

A-35377

~~II 188~~
~~261~~



Inimese

Füsioloogia ja Anatoomia õpiraamat

ühes

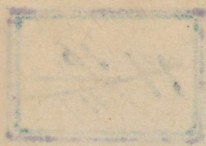
Tervishoiuliste märkustega

A. Audova



~~5974~~

Noor-Eesti Kirjastus, Tartus 1921



192 //



2-57467

A-3537

i14507547

Eessõna.

Õpiraamatute puudus takistab praegusel ajal väga tunduvalt koolitööd. Käesolev raamat tahab kaasa aidata selle puuduse kaotamiseks. Kahjuks ei olnud autoril võimalust rohkem aega pühendada teose põhjalikumaks väljatöötamiseks, kuid autor loodab, et, vaatamata puuduste peale, ta siiski aitab tõsta paremale järjele kehaehituse ja -tegevuse õpetust, mis on aluseks tervishoiu õpetusele. Rõõmustaval viisil hakatakse enam tähelepanekut pöörama enese füüsilise olevuse tundmise peale, mis suurel määral tingib vaimlise olevuse. *Nosce te ipsum!*

Käesoleva aine õpetajaile lubatagu teha mõni sooviavaldus. Kohati täielikumad anatoomilised kirjeldused ei pea olema nii palju täpiseks äraõppimiseks, kui üleüldise pildi ehk aime andmiseks. Nagu üleülde looduseõpetuses, nõnda peab ka füsioloogias ja anatoomias iseäranis rõhku panema näitliku õpetamise peale. Õpetamine ainult raamatu järele annab loodusest puuduliku pildi, väärmõisted. Looduse objekt on hoopis teine kui joonistus. Kõike ei saa joonistus edasi anda. Sellepärast olgu võimalikult sagedasti „oma silm kuningas“.

Näitlikuks õpetuseks tuleb valmistada alalhoitavaid preparaate (kuivatatud, piirituses, formaliinis jne.). Mitmesugustest kehaosadest õigema ettekujutuse saamiseks on soovitatav looma (näit. jänese ehk kodujänese) sisemist ehitust tegelikult tundma õppida. On soovitatav näidata looma sisikonda, kopsusid, südant, vaheliha, sooni, erkusid, sidemeid, liigeskohti, silma ehitust jne., jne. Ühe ainsa looma juures viibides võib juba ütle mata palju näidata. Vahest mõnigi õpilane on nii mõnedki korrad looma sisikonda näinud, kuid ta on seal vähe näinud. Harilikult ei osata näha, ei osata tähelepanekut mitmesuguste asjade

peale pöörata. Siin jätkaku anatoomiaõpetus tähelepanemise kasvatust, mis juba kooliskäimisest peale peab algama.

Samuti tarvilik on füsioloogiliste katsete näitamine ja tegemine. Lihtsamad neist, nagu munavalge omadused, toidu koosseis (mõned lihtsamad näited), seedimine sülje ja pepsiini abil, hingamise skeem, erklihase-preparaadi ärritus, südame tegevus, vere koosseis, tõmbsoonelise vere tuiksooneliseks muutumine ja paljud sarnased, on võimalik korda saata väga lihtsate abinõudega. Samuti on võimalik palju katseid teha meelegaorganidega kõige lihtsamal viisil.

Katsete tegemisel on tarvilik kohane juhatusraamat, milleks võiks olla В. Райковъ, Практическія занятія по анатоміи и физиологіи, ja проф. К. Шефферъ, Опыты надъ живою природою (originaal saksakeelne). Palju kohast materjali on leida mitmesugustes „Physiologisches Praktikum’ides“ (Verworn, Fuchs, Abderhalden, Asher jne.). Muukeelsete õpiraamatute puudumise tagajärjel olen materjali ulatuse määramisel tarvitanud prof. Завьяловъ’i vastava õpiraamatu eeskuju. Materjali on ammutatud mitmesugustest füsioloogia ja anatoomia õpiraamatuist (Höber, Вериго, Zuntz-Loewy, Verworn, Чуевскій, Яцута, Бурцевъ jne.).

Keelelise silumise eest avaldan suurt tänu J. W. Weski’le.

20. märtsil 1920.

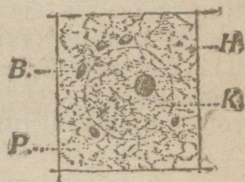
A. Audova.

Ütle mata mitmekesine on elusate olevuste — organismide riik. Maakeral elab üle miljoni mitmesuguse looma- ja taimeliigi (putukaid üksi loetakse miljoni ümber). Mitmekesine on nende kuju ja ehitus, mitmekesine nende eluviis ja tegevus. Palju materjali on kokku kogunud anatoomia, see on teadus, mis õpetab tundma olevuste (organismide) ehitust; samuti palju on teada nende elutegevusest, see on nende füsioloogiast. Kumbki teadus on nõnda laialdaseks kasvanud, et keegi ei suuda kumbagi neist täielikult teada. Väliselt on mitmekesisus lõpmata suur, kuid ligemal vaatlemisel selgub, et ses mitmekesisuses on õige palju sarnasust, nimelt organismide elutegevuses ja sisemises ehituses. Iga elusa olevuse, niihästi taime kui ka looma keha seisab koos üksikuist väikestest ehituskividest, nõndanimetatud rakkudest. Need ehituskivikesed on küll suuruse ja kuju poolest mitmekesised (v. joon. 1, 2, 3, 4), kuid siiski on rakkudel ehituses palju ühtlust, olgu see rakk rohelistes puulehes, viljateras, lihases, veres, maksas ehk kus tahes.

Rakk.

Raku koosseis.

Igas elusas rakuks on vähemalt kaks osa: protoplasma ehk alglima ja tuum (joon 1 ja 2). Taimedel ümbritseb protoplasmat ja tuuma kest (joon. 4), mis on tselluloosist (kiudollusest; paber, puuvill on peaaegu puhas tselluloos). Loomarakkudel puudub niisugune kest, kui taimede omadel. Neil on kestaks harilikult õhuke väline tihedam protoplasma kiht. Muidugi on ka rakkude koosseis mitmekesine: mõnes võib leida tärklisteri, mõnes klorofüll, antotsüaani, lubjaterakesi, rasvatilgakesi, glükogeeni



Joon. 1. H — Raku kest. P — Protoplasma. K — Raku tuum. B — Värvkehake.

jne. Kuid asjaolu, et me igas elusas rakus, olgu seal veel muud mis tahes, ikka leiame protoplasma ja tuuma, näitab meile, et viimased raku osad on kõige suurema tähendusega. Ainult protoplasma on elus ollus. Kõik teised raku osad, nagu tärgklisterad, rasvatilgad, kest jne., on surnud; nad on sündinud protoplasma tegevuse tagajärjel. Elusad on ka veel need rakuosad, mis protoplasmast koos seisavad, nagu tuum ja klorofülliterakesed. Peatame ligemalt protoplasma ehituse juures.

Protoplasma seisab koos munavalge-ollusest. Samuti kui kanamuna munavalge, on ka protoplasma vedel ehk poolvedel, sagedasti ka enam-vähem sülditaoline ja veniv.

Munavalge seisab koos lämmastikust (*N*), süsinikust (*C*), vesinikust (*H*) ja hapnikust (*O*). Peale nimetatud nelja algolluse on munavalges sagedasti veel väävlit (*S*) ja vosvorit (*P*). Munavalge moleküül on suur, ta seisab koos sadadest aatomitest. Munavalge, kui orgaaniline ollus, on põlev, iseäranis kuivanud olekus.

Keetmisel tardub munavalge (muna keetmine, „nahk“ piima keetmisel, taigna tardumine keetmisel ja küpsetamisel). Veevaene munavalge ei tardu sugugi ehk tardub palju kõrgemas temperatuuris kui veerikas. Harilikult tardub munavalge juba enne vee keemahakkamist. Piima munavalge (kaseiin) ei tardu soojuse mõjul. Tardudes muutub munavalge kõvaks, tihedaks ja läbipaistmatuks.

Protoplasma, nagu munavalge, tardub samuti harilikult 53—70° C juures. Pärast tardumist ei avalda protoplasma enam mingit elumärki. Tardunud munavalget ega protoplasmat ei saa enam endisesse olekusse tagasi muuta.

Munavalge tardub hapete mõjul. Kui kanamuna munavalge lahundile¹⁾ näit. sool-, väävel- ehk lämmastikhapet juure lisame, siis näeme, et selges lahundis ilmub sade. Lämmastikhappe sade muutub kollaseks. Piimasuhkru käärimisel tekib piimhape, mille mõjul piima munavalge (kaseiin) tardub (hapu piim). Nõndasamuti tardub piima munavalge, kui sinna äädikhapet juure lisame.

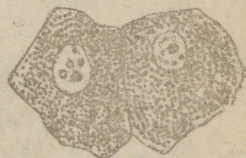
Munavalge tardub veel alkoholi ja rasket metallide soolade (sublimaat — HgCl_2 , vaskvitriol — CuSO_4 , kloorraud — FeCl_3 jne.) mõjul, mispärast need ollused on protoplasma mürgid.

1) Reaktsioonideks valmistatakse munavalge-lahund kanamuna munavalgest (ilma kollaseta), sinna juure 10—15 korda rohkem füsioloogilist lahundit (0,75 % keedusoola-lahundit) juure lisades. Harilikult hõõrutakse enne seda munavalget uhmris ja kurnatakse pärast läbi hõreda riide.

Harilikult on kõige kergem munavalget antud lahundis kindlaks määrata mitmesuguste värvireaktsioonidega (näit. lämmastikhappe + ammoniaagi, söötnaatri + vaskvitrioliga¹⁾). (Nõndaviisi võib kuses munavalget üles leida, kui ta sinna haiguse ajal ilmub.)

Teiste omaduste järele on munavalged väga mitmekesised: mõni munavalge lahundub puhastatud ehk destilleeritud vees (albumiinid), mõned ei lahundu. Lahundumatud on jällegi mitmesugused: ühed lahunduvad nõrgas soolalahundis (globuliinid), teised mitte.

Protoplasmas, mis on harilikult läbipaistev ja poolvedelas olekus, on sagedasti näha väikesed terakesed, mikrosoomid, mis mitmesugustest ollustest koos seisavad. Nälgimise ajal (infusooridel näit.) kaovad nad enamasti, mispärast arvatakse, et neis on tagavara-ollused. Kui protoplasmas terakesi palju, siis on ta tumedam. Välimises protoplasma kihis ei ole harilikult terakesi (joon. 4), mispärast ta on hästi läbipaistev. Harilikult ei täida protoplasma tervet rakku, iseäranis taimedel. Protoplasma keskel on näha suuremad ehk vähemad põiekesed ehk vakuoolid, mis on vedelikuga täidetud. Põiekestes vedelikus on lahundunud mitmesugused ollused (soolad, happed, suhkur, munavalge-ollused j. n. e.). Osalt on nad rakule toiduks, osalt aga väljaheidetavad osused. Üherakulistel on põiekesed sagedasti tuikavad ehk pulseerivad (joon. 5). Kokkutõmbuv põieke purskab rakust vedeliku ühes kõlbmatute ollustega välja. Oige tugevasti suurendades näeme, et protoplasmal on iseäraline ehitus ehk struktuur. Kord paistab, et ta seisab koos terakestest (joon. 2) ehk jälle üksikuist õige peenikestest niidikestest, mis vammikujulise võrgu sünnitavad; kord, et ta on nagu seebi-vaht, mitmesuguses sihis koosseisvaist vaheseintest (välmeist) ehitatud. Seesuguse ehituse tõttu on võimalik, et väikeses rakus ühel ja selsamal ajal käivad väga mitmekesised füüsilised ja keemilised protsessid, mis oleks võimata, kui ollus ei oleks kuidagi viisi osadesse eraldatud.



Joon. 2. Kaks teralise protoplasmaga maksarakku.

1) Ksantoproteiini reaktsioon. Munavalge-lahundile kontsentreeritud (kanget) lämmastikhapet (HNO_3) juure lisada ja keeta. Kollaseks muutunud segule ammoniaaki (NH_4OH) juure üsaa, kuni ta ruugeks (apelsiinivärviliseks) muutub.

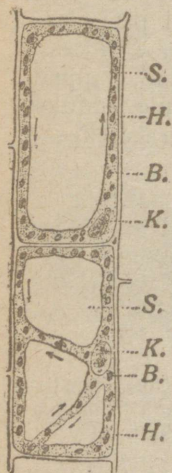
Biureedi reaktsioon. Munavalge-lahundile lisatakse söötnaatri (NaOH) lehelise reaktsioonini juure. Pärast seda valatakse sinna veel mõni tilk nõrka vaskvitrioli-lahundit, mille järele munavalge-lahund violetiks muutub.

Raku teise peiosa — t u u m a — keemiline koosseis ja teised omadused on suurel määral samasugused kui protoplasma omad. Tuum seisab samuti koos teatava struktuuriga munavalgetest, nimelt: 1) nukleiinist ehk kromatiinist, 2) paranukleiinist ja 3) liniinist. Esimesed 2 sisaldavad vosvorit, mille poolest nad harilikult munavalgest lahku lähevad. (Kromatiin on keerulisema ehitusega kui paranukleiin.) Liniin on rakus peenikeste niitidena, sagedasti võrku sünnitades. Raku jagunemisel etendab ta tähtsat osa. Liniin on väga protoplasma sarnane. Tema niidid võivad isegi kokku tõmbuda ehk lüheneda.

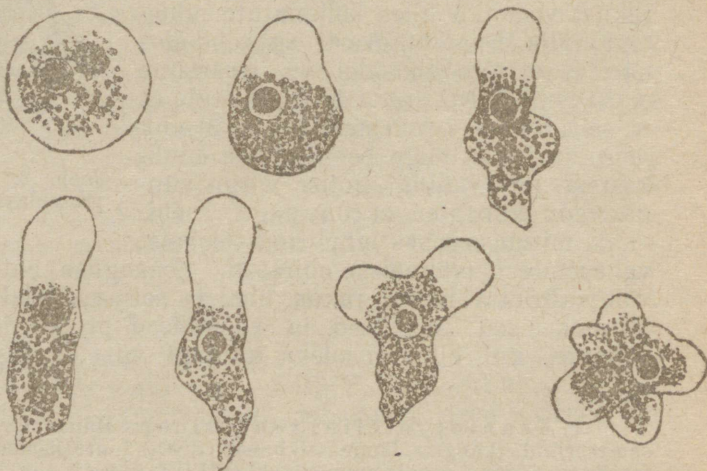
Raku elutegevus.

Raku elutegevus avaldub 1) liikumises, 2) olluste vahetuses, 3) ärritatavuses ja 4) sigimises.

1. **Liikumine.** Protoplasma, kui elus ollus, on liikuv niihästi looma- kui ka taimerakkudes. Vesikatku (*Eloдея canadensis*, joon. 3), *Vallisneria spiralis*'e, *Chara*, *Nitella*, *Tradescantia*, nõgese karvakeste jne. rakkudes on võrdlemisi kiire protoplasma liikumine näha. Võib liikuda ka terve rakk ja temas olev protoplasma. Amöüb liigub, nagu teame, ebajalakesi, välja sirutades (amöobidaallikumine, joon. 4). Väljaulatav protoplasma osa — eba-



Joon. 3. Kaks vesikatku leherakku. H — Raku kest. K — Raku tuum. B — Värvkehake. S — Vakuool ehk põiteke. Noolte sihis voolab protoplasma.



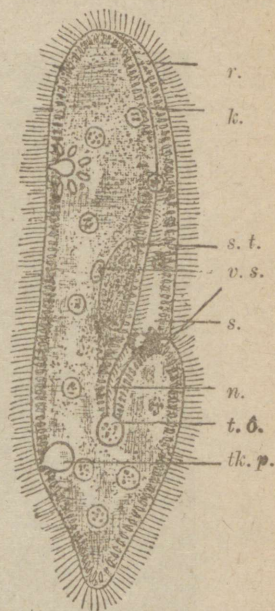
Joon. 4. Liikuv amöüb.

jalake — võib igas raku osas ilmuda. Ebajalakesse voolab protoplasma ikka ja ikka juure, mille tagajärjel amöüb eba-

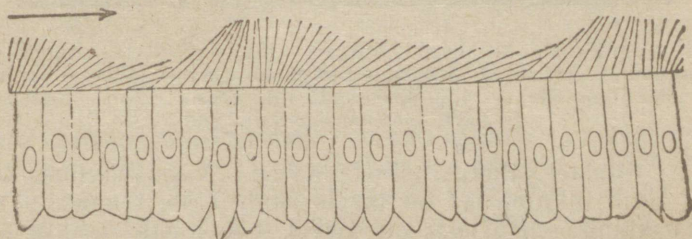
jalakese sihis edasi jõuab. Selle juures on näha protoplasmas olevate terakeste liikumine. Liikumisesihi muutumise korral ilmub ebajalake teisest raku osast (joon. 4). Samasugusel viisil liigub ka valge verelible. Valgete vereliiblede liikumist on kõige kergem tähele panna konna veres. Ka neis võib märgata protoplasma voolamist. Infusooridel on liikumiseks peenikesed ripsmed (joon. 5), mis ühes sihis lainetuste moodi liiguvad. Ripsmete liikumise tagajärjel liigub infusoor kiiresti, just kui lootsik aerudega sõudmisel. Ripsmed heidavad kiiresti tahapoole ja siis tõusevad aegamööda uuesti üles, et uut heitmist sinnasamasse korrata. Paljurakulistes loomades on leida ka ripsmelisi rakkusid, kuid need on üksteisega liikumata seotud (joon. 6). Nende ripsmete lainetus tõukab sel juhul edasi väikesi kübemekesi (tolmu jne.). Säärased rakud on hingekõris ja tema harudes. Nad kihutavad ühes limaga kõrisse sattunud tolmu välja.

Liikumist ei suuda me kõigis elavais rakkudes märgata. Arvatavasti on seal liikumine väga aeglane.

Pealegi ei ole liikumine täiesti iseloomuline ainult elavaile olevusile. Kui oliiviõli tilkasid soodalahundisse lasta, siis näeme, et nad liiguvad samuti kui amööb (joon. 7). Tilga pinnakiht on pinevil ja rõhub tilga sisemuse peale, nagu oleks tilgake pinevil kummikerakeses. Niipea kui keemiliste reaktsioonide mõjul pinnapinevus mõnes kohas väheneb, rõhub teisalt tugevam pinevus tilga sisemuse vähema rõhumise poole. Seal näeme siis eba-

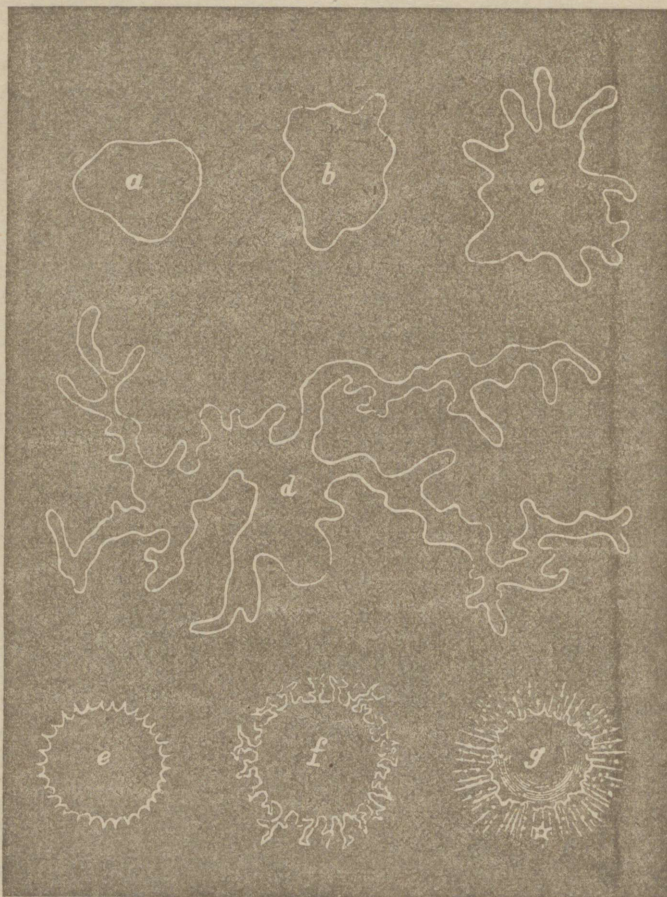


Joon. 5. Infusoor *Paramecium*. r. — Ripsmed. k. — Kest. s. t. — Suur tuum. v. t. — Väike tuum. s. — Suiäär. n. — Neel. t. õ. — Toiduõõs. tk. p. — Tuikav põieke.



