhakesi. Nende juhakeste seinu katavad sopistised — kopsusombud ehk -alveoolid (joon. 204).

Kopsualveoolide arv ulatub kahe miljonini. Nende kogupind on ligi 100 m^2. Alveoolide säärane suur pind soodustab gaasivahetust kopsualveoolidesse tunginud õhu ja vere vahel.

Bronhide limaskesta vooderdab samuti virve-epiteel, mis sisaldab vähesel arvul karikrakke; kopsualveoolide seinu vooderdab kihitumata lame-epiteel. Kopsualveoole ümbritseb verekapillaaride tihe võrk.

KOPSUD.

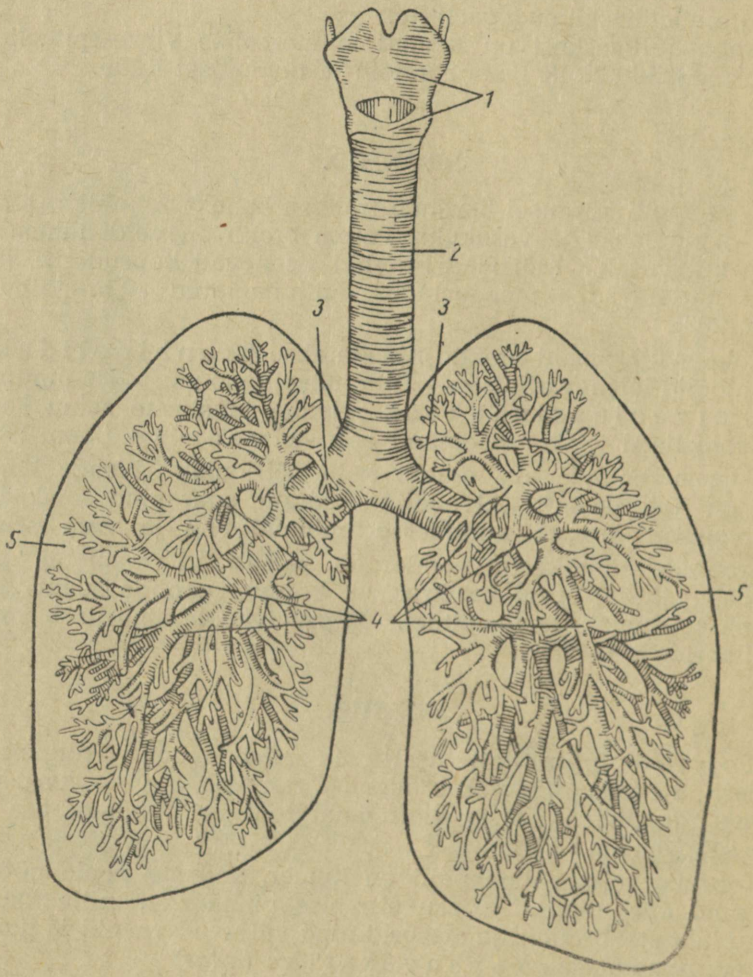
Kopsud (*pulmones*) asetsevad rindkereõõne külgmistes osades. Kopsus eristatakse ülemist, teravat osa — kopsutippu ja alumist, vastu diafragmat toetuvat kumerat osa — kopsupõhimikku.

Kopsude roietepidine pind on kumer, südame poole pööratud pind aga nõgus. Kopsu sisemise pinna osa, mille kaudu kopsu lähevad bronhid ja arteerid ning väljuvad veenid ja lümfisooned, nimetatakse kopsuväratiks (*hilus*).

Kopsust väljuvat ja kopsu sisenevat bronhide- ja soontekimpu nimetatakse kopsujuureks (*rádix pulmónis*).

Kumbki kops on vagudega sagaraiks jaotatud: vasakus kopsus on üks vagu ja kaks sagarat, paremas — kaks vagu ja kolm sagarat.

Trahhea bifurkatsiooni ümber, samuti kopsujuurte ümber ja kopsukoe enese sügavuses, leidub suur hulk bronhiaalseid lümfisõlmi (bronhiaalnäärmeid), mis sageli haigestuvad.



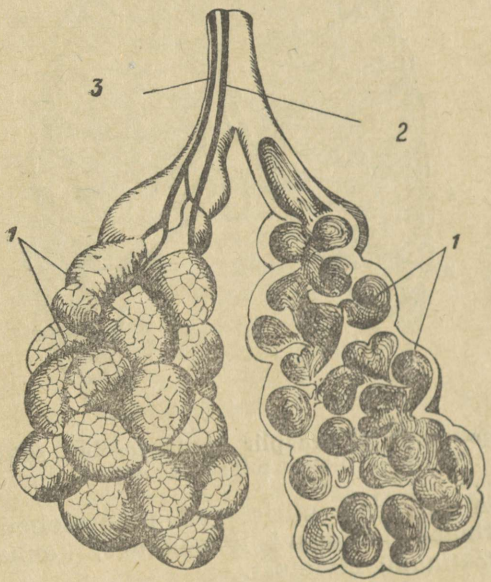
Joon. 203. **Hingamiselundite skeem.** 1 — kõri; 2 — hingetoru; 3 — bronhid; 4 — bronhipuu; 5 — kops.

Kopsude piirid.

Kopsude ülemine piir on eespool 3—4 sm rangluust kõrgemal ja tagapool VII kaelalüli kõrgusel.

Parema kopsu alumine piir on VI roide kõrgusel tema lõikumise kohal rinnakuga; siit ta laskub alla ja paremale poole. Nibujoonel vastab ta VII roidele, kaenlaalusel joonel VIII roidele.

Vasaku kopsu piir on rinnakul IV roide kõrgusel, nibujoonel VII roide kõrgusel ja kaenlaalusel joonel VIII roide kõrgusel.



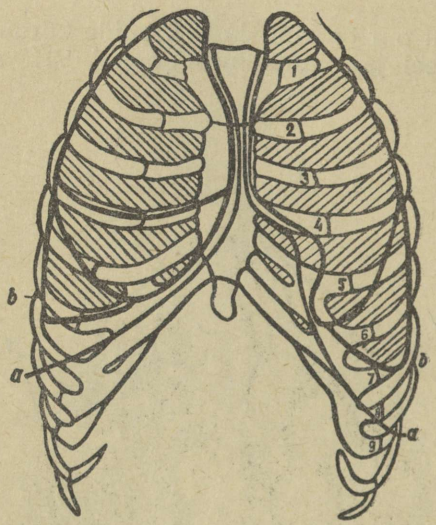
Joon. 204. **Kopsusagarate skeem. Kaks alveolaarjuhakest hargnevad ühest bronhioolist.** 1 — kopsusombud; 2 — kopsuarteeri haruke; 3 — kopsuveeni haruke.

Kopsude tagumine piir on XI roide kõrgusel (joon. 205). Mõlemat kopsu ümbritseb seroosne kelme — pleura. See koosneb, nagu kõhukelmegi, mesoteeliga kaetud sidekoeliste kiudude kihist. Kopsu katvat pleuralehte nimetatakse vistseraalseks, rindkereõõne sisemist seina vooderdavat lehte seinapidiseks ehk parietaalseks. Nende lehtede vahel on kitsas pilu — pleuraõõs, mida täidab väga vähene

kogus seroosset vedelikku. Viimasel on võide ülesanne, mis hõlbustab kopsude libisemist hingamisliigutuste puhul.

Pleurapõletiku puhul, kui tekivad fibrinoossed katud, muutub pleuralehtede pind karedaks ja pleuralehed hakkavad vastastikku hõõrduma.

Kuulatlemisel kuuldub iseloomulikku pleura hõõrdumise kahinat.



Joon. 205. **Kopsude ja pleura piir rindkereseina suhtes.** 1—9 — roided; *a* — pleura piir; *b* — kopsude piir.

Ruum, mida külgedelt piiristavad pleuralehed (kahe kopsu vahel), eest rinnak ja tagant lülisammas, kannab kestkseinandi (*mediastinum*) nimetust.

Hingetoru ühes bronhidega jaotab selle õõne eesmiseks ja tagumiseks kestkseinandiks. Eesmises kestkseinandis asetsevad süda, suured veresooned (ülenev aort, aordikaar, kopsuarteer, õõnesveenid) ja harknääre, tagumises aga söögitoru, alanev aort ja lümfi rinnajuha.

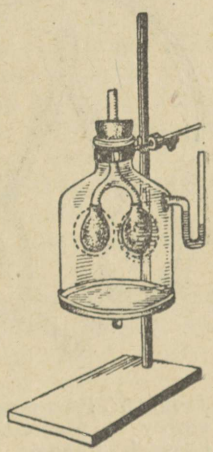
Hingamine kopsudega.

SISSEHINGAMISE JA VÄLJAHINGAMISE MEHHANISM.

Õhk tungib ümbritsevast atmosfäärist kopsudesse selletõttu, et kopsud laienevad, s. t. nende maht suureneb. Kopsude mahu suurenemine toimub rindkereõõne mahu muutumise tõttu. See

teostub niinimetatud hingamislihaste — diafragma ja roietevaheliste lihaste — osavõtul.

Välised roietevahelised lihased tõmbuvad kokku — roided nihkuvad kohalt, tõustes ülespoole ja natuke kõrvale, rinnaku alumine ots liigub ettepoole. Samal ajal tõmbuvad kokku diafragma lihaskimbud, diafragma kuppel muutub lamedamaks. Selle tagajärjel suureneb rinnakorvi maht. Rindkereõõne laienemise järel laienevad ka tihedalt vastu rindkere seinu liibuvad kopsud. Kopsude maht suureneb, õhk tungib kopsudesse ja täidab need. Nii toimub *sissehingamine* ehk inspiratsioon. Seejärel tekib roietevaheliste lihaste ja diafragma lõtvumine, roided ja diafragma lähevad tagasi endisse asendisse. Kopsud langevad kokku, ja õhk surutakse neist välja bronhide, trahhea, kõri, nina- ja suuõõne kaudu. Nii toimub *väljahingamine* ehk ekspiratsioon. Rahuliku väljahingamise puhul ei toimu ühegi teatud lihasterühma kokkutõmbumist. Intensiivsel väljahingamisel tõmbuvad kokku sisemised roietevahelised lihased. Raskendatud hingamise juhtudel raskete haiguste korral tõmbub kokku suur hulk keha lihaseid: astriklihased, rinnalihased, peanoogutajalihas jt. Nende kokkutõmbumine kergendab haigel sisse- ja väljahingamist. Väljahingamisele järgneb paus, periood, mille jooksul hingamislihased viibivad rahuseisundis. Sissehingamine, väljahingamine ja paus moodustavad ühe hingetõmbe. Niiviisi selgub, et hingamisaktis etendavad kopsud passiivset osa, nende maht suureneb ainult rinnakorvi laienemise järel, hingamislihaste aktiivsel kokkutõmbumisel. Kui tekib nende lihaste halvatus, järgneb paratamatult surm lämbumise tagajärjel.



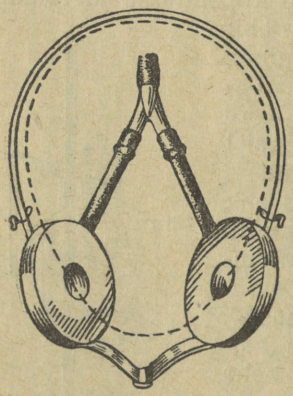
Joon. 206. Donders'i katse. Punktiiriga on märgitud laiunud kopsude piirid.

Kopsude mahu suurenemise olenevust rindkereõõne mahu muutumisest võib väga hästi jälgida Donders'i tuntud katse juures (joon. 206).

Käepidemega ja kummipõhjaga klaaskuplisse kinnistatakse kuplisuust läbi korgi sissejuhitud klaastoru külge katselooma (konna, küüliku) seest väljalõigatud kopsud ühes trahhea ja bronhidega. Kopsud on torukese kaudu õhuga ühenduses. Kuid klaaskupli õõs on hermeetiliselt suletud. Käepideme abil tõmmatakse kummipõhi eemale. Kupliõõne maht suureneb, kupli

all tekib hõrendatud ruum, ja me näeme, kuidas kopsud otsekohe laienevad. Kui käepide vabastada, tõmbub kummipõhi tagasi endisele kohale, kupliõõne maht väheneb, kopsud langevad uuesti kokku ja tõukavad endast õhu välja. Donders'i katse demonstreerib näitlikult, et rinnaõõne laienemisel tungib õhk kopsudesse. Kopsud järgivad rinnakorvi iga liigutust.

Rindkereõõne mahu muutumine hingamisel mõjustab südame ja veresoonte tööd. Nii laieneb rindkereõõs iga sissehingamise puhul, õhk hõreneb seal, mistõttu õõnes tekib negatiivne rõhk. Negatiivse rõhu tõttu laienevad verekapillaarid kopsudes tugevasti, imevad kopsudesse suure hulga verd ja muudavad sellega väikese vereringe paremaks. Peale selle laienevad iga sissehingamise puhul negatiivse rõhu tõttu rindkereõõnes ka õõnesveenid, mistõttu veri tungib hoogsalt paremasse südamekotta ja aitab sellega kaasa venoosse vere ning sellega ühenduses oleva lümfi edasiliikumisele suure vereringe veresoontes.



Joon. 207. **Pneumograaf. Marey pneumograaf koosneb tihedalt vastu rindkereseina asetatavast terasplaadist. Plaadi külge kinnistatakse kang; see ühendatakse pöörleva trumliga (kümograafiga), millele tekibki hingamisliigutuste kõverjoon (pneumogramm).**

Nõnda hõlbustub rindkereõõne imeva toime tõttu, mis aitab kaasa vere edasiliikumisele suures ja väikeses vereringes, märgatavalt südametöö tervikuna. Täiskasvanud inimesel on hingetõmmete arv minutis keskmiselt 16, kuigi hingamisliigutuste sagedus muutub tublisti olenevalt vanusest, temperatuurist, füüsilisest ja vaimsest tööst ning muudest põhjustest.

Vastsündinu hingab minutis keskmiselt 60 korda.

Mõnede asjaolude puhul võib tekkida hingamise seismajäämine. Säärastel juhtudel tehakse harilikult k u n s t l i k k u h i n g a m i s t, mille püüdeks on hingamislihaste iseseisva kokkutõmbumise saavutamine rindkereseina kunstliku kokkusurumise ja venitamise teel. Hingamisliigutusi on võimalik üles märkida erilise aparaadi — p n e u m o g r a a f i — abil (joon. 207). Pneumograafiga ülesmärgitud hingamisliigutuste kõverjoont nimetatakse p n e u m o g r a m m i k s. Pneumo-

gramm võimaldab tundma õppida hingamisliigutuste korrapärasust.

Köhimist, aevastamist, naermist, nutmist ja haigutamist võib kujutleda kui moondunud hingamisliigutusi.

HINGAMISE REGULATSIOON.

Organismi kogu eluaja vältel toimuvad vahetpidamata hingamisliigutused, korduvad vaheldumisi sisse- ja väljahingamine. Hingamisaparaat töötab rütmiliselt ja tahtele allumatult: sügava une ajal järgnevad hingamisliigutused samuti korrapäraselt üksteisele. Selletõttu, et roietevahelised ja diafragmalihased on vöötlihased ning alistuvad tahtele, võib inimene oma tahtmist mööda hingamist kord kiirendada, kord aeglustada. Aga kui me tahame hingamist kunstlikult kinni pidada, siis õnnestub see meil ainult 1—2 minuti jooksul; hiljem tõmbuvad hingamislihased, hoolimata meie tahtest, kokku ja toimub sissehingamine. Tekib küsimus: kuidas siis reguleerub hingamiselundite rütmiline töö?

Piklikus ajus on hingamiskeskus. Hingamiskeskuse erutumisel suunduvad närvi-impulsid alguses seljaajusse ja sealt hingamislihastesse, põhjustades nende kokkutõmbumist. Toimub sissehingamine. Hingamiskeskus erutub kahel teel: humoraalselt (vere kaudu) ja reflektoorselt (närvide kaudu).

Hingamiskeskuse humoraalseks erutajaks on süsihappegaas. Seda tekib kudedes vahetpidamata ainevahetusprotsessis. Süsihappegaas läheb verre, tungib koevedelikusse ja erutab hingamiskeskuse tegevust piklikus ajus. Juba vähene süsihappegaasisisalduse suurenemine veres põhjustab hingamiskeskuse ärritust. Selle tagajärjel saavad hingamislihased impulsse, nad tõmbuvad kokku: toimub sisse- ja väljahingamine. Kui süsihappegaasi-sisaldus veres väheneb, ei teki hingamiskeskuse erutust ja hingamisliigutused peatuvad. Siis küllastub veri uuesti süsihappegaasist, jälle erutub hingamiskeskus ja toimub uus sissehingamine. Siit selgub, mispärast meie ei saa pikemat aega hingamist kinni pidada. 1—2 minuti jooksul koguneb süsihappegaasi verre väga palju ja meie tahtest hoolimata tõmbuvad hingamislihased hingamiskeskuse impulsside tõttu kokku.

Süsihappegaasi kuhjumine on vastsündinu esimese sissehingamise põhjuseks. Lapse kopsudel puudub emaüsas õhk. Kui surnultsündinu kopsud asetada vette, vajuvad need põhja, kuna

hinganud lapse kopsud jäävad alati ujuma. Loote organismi vabastamine tema rakkudes tekkivast süsihappegaasist toimub ema organismi kaudu. Lapse sündimisel, kui side ema kehaga kaob, hakkab süsihappegaas kogunema verre ja kudedevahelisse vedelikku ning erutab hingamiskeskust. Esmakordselt tõmbuvad hingamislihased kokku, rinnakorv avardub, kopsud laienevad — toimub lapse esimene sissehingamine.

Hingamiskeskuse reflektoorne erutumine toimub järgmiselt. Kopsukoes asetsevad igal pool uitergu sensiiblite närvikiudude lõpmed. Sissehingamise puhul laienevad kopsud ja ärritavad neid närvilõpmeid. Nende ärrituste tõttu kanduvad närvi-impulsid piklikku ajju ja p ä r s i v a d seal hingamiskeskust. Kuid kopsude kokkulangemise puhul väljahingamise ajal ärritub teine rühm sama uitergu sensiibleid närvilõpmeid. Närvi-impulsid kanduvad jälle piklikku ajju ja põhjustavad seal h i n g a m i s k e s k u s e e r u t u m i s t. Nõndamoodi korduvad sisse- ja väljahingamine järjekorras ja reguleerivad teineteist vastastikku.

Köhimine ja aevastamine — moondunud hingamisliigutused — on samuti reflektoorselt põhjustatud. Nii näiteks kui tolm ärritab nina limaskesta, kandub erutus tsentripetaalselt ajju ja sealt hingamislihaseisse: toimub sügav sissehingamine, seejuures häälepilu sulgub. Siis tõmbuvad kokku väljahingamislihased, kopsudes leiduv õhk surutakse kokku ja see rõhub häälepaeltele: toimub järsk väljahingamine; seejuures häälepilu avaneb ja õhuvool tungib hoogsalt välja, haarates endaga kaasa tolmuosakesi.

KOPSUDE ELULINE MAHT.

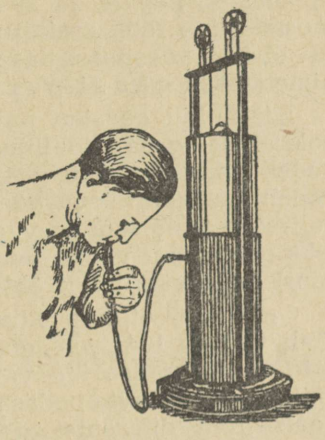
Sisse- ja väljahingatava õhu kvantum on rahuliku hingamise korral harilikult 500 sm^3. Seda nimetatakse h i n g a m i s õ h u k s. Pingutatud hingamisel võime peale selle veel sisse ja välja hingata 1500 sm^3. Seda nimetatakse t ä i e n d õ h u k s. Lõpuks võime kõige sügavama väljahingamisega peale täiendõhu veel välja hingata 1500 sm^3. See on niinimetatud v a r u õ h k. Ja ikkagi veel jääb kopsudesse umbes 1000 sm^3 õhku. Seda nimetatakse j ä ä k õ h u k s. Elaval inimesel ei ole võimalik seda kõrvaldada. Laiba rindkereõõne avamise puhul kopsud langevad kokku ja jääkõhk kõrvaldub, kuid siiski mitte

kõik lõplikult. Laiba kopsud ujuvad vees just sellepärast, et nende peenikeste bronhide valendikku jääb veel umbes 200 sm^3 õhku (minimaalõhk).

Kui me teostame sügava sissehingamise ja seejärel hingame õhu välja maksimaalse võimaluseni, siis saame väljahingatud õhu kogust mõõtes kindlaks määrata niinimetatud kopsu elulise mahu ehk vitaalkapatsiteedi.

Kopsu eluline maht on keskmiselt 3500 sm^3; see koosneb hingamisõhust (500 sm^3), täiendõhust (1500 sm^3) ja varuõhust (1500 sm^3).

Kopsu elulist mahtu mõõdetakse spiromeetriga (joon. 208). Eluline maht muutub olenevalt soost, east, kehaehitusest ja muudest põhjustest. Meestel on ta mõnevõrra suurem kui naistel, nooremail inimestel suurem kui raukadel.



Joon. 208. **Spiromeeter (sügava väljahingamise asendis). Sisemine ja välimine silinder on nähtavad.**

SISSE- JA VÄLJAHINGATAVA ÕHU KOOSTIS.

Sissehingatav õhk erineb tunduvalt väljahingatavast. Tabel 2 kujutab sisse- ja väljahingatava õhu koostist (tabelis pole näidatud sissehingatava argoni, vesiniku, veeauru ja mõnede teiste õhu koostusosade protsente).

Tabel 2.

Sisse- ja väljahingatava õhu koostis.

	Lämmastik	Hapnik	Süsihappegaas
Sissehingatavas õhus (%)	79	21	0,03
Väljahingatavas õhus (%)	79	16,5	4,5

Sellest tabelist nähtub, et väljahingatavas õhus hapniku hulk väheneb, kuna süsihappegaasi hulk suureneb ligikaudu 4%. See tähendab, et kopsud neelavad hingamisel õhust hapnikku ja eritavad süsihappegaasi. Kuidas see toimub? Selleks on tarvis teada, mis on partsiaalne rõhk ja difusioon.

Meid ümbritseva õhu atmosfääriline rõhk võrdub, nagu teada, 760 mm elavhõbedasambaga. Õhu koostisse kuuluvad lämmastik, hapnik ja süsihappegaas; järelikult tuletub õhu atmosfääriline rõhk mainitud kolme gaasi summast, millised kuuluvad õhu koostisse. Seda rõhku, mida iga gaas eraldi avaldab, nimetatakse *gaasi partsiaalseks rõhuks*.

Edasi, kui gaasiga puutub kokku mingisugune vedelik, siis hakkab see gaas vedelikusse tungima. See jätkub niikaua, kuni vedelikus lahustunud gaasi partsiaalne rõhk muutub võrdseks vedelikku ümbritseva gaasi partsiaalse rõhuga. Ja ümberpöördult: kui mingisugune vedelik on gaasiga küllastatud, nagu näiteks gaseeritud veega pudelis, siis tungib gaas (eriti süsihappegaas) pudelist kiiresti õhku.

On teada, et kopsualveoolides leiduva hapniku partsiaalne rõhk võrdub 104 mm elavhõbedasambaga; alveoole ümbritsevate veenikapillaaride veres võrdub aga hapniku partsiaalne rõhk 40 mm elavhõbedasambaga; järelikult tungib hapnik partsiaalse rõhu diferentsi tõttu alveoolidest läbi üliõhukeste seinte verre.

Süsihappegaasi partsiaalne rõhk aga on alveoolides väiksem kui veres, järelikult tungib süsihappegaas samade põhjuste mõjul *vastandsuunas* — verest alveoolidesse.

See gaaside ülemineku protsess toimub harilikult senikaua, kuni kummalgi pool vaheseina leiduvate gaaside partsiaalne rõhk täielikult tasakaalustub. Nii toimub gaasivahetus vere ja ümbritseva õhu vahel. Niisugune on sisuliselt kopsudega hingamine. Tuleb märkida, et protsessist, mille puhul gaasid siirduvad verest alveoolidesse ja tagasi, võtavad aktiivselt osa alveoolide ja veresoonte seinu vooderdavad *elavad rakud*.

Gaaside transport.

HAPNIKU KANDUMINE KOPSUDEST KUDEDESSE.

Kopsu veresoontesse sattunud hapnik on seal ainult osaliselt lahustunud seisundis; suurema osa hapnikust püüavad kinni vere *erütrotsüüdid* ja ühinemisel *hemoglobiiniga* moodustub vähepüsiv keemiline ühend — *oksühemoglobiin*.

Meie organism tarvitab iga päev suure hulga hapnikku. Täieliku rahu seisundis hingab inimene sisse 300 sm^3 hapnikku minutis, kuid pingutava töö juures ligikaudu 3000 sm^3 minutis.

Järelikult veri viib määratu hulga hapnikku kopsudest kudedesse.

Erütrotsüütide hemoglobiin haarab märksa suurema hulga hapnikku, kui seda lahustub vereplasmas. Erütrotsüütide hemoglobiin on peamine hapniku edasikandja organismis.

Vere hemoglobiin võib ühineda mitte ainult hapnikuga, vaid ka mõnede teiste gaasidega.

Praktiliselt on suur tähtsus tema ühinemisel vingugaasiga. See ühend on võrdlemisi püsiv ja organismile ohtlik. Vingugaasiga ühinenud hemoglobiin kaotab võime hapnikuga seostumiseks ja hapniku transportimiseks meie kudede rakkudesse.

Et rakkude varustamine hapnikuga on lõppenud, tekib põlemisel organismis h a p n i k u n ä l g, mis võib lõppeda surmaga.

SÜSIHAPPEGAASI KANDUMINE KUDEDEST KOPSUDESSE.

Ainevahetuse keerukate protsesside tagajärjel tekib meie kudede rakkudes süsihappegaas, mis kandub verre.

Verre kanduv süsihappegaas on samuti nagu hapnikki veres ainult osaliselt lahustunud kujul. Suurem osa temast on seotud seisundis. Üks osa ühineb erütrotsüütide k a a l i u m i g a, teine osa ühineb v e r e v a l k u d e g a ning üks osa ühineb plasma n a a t r i u m i g a, moodustades seejuures naatriumi- ja kaaliumisoolasid.

Olgu süsihappegaas ühes või teises seisundis, kuid verevooluga jõuab ta kopsudesse, kus ta kandub partsiaalse rõhu diferentsi tõttu kopsukoe elavate rakkude aktiivsel kaastööl alveoolidesse ja juhitakse siis organismist välja.

Koe- ehk rakusisene hingamine.

Rakuhingamine, s. t. rakkude poolt teostatav hapniku neelamine verest ja süsihappegaasi juhtimine nendest verre, kujutab endast komplitseeritud biokeemilist protsessi, mis toimub suure hulga rakufermentide osavõtul. Kuid see protsess on käesoleva ajani alles põhjalikumalt uurimata.

Hapniku partsiaalne rõhk on veres suurem kui kudedes ja, vastupidi, süsihappegaasi partsiaalne rõhk on veres väiksem kui kudedes. Järelikult on olemas kõik tingimused selleks, et hapnik võiks tungida verest kudedesse ja süsihappegaas kudedest verre. Kuid tegelikkuses teostuvad gaasivahetus vere ja rakkude vahel ning oksüdatsiooniprotsessid nendes märksa komp-

litseeritumalt, mitmesuguste rakufermentide osavõtul. Ühed neist on hapnikupüüdjad (aktseptorid), teised aktiviseerivad hapnikku jne.

Et elav kude hingab, s. t. neelab hapnikku ja eritab süsihappegaasi, seda võib tõestada järgmise katsega. Võetakse katseloom värskelt väljalõigatud elund ja asetatakse kinnisesse nõusse, kus leidub õhku, mille koostis on teada. Mõne aja pärast uuritakse uuesti õhu koostist nõus ja avastatakse temas süsihappegaasi juurdetulekut ja hapniku vähenemist. See annab tunnistust hingamisprotsessidest vaadeldavas elundis.

Hingamise muutumine mitmesugustes tingimustes.

Hingamine võib muutuda olenevalt mitmesugustest tingimustest, näiteks organismi vanuselisest muutumisest, eluviisist, lihaste tööst, baromeetrilise rõhu tõusust või langusest, mürkgaaside leidumisest õhus jms.

Ühenduses lennuliiklemise arenemisega kerkis probleem hingamisest madala atmosfäärilise rõhu puhul. On teada, et atmosfääriline rõhk väheneb vastavalt eemaldumisele merepinnast. Nii näiteks langeb atmosfääriline rõhk 5,5 km kõrguses üle merepinna peaaegu kahekordselt. Säärases kõrguses tunneb enamik inimesi ennast halvasti: neil tekib väsimus, peapööritus, peavalu. Säärast seisundit nimetatakse mägitõveks. Seda põhjustab hapniku partsiaalse rõhu langemine alveoolides, järelikult tema mitteküllaldane verre tungimine, teiste sõnadega hapnikunälg.

Ühenduses veealuste tööde arenemisega tekkis küsimus hingamisest suurenenud rõhu puhul.

Harilikku atmosfäärilist rõhku, mis võrdub 760 mm elavhõbedasambaga, arvestatakse 1 atmosfääri rõhuks. 10 m sügavuses vee all viibib tuuker 2 atmosfääri rõhu käes, 20 m sügavuses 3 atmosfääri rõhu käes jne.

Tuukrid laskuvad sügavale erilistes kostüümides ja eriliste hingamisseadmetega. Allveetöötamise tehnika eeskirjade täpsel täitmisel ei põhjusta vette laskumine ohtlikke tagajärgi. Kuid nendest eeskirjadest üleastumisel tekib kessoontõbi: nahk hakkab tugevasti sügelema, tekivad valud liigeseis, hingeldamine jms. Mõnedel juhtudel saabub surm.

Milles seisneb kessoontõve põhjus?

Maapinnal on inimese organismi veri ja koed täielikult gaasidega küllastatud selle partsiaalse rõhu all, mille all nad on

õhus, järelikult ka kopsualveoolides. Kui tuuker laskub vee alla ja hakkab hingama kaasasolevast aparaadist suruõhku, siis hakkavad õhugaasid verre tungima ja seal lahustuma. Gaasidest küllastunud veri annab gaaside ülejääki kudedele edasi senikaua, kuni nii veres kui ka kudedes hakkab gaaside rõhk võrduma tuukri sissehingatava suruõhu rõhuga. Kui tuuker tõuseb sügavusest veepinnale, siis väheneb rõhk järk-järgult. Gaasid erituvad kudedest verre ja kopsualveoolide kaudu ümbritsevasse õhku.

Aeglase tõusmise puhul toimub see protsess pikkamisi ega põhjusta organismis mingisuguseid ohtlikke nähte. Kuid kiire tõusmise korral sügavusest pinnale toimub gaaside eritumine kudedest väga hoogsalt ja veres moodustuvad gaasimullikesed. Need mullikesed on l ä m m a s t i k u - mullikesed, sest süsihappegaasil ja hapnikul on veres omad aktseptorid ja nemad mullikeste kujundamisest osa ei võta.

Lämmastikumullikesed põhjustavad kudedesse jäädes või verega sinna kandudes tõsiseid häireid. Nahk hakkab tugevasti sügelema; lihaseis ja liigeseis tekivad tugevad valud. Mullikeste kogunemine ajusse või südame pärgsoontesse võib põhjustada järsku surma.

Allveetöötamise tehnika peamiseks nõudeks on aeglane tõusmine peatustega mitmesuguses sügavuses. Selle reegli silmaspidamisel pole kessoontõve-ohtu karta.

Sõjas tarvitatavad ründemürgid põhjustavad raskeid muutusi hingamiskulglas. Nende toimel täheldatakse kõige sagedamini peenikeste bronhide ja alveolaarjuhakeste kahjustust.



ERITUSELUNDITE SÜSTEEM.

Meie organismi elundeis ja kudedes toimub vahetpidamatu ainevahetusprotsess. Veri toob seede-elundeist rakkudesse toitaineid; need ained omastatakse rakkude poolt, toimub regeneratsioon, rakkude kasvamine ja paljunemine, teiste sõnadega, teostub assimilatsioon. Kuid rakkude koostisse kuuluvad ained lõhustuvad hapniku ja fermentide osavõtul elutegevusprotsessis, lammutuvad uuesti koostusosadeks. Selle, dissimilatsiooniks nimetatava protsessi tagajärjel vabaneb energia ja tekivad rakkude laguained. Energia vabanemine tingib keha kõikide kudede ja elundite eluvõimet — lihaste kokkutõmbumist, näärmete sekretsiooni jms.

Laguained on enamasti kahjulikud ja mürgised; nende pikemaajaline organismis viibimine põhjustab rakkude hukkumist.

Loomade ja inimese organismis on hulk elundeid, mis eritavad organismist neid kahjulikke laguaineid. Erituselundeiks on meie kehas kuse-elundid (neerud). Peale selle täidavad eritamisfunktsioone nahk ja sool.

Kuse-elundid.

Meie keha laguainete peamine mass eritub uriinina kuse-elundite kaudu. Kuse-elundite hulka kuuluvad neerud, kusejuhad, kusepõis ja kusiti. Neerudes kujuneb kusi; ülejäänud kuse-elundite kaudu juhitakse uriin kehast välja (joon. 209).

NEERUD.

Neerud (*renes*) kujutavad endast kaht tumepunase värvusega oakujulist nääret. Nad asetsevad kõhuõõne tagumisel seinal kõhukelmetaguses ruumis kahel pool lülisammast.

XII roie on neerude taga, ligikaudu neerude keskkohal. Neeru ülemine osa vastab viimase rinnalüli kõrgusele, alumine aga kahele esimesele nimmelülile.

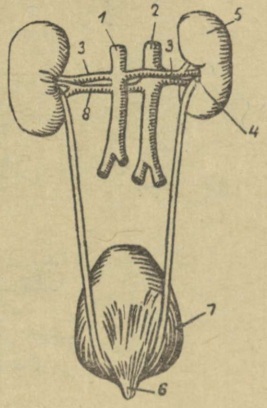
Mõlema neeru taga asetsevad diafragmasäärеd ja nimme ruutlihas, külgedel — kõhu ristilihas, seespool — nimmelihas. Tagant ja külgedelt ümbritsevad kumbagi neeru kohev sidekude ja neeru rasvkihn. Parem neer on pisut madalamal kui vasak, sest teda rõhub maksa parem sagar. Neeru külgmine serv on kumer, sisemine nõgus.

Nõgusal küljel asetseb niinimetatud neeruvärat, mille kaudu väljub neerust kusejuha ja kulgevad sisse vere- ja lümfisooned ning närvid.

Kummagi neeru peal asetseb neerupealis; see on üks tähtsaid sisesekretoorseid näärmeid.

Täiskasvanud inimese neer on ligikaudu 11 sm pikk, 5 sm lai ja kaalub 150 g ümber. Lisaks rasvkihnule on neer kaetud fibrooskihnuga, mida tervelt neerult saab nagu kummikinnast vabalt ära tõmmata.

Neer kinnistub kõhukelmetaguses ruumis kaunis kõvasti temast väljuvate ja temasse sisenevate soonte, kõhukelmesisese rõhu, fibroos- ja rasvkihnu ning sidemete abil, millised kujutavad endist kõhukelme kurde; lõpuks kinnistab neeru iseseisev neerufastsia; see kujuneb lootel varakult neeru ümbritsevast kõhukelmetagusest kohevast sidekoest.



Joon. 209. **Kuseteede skeem** (tagantvaade). 1 — aort; 2 — alumine õõnesveen; 3 — neeruarteer; 4 — kusejuha algus; 5 — parem neer; 6 — kusiti algus; 7 — kusepõis; 8 — neeruveen.

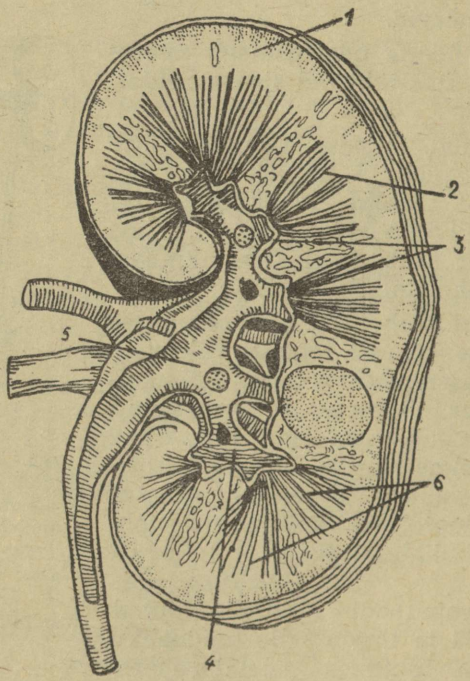
Kinnistamisaparaadi lõtvumise puhul vajub neer alla ja tingib selle haigusliku seisundi, mida tuntakse rändneeru nimetuse all. Neer on väga rikas veresoonte poolest: teda varustab verega neeruarteer — kõhuaordi haru. See arteer toob neerule suurel hulgal verd, mille ülesandeks on mitte ainult neeru toita, vaid peamiselt vabaneda neerus tarbetuist ja kahjulikest laguaineist. Neeru innerveerivad sümpaatilised ja parasümpaatilised närvikiud.

Neeru struktuuris täheldatakse mõnikord normist kõrvalekaldumisi, nn. anomaaliaid: vahel on mõlemad neerud liitunud ja moodustavad üheainsa hobuserauakujulise neeru; mõnikord esineb kolmas, lisaneer. Sääraseid anomaaliaid esineb siiski kaunis harva.

Inimloote neerul on sagarikuline struktuur. Mõnedel loomadel, näiteks lehmal, seal jt., säilib neeru lobulaarsus kogu eluaja.

Neeru alged tekivad väga varakult looteõõne tagumisel seinal; oma arenemises läbib neer mitu astet.

Neeru pikilõigul (joon. 210) võib kergesti isegi palja silmaga näha kahte kihti: punakaspruuni värvusega välimist — koor-



Joon. 210. **Neer pikilõikes.** 1 — koorollus; 2 — säsiollus; 3 — väikesed karikad; 4 — suur karikas; 5 — neeruvaagen; 6 — püramiidid.

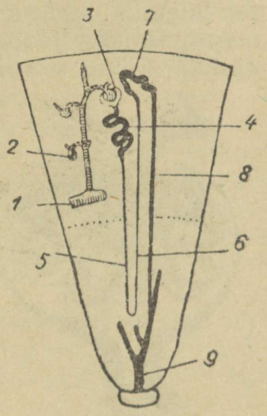
ollust ja sisemist, heledamat kihti — säsiollust. Säsiolluses pole raske märgata üksikuid sagarikke — neerupüramiide, millede alused on pööratud vastu koorollust. Koorolluse kihid ulatuvad püramiidide vahele. Püramiidide tipud on pööratud õõnde, mida nimetatakse neeruvaagnaks (*pélvis renális*). Neid neeruvaagna kohti, kuhu püramiidid tungivad, nimetatakse neerukarikaiks (*calyces renales*). Niiviisi osutub iga

püramiid neerukarikas asetsevaks, nagu kork pudelisuus. Neeruvaagnast algab kusejuha (*ureter*).

Neeru struktuuri üksikasju on võimalik tundma õppida ainult mikroskoobi all.

Neeru toeks on retikulaarkude. Selles asetseb esiteks arvutu hulk veresooni ja -kapillaare, teiseks neeru näärmeteaparaat. Neerutorukesi vooderdab osaliselt näärmeline epiteel. Neeru võib nimetada komplitseeritud torujaks näärmeks. Neeru struktuuri tähtsaks iseärasuseks on asjaolu, et kusetorukeste algosad on kõige tihedamas seoses veresoontega.

Neeruarteer (*a. renális*) hargneb neerusse sisenedes harudeks; need harud kulgevad neerupüramiidikeste vahele ja moodustavad säsi- ja koorollu-se piiril niinimetatud kaararteerid (*aa. arcuátae*); nendest lähevad harukesed koorollusesse (joon. 211). Pärast koorolluse läbimist hargnevad igast säärasest harust lühikesed külgmised harukesed — toomasooned. Toomasoon jaguneb kapillaaride võrguks, mis kogunevad jälle arteeriks — viimasooneks. Viimane on harilikult peenem kui toomasoon. Seda kapillaaristikku nimetatakse neerupäsmakeseks. Neerupäsmake erineb harilikkudest kapillaaristikkudest selle poolest, et tema kapillaarid koonduvad uuesti mitte veeniks, nagu harilikult, vaid arteeriks. Sääraseid kapillaaride võrke nimetatakse „imevõrkudeks". Viimasoon jaguneb mõninga kulgemise järel uuesti kapillaarideks, mis moodustavad kogunedes juba veeni. Peenikesed veenid koonduvad suurteks; lõpuks väljub neerust lühike, kuid lai neeruveen (*vena renális*) ja suubub alumisse õõnesveeni.



Joon. 211. **Kusetorukeste ja veresoonte asetus neerus** (skeem). 1 — kaararteer; 2 — neerupäsmake; 3 — Bowman'i kihn; 4 — esimese järgu vääniline toruke; 5 ja 6 — Henle lingu alanev ja ülenev osa; 7 — teise järgu vääniline toruke; 8 — sirge toruke; 9 — näsajuha (sirge torukese lõpp neerunäsas).

Nagu eeltoodust selgub, on neeru verevarustusel kaks tähtsat iseärasust. Esiteks on neer ülirikas veresoonte poolest; ta on verega väga ohtrasti varustatud. Näiteks on arvestatud, et ööpäeva jooksul voolab neerudest läbi 600—700 l verd. Teiseks

on neerudes kaks kapillaaride võrku: neerupäsmakeste „ime-võrk" ja harilik kapillaaride võrk. Me teame juba, et veri liigub kapillaarides väga aeglaselt. Kuid just selletõttu saavutatakse tihe seos aeglaselt kulgeva vere ja näärmeliste neerutorukeste vahel.

Neerutorukeste algosad on tihedas ühestuses neerupäsmakestega. Neerutorukese algosa on laiem; sel on pitsklaasi kuju. Selles laiendis, mida kutsutakse Bowman'i kihnuks, asetsebki neerupäsmake (joon. 211 ja 212). Bowman'i kihnu vooderdab lameepiteel; kihnu sisemise, nõgusa seina rakud on kõige tihedamas seoses neerupäsmakese veresoonte seintega. Bowman'i kihn ühes neerupäsmakestega moodustab Malpighi kehakese. Neerudes on määratu hulk Malpighi kehakesi. Nendes algabki uriini nõristumine.



Joon. 212. **Malpighi kehake** (tugev suurendus; skeem). 1 — Bowman'i kihnu sisemine leht; 2 — Bowman'i kihnu välimine leht; 3 — esimese järgu vääniline toruke.

Neerutoruke laskub Bowman'i kihnust alla ja teeb siis mitu kõverust. Neerutorukese seda osa nimetatakse esimese järgu vääniliseks torukeseks. Seejärel toruke õgveneb, laskub alla säsiollusesse, teeb seal juukseklambrikujulise silmuse (Henle silmus) ja, pöördudes tagasi koorollusesse, moodustab hulga kõverikke (teise järgu vääniline toruke). Lõpuks õgveneb neerutoruke uuesti ja laskub sirge torukesena alla, sisenedes säsiollusesse. Siin ühineb mitu sirget torukest kogumistorukeseks. Kogumistorukesed suubuvad neeruvaagnasse säsiolluse püramiidide tipus. Esimese ja teise järgu väänilised torukesed moodustavad põhilise näärmelise osa. Neid katab näärmeline epiteel, mille valendikupoolse pinna rakkudel on harjasääris, mis eristab neid muudest rakkudest. Sirged ja kogumistorukesed on kaetud hariliku kihitumata kuup- või silinderepiteeliga. Väänilised torukesed on põimunud verekapillaaristiku sisse; nende juurde kulgevad närvikiud (joon. 212).

Niisiis, koorolluses asetsevad Malpighi kehakesed ja esimese ning teise järgu väänilised torukesed, kuna säsiollus koosneb peamiselt sirgetest torukestest, Henle silmuseist ja kogumistorukestest.

Neerude talitluse regulatsioon.

Neerude talitlus, nagu kõikide muude kehaelundite talitluski, reguleerub kahel teel: närvide kaudu ja humoraalselt. Närviimpulsid või verega neerusse kanduvad erutavad ained võivad mõjuda kas otseselt neerutorukeste rakkudele või siis neeru veresoontele. On kindlaks tehtud väga huvitav tõsiasi. Tervel inimesel ei funktsioneeri harilikkudes tingimustes kõik neerupäsmakesed, vaid ainult üks osa neist. Mittetöötavaisse päsmakestesse ei tule verd; päsmakese toomasoon on ahenenud. Mikroskoobi all oli võimalik elusal konnal vaadelda kahte liiki päsmakesi: ühed — helepunased, teised — kahvatud, tühjad. Seejuures muutus pilt sealsamas vaatleja silmade all: punased päsmakesed muutusid kahvatuiks ja, ümberpöördult, kahvatud täitusid verega. On loomulik, et kahvatuis päsmakestes, kust veri ei voola läbi, antud hetkel uriini nõristumist ei toimu. Funktsioneerivate päsmakeste arv, järelikult ka eritatava uriini kvantum, on elu mitmesuguseil silmapilkudel erisugune.

Neerusid innerveerivad sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi närvikiud. On tõestatud, et sümpaatiliste närvikiudude impulsid ahendavad neerusooni ja vähendavad sellega uriini eritumist. Parasümpaatilised impulsid põhjustavad vastupidist efekti.

Sümpaatiliste närvikiudude mõjuga sarnanevat toimet avaldab neerusoontesse neerupealiste hormoon adrenaliin.

Paljud ravimid toimivad kusenõristitena. Mõned neist laiendavad neerupäsmakese verekapillaare, teised (kofeiin) soodustavad vererõhu suurenemist päsmakestes, kolmandad suurendavad uriini eritumise protsessi ennast jne. Igal juhul suureneb uriini eritumine, kuna uriin ise muutub lahjemaks. Nimetus „kusenõristi" tuletub paljudel juhtudel sellest, et need ained põhjustavad organismi sattudes neerusoonte laienemist ja just sellega põhjustavadki uriini kvantumi suurenemist. Reflektoorsed erutused mõjustavad samuti neerude talitlust. Näiteks tugevate välisärrituste mõjul, eriti haavamisel, operatsioonil ja raskel sünnitamisel tekkiva valu puhul, lakkab uriini eritumine ajutiselt täiesti.

Uriinieritumiskeskused on piklikus ajus, neljanda ajuvatsakese põhjas, ja vaheajus, kus asetseb kõrgem uriinieritumiskeskus. On loomulik, et ajukoor mõjustab nende keskuste tegevust. Meie psüühilised elamused ja emotsioonid kas põhjustavad neerude intensiivsemat tegevust või pärsivad neerude talitlust.

I. P. Pavlov'i laboratooriumis kutsuti koeral esile uriini eritumise tingitud refleks vilistamisega.

Neerude ülesanne organismis.

Tehes kokkuvõtet kõigest kirjeldatust võib öelda, et neerude ülesanne organismis koondub kahte põhipunkti: 1) laguainete väljaviimine organismist (eritamisfunktsioon); 2) vee- ja sooladesisalduse reguleerimine organismis, s. t. verekoostise permanentsuse säilitamine.

Kuse väljajuhteteed.

KUSEJUHAD.

Kusejuha (*uréter*) on pikk, veidi lõpergune toru, mis ühendab neeru kusepõiega. Ta algab neeruvärati-piirkonnas otse neeruvaagnast. Kusejuha üldine pikkus on 30 sm.

Väljudes neeruväratist laskub kusejuha alla ja asetub nimmelihasele. Suure vaagna piirkonnas, ristluu-niude liigese lähedal, ristub kusejuha niude veresoontega ja siseneb väiksesse vaagnasse. Seal läheneb ta kusepõiele tagantpoolt, mulgustab põiki selle tagumise seina ja avaneb kusepõie sisemisel pinnal.

Kusejuha sein koosneb kolmest kestast: välimisest — sidekoelisest, keskmisest — lihas- ja sisemisest — limaskestast.

Lihaskest on kõige rohkem arenenud. Ta koosneb kolmes kihis asetsevaist (sisemistest piki-, keskmistest ring- ja välimistest pikisuunalistest) silelihaskiududest.

Kusejuha limaskesta vooderdab kihitunud ülemineku-epiteel.

KUSEPÕIS.

Kusepõis (*vesica urinária*) on selleks reservuaariks, kuhu ajutiselt koguneb uriin. Ta asukoht on vaagnas, häbemeliiduse taga. Kusepõie taga asetseb meestel pärasool, naistel tupp ja emakas. Kusepõie ees on väike koheva sidekoega täidetud õõs — põie-eelne ruum.

Kusepõie ülemist osa nimetatakse põiekiiruks, alumist, laiemat osa põiepõhimikuks ja kiiru ning põhimiku vahel olevat osa põiekehaks.

Põiepõhimikust väljub kusiti.

Kusepõie sein koosneb samuti nagu kusejuha seingi kolmest kestast: välimisest — sidekoelisest, keskmisest — lihas- ja sisemisest — limaskestast.

Lihaskiht on kõige rohkem arenenud. Ta koosneb samuti kolmest silelihaskiudude kihist: välimistest piki-, keskmistest ring- ja sisemistest pikisuunas kulgevatest lihaskiududest. Need kõik ühinevad üheks lihaseks — *m. detrusor*[1], s. t. uriini väljasuruv lihas.

Limaskesta katab ülemineku-epiteel; limaskest moodustab kurde ja temas on kolm mulku: kaks neist on kusejuhade avad, kolmas aga kusiti algus. Selles mulkudevahelises pinnas ei ole kurde ja seda nimetatakse põie- ehk Lieutaud' kolmnurgaks.

Kusepõis on kinnistatud mitme sidemega. Põiekiirust suundub üles naba poole keskmine nabaside. See on loote kinnikasvanud kusejuha.

Kusepõie eesmiselt pinnalt ulatuvad häbemeliiduse poole häbeme-põie sidemed. Alt on kusepõis eriti tugevasti kinnistatud kusiti eesnäärme osaga.

Kusepõis on kõhukelmega kaetud eestpoolt osaliselt, ülalt täiesti ja tagantpoolt osaliselt. Kusepõie täitumisel uriiniga nihkub kõhukelme üleminekukurd ülespoole. Seda asjaolu kasutavad kirurgid kusepõie kõhukelmeväliseks (ekstraperitoneaalseks) paljastamiseks, täites kusepõie kateetri abil desinfitseeriva lahusega.

Kusepõie maht on 500 sm^3. Kusepõit varustavad verega niudearteeri harud, kusjuures tema põhi on eriti veresoonterikas.

KUSITI.

Kusiti (*uréthra*) on kitsas toru, mille kaudu kusi juhitakse kusepõiest välja. Meestel ja naistel on tema struktuur erinev.

Mehe kusiti.

Mehe kusitil on kõverduva toru kuju, mille pikkus on umbes 20 sm. Ta algab kusepõiepõhimikust ja lõpeb sugutilukis. Mehe kusitis eristatakse kolme osa: eesnäärmeosa, kilejat osa ja korgasosa.

Eesnäärmeosa piirab igalt poolt eesnääre. Tema sisemise seina ümber asetseb silelihaskiudude kiht, nn. kusiti sisemine, tahtele allumatu sfinkter. Limaskestasse suubuvad tagantpoolt kaks seemnepurskejuha ja mõni eesnäärme viimajuha. Peale selle asetseb siin eesnäärmemõik ehk

---

[1] Tuletub ladinakeelsest sõnast *detrudo* — surun välja, ajan ära.

isas-emakas. See on loote rudimentaarne jäänus, mis on arenenud analoogiliselt naise emakaga ja tupega Müller'i juhadest. Hermafrodiitidel võib see arenedes omandada emaka kuju. Eesnäärmeosa pikkus on 2,5 sm.

Kilejas osa on mehe kusiti kõige lühem ja kitsam osa. Tema pikkus on umbes 1 sm ja ta asetseb urogenitaaldiafragma kihtide vahel.

Kilejas osa on kõvasti fikseeritud vaagna häbemeluude külge.

Urogenitaaldiafragma lihaskiud, mis koosnevad lahkliha vöötlihaseist, ümbritsevad kilejat osa ja moodustavad tema ümber kusiti välimise, tahtele alluva sfinkteri.

Korgasosa on kõige pikem. Tema pikkus on umbes 16 sm ja ta kulgeb kitsa toruna suguti korgaskeha sees.

Korgasosa tagumine ja eesmine osa on laiemad, kusjuures tagumist laiendit nimetatakse kusitisibulaks, kuna eesmine moodustab sugutiluki. Kusiti limaskesta katab korgasosas samuti nagu kusepõieski ülemineku-epiteel, muis osades mitmerealine silinderepiteel.

Kusitisibula-piirkonnas suubuvad kusitivalendikku kahe väikese Cowper'i näärme juhad. Cowper'i näärme sekreet kuulub sperma koostisse ja kaitseb peale selle, mõnede autorite uurimuste järgi, kusiti limaskesta uriiniga ärritamise eest.

Naise kusiti.

Naise kusiti on mehe kusitist lühem ja laiem. Tema pikkus ei ületa 4 sm. Teda iseloomustab suur venivus. Tema limaskesta katab lame-epiteel; limaskestas sisaldub suur hulk limanäärmeid.

Naise kusiti välimine ava asetseb tupe ees häbemepilus. Teda ümbritseb tihke vall; viimast on hästi tunda, juhtides kusitisse torukese (kateetri), mille kaudu lastakse uriini välja.

Uriin.

URIINI HULK, KOOSTIS JA OMADUSED.

Kusi ehk uriin (*urina*) on vedelik, mida eritavad neerud ja juhivad organismist välja kuse-elundid.

Uriiniga kõrvalduvad organismist ainevahetusproduktid.

Uriini uurimisel on suur tähtsus. See selgitab paljude füsioloogiliste protsesside sisu ja avastab mitmesuguseid organismis toimunud funktsioonide häireid. Uriini uurimine aitab

sageli haigust õigesti diagnoosida. Nii osutab suhkru leidumine pikema aja jooksul uriinis suhkurkusesusele ehk diabeedile, valgu ja vere leidumine — põletikulistele protsessidele neerudes.

Kuid tervelgi inimesel võib erituda koostiselt ja väärtuselt mitmesugune uriin. See oleneb toidu liigist, joodud vee kvantumist, keha temperatuurist, tööprotsesside iseloomust jm.

Uriini värvus on õlgkollane. Värvus oleneb uriinis leiduvatest kollastest pigmentidest. Uriini erikaal on keskmiselt 1,015—1,020, s. t. natuke suurem vee erikaalust; viimane võrdub teatavasti ühega. Erikaal määratakse erilise aparaadi — u r o m e e t r i — abil. Uriini reaktsioon on fosforhapu naatriumi sisalduse tõttu happene. Taimtoitude tarvitamisel ja mõnede haiguste puhul võib uriini reaktsioon muutuda leeliseseks.

Ööpäevane uriini kvantum kõigub tunduvalt; keskmiselt on see 1500 sm^3.

Uriin koosneb veest ja temas lahustunud tahketest orgaanilistest ja anorgaanilistest ainetest.

Normaalse uriini koostisse kuuluvad järgmised osised: 1) vesi (ligikaudu 95%), 2) orgaanilised ained (lämmastikku sisaldavad ja lämmastikuta), 3) anorgaanilised ained, 4) gaasid, 5) juhuslikud ained (kõige sagedamini organismi viidud ravimid).

Lämmastikku sisaldavate orgaaniliste ainete hulka kuuluvad kusiaine, kusihape, kreatiniin, hipuurhape jt.

Kusiaine.

K u s i a i n e ehk karbamiid ($NH_2—CO—NH_2$) sisaldab lämmastikku ja on uriini peamiseks koostusosaks. Ta tekib maksas järgmiselt. Meie keha rakkudes toimub vahetpidamatult valgu lõhustumine; selle lõhustumise üheks tähtsamaks produktiks on mürgine ammoniaak. Verevooluga uhutakse see rakkudest ja kudedest välja. Edasi kandub mürgine ammoniaak maksa, kus ta muundub kahjutuks kusiaineks. Järelikult kusiaine kvantum uriinis oleneb toiduks tarvitatud valgu hulgast. Peaaegu 90% uriiniga eritatavast lämmastikust tuleb panna kusiaine arvele.

Kusiaine kristalliseerub iseloomulikkude neljatahuste prismade kujul. Tema keskmine ööpäevane kogus on 30 g.

Kusihape.

K u s i h a p e ($C_5H_4O_3N_4$) on lämmastiku-ainevahetuse teine produkt. Ta kujuneb organismis rakutuumade lõhustumise

tagajärjel; sääraseid produkte nimetatakse puriinaluseiks ehk puriiniks. Uriinis sisaldub kusihape sooladena, mida nimetatakse uraatideks. See tellisekarva sadestis, mida sageli leidub ööpoti seintel, koosneb peamiselt uriini uraatidest. Kusihappe ööpäevane kogus on keskmiselt 1 g.

Kreatiniin.

Kreatiniin tekib organismis lihaskoe valgu lõhustumise tagajärjel. Tema ööpäevane kogus on 1 g.

Hipuurhape.

Hipuurhapet sisaldub inimese uriinis vähesel määral. Taimesööjail loomadel, eriti hobustel, on ta lämmastiku-ainevahetuse peamiseks produktiks.

Lämmastikuvabad orgaanilised ained.

Lämmastikuvabade orgaaniliste ainete hulka kuuluvad piimhape ja oblik- ehk oksaalhappesoolad. Esimene tekib lihaseis ainevahetusproduktina; teine satub organismi toiduga. Uriinis sisalduvad oblikhappesoolad iseloomulikkude oblikhapu kaltsiumi kristallide kujul.