Joon. 6. Virve-epiteeli ripsmete lainetus (skemaatiliselt).

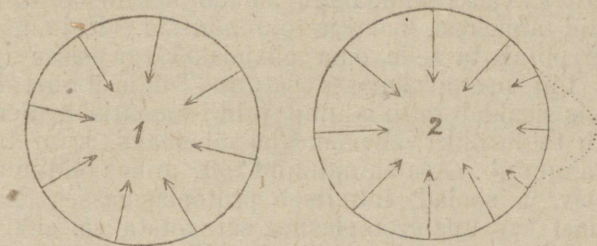
jalakese välja tungivat (joon. 8). Oliiviõli happed ühinevad soodaga (ilmub seep); pinnapinevus väheneb kohati, mille tagajärjeks on ebajalakeste sündimine ja tilga liikumine. Nähtavasti on ka amööbi liikumise põhjuseks pinnakihi pinevuse muutumine.



Joon. 7. Algovestuste kujulised õlitilgad. *a-d* — Oliiviõli tilgad lahjas soodalahundis; esimesed amööbide, viimane müksomütseedi kujulised. *e, f* — Mandliõli tilgad. *g* — Kreosoodi tilk vees. *e-g* — Radiolaaride ja päikeseloomakeste kujulised.

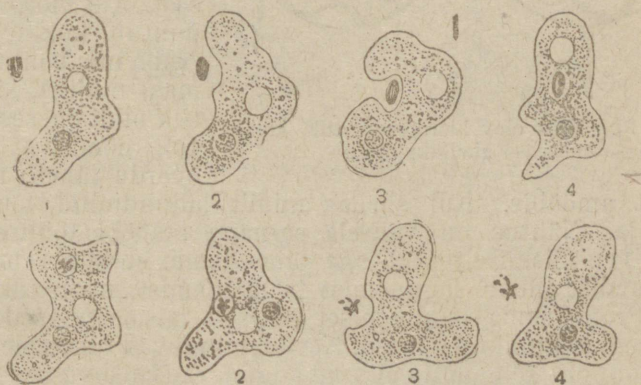
2. **Olluste vahetus.** Toitmine. Nagu nägime, liigub rakk. Kuid liikumiseks on tarvis jõudu. Me teame, et aurumasina käimapanemiseks on tarvis teda kütta, ja kui masin kaua käib, peame teda puhastama ja vigasaanud osasid uuen-

dama ning parandama. Selles asjas on rakk masina sarnane. Ka tema nõuab liikumiseks ja kauemaks elutegevuseks kütet ja ehitus- ehk parandusmaterjali, s. o. talle läheb tarvis toitu. Suhkur, rasv ehk ka munavalge põlevad rakus, s. o. nad ühinevad hapnikuga, muutudes veeks ja gaasiks, süsi-



Joon. 8. 2-sel tilgal pinnapinevus paremal pool vähenenud. Seal tekib „ebajalake“.

happeks. Kuid see „põlemine“ on aeglane, mispärast ka soojus on palju vähem kui hariliku põlemise korral. Soojus, mis hapnikuga ühinemisel tekib, muutub osalt jõuks ehk tööks, nagu see ka masinas sünnib. Kuid mis liigub, see kulub. Protoplasma muutub alaliselt, — ta laguneb ühtelugu.

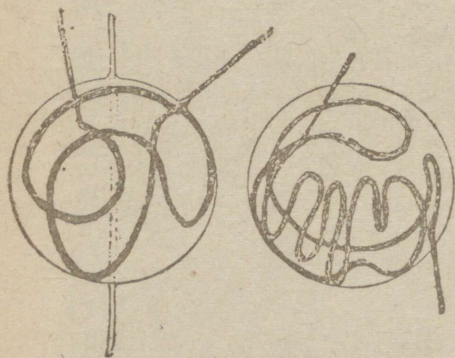


Joon. 9. Amööbi toiduvõtmine.

Endise protoplasma asemele ehitab rakk ikka uuesti värске. Alalõpmatu uue protoplasma valmistamine ja vana lagunemine käib rakus vahet pidamata. Alalõpmatu elusa olluse sündimine ja sama alalõpmatu suremine, see on üks iseloomulisemaist elusa olevuse tundemärki-

dest. Kui puudub toit, siis ei ole võimalik elusa olluse juuresündimine. Ollused, mis rakus olemas, lagunevad edasi, põlevad ära. See kestab seni, kui rakku ei ole tabanud suured vigastused. Kui lõpuks rakus suured muutused ja vigastused tekkinud, siis sureb ta.

Vabalt elavad rakud, nagu amööb ja infusoorid, püüavad vees olevaid taimekesi, loomi ja toiduolluseid. Kui amööb toidu leiab, siis piirab ta selle oma ebajalakestega sisse (joon. 9), nõnda et toit protoplasmasse satub. Toidu ümber koguneb vedelik, mis sisaldab toitu lahundavaid fermentisid. Fermentide mõjul jääb toidutükk vähemaks ja vähemaks, kuni ta lõpuks kõik ära lahundub. Äralahundunud toit, milles olid munavalge, tärklis, rasv ja soolad, immitseb protoplasmasse. Seal ehitatakse temast kas uus protoplasma, sarnastatakse, ehk ta läheb energia — soojuse ja jõu — allikaks. Harilikult on aga toidus



Joon. 10. Vees olev kloroformi tilk kisub enesesse shellaki niidi.

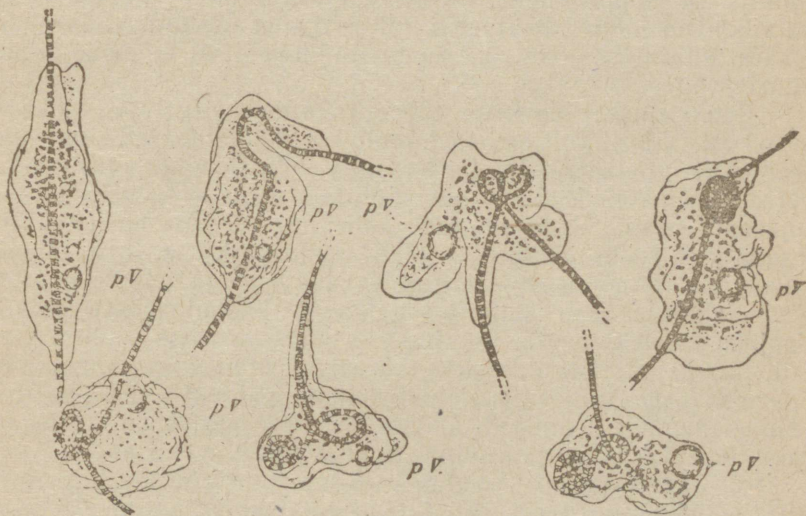
veel niisuguseid osasid, mida rakule tarvis ei ole ja mis ära ei lahundu. Lahundumatud tükikesed satuvad amööbi pinnale, kust nad välja tõugatakse. Huvitav on võrrelda seda nähtusega eluta loodusest. Kui kloroformi tilk puutub kokku shellaki (vaik, mis polituuris olemas) niidiga, siis kisub tilk niidi enesesse (joon. 10), nõnda et viimane keerdu läheb, nagu vetikniit amööbis. Kui shellak niidilt lahundunud, tõukab tilk ta välja. Nähtus on väliselt sarnane amööbi toiduvõtmisele (joon. 11). Sisuliselt peab aga tähendama, et siin ei ole niisugust alalist olluste lagunemist ja uuenemist, nagu rakus.

Protoplasma lagunemisel tekivad mitmesugused kõlbmatud, isegi kahjulikud ollused. Need lahunduvad rakus olevas vees. Lahundunud kõlbmatud ollused kogunevad tuikavasse põiekesse (joon. 5 ja 11), mis aeg-ajalt kokku tõmbub ja sisemuse välja purskab. Põiekest ehk vakuooli võib võrrelda kõrgemate loomade põiega, kõlbmatut vedelikku kusega. Säärast toiduolluste vastuvõtmist ning sarnastamist ja alalist kõlbmatuks muutunud olluste väljaheitmist nimetatakse olluste vahetuseks.

Eespool võrdlesime rakku masinaga. Kuid me näeme, et rakk läheb masinast väga palju lahku. Rakku võiksim enne-

mini niisuguse masinaga võrrelda, mis ise end kütab, ise end parandab, puhastab ja juhib.

Hingamine. Kui küdeva ahju õhukindlalt kinni sulume, siis kustub seal tuli, sest hapnikku ei pääse tarvilisel määral ligi. Kui me looma ei lase hingata, siis kustub ka tema elutuli hapniku puudusel. Rakul on tarvis hapnikku energia (soojuse, valguse) vabastamiseks toiduollustest. Põlemisel sünnib vesi ja süsihape (CO_2). Hingamise lõppsaadustena ilmuvad nõndasamuti vesi ja süsihape. Mõlema nähtuse juures vabaneb soojus. Esialgu paistab, et veeloomad



Joon. 11. Amöb vetikniiti söömas. pv — Tuikav põieke.

peavad ilma hapnikuta elama, kuid lugu pole nõnda. Hapnik ja ka teised õhuosad lahunduvad vees. Jahe vesi lahundab õhku (hapnikku) enam kui soe. Sellepärast näeme, et kui külm vesi soojas seisab, klaasi ehk muu anuma seintele ilmuvad õhumullikesed, mis enne lahundunud ja nägematud olid. V e e s lahundunud hapnik ongi vee olevustele hingamiseks.

Kuid siiski on rakkusid, kes võivad elada ilma hapnikuta, näit. pärmi seenrakud. Pärimi rakkude energia allikaks on suhkur, kuid hapniku puudusel ei lagune suhkur niisugusteks põlematuiks ollusteks (vesi ja CO_2) nagu teiste organismide rakkudes ehk harilikul põlemisel. Siin laguneb suhkur süsihappeks (CO_2) ja alkoholiks (piirituseks). Selle lagunemise puhul vabaneb osa soojust (energiat), mis suhkrus peidetud. Teine osa energiat jääb veel piiritusse peitu. See võib vaba-

neda piirituse põlemisel. Kuid juba sest väikesest energia vabanemisest käärimisel jätkub pärmseenekese tarvidusteks.

Mõnesugustele bakteritele on hapnik otse mürgiks. Nemed saavad tarvilit energiat, nagu pärmiseengi, osalise lagunemise teel. Neid nimetatakse anaeroobideks.

Igas rakus sünnib soojus. Soojavereliste rakkudes on see üleüldiselt tuntud nähtus. Kuid soojus sünnib ka külma-vereliste rakkudes, näit. on konna temperatuur õhu temperatuurist harilikult ikka natuke kõrgem. Tublisti kääriv suhkrulahund on märgatavalt soem ümbrusest. Mädanev sõnnikuhunnik ja koppiv hein võivad väga kuumaks minna. Seal valmistavad soojust bakterid, mis hulgana siginud. Suuremal määral sünnib soojust veel seemnete idanemisel ja mõne taime suurtes õites.

Igas elusas olevuses tulevad toime nõrgad elektrivoolud. Harilikult on need voolud küll õige nõrgad, kuid me teame, et on elektrilisi kalu, kes oma elektrilöögiga suuri loomi võivad surmata. Elektrivoolu sünnitamiseks lagunevad ka protoplasma osad. Seda nähtust võiksime võrrelda elektrivabrikuga, kus voolu saamiseks tuleb masinaid kütta, s. o. puude ehk süte lagunemisest energiat vabaks teha ja ümber muuta.

Rakus sünnib alaliselt soojus ja käivad elektrivoolud. Soojuse ja elektrivoolu tekkimiseks on aga tarvis toidumaterjali, mis hapnikuga ühinedes ehk teisiti muutudes annab vaba energiat (peale soojuse ja elektrivoolu ka, valgust — kalad merepõhjas jne.). Kui puudub alaline toidu juuretulek, siis põlevad rakus tagavarad ja elus ollus, mille lõpuks on surm.

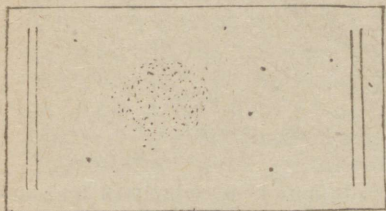
3. Ärritatavus. Looduses on temperatuur, õhurõhumine, niiskus jne. muutuvad. Ka kunstlikul teel võime muuta raku ümbrust — elutingimusi. Muutus ümbruskonnas (elutingimustes) nimetatakse ärritusteks. Selle järele on ärritus põrutamine, rõhumine, pigistamine, keemiliste olluste lisamine vette, kus rakk elab, elektrivoolu läbilaskmine, valguse, soojuse suurendamine ehk vähendamine jne. Igasugune ärritus (muutus ümbruskonnas) avaldab oma mõju raku peale. Mõju avaldub selles, et rakk ärrituse puhul harilikult muudab enese kuju, ülespidamist jne.

Kui põrutada lauda, kus amööb mikroskoobi all, siis näeme, et amööb tõmbab ebajalakased sisse ja muutub ümmarguseks. Samuti on lugu paljude teiste üherakulistega (*Stentor*, *Vorticella* jne.).

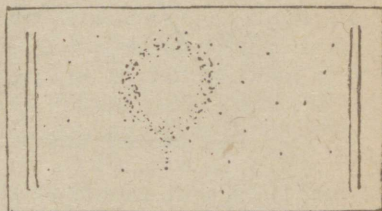
Asetame mõne tilga infusooride kultuurist¹⁾ alusklääsile.

1) Infusooride kultuuri valmistamiseks tarvis anumasse panna heina ehk rohtu ühes veega. Umbes nädala ehk paari pärast on seal leida infusoori hulgana. Kultuuri alalhoidmiseks tarvis aeg-ajalt (umbes kord kuus) vett ja heinu uuendada, vana infusooride kultuuri vähe juure lisades.

Sinna keskele lisame tilga nõrka (0,0001%) väävelhapet. Natu-
kese aja pärast näeme, et infusoorid on pea kõik väävelhappe
tilga kohale kogunenud (joon. 12, 1). Kui me aga võtame 10
korda kangema väävelhappe, siis põgenevad sealt kõik infu-
soorid ja kogunevad tilga ümber ringina sinna, kus on nõrk
hape (joon. 12, 2). Säherdust tungi keemilise olluse juure ehk



1



2

Joon. 12. Kemotaksis: 1 — positiivne (infusoorid nõrga H_2SO_4 lahundisse ko-
gunenud) ja 2 — negatiivne (infusoorid kangemast lahundist eemale läinud).

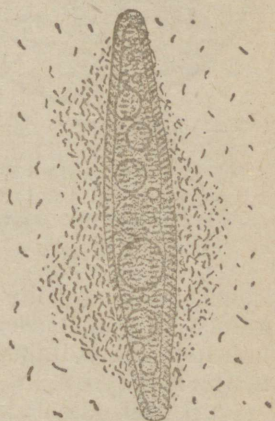
tema juurest põgenemist nimetatakse kemotaksiseks
(positiivne ja negatiivne). Mõned bakterid liiguvad sinna,
kus enam hapnikku, nimelt õhumullide ehk vetikate juure
(joon. 13), kes hapnikku välja heidavad. Valged verilibled
tungivad bakteride ja nende eritus-
produktide juure. Ka need on kemo-
taktilised nähtused.

Huvitav, et isegi eluta looduses
seda laadi nähtusi on tähele pandud.
Riitsinusõli-tilgakased tungivad kapil-
laartorusse, milles on kloroform.

Paljud vetikad liiguvad suurema
valguse poole (positiivne fototak-
sis), kui anum ühtlaselt ei ole val-
gustatud. Mõned organismid põgene-
vad jälle valgusest pimedusse.

Kui veest, kus infusoorid ujuvad,
elektrivool läbi lasta, siis kogunevad
nad negatiivsele poolusele. Niipea kui
voolu siht muutub, ujuvad nad sealt
viibimata teisele poole, jälle negatiivse
elektroodi juure. Katse tehakse klaas-
sil, kus väike kambrike vee jaoks
peal, nagu joonistusel 14 näha. Liik-

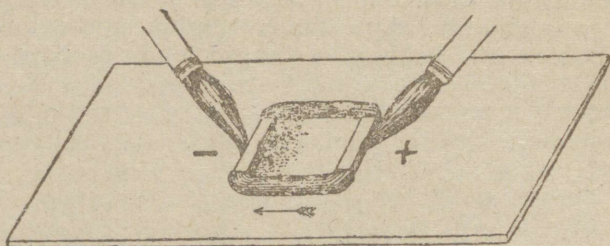
kumist elektrivoolule vastupidises ehk päripidises sihis ni-
metatakse galvanotaksiseks. Elektrivool mõjub iga raku
peale. Tugevama voolu mõjul tõmbub protoplasma kerasse



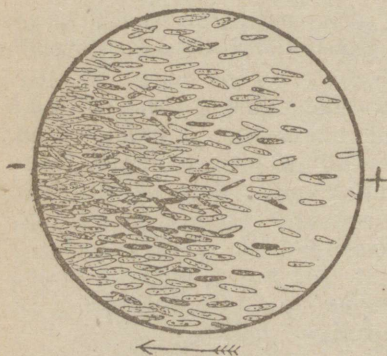
Joon. 13. Bakterid räni-
vetika ümber (valguse
käes).

ehk kuulikestesse (joon. 16). Lihasrakud tõmbuvad kokku elektri ärrituse mõjul.

Infusoorid ja teised organismid (vees) liiguvad külma



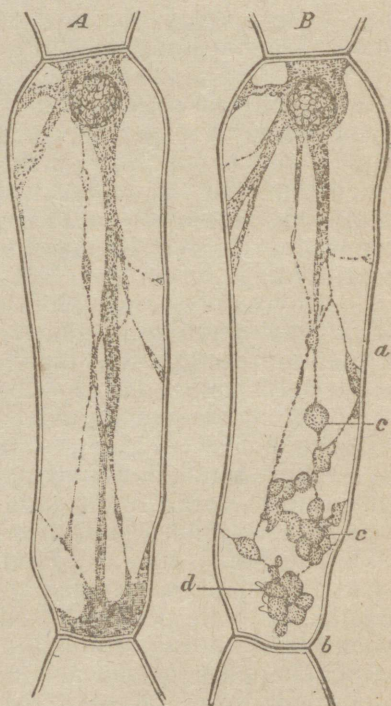
Joon. 14. Klaasil asuv infusooridega kambrike, kust elektrivool läbi lastakse. Infusoorid liiguvad negatiivse pooluse juure.



Joon. 15. Infusoorid kambrikeses mikroskoobi all vaadatult (voolu läbilaskmise ajal).

kohast soemasse, liig soojust kohast külmemasse. Seda nähtust nimetatakse termotaksiseks.

Sellest näeme, kui kangesti oleneb üherakuliste liikumine väliste tingimuste muutustest. Tingimuste muutused (ärritused) võivad ka liig suured olla. Soojus võib olla liig kõrge ehk madal, lahund liig kange, elekt-



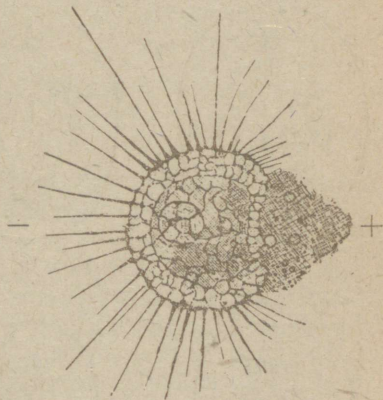
Joon. 16. *Tradescantia* (juudihabeme) tolmukniidikeste rakud. A — Loomulikult voolav protoplasma. B — Elektrivooluga ärritatud rakk, kus protoplasma tumpudesse kogunenud.

rivool liig tugev. Liig tugev ärritus surmab raku. Tugeva elektrivoolu mõjul, näituseks, laguneb amööbi ja päikeloomakese protoplasma (+ pool) ja voolab terakestena vees laiali, nagu joonistusel 17 kujutatud.