Uriini pigmendid.

Uriini värvus oleneb temas sisalduvaist kollaseist värvivaist orgaanilisist aineist — urobiliinist, urokroomist ja uroerütriinist. Peamisteks pigmentideks on urobiliin ja urokroom. Nad tekivad organismis, samuti nagu sapi pigment bilirubiingi, purunevate erütrotsüütide hemoglobiinist. Nende ööpäevane kvantum on 1 g.

Anorgaanilised ained.

Anorgaaniliste ainete hulka kuuluvad naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi mineraalsoolad. Esimesel kohal on nende hulgas keedusool — kloornaatrium. Tema ööpäevane kvantum on 15 g. Teisel kohal on fosforhappesoolad. Need on lipoidide (peamiselt letsitiini) ja rakutuumade lõhustumise produktid. Nende ööpäevane kvantum on keskmiselt 2 g.

Kolmandal kohal on väävelhappesoolad. Väävelhape tekib organismis valkude lõhustumisprotsessis. Üks osa temast seostub organismis mitmesuguste orgaaniliste ja anorgaaniliste alus-

tega, teine osa satub maksa, ühineb seal sooles areneva roiskumise mürgiste produktidega (fenool, indool, skatool) ja moodustab eetri- ja väävelhappesoolasid, mis erituvadki uriiniga. Nende ööpäevane kvantum on 1,5 g.

Uriini gaasid.

Uriinis sisaldub ka teatav hulk gaase: ammoniaaki, süsihappegaasi, hapnikku ja lämmastikku; kõige rohkem leidub seal süsihappegaasi.

Lõpuks võib normaalses uriinis alati sisalduda suuremal või vähemal hulgal lima, leukotsüüte, kuseteede kestunud rakke ja mitmesuguseid juhuslikke aineid, näiteks ravimeid.

Patoloogilise uriini koostis.

Mõnede haiguste puhul võib uriini koostises esineda ebaharilikke koostusosi: valku, verd, suhkrut, urobiliini, indikaani, atsetooni, silindreid ja muid aineid.

Valgu esinemist veres nimetatakse albuminuuriaks ehk valkkusesuseks. See nähtus esineb kõige sagedamini põletikuliste protsesside puhul neerudes, samuti mürgistumise puhul mürkidega.

Vere esinemist uriinis nimetatakse hematuuriaks ehk verikusesuseks. See haigus tekib verevalumite tagajärjel neerudes või kuseteedes.

Suhkru ilmumist uriinis nimetatakse glükosuuriaks ehk suhkurkusesuseks. See nähtus esineb kas suhkru liiga rohke toiduks tarvitamise juhtudel või haiglase suhkurkusesuse puhul. Pigment urobiliini sisaldub uriinis alati väga väheses määral. Tema esinemist suurel hulgal peetakse haiguslikuks nähtuseks. See nähtus tekib alati erütrotsüütide suurema hulga hukkumise puhul veres. Teine pigment — indikaan — tekib alati jämesooles ühenduses valkude roiskumisprotsessiga. Suurte ja pikemaajaliste valgu roiskumisprotsesside puhul sooles, mida juhtub harilikult kõhukinnisuse ja mürgistumise puhul halvakvaliteediliste valguproduktidega, imendub indikaan verre ja satub sealt uriini hulka.

Mõnede haiguste puhul, kui rasv ei lõhustu organismis täielikult, koguneb uriinisse rasvade-ainevahetuse vahepealset produkti — mürgist atsetooni. Eriti palju koguneb seda uriinisse suhkurkusesuse puhul.

Kui haiguslikud protsessid tekivad neerutorukestes, siis paljud epiteelirakud kärbuvad; nad kleepuvad üksteisega ise-

loomulikkudeks sambakesteks, jäljendades kujult neerutorukeste õõsi. Neid uriini moodustisi nimetatakse silindreiks.

Eristatakse sõmerjaid, vahajaid ja hüaliinsilindreid.

Mõned uriinis lahustunud soolad võivad kuseteid läbides nendes sadestuda, kristalliseeruda ja moodustada kuseliiva ning kusekivisid.

Seda organismi seisundit nimetatakse neerukivitõveks ehk nefrolitiaasiks; seejuures esinevaid valuhoogusid nimetatakse neeruvoolmeiks ehk -koolikuiks.

URIINI TEKKIMINE.

Tutvume nüüd uriini tekkimisprotsessiga organismis. See probleem on füsiolooge juba ammust ajast paelunud. On teostatud rohkearvulisi katseid, püstitatud palju teooriaid. Ühed õpetlased arvasid, et uriin tekib filtratsiooni teel verest, teised leidsid, et uriin on kusetorukeste näärmeliste rakkude sekretsiooni tulemus. Käesoleval ajal kujutatakse uriini tekkimisprotsessi järgmiselt (inglise füsioloogi Cushny teooria). Uriini tekkimine algab neerupäsmakeses. Verekapillaaride ja Bowman'i kihnu seintel on pool-läbilaske võime: nende kaudu imbub (filtreerub) kihnudesse vereplasmas leiduvaid aineid. Selle tagajärjel moodustub niinimetatud primaarne uriin. Tema koostisse kuulub vett, soolasid, suhkrut, mõningaid amiinhappeid ja laguprodukte — kusiainet, kusihapet jt. Primaarne uriin erineb vereplasmast kolloidide ja eriti valkude puudumisega, millised ei pääse pool-läbilaskvast seinast läbi. Valgu leidumine uriinis osutab neerupäsmakeste ja Bowman'i kihnu normaalse tegevuse häireile.

Primaarne uriin liigub edasi neeru väänilistes torukestes kogumistorukeste suunas. Väänilistes torukestes toimub mõnede primaarse uriini koostusosade tagasiimendumine verre. Imenduvad vesi (osaliselt), suhkur, mõned soolad ja amiinhapped; seevastu aga laguained (kusiaine, kusihape jt.) kas üldse mitte või peaaegu ei imendu vääniliste torukeste rakkude kaudu. Ühe osa ainete tagasiimendumise tagajärjel kujuneb sekundaarne ehk lõplik uriin, millés puudub suhkur, osa sooladest ja veest ning millel on meile tuntud koostis. Lõplik uriin liigub edasi kogumistorukestesse, neerukarikaisse, vaagnasse ja kusejuhade kaudu kusepõide.

Tagasiimendumise tõttu jääb vee ja soolade suhe veres enam-vähem püsivaks, sääraseks, nagu see on vajalik organismi normaalseks elutegevuseks, kuna liigne vesi samal ajal kõrvaldub.

On tähtis märkida, et tagasiimendumine toimub väänilistes torukestes *valivalt*, s. t. tagasi ei imendu kõik, vaid ainult mõned ained. See kõneleb sellest, et imendumine toimub *neeruepiteeli elavate rakkude aktiivsel osavõtul*. Peale selle on neerutorukeste epiteelirakud suutelised sekreteerima mõningaid aineid, mis samuti kuuluvad uriini koostisse.

Niisugune on kaasaegne teooria uriini moodustumise kohta. Sellel teoorial on rohkearvulisi tõendeid.

Vaadeldes Malpighi kehakeste struktuuri (joon. 212) pole raske märgata, et toomasoon on märksa laiem kui viimasoon. See tähendab, et neerupäsmakesse voolava vere kvantum on suurem äravoolava vere hulgast. Sellest järgneb, et osa verd lahkub veresängist päsmakese kapillaarides liikumise ajal ja imendub Bowman'i kihnu.

Viimaseil aastail õnnestus ameerika õpetlasel Richards'il hankida erilise, väga tundliku instrumendi (*mikromanipulaatori*) abil mõned tilgad vedelikku otseselt Bowman'i kihnust. Selles vedelikus leidusid kõik samad ained, mis esinevad vereplasmas (välja arvatud valk). Kuid säsiollusest — sirgeist ja kogumistorukestest — saadud vedelik oli koostiselt täiesti sarnane tolle valmis uriiniga, mis väljub kusepõiest: temas puudusid suhkur ja mõned soolad ning ta oli enam kontsentreeritud. Need andmed kinnitavad täpselt kujutlust sellest, et uriini tekkimises on kaks faasi: esmalt tekib kihnudes *filtreerumise teel* primaarne uriin, siis formeerub väänilistes torukestes lõplik uriin, kusjuures toimub mõnede ainete ja vee *tagasiimendumine*.

Lõpuks kinnitab veel üks väga huvitav katse, et imendumine toimub just torukestes. Konnal on võimalik tema neerude vereringe iseärasuste tõttu vere kaudu mürgiga mõjustada torukeste rakke, seejuures päsmakesi puudutamata. Kui me sel moel mürgistame mingi narkootilise ollusega torukeste epiteeli, katkestame tema rakkude elutegevuse ja uurime eritunud uriini, siis selgub, et see uriin pole oma koostiselt midagi muud kui primaarne uriin, milles sisaldub suhkrut jm. Vääniliste torukeste epiteeli mürgistatud rakud ei funktsioneerinud ja tagasiimendumist ei toimunud.

Mõlema neeru kaal moodustab umbes 0,6% kogu keha kaalust; samal ajal kulutavad neerud peaaegu 10% organismile vajalikust hapniku üldhulgast. See näitab, et neerudes toimuvad väga intensiivselt oksüdatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsessid ning vabaneb suur hulk energiat. Aga milleks kulub see ener-

gia neerudes? Uriini tekkimise üksikasjaline uurimine on näidanud, et vereplasma ainete filtreerumine Bowman'i kihnu toimub ilma erilise energiakuluta. Veri on toomasoones (arteeris) suure rõhu all ja filtreerumine teostub kergesti. Teisiti on lugu väänilistes torukestes. Primaarses uriinis on soolade kontsentratsioon suurem kui veres ja järelikult peab füüsika seaduste alusel oletama, et vesi ei saa torukestest verre imenduda. Me veendusime alles praegu, et torukeste epiteeli mürgistumise puhul tagasiimendumist ei toimu. Kuid normaalseis tingimustes teostub tagasiimendumine. Seda teostavad torukeste epiteeli elavad rakud. Iga elundi tegevusega kaasnevad energia kulutus, intensiivne dissimilatsioon ja oksüdatsioon. Nüüd on arusaadav, miks neeru vääniliste torukeste rakud kulutavad suure hulga hapnikku. Kirjeldatud näide tõestab kõige paremini, et elava organismi tegevust ei saa seletada ainult füüsika ja keemia seadustega. Elavale organismile on omased erilised, keerukamad bioloogilised seaduspärasused.

Urineerimine.

Valminud uriin nõrgub kogumistorukestest neerukarikaisse, vaagnasse ja siis kusejuhasse. Järjestuvalt, üks osa teise järel, tõmbuvad kusejuha seinte silelihased kokku (kusejuha peristaltika) ja uriin surutakse kusepõie poole. On kusepõis täitunud, siis hakkavad kusejuha lihased vastupidises suunas järjestuvalt kokku tõmbuma; tekib antiperistaltika ja uriin liigub tagasi vaagnaisse; seejuures lõpeb uriini tekkimine ajutiselt.

Kusepõie seinad on suutelised, nagu juba mainisime, tugevasti venima. Kusepõis mahutab suure hulga vedelikku. Uriin ei pääse tagasi kusejuhadesse kusejuha-avade viltuse asetuse tõttu: kusepõie väljavenimisel on nende suudmed kõvasti kinni surutud. Kaks tugevat kusiti lihassfinkterit (pressi) takistavad uriini väljavoolamist kusepõiest.

Urineerimisakt toimub reflektoorselt. Kusepõie täitumisel uriiniga ärrituvad põieseinas asetsevad närvilõpmed; tsentripetaalsed närvikiud kannavad erutuse seljaajusse, urineerimiskeskusse. Siit läheb erutus tsentrifugaalseid närvikiude mööda esiteks põieseina silelihastesse ja tahtele allumatusse sfinkterisse, teiseks, lülitudes teistele neuronitele, kandub tsentripetaalselt peaajusse — poolkerade kooresse. Ajukoore eriliste keskuste erutumise tagajärjel tunneb inimene kusepakitsust. Ajukoorest lähtuvad impulsid välisesse, tahtele alluvasse sfink-

terisse ja tingivad selle lõtvumist või, vastupidi, energilist kokkutõmbumist. Esimesel juhul toimub urineerimisakt: mõlemad sfinkterid on lõtvunud, kuid kusepõie seinad tõmbuvad kokku ja suruvad uriini välja. Teisel juhul kaob urineerimise võimalus, ja kui urineerimine oli alanud, siis ta katkeb.

Teiste elundite eritamisfunktsioon.

Kopsude kaudu väljuvad peamiselt süsihappegaas ja veeaurude kujul mõningal määral vesi: väljahingatav õhk on alati küllastatud veeauruga. Soole kaudu kõrvaldatakse peale seedimata toidujätete osa vett ja soolasid, samuti mõned sapiga maksast tulnud mürgised ained.

Naha eritamisfunktsioonist kõneleme järgmises peatükis.

NAHK.

Nahk (*cutis*) on meie keha väliseks katteks. Väliskeskkonnaga tihedasti kokku puutudes on nahal loomulikult suured ülesanded organismi elutegevuses.

NAHA ÜLESANDED.

Nahal on kõigepealt kaitse ülesanded: ta kaitseb organismi vee, gaaside ja mikroobide sissetungimise eest, vee ja soojuse kaotamise eest; ta kaitseb siseelundeid rõhumise ja vigastamise eest.

Nahk on tunde-elundiks; naha abil tunneme puudutamist, valu, külma, soojust jne. Tal on tähtis ülesanne soojuse reguleerimise alal meie kehas.

Nahk on eritamiselundiks: higiga erituvad ja lahkuvad inimese kehast mürgised laguained.

Mis aga puutub naha osavõtusse organismi hingamisest, nagu seda arvati varemalt, siis käesoleval ajal eitatakse seda imetajail ja inimesel täielikult. Kuid samal ajal on konna paljas limanahk tähtsaks kohaks, mille kaudu veri võtab õhust hapnikku ja eritab süsihappegaasi.

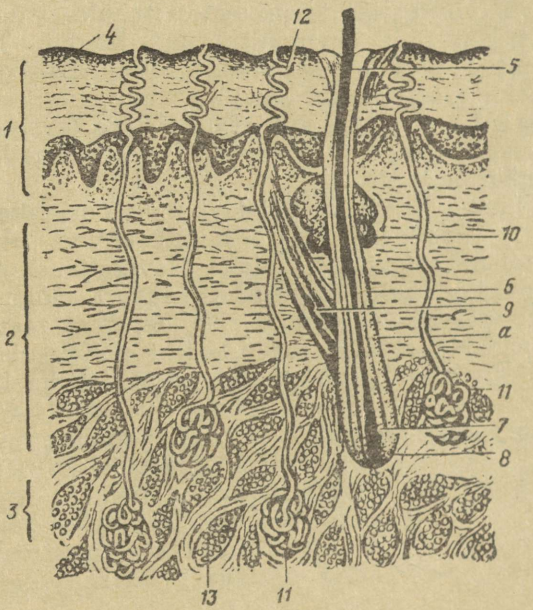
Naha määratut tähtsust organismile on kerge selgitada, kui meenutada, et nahapinna kolmandiku osa normaalse talitluse häirimine (näiteks põletuste puhul) tingib surma.

Tutvume naha struktuuriga, et taibata, missugused naha struktuuri ja talitluse iseärasused just omistavad talle nii tähtsaid ülesandeid meie kehas.

NAHA STRUKTUUR.

Nahal on kolm kihti (joon. 213): välimine, epiteliaalne kiht — epidermis ehk marrasknahk, keskmine — sidekoest koosnev tugevam pärisnahk (*corium seu derma*), ja sisemine — nahaalune kohev sidekude.

Naha epidermis koosneb kihitunud lame-epiteelist. Tema süvad kihid, mis kuuluvad naha sidekoelise osa juurde, koosnevad elavaist paljunemisvõimelistest rakkudest. Neil on silindriline kuju ja suured tuumad. Nagu me juba teame peatükist „Epiteelkude", nimetatakse epidermise seda osa Malpighi ehk kasvukihiks. Tema rakkudes leidub värvainet ehk pigmenti; sellest olenebki naha värvus. Pinnale



Joon. 213. **Naha struktuur** (vertikaallõikes). 1 — epidermis; 2 — pärisnahk; 3 — nahaalune kohev sidekude; 4 — nahapiirkond, milles asetsevad kompimiskehakesed; 5 — juukserood; 6 — juuksejuur; 7 — juuksesibul (*a* — juuksetupp); 8 — juuksenäsa; 9 — karvapüstitajalihas; 10 — rasunääre (selle viimajuha avaneb juuksetuppe); 11 — higinäärme päsmake; 12 — higinäärme viimajuha; 13 — rasvkoe kogumik.

lähenedes muutuvad rakud lamedaiks, tuumatuiks, nende sisaldis on läbi imbunud sarvainega. Naha välimisel pinnal meenutavad sarvestunud rakud soomuseid; nad deskvameeruvad (irduvad) järk-järgult ja langevad ära. Epidermise uute rakkude lisandumine toimub altpoolt, kasvukihist. Niimoodi teostub naha epidermises rakkude sarvestumise, vanade rakkude deskvameerumise ja uute tekkimise protsess. Epider-

mise sarvkiht annab nahale sarvaine omaduste tõttu vee, gaaside, mikroobide jms. suhtes läbitungimatuse.

Pärisnahk koosneb tihkest kiulisest sidekoest. Selles põimuvad üksteisega läbi kollageensed ja elastsed kiud, kiudude vahel leidub aga mitmesuguseid sidekoelisi rakke (fibrotsüüte jt.). Viimaste aastate uurimused on näidanud, et kollageensed ja elastsed kiud asetsevad nahas teatud korras ja moodustavad mitu põimunud võrgustikku. Kollageensete ja elastsete kiudude võrgustikud annavad nahale vetruvust ja elastsust; nahk on rebenemise vastu kindel. Ta katab kogu keha ega pitsu paindumiskohtadel. Epidermisega kokkupuu tuva pärisnaha pind ei ole harilikult sile; ta tungib väljaulatiste — näsade — kujul epidermise sisse (erandiks on laubanahk). Pärisnahas asetsevad karvad, rasunäärmed, silelihaskimbud ja higinäärmed.

Nahaalune kohev sidekude on rikas rasvaladestiste poolest. Rasvpadjand on mitmesugune, olenedes soost, east ja organismi seisundist. Naha rasvpadjand ühendub pärisnahaga väga kohevalt; seepärast saavad mõlemad ülemised kihid tema peal vabalt liikuda. Nahaalusest rasvkoest oleneb keha ümarus. Nahaalune rasvpadjand pehmendab tõukeid ja muljumist ning, mis on eriti tähtis, kaitseb keha liigse soojusekao eest, sest rasva soojusejuhtivus on väga halb.

Nahaaluses kohevas sidekoes ja pärisnahas on rohkearvuliselt vere- ja lümfisooni, samuti sümpaatilisi ja parasümpaatilisi närve. Veresooned moodustavad nahas kaks võrgustikku: pindmise, kapillaaride võrgustiku, mille harud tungivad näsadesse, ja süvema võrgustiku. Naha rohkest varustamisest veresoontega oleneb naha tähtsus keha soojusereguleerimises (vt. allpool).

Närvikiud lähenevad naha lihaseile, karvadele ja näärmeile, moodustades närvilõpmeid pärisnahas ja epidermises. Igaüks on ise küllalt kogenud, kuivõrd tundlik on nahk vähimagi puudutuse ja vajutamise suhtes, samuti ümbritseva temperatuuri muutuse suhtes. Nahk on väga rikas närvilõpmete poolest; seepärast osutubki ta tähtsaks meele-elundiks.

JUUKSED (KARVAD) JA KÜÜNED.

Juuksed (*pili*) arenevad lootel juba kolmandal üsasisesel elukuul. Epidermis tungib rakukeelikute kujul sügavale nahasse; rakukeelikuile kasvavad paksenenud otsa sisse vastu sidekoe osakesed — juuksenäsakesed veresoontega ja närvidega. Inimesel on kahte liiki juukseid (karvu): lühikesed, mis

katavad õrnade udemetena kogu keha, ja pikad, mis kasvavad ainult teatud kohtades — peas, näol, kaenlaaukudes ja häbemel. Peopesad, jalatallad, silmalaud ja huuled on täiesti juusteta.

Vaatleme juukse struktuuri (joon. 213). Juukses (karvas) eristatakse juuksesibulat, s. t. juukse laienenud osa, mis ümbritseb juuksenäsa ühes veresoonte ja närvidega, juuksejuurt — juukse osa juuksesibulast kuni nahapinnani — ja juukseroodu ehk juuksekõbu — välimist, üle nahapinna ulatuvat osa. Juust katab sidekoeline juuksetupp, mille külge kinnistuvad tihedalt rasunäärmed ja kimp silelihaseid — karvapüstitajalihas (*m. arréctor pili*); nende juhad suubuvad mitte naha pinnale, vaid juuksetuppe.

Mikroskoobi abil võib näha, et juus ise koosneb muutunud epiteelirakkudest. Juuksesibula-piirkonnas on need rakud elavad, nad paljunevad ja tingivad juuksekasvu. Juuksejuure ja juukseroo rakud on surnud, sarvestunud. Juukseroos on rakkude vahel palju õhumullikesi. Rakud sisaldavad pigmenti. Juuksed lähevad halliks siis, kui pigment kaob ja rakkudesse koguneb õhumullikesi; juuksed omandavad hõbedase varjundi. Juuste hallistumise põhjused pole veel küllaldaselt selgitatud. On teada juhtumeid, kus inimene hallistub tugeva närvivapustuse puhul järsku (sõna otseses mõttes mõne tunniga). See kõneleb hallistumisprotsessi ühendusest närvisüsteemi talitlustega.

Inimesel täheldatakse pidevat juuste vahetust. Uus juus (karv) areneb vana juukse (karva) näsast ja tõukab vana välja.

Naha silelihased soodustavad kokku tõmbudes rasva väljasurumist rasunäärmeist, õgvendavad juukseid ja kortsutavad naha epidermist („kananahk").

Küüned (*ungues*) on teiseks naha epidermise omapäraseks muundeks.

Küünealumikuks on naha sidekoelise kihi veresoontega ja närvidega varustatud näsad. Küüne süva lootekiht on tihedasti liitunud pärisnahaga ja koosneb elavaist paljunevaist rakkudest. Siit toimubki küüne kasvamine. Pinnale ulatuv küüneosa on sarvestunud. Kuid sarvestumine pole siin nii tugev kui epidermise pindmistes kihtides: küünerakkudes võib avastada tuumi.

RASUNÄÄRMED.

Peatükist „Epiteelkude" teame, et rasunäärmed kujutavad endist hargnenud alveolaarseid (põisjaid) näärmeid ja et nende sekreet (rasu) eritub näärme-epiteeli rakkude purunemise tagajärjel. Rakusisaldis ise muutub sekreediks ja surutakse viima-

juha kaudu välja. Rasunäärmete viimajuhad suubuvad juuksetuppe. Naharasu on rasva, soolade ja vee segu. Ta pehmendab nahka ja juukseid (karvu) ning kaitseb neid märgumise eest.

HIGINÄÄRMED.

Higinäärmed kuuluvad torujate näärmete hulka. Iga nääre kujutab endast torukest, mille ots on kerasse keerdunud. Torukese sirge osa läbib pärisnahka, kuna kerake asetseb nahaaluses kohevas sidekoes. Kerakeses on higi eritamise näärmerakud. Torukese sirge osa on viimajuhaks, mis epidermise sarvkihis keerdub korgivinnakujuliselt.

Higinäärme näärmelist osa, s. t. kerakest, ümbritseb veresoontevõrk ja ta on varustatud närvikiudude lõpmetega.

Meie nahk on higinäärmete poolest väga rikas. Nende arv ulatub 2—3 miljonini, kuid nad ei paikne ühtlaselt. Kõrvalesta nahas higinäärmeid pole; välis-kuulmekäigus on nad muundunud kõrvavaiku tootvaiks näärmeiks. Eriti palju on higinäärmeid painutuspindadel, kaenlaaugus, peopesas jne.

HIGI, TEMA KOOSTIS, TEKKIMINE JA ÜLESANNE.

Higi (*sudor*) on maitselt soolakas, pisut hägune nahapinnale erituv vedelik. Väga sageli nimetatakse higi lahjendatud uriiniks; see on täiesti õige, sest oma koostiselt seisab higi uriinile väga lähedal, sisaldades ainult mõnevõrra suuremal määral vett. Higi koostisse kuulub 99% vett ja 1% temas lahustunud tahkeid aineid: need on soolad (peamiselt keedusool), samuti ka kusiaine, kusihape ja mõned teised laguained. On huvitav, et neerude haigestumise puhul, kui eritamisfunktsioon kuulub peamiselt higinäärmeile, omandab higi koguni uriinile iseloomuliku lõhna. Harilikult oleneb higi lõhn nii tema koostisest kui ka nahapinnal rasu lahustumisel tekkivate rasvhapete segandumisest.

Higi eritumine toimub järgmiselt. Higinäärme kerakese ümber põimuvaist verekapillaaridest tungivad (filtreeruvad) higinäärmesse soolad, vesi, laguained jt. Peale selle nõristavad higinäärme näärmelised rakud mõnesuguseid aineid. Tekkinud higi surutakse näärmeliste rakkude ümber asetsevate silelihaste kokkutõmbumise tõttu üles viimajuhasse, kust ta satub nahapinnale. Siin toimub higi aurumine. Igasuguse aurumisega kaasneb soojuse kaotamine, jahtumine. Igaüks on kogenud higistamisele järgnevat külmatunnet. Higi aurumine nahapinnalt tin-

gib organismi jahtumist, soojuse äraandmist. Eritatud higi kvantum võib olla väga mitmesugune, olenedes organismi seisundist, ümbritseva keskkonna temperatuurist jm.

Õhu temperatuuri tõus, lihaste intensiivne töö (kiire kõndimine, rasked tööprotsessid), joodud vedeliku hulk, kuumade ja alkoholiste jookide tarvitamine — kõik see põhjustab intensiivset higistamist.

Higi ööpäevane kvantum on väga kõikuv. Meie kliimas võrdub see keskmiselt 1 liitriga. Palavais maades suureneb see 5 liitrini ja veel rohkemgi.

Ülalöeldu põhjal on higi eritumisel organismis järgmised ülesanded:

1. Higistamine reguleerib vee kvantumit organismis; liigne vesi kõrvaldub higiga; sellega säilitatakse vere koostise permanentsus.
2. Higistamine on organismi soojuseregulatsiooni üheks teguriks.
3. Higiga kõrvaldatakse organismist kahjulikke laguaineid (eritamisfunktsioon).

Nüüd tekib küsimus: mis reguleerib higistamist, higinäärmete tegevust? Higi eritumist reguleerib peamiselt närvisüsteem. See toimub kas reflektoorselt või piklikus ja seljaajus asetsevate higieritumiskeskuste ärritamise teel verega.

Esimesel juhul toimub protsess järgmiselt. Nahas asetsevad, nagu me teame, väliskeskkonnast tulevaid ärritusi tajuvad närvilõpmed. On ümbritsev temperatuur kõrge, siis ärrituvad närvilõpmed ja erutus kandub tsentripetaalseid närvikiude mööda piklikku ja seljaajju, vegetatiivse närvisüsteemi higieritumiskeskustesse, ja sealt tsentrifugaalseid närvikiude mööda higinäärmeisse. Näärmelised rakud eritavad higi. Haigestumiste puhul seletub higistamine vere temperatuuri tõusuga. Tavalisest rohkem soojenenud veri uhab higieritumiskeskusi piklikus ajus ja erutab neid.

Kõigile on tuttavad higistamisjuhud suurte närvierutuste puhul: suure ehmumise korral tekib „külm higi". See kõneleb sellest, et peaaju kõrgemad osad, milledega on seoses meie emotsioonid, elamused, võivad samuti reflektoorselt mõjuda higinäärmete tegevusele.

Peale higi eritumise võtavad soojuse reguleerimisest organismis osa ka naha veresooned. Kui keha temperatuur tõuseb, laienevad naha veresooned; nendest voolab läbi suurem hulk verd ehk, nagu öeldakse, „veri tungib naha alla". Soojendatud nahast kiirgub soojus ümbritsevasse õhku palju kiiremini. Jah-

tumisel seevastu naha veresooned ahenevad, naha kaudu voolab nüüd vähem verd ja soojuse kiirgumine väheneb. Veresoonte laienemist ja ahenemist reguleerivad impulsid, mida toovad veresoontesse sooneahendajad ja soonelaiendajad närvid.

Soojuse reguleerimine ja „soojuskeskus".

Ühtlane püsiv kehatemperatuur on organismi normaalse elutegevuse väga tähtis tingimus. Tõepoolest me teame, et meie keha temperatuur on tervise seisundis, vaatamata külmale või palavale, vaatamata pidevale soojuse tekkimisele organismis eneses, muutumatult 36—37°. Organismi liig-soojenemist või, ümberpöördult, liig-jahenemist ei toimu normaalseis tingimustes sellepärast, et meie keha ja eriti nahk on kohandunud soojust reguleerima. Soojuse reguleerimine toimub kehas kooskõlastatult. Soojuse reguleerimise kõrgeim keskus — „soojuskeskus" — asetseb vaheajus.

SUGUELUNDITE SÜSTEEM.

Inimesele, nagu igale loomorganismilegi, on omane sigimis- ja soojätkamisvõime. Nagu me juba teame, toimuvad kõrgemail loomadel — imetajail — ja inimesel sigimisprotsessid eriliste, oma struktuurilt keerukate elundite osavõtul. Need elundid võetakse kokku ühise nimetuse all „suguelundite ehk sigimiselundite süsteem".

Mehe suguelundid.

Eristatakse sise- ja välis-suguelundeid.

Mehe sise-suguelundeiks on munandid ühes munandimanustega, seemnejuhad, eesnääre ja Cowper'i nääre (joon. 214 ja 215).

Välis-suguelundeiks on suguti ja kukuti (munandikott).

MEHE SISE-SUGUELUNDID.

Munandid.

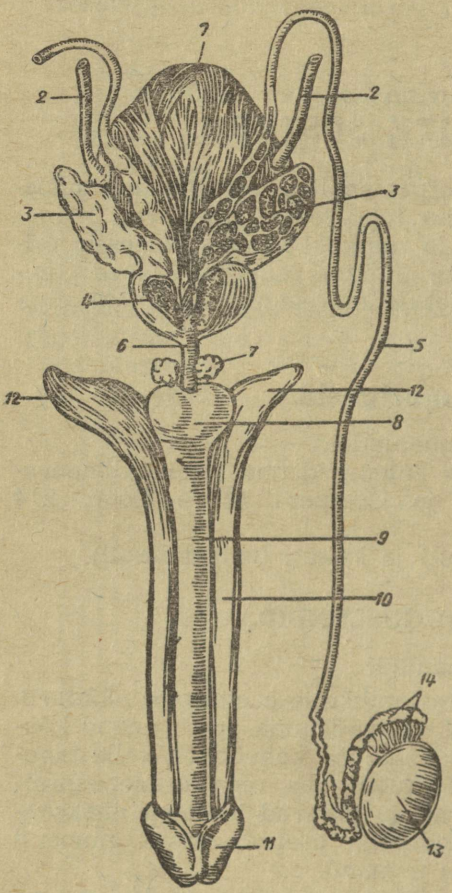
M u n a n d i d (*testes*) on munandikotis asetsevad näärmed. Suuruselt ja kujult meenutavad nad tuvimuna. Iga munand kaalub keskmiselt 30 g. Munandid arenevad kõhuõõnes, selle tagumisel seinal, neerude kõrval, laskuvad siis oma arenemisprotsessis alla, läbivad kubemekanali ja jõuavad loote-ea üheksandal kuul munandikotti. Munandikotis asetseb vasak munand harilikult madalamal kui parem munand.

Munandi tagumise serva küljes on m u n a n d i m a n u s (*epididymis*); see koosneb suurest hulgast väänilistest torukestest. Munandimanuse ülemist, paksenenud äärt nimetatakse p e a k s, alumist — s a b a k s. Munandimanuse saba paindub ülespoole ja muutub s e e m n e j u h a k s (joon. 215).

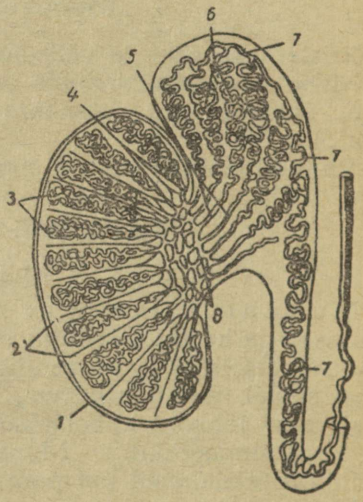
Munand on ühes munandimanusega peaaegu kogu ulatuses kaetud seroosse kestaga — kõhukelmega, mille all asetseb munandi teine, tihkeist sidekoelistest kiududest koosnev munandi v a l k j a s k e s t.

Munandi valkjaskest on kaetud kihitumata lootelise kuupepiteeliga.

Munandi tagumisel küljel moodustab valkjaskest paksendi,



Joon. 214. **Kusepõis ja mehe suguelundid** (tagantpoolt). 1 — kusepõis; 2 — kusejuha; 3 — seemnepõiekesed; 4 — eesnääre; 5 — seemnejuha; 6 — kusiti lestmeline osa; 7 — Cowper'i näärmed; 8 — kusitisibul; 9 — kusiti kavernoosne osa; 10 — mehe suguliige; 11 — sugutilukk; 12 — sugutijalad; 13 — munand; 14 — munandimanus.



Joon. 215. **Munandi ja munandimanuse struktuuri skeem.** 1 — munandi valkjaskest; 2 — sagarikkude vaheseinad; 3 — vääniline seemnetoruke; 4 — sirged torukesed; 5 — viimajuhad; 6 — munandimanuse sagarad; 7 — munandimanuse juha; 8 — keskseinandi võrgustik.

nn. keskseinandi ehk Highmore'i keha, millest suunduvad munandi sisemusse tihked sidekoelised väädid, jaotades munandi sagarikkudeks (joon. 215). Munandi sagarikkude arv ulatub 300-ni.

Iga sagarikku läbib 2—3 väänilist seemnetorukest, millede vahel on kohev sidekude suure arvu veresoontega. Väänilise torukeste seinu vooderdab kihitunud epiteel. Siin just toimubki spermatogenees ehk seemne kujunemise protsess, s. t. mehe sugurakkude — spermatozoidide — kujunemine.

Spermatozoidi arengus eristatakse nelja järku: spermatogooni-, spermatotsüüdi-, spermatiidi- ja lõpuks spermatozoidi- ehk küpse suguraku astet. Küpsed spermatozoidid väljuvad väänilise seemnetorukeste valendikku ja liiguvad edasi seemnejuhasse.

Spermatozoidide kujunemine algab mehel ligikaudu 14-ndast eluaastast ja lõpeb 65-ndate aastate paiku, mõnikord ka hiljem. Spermatozoidid liiguvad edasi munandimanuse väänilistes torukestes virve-epiteeli ripsmete olemasolu tõttu. Munandeis kujunevate spermatozoidide hulk on määratu suur; seda arvestatakse miljonitega. Ühe suguakti puhul võib mehe suguteedest välja paiskuda mitte vähem kui 150 miljonit spermatozoidi.

Munandi kohevas sidekoes asetsevad erilised vahepealsed, nn. interstitsiaalsed rakud; neil on sisesekretoorsete näärmete ülesanne.

Seemnejuha.

Seemnejuha (*dúctus déferens*) on kaunis kõva kanal, mida mööda liiguvad edasi munandist tulevad spermatozoidid. Seemnejuha algab munandimanuse sabast ja suundub seemneväädi (*funiculus spermáticus*) koostusosana ülespoole kubemekanalisse.

Seemneväädi koosseisu kuuluvad peale seemnejuha veel munandi arteerid, veenid ja närvid; neid ühendab omavahel kohev sidekude ja nad on kaetud mitme sidekoelise kestaga.

Kubemekanalist (*canális inguinális*) väljudes kulgeb seemnejuha kõhuõõnde, eraldub seal seemneväädi veresoontest ja närvidest ning laskub alla väikese vaagna õõnde. Seal läbib ta eesnäärme ja suubub purskejuha (*dúctus ejaculatórius*) nimetuse all kusitisse eesnäärmeosa tagumises seinas (joon. 214). Seemnejuha pikkus on keskmiselt 40 sm. Tema sein koosneb kolmest kihist: välimisest — sidekoelisest, keskmisest — lihaskestast, mis koosneb silelihaskiududest, ja sisemisest — limaskestast, mida katab mitmerealine silinderepiteel.

Seemnepõiekesed.

Seemnepõiekesed (*vesiculae seminales*) on seemnejuha külgedelt väljasopistunud põiekujulised moodustised. Nad asetsevad kusepõie tagumisel seinal seemnejuhast väljaspool (joon. 214). Varemalt arvati, et seemnepõiekesed on sperma varulaks. Kuid hilisemad uurimused on näidanud, et nad ei sisalda seemnetagavarasid, vaid on näärmeliseks elundiks, mille limaskest eritab sperma koostisse minevat vedelikku.

Eesnääre.

Eesnääre (*próstata*) on teatava hulga silelihaskiududega varustatud torujas alveolaarne nääre. Ta asetseb kusepõie põhja all, on kastanikujuline ja ümbritseb igast küljest kusiti eesnäärmeosa (joon. 214).

Näärme tagumine pind on vastu pärasoolt. Sellel asjaolul on praktiline tähtsus: see annab võimaluse näärme palpeerimiseks pärasoole kaudu.

Eesnääre eritab sperma koostisse minevat ja talle spetsiifilist lõhna andvat vedelikku. Eesnäärme viimajuhad suubuvad kusiti eesnäärmeossa.

Lastel ei ole eesnääre kuigi suur. Vanadel meestel võib ta sageli vohada, ahendades kusitikanali valendikku ja raskendades urineerimist.

Eesnääre areneb loote kusitiseinast.

Cowper'i näärmed.

Cowper'i näärmed on väikesed, herneterasuurused kusitisibula kohal asetsevad näärmekesed. Nende viimajuhad suubuvad kusiti korgasosa tagumisse külge. Cowper'i näärmed eritavad sperma koostisse kuuluvat vedelikku.

Sperma.

Sperma on valkjas, kleepuv, iseloomuliku lõhnaga, spermatozoide sisaldav vedelik. Sperma vedelat osa valmistavad osaliselt munandi ja munandimanuse vääniliste torukeste epiteelirakud, osaliselt seemnetorukeste limaskest, osaliselt Cowper'i nääre, kuid peamiselt moodustub sperma eesnäärme rakkude sekreedist.

Iga suguakti puhul eritub inimesel spermat keskmiselt 3—5 sm^3.

MEHE VÄLIS-SUGUELUNDID.

Munandikott.

Munandikott (*scrotum*) on nahast ja lihaseist koosnev kott, milles asetsevad munandid. Munandikoti sein koosneb samadest kihtidest, milledest eesmine kõhuseingi. Tema sisepinda vooderdab samuti kõhukelme, moodustades siin seinapidise ja vistseraalse lehe.

Kõhukelme on munandikotti tulnud sopistumise teel munandi laskumise puhul kõhuõõnest. Munandi serooskesta peal asetseb teine — üldine tupekest, mis on kõhuseina ristifastsia jätkuks. Selle kesta kohal asetseb kõhu sisemisest põikilihasest siia laskunud vöötlihaskimp. Neid lihaskiude nimetatakse munanditõsturlihaseks (*m. cremáster*).

Lihaskesta katab nahaalune kohev sidekude, millesse seguneb lihaskiude ja nahka. Vahesein jaotab munandikotiõõne kaheks isoleeritud õõneks.

Suguti.

Suguti ehk suguliige (*penis*) on sugutamiselund. Ta koosneb kolmest korgaskehast, kusjuures üks neist kuulub kusitile (joon. 214).

Sugutis eristatakse sugutijuurt, millega ta kinnistub kõvasti häbemeluudele, -keha, -kaela ja -lukki.

Suguti nahk on väga õhuke, õrn ja liikuv; üleminekul sugutilukile moodustab ta duplikatuuri (kahekorriku), mis katab lukki ja mida nimetatakse eesnahaks (*praepútium*).

Kõik kolm korgaskeha on kaetud tihkete sidekoeliste kestadega. Sisepinnalt kulgevad korgaskehade sisemusse tihked sidekoelised väädid, moodustades rohkesti pilusid, mis on ühenduses üksteisega.

Sugulise erutuse ajal täituvad need pilud siia voolava verega; seejuures paisub suguti, muutub kõvaks ja on niisuguses seisundis kergesti naise emakatuppe juhitav.

Suguti paisumist nimetatakse erektsiooniks. See tekib arteriaalse vere intensiivsest juurdevoolust sugutisse; seejuures on venoosse vere äravool lahklihalihaste kokkutõmbumise tõttu raskendatud.

Erektsioon tekib suguti pinnal asetsevate sensiiblite närvikiudude lõpmete ärritumise tõttu ja kujutab endast tingimatu

refleksi näidet. Kuid erektsioon võib tekkida samuti tingitud reflekside mõjul, mis on ühenduses nägemis-, kuulmis- ja haistmisärritustega ning psüühiliste elamustega. Seejuures erutub iga kord seljaaju nimmeosas asetsev erektsioonikeskus, kuhu kulgevad peaajukoorest mitmesugused närvi-impulsid.

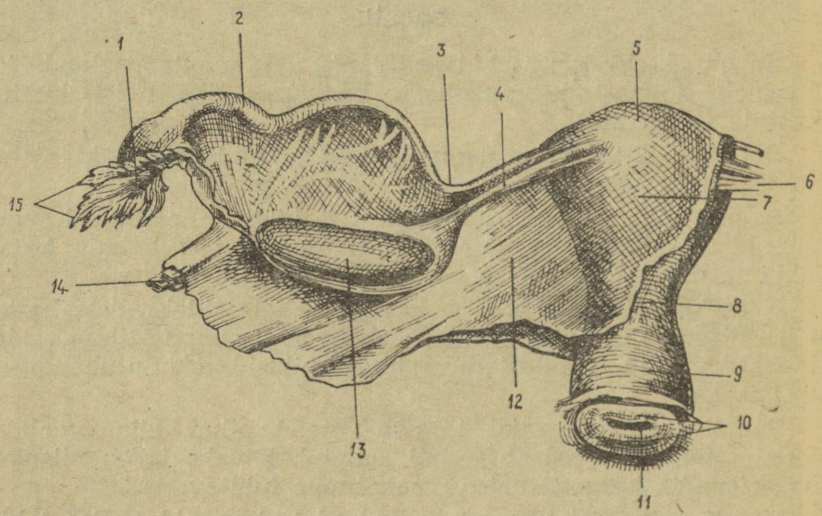
Seemnepurset sugutist nimetatakse e j a k u l a t s i o o n i k s. See tekib reflektoorselt lahklihalihaste kokkutõmbumise mõjul.

Naise suguelundid.

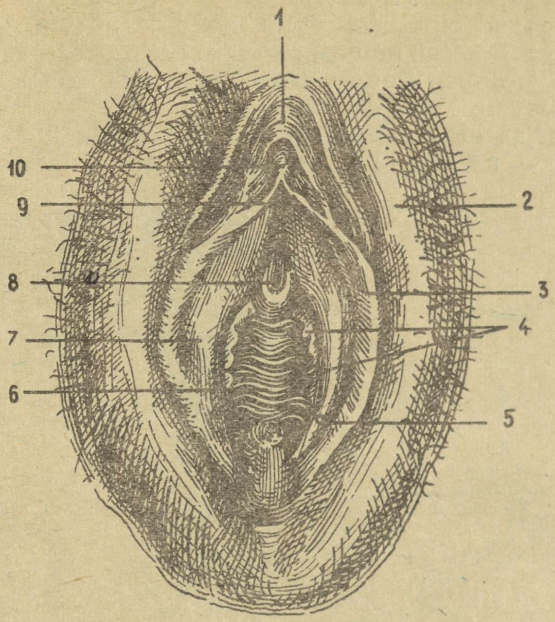
Naisel on sise- ja välis-suguelundid.

Naise sise-suguelundeiks on munasarjad, Fallopio tõrved ehk munajuhad, emakas ja tupp.

Välis-suguelundeiks on suured ja väikesed häbememokad, neitsinahk ja kõdisti (joon. 216 ja 217).



Joon. 216. **Naise sise-suguelundid.** 1 — munajuha kõhukoopapoolne avaus; 2 — munajuha laiend (*ampulla*); 3 — munajuha kitsus; 4 — päris-munasarjaside; 5 — emakapõhi; 6 — emaka ümarside; 7 — emakakeha; 8 — emakakitsus; 9 — emakakael; 10 — emaka välissuudme eesmine ja tagumine mokk; 11 — emaka välissuue; 12 — emaka laiside; 13 — munasari; 14 — munasarjaarteer ja -veen; 15 — munajuha narmad.



Joon. 217. **Naise välis-suguelundid.** 1 — kõdisti eesnahk; 2 — suur häbememokk; 3 — väike häbememokk; 4 — neitsinahalihakesed; 5 —Bartholin'i näärme viimajuha avaus; 6 — tupe limanahk; 7 — tupe-esik; 8 — kusitisuue; 9 — kõdistikida; 10 — kõdistilukk.

NAISE SISE-SUGUELUNDID.

Munasarjad.

M u n a s a r i (*ovárium*) on näärmeline paariselund, mis asetseb väikese vaagna külgmise seina — sisemise toppurlihase peal. Suuruselt ja kujult meenutab munasari väga mandlipähklit.

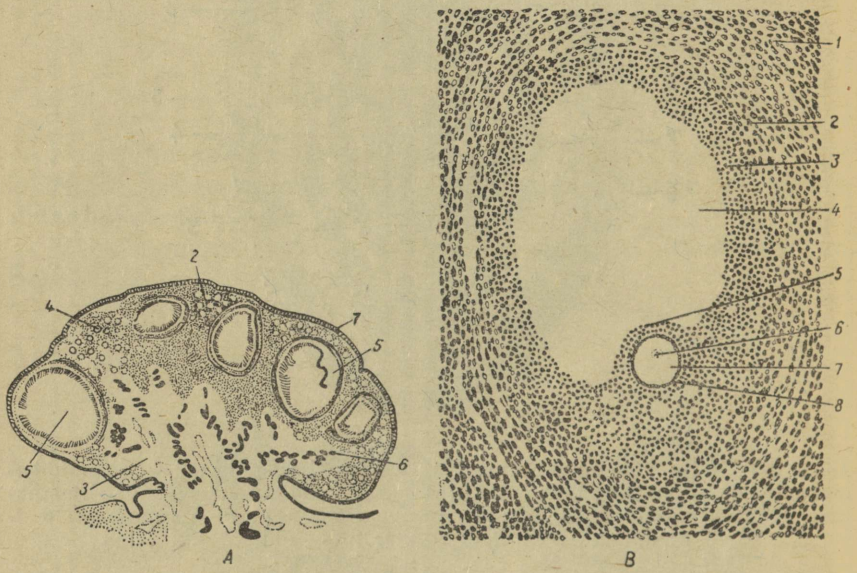
Munasarjad on naise suguelundite süsteemis tähtsaks elundiks: nendes arenevad ja küpsevad munarakud ehk, nagu öeldakse, toimub o o g e n e e s ehk munakujunemine.

Kummagi munasarja ülemine ots on pööratud munajuha, alumine — emaka poole, millega munasarja kõvasti ühendab p ä r i s - m u n a s a r j a s i d e (*lig. ovárii próprium*). Väikeses vaagnas asetseb munasari peaaegu vertikaalselt.

Munasarja eesmisel serval on munasarjavärat, mille kaudu kulgevad elundisse veresooned ja närvid.

Väljastpoolt katab munasarja sidekoeline kest, mida omakorda vooderdab lootelise kuupepiteeli kiht. Selle kesta jätked tungivad sissekasvete kujul elundisse.

Munasarjas eristatakse kahte kihti: välimist — koorkihti ja sisemist — säsikihti (joon. 218, *A*).



Joon. 218. **Munasarja ja Graaf'i põiekese mikroskoopiline struktuur.** *A* — munasarja skemaatiline läbilõik vähese suurendusega. 1 — iduepiteel; 2 — koorkiht; 3 — säsikiht; 4 — valmimata folliikul; 5 — Graaf'i põieke; 6 — veresooned. *B* — Graaf'i põieke. 1 — munasarja tugikude; 2 — folliikulit ümbritsev sidekoeline kest (*theca*); 3 — sõmerkiht; 4 — folliikuli vedelikuga täidetud õõs; 5 — munakühm; 6 — tuum; 7 — munarakk; 8 — läbipaistev kate.

Koorkiht on munasarja tähtis osa. Ta koosneb kohevast sidekoest suure hulga õhukeste põiekestega, milledes sisaldub munarakk; need põiekesed on mitmesuguses valmimisstaadiumis olevad niinimetatud munarakufolliikulid ehk -nääpsud.

Valmimata folliikulite hulk on mõlemas munasarjas määratu suur — ligikaudu 36 000. Neist valmib aga naisel üldse mitte üle 500.

Valminud folliikul kannab Graaf'i põiekese nimetust (joon. 218, *B*). Ta kujutab endast väikest kotikest, mis on täidetud erilise follikulaarse vedelikuga. See vedelik tungib siia ümbritsevaist peenimaist verekapillaaridest. Graaf'i põiekese sisemisel seinal asetseb väike munakühm, milles sisaldub munarakk — naise sugurakk.

Selle munaraku protoplasmat nimetatakse rebuks. Rebus eristatakse tuuma ja tuumakest. Tuuma nimetatakse idupõiekeseks, tuumakest — idutäpiks. Graaf'i põiekeses sisalduv munarakk areneb munasarja väliskesta lootelise epiteeli rakkudest. Arenemisprotsessis kasvab looteline epiteel munasarja koorkihi sisse.

Oma arenemises läbib munarakk, samuti nagu mehe spermatozoid, mitu astet: oogooni- ehk algmunaraku- ja ovotsüüdi- ehk muna-emaraku- (esmase ja teisese) astme ja küpsmuna-staadiumi. Munasarja säsikiht koosneb kohevast sidekoest ühes suure hulga veresoonte ja närvidega. Seal asetsevad samuti erilised vahepealsed, nn. interstitsiaalsed rakud; neil on sisesekretoorsete näärmete ülesanne.

Munajuhad.

Munajuhad ehk Fallopio tõrved (*túbae uterinae seu salpinges*) on kitsad kanalid; nende kaudu kulgeb munarakk munasarjast emakasse. Munajuhal on kaks otsa: esimene, kitsas ots ühendab munajuha emakaga; teine, lehtrikujuliselt laienenud, sakiliste äärtega ots avaneb kõhuõõnde ja ripub munasarja ülemise otsa kohal (joon. 219 ja 220). Niimoodi on naise kõhuõõs munajuhade kaudu välismaailmaga ühenduses.

Munajuha sein koosneb kolmest kihist: välimisest — seerooskestast, keskmisest — lihaskestast ja sisemisest — limaskestast. Munajuha pikkus on 10—12 sm.

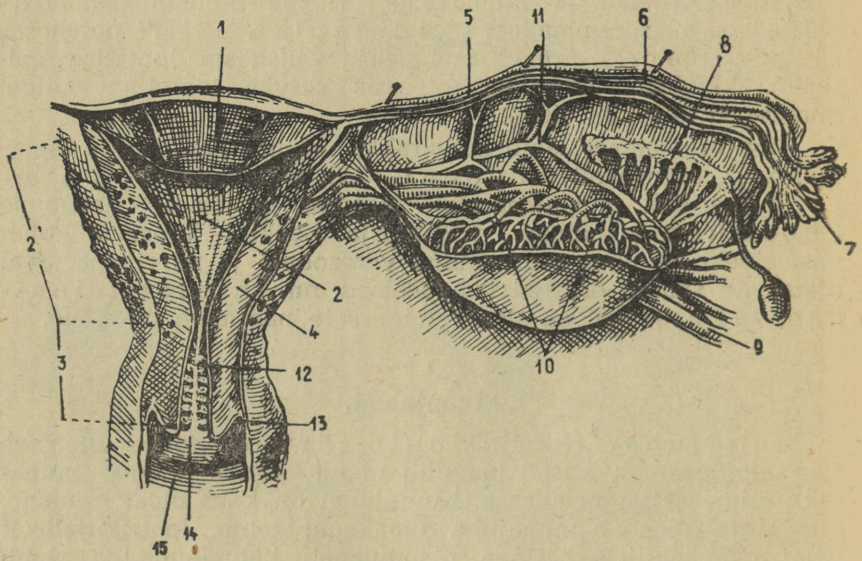
Emakas.

Emakas ehk emakoda (*uterus*) on kaunis tihke pirnikujuline lihas-elund. Emaka ülesanne on suur: temas areneb viljastatud munarakk ja kasvab loode. Peale selle tõukab emakas oma tugeva lihasseina kokkutõmbumisega loote välja. Emakas asetseb väikeses vaagnas kusepõie ja pärasoole vahel.

Emakas eristatakse järgmisi osi: põhi (*fundus*) — ülemine paksenenud osa, keha (*corpus*) — keskmine osa, ja kael (*cer-*

vix) — alumine osa. Emakaõõs on frontaallõikes kolmnurgakujuline ja emakakaelaõõs — kitsa kanali kujuline (joon. 219).

Emaka taga, emaka ja pärasoole vahel, on sügav, kõhukelmega vooderdatud lohk. Seda nimetatakse tagumiseks Douglas'e ruumiks. Emaka ees, emaka ja kusepõie vahel, on eesmine Douglas'e ruum.



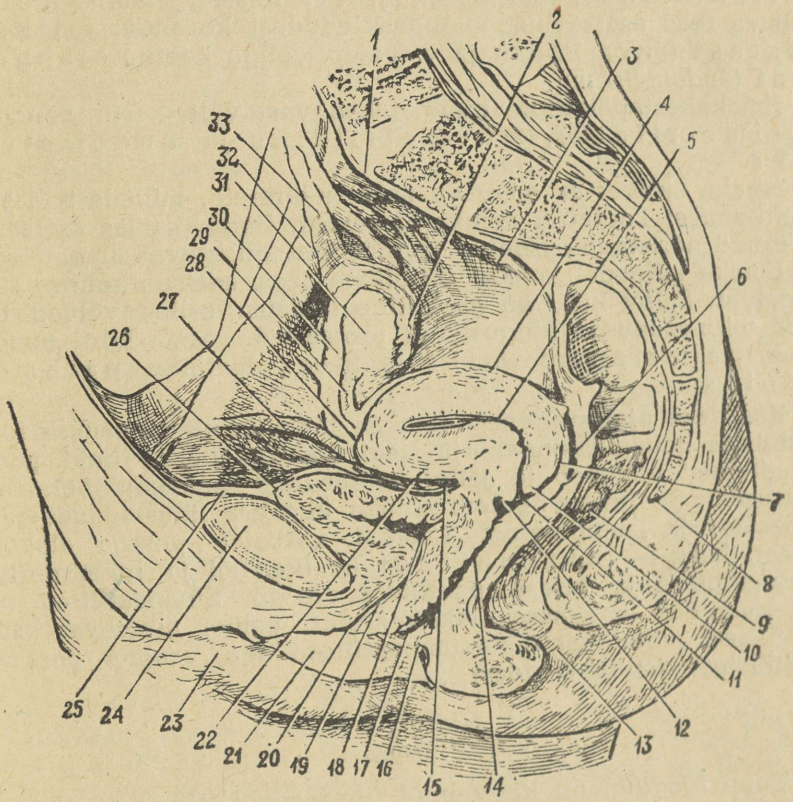
Joon. 219. **Tupp, emakas, parempoolne munajuha ja munasari** (tagantpoolt avatud). 1 — emakapõhi; 2 — emakaõõs; 2' — emakakeha; 3 — emakakael; 4 — emaka lihaskest; 5 — Fallopio tõri; 6 — munajuha laiend; 7 — munajuha kõhukoopapoolne ots ühes narmastikuga; 8 — munasarja-manus; 9 — munasarjaveeni harud; 10 — munasarja veenipõimik; 11 — munasarjaarteer; 12 — emakakaelakanal; 13 — külgmine võlv; 14 — emaka välissuue; 15 — tupp.

Need ruumid on praktilises suhtes tähtsad: neis võivad mõnikord areneda haiguslikud protsessid.

Emakakael ulatub tupesse ja seda nimetatakse emaka tupeosaks (*pórtio vaginális úteri*). Ta lõpeb avausega — välise emakasuudmega (*orificium extérnum úteri*). Emakasuue on naisel, kes pole sünnitanud, ümmargune; kuid sünnitanud naisel on ta ebaühtlaste servadega ristipilu kujuline. Emaka-

kael moodustab emakakehaga kusepõie poole avatud nurga (*antefléxio*).

Väikeses vaagnas asetsevat emakat kinnistavad sidemed: eestpoolt emaka ümarside, külgedelt emaka laiside,



Joon. 220. **Naise vaagen pikilõikes.** 1 — neem; 2 — munajuha kõhukoopa-poolne ots; 3 — seinapidine kõhukelme; 4 — emakakeha; 5 — emaka sisesuue; 6 — pärasoole-emaka õõnestis (*cavum Douglasi*); 7 — tagumine tupevõlv; 8 — sabaluu; 9 — pärasool; 10 — emaka välissuudme tagumine mokk; 11 — emaka välissuue; 12 — emaka välissuudme eesmine mokk; 13 — pärak; 14 — tupp; 15 — põie-emaka õõnestis; 16 — neitsinahk; 17 — tupe-esik; 18 — kusiti sisesuue; 19 — kusiti; 20 — kusiti välissuue; 21 — väike häbememokk; 22 — emakakeha; 23 — suur häbememokk; 24 — häbemeliidus; 25 — keskpidine nabaside; 26 — põietipp; 27 — emaka ümarside; 28 — emakapõhi; 29 — päris-munasarjaside; 30 — munajuha laiend; 31 — munasari; 32 — välimine niudeveen; 33 — munajuhalehtri-vaagna side.

mis kujutab endast hulga tähtsaid moodustisi sisaldavat kõhukelmevolti, ja tagant ristluu-emaka side. Emaka pikkus on keskmiselt 6—8 sm.