Kuidaviisi käib rakus toiduolluste muutumine ja põlemine, see on paljudes üksikasjus teadmata.

4. **Sigimine.** Küllaldase toidusaamise korral kasvab rakk suuremaks ja kogub olluseid tagavaraks. Kui rakk teatava suuruse omandanud, siis hakkab ta jagunema. Uued rakud tekivad ainult endistest jagunemise teel (*Omnis cellula e cellula*). Jagunemine on kaheksugune: lihtne ja keeruline (karüokiinees). Lihtsat jagunemist näeme, näit., amööbi sigimisel. Amööbi tuum muutub piklikumaks, hakkab siis keskelt kitsamaks jääma — soonduma, mis seni edasi kestab, kuni tuum on kaheks jagunenud. Varsti hakkab ka protoplasma soonduma, kahte osasse kogunema, mille tagajärjel lõpuks protoplasma kaheks iseseisvaks osaks jaguneb, kuhu kummassegi tuumapool sisse sattus. Kumbki pool elab iseseisvalt edasi.

Keerulisel jagunemisel saab nõndasamuti soondumise teel ühest rakust kaks, kuid sealjuures tekivad tuumas hoopis teistsugused keerulised muutused (joon. 18). Tuuma teralises ehk niidilises sisemuses hakkab enam ja enam silma paistma keerus ehk vassis niit, mis lühemaks ja jämedamaks muutub. Varsti jaguneb niit ühepikkusteks tükkideks, mille arv looma- ehk taimeliigi järele on mitmesugune (2—128). Neid niiditükikesi nimetatakse kromosoomideks. Kromosoomides peitubki vosvoritsisaldav ollus kromatiin. Samal ajal märkame tuuma ühel küljel väikest terakest — tsentrosoomi ehk keskkeha, mille juurest kiired laiali lähevad. Tsentrosoom jaguneb, kumbki pool asub tuuma vastasotsa. Tsentrosoomide vahel asuvad liniini niidid käävisarnase kujuna. Kromosoomniidid muutuvad V-sarnasteks, kogunevad käävi keskkohale, asuvad sinna nõnda, et otsad väljapoole ulatavad ja nad kõik on ühel pinnal. Pärast seda jaguneb iga niit pikuti pooleks. Siis hakkavad niidipooled lahku minema, liginema tsentrosoomidele, misjuures kummalegi poole ühe-



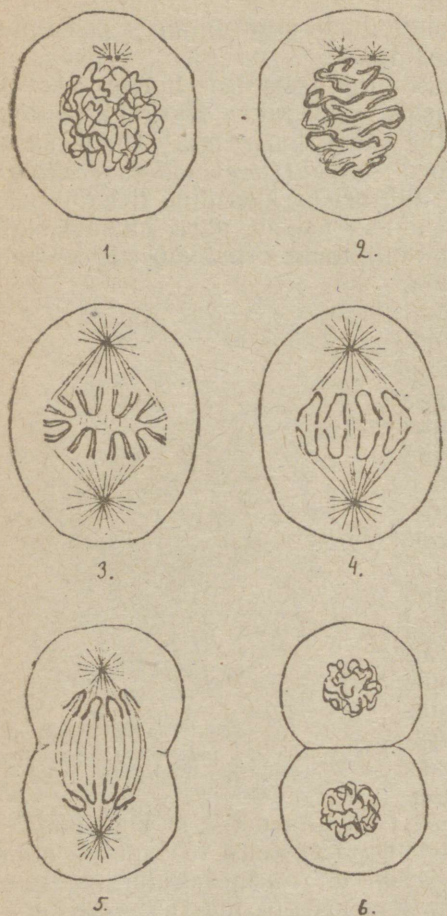
Joon. 17. Elektrivoolu mõjul on anoodil (+) päikeloomakese protoplasma lagunema hakanud.

võrra niitised läheb. Edasi liginevad niidid üksteisele ja muutuvad, nõnda et saab kaks harilikku tuuma. Ühes selllega soondub protoplasma ja ühest rakust on lõpuks kaks uut raku sündinud. Taimerakkude jagunemisel tekib rakkude vahele kindlam kest, mis ilmub esiti paksemate kohtadena liniini niitidel. Arvatavasti on kromatiin-niidid tähtsamad päritavate omaduste edasiandjad.

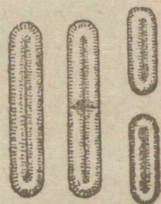
Eluta looduses on tähele pandud jagunemist, mis algloomade jagunemist meele tuletab. Joonistus 19 kujutab vedela kristalli pooleksjagunemist.

Siit näeme, et raku sigimisel on tuumal suur tähendus. Kuid tuum on tarvilik veel teistel põhjustel.

Tuumaja protoplasma vahekord. On olemas kaunis suured üherakulised amööbitaolised olevused, keda on kerge pooleks lõigata, nõnda et ühte osasse jääb tuum, kuna teine on siis ilma temata. Osa, millesse



Joon. 18. Keeruline raku jagunemine (skeem). 1 — Vassis kromatiin-niit. 2 — Tsentrosoomid lahu minemas. 3 — Kääv tsentrosoomide vahel ja kromosoomid käävi niitide vahel. 4 — Jagunenud kromosoomid lahu minemas. 5 — Protoplasma soondumine. 6 — Kromosoomidest tekkinud tuumad ja kaheks jagunenud rakk.



Joon. 19. Vedela kristalli jagunemine.

tuum jäi, paraneb varsti, omandab loomuliku kuju, liigub, võtab toitu ja seedib selle ära. Ka tuumata osa liigub ja võtab toitu,

kuid toit jääb temas tarvitamata. Varemini ehk hiljemini tõmbab ta kerasse ja jääb liikumatuks. Tagajärjeks on surm. Siit selgub, et tuum on tarvilik oluste vahetuse protsessideks, mis peaaegjalikult protoplasmas toime tulevad.

Nagu nimetatud, on raku füüsilistes ja keemilistes protsessides paljud üksikasjad veel teadmata. Ennemalt arvati (vitalistid), et rakus ja ka igas olevuses on iseäraline elujõud, mille tegevusel sünnib toidu võtmine ja valimine, liikumine, sigimine jne. Kuid mida enam rakkude ja olevuste elu tähele pandi, seda enam ja enam leiti, et seal sünnib kõik keemiliste ja füüsiliste seaduste järele. Ei ole leitud mingisugust iseäralist jõudu ehk energiat, mis oleks ainult elusais olevustes; ei ole neis leitud ka mingisugust iseäralist algollust ehk elementi.

Keha ehitus kudedest.

Koed.

Seni oli meil tähelepanek juhitud peaaegjalikult üksikute rakkude ja nende üherakuliste olevuste peale, kes eavad vabalt looduses. Kuid kaugelt suurem hulk rakkusid ei ela mitte iseseisvate olevustena, individidena, vaid nad on üksteisega ühenduses, nad on üksteisega lahutamata seotud, suuremais loomades tuhandete miljonitena. Kuid üheskoos elamine teeb võimatuks niisuguse elu, nagu üherakulistel kirjeldatud. Hulgana koos olles ei pääse enam igaüks otsekoheselt veest toitu võtma (näit. kondirakk jne.), ei saa igaüks enam nõndaviisi vabalt liikuda, kui amööb ehk infusoor. Rakkude asunduses — paljurakulises organismis — täidab üks rakkude kogu liikumistarvet, teine — võtab toitu, kolmas — seedib teda, neljas — on sigimiseks jne. Peaasjus sünnib aga ka asunduse rakkudes elutegevus nõndasamuti, kui eespool kirjeldatud. Nende ehitus ja koosseis on ka seesama (munavalge, soolad jne.). Muutunud on nende ümbrus, vahekord ja mõned teised elutingimused.

Rakkude asunduses ehk riigis on maksev põhjalik tööjaotus, nagu kõrge kultuuriga riigis, kus töö kangesti on ära jaotatud üksikute kodanikkude vahel (põllupidajad, rätsepad, kingsepad, ehitajad, kirjakandjad jne. jne.). Inimene, kes kaua üht tööd teeb, kulutab selleks vähem aega ja jõudu kui harjumatu. Töö läheb kiiremini, saab parem, on täielikum. Sellesarnast nähtust paneme tähele ka rakkude riigis. Liikumiseks arenenud linnu ehk teise kõrgema looma lihaskud kannavad teda palju suurema kiirusega edasi, kui suudab liikuda ükski üherakuline.

Tööjaotuse tagajärjeks on kujuline eristumine (morfoloogiline differentseerumine). Raku kuju oleneb sellest, missugust ülesannet ta täidab (võrdle põllumehe, rätsepa, sepa jne. kujuga).

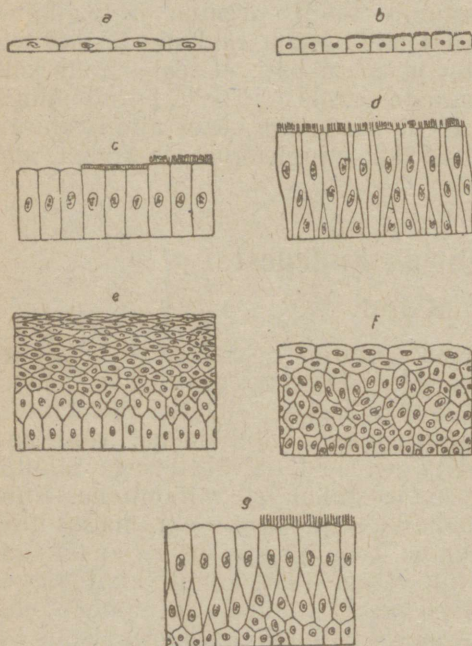
Eristunud rakk ei suuda enam kõiki teisi raku elutegevuse töösid korda saata, mispärast ta ei saa iseseisvalt

elada, isegi kui tingimused on samad, mis piisavad üherakulise elamiseks. — Lihasrakk on „osav“ liikumises, kuid ta ei suuda toiduolluseid ära lahendada; mao ja soolte näärmerakud valmistavad toituseid, kuid ei suuda liikuda jne.

Ühesugused rakud, mis teatavat ülesannet täidavad, on ühendatud kudedeks. Meie kehas on järgmised koed: 1) epiteeliaal- ehk katte-, 2) tugi-, 3) lihas- ja 4) erk-kude.

Epiteeliaalkoeks nimetatakse rakkude kihti, mis väljast kehapinda ja seest seedimisorgaane katab. Asukohtade ja ülesande järele seisab epiteeliaalkude mitmes-

sugustest rakkudest koos. Naha marrask — epidermis — seisab koos mitmest kihist peal lamedaist ja all piklikkudest epiteeliaalrakkudest (joon 20 e). Limanahkadel (ninakoobas, seedimiskanal, hingekõri ühes harudega) on harilikult ühekihiline epiteel, mille rakkude välisel pinnal isegi ripsmeid võib leida (hingekõri ühes harudega). Kihtide rohkuse järele on epiteelid ühe- ja mitmekihilised (joon. 20). Rakkude kuju järele nimetatakse epiteeli silindriliseks (rakud tuletavad silindrit meele, piklikud), lest-epiteeliks (õhukesed rakud), kant-

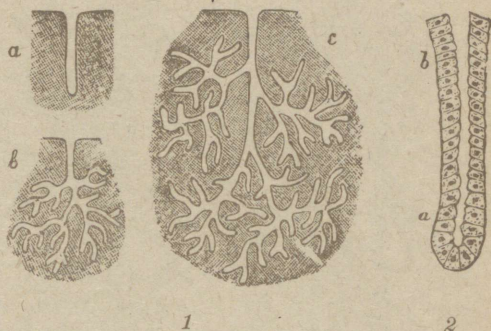


Joon. 20. Epiteelide skeemid. a — Ühekihiline lest-epiteel. b — Ühekihiline kant-epiteel, paremal pool ripsmeline. c — Ühekihiline silindriline. d — Kaherealine ripsmeline. e — Mitmekihiline lest-epiteel. f — Mitmekihiline kant-epiteel. g — Mitmekihiline silindriline ja ripsmeline epiteel.

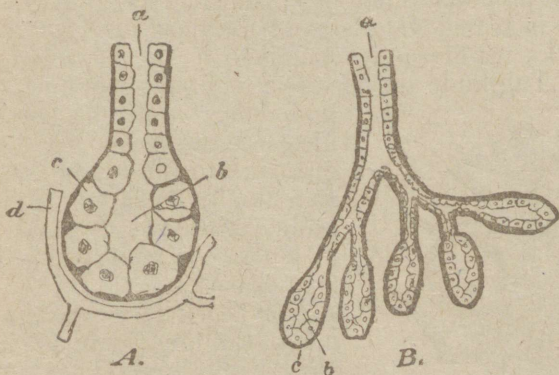
epiteeliks (kandikulised rakud), virve-epiteeliks (rakude välisel pinnal ripsmed). Epiteeli pea-ülesandeks on sise-miste rakkude kaitse.

Sagedasti on epiteliaalrakkude vahel leida üksikud ise-äralise kujuga rakud, — näärerakud, mille ülesandeks on lima ehk seedimismah- lade valmistamine. Neid rakkusid ni- metatakse ühéra- kulisteks näärme- teks. Näärerakus sünnib lima ehk mahl, mis sealt välja voolab (soole, suhu jne.). Vede- likku, mida nääre- rakud valmistavad, nimetatakse nõ- rek s.

Üherakulised näärmed suudavad muidugi ainult vä- he lima ehk mahla valmistada. Kui lima ehk mahla tarvidus suur, siis sünnivad paljurakulised näärmed, mis oma kuju poolest on väga mit- mekesised ; kuid



Joon. 21. Torunäärmete skeemid. 1 a — Liht-, b — harunev, c — liit-torunääre. 2 — Soole (Liberkühni) liht-torunääre. Näha tema epiteliaalsed seinarakud.

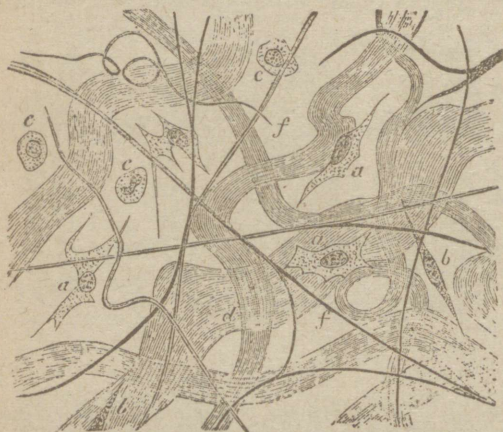


Joon. 22. Kobar- ehk alveolaarnäärmete skeemid. A — Liht-kobarnääre. B — Liit-kobarnääre. a — Näärme kanal, b — Oõs, c — Näärmerakk, d — Nääret ümbritsev vere juussoon.

sagedasti, mille tagajärjel sünnivad liit-toru- ja -alveo- laar- ehk -kobarnäärmed. Mitteharunevaid näärmeid

tekkimisviis on neil kõigil ühesu- gune. Teataval ko- hal hakkavad epi- teliaalrakud teiste rakkude vahele sisse vajuma. Sel viisil sünnib lohk, mis sügavamaks muutub, sünnita- des sirge toru ehk niisuguse torukese, mille alumine ots on kerakujulise õõnsusega (alveoo- liga). Niihästi to- ruga kui ka alveoo- liga nääre haruneb

nimetatakse **liht-toru- ehk -alveolaarnäärmeiks** (joon. 21 ja 22). Iga näärme seina sünnitavad rakud, mis torukesse ja alveoolidesse nõret ehk sekreti nõristavad. Liht torunäärmed on higinäärmed, liht-torunäärmed — neerud, maks ja



Joon. 23. Kohev kiuline sidekude. *a, b, c* — Mitmesugused sidekoe rakud. *d* — Liimiandjad kiud.



Joon. 24. Tihe kiuline sidekude (kõõlus). *1* — Sidekoe rakk. *2* — Kiud.

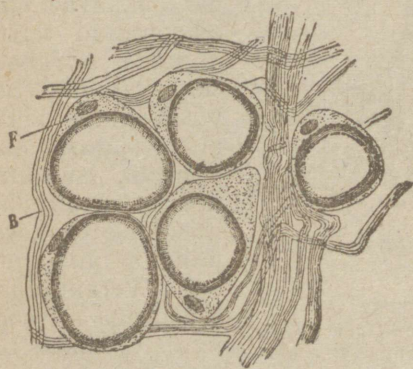
teised. Liht-alveolaarnäärmed on naha rasvanäärmed, liht-alveolaarnäärmed — piimanäärmed ja kopsud.

Mitmesugused näärmed valmistavad mitmesuguseid nõresid, mis kehas igauks ise-ülesannet täidavad.

Tugikude. Tugikude on toeks ja sidujaks pehmetele kudedele.

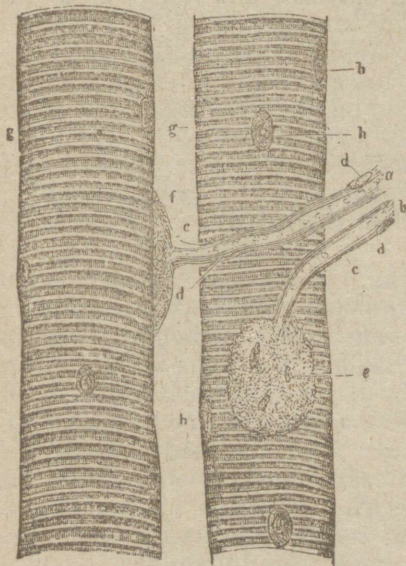
Mitmesuguse ülesande kohaselt on tal mitmekesine ehitus ja konsistents, mille järele tugikude jagatakse: 1) side-, 2) kont- ja 3) krõmpsluu-koeks.

Sidekude on enamasti kiuline (joon. 23 ja 24). Kiulises sidekoes on leida suurel arvul kiukesi ja ainult vähe rakkusid. Kiuline ollus (vaheollus: rakkude vahel) on sündinud rakkudest, mis organismi kasvamise jooksul loote-elus on kiududeks

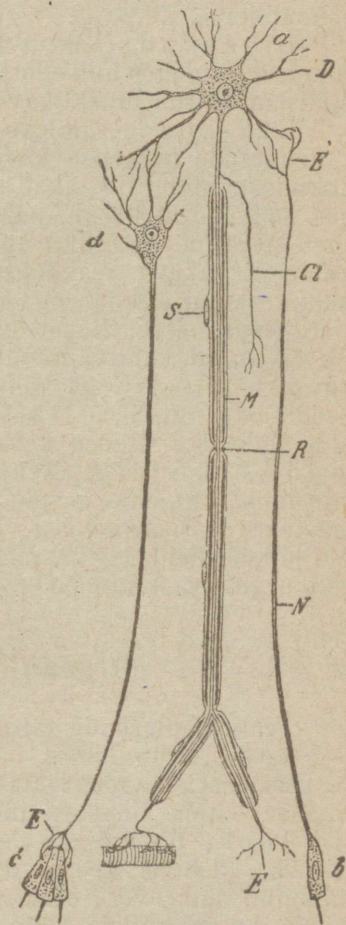


Joon. 25. Rasvkude (koerast). *F* — Rasvarakk. Heleda rasvatilga ümber protoplasma õhukese kihina, mille paksemal kohal asub tuum. *B* — Kiud.

muutunud. Teised rakud jäävad enam-vähem harilikkudeks rakkudeks ehk nad muutuvad ainult käävitaolisiks ehk lapi-kuiks. Kiulise sidekoe keetmisel saab kiududest liim (glutiin), mis jahtudes süldiks hüübub. Peale liimiandvate kiudude on sidekoes sagedasti veel elasti- lisi (venivaid) kiudusid, ise- äranis sidemeis ja kõõlustes. Kiulist sidekudet on kehas palju leida, nimelt nahas, lihaste ja er- kude vahel, sidemeis jne., kus ta kudesid kindlasti ühte seob. Si- dekoe rakkudesse võib rikkalikult rasva koguneda (iseäranis naha- alusesse sidekoesse), mille taga- järjel nimetatud kude sünnitab rasvkoe. Rasvarakus on näha suur rasvatilk, kuna protoplasma ainult õhukese kihina tilka katab (joon. 25). Ainult ühel pool ras-



Joon. 26. Kaks kõrvuti olevat lihas- raku. *a, b* — Lihaskiududesse mine- vad erguharud. *e, f* — Erguotsad. *c* — Ergukiu kest (neurilemm) tuumadega. *g* — Sarkolemm (lihaskiu kest). *h* — Tuum.