Emaka sein koosneb kolmest kihist: serooskestaga kaetud väliskelmest (*perimétrium*), keskmisest, kaunis tihkest, kolmes reas asetsevaist silelihaskiududest koosnevast lihaskestast (*myométrium*) ja virve-epiteeliga kaetud sisekestast (*endométrium*).

Emakakestapõletikke nimetatakse vastavalt kesta nimedele perimetriidiks, müometriidiks ja endometriidiks.

Emaka sisekestas on väga palju näärmeid, milledest taastub sünnitamisel kaotatud emaka-limaskest. Emakakaelas asetsevad näärmed nõristavad emaka- ja tupeõõnt niisutavat lima.

Emaka külgedel, emaka laisideme sees, asetseb koheva sidekoe kiht. Sellel kihil on praktiline tähtsus: selles võivad tekkida mitmesugused haiguslikud protsessid. Seda kihti nimetatakse parameetriumiks ja tema põletikku parametriidiks.

Raseduse ajal suureneb emakas järk-järgult. Raseduse lõpul ulatub ta nabapiirkonnani ja isegi ülakõhu-alani; kuid pärast sünnitamist väheneb ta jälle ja läheneb peaaegu normaalse suuruseni. Seejuures toimub emaka ühe osa lihaskiudude rasvväärastus ja imendumine. Emakat varustab verega alakõhuarteeri haru — emakaarteer (*a. uterina*) ja innerveerivad sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid. Sümpaatilised närvid kulgevad emakasse alakõhuarteeri ümber asetsevast sümpaatilisest põimikust, parasümpaatilised aga vaagna parasümpaatilistest ristluunärvidest.

Tupp.

Tupp (*vagina*) on kooldunud fibroosne silelihasest toru; ta ülemine ots ümbritseb emakakaela ja alumine, kulgedes läbi vaagna urogenitaaldiafragma, ulatub häbemepilusse. Tupe pikkus on mitmesugune; enamasti ei ole see üle 8—10 sm. Tupe kuplikujulist, emakakaela ümber asetsevat süvendit nimetatakse tupevõlviks (*fornix*). Eristatakse eesmist, tagumist ja külgmisi võlve (joon. 219). Tupevõlvidel on samuti praktiline tähtsus: nendes täheldatakse sageli mitmesuguseid põletikulisi protsesse ja kasvajaid.

Tupe limaskest moodustab palju risti kulgevaid kortse ja on kaetud kihitunud lame-epiteeliga.

NAISE VÄLIS-SUGUELUNDID.

Suured häbememokad (*lábia pudénda majóra*) kujutavad endist kahte nahavolti, mis ümbritsevad kahe pikuti kulgeva vallina häbemepilu (*rima pudéndi*, joon. 216).

Suurte häbememokkade vahel asetsevad väikesed häbememokad (*lábia pudénda minóra*); need kujutavad endist samuti nahavolte.

Ruumi väikeste häbememokkade vahel nimetatakse tupe-esikuks (*vestibulum*); tupe-esiku eesmisse ossa suubub kusitikanali välimine avaus ja tahapoole tupe-sissekäik.

Neitsidel on tupe-sissekäik suletud neitsinahaga (*hymen*), limaskesta voldiga, mis asetseb tupe-esiku ja tupe vahel ning on kujult mitmesugune. Neitsinahas on mitmesuguse kuju ja suurusega väikesed augud. Esimesel suguühtel (*coitus*) neitsinahk rebeneb, kusjuures eritub natuke verd. Väikeste häbememokkade aluse juures asetseb nende sügavuses kaks väikest herneterasuurust Bartholin'i ehk tupe-esiku nääret; nende näärmete juhad suubuvad tupe-esikusse.

Bartholin'i näärmed vastavad Cowper'i näärmeile mehel. Nad nõristavad valkjat kleepivat, iseloomuliku lõhnaga, tupe-esiku sisepinda niisutavat vedelikku.

Suurte häbememokkade eesmise liitumise taga asetseb kõdisti (*clitoris*). See kujutab endast naise väljaarenemata sugutit ja koosneb kahest korgaskehast. Kõdistilukk sisaldab samuti suure hulga närvilõpmeid, millede ärritamine tingib sugulise erutuse tunnet ehk orgasmi.

Lahkliha.

Lahklihaks (*perineum*) nimetatakse piirkonda, mida eestpoolt piiravad häbemeluud, külgedel istmikuluu kühmud ja taga sabaluu tipp. Seda ruumi täidavad lihased ja fastsiad, moodustades vaagnapõhja (joon. 221).

Vaagnapõhja koosseisu kuulub kaks diafragmat: vaagnadiafragma (*diafragma pelvis*) ja urogenitaaldiafragma (*diafragma urogenitale*).

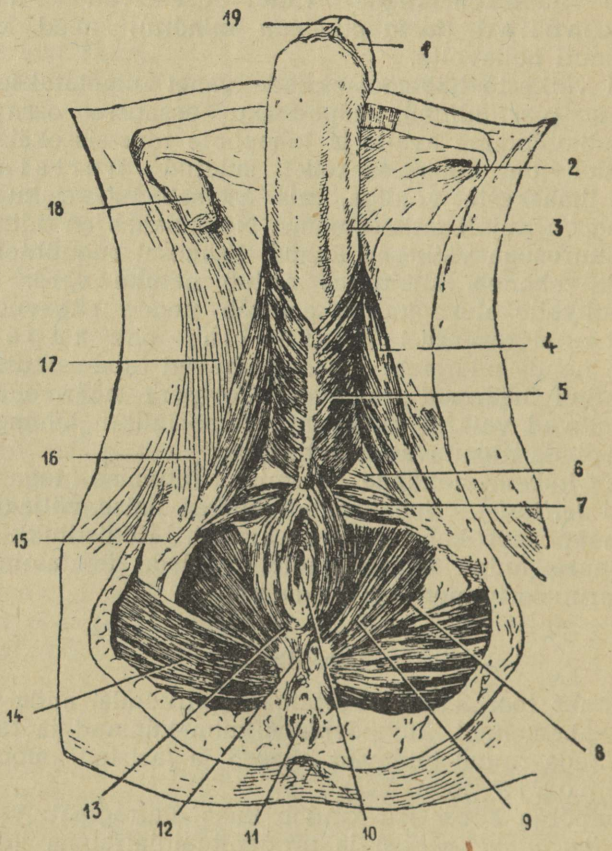
Vaagnadiafragma koosneb kahest tugevast vöötlihasest: sabaluulihasest ja päraku tõsturlihasest. Need mõlemad on loomade sabalihaste rudimendid.

Vaagnadiafragmat läbib pärasool, moodustades väljaspool päraku (*anus*).

Urogenitaaldiafragmaks nimetatakse häbemeluudevahelises nurgas asetsevat pingulolevat lestet. Ta koosneb

kahest tihkest sidekirmest ja nende vahel asetsevast kahest lahkliha vöötlihasest.

Urogenitaaldiafragmat läbib meestel kusiti (selle kilejas osa), naistel — kusiti ja tupp.



Joon. 221. **Lahkliha lihased mehel.** 1 — sugutilukk; 2 — kubemekanali nahaalune rõngas; 3 — suguti; 4 — istmikuluu-korgaskeha lihas; 5 — kusitisibula-korgaskeha lihas; 6 — urogenitaalkolmnurk; 7 — lahkliha pindmine ristilihas; 8 — istmikuluu ja pärasoole vaheline lohk; 9 — päraku tõsturlihas; 10 — pärak; 11 — sabaluu; 12 — päraku-sabaluu side; 13 — päraku välimine sfinkter; 14 — suur tuharalihas; 15 — istmikuköber; 16 — istmikuluu alumine haru; 17 — laikirme; 18 — seemneväät; 19 — eesnahakida.

Peale kirjeldatud nelja lihase, mis kuuluvad vaagna kahe diafragma koostisse ja asetsevad lahkliha sees, on veel neli pindmist lihast, mis katavad vaagnapõhja altpoolt. Üks neist on päraku välimiseks sfinkteriks, teine surub kusitit kinni ja tõukab sellest välja seemet ja uriini, kolmas soodustab suguti ja kõdisti päisumist, surudes nende veene kinni, ning lõpuks neljas võtab osa lahkliha tsentrumi kinnistamisest.

Kõiki neid lihaseid katab pindmine sidekirme, mis asetseb otsekohe lahkliha naha all.

SIGIMISE FÜSIOLOOGIA.

Ovulatsioon ja menstruatsioon.

Folliikuli valmimisprotsessi munasarjas ja munaraku väljumist Graaf'i põiekese õõnsusest nimetatakse ovulatsiooniks ehk munanemiseks.

See protsess teostub järgmiselt. Vastavalt oma valmimisele suureneb folliikul ja liigub järk-järgult Graaf'i põiekese nimetuse all koorkihi sügavusest munasarja välispinnale. Siis õheneb Graaf'i põiekese sein ja lõhkeb. Graaf'i põiekeses sisaldunud munarakk vabaneb munakühmu küljest ja kandub folliikulaarse vedeliku vooluga munasarja välispinnale. Sel ajal täitub munajuha narmastik verega, avaneb ja haarab munasarja endasse nagu pihku.

Munasarjast kulgeb munarakk Fallopio tõrvesse, kus ta kohtub spermatozoidiga ja viljastub.

Viljastumise puhul tekib munasarjas lõhkenud Graaf'i põiekese kohale kollakeha (*corpus luteum*), millel on raseduse ajal sisesekretoorse näärme ülesanne: ta reguleerib raseduse normaalset kulgu. Tiine looma kollakeha kõrvaldamisele järgneb tingimata nurisünnitus.

Kui munarakk jääb viljastamata, siis areneb lõhkenud Graaf'i põiekese kohale väike arm.

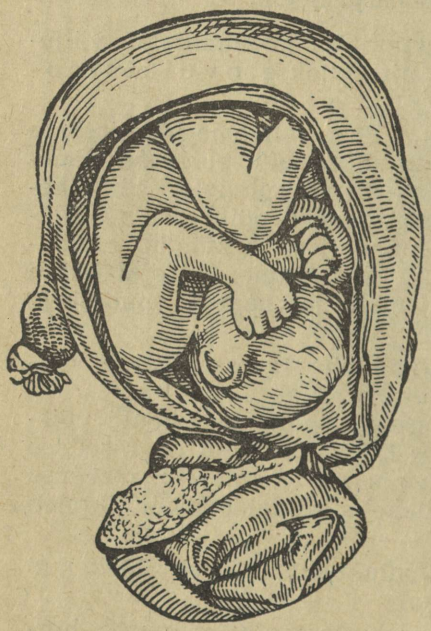
Ovulatsiooni reguleerivad sisesekretoorsete näärmete hormoonid, näiteks prolaan, mida eritab hüpofüüs ja mis jõuab munasarjadesse humoraalsel teel (verega).

Ovulatsiooniga on tihedas ühestuses kuupuhastus ehk menstruatsioon. See väljendub perioodilises vere- ja limavoolus emakast ning toimub emaka limaskesta tursumise ja pindmise kihi irdumise tagajärjel. Kuupuhastust vaadeldakse kui organismi ettevalmistust raseduseks.

Ovulatsioon ja sellega kaasnev kuupuhastus toimuvad naisel üks kord iga 28 päeva (ühe lunaarkuu) jooksul. Nad algavad tütarlastel 12—13-aastaselt ja kestavad keskmiselt 50-ndate eluaastateni. Iga kuupuhastus vältab normaalselt 3—4 päeva. Ovulatsiooni ja menstruatsiooni lakkamisele järgneb naisel niinimetatud klimakteerium ehk sigivuslõpe.

Rasedus *(graviditas)*.

Mehe spermatozoidid satuvad pärast suguakti naise tupest emakasse ja sealt munajuhasse. Munajuhas toimuvad munaraku viljastamine ja loote esmane arenemine.



Joon. 222. **Emakas koos lootega** (8-ndal raseduskuul).

Mõne aja möödumisel satub viljastatud muna munajuhade kokkutõmbumise ja virve-epiteeli tegevuse tõttu emakasse, pesastub (implanteerub) seal emaka kohevasse limaskesta, kõige sagedamini emaka tagumisel seinal, ja hakkab kasvama.

Oma arenemise algperioodil toitub loode munarakus sisalduvaist toitaineist; hiljem saab ta toitevedelikku vahetult emaka koheva limaskesta veresoontest; lõpuks areneb loote toitmiseks spetsiaalelund, nn. platsenta ehk emakook. See areneb kaunis hilja — kolmandal raseduskuul — ja kujutab endast koogikujulist verega rikkalikult varustatud elundit. Sünnitamise ajal kaalub platsenta umbes 500 g. Platsentasse ulatuvad hiljem loote veresooned, kulgedes sellesse nööri, nn. nabaväädi kujul, mille pikkus on raseduse lõpul 50 sm (joon. 222).

Platsentas hargnevad loote veresooned peenimaiks kapillaarideks ja astuvad emaka verega tihedasse ühendusse. Platsenta kaudu saab loode ema verest talle vajalikku hapnikku ja toit-

aineid. Nabaarteeride kaudu lahkub lootest venoosne, süsihappegaasi-rikas veri platsentasse. Platsentas toimub ainevahetus ema ja loote vere vahel. Loote veri vabaneb süsihappegaasist ja muudest elutegevusproduktidest ning rikastub hapniku ja toitainetega. Järelikult lootejärgus laps ei hinga ega satu tema seedetrakti toiduaineid, vaid kõik tarvilikud toitained ja hapniku saab ta ema organismist. Seepärast on loomulik, et raseda naise toitumine ja tema tervise üldine seisund on väga tähtsad tugeva lapse arenemiseks.

Raseduse ajal toimuvad naisel üheaegselt muutustega sugueelundeis sügavad muutused kogu organismis, sealhulgas ka psüühikas.

Sünnitus.

280 päeva möödumisel pärast raseduse algust hakkab emakas kokku tõmbuma ja loodet välja tõukama. Neid emaka kokkutõmbeid nimetatakse *väitusteks*. Väituste tagajärjel avaneb emakakael pikkamisi, lootepõis venib ja lõhkeb, temast väljub amniootiline ehk lootevedelik, mis on tuntud *eelvee* nimetuse all.

Peale seda, kui eelvesi on väljunud, tekivad *suruväitused*, s. t. tugevad väitused, mille tagajärjel vililane surutakse tupe kaudu välja. Vililase siirdumine emakast välismaailma ei toimu ainult emakalihaste kokkutõmbumise tõttu, vaid ka kõhupressilihaste energilise tegevuse abil.

Väitused toimuvad emaka reflektoorsete närviärrituste tõttu, samuti ka humoraalseil põhjustel — hormoonide toimel, peamiselt hormoon *oksütotsiini* mõjul, mida nõristab verre ajuripats. Normaalselt väljub vililane emakast pea- või tuharseisus.

Pärast lapse sündimist soonitakse nabaväät kinni ja lõigatakse katki; järelejäänud kõnt kuivab ja langeb ära.

Lapse nahale jääb *naba*, s. t. lootel olnud nabaväädi jälg.

Pärast lapse sündimist jätkuvad väitused (nõrgemad) kuni platsenta väljumiseni emakast. Platsenta väljumisega lõpeb sünnitamine.

Akušöörid (sünnitusabiandjad) eristavad sünnitamisaktis kolme perioodi: eelvee väljumist, lapse väljasurumist ja platsenta väljumist.

SISESEKRETOORSED NÄÄRMED.

(Endokrinoloogia.)

Juba ammust ajast tundis inimsugu paljusid haigusi, millede põhjusi selgitada ja kindlaid ravimeetodeid määrata ei suutnud ka kõige eesrindlikumad, kõige andekamad arstid ja õpetlased. Nii võis mõnedes mägistes paikkondades (näiteks Šveitsis) sageli kohata inimesi, kelledel oli kaelal inetukstegev tuumor, nn. h õ õ t s i k ehk kilpnäärmekasvaja.

Vanast ajast on teada juhtusid, kus normaalseil vanemail sündisid lapsed-kretiinid, madalakasvulised, rasvuvad, kohmakate jäsemetega, nõsuninaga ja kortsunud nahaga, piiratud vaimsete võimetega olevused.

Igaüks meist on näinud kääbuseid, olemuselt normaalseid inimesi, kuid väga väikese kasvuga ja, vastupidi, hiide — sageli ebaproportsionaalselt arenenud jäsemetega. Ammugi oli tuntud „pronkstõbi", mida üksikasjaliselt kirjeldas möödunud sajandi keskpaiku inglise arst Addison. Haigeil muutus järsult naha värvus: nahk omandas tumeda, pronksi värvuse. Ühes sellega häirus südametegevus, tekkis nõrkus, oksendamine, rõhutud psüühiline seisund.

Kõik need haigused selgitati alles võrdlemisi hiljuti, peale seda, kui üksikasjaliselt oli tundma õpitud meie keha erilisi elundeid, mida nimetati s i s e s e k r e t o o r s e i k s n ä ä r m e i k s. Neid näärmeid tunti samuti juba igivanal ajal ja nad olid õpetlastele mõistatuseks. Nende ülesande kohta organismis tehti mitmesuguseid oletusi, sageli ebateaduslikke ja naiivseid.

Nii näiteks väitsid mõned õpetlased kilpnääret mainides, et see oleleb selleks, et ümardada kaela ja teha teda ilusamaks; teised omistasid talle võimet nõristada mahla häälepaelte niisutamiseks jne. Enam-vähem teaduslikud andmed endokriinseist elundeist kuuluvad alles XIX sajandi keskpaika.

Õpetlane Bordet avaldas 1775. a. esmakordselt arvamust, et endokriinsed elundid eritavad verre aineid, mis tugevasti mõjustavad teiste elundite funktsioone.

Õpetlane Berthold hakkas esimesena teostama füsioloogilisi katseid loomadega (kukkede kastratsioon). Kuulus prantsuse füsioloog Claude Bernard võttis 1859. a. tarvitusele nimetuse „sisesekretoorsed näärmed" ja süvendas endokriinse aparaadi tundmaõppimise meetodeid.

Õpetlane Brown-Séquard hakkas 1889. a. esimesena teostama katseid iseenese kallal. Ta süstis endale verre loomade munandite leotist ja uuris selle toimet organismisse.

Viimaseil aastail täheldati endokrinoloogia (õpetus sisesekretsioonist) märgatavat arenemist kogu maailmas, sealhulgas ka meie maal. Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni loodi NSV Liidus hulk laboratooriume, teadusliku uurimise instituute ja kliinikuid, kus õpitakse tundma sisesekretoorsete näärmete tööd ja haigusi, mida põhjustavad nende näärmete häired.

Sisesekretoorseiks näärmeiks ehk endokriinseiks elundeiks nimetatakse näärmeid, milledel puuduvad viimajuhad ja mis eritavad oma sekreedi vahetult verre, lümfi või ajuvedelikku. Kõik endokriinsed elundid on rikkalikult varustatud veresoontega. Endokriinseis elundeis valmiv sekreet sisaldab erilisi aineid, nn. antud sekreedi toimivaid algeid — hormoone (tuletatud kreekakeelsest sõnast *hormao* — erutan). Hormoonid satuvad verre, kanduvad verega kogu kehasse laiali ja täidavad kõrvuti närvisüsteemiga määratu suurt osa organismi eluliste funktsioonide reguleerimisel.

Hormoonide toime organismisse on mitmesugune. Ühed neist ergutavad teatava elundi toimet, teised pärsivad teda, kolmandad mõjustavad organismi kasvu, neljandad — ainevahetust jne. Seejuures võivad ühe näärme hormoonid mõjustada mitte ainult mingisugust ühte elundit, vaid ka mitut teist elundit; peale selle võivad nad üksteist vastastikku mõjustada ja tingida organismis humoraalsete mõjustuste keeruka süsteemi.

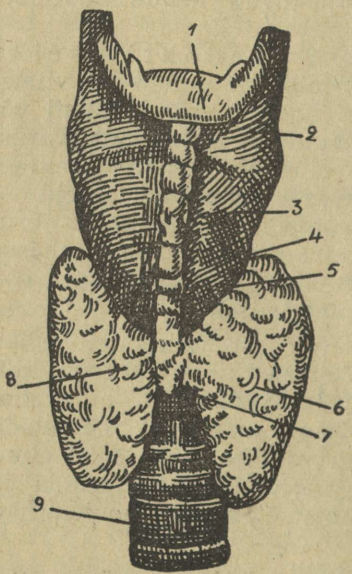
Hormoonid võivad mõjustada elundit mitte otseselt, vaid närvisüsteemi kaudu. Niimoodi tekib meie organismis meie elulisi protsesse reguleeriv neuro-humoraalsete tegurite keeruka ahel.

Sisesekretoorseid näärmeid uuritakse mitmesuguste meetoditega. Ühed õpetlased jälgivad haigeid, kelledel esineb endokriinse aparaadi korratusi; teised teostavad katseid loomadega, kõrvaldades või transplanteerides nende näärmeid keha ühest osast teise või ühelt loomalt teisele; kolmandad süstivad näärmeleotisi organismi ja uurivad organismis toimunud muutusi;

lõpuks neljandad uurivad endokriinseist näärmeist eritunud sekreetide keemilist koostist. Käesoleva peatüki alguses mainitud haigused (hõõtsik, kretinism, kääbus- ja hiidkasv, pronkstõbi) pole midagi muud kui sisesekretoorsete näärmete normaalse tegevuse häirete tagajärjed.

Häire võib olla kahesugune: nääre kas hakkas verre eritama vähem hormoone kui harilikult, millisel juhul kõneldakse funktsiooni langusest — näärme hüpofunktsioonist, või täheldatakse intensiivset hormoonide eritumist, intensiivset funktsiooni — näärme hüperfunktsiooni.

Sisesekretoorsete näärmete hulka kuuluvad järgmised näärmed: kilpnääre, lisa-kilpnäärmed, ajuripats, harknääre, käbinääre, neerupealsed näärmed, kõhunääre ja sugunäärmed. Tutvume nüüd üksikute sisesekretoorsete näärmetega.



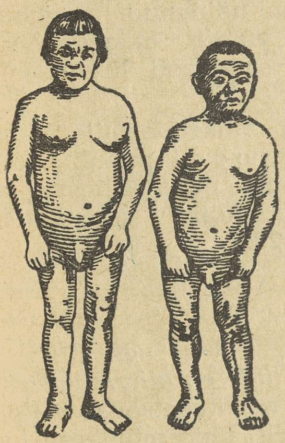
Joon. 223. **Kõri ja kilpnääre eestpoolt.** 1 — keeleluu; 2 — kilpkõhre-keeleluu kile; 3 — kilpkõhr; 4 — kilpnäärme püramidaalne sagar; 5 — sõrmuskõhre-kilpkõhre lihas; 6 — vasak sagar; 7 — kilpnäärmekitsus; 8 — kilpnäärme parempoolne sagar; 9 — trahhea.

Kilpnääre.

Kilpnääre (*glandula thyreoidea*) asetseb kaelapiirkonnas kõri kilpkõhre ümber ja koosneb näärmekitsusest ja kahest sagarast (joon. 223). Näärmekitsus asetseb kilpkõhre all trahhea ülemiste rõngaste ees, sagarad asetsevad aga vastu kõri külgmisi seinu. Kilpnääre areneb loote lõpuskaarte epiteelist. Ta kaalub ligikaudu 50 g. Väljastpoolt katab nääret sidekoeline kest, millest suunduvad näärmesse vaheseinad, jaotades näärme väikesteks sagarikkudeks. Iga sagarik koosneb rohkearvulistest suletud põiekestest, mida vooderdab kuupepiteel. Selle epiteeli rakud eritavad sekreeti, nn. kolloidi, mis koguneb põiekesse. Sellest kolloidist saadi esmaselt hormoon türoksiini.

Käesoleval ajal saadakse türoksiini puhtal kujul ja tema keemiline koostis on täpselt selgitatud. On selgunud, et türoksiin sisaldab joodi, mida kilpnääre saab verest, veri aga omakorda toidust ja joogiveest. On valmistatud mitmeid kilpnäärme ravimpreparaate — jodotüriini, türeoglobuliini jt.

Türoksiini toime organismisse on mitmesugune. Ta soodustab organismi kujunemist, suurendab ainevahetust, ergutab närvisüsteemi tööd ja pärsib suguelundite süsteemi funktsioone — reguleerib suguvalmust. Kui konna kullest toita kilpnäärmega, siis muutub kulles enne normaalse kasvuni jõudmist konnaks. Türoksiin mõjustab ka taimi. On tehtud katset hüatsintidega, mida kasteti kilpnäärmeleotist sisaldava veega. Selle



Joon. 224. **Kretiinid.**



Joon. 225. **Basedovi tõbe põdev haige.**

tagajärjel arenesid kiiremini lehed ja puhkesid õied. Kilpnäärme ülesanne paistab kõige selgemini silma tema normaalse talitluse häiretega seoses olevate haiguste tundmaõppimisel.

Kilpnäärme funktsiooni langus — hüpofunktsioon — põhjustab tõsiseid haigestumisi: müksödeemi ja kretinismi.

Müksödeemi puhul muutub nahk tursunuks, nõrgeneb põhiainevahetus, langeb keha temperatuur, aeglustub südametegevus, nürinevad vaimuanded. Säärase haige ravimisel kilpnäärmepreparaatidega muutub seisund märksa paremaks; mõnikord tervistub haige täielikult. Kui kilpnäärme hüpofunktsioon oli sünnipärane või tekkis lapse-eas, siis areneb kretinism, aeglus-

tuvad kasvamine ja suguelundite arenemine, ilmneb loidus, kohmakus, vaimuanded vähenevad täieliku idiotismini. Sääraseid haigeid nimetatakse kretiinideks (joon. 224).

„Endeemiline hõõtsik" esineb, nagu juba mainitud, mägiseis paikkondades (Šveitsis, Kaukaasias, Kesk-Aasias). See haigus on samuti kilpnäärme hüpofunktsiooni tagajärg. On huvitav, et sel juhul kaasneb näärme tegevuse nõrgenemine näärme vohamisega, mille tagajärjel kujuneb hõõtsik.

Mainitud paikkondade vesi, voolates lumiseilt mägedelt, ei jõua nähtavasti pinnasest kaasa haarata organismile vajalikku joodihulka.

Joodi süstemaatilise puudumise tõttu joogivees muutub hormoon türoksiin keemiliselt. Katsed on näidanud, et joodi vähese kvantumi lisandamine toidule väldib haigestumist. Endeemilise hõõtsikuga kaasnevad väga sagedasti kretinismi-nähud.

Basedovi tõbi areneb vastandina müksödeemile kilpnäärme suurenenud ehk hüperfunktsiooni puhul. Haigusega kaasnevad kilpnäärme suurenemine, punnissilmsus ja äge südamepekslemine. Need kolm iseloomulikku sümptoomi moodustavad basedovi tõve triaadi (joon. 225).

Lisa-kilpnäärmed.

Lisa-kilpnäärmed ehk epiteelkehakesed (*gl. parathyreoideae*) on väikesed, hirsiterasuurused näärmed; nad asetsevad kilpnäärme tagumisel pinnal; arvult on neid neli, kuid mõnikord ka enam.

Lisa-kilpnäärmete väiksuse tõttu pole neid iga kord preparreerimisel kerge leida. Nende kindlakstegemise tunnuseks on harilikult kilpnäärmearteeri peenikesed harukesed, mis kulgevad igasse lisa-kilpnäärmesse. Lisa-kilpnäärmed on arenenud, samuti nagu kilpnääregi, loote lõpuskaarte epiteelist. Väiksuse tõttu jäid lisa-kilpnäärmed kauaks ajaks väheuurituiks. Alles pärast seda, kui oli selgunud, et nende täielik kõrvaldamine põhjustab tugevate krampide saatel surma, hakati neile tähelepanu pöörama. On kindlaks tehtud, et pärast lisa-kilpnäärmete kõrvaldamist väheneb veres otsekohe järsult kaltsiumisoolade hulk, mis põhjustabki krampe. Niimoodi reguleerib lisa-kilpnäärmete hormoon nähtavasti kaltsiumisoolade-aine-vahetust ja sarnaneb oma funktsioonilt rahhiidivastase D-vitamiiniga. Peale selle on kindlaks tehtud, et rasedate krambid,

nn. eklampsia, on samuti seoses lisa-kilpnäärmete funktsiooni häiretega. See asjaolu osutab lisa-kilpnäärme hormooni ühestusele suguelundite süsteemiga. Mis aga puutub nende näärmete seosesse teiste sisesekretoorsete näärmetega, siis on seda alles vähe uuritud.

Lisa-kilpnäärmete hormooni ei ole puhtal kujul seniajani saadud. Ravi otstarbeks ja teaduslikkudeks katseteks kasutatakse harilikult selle näärme müügil olevat preparaati parathormooni.