Joon. 27. Mitmesugused ergura- kud (*a, b, d*). *a* — Ergurakk ehk neuroon (liigutusneuroon) üdistupe (*M*) ja Schwanni kestaga (*S*) kaetud neuriidiga. *R* — Ranvier' ring- soon. *Cl* — Külgharu. *D* — Dend- riidid. *E* — Otspuuke. *b* — Meele- ergurakk neuriidiga (*N*). *C* — Meele-epiteelrakud.

varakku leiame enam protoplasmata, kus ka tuum asub. Lihavil inimestel on nahaalusel sidekoos määrata suur hulk rasva tagavaras.

Krõmpsluu- ja kontkoos on samuti üksikud rakud ühisel põhi- ehk sideolluses. Nende üksikasjalisema ehituse kohta v. kondikava.

Lihaskude seisab koos pikkadest lihasrakkudest, mis üksteisega sidekoos abil seotud. Lihasrakud v. joon. 26. Üksikasjalisem ehitus musklikava juures.

Erk-koe ülesandeks on välisest ilmast teadete saamine ja kehaosade tegevuse korraldamine. Erk-kude seisab koos rakkudest, millel on pikad harud (joon. 27), mida mööda ärrituse mõju edasi liigub, nagu telegramm traati mööda. Ärritus läheb haru mööda raku ehk rakust haru mööda mõne orgaani juure. Ergukava keskkohadeks, kus on suurem osa ergurakkudest, on aju ja selgroo-üdi. Sealt lähevad harud kehasse laiali (naha sisse, lihastesse jne.). Mitmesugused muutused ehk ärritused, mis välises ilmas toime tulevad, avaldavad mõju erguraku peale. Keha pinnal võtavad erguharude otsad ärritused vastu, mis kesk-ergukava rakkudesse tungivad. Erkusid, mida mööda ärritused kesk-ergukavasse lähevad, nimetatakse tunde-erkudeks. Nende abil tunneme sooja, külma, külgepuutumist, kuuleme, näeme jne. Kesk-ergukavast lähevad ergud lihastesse ja näärmetesse. Ärrituse korral sunnivad nad lihaseid ja näärmeid tegevusse. Need on liigutusergud. Pikevalt ergukavast tagapool.

Orgaanid ehk elundid.

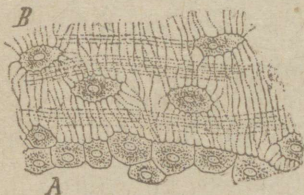
Teatava ülesande täitmiseks ühinevad mitmesugused koed, sünnitades orgaane (elundid). Nägemisorgan, näituseks, seisab koos läätsast, valge-, erk- ja soonkilest, kambriilmast, silma lihastest jne. Sagedasti ühinevad orgaanid üheks üleüldiseks tegevuseks, sünnitades sel korral orgaanide süsteemid ehk kavad. Verekasvasse on ühinenud süda, veri, tuik-, tõmb- ja juussooned. Tema ülesandeks on rakkudele toidu kättesaatmine ja kõlbmatute produktide eritamine. Seedimiskavasse on ühinenud suu, hambad, keel, söögikõri, magu, soolikad ja seedimisnäärmed. Ta ülesandeks on toidu seedimine — lahundamine. Kondikavasse on ühinenud luud, luukest, liigeskott, luu-üdi, sooned jne. Kondikava nimetatakse veel luukereks. Ta on toeks kehale. Ergukavasse kuuluvad peaju, seljaüdi, ergud, erksõlmed ja tundekehakesed. Hingamiskava sünnitavad kopsud, hingekõri, ninakoobas ja hingamislihased.

Tugi ja liikumine.

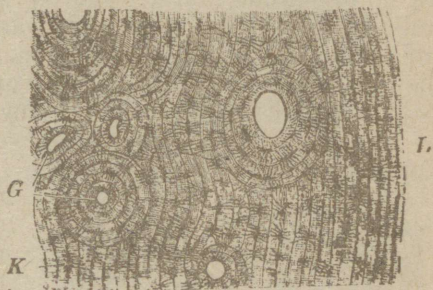
Luukere ehk skelett.

Luukere üleüldiselt.

Luukere on, nagu nägime, toeks teistele elunditele, mille abil sünnitavad mitmesugused pehmed koed sihvaka, liikuva ja kauni kuju, nagu see on inimesel ja teistel selgroolistel. Pealuu on kaitseks tähtsale orgaanile — ajule, selg-



Joon. 28. Luukude. A — Luu-sünnitajate rakkude kiht. B — Luurakud kihilises põhiolluses; neis on näha tuum.

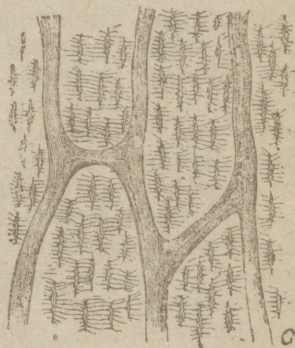


Joon. 29. Risti-läbilõige toruluust. K — Luurakkude õõned. G — Havers'i kanalid. L — Luukihid.

roog — selgroo-üdile. Luude külge kinnituvad lihased, mis läbi nad võivad luid ühes teiste kudedega liikuma panna. Selle järele on luud veel passiivseks liikumisorgaaniks.

Luu ehitus. Luu mikroskoobilisel läbilõikel on näha üksikud luurakud (joon. 28), kes asuvad põhikoe õõnsustes. Suurem osa luust on kindel põhiollus, kus ei ole leida rakkusid. Luurakud on üksteisega ühenduses peenikeste protoplasmaniitide kaudu, mis käivad põhiolluse torukestest. Õõnsusel, kus luurakk asub, on palju harusid, nagu joon. 29 näha. Rakkude toitmiseks on luus suuremad torukesed, mida mööda vere sooned toitvaid olluseid juure toovad. Neid torukesi nimetatakse Havers'i torukesteks (joon. 30). Neisse avanevad luurakkude juurest tulevad torukesed. Luurakud seisavad Havers'i torukese ehk kanali ümber ringidena (joon. 29).

Luu vahe- ehk põhiolluses on



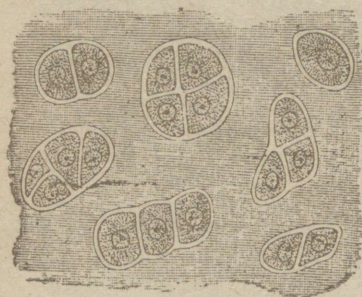
Joon. 30. Pikuti-läbilõige toruluust. Joonistusel näha Havers'i kanalid ja luurakkude õõntega.

leida orgaanilisi ja anorgaanilisi olluseid (tuhk). Kui luud keeta, siis saame temast liimi, mis jahtumisel süldiks muutub. Liimollus ongi üks luu orgaaniline põhiollus. Nagu kunagi orgaanilised ollused, nõnda põlevad ka luu omad tules. Põlenud kont on päris rabadaks muutunud, nõnda et teda on väga kerge pulbriks teha. Kui me luu mõneks nädalaks lahjendatud soolhappesse paneme, siis näeme, et luu on hoopis vinskeks ja painduvaks muutunud, nõnda et teda võib isegi sõlmata, nagu nõõri. Soolhape on luust anorgaanilised ollused ära lahundanud. Järele jäänud on orgaanilised ollused, mis luule teatava painduvuse annavad. Anorgaanilistest ollustest (tuhkollusest) on luus kõige enam kaltsiumi (Ca , lubiollust) ühenduses süsi- (8%) ja vosvorhappega (60%). Kaltsiumsoolade mõjul on luu valge ja kõva.

Peale selle on luus vähesel määral leida veel magneesiumi ühenduses vosvorhappega ja fluori ühenduses kaltsiumiga (CaF_2). Orgaanilisi olluseid on luus $\frac{1}{3}$; anorgaanilisi kuni $\frac{2}{3}$ kuivatatud luu raskusest. Viimased jäävadki järele pärast põletamist rabadana osana, mille kuju kondi oma sarnane.

Lastel on luudes enam liimiandvat ollust kui täiskasvanuil. Raukadel on liimiandvat ollust luudes võrdlemisi vähe, aga soolasid ehk tuhkollust sellevastu palju. Selle järele on ka laste luud

põrutuste ja kukkumiste korral palju vastupidavamad kui vanade inimeste omad. Rauga luud võivad hariliku kukkumise juhusel kergesti murduda. Seletuse sellele nähtusele leiame luu tekkimisest. Lootes hakkavad luud kasvama sidekoest või krõmpsluust. Krõmpsluul on klaasine ehk kiuline põhiollus, kus sees rakud (v. joon. 31). Sidekoe ehk krõmpsluu põhiollusesse kogunevad kaltsiumsoolad. Mida enam kaltsiumsoolasid põhiollusesse koguneb, seda enam omandab kude luu omadused (kõvaduse jne.). Et soolasid ikka rohkem luusse koguneb, siis on rauga luud arusaadavalt neist rikkamad. Sidekoest sünnivad, näit., palgeluud, krõmpluust — käte, jalgade ja kere luud. Sidekoe ehk krõmpsluu luunemine algab harilikult ühest kohast ja läheb sealt aegamööda edasi. Pikad käte ja jalgade ja mõned teised luud luunevad täielikult alles 20.—22. aastaks. Pikad luud hakkavad luunema keskelt ja otsadest. Kondi tekkimisel krõmpsluust ilmub krõmpsluu pin-



Joon. 31. Krõmpsluu-kude. Klaasises põhiolluses krõmpsluu-rakud.

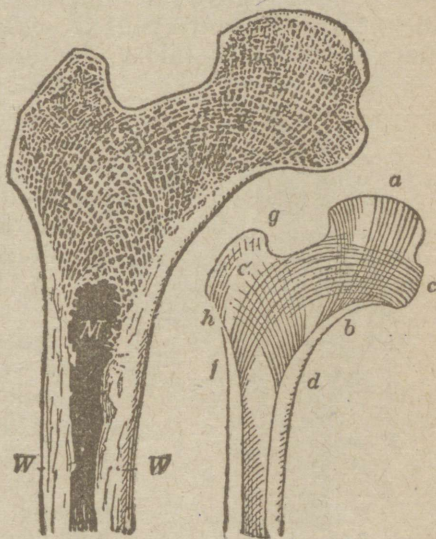
nale kude noorte rakkudega ja veresoontega, mis krõmpsluusse tungib. Nimetatud koe sissetungimise tagajärjel sünnivad krõmpsluusse üditoru ja Havers'i kanalid. Krõmpsluu laguneb. Tema asemele sünnitavad välimised sissetunginud rakud — luu põhiolluse ja rakud. Sisemistest, sissetunginud rakkudest sünnib luu-üdi.

Reie- (ehk teise pika) luu pikuti-läbilõikel on näha, et ta keskosa on seest õõnes ja et selle seinteks on väga tihe ollus

(tiheollus). Luu otsad on sellevastu kobedad (kobeollus). Paistab, nagu ei oleks luu küllalt tugeva ja vastupidava ehitusega. Kuid asjalugu on teisiti. Tihedad keskosa seinad on murdmisele ütlemlata vastupidavad. Keskosa õõnsus ei vähenda sugugi vastupidavust, sest murdmist hoiavad kõige mõjusamalt ära just välimised osad. Kui, näituseks, puutükki murda, siis kistakse tüki pealmisi osasid laiali, kuna alumisi kokku litsutakse. Keskmised kihid kannatavad laialikiskumise ja kokkusurumise all seda vähem, mida ligemal nad keskkohale seisavad. Sellepärast, kui on välimised kihid kõvad, siis on asja raske katki

murda, olgu ta seest õõnes ehk umbne. Et luud mitte läbi tiheollusest koos ei seisa, siis on nad võrdlemisi kerged, mis on liikumisel suureks hõlbustuseks. Isegi kondi kobeosa on küllalt vastupidava ehitusega. Kondi kobeosa on ehitatud kõvadest ristamis asetatud vaheseintest (välmeist) (joon. 32). Vaheseinad seisavad ehituse- (mehaanika-) seaduste järele nõnda, et nad suudavad väga hästi rõhumisele vastu seista. (Võrdle silla ehitusega)

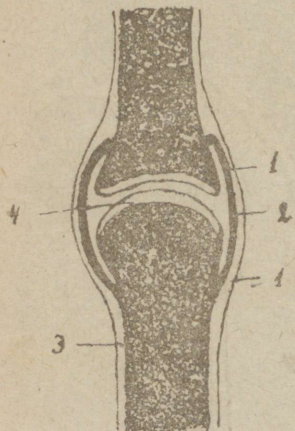
Vaheseinte vahele jäävad jäävad kandilised kambrikesed, kus on sees punane luu-üdi. Luu suures õõnsuses peitub kollane luu-üdi. Punases luu-üdis on rikkalikult veresooni, kollases palju rasvarakkusid. Luu-üdi seisab koos kiulisest



Joon. 32. Reieluu pikuti-läbilõige. Parem-poolne joonistus näitab välmete käiku lihtjoontega. *M* — Üdikoobas. *W* — Luu seinad. Välmed *a-b* ja *c-d* toevad paremale, kaared *e-f* ning *g-h* pahemale seinale.

sidekoest soonte ja erkudega, ja iseäralistest rakkudest. Viimaste hulka kuuluvad luu-üdi rakud ja punaste vereliblede sünnitajad ehk erütroblastid. Luu-üdi rakud on samasugused kui valged verelibled. Nad sigivad üdis kariokineetilisel (mitootiliselt) jagunedes. Erütroblastid kaotavad oma tuuma ja muutuvad punasteks verelibledeks (erütrotsüütideks). Tähen-dab, luu-üdis valmivad vererakud.

Luud ehk konti katab õhukese kilena kondikest (*periosteum*), mis kergesti luu küljest lahti tuleb. Ta on tihe kiuline sidekuude, milles on rikkalikult sooni ja erkusid. Kondikesta sise-mises osas asuvad rakud, mis luud valmistavad (luusünni-tajad). See rakkude kiht valmis-tab uue luu ka siis, kui luu on vi-gastatud (murtud, katki lõigatud). Kui aga ka kondikest on raskesti vi-gastatud, siis ei parane luu. Loote-elus on kondikest samuti tähtis luu-sünnitaja.



Joon. 33. Liigeskott. 1 — Liigeskoti kiuline osa. 2 — Tema sünoviaalkile. 3 — Kondikest. 4 — Liigese krõmpsluu.

Luude kuju on mitmesu-gune. Luud on 1) pikad, 2) laiad ja 3) lühikesed. Pikki luud nimeta-takse veel torulisteks, sest nad on keskosas seest õõnsad. Õõnsuses peitub luu-üdi. Pikad luud on kä-tes ja jalus. Nemad, nagu kangid ehk vinnad, võimaldavad kiireid ja osavaid liigutusi. Otsad on neil ko-beollusest, mille vahedes asetseb pu-nane luu-üdi.

Laiad luud on näituseks pea-, aba- ja niudeluud. Nende pak-sus on pikkuse ja laiusoga võrreldes väike. Nende pinnal asub võrdlemisi

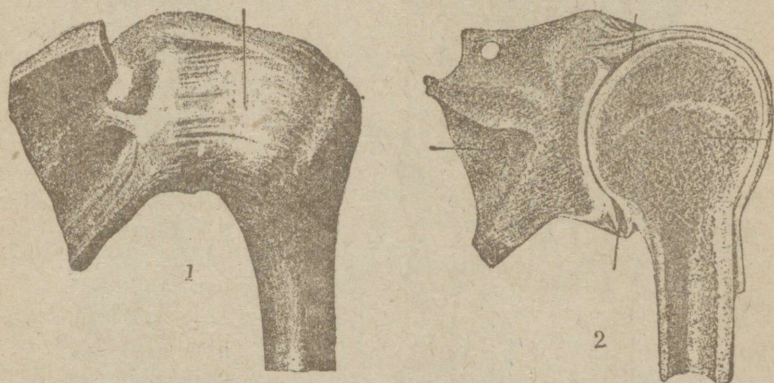
õhuke tiheolluse kiht, kuna kõik sisemine osa on kobeollus, kus ka punane luu-üdi peitub. Õõnsus puudub neil.

Lühikesed luud on niisugused, mille pikkus, laius ja paksus on pea ühesuurused. Sisemine ehitus on neil niisama-sugune, kui laiade luude kobeollusel. Lühikesed luud on näitu-seks randme-, labajala-luud ja selgroo-lülid.

Luude sidumine. Et üksikuist luudest koosseisev kondi-kava oleks siiski küllalt kindel ja vastupidav, selleks on luud üksteisega hästi kindlalt seotud. Luud on seotud kas 1) liikumatult ehk 2) liikuvalt. Luude liikumatu ühen-duse leiame seal, kus puudub liikuvusetarvidus ja kus on luud kaitseks tähtsaile orgaanidele, nimelt peas. Paljude pea-luude ääred on õige hambulised. Hambad on isekeskis vasta-

misi ehk vaheliti koos, nõnda et nad sünnitavad täitsa kindla ühenduse, n. n. palistuse (päris p.). Mõned pealuud on teistsuguse palistuse abil seotud. Neil on kiilu moodi õhukesed ääred, mis vastamisi kokku puutuvad (soomuspalistus).

Liikuval sidumisel on luud nõnda ühendatud, et nad kergesti võivad ühes (sõrmelülid), ehk mitmes (õlavars) sihis liikuda (ühe ehk mitme telje ümber). Liikuval sidumisel on luud seotud sidekoest liigeskoti abil, mis kumbagi luutsa koti moodi ümbritseb (joon. 33). Peale liigeskoti on luid ühendamas harilikult veel lisasidemed, mis liigese (sidumiskoha) liikuvust vähendavad, kuid kindlust suurendavad. Liigeslikud luutsad passivad teineteisega hästi kokku.

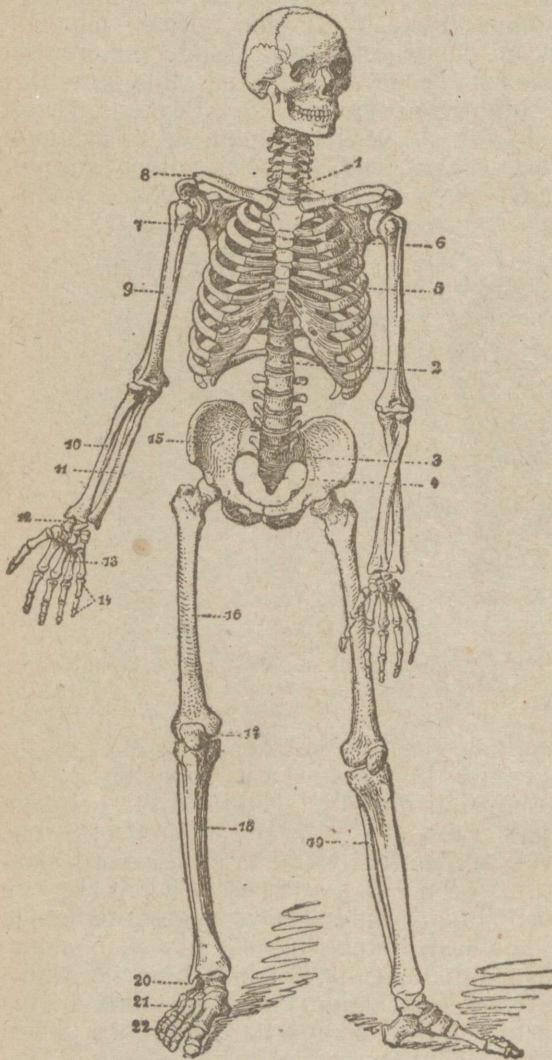


Joon. 34. Õla liiges. 1 — Liiges ümbrikus. 2 — Liiges läbilõikes.