Ajuripats.

Ajuripats ehk hüpofüüs (*hypophýsis cérebri*) on väike, herneterasuurune ovaalse kujuga nääre. Ta oleks nagu riputatud ajupõhimiku külge ja asetseb kolju põhiluu türgi sadula lohus nägemisnärvide ristuse taga.

Hüpofüüs koosneb kolmest sagarast: eesmisest, vahemisest ja tagumisest.

Hüpofüüsi eesmine sagar on arenenud loote lõpuskaarte epiteelist, vahemine ja tagumine — närvikoest.

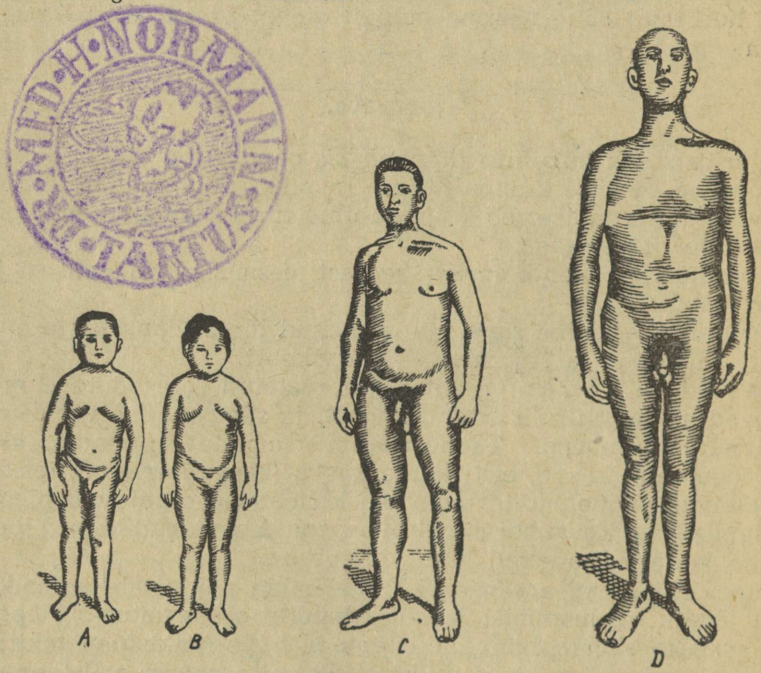
Eesmine sagar on ohtrasti varustatud veresoontega, mis kulgevad sinna Willis'e arteerirõngast, ja sümpaatilise närvisüsteemi närvikiududega. Ta nõristab verre mitut hormooni: üks neist reguleerib kasvu, eriti luude kasvu (kasvuhormoon), teised aktiveerivad suguelundite tegevust, kolmandad ergutavad piima nõristumist jne. Kasvuhormooni olemasolu kinnitavad katsed loomadega ja tähelepanekud inimeste juures.

Hüpofüüsi eesmise sagara kõrvaldamine põhjustab loomadel kasvu järsku aeglustumist ja suguelundite arenematust. Hüpofüüsi eesmise sagara hüpofunktsioon ja hüperfunktsioon tekitavad organismis väga suuri muutusi. Eesmise sagara vähenenud funktsiooni tagajärjeks on kääbuskasv. Vastupidi, eesmise sagara suurenenud funktsiooni korral areneb hiidsus: laps hakkab intensiivselt kasvama ja muutub hiiuks, kelle kasv ületab mõnikord inimese keskmist kasvu väga palju (joon. 226).

Kui aga funktsiooni suurenemine tekib täiskasvanud eas (mida täheldatakse mõnikord hüpofüüsi eesmise sagara kasvajate puhul), siis moonduvad inimese keha üksikute elundite proportsioonid. Inimene hakkab märkama, et tal pikeneb nina, suureneb pea maht, suurenevad jäsemed, keel ei mahu enam suhu. Niisugust haigust nimetatakse akromegaaliaks ehk liikmehiidsuseks; see kaasneb harilikult vananemisega, samuti suguvõime nõrgenemisega.

Peale kasvuhormooni on hüpofüüsi eesmises sagaras teine hormoon — prolaan; see stimuleerib sugunäärmete funktsiooni.

Kui noorele loomale süstemaatiliselt süstida eesmise sagara ekstrakti, siis võib tal ajendada enneaegset suguvalmust; kui aga noorel loomal hüpofüüsi eesmine sagar kõrvaldada, siis on tulemuseks suguline arenematus.

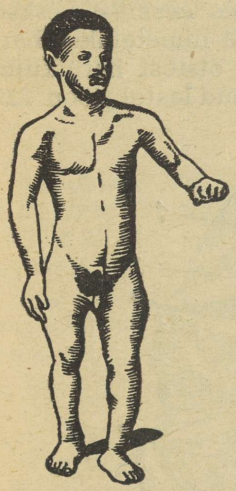


Joon. 226. **Perekond D. ja hiid.** *A* ja *B* — hüpofüsaarsed kääbused: vend 16 a. ja õde 17 a.; *C* — normaalne vend 22 a. (kasv 1,74 m); *D* — hiid (kasv 1,98 m).

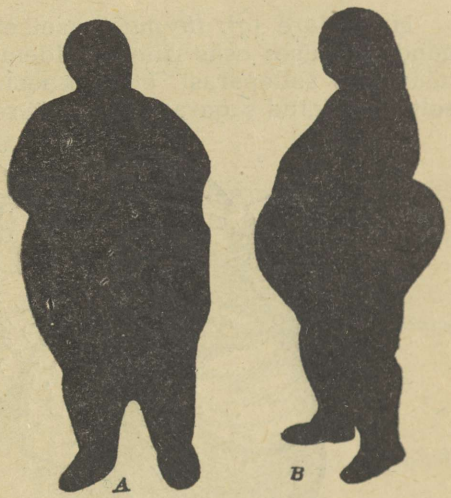
Joonisel 227 on kujutatud 6-aastane poiss, kellel on prolaani intensiivse nõristumise tagajärjel tekkinud enneaegne suguvalmus. Prolaani on leitud rasedate naiste uriinis. Hüpofüüsi eesmise sagara ühe hormooni mõju piima nõristumisele (laktatsioonile) kasutatakse loomakasvatuses. Selle hormooni lisandamine lehmasöödale suurendab piimaandi ja rasvasisaldust piimas. Hüpofüüsi tagumise sagara ekstrakti tuntakse pituitriini nimetuse all. See tugevdab emaka kokkutõmbumist ning reguleerib vee- ja rasvade-ainevahetust.

Pituitriini tarvitatakse laialt sünnitusabi praktikas, eriti pikaleveniva, loiu sünnituse puhul; ta tugevdab väitusi ja kiirendab sünnitamisakti.

Tagumise sagara hüpofunktsioon, mida täheldatakse sageli hüpofüüsi haigestumiste puhul, põhjustab rasket haigust, mida tuntakse suhkruta liigkusesuse nimetuse all. Selle



Joon. 227. **Enneaegse suguvalmusega 6-aastane poisike.**



Joon. 228. **Hüpofüsaarne rasvumine.** *A* — 27-aastane neiu. *B* — sama profiilis.

haiguse puhul tekib kustutamatu janu ja eritub määratu hulk uriini, vahel kuni 30 liitrit ööpäevas ja enamgi. Mõnikord areneb niinimetatud hüpofüsaarne rasvumine, mida iseloomustab rasva ladestumine suurel hulgal nahaaluses kohevas sidekoes, eriti õlavartel ja reitel (joon. 228).

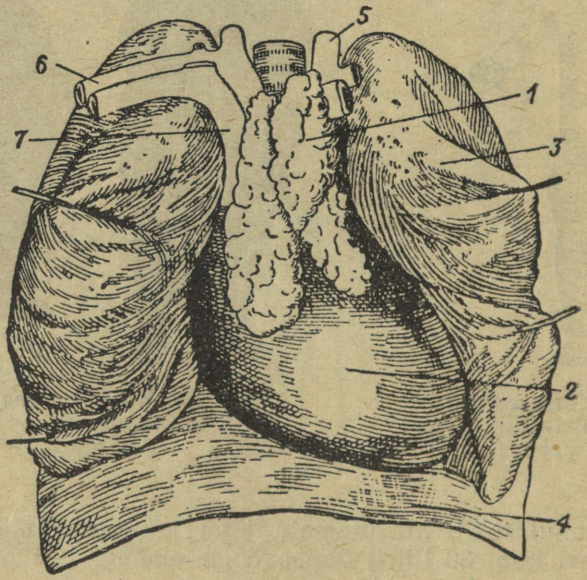
Hüpofüüsi eesmise sagara hormoonid nõristuvad vahetult verre, kuid vahemise ja tagumise sagara hormoonid nõristuvad esialgu kolmanda ajuvatsakese tserebrospinaalvedelikku ja selle kaudu verre.

Puhtal kujul ei ole hüpofüüsi hormoone seniajani õnnestunud eraldada. Ravi otstarbeks ja teaduslikkudeks katseteks tarvitatakse selle näärme leotist.

Eesmise sagara ekstrakt kannab nimetust pituitriin A (ladinakeelsest sõnast *antérior* — eesmine); tagumise sagara ekstrakt kannab nimetust pituitriin P (ladinakeelsest sõnast *postérior* — tagumine), kuna ekstrakt kogu näärmest on tuntud nimetuse all pituitriin T (ladinakeelsest sõnast *totus* — terve, kõik).

Harknääre

Harknääre (*gl. thymus*) asetseb rinnaõõnes eesmise kesksein andi ülemises osas rinnakupideme taga; teda nimetatakse harknäärmeks sellepärast, et ta koosneb kahest, otstest hargikujuliselt ühendatud sagarast. Harknääre on arenenud lastel (joon. 229).



Joon. 229. **Harknääre.** 1 — harknääre; 2 — süda perikardiga; 3 — vasak kops; 4 — diafragma; 5 — vasak unearteer; 6 — parempoolne rangluualune arteer; 7 — ülemine õõnesveen.

13—14 a. vanuses hakkab ta kiiresti vähenema ja atrofeerub pärast 25-ndat eluaastat lõplikult; näärme asemele jääb harilikult ainult rasvkude.

Histoloogiliselt koosneb harknääre kahest erisugusest koest: näärmeliste epiteelirakkude rühmast, mis funktsioneerivad kui sisesekretoorne nääre ja eritavad verre hormooni, ning lümfoid-

sest koest, mis on lümfotsüütide loomekohaks, s. t. funktsioneerib kui vereloome-elund.

Harknäärme funktsioon pole käesoleval ajal veel küllaldaselt selgitatud ja tema hormooni pole puhtal kujul saadud. Ometi on kaheldamatu, et tema hormoon stimuleerib noore organismi kasvu ja pärsib sugunäärmete hormoonide toimet. Kui kutsikal harknääre kõrvaldada, siis saabub kiire suguvalmus. Sellevastu, kui konna kulleseid harknäärmega ohtrasti toita, kasvavad nad küll kiiresti väga suureks, kuid konnaks nad ei muutu.

See kõik kooskõlastub hästi selle faktiga, et inimesel langeb harknäärme vähenemine ühte suguvalmuse ajajärgu saabumisega.

Käbinääre.

Käbinääre ehk käbikeha ehk ajukäbi (*epiphýsis cérebri*) on väike, herneterasuurune nääre; ta asetseb koljuõõnes nelikküngastiku ülemiste kühmude vahel, ühendudes lühikeste säärte abil nägemiskühmudega.

See nääre on peaaegu uurimata, samuti on tema hormoon avastamata. Siiski oletatakse, et ta pärsib ühiselt harknäärmega varast suguvalmust.

Neerupealsed näärmed.

Neerupealsed näärmed ehk neerupealised (*glándulae suprarenáles*) asetsevad ülal mõlemate neerude peal.

Nendes eristatakse kahte kihti: välimist — koorollust ja sisemist — säsiollust. Need kihid erinevad teineteisest märgatavalt oma struktuuri ja funktsiooni poolest ning ka arengulooliselt. Koorollus on kahvatukollaka värvusega ja rikas lipoidide poolest; ta on arenenud mesodermist, nimelt looteõõne epiteelist.

Säsiolluse värvus on tumedam; säsiollus areneb samast ektodermi algest, millest areneb sümpaatiline närvisüsteemgi.

Koorollus kuulub niinimetatud interrenaalsesse süsteemi, säsiollus aga adrenaalsesse ehk kromafiinsesse.

Alamail selgroolistel loomadel ja inimese lootel on need mõlemad süsteemid teineteisest eraldatud ja olelevad iseseisvate elunditena.

Loote koorolluse embrüonaalsed osad säilivad ka täiskasvanud eas; nad asetsevad neerude ümber ja kannavad lisaste neerupealiste nimetust. Nemad ongi sageli mitmesuguste kasvajate tekkimise lähtepunktiks.

Loote adrenaalse süsteemi jäänuseid nimetatakse paraganglionideks. Need asetsevad aordi külgedel ja organismi muudes kohtades.

Neerupealiste koorolluse funktsioon pole veel käesoleval ajalgi küllaldaselt selgitatud. Kuid neerupealiste koorolluse täielik kõrvaldamine tingib paratamatut surma.

Addison'i ehk pronkstõbi, mida mainisime selle peatüki alguses, tekib neerupealiste koorolluse kahjustamise tagajärjel (kõige sagedamini tuberkuloosist).

Viimaseil aastail on neerupealiste koorollusest saadud askorbiinhapet, s. t. C-vitamiini, samuti ka B_2-vitamiini.

Neerupealiste säsiolluse funktsiooni on märksa paremini tundma õpitud. Säsiolluse hormooni nimetatakse adrenaliiniks. Adrenaliin avastati möödunud sajandi lõppaastail; 1901. a. saadi teda esmakordselt puhtal kujul. Adrenaliini keemiline koostis on käesoleval ajal hästi tuntud. Adrenaliini valmistatakse nüüd sünteetiliselt ja ta on väärtuslikuks ravivahendiks kõrvuti neerupealise loomulikkude preparaatidega.

Adrenaliin on tugeva toimega aine. Nii jätkub mõnikord tema miljonilisest lahjendist, et ajendada elundite vastavat funktsiooni.

Adrenaliinil on meie organismi elutegevuses väga suur ülesanne: ta kiirendab südame tegevust, ahendab veresooni, sellega järelikult tõstab vererõhku, aeglustab soole peristaltikat, laiendab silmaavasid, tõmbab kokku raseda emaka, sapi- ja kuseteede silelihaskiude, samuti ka juukse- (karva-) juure silelihaskiude, mille tagajärjel tekib kananahk, jne.

Esitatu põhjal pole raske veenduda, et adrenaliini toime sarnaneb organismis sümpaatiliste närvikiudude impulsside mõjuga. Mitte asjata ei arene lootel neerupealiste säsiollus ja sümpaatiline närvisüsteem ühisest algest. Õpetlased on kindlaks teinud, et mingi elundi sümpaatiliste närvikiudude ärritamisel tekib selles elundis eriline aine — sümpatiin, mis sarnaneb oma omaduste poolest adrenaliiniga.

Veresooni ahendava ja vererõhku tõstva võime tõttu on adrenaliin leidnud laialdast rakendust kirurgilises praktikas kui sobiv vahend verejooksu sulgemiseks ja südametegevuse toetamiseks.

Peale selle on adrenaliin parimaks vahendiks bronhiaalse astma vastu. Seda rasket haigust iseloomustavad hingeldushood, mis tekivad bronhide valendikke vooderdavate silelihaskiudude ülemäärase kokkutõmbumise ja nende valendikkude ahenemise tõttu.

Adrenaliin mõjustab kõige enam meie keha silelihaste kokkutõmbumist. Kuid bronhide lihastele mõjub ta teisiti: ta lõdvendab neid. Seepärast kergendab adrenaliini süstimine bronhiaalse astma hingeldushooge, „kupeerib hooge", nagu väljendavad praktiseerivad arstid.

Peale selle vähendab adrenaliin oma võime tõttu veresooni ahendada soojuse kiirgumist ja reguleerib järelikult meie keha temperatuuri.

Üheks adrenaliini toime tähtsamaks momendiks inimese organismis on tema osa süsivesikute-ainevahetuses. Adrenaliini toimel muunduvad glükogeenivarud maksarakkudes suhkruks, mis kandub verre; seetõttu toimub organismis pidevalt maksa glükogeenivarude tarvitamine.

Neerupealiste säsiolluse hüperfunktsiooni puhul suureneb adrenaliini hulk veres, maks ja lihased loovutavad kiiresti oma glükogeenivarud ja verre koguneb siis suurel hulgal suhkrut. Suhkur siirdub sealt uriinisse ja organism kaotab järelikult väärtuslikku toiduainet.

Sellest keerukast protsessist, mille puhul suhkur viiakse maksarakkudest verre, võtab osa sümpaatiline sisusenärv, mille kaudu kulgevad impulsid piklikus ajus rombja lohu põhjas asetsevast adrenaliini sekretsiooni reguleerimise keskusest. Seda asjaolu kinnitab katse, nn. suhkrutorge, mille esimesena teostas kuulus prantsuse füsioloog Claude Bernard. Torge pikliku aju sesse kohta tingib intensiivset suhkru eritumist verre (glükeemia) ja suhkru ilmnemist uriinis (glükosuuria). Samuti on tõestatud, et psüühiliste erutuste, nn. emotsioonide (eriti vihastumise) puhul suureneb adrenaliini kvantum veres järsult ja võib samuti põhjustada suhkru leidumist uriinis — suhkurkusesust.

Neerupealiste säsiolluse funktsioon on tihedas sõltumuses teiste sisesekretoorsete näärmete — kõhunäärme (vt. allpool), kilpnäärme, hüpofüüsi jt. funktsioonidega.

Kõhunääre.

Kõhunääre (*pancreas*) on sega-sekretsiooninääre. Peale kaksteistsõrmiksoolde nõristuva seedemahla eritab kõhunääre samuti hormooni vahetult verre. Mikroskoobilisel uurimisel võib kõhunäärmes avastada kahvatuid epiteelirakkude kogumikke, nn. Langerhans'i saarekesi. Nende arv ulatub 120-ni ja võib olla veel suuremgi, kusjuures eriti palju asetseb neid kõhunäärme sabaosas. Need saarekesed kannavad kokkuvõetult

insulaarnäärme nimetust. Nad on arenenud entodermist, nimelt loote primaarsoolt vooderdavaist epiteelirakkudest.

Mõnedel alamatel selgroolistel loomadel insulaarnääre mitte ainult ei arene, vaid samuti asetseb ja funktsioneerib lahus näärme muust osast.

Langerhans'i saarekesi ümbritseb tihe veresoonte võrk ja nad on varustatud uitergu rohkearvuliste harudega.

Saared eritavad verre hormoon insuliini (ladinakeelsest sõnast *insula* — saar), mis reguleerib koos adrenaliiniga süsivesikute-ainevahetust. Adrenaliin soodustab maksa glükogeenivarude tühjenemist, insuliin aga seevastu aitab glükogeeni salvestada. Adrenaliini ja insuliini toime on täiesti erinevad. Normaalne süsivesikute-ainevahetus oleneb meie kehas mõlema hormooni kooskõlastatud mõjust maksale.

Kõhunäärme kõrvaldamise või tema hüpofunktsiooni puhul lakkab mitte ainult suhkru tungimine maksa ja lihaseisse, vaid algab ka tema kogunemine suurtes hulkades verre (glükeemia), kust ta edasi tungib uriini (glükosuuria). See raske haigus kannab diabeedi ehk suhkurkusesuse nimetust. Suhkru hulk veres võib diabeedi puhul ulatuda 1%-ni ja rohkemgi normaalse 0,12% asemel.

Diabeedi puhul täheldatakse suurt nõrkust, suurenenud näljatunnet, suurt janu ja rohket uriini eritumist.

Peale loetletud funktsioonide erutab hormoon insuliin parasümpaatilist närvisüsteemi; järelikult selleski suhtes on tema toime vastandlik adrenaliini toimele.

Sugunäärmed.

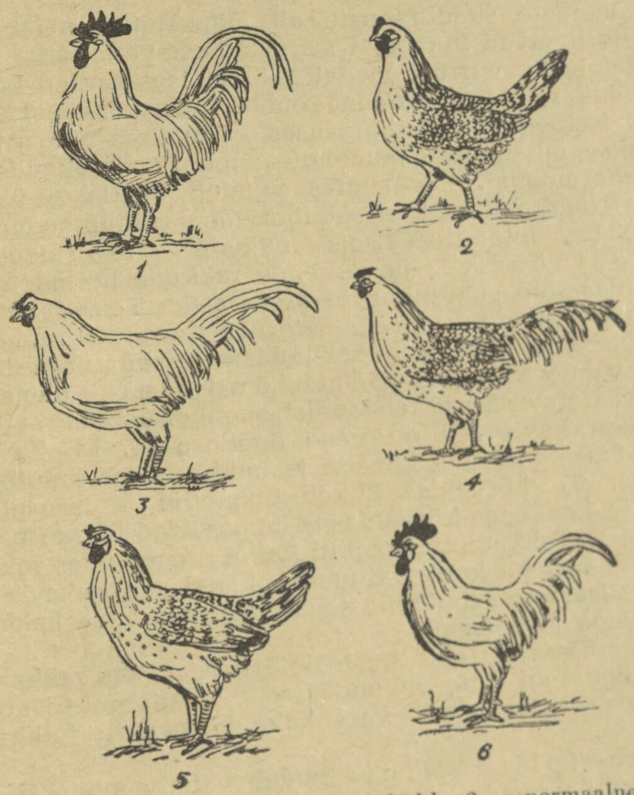
Sugunäärmeiks on meestel munandid ja naistel munasarjad. Need elundid pole ainult sigimiseks tarvilikkude sugurakkude valmimiskohaks, vaid ka vahetult verre valguvate suguhormoonide moodustumiskohaks. Järelikult on munandid ja munasarjad sega-sekretsiooninäärmed.

Sugunäärmed eritavad organismi elutegevuses väga suurt ülesannet täitvaid hormoone. See ülesanne paistab teravalt silma, kui jälgida kastraate, s. t. loomi või inimesi, kelledel sugunäärmed on kõrvaldatud.

Loomi kohitsetakse harilikult kas teadusliku uurimise otstarbel või majanduslikkudes huvides. Pärast kohitsemist kaob loomadel sugutung ja nad muutuvad rahulikkudeks tööloomadeks; peale selle väheneb kohitsetud loomadel ainevahetus, mis-

tõttu organismi koguneb palju rasva. Neid organismi iseärasusi pärast kohitsemist kasutavad loomakasvatajad loomade nuumamiseks.

Leidub rohkearvulisi tähelepanekuid mitte ainult loomadest, vaid ka kastreeritud inimestest. Keskajal kastreeriti Itaalias



Joon. 230. **Soo muutus.** 1 — normaalne kukk; 2 — normaalne kana; 3 — kastreeritud kukk; 4 — kastreeritud kana; 5 — kastreeritud kukk, kellele on transplanteeritud munasari; 6 — kastreeritud kana, kellele on transplanteeritud munandid.

poisikesi, et säilitada neil õrna häält paavsti „inglitekoori" jaoks; mõnedes muhamediusulistes maades kastreeriti viimase ajani täiskasvanud mehi, et muuta neid sultanite haaremite ohutuiks valvureiks. On olemas samuti tähelepanekuid juhuslikkudest

kastraat-meestest, kes on kaotanud mõlemad munandid haavamise tagajärjel.

Peale sugukihu kadumise ja kalduvuse rasvumisele täheldatakse kastraatidel ehk eunuhhidel teravaid muutusi psüühikas. Nad muutuvad loiuks, ihnsaks, tuimaks. Kastraatidel kaovad sekundaarsed sugutunnused.

Sekundaarsete sugutunnuste all mõistetakse neid sugutunnuseid, mis ilmuvad inimestel suguvalmuse-perioodil. Nendeks on meestel habe, vurrud, madal hääl ja iseärasused käitumises ning psüühikas, naistel rinnanäärmete suurenemine, kõrge hääl ja samuti iseloomulikud iseärasused käitumises ning psüühikas.

Küsitakse, missuguseis munandi- ja munasarjarakkudes valmivad suguhormoonid. Ses suhtes puudub õpetlaste üksmeelne arvamus. Ühed oletavad, et suguhormoon valmib sugunäärmete vahekoes, nn. interstitsiaalseis rakkudes, mis moodustavad puberteetnäärme, ja et nende rakkude hormoon põhjustab sekundaarsete sugutunnuste arenemist. Teised kinnitavad, et suguhormooni eritavad seemnetorukeste epiteelirakud. Kuid täiesti ilmne on ainult see, et sekundaarsete sugutunnuste arenemine — suguvalmuse kättejõudmine — oleneb täielikult sugunäärmete sisesekretsioonist, suguhormoonide sattumisest verre. Väga huvitavad on vene õpetlase M. M. Zavadovski tööd, kes teostas katseid kanade ja kukkede soo muutmise alal (joon. 230). Ta kõrvaldas kukel munandid ja transplanteeris need kanale, kanal aga kõrvaldas ta munasarjad ja transplanteeris need kukele. Tekkis huvitav pilt: kukel arenes ühes sekundaarsete sugutunnustega kana käitumine, kanal aga kuke käitumine ühes sekundaarsete sugutunnustega. Säärane kana hakkas hoolega kanadega meelitsema.

Naise munasarjas tekib peale interstitsiaalseis rakkudes valmiva ja sugutungi ning sekundaarsete sugutunnuste arenemist tingiva nais-suguhormooni veel kaks hormooni: follikuliin ja luteiin.

Hormoon follikuliini toodab valmiv munasarja follikul. Follikuliin reguleerib naise sugulist valmimist ja selle ajajärguga seoses olevaid protsesse: ovulatsiooni, menstruatsiooni, laktatsiooni jm.

On huvitav, et follikuliin mõjustab ka taimi: ta kiirendab taimede õitsemist ja viljade valmimisprotsessi. Nähtavasti eritavad taimed samuti follikuliinisarnaseid olluseid.

Luteiini toodab munasarja kollakeha. See hormoon pärsib ovulatsiooni ja soodustab sigitatud muna kinnistumist emakas ning loote arenemist.

Rasedail loomadel põhjustab kollakeha hävimine raseduse katkemist ja nurisünnitust.

Määratut huvi põhjustasid omal ajal õpetlaste Steinach'i ja Voronov'i katsed transplanteerida noorte loomade sugunäärmeid vanadele. Säärastel loomadel ärkas uuesti sugutung: nad just kui noorenesid. Kuid edasised uurimused näitasid, et noorenemisel oli ainult ajutine iseloom: ta ei taastanud kaotatud noorust pikemaks ajaks. Vanadust ei saa vaadelda kui ainult sugunäärme kustumist eraldi; vanadus on kogu organismi kustumine tervikuna.

Järelikult avaldavad suguhormoonid suurt mõju meie organismi elutegevusele: nad tingivad ühe sugupoole veetlust teise suhtes, reguleerivad suguvalmust ja sellega ühestuvaid spermatogeneesi, ovulatsiooni, menstruatsiooni ja loomade innaprotsesse, samuti mõjustavad üldist ainevahetust ja inimese välist ning psüühilist ilmet.

Ometi mitte ainult sugunääre üksi, vaid kõik sisesekretoorsed näärmed ühiselt tingivad organismi normaalset arenemist ja normaalset seisundit.

Me tunneme juba hulga näiteid mitme sisesekretoorse näärme ühtsast mõjust organismi ühtedele või teistele funktsioonidele, ühtede sisesekretoorsete näärmete hormoonide mõjust teistele. Näiteks reguleerivad maksa süsivesikulist funktsiooni adrenaliin ja insuliin.

Suguvalmust ei reguleeri mitte ainult sugunäärmete hormoonid, vaid ka harknäärme hormoon (pärsib sugulist valmimist) ja hüpofüüsi eesmise sagara hormoon (stimuleerib suguvalmuse kättejõudmist).

Sisesekretoorsed näärmed viibivad vahetpidamata närvisüsteemi mõju all; närvisüsteem omakorda on aga sisesekretoorsete näärmete mõju all.

Inimorganismi elutegevust, inimese välist ja psüühilist ilmet reguleerivad rohkearvulised ja mitmekesised tegurid — neurogeensed ja humoraalsed, samuti ka inimest ümbritseva välise ja sotsiaalse keskkonna tegurid.

Aineregister.

aadama õun 386
abaluu 78, 106
— tõsturlihas 147
abdoomen 47
abductio 77
abduktorid 128
Achilleus'e kõõlus 163, 164
adductio 77
adrenaalne süsteem 451
adrenaliin 297, 319, 353, 369, 452
aduktorid 128
adventiitsia 298
aglutinatsioon 238
ainevahetuse keskus 194
ainuraksed 16, 32
— näärmed 50
ajuke 198, 199
ajukese-uss 198
ajukoor 209
ajuripats 447
ajusääred 193, 195, 199, 208
ajuvatsake 187, 205
ajuvedelik 185, 187
akommodatsioon 258
akromatiin 26
akromatiinvõrk 26
akromegaalia 447
akson 65, 138
akušöör 441
alakõhuarteer 308, 310
alalõualiiges 100
alalõualuu 78, 99
alalõualuu-närv 229, 232
alasi 260, 262
albuminuuria 413
allantois 41, 42
alumine hüppeliiges 124
— ninakarbik 98
alumine-tagumine saaglihas 147, 148
alumine õõnesveen 289, 313
aluskile 46
alveolaarjuhakesed 389
alveolaarne lihtnääre 51
— liitnääre 51
— nääre 50
— serv 99
alveoolid 389
amauroos 230
amiinhapped 26, 327
amitoos 30
Ammon'i sarv 204, 209
amnion 40, 41, 42
amnionõõs 42
ampullid 265
amülaas 353
anafaas 31
analüsaator 247
anastomoos 284
anatoomia 5
anatoomiline kael 107
— konjugaat 117
angioloogia 10
annulus inguinalis 145
anomaalia 403
anosmia 230
antagonistid 128
anteflexio 435
anterior 450
anus 437
aort 282, 287, 300
aorta abdominalis 309
— *thoracalis* 301
apex cordis 284
aponeuroosid 127
aponeurootiline kiiver 130
arachnoidea 192
Arneth'i kalle vasakule 273
arteria (e) *anonyma* 301
— *arcuatae* 405
— *axillaris* 306

arteria (e) brachialis 306
— *carotis communis* 303
— — *externa* 304
— — *interna* 304
— *coeliaca* 309
— *epigastrica superior* 306
— *femoralis* 310
— *hypogastrica* 310
— *iliaca communis* 310
— — *externa* 310
— *intercostales* 301
— *mammaria interna* 306
— *mesenterica inferior* 310
— — *superior* 309
— *ophthalmica* 304
— *profunda femoris* 310
— *pulmonalis* 299
— *radialis* 306
— *renalis* 405
— *subclavia* 304
— *tibialis anterior* 314
— — *posterior* 312
— *ulnaris* 306
— *uterina* 436
articulatio 75
— *coxae* 121
— *cubiti* 110
— *genus* 123
— *humeri* 110
— *radiocarpea* 112
— *talocruralis* 124
articulus atlantoepistrophicus 84
— *atlantooccipitalis* 84
artroloogia 10
Aschner'i refleks 296
Aschoff-Tawara sõlm 289
askariid 32
askorbiinhape 380
assimilatsioon 29, 365
astriklihased 87, 134, 136
atlas 82
atsetoon 369
auris 261
avitaminoosid 327, 374

Barlow' tõbi 380
Bartholin'i juha 335
— nääre 437
basaalmembraan 46, 49
basedovi tõbi 446
basis cranii 88
Bauhin'i klapp 358
beribeeri 378
Bertini side 122
bioloogia 5
bioloogiline proov 279
bipolaarsed rakud 65
blastomeerid 35, 37
blastopoor 37
blastula 37
Blumenbach'i nõlv 89
Bowman'i kihn 406
bronhiaalne astma 452
bronhid 389
bronhioolid 389
Brunner'i näärmed 350
bulbus oculi 251
bursad 76, 123

caecum 358
calyces renales 404
canales semicirculares 262
canalis facialis 238
— *inguinalis* 144, 427
capsula interna 196
caput 79
carpus 109
cartilago 39
cauda equina 185
cavum abdominis 363
— *nasi* 101, 384
— *oris* 101, 330
cerebellum 198
cervix 433
chiasma 230
Chopart'i liiges 125
— liigese võti 125
chorda tympani 234
clavicula 78, 106
clitoris 437
cochlea 263
coitus 437
collum 79
colon 358
columna vertebralis 79
conchae nasales 385
concha nasalis inferior 98
— — *media* 95
— — *superior* 95
conjugata anatomica 117
— *externa* 116
Cooper'i side 166
cor 284
corium seu derma 418
cornea 251
corpus 433

corpus callosum 204
— *luteum* 439
— *quadrigeminum* 195
— *striatum* 201
— *vitreum* 253
Corti organ 263
costa 78, 86
costae liberae 86
— *spuriae seu fluctuantes* 86
— *verae seu sternales* 86
Cowper'i nääre 410, 425, 428
cranium 78, 88
crista femoris 118
crus 119
cutis 418

daltonism 259
dekaltsineeritud luu 70
deltalihas 150, 151
dementsia 379
dendriit 65, 178
dentes 332
dermatiit 379
diabeet 369, 454
diabeetiline kooma 369
diafragma 140
— *pelvis* 437
— *urogenitale* 437
diafüüs 71
diameter obliqua 117
— *transversa* 117
diarröa 379
diartroosid 75
diastool 290
digiti 109, 120
dilataatorid 128, 387
diopter 257
diploe 88
disahhariidid 325
diskid 64
dissimilatsioon 29, 365
distantia cristarum 116
— *spinarum* 116
— *trochanterica* 116
Donders'i katse 393
doonor 278
dorsum linguae 334
ductus choledochus 353
— *cysticus* 353
— *deferens* 427
— *ejaculatorius* 427
— *hepaticus* 353
— *thoracicus* 323
duodenum 351
duplikatuur 429
dura mater 185, 192
dünaamilise tasakaalu elund 262

eba-häälepaelad 386
ebaroie 86
eelvesi 441
eesmine saaglihas 138, 139
— sagar 447
— sääreluuarteer 311
— sääreluulihas 162, 163
eesnahk 429
eesnääre 428
ejakulatsioon 430
eklampsia 447
eksokriinsed näärmed 52
ekstensorid 128
ekstraperitoneaalne 409
ekstrasüstool 295
ektoderm 36, 37
ektoplasma 54
ekvatoriaaljoon 32
elastne kõhrkude 59, 60
elastsed kiud 54
elektrokardiogramm 293
ellipsoidliiges 77
elulised tsentrumid 194
emakaarteer 436
emaka laiside 435
emakas 39, 433
emakasuue 434
emakaõõs 42
emaka ümarside 435
emakoda 433
emakook 41, 440
ematähe-staadium 32
embrüo 39
embrüoloogia 5
embrüonaalkilp 38
embrüonaalne alge 45
embrüonaalsõlm 39
emfüsematoosne 86
emissariae 89
endokriinsed elundid 443
— näärmed 52
endokrinoloogia 442
endometrium 436
endomüüsium 127
endoplasma 25, 54
endoteel 53, 56
ensüümid 27, 328
enterokinaas 356, 357

entoderm 36, 37
entodermist korda 43
eosinofiilid 273
epidermis 42, 418
epididymis 425
epifüsaarne kõhr 74
epifüüs 71, 195, 451
epifüüsiplaat 74
epikard 287
epiphysis cerebri 451
epistroofeus 82
epiteelirakud 24
epiteelkehakesed 446
epiteelkude 45
epiteliaalne kiht 418
erektsioon 429
ergosteriin 377
erütroblastid 270, 280
erütrotsüüdid 24, 268, 398
estesioloogia 10
Eustachio tõri 92, 261
evolutsiooniline füsioloogia 12
extensio 77
extremitates inferiores 79
— *superiores* 79

faalanksid 110, 121
fagotsüüdid 55, 57, 272
Fallopio tõrved 430, 433
fascia lata 166
— *lumbodorsalis* 143
fassett 82
fastsia 128
femur 78, 117
fermendid 26, 328
fibriin 274, 276
fibrillid 54
fibrinogeen 274
fibroblast 54
fibrooskihn 403
fibroosne kõhrkude 59
fibrotsüüdid 58
fibula 78, 119
fleksorid 128
flexio 77
follikuliin 456
fonticuli 104
fonticulus major 104
— *mastoideus* 105
— *minor* 104
— *sphenoideus* 105
foramen ischiadicum majus et minus 115
foramen obturatum 114
— *quadrilaterum* 158
— *trilaterum* 158
fornix 88, 436
fossa axillaris 158
— *canina* 96
— *coronoides* 109
— *cubiti* 159
— *ilica* 114
— *olecrani* 109
— *poplitea* 162
— *pterygopalatina* 101
frontaalne telg 85
frontiit 93
fundus 433
funiculus spermaticus 427
fülogenees 22
füsioloogia 5

gaasi partsiaalne rõhk 398
galeeniline preparaat 7
ganglion ciliare 231
— *nodosum* 239
— *pterygopalatinum* 102
Gasser'i tänk 229, 232
gastrulatsioon 36, 37
glandula (e) lacrimalis 256
— *parathyreoideae* 446
— *parotis* 335
— *sublingualis* 335
— *submaxillaris* 335
— *suprarenales* 451
— *thymus* 450
— *thyreoidea* 444
Glisson'i kapsel 352
glükoos 363
glükosuuria 369, 413
glütseriin 326
Graaf'i põieke 433
graviditas 440
günekoloogiline konjugaat 117

haimoriit 96
haistmiselund 251
haistmisnärv 208, 230
hambad 332
hambasomp 97
hambumus 333
hammasjätke 81
hammastus 333
harjade distants 116
harjasääris 406
harknääre 450

hatud 40, 42, 75, 350
haustra 358
Havers'i kanal 71
hematuuria 413
hemianopsia 230
hemiartroosid 75
hemiin 270
hemoglobiin 269, 398
hemolüüs 270
hemorroidid 360
Henle silmus 406
hepar 351
Highmore'i keha 427
— koobas 385
higi 422
higinäärmed 422
hiidsus 447
hilus 389
hingamine 384
hingamise regulatsioon 395
hingamisõhk 396
hingetoru 389
hipuurhape 412
hirudiin 276
His'i kimp 289
histiotsüüdid 54
histogenees 45
histoloogia 5
hobusaba 185
hobuserauakujuline neer 403
hormoon 443
— oksütotsiin 441
hulkraksed näärmed 50
hulkurnärv 208, 238, 239
humerus 27, 107
humoraalne mõjustus 443
— regulatsioon 176, 267
humor aquaeus 254
hõõtsik 442
häbemeliidus 75, 114
häbemeluu 114
häälepilu 387
hüaliinne kõhrkude 59, 60, 75
hüperglükeemia 369
hüpofüsaarne rasvumine 449
hüpofüüs 200, 447
hüpovitaminoos 374
hymen 437
hypophysis cerebri 447
hypothenar 156

idupõieke 433
idutäpp 433
ileum 351
imendumine 361
„imevõrk" 405
immuunsus 276
impregneerimine 47
incisurae 88
indikaan 413
inklusioonid 25
inkreet 52
insulaarnääre 454
insuliin 353, 354, 369, 454
interstitsiaalsed rakud 427, 433
intima 298
ioon 28
iris 252
istmikuluu 114
istmikunärv 227, 238

jalus 260, 262
jejunum 351
juuksed 420
juuksejuur 421
juuksekõbu 421
juuksesibul 421
juttkeha 201
jämesool 358
jääkõhk 396

kaararteerid 405
kaela nahalihas 133
kaelapõimik 221
kaenlaarteer 306
kaenlanärv 223
kaitsefunktsioon 46
kakskõhtlihas 134, 135
kaksteistsõrmiksool 351
kaljuluu 91
kaltsiumisoolade-ainevahetus 446
kambiaalne rakk 55, 73
kanapimedus 259, 375
kandelüli 82
karbamiid 411
kardia 342
kare hari 118
karikrakud 50
karjumiskeskus 210
karotiin 375
karvapüstitajalihas 421
karvkate 44
karüokinees 30
katekude 46
kaugnägevus 258
keel 331, 334

keelealune närv 208, 240
— süljenääre 335, 336
keeleluu 100
keeleluu-keele lihas 134, 136
keele-neelu närv 238, 239
keelik 38
keelikloom 35
kehvveresus 270
Keith-Flack'i sõlm 289
kemotaksis 272
keraliiges 77
keskaju 195
keskkõrv 261
keskmetearteerid 283, 309, 310
keskmine jalatallanärv 228
keskpidine närv 223
keskseinand 284, 392, 427
kessoontõbi 400
kihitumata epiteel 47
— kuupepiteel 47, 50
— lame-epiteel 47
— silinderepiteel 47
— silindriline virve-epiteel 48
kihitunud epiteel 48
— lame-epiteel 48
kiilluu 90
kiillõge 105
kiiruköber 92
kiiruluu 92
kilpkõhre-keeleluu lihas 134, 136
kilpnääre 444
kilpnäärmekasvaja 442
kirurgiline kael 107
kiudkest 251
kiuline kõhrkude 59, 60
klaasjas kõhrkude 59, 60
— leste 88
klaaskeha 253, 254
klimakteerium 440
kloornaatrium 412
kodaranärv 223
kodarluu 78, 109
kodarmine randmepainutajalihas 155
kogumistoruke 406
koliin 297
kollageensed kiud 54
kollakeha 439
kollane tähn 254, 257
kollased sidemed 59, 83
kollateraal 284
kolloid 28, 444
kolloidne lahus 28
kolmiknärv 208, 229, 232
kombineeritud liiges 79
kompaktne luusubstants 71
kompimiskehake 248, 249
kompimisretseptor 248
kondülus 90
konjugaat 116
konstriktor 387
koorion 40
koorkiht 432
koorollus 404
kopsuarteer 282, 299
kopsud 389
kopsujuur 389
kopsupõhimik 389
kopsusombud 389
kopsutipp 389
kopsuvärat 389
korda 38
kordaalplaat 38
kraniaalnärvid 229
kreatiniin 412
kristalloid 28
kromafiinne süsteem 451
kromatiin 26
kromatiiniterake 25
kromatiinniidike 31
krüptorhism 145
kseroftalmia 375
kubemekanal 144, 427
kubemevõru 145
kude 45
kukehari 94
kukla- ehk väike lõge 104
kuklaluu 89
kurgumandel 332
kurgunibu 331
kusejuha 405, 408
kusejuha peristaltika 416
kusepõis 408
kusiaine 411
kusihape 411
kusiti 409
kusiti lihassfinkter 416
kusitisibul 410
kusiti sisemine sfinkter 409
kutikulaar-ääris 47
kuulmekotike 262
kuulmemõik 262
kuulmiskeskus 210
kuulmisnärv 208, 237
kuupuhastus 439
kõdisti 437
kõhreümbris 60

kõhrkude 59
kõhuaort 308, 309
kõhuarteer 308, 309
kõhukelme 363
kõhukoobas 47
kõhunääre 354, 453
kõhu ristilihas 142, 143
— sirglihas 141, 142
— sisemine põikilihas 142, 143
— välimine põikilihas 138, 142
kõldkest 40
kõnelemiskeskus 210
kõri 386
kõrivatsake 387
kõrv 261
kõrvalabürint 262
kõrva-süljenääre 335, 336
kõvakelme 185, 192
kõõluskeskmu 140
kõõlusrakud 58
käbikeha 195, 451
käbinääre 451
kägisälk 88
kämmal 109
käsnollus 71
küfoos 79
külgmine jalatallanärv 221
küünarliiges 110
küünarluu 78, 109
küünarmine randmepainutajalihas 155
küünarnuki auk 109
küüned 421
küünranärv 223

laap 345
laatrakustik 64
labakäe skelett 78
labakäsi 109
labia pudenda majora 437
labürint 91
lahkliha 437
lambdaõmblus 100
lameliiges 77
lameõmblus 100
lamina papyracea 95
lampjalgsus 121
Langerhans'i saarekesed 354, 453
larynx 386
lateraalne põnt 119
— vasarik 119
lens crystallina 253
leukopeenia 272
leukotsütoos 272
leukotsüüdid 55, 267, 271
levaatorid 128
Lieberkühn'i näärmed 350
Lieutaud' kolmnurk 409
ligamentum (*a*) 79
— *bipartitum* 125
— *capituli costae radiatum* 88
— *coracohumerale* 110
— *flavum* 83
— *iliofemorale* 122
— *interspinalia* 84
— *longitudinale commune dorsale* 83
— — — *ventrale* 83
— *nuchae* 59
— *ovarii proprium* 431
— *patellae proprium* 123
— *sacrospinosum et sacrotuberosum* 115
— *supraspinale* 84
lihase-naha närv 223
lihasjätke 100
lihaskest 436
lihaskude 45
lihastelaugas 144, 166
lihaste vaskularisatsioon 126
lihtliiges 79
liigesekapsel 76
liigeseketas 100
liigesenapp 114
liigesepaun 75
liigesevõidepaun 76
liigeseõõs 76
liigesjätke 81, 100
liimi andvad kiud 54
liitliiges 79
limapaunad 123
linea mylohyoidea 99
— *terminalis* 115
lingua 334
lipaas 356
liquor cerebrospinalis 185
lisa-kilpnäärmed 446
lisanärv 208, 240
lisased neerupealised 451
Lisfranc'i kõbruke 87
— liiges 125
loote kate-epiteel 42
lootepõis 39, 42
loote sidekude 43
— vereringe 319, 320

lordoos 79
Ludwig'i nurk 87
lumbaalpunktsioon 183
luteiin 456
luudevaheline membraan 119
luukude 61
luu käsnollus 62
luulahustaja 74
luulamellid 61
luustumistuum 74
luu tihkeollus 62
luuõhikud 61
luuümbris 73, 76
lõge 104
lõigustumine 35
lõplik uriin 414
lõpuskaared 44
lõuaalune süljenääre 235, 336
lõuatsi-keele lihas 136
lämmastiku tasakaal 368
lääts 253, 254, 255
löögimaht 291
lühinägevus 258
lülineuronid 186, 188
lümfisõlmed 321
lümfisüsteem 321
lümfotsüüdid 271, 273

magu 341
maitsmiselund 250
maks 351
Malpighi kehake 406
maltaas 337
mandibula 78, 99
manused 42, 78, 109
maolävis 342
margo orbitalis 93
marrasknahk 418
mastoidiit 91
matseratsioon 8
maxilla 96
mediaalne põnt 119
mediastinum 392
medulla oblongata 193
— *spinalis* 183
meedia 298
menstruatsioon 439
mesenhüüm 43, 53, 64
mesenterium 363
mesoblast 42
mesoderm 38, 42, 63
mesodermaalne alge 38
mesoteel 48, 391
metacarpus 109
metafaas 31
metatarsus 120
mikromanipulaator 415
mineraalide-ainevahetus 371
mitmerealine virve-epiteel 48
mitoos 30
molekul 28
monosahhariidid 325
monotsüüdid 271, 273
moodustaja 76
morfoloogia 5
Morgagni taskud 387
motoorne keskus 209
motoorsed juured 186
— närvikiud 127, 182
multipolaarsed rakud 65
munajuhad 430, 433
munakühm 433
munandid 425
munandikott 429
munandimanus 425
munandimanuse pea 425
munandimanuse saba 425
munanditõsturlihas 143, 429
munarakud 33, 34
munarakufolliikul 432
munasari 431
munasarjavärat 432
musculus (*i*) 126
— *arrector pili* 421
— *biceps brachii* 132, 133
— — *femoris* 162
— *brachialis* 132, 133
— *brachioradialis* 134, 135
— *cremaster* 143, 429
— *deltoideus* 130, 131
— *detrusor* 409
— *digastricus* 134, 135
— *flexor carpi radialis* 135
— — — *ulnaris* 135
— — *digitorum profundus* 135
— — — *superficialis* 135
— *gastrocnemius* 164
— *genioglossus* 136
— *gluteus maximus* 159, 161
— *hyoglossus* 134, 136
— *iliopsoas* 159, 160
— *intercostales* 139
— *latissimus dorsi* 146
— *levator scapulae* 147
— *masseter* 131

musculus (i) obliquus abdominis externus 138, 142
— — — *internus* 142, 143
— *omohyoideus* 134, 136
— *palmaris longus* 135
— *pectoralis major* 138
— — *minor* 138, 139
— *platysma* 133
— *pronator teres* 135
— *pterygoideus externus* 131
— — *internus* 132
— *quadratus lumborum* 143
— *quadriceps femoris* 160
— *rectus abdominis* 141, 142
— *rhomboidei* 147
— *sacrospinalis* 148, 149
— *sartorius* 160, 161
— *scaleni* 134, 136
— *scalenus anterior* 87
— *semimembranosus* 162
— *semitendinosus* 162
— *serratus anterior* 138, 139
— — *posterior inferior* 147, 148
— — — *superior* 147, 148
— *soleus* 164
— *splenius* 148, 149
— *sternohyoideus* 134, 136
— *sternothyreoideus* 134, 136
— *styloglossus* 136
— *stylopharyngeus* 136
— *subclavius* 138, 139
— *temporalis* 131
— *teres major* 146, 147
— *thyreohyoideus* 134, 136
— *tibialis anterior* 162
— — *posterior* 163
— *transversus abdominis* 142, 143
— *trapezius* 146
— *triceps brachii* 151, 152
— — *surae* 164
mutsiin 337
mõhnkeha 204, 207
mälumislihas 131
müeliin 66, 179
müksödeem 445
müofibrillid 63
müokard 287
müoloogia 10, 126
müotoomid 130
myometrium 436

naba 441
nabaarteerid 319
nabaveenid 319
nabaväät 42, 440
naha higinäärmed 51
— väikesed rasunäärmed 51
nahk 418
naise suguelundid 430
neel 339
neelamisakt 340
neem 83
neeruarteer 405
neerud 402
neerufastsia 103
neerukarikad 404
neerukoolikud 414
neerupealised 451
neerupäsmake 405
neeruvaagen 404
neeruvoolmed 414
neeruvärat 403
neitsinahk 437
nelikküngastik 195, 207
nervus (i) abducens 208, 234
— *accessorius* 240
— *axillaris* 223
— *cochlearis* 237
— *cutaneus femoris lateralis* 227
— — — *posterior* 228
— *facialis* 235
— *femoralis* 226
— *glossopharyngeus* 239
— *gluteus inferior* 227, 228
— — *superior* 227, 228
— *hypoglossus* 240
— *intercostales* 225
— *intermedius* 235
— *ischiadicus* 228
— *mandibularis* 233
— *maxillaris* 234
— *medianus* 223, 224
— *musculocutaneus* 223
— *obturatorius* 226
— *oculomotorius* 231
— *olfactorius* 230
— *ophtalmicus* 233
— *opticus* 230
— *pelvicus* 360
— *peroneus* 228
— *phrenicus* 222
— *radialis* 223, 224
— *spinalis* 220
— *statoacusticus* 237
— *tibialis* 228
— *trigeminus* 232

nervus (*i*) *trochlearis* 208, 232
— *tympanicus* 239
— *ulnaris* 223, 224
— *vagus* 239
— *vestibularis* 237
neuraalplaat 38
neuraaltoru 38, 42
neuriit 65, 178
neurilemm 66, 179
neurofibrillid 65
neuroglia 67, 180
neuroloogia 10
neuron 67
neutrofiilid 273
nibujätke 91
nibujätkelõge 105
nimetu arteer 301, 303
nimmepõimik 225
nimme ruutlihas 143
nimme-selja fastsia 143
ninakarbik 95, 385
ninaluu 98
ninaõõs 384
Nissl'i kehake 65
niudeluu 114
niude-nimme lihas 159, 160
niudenõgu 114
niude-reie side 122
niudesool 351
nukleoproteiidid 26
nägemiskeskus 209
nägemiskulgla 230
nägemiskühmud 201
nägemisnärv 208, 229, 230
nägemisteravus 259
näonärv 208, 235, 236
närvikiud 66
närvikiutupp 66
närvikude 45
närvilõpmed 67, 179, 180
näsad 420
nääpsud 432
näärme-epiteel 46, 50
näärme hüperfunktsioon 444

oculus 251
oesophagus 340
ogade distants 116
ogajätke 81, 83
ogaüline side 84
oimulihas 131
oimuluu 91
oksendamiskeskus 349
oksisjätke 178
oksühemoglobiin 398
oliguuria 372
omentum 364
ontogenees 44
oogenees 431
orbita 101
organoidid 25
orgasm 437
orificium externum uteri 434
os (*ossa*) *coccygis* 83
— *coxae* 114
— *ethmoidale* 93
— *frontale* 92
— *hyoides* 100
— *ilium* 114
— *ischii* 114
— *lacrimale* 98
— *nasalia* 98
— *occipitale* 89
— *palatinum* 98
— *parietale* 92
— *pubis* 114
— *sacrum* 83
— *sphenoidale* 90
— *zygomaticum* 98
— *temporale* 91
osmoos 29
osteoblast 74
osteoklast 74
osteoloogia 10
osteon 72
otsmikuköber 93
otsmikuluu 92
otsmikuluumine jätke 97
otsmikulõge 104
otsmiku-urge 93
ovaalmulk 166
ovarium 431
ovoid 85
ovulatsioon 439

paberleste 95
palatum molle 331
paleontoloogia 5
pancreas 354, 453
Pantšenkov'i aparaat 275
papillae linguales 334
paraganglionid 452
parameetrium 436
parasümpaatiline närvisüsteem 454
parathormoon 447
parietaalne 391

pars alveolaris 99
— *basilaris* 89
— *nasalis* 93
partes laterales 89
— *orbitales* 92
patella 78, 119
patoloogiline füsioloogia 11
Pavlov, I. P., 15, 337, 346
peaaju 191
peaajunärvid 229
peanoogutajalihas 134, 135
pedunculi cerebri 195
pehmekelme 185, 192, 193
pehme suulagi 331
pellagra 379
pelvis 79, 113
— *renalis* 404
penis 429
pepsiin 344
perforatoorium 33, 35
perichondrium 60
perikard 284
perimetrium 436
perimüüsium 128
perineum 437
periosteum 73
peristaltika 349
peritoneum 363
peritoniit 364
pes 78, 120
Petit' kolmnurk 147
Peyer'i naastud 393
pharynx 339
pia mater 192
pigmendirakk 55
pigment urobiliin 413
piimand-mahla-sooned 323
piirjoon 115
piirväät 177, 242
pikk peopesalihas 155
piklik aju 193, 207
pili 420
pimesool 358
pindluu 78, 119
pindluunärv 227
pindmine sõrmedepainutajalihas 155
pisaraluu 98
pisaranääre 256
pituitriin 448, 450
plasma 274
platsenta 41, 440
platsentaarne vereringe 319
pleura 391
pleuraõõs 391
plexus brachialis 222
— *cervicalis* 221
— *coccygeus* 229
— *lumbalis* 225
— *sacralis* 227
— *solaris* 243
plokinärv 208, 232
plokk-keraliiges 123
pneumograaf 394
polüneuriit 378
polüsahhariidid 326
polüuuria 372
pons Varolii 193
poolkilelihas 161
poolkuujad meniskid 123
poolkuuklapid 288, 298
poolkõõluslihas 161, 162
poolringkanalid 261, 262
portio vaginalis uteri 434
praeputium 429
prevertebraalne fastsia 137
primaarne uriin 414
processus alveolaris 97
— *articularis* 100
— *coracoides* 107
— *frontalis* 97
— *muscularis* 100
— *palatinus* 97
— *zygomaticus* 92, 97
profaas 31
projektsioonikiud 204, 205
prolaan 448
promontorium 83
pronaatorid 128
pronatsioon 110, 125
prostata 428
proteiidid 26
proteiinid 26
protoplasma 25
protoplasmakest 33
ptüaliin 337
pulmones 389
punased verelibled 24
pupill 252
puriinalused 412
puriinid 367, 412
purskejuha 427
puusaliiges 121
puusaluu 114
põhiluu-urge 90
põhimik 88
põiekeha 408

põiekiir 408
põie kolmnurk 409
põiepõhimik 408
põikidiameeter 117
põisloode 37
põlvekeder 78, 119
põlveliiges 123
põlvikutänk 235
põnt 90, 108
põntadevaheline välje 119
põrn 316, 324
põselihas 130
päikjaspõimik 239
pärak 437
päraku tõsturlihas 437
pärasool 359
pärgarteerid 283, 286
pärgveenid 283
pärgõmblus 100
päris-häälepaelad 386
päris-munasarjaside 431
pärisnahk 418
põialaba 120
põialiiges 124
põiapära 120
põiapära põikiliiges 125
põiapära-põialaba liiges 125
põia skelett 78
põid 120
pöörel 117
pöörlate distants 116
pöörlemistelg 76
püramiidtee 187
pylorus 342

radiaalarteer 300, 307
radiaalnärv 224
radiolaar 32
radius 78, 109
radix pulmonis 389
rahhiit 372
rakkude diferentseerumine 45
rangluu 78, 106
rangluualune arteer 304, 305
— lihas 138, 139
— veen 313
ranne 109
Ranvier' soonistised 66
rasedus 440
rasunäärmed 421
rasvad 326, 356
rasvade-ainevahetus 370
rasva-depoo 370
rasvhape 27, 326
rasvik 364
ratasliiges 77
rebu 34, 433
rebukott 41, 42
rectum 359
refleks 189
refleksikaar 182, 189
reflektoorne 395
reiearteer 310, 311
reie kakspealihas 161, 162
reiekanal 166
reie külgmine nahanärv 227
reieluu 78, 117
reie nelipealihas 160
reienärv 226
reie tagumine nahanärv 228
Reil'i saar 206, 209
renes 402
retiikulo-endoteliaalne süsteem 53, 57
retikulaarkude 405
retikulaarne sidekude 56
retikuliinkiud 56
retina 252
retseptor 247
retsipient 278
rihmlihas 148, 149
rindkereaort 301, 302
ringside 122
rinnajuha 323
rinnak 78, 87
rinnakoobas 47
rinnaku-keeleluu lihas 134, 136
rinnaku-kilpkõhre lihas 134, 136
rinnaku-rangluu liiges 107
ripstänk 229, 231
ripsvöötmeke 253, 254, 255
ristidiameeter 117
ristijätke 81, 84
ristijätkemulk 81
ristluu 83
ristluu-köbru side 115
ristluu-ogajätke lihas 148, 149
ristluu-oga side 115
ristluupõimik 227
ristmik 208, 230, 231
Riva-Rocci aparaat 315
roided 78, 86
roidenõgu 82
roide-rangluu liiges 107
roietevahelised lihased 139
— närvid 225