Kõvade luude vastastikuse hõõrumise ärahoidmiseks ja liikumise hõlbustamiseks on kummagi luu ots krõmpsluuga kaetud. Krõmpsluu on palju painduvam ja pehmem kui luu, mispärast nad vastamisi väikese hõõrumistakistuse loovad. Hõõrumise vähendamiseks valmistab liigeskoti limanahk limast vedelikku, n. n. sünooviat ehk liigese määret. Nagu joonistus 34 näitab, on liigeskott nõnda suur (see võimaldab laialdase liikumise), et luid võib teineteisest märksa eemale tõmmata, enne kui kott pinevile läheb. Kuid me võime luid teineteisest lahku tõmmata ilma liigeskoti suure vigastuseta ainult siis, kui liigeskotti õhku pääseb. Muidu takistab lahkutõmbamist õhu rõhumine nõnda kangesti, et ainult suurel jõukulutusel liigeskoti katkemise tagajärjel luud teineteisest eemale kistakse (võrdle Magdeburgi poolkeradega).

Luukere üksikasjaliselt.

Selgroog ühes rinna- ja küljeluudega sünnitavad kere luukere; käte ja jalgade luud ühes luudega, mille külge



Joon. 35. Luukere.

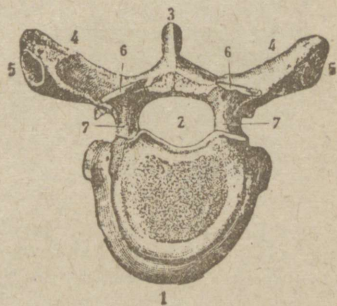
- 1 — Viimane kaelalüli.
- 2 — Viimane rinnalüli.
- 3 — Viimane nimeslüli.
- 4 — Ristluu sabaluuga.
- 5 — Küljeluud. 6 — Rinnaluud. 7 — Abaluud.
- 8 — Rangluud. 9 — Õlavarre-luud. 10 — Kodarluud. 11 — Künarluud.
- 12 — Randmeluud. 13 — Kämlaluud. 14 — Sõrme-luud. 15 — Niuded.
- 16 — Reieluud. 17 — Põlvekeder. 18 — Säär-luud. 19 — Pindluud.
- 20 — Jalapöia luud. 21 — Labajala luud.
- 22 — Varbaluud.

nad kinnituvad, jäsemete luukere; pea luud sünnitavad õõnsa karbi, mida pealuuks nimetatakse. Nõnda siis jagatakse luukere kolme jakku: pea, kere ja jäsemete luukereks.

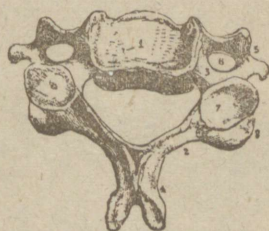
Luukere (joon. 35) tugevamaks aluseks, mille külge kõik teised osad kinnituvad, on selgroog. Selgroog (joon. 36) on ehitatud üksikuist lülidest, mis on igas kehaosas iselaadi kujuga. Harilikult on igal lülil järgmised osad: lüliskeha (seisab kehas eespool), kaar (tagapool) ja harud (joon. 37). Paksu lüliskeha tagaküljest lähevad kaks haru,



Joon. 36. Selgroog külje pealt:
1-7 — kaelalülid. 1-12 — rinnalülid. 1-5 — nimeslülid; ristluu; sabalülid.



Joon. 37. Rinnalüli ülevalt. 1 — Keha. 2 — Üdiauk. 3 — Okasharu. 4 — Ristharu 5 — Liigespind küljeluudega liigestamiseks. 6 — Ülemised liigesharud. 7 — Kaare algus.

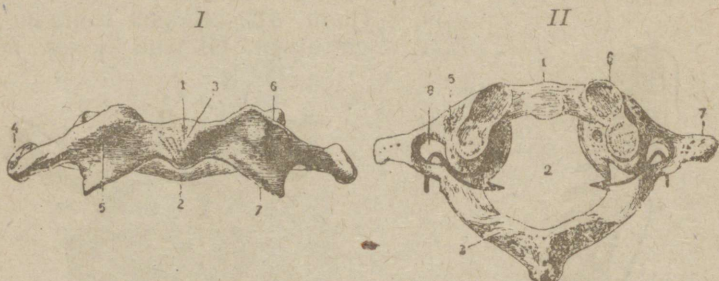


Joon. 38. Kaelalüli. 1 — Keha. 2 — Kaar. 4 — Okasharu. 5 — Ristharu. 6 — Põikauk. 7 — Liigespind.

mis teineteisega ühte sulavad ja kaare sünnitavad. Teised vabad harud on lülide liigestamiseks ja lihaste kinnituskohaks. Lüli seisab koos peaasjalikult kobeollusest ja punasest lüüdist, mis kobeolluse kambrikestes peitub.

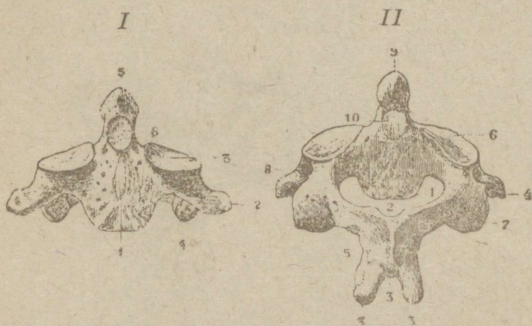
Selgroo kaelaosas on 7 lüli, rinna- ehk seljaosas 12, nimesosas 5, ristluu-osas 5 ja sabaosas 3-5. Seega on selgroos kokku 32-34 lüli.

Kaelalülilide ristharudes (külje poole pöördud) on auk soonte ja erkude jaoks. Okasharul (tahapoole pöördud) on ots kaheharuline (joon. 38). Iseäraline kuju on esimesel ehk kandjalülil (*atlas*) ja teisel ehk hammaslülil (*epistro-*



Joon. 39. Kandjalüli eest (I) ja ülevalt (II). II. 1 — Esmene kaar. 2 — Üdiauk. 3 — Tagumine kaar. 6 — Ülemine liigespind kuklalunga liigestamiseks. 7 — Ristharu. 8 — Ristauk, kust soon läbi läheb.

phaeus). Esimene lüli on ilma kehata (joon. 39), teise keha küljes on pikk hammas (joon. 40), mis esimese lüli ette keha kohale ulatab. Hammaslülil hamba ümber tiirutab kandjalüli, kui pead paremale ehk pahemale poole keerutame. Kui aga



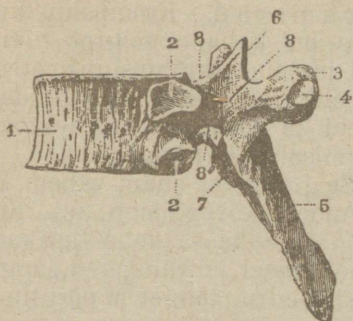
Joon. 40. Hammaslülil eest (I) ja tagast (II). II. 1 — Keha. 2 — Üdiauk. 3 — Okasharu. 4 — Ristharu. 5 — Kaar. 6 — Liigespind kandjalüliga liigestamiseks. 7 — Alumine liigesharu. 8 — Põikauk. 9 — Hammasharu.

pead paremale ehk pahemale õlale liigemale painutame, siis liigub pea kandjalüli sellekohastel pindadel (liigespindadel, joon. 39). Kaela võib küll ka kõrvale painutada, nõnda et liiguvad ainult teised lülivahed. — Kaelalülilide okasharud on pea otse tahapoole pöördud. Ainult viimase lüli okasharu on pea-aegu kaalus, ot-

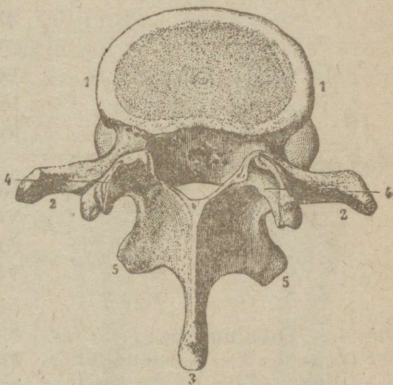
sast mitte harunev ja kaugele taha väljaulatav.

Rinnalülisid võib kergesti ära tunda tublisti allapoole pöördud okasharu ja lülikeha külgedel asuvate lohkude järele, kuhu küljeluud kinnituvad (need on n. n. liigeslohud, joon. 41). Nimeslülid (joon. 42) on ilma liigeslohu-

deta lülikeha küljel. Okasharu ei harune. Keha on suur. Ristluu-lülid (joon. 43) on üksteisega kokku kasvanud (eбалülid = kokkukasvanud). Järele on jäänud lülivahelised ja

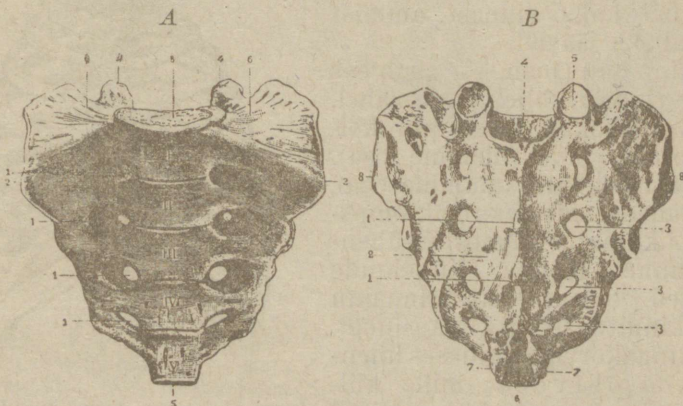


Joon. 41. Rinnalüli kõrvalt. 1 — Keha. 2 — Liigespinnad küljeluu-dega liigestamiseks. 3 — Ristharu. 4 — Liigespind küljeluu kühmuga liigestamiseks. 5 — Okasharu. 6, 7 — Ülemine ja alumine liiges-haru. 8 — Kaare algus.



Joon. 42. Nimeslüli. 1 — Keha. 2 — Ristharu. 3 — Okasharu. 4, 5 — Liigesharud.

selgroo-üdi augud. 5 kokkukasvanud lüli loovad tugeva kolmekandilise kiilukujulise sünnituse, mis on kindlaks toeks üleval-asuvale selgroole. Ristluude külge kinnituvad puusaluud. Rist-

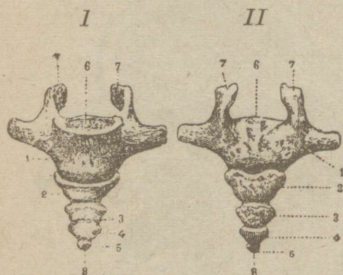


Joon. 43. Ristluu eest (A) ja tagast (B). I—V — Lülid.

luude kitsa alumise otsa küljes on sabaluu (joon. 44), mis seisab koos 3—5 lülist. Ainult esimesel sabalülil on väikesed harud. Kõigil puudub kaar.

Asjaolu, et kaela-, rinna- ja nimeslülid ei ole kokku

kasvanud, teeb kaela ja kere liikuvaks ja painduvaks. Et lülid siiski küllalt püsivaks toeks oleksid, selleks on nad omavahel kindlasti sidemetega seotud. Lülide vahel asuvad krõmpsluud, mis on ka hetikumerad. Krõmpsluu kumerus on kohane selgroo liikumisel ja tema (krõmpsluu) vetruvus ehk elastilisus nõrgendab tõukeid ja põrutusi, mis tekivad kõndimisel ehk hüppamisel.

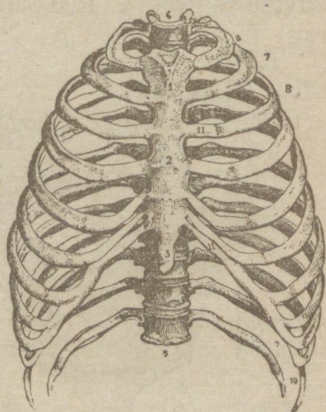


Joon. 44. Sabaluu eest (I) ja tagast (II). 1—5 — Üksikud lülid. 6 — Keha. 7 — Kaare otsad.

torulised) lapikud luud, mis lülide küljest enamasti ette rinnaluuni ulatavad. Küljeluude esimesed ja küljepoolsed osad on madalamal kui tagumised. Taga on küljeluud sidemetega kõvasti selgroo küljes kinni. Rinnaluuni kinni ulatavad ülemised 7 küljeluud; alumised kolm kinnituvad seitsmenda küljeluu külge, kuna kaks viimast alumist eest vabaks jäävad.

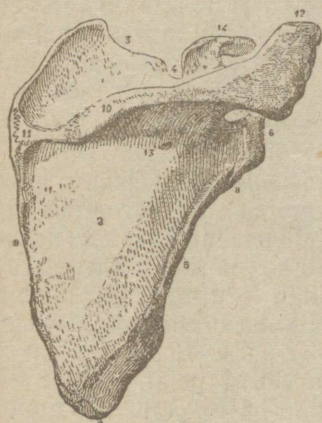
Rinnaluu (joon. 45) asub ees keset rinda küljeluude vahel. Tema on kokku kasvanud kolmest osast: pide (ülemine osa), keha ja mõõkharu (alumine osa), mille vahedel sidemeks on krõmpsluu. Liikumatu krõmpsluu-ühendus luuneb lõpuks. Küljeluude esimesed otsad, mis rinnaluu külge kinnituvad, on krõmpsluust.

Rinnakorviga ligidases ühendes on õlavööt, mille küljest esimesed ja esimesed („käed“) algavad. Õlavarre vöödiks on rang- ja abaluu. Rangluu (joon. 35) on S-taoline toruluu eespool rinnakorvi. Tema keskepoolne ots on rinnaluu pideme külge köidetud, küljepoolne — abaluu õlanuki külge. Rangluu hoiab käe õlavarreluu rinnakorvist eemal, nõnda et ta vabalt võib liikuda. Kui rangluu

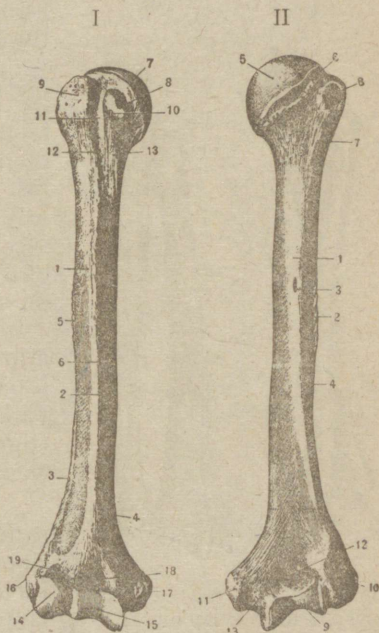


Joon. 45. Rinnakorv. 1 — Rinnaluu pide. 2 — R. keha. 3 — R. mõõkharu.

katki murdub, siis langeb õlavars allapoole ja hõõrdub vastu rinnakorvi, mis suuresti takistab käe liikumist. Tagapool rinnakorvi asub lai kolmnurkne abaluu (joon. 46). Kõige pikem äär seisab tal selgroo poole, kõige lühem üleval. Eelmine enam-vähem nõgus pind on vastu küljeluid. Tagumisel, vabal pinnal läheb keskepoolelt küljepoolele kõrge hari, kuhu lihased kinnituvad. Peab tähendama, et lihaste kinnituskohadel on harilikult ikka märgatav hari. Kui tugevamad lihased harjale kinnituvad, siis on ka hari suurem. Küljepoolel sünnitab hari kaunis suure väljaulatava haru, n. n. abaluu õlanuki. Tema külge, nagu nimetatud, kinnitub rangluu. Abaluu ülemisest äärest tuleb ettepoole noka moodi haru, mida nimetatakse



Joon. 46. Abaluu. 3 — Ülemine äär. 5 — Küljepoolne äär. 6 — Liigeslohk. 7 — Alumine nukk. 9 — Keskepoolne äär. 10 — Hari. 12 — Õlanukk. 14 — Kaarnaharu.

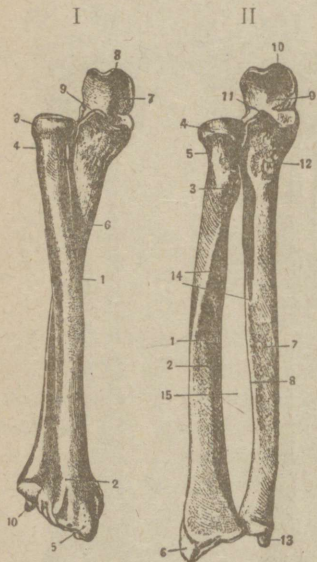


Joon. 47. I. Õlavarre-luu eest. 1 — Küljepoolne pind. 2 — Keskepoolne pind. 3, 4 — Külje- ja keskepoolne äär. 6 — Toiteauk. 7 — Pähik. 9, 10 — Suur ja väike muhk. 14 — Kuulisarnane liigespind. 15 — Telgpind. II. Õlavarre-luu tagast. 3 — Toiteauk. 5 — Pähik. 8 — Suur muhk. 9 — Telgpind. 12 — Künarnuki lohk.

kaarnaluuks. Kummagi haru vahel seisab künnap, mis takistab õlavarre-luu ülespoole nikastumist. Abaluu küljepoolses nurgas, mis on kõige paksem koht, asub nõgus liigeslohk, mis õlavarre-luuga kokku puutub.

Esimeste jäsemete luud on kolmes jaos: õlavarre-, käevarre- ja käeluud.

Õlavarre-luu (joon. 47) on pikk toruluu, keskosas kolmekandiline. Ülemises otsas asub poolkera-kujuline muna ehk pähik, mis on abaluuga liigestatud. Kerakujulise liigespinna tõttu võib õlavars igas sihis liigutusi teha. Pähikust külje pool seisab 2 muhku ehk mügarat, kuhu suured lihased kinnituvad. Õlavarre alumises otsas on kaks liigespinna: välimine kuulisarnane, sisemine — telgpind. Viimast nimetame telgpinnaks, sest tema ümber liigub küünarluu, nagu telje ümber (kõrvaleliikumine ei ole võimalik).



Joon. 48. I. Käevarre-luud sissepööratud seisukorras. 5, 10 — Ruskmeharud. 8 — Küünarnukk. II. Käevarre-luud eest. 1 — Kodarluu. 3 — Kodarluu karedus, kuhu kinnitub õlavarre kahepeane lihas. 4 — Pähik. 6 — Ruskmeharu. 7 — Küünarluu. 9 — Liigespind. 10 — Küünarnukk. 13 — Ruskmeharu. 14 — Toiteaugud.

Küünarvarres on küünarja kodarluu (joon. 48). Küünarluu asub keske pool, kodarluu külje pool (kui peepesa eespool). Küünarluu ülemine ehk ligem ots sünnitab küünarnuki, mille eespoolsel pinnal on suur poolkuu-sarnane väljalõige ehk kurm, mis õlavarre telgpinnaga on seotud. Küünarluu alumises osas asub ruskmeharu, mis on kergesti märgatav väikese kühmuna naha all. Kodarluu ülemine ots sünnitab väikese pea; alumine ots on aga tugev ja kandiline, kus samuti ruskmeharu asub.

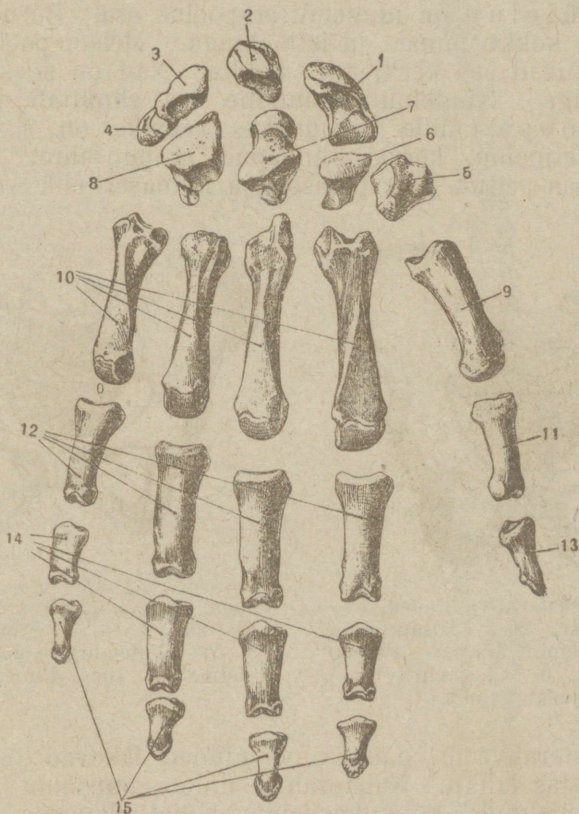
Käsi (*manus*) seisab koos randme-, kämbla- ja sõrmeluudest (joon. 49). Kaheksa lühikestrandmeluud seisab kahes reas. Kämbla-luud on pikad toruluud, mis kõrvuti olles peepesa-koha sünnitavad. Sõrmeluid on kokku 14. Sõrmedel on 3 lüli, välja arvatud põial, millel on ainult 2 lüli (*phalanges*). Sõrmelüli-otsade pinnad on niisugused, et nad lasevad lülisid ainult ühes sihis liikuda (pöörjatk, plokk).