Rolando vagu 206, 209
rombjas lohk 194
romblihased 147
rotatsioon 77, 85
rudimentaarne 41
rändneer 403
rändrakud 57
rätsepalihas 160, 161

saagõmblus 100
sabaluu 83
sabaluulihas 437
sabaluupõimik 229
sacculus 262
sadulliiges 77
sagarikud 427
sagitaalne telg 85
— õmblus 100
sahhariidid 27, 325
sahkluu 99
sanguis 267
sapipõis 353
sapp 356
sarkolemm 63
sarnakaar 98
sarnaluu 98
sarnaluumine jätke 97
sarvaine 419
sarvkest 251, 254, 255
scapula 78, 106
Scarpa kolmnurk 167
Schilling'i leukotsütaarne valem 272
Schwann'i tupp 179
scrotum 429
seemnejuha 425, 427
seemneniidid 33
seemnepõiekesed 428
seemneväät 427
seerum 276
seesamluu 119
segmendid 43
sekreet 46
sekundaarne uriin 414
seljaaju 183, 184
seljaajunärvid 220
seljaaju tsentraalkanal 187
selja lailihas 146
sensiiblid kiud 67, 127, 182
sensoorne keskus 209
septum nuchae 84
seroosne kelme 391
sfinkterid 128
Sharpey kiud 127
sidekoeline kirme 128
sidekude 45, 53
sigivuslõpe 440
siinused 193
siinussõlm 289
silindrilis-torujad lamellid 72
sillajalad 193
silm 251, 254, 255
silmaava 252
silmahamba-auk 96
silmaliigutajanärv 208, 229, 231
silmanärv 229, 232, 233
silmapöörajanärv 208, 234
silma sõõrlihas 130, 131
sinus frontalis 93
— *Highmori* 96
— *sphenoidalis* 90
sisekeskkond 53
sisekest 436
sisekihn 196
sisekõrv 262
sisemine jugulaarveen 312, 313
— kuklamügar 90
— tiiblihas 132
— unearteer 303, 304
sisesekreet 52
sisesekretoorsed näärmed 52, 442
skleera 251
skolioos 80
skorbuut 380
S-käärsool 359
soikuvad rändrakud 54
somaatiline muskulatuur 126
— närvisüsteem 176
sombusjätke 97
somiidid 39, 43, 129
soolemahl 357
soolhape 344
sooltoru 38
soomus 91, 92
soomusõmblus 100
soonkest 252, 254
soontelaugas 144, 166
sperma 428
spermatogenees 427
spermatiidi-aste 427
spermatogooni-aste 427
spermatozoidi-aste 427
spermatozoidid 24, 33, 427
spermatotsüüdi-aste 427
spermiumid 33
spetsiifiline lihassüsteem 288, 289, 294
spiromeeter 397

splanhnoloogia 10
squama frontalis 92
— *occipitalis* 89
staatilise tasakaalu elund 262
Stenonius'e juha 335
stereoblast 40, 87
stereoblastula 39
sternum 78
strooma 53
substantia compacta 62
— *spongiosa* 62
suguliige 429
sugunäärmed 454
sugurakud 33
suguti 429
sugutijuur 429
suhkruta liigkusesus 449
suhkrutorge 453
suhkurkusesus 369
supinaatorid 128
supinatsioon 110
suruväitus 441
sutura (e) coronaria 100
— *lambdoidea* 100
— *levis* 100
— *serrata* 100
— *squamosa* 100
suulaeluu 98
suulagijätke 97
suuraju 201
suured häbememokad 437
suurim tuharalihas 159, 161
suur kõverik 342
— rinnalihas 137, 138
— ümarlihas 146, 147
suu sõõrlihas 130, 131
sõelluu 93
sõlmtänk 239
säsikiht 432
säsiollus 404
säsistunud kiud 67
säär 119
sääreluu 78, 119
sääreluunärv 227, 228
söögitoru 340, 341
südamekahinad 293
südametoonid 292
süljenäärmed 335
sümfüüs 75
sümpaatiline närvisüsteem 242
sümpatiin 452
sünaps 181
sünartroos 75
sündesmoloogia 10
sündesmoos 75
sünergistid 128
sünkondroos 75
sünnitusabiandjad 441
sünoovia 75
sünostoos 75
sünoviaalkiht 75, 76
sünoviaalvedelik 76
süntsüütium 45, 64
süsivesikud 325, 355
süsivesikute-ainevahetus 368
süstikkala 35, 36
süstool 290
süva sõrmedepainutajalihas 155
Sylviuse lõhe 206, 208
— veejuha 195, 201, 207
symphysis ossium pubis 114

šarniirliiges 77

zona orbicularis 122

taenia 358
tagumine Douglas'e ruum 434
— sääreluuarteer 312
— sääreluulihas 163, 164
talla-aponeuroos 167
tarsus 120
tasakaalunärv 237
teetanus 172
telgniidike 33
telgsilinder 67, 179
telofaas 31
tendo 127
termilised retseptorid 248
testes 425
thalami optici 201
thenar 156
thorax 79, 85
tibia 78, 119
tigroid 66
tigunärv 237
tiibjätke-suulae auk 96
tiiblihas 91
tikkeljätke-keele lihas 136
tikkeljätke-neelu lihas 136
tingimatud refleksid 214
tingitud refleksid 214
tiputõuge 291
toend 53
toestamisfunktsioon 53, 61
toiduained 325
toitained 325, 327

toitumise füsioloogia 12
tonofibrillid 49
toomasoon 405
toppunud mulk 114
toppurinärv 226
torujas lihtnääre 51
— liitnääre 51
trachea 389
trapetslihas 146
trochoginglymus 123
trofoblast 39
trombokinaas 276
trombotsüüdid 267
troofiline funktsioon 53
trummikeelik 234, 235, 236
trummikile 261
trumminärv 239
trummiosa 91
trummiõõs 261
truncus sympathicus 242
trüpsiin 355
tsentrioolid 31
tsentrosoom 31
tsütoloogia 5
tubae uterinae seu salpinges 433
tuberculum caroticum 82
tuber frontale 93
— *parietale* 92
tuharanärvid 227, 228
tumetähn 257
tunica mucosa 330
— *muscularis* 330
tupe-esik 437
tupe-esiku nääre 437
tupevõlv 436
tupp 436
turjaside 84
tuum 34, 433
tuumake 433
tõeline roie 86
tõrvemandlid 339
täiendõhk 396
töö füsioloogia 12
tühisool 351
türgi sadul 90
türoksiin 444
tütarkerad 32
tütarrakud 31, 32
tütartuumad 32
tütartähe-staadium 32

uiterk 208, 238, 239
ulna 78, 109
ulnaararteer 306, 307
ulnaarnärv 224
uneärteermine kõbruke 82
unguis 421
unipolaarsed rakud 65
ureter 405, 408
urethra 409
uriin 410
urked 192, 193
urobiliin 412
uroerütriin 412
urogenitaaldiafragma 437
urokroom 412
uromeeter 411
uterus 433
utriculus 262

vaagen 113
vaagnadiafragma 437
vaagnapõhi 437
vaagnatelg 117
vaagnavööde 113
vagina 436
vaheaju 200
vahelamell 73
vahekehake 31
vahepealne närv 235
valgud 327, 345
valkjaskest 425
valkkusesus 413
vallasroie 86
valuretseptorid 248
valvula (e) mitralis 208
— *tricuspidalis* 288
— *semilunares* 288
varesenokkjätke-auk 109
Varolio sild 193, 208
varuõhk 396
vasar 260, 262
vee-ainevahetus 371
veekest 40
vegetatiivne närvisüsteem 176, 241
vena cava inferior 313
— — *superior* 312
— *portae* 283
— *renalis* 405
— *subclavia* 313
ventriculus 341
vereringe seadused 5
vermis cerebelli 198
vertebra 81
vertebrae cervicales 78
vesica fellea 353
— *urinaria* 408

vesicula seminalis 428
vesivedelik 254
vestibulum 437
viimajuha 52
viimasoon 405
vikerkest 252
viljastuskile 35
virveripsmed 48
vistseraalne fastsia 137
— muskulatuur 126
vitamiin A 378
— B 378
— C 380
— D 376
— E 377
vitamiinid 374
vomer 99
võrdlev anatoomia 5
— füsioloogia 11
võrkjas sidekude 53
võrkkest 252, 254
väike kõverik 342
— rinnalihas 138, 139
väikesed häbememokad 437
väitused 441
välimine kuklamügar 90
— niudearteer 308, 310
— tiiblihas 131
— unearteer 303, 304
väline konjugaat 116
väliskelme 436
välissekretoorsed näärmed 52
väljalaskemulk 89
vöödilised skeletilihased 63

Waldeyer'i lümfoidne rõngas 323
— maotänav 343
Weber'i vöö 122
Westergreen'i aparaat 275
Widal'i reaktsioon 279

õgirakud 55
õla-keeleluu lihas 134, 136
õlaliiges 110
õlanuki-rangluu liiges 107
õlavarrearteer 306, 307
õlavarre kakspealihas 152, 153
õlavarre-kodarluu lihas 154, 155
— kolmpealihas 151, 152
õlavarrelihas 152, 153
õlavarreluu 78, 107
õlavarrepõimik 222

ämblikuvõrkkelme 155, 192, 193
ääristatud epiteel 48

ühekihiline epiteel 47
ühine niudearteer 310
— unearteer 303, 305
ülalõualuu-närv 229, 233
ülalõualuu-urge 96
ülemine hüppeliiges 124
ülemineku-epiteel 50
ülemine-tagumine saaglihas 147, 148
ülemine õõnesveen 286, 312
ümar pronaator 135
ümmargune disk 76
ürgsuu 97

SISUKORD.

Lk.

Saateks 3

Sissejuhatus 5

Anatoomia objekt ja tähtsus 5

Anatoomia arenemise ajalooline ülevaade 6

Anatoomia uurimismeetodid 8

Anatoomia alajaotused 10

Anatoomilised terminid 10

Füsioloogia objekt ja tähtsus 11

Füsioloogia ajalooline ülevaade 13

Füsioloogia uurimismeetodid 15

Anatoomia seos füsioloogiaga 16

Ainuraksed ja hulkraksed organismid. Inimese asend teiste elusolendite seas. Fülogeneesi mõiste 16

Rakk 23

Raku avastamise ajalugu 23

Rakkude suurus ja kuju 24

Raku struktuur 25

Raku keemiline koostis 26

Kolloidide mõiste 28

Füsioloogilised nähtused rakus (raku ainevahetus, tema liikumine, ärrituvus, kasvamine ja pooldumine) 29

Ainevahetus 29

Rakkude liikumine 29

Rakkude ärrituvus 30

Rakkude paljunemine ja kasvamine 30

Raku otsepooldumine 30

Kaudpooldumine 30

Sugurakud. Loote arenemine. Ontogeneesi mõiste. 33

Sugurakud 33

Spermatozoidid 33

Munarakud 34

Loote arenemine 34

Viljastamine 34

Lõigustumine 35

Gastrulatsioon. Lootelehtede tekkimine 37

Elundite ja kudede moodustumine 37

Inimese loote arenemise omapärasused 39

Ontogeneesi mõiste 44

Lk.

Koed 45
Epiteelkude 46
Pinnaepiteel 47
Näärme-epiteel 50
Sidekude 53
Kohev sidekude 54
Retikulaarne sidekude 56
Endoteel 56
Retiikulo-endoteliaalne süsteem 57
Tihke sassiskiuline sidekude 58
Elastne sidekude 59
Kõhrkude 59
Luukude 61
Lihaskude 62
Vöödilised (skeleti-) lihased 63
Silelihased (sisikonnalihased) 64
Närvikude 64
Neuroni struktuur 65
Neuroglia 67
Elundi ja elundite süsteemi mõiste 67

Tugi- ja liikumiselundid 70
Õpetus luudest, liigeseist ja sidemeist 70
Skeleti üldmõiste 70
Luu struktuur 71
Luu kasvamine ja arenemine 73
Vigastatud luu regenereerumine 74
Liigeste üldmõiste 75
Liigese struktuur 75
Skelett 79
Lülisammas 79
Rindkere 85
Pea skelett 88
Ajukolju luud 88
Kuklaluu 89
Kiilluu 90
Oimuluu 91
Kiiruluu 92
Otsmikuluu 92
Sõelluu 93
Näokolju luud 96
Ülalõug 96
Sarnaluu 98
Suulaeluu 98
Ninaluud 98
Pisaraluu 98
Alumine ninakarbik 98
Sahkluu 99
Alalõualuu 99
Keeleluu 100
Koljuluude ühendused 100

475

Lk.
Ülevaade kolju välis- ja sisepinnast 101
Silmakoobas 101
Ninaõõs 101
Suuõõs 101
Koljupõhimik 102
Koljuluude arenemine 104
Kolju eluealised ja soolised erinevused 104
Jäsemed 105
Ülemise jäseme skelett 106
Õlavööde 106
Õlavöötmeluude ühendused 107
Ülemise vabajäseme skelett 107
Ülemise jäseme liigesed 110
Alumise jäseme skelett 113
Vaagnavööde 113
Vaagnaluude ühendumine 114
Vaagen tervikuna 115
Alumise vabajäseme skelett 117
Alumise jäseme liigesed 121
Jäsemeluude arenemine 125

Lihaste süsteem 126
Lihaseist üldiselt (üldmüoloogia) 126
Lihas elundina 126
Lihaste arenemine 129
Müoloogia eriosa 130
Pea lihased ja fastsiad 130
Kaela lihased ja fastsiad 132
Rinna lihased ja fastsiad 137
Pindmised rinnalihased 138
Päris-rinnalihased 139
Diafragma 140
Kõhupressilihased 141
Kubemekanal 144
Selja ja kaela tagakülje lihased ja fastsiad 145
Pindmised laiad seljalihased 146
Süvad päris-seljalihased 147
Õlavöötme ja ülemise vabajäseme lihased ja fastsiad . . 150
Õlavöötme lihased 150
Õlavarre lihased 152
Küünarvarre lihased 154
Labakäe lihased 156
Ülemise jäseme fastsiad 158
Ülemise jäseme topograafilisi iseärasusi 158
Vaagna ja alumise vabajäseme lihased ja fastsiad . . . 159
Vaagna lihased 159
Reie lihased 160
Sääre lihased 162
Pöia lihased 164
Alumise jäseme fastsiad 166
Alumise jäseme topograafilisi omapärasusi 167

Lk.

Lihaste füsioloogia 168
Keemiline koostis 168
Lihaste omadused 169
Venivus ja elastsus 169
Lihaste ärrituvus ja kokkutõmbuvus 169
Aine- ja energiavahetus töötavas lihases 172
Lihaste väsimus 173
Lihaste koolnukangestus 174

Närvisüsteem 175
Närvisüsteemi klassifikatsioon 176
Närvisüsteemi arenemine 177
Ontogenees 177
Fülogenees 178
Tsentraalnärvisüsteemi mikroskoopiline struktuur 178
Närvirakkude ja -kiudude füsioloogilised omadused 180
Tsentraalnärvisüsteem 183
Seljaaju 183
Seljaaju struktuur 183
Seljaaju kelmed 185
Seljaaju mikroskoopiline struktuur 186
Seljaaju füsioloogia 188
Refleks ja refleksikaar 188
Seljaaju funktsioonid 190
Peaaju 191
Peaaju kelmed 192
Piklik aju ja Varolio sild 193
Pikliku aju ja Varolio silla funktsioon 194
Keskaju 195
Nelikküngastik 195
Ajusääred 195
Keskaju funktsioonid 196
Liigutuste koordinatsioon 196
Ajuke 198
Vaheaju 200
Nägemiskühmud 201
Ees- ehk suuraju 201
Juttkeha. Ajukoorealused keskused 201
Kahvatu tuuma funktsioonid 203
Juttkeha funktsioonid 203
Suured poolkerad 203
Ajukoor 209
Sensiiblite ja motoorsete impulsside teed 211
Sensiibel tsentripetaalne tee 211
Motoorne tsentrifugaalne tee 211
Poolkerade koore funktsioonid 212
Tingimatud ja tingitud refleksid 213
Erutumis- ja pärssimisprotsessid ajupoolkerade koores . 216
Uni ja hüpnoos 217
Erutuse süntees ja analüüs ajukoores 218
Teadvus ja mõtlemine 219

Lk.

Perifeerne närvisüsteem 219
Seljaaju närvid 220
Kaelapõimik 221
Õlavarrepõimik 222
Roietevahelised närvid 225
Nimmepõimik 225
Ristluupõimik 227
Sabaluupõimik 229
Peaaju- ehk kraniaalnärvid 229
Haistmisnärv 230
Nägemisnärv 230
Silmaliigutajanärv 231
Plokinärv 232
Kolmiknärv 232
Silmapöörajanärv 234
Näonärv 235
Kuulmisnärv 237
Keele-neelu närv 239
Uiterk ehk hulkurnärv 239
Lisanärv 240
Keelealune närv 240
Vegetatiivne närvisüsteem 241
Sümpaatiline närvisüsteem 242
Parasümpaatiline närvisüsteem 243
Vegetatiivse närvisüsteemi füsioloogilisi iseärasusi . . . 244

Meele-elundid 247

Naha tundlikkuse analüsaatorid 247
Valuretseptorid 248
Termilised retseptorid 248
Taktiilsed ehk kompimisretseptorid 248
Lihase tundlikkuse analüsaatorid 249
Maitsmiselund 250
Haistmiselund 251
Nägemiselund 251
Silm 251
Lääts 253
Klaaskeha 253
Vesivedelik 254
Silma lisaelundid 254
Valgusaistingute tajumine 256
Värvusmeel 258
Nägemisteravus 259
Kuulmiselundid. Elundid keha asendi ning liikumise tajumiseks 260
Kõrv 261
Väliskõrv 261
Keskkõrv 261
Sisekõrv 262
Kuulmisaistingute tekkimine 263
Keha asendi ja liikumise tajumine 264
Esiku funktsioon 264
Poolringkanalite funktsioon 265

Lk.

Vereringesüsteem 266
Vere ja lümfi tähtsus 266
Veri 267
Vere hulk, tekkimine ja koostis 267
Vere füsioloogilised põhiomadused 275
Erütrotsüütide settereaktsioon (SR) 275
Vere hüübimine 275
Veri ja immuunsus 276
Aglutinatsioon 278
Vereloome-elundid 280
Vereringe 280
Väike ehk kopsuvereringe 281
Suur ehk kehavereringe 281
Süda 284
Südame asetus ja piirid 284
Südame arenemine 285
Südameseinte struktuur 287
Südameklapid 288
Südame spetsiifiline lihassüsteem 288
Südametegevus 289
Südametegevuse faasid 289
Südametõuge 291
Südametoonid ja -kahinad 292
Südametöö arvestamine 293
Südamelihase põhiomadused 293
Elektrivool südames 293
Südametegevuse automaatsus 293
Südamelihase erutuvus, kokkutõmbuvus ja juhtivus 295
Südametegevuse regulatsioon 296
Südame innervatsioon 296
Reflektoorne mõju südametööle 296
Südametegevuse keemiline regulatsioon 297
Veresoonte süsteem 298
Veresoonte seinte struktuur 298
Veresoonte arenemine 299
Arteerid 299
Kopsuarteer 299
Aort 301
Rindkereaort 301
Vistseraalsed harud 301
Seinapidised harud 301
Nimetu arteer 303
Ühine unearteer 304
Välimine unearteer 304
Sisemine unearteer 304
Rangluualune arteer 305
Lülisambaarteer 306
Kilpnäärme-kaela tüvi 306
Roide-kaela tüvi 306
Ristipidine kaelaarteer 306
Sisemine rinnanäärmearteer 306

Lk.

Kaenlaarteer 306
Õlavarrearteer 306

Kõhuaort 309
Kõhuarteer 309
Ülemine keskmetearteer 309
Alumine keskmetearteer 310
Alumine diafragmaarteer 310

Ühine niudearteer 310
Välimine niudearteer 310
Alakõhuarteer 310
Reiearteer 310
Eesmine sääreluuarteer 311
Tagumine sääreluuarteer 312

Veenid 312
Ülemine õõnesveen 312
Sisemine jugulaar- ehk kägiveen 312
Rangluualune veen 313
Alumine õõnesveen 313

Vere liikumine veresoontes (hemodünaamika) 314
Vere liikumise põhjused ja vererõhk 314
Vererõhu reguleerimine 316
Verevoolu pidevus 317
Vere liikumise kiirus veresoonte süsteemis 317
Pulss 318

Veresoonte süsteemi regulatsioon 318
Loote vereringe 319

Lümfisüsteem 321
Põrn 324

Seede-elundite süsteem, toitumine ja seedimine 325

Toiduained ja toitained 325
Süsivesikud 325
Rasvad 326
Valgud 327
Vitamiinid 327
Fermendi mõiste 328

Seedimine 328
Üldine ülevaade seede-elundite süsteemist 329
Suuõõs 330
Suuõõne esik 330
Päris-suuõõs 330
Pehme suulagi 331

Hambad 332
Keel 334
Süljenäärmed 335
Kõrva-süljenääre 335
Lõuaalune süljenääre 335
Keelealune süljenääre 335

Seedimine suuõõnes 336
Süljenõristuse mehhanism 338

Lk.

Neel 339
Neelamisakt 340
Söögitoru 340
Magu 341
Maomahla koostis ja toime 344
Soolhape 344
Pepsiin 344
Laap 345
Maomahla võtmine 345
Maomahla nõristumise mehhanism 347
Mao liigutused (peristaltika) 349
Peensoole struktuur 350
Kaksteistsõrmiksool 351
Tühisool 351
Niudesool 351
Maks 351
Maksa ülesanne 352
Sapipõis 353
Kõhunääre 354
Seedimine peensooles 355
Pankreasemahla koostis ja omadused 355
Amülaas 355
Trüpsiin 355
Lipaas 356
Sapi koostis ja eritumine 356
Soolemahla koostis ja omadused 357
Ekterokinaas 357
Jämesoole struktuur 358
Pimesool 358
Ülenev käärsool 359
Ristikäärsool 359
Alanev käärsool 359
S-käärsool 359
Pärasool 359
Seedimine jämesooles 360
Imendumine 361
Kõhukelme ja tema ülesanne 363

Aine- ja energiavahetus 365
Valkude-ainevahetus 366
Süsivesikute-ainevahetus 368
Rasvade-ainevahetus 370
Vee- ja mineraalide-ainevahetus 371

Vitamiinid ja avitaminoosid 374
Vitamiin A 375
Vitamiin D 376
Vitamiin E 377
Vitamiin B 378
Vitamiin C 380
Toidunormid 381

Lk.

Hingamine 384
Hingamiselundite struktuur 384
Ninaõõs 384
Kõri 386
Hingetoru 389
Bronhid 389
Kopsud 389
Kopsude piirid 391
Hingamine kopsudega 392
Sissehingamise ja väljahingamise mehhanism 392
Hingamise regulatsioon 395
Kopsude eluline maht 396
Sisse- ja väljahingatava õhu koostis 397
Gaaside transport 398
Hapniku kandumine kopsudest kudedesse 398
Süsihappegaasi kandumine kudedest kopsudesse 399
Koe- ehk rakusisene hingamine 399
Hingamise muutumine mitmesugustes tingimustes 400

Erituselundite süsteem 402
Kuse-elundid 402
Neerud 402
Neerude talitluse regulatsioon 407
Neerude ülesanne organismis 408
Kuse väljajuhteteed 408
Kusejuhad 408
Kusepõis 408
Kusiti 409
Mehe kusiti 409
Naise kusiti 410
Uriin 410
Uriini hulk, koostis ja omadused 410
Kusiaine 411
Kusihape 411
Kreatiniin 412
Hipuurhape 412
Lämmastikuvabad orgaanilised ained 412
Uriini pigmendid 412
Anorgaanilised ained 412
Uriini gaasid 413
Patoloogilise uriini koostis 413
Uriini tekkimine 414
Urineerimine 416
Teiste elundite eritamisfunktsioon 417

Nahk 418
Naha ülesanded 418
Naha struktuur 418
Juuksed (karvad) ja küüned 420
Rasunäärmed 421
Higinäärmed 422
Higi, tema koostis, tekkimine ja ülesanne 422
Soojuse reguleerimine ja „soojuskeskus“ 424

Lk.

Suguelundite süsteem 425
Mehe suguelundid 425
Mehe sise-suguelundid 425
Munandid 425
Seemnejuha 427
Seemnepõiekesed 428
Eesnääre 428
Cowper'i näärmed 428
Sperma 428
Mehe välis-suguelundid 429
Munandikott 429
Suguti 429
Naise suguelundid 430
Naise sise-suguelundid 431
Munasarjad 431
Munajuhad 433
Emakas 433
Tupp 436
Naise välis-suguelundid 437
Lahkliha 437
Sigimise füsioloogia 439
Ovulatsioon ja menstruatsioon 439
Rasedus 440
Sünnitus 441

Sisesekretoorsed näärmed (endokrinoloogia) 442
Kilpnääre 444
Lisa-kilpnäärmed 446
Ajuripats 447
Harknääre 450
Käbinääre 451
Neerupealsed näärmed 451
Kõhunääre 453
Sugunäärmed 454
Aineregister 458

Kaanejoonise valmistanud V. Toots.



Tõlkinud J. Elango.

Vastutav toimetaja G. Loogna.

Keeleline toimetaja E. Kindlam.

Ladumisele antud 9. XII 1947. Trükkimisele antud 6. II 1948. Trükiarv 5200. Paber 61×86, 1/16. Trükipoognaid 30,25. Trükitähti trükipoognas 48.538. Arvutuspoognaid 36,1. MB-01022. Trükikoda „Tartu Kommunist", Tartus, Ülikooli 21-23. Tellimise nr. 2193.

На эстонском языке.

Г. М. Павлов. Учебник анатомии и физиологии человека.

Rbl. 10.–

ARH A
16982
5364452

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00536445 2

Rbl. 10.–

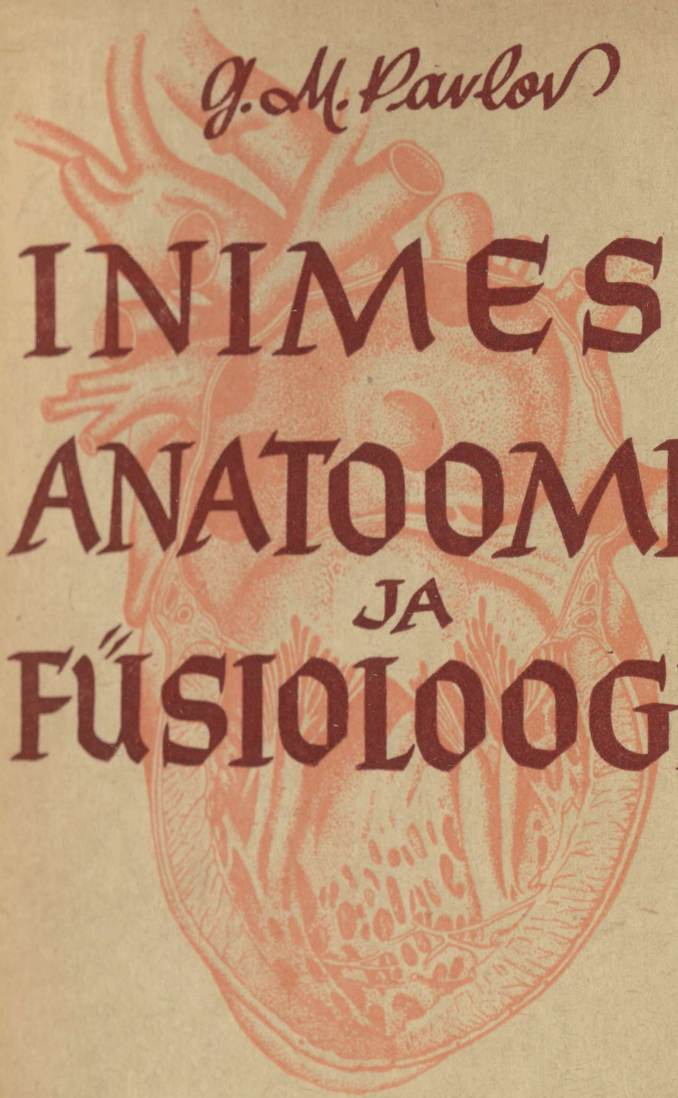
ARH
A
16482
5364452

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00536445 2

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA

G. M. Pavlov

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA



RK
Pedagoogiline Kirjandus