Väga liikuv on küünarvarre ja randmeluude liiges. Liigespinna on seal niisugused, et lubavad liikumist peajasjalikult kahes ristloodilises sihis.

Võrreldes käe liikuvust looma jala liikuvusega, leiame, et käe liikuvus on palju suurem. Looma (näit. koera) jalg liigub pea ainult ühes sihis, kuna inimese käsi võib teha kõiksugu keerulisi liigutusi. Osavate käte abiga on inimene suutnud

valmistada kõiksugu keerulised ehitused, riistad jne., mis kõik on kultuurilise arenemise võimalikuks teinud.

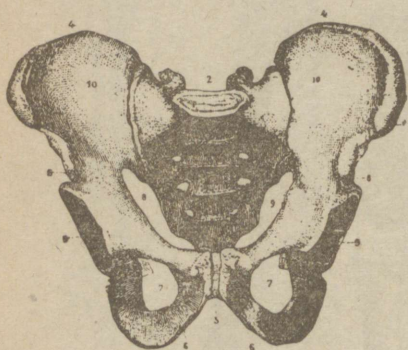
Tagumised jäsemed (jalad) on niudevöödi külge kinnitatud. Niudevööt on tugevaks aluseks, mille peal keha raskus lasub. Niudevöödi (joon. 50) tagumiseks osaks on ristluu, külje ja eespool on niudeluu. Niudeluu



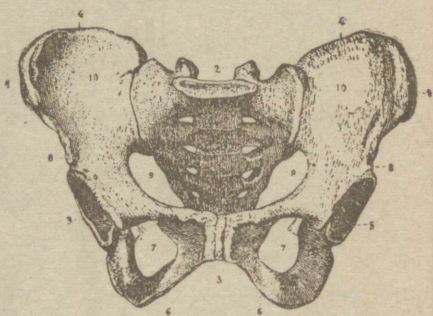
Joon. 49. Käeluud käe selja poolt. 1—8 — Randmeluud (lõdiluu, kuuluu, kolmtahk-luu, hernesluu, suur ja väike nurgeline luu, suur randmeluu, nokkluu). 9—10 — Kämblaluud. 11—15 — Sõrmelüli luud.

seisab koos kahest sarnasest (paremast ja pahemast) poolest. Lapseeas on kumbki niudeluu kolmest osast, mis krõmpsluuga ühte seotud. 16.—17. aastaks luuneb krõmpsluu, nõnda et osade vahel vaevalt piiri võib märgata. Kuid ka täiskasvanu niudeluu kirjeldusel jagatakse ta kolme osasse. Need on: puusa-, istme- ja süleluu. Puusaluu on niude ülemine ja kõige suurem osa. Tema ülemist, lapikut osa nimetatakse tiivaks

ehk hõlmaks. Ülemine, vaba äär on kergesti naha all tunda. Sinna kinnituvad kere lihased. Eesmine pind sünnitab suure lohu (puusa koobas), mis on sisikonnale toeks ja asukohaks. Puusaluu on ristluuga seotud kõrvataolise pinna varal. Istmeluu on niudeluuga kõige alumine ja tagumine osa. Tema kasvab kokku kahe haru abil ühel pool puusaluuga, teisel pool süleluuga. Istumisel puutub istmeluu asja vastu, kus peal istutakse. Süleluu on niudeluuga eespoolne osa. Harude kaudu puutub ta kokku puusa- ja istmeluuga. Mõlemapoolsed süleluud puutuvad ees keskjoones kokku. Nad on keskel seotud krõmpsluuga. Niudeluude alumine osa sünnitab väikese niudekoopa, mille tagumiseks seinaks on ristluu, ees süle- ja istmeluu, kõrval künnapud ja puusaluu. Väikeses niudekoopas peitub põis, pärasool ja munasari ehk seemnepõis.



Joon. 50. Meesterahva niuded. 1 — Puusaluu äär. 2 — Ristluu. 4 — Puusaluu ülemine äär. 5 — Puusaliigese lohk. 6 — Istmeluu. 10 — Puusaluu lohk.



Joon. 51. Naisterahva niuded. 2 — Ristluu. 1, 4 — Puusaluu äär. 3, 5 — Puusaliigese lohud. 6 — Istmeluu. 10 — Puusaluu lohk.

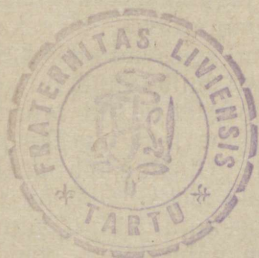
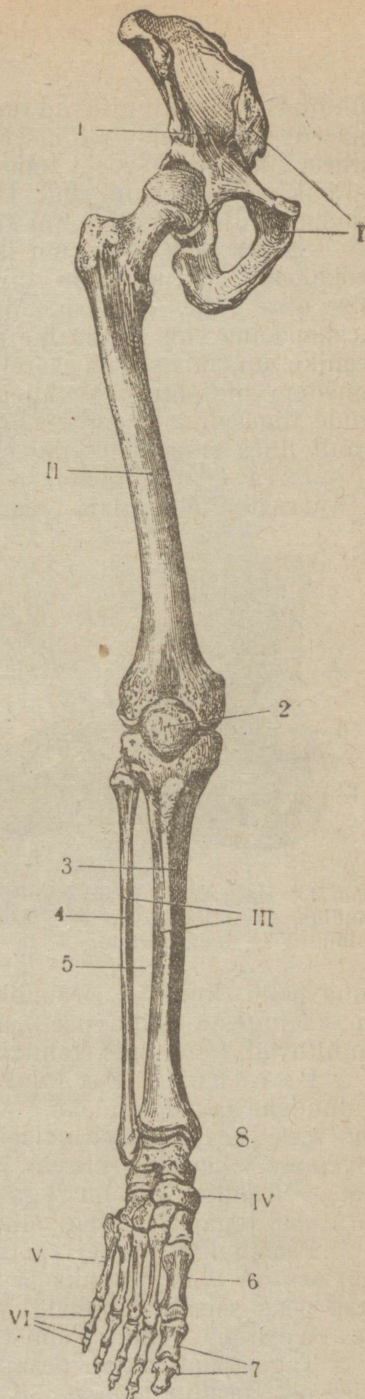
Meesterahva ja naisterahva niuded lähevad teineteisest mitmes asjas lahku. Naisterahva niute puusaluu on enam kaalus, süleluude kokkukasvamise-kohal allapoole minevate harude nurk on neil ümmargune, väikesed niuded ruumikamad (tähtis sünnitamise puhul) (joon. 51).

Tagumine jäse (joon. 52) seisab koos reiest, säärest ja jalast. Kõigi kolme niudeluuga kokkupuutumise kohal asub lohk ehk puusanapp, kuhu sisse reieluu oma pähikuga kinnitub. Kuulikujuulise liigespinna tõttu, mis niude- ja reieluud sünnitavad, on reiel võimalik igas sihis liikuda. Reieluu keskkohal on taga hari, kus avaneb luu pea toiteauk. Ülemisel otsal asub munakujuline pähik, millel on kaunis pikk kael. Kaelast külje pool on reieluul suured kümmud (pöör-

Joon. 52.

Tagumise jäsemeluid.

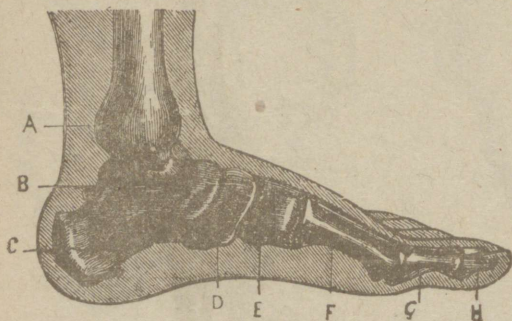
- I — Niudevöö.
- II — Reieluu.
- III — Sääreluud.
- IV — Jala põialuud.
- V — Labajala luud.
- VI — Varvaste lülid.
- 1 — Puusaluu.
- 2 — Põlvekeere.
- 3 — Sääreluu.
- 4 — Pindluu.
- 6 — Esimene labajala luu.
- 7 — Suure varba lülid.
- 8 — Pahkluu.



kühmud), kuhu kinnituvad tugevad reiepööravad lihased (tuharalihased) jne. Reieluu alumisel otsal on kaks tugevat luukonarat, millest üks keske pool, teine külje pool asub. Nende vahel on lohk. Eespool on pind, kuhu vastu põlvekeere puutub, mis on võrdlemisi väike luu kitsa alumise ja laia ülemise äärega.

Sääres on sääreluu ja pindluu. Sääreluu, mis asub keske pool, on tugev luu, mille otsad jämedad. Sääreluu alumise otsa küljes on haru, mis läbi naha kergesti tunda ja näha (keskepoolne ehk mediaalne pahkluu). Pindluu on pikk ja peenike luu, mis seisab sääreluu kõrval külje pool. Ta alumine, jämedam ots sünnitab küljepoolse pahkluu. Reieluu ja sääreluude liigespindade ehitus on niisugune, et ta lubab liigutusi ainult ühes sihis (plokkliiges).

Jala luud jagatakse kolme osasse: jala põia-, labajala- ja varvaste luud. Jala põias on 7 luud. Kõige suurem neist



Joon. 53. Jalg keske poolt. A — Sääreluu. B — Kandluu. C — Kontsluu. D — Lodiluu. E — Kiilluu. F — Labajala-luu. G, H — Varbaluud.

on kontsluu oma kontsa kühmuga. Tema peal asub kandluu (joon. 53). Kandluu ees seisab lodiluu. Teised neli luud (kolm keskepoolset kiilluud, küljepoolne kantluu) on kõik ühes reas. Pöialuude ees seisab viis pikka toruliist labajalaluud. Varvaste liikmeid on nõnda-

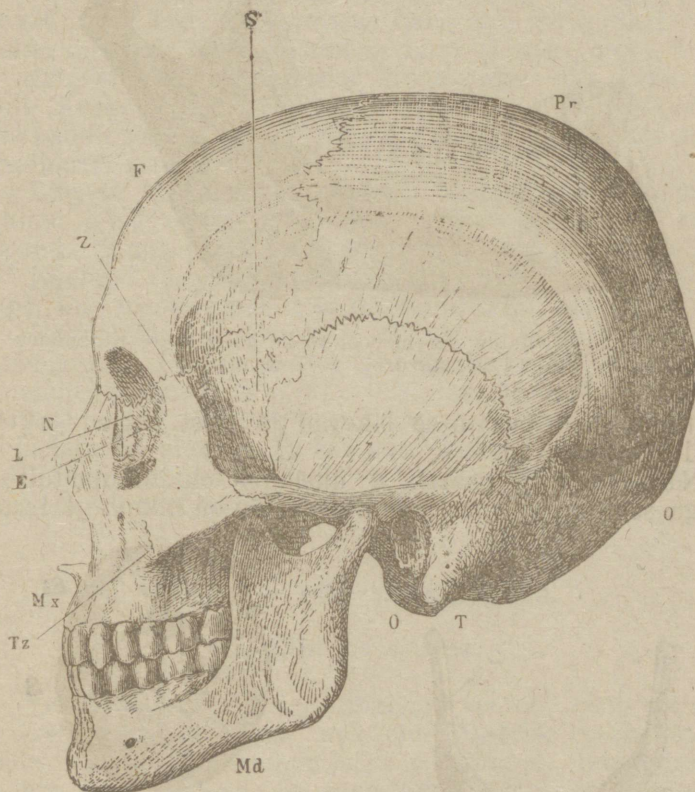
sama palju, kui käe sõrmeliikmeid. Üksikute liigeste liikuvus on käeliigeste liikuvuse sarnane, kuid vähem. Jalaluud sünnitavad võlvi, mis kannab keha raskuse (joon. 53).

Pealuud. Pealuud (joon. 54) jagatakse kahte osasse: ajuluudeks ja näoluudeks. Ajuluud sünnitavad kõva karbi, kus sees peaju kaitstuna asub. Ajuluud seisavad koos kahest kõvemast lehest, sisemisest ja välimisest, mille vahel on kobellus. Sisemine leht on väga habras, nõnda et ta võib murduda pörutuse tagajärjel isegi siis, kui välimine leht terveks jääb.

Peaju kaitseb eestpoolt otsaluu. Otsaluu rõhtus (kaalus) osa on ajule põhjaks ja silmakoopale laeks. Otsaluu taga kesk pead seisab kummalgi pool soomusekujuline luu, nimega pealae luu. Tema sisemisel pinnal on näha soonte vaod.

Tagastpoolt katab peaju kuklaluu, mis loob ka tagumise osa pealuu alusest. Kuklaluu sisemisel küljel on laiad

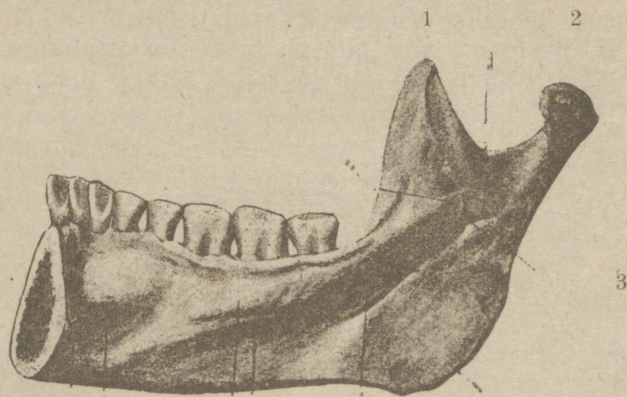
vaod ehk uurded, kus tõmbsooneline veri voolab. Kukla-
 luu alusosas on suur auk, kust kaudu aju on pikliku aju
 abil selgroo-üdiga ühendatud. Kukla-angu kõrval on väikesed
 augud, mida kaudu pea ergud ajast välja lähevad. Pealuu
 põhjas asub keerulise kujuga kiilluu ehk põhiluu. All
 on tal tiibharud. Ees puutub ta kokku otsaluuga, üleval
 pealae-luuga. Küljepoolel on ta näha suure tiivana. Tema



Joon. 54. Pealuu külje poolt. F — Otsaluu. Pr — Pealae-luu. O — Kukla-
 luu. T — Oimuluu. S — Kiilluu. Mä — Alumine lõualuu. Z — Põse-
 luu. Mx — Ülemine lõualuu. L — Pisarluu. E — Sõelluu. N — Ninaluu.

aukude kaudu lähevad välja mitmed ergud (nägemiserk, kol-
 mikerk jne.). Küljepoolel ja osa põhjal katteks on ajul oimu-
 ehk meelego-ha-luu. Oimuluusse läheb kõrva-auk, mis viib
 kõrvaluude juure. Kõrvaluud peituvad oimuluu paksus alu-
 mises osas. Otsaluu põhiosa vahet täidab sõelluu. Tema
 seisab koos püstloodis (vertikaalsest) ja rõhtsast (perpendiku-
 laarsest) osast ja nina kõrkmeist (2 ülemist). Rõhtsas osas,

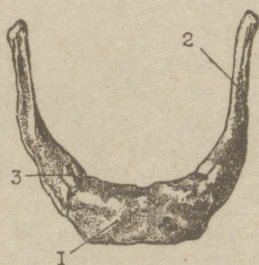
mis ajuga kokku puutub, on hulk augukesi (sõelleht), mille kaudu ergud ninakoopa ilanahale lähevad. Ajuluu põhi on seestpoolt jaotatud kolme lohku. Tagumises lohus asub väike aju, esimestes — suur. Pealuu põhjas on terve rida aukusid,



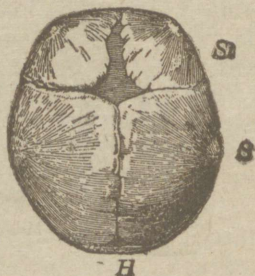
Joon. 55. Alumise lõualuu parem pool keske poolt. 1 — Kroonharu. 2 — Liigesharu. 3 — Toiteauk.

kust tuiksooned peajusse lähevad ja kust ergud ja tõmbsooned välja tulevad.

Näoluu (6 paaris, 2 üksikut) on liikumatult aju-luudega seotud. Üksnes alumine lõualuu on liikuv. Ülemine



Joon. 56. Keeleluu, eest. 1 — Keha. 2 — Suured sarved. 3 — Väiksed sarved.



Joon. 57. Sünninud lapse pealagi. *St* — Otsaluud, mis veel ei ole kokku kasvanud; vahekoht = lõge. *S* — Pealae-luud. *H* — Kuklaluu.

lõualuu on ülemiste hammaste hoidja, sünnitab osa suulage ja ninakoobast. Ta on ka eespoolse palgeosa aluseks. Suulalae-luu sünnitab tagumise osa suulage ja on ka ninakoopa

seinaks. Paaris ninaluu on nina seljaks. Kummagi ninaluu küljepoolel asub väike pisaraluu, mille pinnal on näha pisaravagu. Kolmanda ninakõrkme aluseks on alumine nina kõrkmeluu. Ninakoopa jagab kesksihis pooleks sahkluu. Põsenukid ehk sarnad sünnitab põseluu, mis on eesotsas ka silmakoopa seinaks.

Alumise lõualuu esimene osa (keha) on loogakuju-line. Temasse on kinnitatud alumised hambad. Looga küljest lähevad taha harud. Tagumise haru abil köidetakse alumine lõualuu oimuluu külge, esimene haru (kroon- ehk pärgharu) on närimislihase (oimulihase) kinnituseks, mis lõualuu üles kisub. Keske pool, vähe allpool harusid, on näha auk (joon. 55), mille kaudu sooned ja erk luu sisse tungivad, kus nad annavad kõrvalharud hammastesse.

Lihaste kinnitamiseks asub ülevalpool kõri hobuserauakujuline keeleluu (joon. 56), mille vabad otsad on taha pöördud. Sinna kinnituvad mitmed kaela ja suupõhja lihased.

Näoluid (peaasjalikult) sünnitavad silma-, nina- ja suukoopa, kus meeleorganid ja närimisaparaat asuvad.

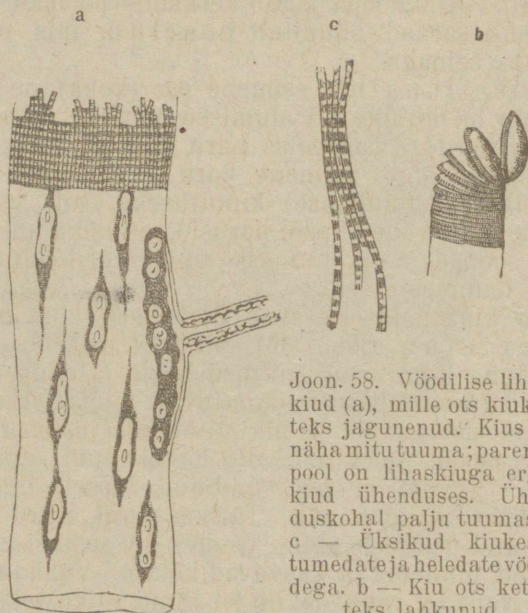
Nagu eespool seletatud, on lootel luud suurel määral luunematud. Pealuu ei ole sündinud lapsel mitmes kohas luunenud (lõgemed, joon. 57). Täiskasvanul, nagu nägime, on pea luud seotud palistuse abil. Umbes 30. aastast peale hakkavad palistused luunema ja kasvavad kokku. Vanaduses keovad luud. Õige vanadel raukadel on lõualuud väikesteks jäänud ja hambaaugud pea hoopis kadunud.

Lihase- ehk musklikava.

Lihaste ehitus.

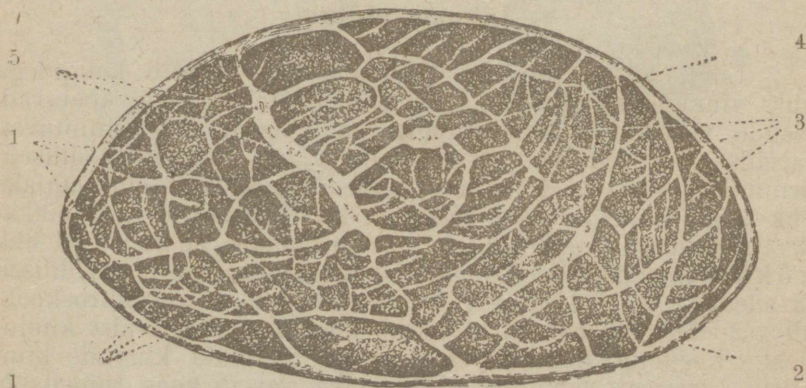
Luid, mis üksteisega liikuvalt seotud, võib kangidega ehk vinnadega võrrelda, mis end üksteise peale toetavad. Nende vinnade liikumapanijaiks on lihased, mis sünnitavad tarvilise jõu. Lihased on suuremalt jaolt (nimelt vöödilised) pruunikaspunased. Neid nimetatakse igapäevases elus lahjaks ehk taiglihaks. Lihased seisavad koos kõrvuti olevaist pikkadest rakkudest (5—20 sm.), millel on omadus lüheneda ehk kokku tõmbuda. Lihaserakud on kahesugused: vöödilised ja siledad. Vöödilist lihast (joon. 26, 57a) mikroskoobi all vaadeldes näeme, et ta seisab koos kõrvutiseisvaist kiududest. Keedetud lihas on väga kerge üksikuid kiudude kimpusid üksteisest lahutada. Pikk rakk seisab koos tumeda ja heleda olluse vöötidest. Lahjas soolhappes ehk maomahlas lahkuvad need ollusevöödid iseseisvaiks ketasteks ehk ratas-

teks (joon. 58b). Tume ollus on tihedam kui hele, millest õieti tekibki vöödilisus. Peale selle on ka lihasrakus ehk kius näha



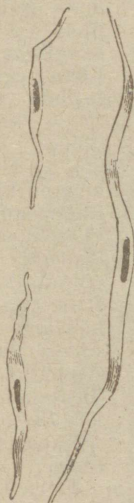
Joon. 58. Vöödilise lihase kiud (a), mille ots kiukes- teks jagunenud. Kius on näha mitu tuuma; paremal pool on lihaskiuga ergu- kiud ühenduses. Ühen- duskohal palju tuumasid. c — Üksikud kiukesed tumedate ja heledate vööti- dega. b — Kiu ots ketas- teks lahkunud.

pikuti jutid. Need on n. n. fibrillid ehk kiukesed, mis on ka triibulised. Kiukeste vahel asub kujutu poolvedel ollus, mida sarkoplasmaks nimetatakse. Kiukestel on katteks

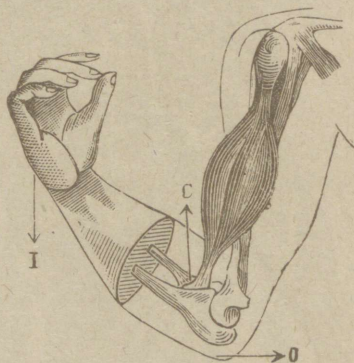


Joon 59. Lihase risti-läbilõige, vähe suurendatult. 1 — Sisemised kestad. 2 — Väline kest (perimüüsiüm). 3 — Lihaskiudude kimbud. 4 — Erk. 5 — Veresooned.

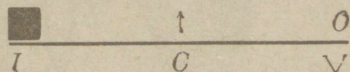
ühine kest — sarkolemm, mille all on leida üksikud laiali-pillatud tuumad. Üksikut lihast katab õhuke sidekoest kest (väline perimüüsiüm, joon. 59). Väliste kesta küljest lähevad vaheseinad keskele, mis üksikuid kiudude kimpusid ümbritsevad (sisemine perimüüsiüm). Kestades on ergud ja sooned. Keetmisel lahunduvad kestad ära, sünnitades liimi. Sellepärast laguneb keenud liha kergesti kiududeks. Sidekoe kestad on kiudude sidumiseks, sooned toitmiseks, kuna ainult lihas liikumise-ülesanne täidavad. Kas üksikuid ehk mitut lihast korruga katab veel õige kõva sidekoest kest, mida nim. side-



Joon. 60. Silelihase rakud; igaühe keskel näha tuum.



Joon. 61. Käevars kui teist liiki kang. O — Tugipunkt. I — Raskus, C — Jõu rakenduspunkt.

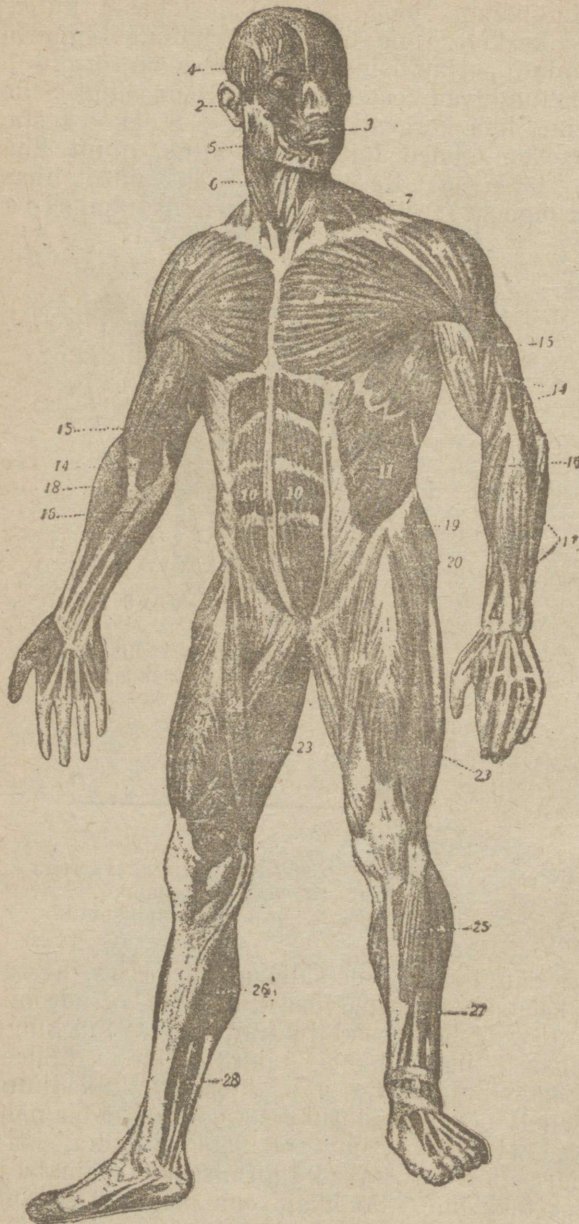


Joon. 62. Teist liiki kang käevarrega võrdlemiseks. O — Tugipunkt. I — Raskus. C — Jõu rakenduspunkt.

meks. Lihase otsa sünnitab kiuline sidekoene kõõlus. Kestad lähevad otsekohe kõõlusesse, kuna lihaskiud oma otsade abil kõõluse külge kinnituvad. Kõõluse abil kinnitub lihas luu külge.

Vöödilised lihased liiguvad meie tahtmise järele. Sileda lihase rakud on käävikujulised, s. o. keskelt (kus tuum) jämedamad ja otsadelt peenikesed (joon. 60). Neis ei ole näha vöötisid. Siledad lihased, mis on leida soolika, mao, söögikõri, põie jne. seintes, töötavad tahtmisest olenemata ja ilma et me sellest teaksime. Soolikaid ega magu ei saa me oma tahtmise järele liikuma sundida, nagu kätt ehk jalga.

Joon. 63.



Pea ja kael.
 1 — Otsalihas. 2 — Silmaringlihas. 3 — Suu ringlihas. 4 — Oimulihas. 5 — Tiiblihas. 6 — Ranganäsalihas, mis pead kääneb. 7 — Pead püsti hoidjad lihased.

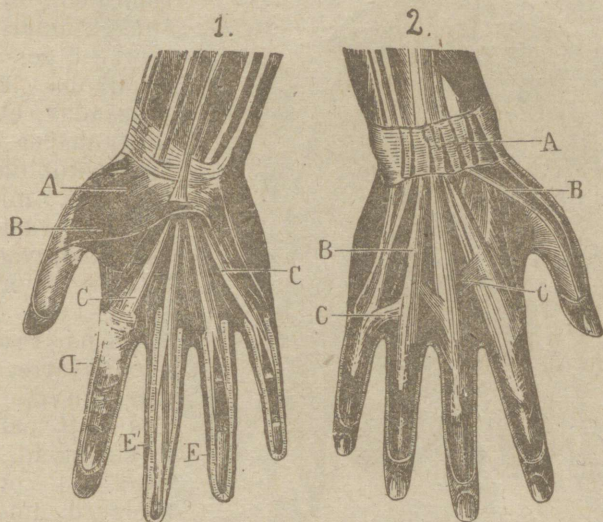
Rind ja kõht.
 8 — Suur rinnalihas. 9 — Suur saaglihas. 10 — Kõhu sirglihas kõõluslike vahedega. 11 — Kõhu põiklihas.

Käed.
 12 — Õla kolmnurklihas. 13 — Kahepeane õlavarrellihas. 14 — Sisemine käevarre painutaja. 15 — Kolmepeane õlavarrellihas, käevarre sirutaja. 16 — Painutajad, siseküljel. 17 — Sirutajad, välisküljel. 18 — Käevarre väljapoole pööraja lihas.

Jalad.
 19 — Reit sirutav lihas. 20 — Lihased, mis ühes eelmisega reit pöörab. 21, 22, 23 — Neljapeane reielihas. 24 — Rätsepalihased, painutab säärt, teda sissepoole keerates. 25 — Esimene sääreluu lihas, painutab labajalga. 26 — Sääremarja lihased; sirutavad jalga. 27 — Pikk varvaste sirutaja. 28 — Suure varba painutaja.

Lihaste külge lähevad erguotsad kinni (joon. 26). Lihastöötab ärrituste mõjul, mis erkusid mööda temani tulevad. Kui erk katki lõigata, siis ei tööta lihas, vaid ta keob ära, nõnda et lihastest vähe järele jääb.

Lihase tegevus seisab selles, et ta lüheneb ehk tõmbub kokku ärrituse mõjul. Et aga lihas on ühe otsaga ühe, teise otsaga teise luu küljes kinni, siis on arusaadav, et ta kokkutõmbumisel kisub neid luud teineteisele ligemale. Selle juures liiguvad luud teineteise liigespinda mööda. Paljud käte ja jalgade lihased töötavad nõnda, et nad võimaldavad suured liigutused. Õlavarre kahepeane lihas hakkab abaluu küljest



Joon. 64. Käelihaste kõõlused (1 — C; 2 — B). 1 — Peopesa pool. A — Pöidla eemaletõmbaja. B — Pöidla painutaja. 2 — Käeselja pool. A — Sidemed. B — Sirutajate lihaste kõõlused.

kaarnaluu haru ja liigeslohu kohalt. Siis läheb ta ees õlavarre-luu peal kuni käevarreni, kus ta kodarluu külge (kare-duse peale) liitub. Kinnituskoht on see, kus lihas käevart tõmbab. Et aga lihas on kinnitatud õlavarre-luu ligidale, sellepärast teeb käevarre randmepoolne (eemalseisev) osa suure tiiru, ehk küll lihas võrdlemisi vähe lühemaks muutub.

Seesugune tegevus käib teist seltsi kangil seaduste järele, mis just on kiireteks liigutusteks kohane (joon. 61 ja 62). Teist seltsi kangil, nagu teada, on tugipunkt kangil otsal (otsast toetatav). Käevarre juures on lugu just nõnda. Tugipunktiks käevarrele on liigeskoht õlavarre-luuga

(küünarnuki koht). Vinna tõmmatakse sealt, kuhu kahepeane lihas kinnitatud. Raskus asub peos.

Esimest seltsi kangi taoliselt töötavad kaela-lihased. Kui me näit. pead tahapoole sirutame, siis tõmbavad tagumised kaela lihased pead tagastpoolt; tugipunktiks on selgroog (tugipunkt kangi keskel) ja raskuseks pea esimene pool.

Käevart võime, nagu teame, õlavarrele ligemale painutada. Kuid me võime teda jälle eemale sirutada. Arusaadavalt peab käevarre sirutamiseks iselihas olema. See on nimelt õlavarre kolmepeane lihas (*musc. triceps brachii*). Ta alguseks on abaluu

ja õlavarre-luu ülemises osas kaks kohta (joon. 63). Ta kinnitub küünarluu õlanuki külge. Säärase seisukoha järele on arusaadav, et ta töötab kahepeasele lihasele vastupidises sihis. Lihaseid, mis teineteisele vastupidises sihis töötavad, nimetatakse vastastahasteks ehk antagonistideks.

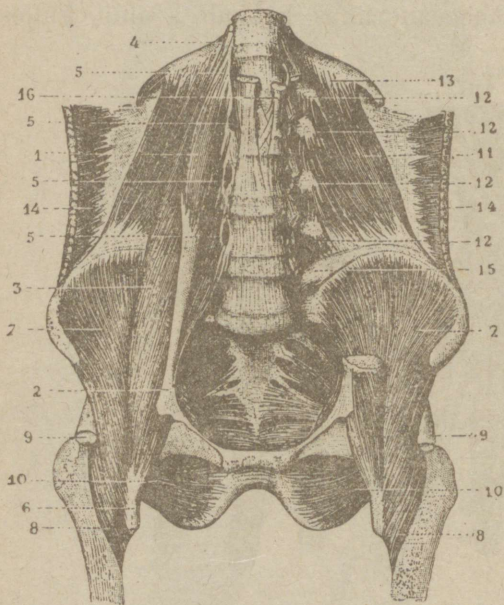
Käevarres on mitmesugused lihased, mis kätt painutavad ja sirutavad. Joonistusel 64 on näha kõõlused, mis sõrme-lülide külge kinnituvad. Sõrmede liigutamiseks on jälle iselihased.

Nagu teada, on käsi väga liikuv organ.

Tal on hulk liigeseid, kus liikumised mitmes sihis sünnivad. Mitmekesiste liigutuste kohaselt on käes hulk lihaseid, iseäranis käevarre ja sõrmede liigutamiseks (kokku üle 40).

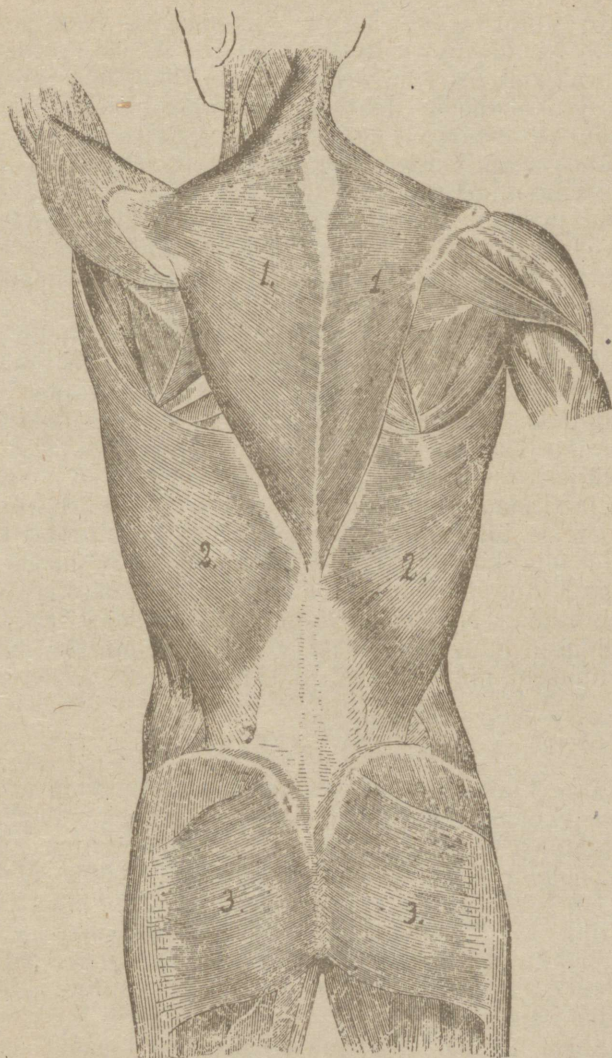
Õlavarre eemale- ja ülestõstjaks on õla kolmnurklihas (*m. deltoideus*, joon. 62). Õlavart ettepoole rinnakorvi ligi tõmbab suur rinnalihas, mille all on veel väike rinnalihas. Hingeldamise korral, kui inimene toetub kätega mingi asja peale, kisub rinnalihas rinnakorvi laiemale.

Jala reieluu ettepoole painutajad on puusa- ja ümmar-



Joon. 65. Puusa- ja ümmargune reielihhas. 1—4 — Väike ja suur ümmargune reielihhas ühes kõõlusega (2). 7, 8 — Puusalihas. 11—13 Nimese ruutlihas.

gune reielihas, mis hakkavad üks puusaluu ja teine nimeslülide küljest ja kinnituvad reieluu külge (joon. 65). Reie tahapoolse tömbajaiks on tuharlihas (joon. 66).



Joon. 66. Seljapoolsed lihased. 1 — Trapeetslihas. 2 — Lai seljalihas. 3 — Tuharlihas.

Sääre painutajaiks on kahepeane reielihas ja teised. Tugevam sääre sirutaja (sirgestömbaja) on neljapeane sääre-

sirutaja, mis eespool reieluud seisab. Ta läheb põlvekeerme külge, kust künnap sääreluuni ulatub. Jalga painutavad sääremarja lihased, mis kinnituvad kontsluu külge kannakõõluse abil (*tendo Achillis*).

Kõhtu ümbritsevad kõhu sirglihas (ees) ja põiklihased. Nende abil võib sisikonna (soolte jne.) peale rõhuda. Selja peal, allpool, asub lai seljalihas (joon. 66), mis õlavarre kere ligi ja tahapoole tõmbab. Ülevalpool selja peal algab okasharude küljest nelinurk- ehk trapeetslihas, mis abaluid ühes õlanukkidega üksteisele ligemale kisub. Kui ainult tema ülemine osa lüheneb, siis tõusevad abaluud üles.

Rinna ja kõhu vahel asetseb tähtis lihas diafragma ehk vaheliha. Vaheliha on keskelt kupli moodi ülespoole kumer, kuna ääred allpool küljeluude külge kinnituvad. Vaheliha äärosad on lihas (punane), kuna aga keskköht on kõõlus (valge). Selle järele on arusaadav, et siis, kui vaheliha lihased koonduvad, vajub vaheliha allapoole ja rinnakoobas suureneb.

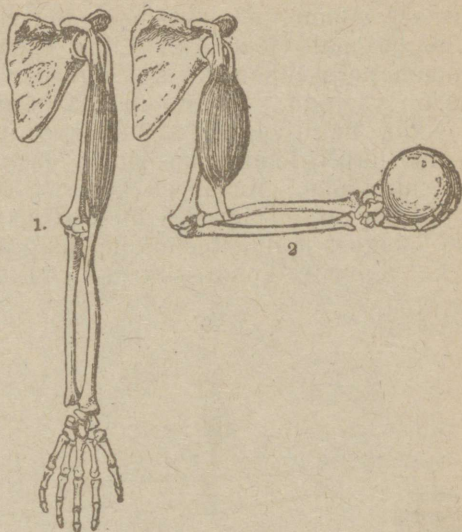
Närimiseks läheb oimuluu ja pealaluu küljest oimulihas alumise lõualuu kaarnaharu külge. Põsekaare küljest läheb alumise lõualuu nuki juure purilihas, põhiluu tiibharude küljest tiiblihased sinna samasse.

Suu ja silmade ümber asuvad ringlihased, mis nende avausi koomale tõmbavad. Kõrvade külge kinnituvad kõrvalihased, mis kõrva võivad liigutada. Kõrvalihased on inimesel väga kidurad, nõnda et ainult üksikud suudavad kõrvu natuke liigutada. Neil ei ole tegelikku tähtsust. Esivanemal on kõrvalihased suuremad ja kõrv liikuvam olnud. Sääraseid kidunud lihaseid nimetatakse rudimentaar-lihasteks.

Lihaste tegevus.

Lõikame konna sääremarja-lihase välja, nõnda et ta jääb ühendusse vabaks tehtud reieluuga ja erguga. Reieluu otsa paneme klambri vahele ja seame ta nõnda aluse külge, et lihas allapoole ripub. Kui erku näpistame, siis näeme, et lihas kiiresti lühikeseks ja paksuks tõmbub. Kokkutõmbunud lihas on ka kõvem harilikust. Kuid niisama kiiresti, kui lihas kokku tõmbub, lõtvub ta, s. o. muutub jälle pikemaks, peenemaks ja pehmemaks. Lihas tõmbub kokku ka tema näpistamise ehk pigistamise tagajärjel, kuid seda on raskem tähele panna. Paneme lihase alla klaasikese ammoniaagiga, siis lüheneb ta samuti. Võtame elektri batarei ehk üksiku elemendi, mille traatühenduses on voolukatkestaja (on võimalik ka ilma) traatide otsad (elektroodid, mis sellekohaselt tehtud) lihase külge. Kui me nüüd voolu ühendame ehk katkestame, siis näeme, et iga ühendamise ja katkestamise

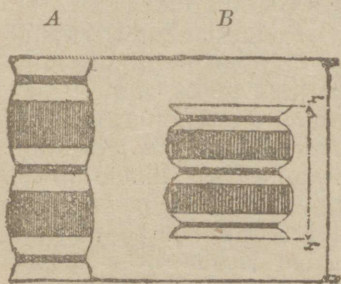
korral lihas kokku tõmbub. Nõrga voolu all koondub lihas ainult sulumise korral. Sellest on näha, et lihast võib ärritada mehaaniliste vahendite, keemiliste olluste ja elektrivoolu abil. Kehas on loomulikuks ärritajaks erkude kaudu lihase juure tungiv ärritus. Tuleta meele, et kokkutõmbumine on omane rakule üleüldse (amööbi kokkutõmbumine elektrivoolu mõjul).



Joon. 67. Kahepeane lihas. 1 — Lõtv. 2 — Kokkutõmbunud.

Lihase kokkutõmbumisel ei muutu ta maht. Lihas muutub küll lühemaks, aga selle eest läheb ta paksemaks (joon. 67). Kokkutõmbumise puhul võib tähele panna, et iga kiud lüheneb ja pakseneb (joon. 68).

Kui lihast ärritada sagedate voolu katkestamistega, siis tõmbub ta igakordse ärrituse järel kokku. Kui aga ärritused õige kiiresti üksteisele järgnevad, siis ei saa lihas aega täielikult lõtvuda. Väikesele lõtvumisele järgneb otse jälle uus koondumine. Kui ärritused küllalt kiiresti järgnevad, siis ei olegi enam mingisugust lõtvumist märgata, ehk küll siiski lihas iga ärrituse peale kokku tõmbub.



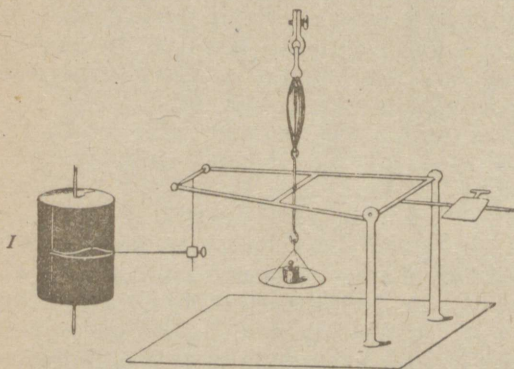
Joon. 68. Rahu (A) ja kokkutõmbunud (B) lihase kiud (xx — esimese, x¹x¹ — teise pikkus).

Kui lihase otsa külge kinnitatakse niidi abil pomm, mis vinnaga seotud, siis võib lihase kokkutõmbumisi üles kirjutada (joon. 69). Vinna otsa külge tarvis kinnitada sulg. Laseme siis suure õrnalt silindri külge püüda, mille peal on noetatud paber. Kui silinder keerdub, siis joonistab sulg iga lihase lühenemise ja lõtvumise joonena üles.

Kui lihast ergu kaudu elektrivooluga ärritada (voolu ühen-

dada ja katkestada), siis tõmbub ta kokku kiiresti ja ka lõtvub kiiresti. Kui aga lihast kaua aega ärritada, siis hakkab ta lõpuks palju aeglasemalt lõtvuma ja kokku tõmbuma. Üleskirjutusel näeme, et kõverjoon tõuseb aeglasemalt ja langeb veel aeglasemalt (joon. 70). Lihase ei suuda enam nõnda kiiresti ega nõnda palju lüheneda, kui alguses. Kõverjoon on madalam. Lihase on väsinud. Ta töötab siis nõrgemini ja aeglasemalt.

Näib, nagu oleks ta jõuallikas otsa lõppemas. Kust aga saab harilikult lihas oma jõu? Masinas muutub küttesoojus jõuks ehk tööks. Kehas on ka oma küttematerjal, mis annab jõu. Jõu peaaegu allikaks on kobarsuhkur, mida on leida veres. Maksas ja lihastes on olemas glükogeen („loomatärklis“), mis ka muutub kobarsuhkruks. Lihase tegevuse ajal ühi-

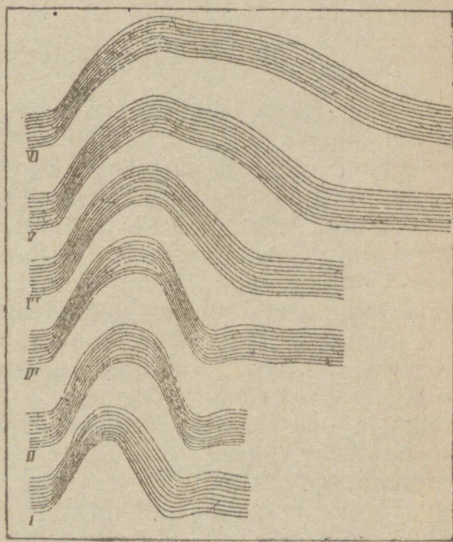


Joon. 69. Lihase kokkutõmbumise üleskirjutamisriista skeem. I — Nõetatud silinder, kuhu sulg külge puutub, mis vinna kaudu klambri otsas rippuva lihasega ühenduses.

tub aga palju enam olluses olevat energiat tööks, nimelt 20–33%. Selle järele tuleb arvata, et kehas olluse energia mitte enne ei muutu soojuseks ja siis alles jõuks, vaid otsekohe- selt jõuks. Arvatavasti muutub töötamisel ka lihase proto- plasma. Soojus lahku- b kehast kiirgamise ja edasiandmise teel. See on ju üleüldiselt tuttav, et kui inimene töötab, siis tunneb ta eneses soojust. Külma käes istudes ehk seistes hakkab varsti külm, kuna aga töötades võib olla ülearu soe. Sellepärast tehakse liigutusi, kui külm on. Keha lihased teevad isegi ilma meie tahtmata liigutusi; kui külm hakkab, hakkab keha värisema. Töötades hingatakse kiiremini, sest hapnikku kulub rohkem. Jooksu peal ehk raske töö ajal muutub hingamine kiireks ja sügavaks (lõõtsutamine).

Lihase väsimuse üheks põhjuseks võiks lugeda tagavara

otsalõppemise. Tegevuse ajal tarvitatakse kobarsuhkur ära. Kuid igatahes ei ole see ainuke põhjus. Kui me ärahävitatud lihastest soonte kaudu vett läbi laseme, siis võib ta jälle töötada, ehk ta küll toitu juure ei saanud. Kui väsinud looma verd teise looma ehk lihase sisse pritsida, siis avaldab viimane selgeid väsimuse tundemärke, ehk küll lihases toidullused olemas. Sama mõju on väsinud lihase väljatõmbel. Seesuguste katsete tagajärjel tuleb arvata, et väsimise ajal tekivad lihastes mürgised ollused, mis ka veresse satuvad. Sellepärast sünnitabki väsinud looma veri väsimust. Kui, näit., käed kangesti ära väsivad, siis tungivad neist mürgised ollused vere kaudu ka teistesse lihastesse ja erkudesse, sünnitades neis väsimust. Väsinud lihases on muu seas leida suuremal määral piimahapet ja rohkem süsihapet. Nad on tekkinud suhkru hapendumisest. Katsed on näidanud, et piimahappe sissepritsimise järele ilmuvad väsimuse tundemärgid. Tema on nõnda siis üks väsimuse sünnitajaist ollustest. Puhkuse ajal kas heidab veri enesest mürgised ollused välja või nad ühinevad hapnikuga, mille tagajärjel nad kahjulikkuse kaotavad.



Joon. 70. Lihase kokkutõmbe kõverjooned. I — Normaalne lihas; joon tõuseb ja langeb järsku. VI — Väsinud lihas; joone tõus ja langemine aeglane. II—V — Vähem väsinud lihase kõverjooned.

Lihase tegevuse ajal ja ka vigastatud lihases ilmuvad nõrgad elektrivoolud¹⁾.

Harilikult mõne tunni järele (7—10 t.) pärast surma tõmbuvad lihased kokku, kangeks ehk kõvaks. Niisugune lihaste tardunud olek, mida nimetatakse surmakangestuseks ehk tarretuseks, kestab mõned tunnid, mille järele lihased jälle lõdvaks muutuvad. Mõnel korral ilmub surma-

1) Kui konna jala erklhase-preparaadi erk tuksuva südame peale panna, siis lüheneb lihas ühel ajal südamega, sest südame elektrivoolud ärritavad erku.

kangestus õige kiiresti (jahil väsitatud loomal peaaegu silmapilkselt). On leitud, et surmakangestuse juures on mõjumas piimahape, nagu ka lihase kokkutõmbumisel. Surmakangestus on viimane lihase kokkutõmme, mida lihas enne ärasuremist teeb.

Lihaste tervishoid.

Liig raske ja kauakestev töö on kahjulik, sest siis lagunevad ollused kiiresti ja võib kehasse koguneda väga palju mürgiseid olluseid, mis isegi kihvtitust võivad sünnitada. On teada juhtumised, kuna inimesed suurte jõupingutuste järel on surnud (näit. kauase jooksmise järel). Kiirustades töötamisel ilmub väsimus ruttu ja tööd tehakse vähem ära. Parajate vaheaegadega ja mitte raskesti töötamisel on võimalik ilma väsimuseta rohkem tööd teha.

Nagu üleliigne lihaste pingutus, mõjub ka nende tegevusetus halvasti. Kui lihas on tegevusetu, siis jääb ta vähe-
maks — ta keob. Tegevusest muutub aga lihas suuremaks ja tugevamaks. Tegevusetu lihasesse voolab vähe verd, ta tarvitab vähem toitu ja hapnikku. Kui aga tegevusetu inimene veel palju toitu tarvitab, siis kogunevad toiduollused tagavaraks rasva ja glükogeeni kujul. Rasva, mis on surnud ollus, võib kehasse liiga palju koguneda. Siis on ta ainult üleliigseks koormaks kehale. Haiglastel juhtumistel koguneb ka lihasrakkudesse nõnda palju rasva, et nad oma loomuliku liikuvuse kaotavad. Sellepärast on paksud inimesed harilikult vähe liikuvad.

Lihase tegevuse ajal käib temas olluste vahetus elavalt, veri voolab kiiremini läbi. Liikumine aitab kaasa verevoolule. Kui lihased koonduvad, siis rõhuvad nad tuiksoonte peale, mille tagajärjel veri neis kiiremini edasi surutakse. Kui vaikselt kohal istuda, siis tundub mõne aja pärast tarvidus end sirutada ja liikuda, mis sunnib verevoolu kiirustama.

Lihaste harjutus on harjutuseks ka ergukavale. Tegevuse ajal korraldavad ergud liikumist nõnda, et liigutused korrapäraselt üksteise järele sünnivad, nii et lihased kohaselt töötavad. Korrapärased liigutused nõuavad õppimist. Õppimata teeb töö juures palju asjatuid liigutusi. Töö juures on ka tähelepanemine tegevuses. Nõnda siis on lihaste tegevus erkude tegevusega seotud. Tegevuse tagajärjel saab tegev organ tugevamaks. Siit on arusaadav, et lihaste tegevus võib ka erkusid tugevamaks ja tervemaks teha. Lihased on liikumiseks. Kui lihased, mida me kehas on raskuse järele 35—45%, on ilma tegevusetu ehk liig väikese tegevusega, siis jäävad nad ja nende ergud kiduraks, olluste vahetus

sünnib kogu kehas puudulikult, hingamine on pealiskaudne, lagunevate olluste hapendumine mitte täielik. Tagajärjeks on puudulik tervis, sest et puudulik olluste vahetus lihastes avaldab oma mõju ka teiste elundite peale.

Lihased, mis enam tööd teevad, on rohkem arenenud. Sepal, kes haamriga taob, on käe lihased kõige tugevamad, kirjakandjal on tugevad jalalihased. Rätsepp, kes palju istub, on kidurate lihaste ja sissevajunud rinnaga. Kauasest istumisest on hingamine aeglane, elutegevus aeglasem. Sellepärast on tarvis istuva eluviisi juures vahetevahel ikka liigutusi teha (jalutus, harjutused jne.). Iseäranis on kasulik töötada värskes õhus. näit. põllul, õues jne. Siis ei jää lihased kiduraks ega keha elavusetuks ehk loiuks, vaid ta on kerge, liikuv ja ei sünnita raskusi.

Olluste vahetus.

Verekava.

Süda ja sooned.

Üherakulised loomad (amööbid, infusoorid jne.) võtavad toitu otsekoheisel teel ümbritsevast veest. Sinnaamasse heidavad nad ka kõlbmatud ollused. Hapnikku hingamiseks saavad nad samuti otsekohe veest. Paljurakulise looma kehas ei saa arusaadavalt iga rakk otsekoheisel teel toitu ja hapnikku veest ehk ümbritsevast õhust, sest rakud on seal nõnda tihedalt hulgana koos, et nad välise ilmaga enamasti sugugi kokku ei puutugi. Paljurakulistel on veri toidu ja õhu rakkude juure kandmise oma peale võtnud. Kopsus tungib hapnik veresoontesse, sooltes immitsevad toitvad ollused verde. Veri, mida süda voolama paneb, tungib ühes hapniku ja toitvate ollustega õige peenikesi sooni mööda kõigisse kudedesse. Vere plasma (koemahla näol) tungib isegi rakkude vahele, nõnda et iga rakk puutub kokku verega, kust ta tarvilised ollused leiab. Kõlbmatud ollused, mis raku ilmuvad, heidetakse verde, mis neid neerude kaudu kehast välja toimetab. Peale nimetatud ülesannete on verel veel teised, millest tagapool teada saame.

Et rakkudel oleks ühtelugu hapnikku ja toitu saadaval, selleks peab veri neid teatavates kohtades (kops, sooled) vastu võtma ja sealt edasi kandma. Veri liigub soontes. Vere liikuma paneb süda (joon. 71). Südamesse avaneb palju sooni. Ühtede kaudu voolab veri südamesse, teiste kaudu sealt välja. Soonid, mille kaudu veri südamest välja voolab, nimetatakse tuiksoonteks ehk arteerideks. Soonid, mille kaudu veri

südamesse tagasi voolab, nimetatakse tõmbsoonteks ehk veenideks. Süda on umbes rusika suurune kuhikukujuline elund. Ta seisab kopsude vahel vaheliha peal, rohkem pahema külje pool. Südame tipp ulatub alla ja pahemale poole, alus ülles. Süda on vaheseinaga kaheks eraldatud pooleks

(pahemaks ja paremaks) jagatud (joon. 72). Kummaski pooles on kaks osa: eeskamber ehk eeskoda ja kamber. Alusosas asuvad ülevalpool eeskambrid, all — kambrid. Süda on lihas, mille kiud on vöödilised ja üksteisega harude varal seotud (joon. 73). Ehk küll süda on vöödilistest lihastest, siiski ei saa meie tahtejõud tema üle valitseda.

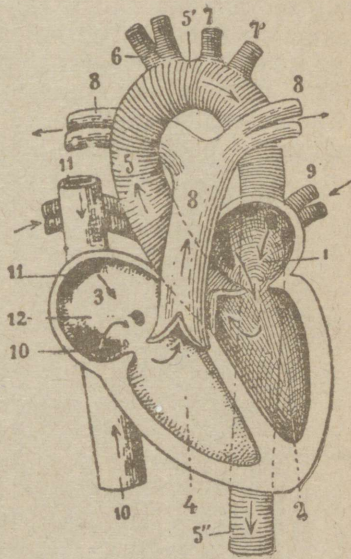
Veri voolab tõmbsoontest enne eeskambrisse. Eeskambril on õhuke vaheseintega osa, mida kõrvaks nimetatakse. Eeskambri õhukesed seinalihased tõmbuvad kokku, mille tagajärjel veri kambrisse purskub. Eeskambri kokkutõmbumine algab sissetoivate soonte otsade juurest, kus on ringlihased, mis soonte otsad suluvad, nõnda et veri mitte soontesse tagasi ei voola. Varsti pärast seda, kui veri kambrisse kogunenud, hakkavad kambri seinad kokku tõmbuma, misjärele veri tuiksoontesse tungib. Et veri eeskambrisse tagasi

Joon. 71. Süda eestpoolt. 1, 1' — Pareme eeskamber (eeskoda) ja kõrv. 2 — Pareme kamber. 3 — Pahem kõrv. 4 — Pahem kamber. 5 — Pikutivagu ja pärgsooned, mis südame lihast verrega varustavad. 6 — Südame sooned. 7 — Alumine õõnes tõmbsoon. 8 — Ülemine õõnes tõmbsoon. 9 — Kopsu arter harudega (9'). 10 — Aort. 11 — Aordi ja kopsu tuiksoone vaheline kõide (Botalli toru ase). 12 — Nimetu tuiksoon. 13 — Une-tuiksoon. 14 — Rangluu-alune tuiksoon.

ei pääseks, selleks on tema ja kambri vahel õhukesed sulud, mis hõlmadest koos seisavad (joon. 74). Pahemas südamepooles on sulg kahehõlmane, paremas kolmehõlmane (joon. 75). Iga hõlma ääre küljest lähevad kõõlused näsakujuliste lihaste külge (joon. 73), mis kambris asuvad.

Kambrisse tunginud veri ajab hõlma pinevile eeskambri

ja kambri vahele. Hakkab aga kamber kokku tõnrbuma, siis rõhub veri, mis eeskambrisse tagasi tahab tungida, hõlmad enam pinevile, nõnda et nad siis vahe hoopis kinni suluvad (tegevuse skeem joon. 76). Kõõlusniidid (joon. 73) ei lase hõlmu eeskambrisse heita. Nõnda ei pääse tervete sulgude vahelt sugugi verd eeskambrisse, kuna vigastatud sulud lasevad osa verd tagasi. Veri, mis kambrist välja paisatud, ei pääse enam sinna tagasi. Tuiksoone algusel asuvad poolkuulised sulud (joon. 74). Neid võib võrrelda soone seina küljes kinni olevate taskudega (3 tükki). Kui veri kambrist välja läheb, siis surub ta taskud soone seina ligi. Kui tühi kamber hakkab lõtvuma, siis hakkab veri sinna poole tagasi voolama, kuid taskud lähevad punnil verd täis, nõnda et nende ääred üksteisega kokku puutuvad ja verd sugugi tagasi ei lase. Selle järele on näha, et südamelöök on kolmejärguline. Esiteks koondub eeskamber (süstol), kuna kamber on tegevusetu (diastol). Siis varsti koondub kamber (kambri süstol), kuna eeskamber on tegevusetu. Sellele järgneb terve südame tegevusetus ehk soik (paus), mil süda puhkab. Südame tegevust võib kõige kergemini vaadelda konna südamel. Kui konna väljalõigatud südant jahutada (näit. nõgusklaasil, kus vähe füsioloogilist 0,75% NaCl lahundit, jää ehk külma vee peal), siis tuksub ta nõnda aeglaselt, et kõik järgud on selgesti näha. Kui süda kambrite kohalt risti läbi lõigata, siis leiame, et pahema kambri seinad on parema omadest palju paksemad. Pahem kamber on tugevam sellepärast, et ta enam tööd teeb: tema kihutab vere kogu kehast läbi, kuna parem kamber vere ainult läbi kopsude kihutab.



Joon. 72. Süda läbilõikes (skeem). 1 — Pahem eeskamber. 2 — Pahem kamber. 3 — Parem eeskamber. 4 — Parem kamber. 5 — Aort. 6 — Nimetu tuiksoon. 7 — Ikke-tuiksoon. 7' — Rangluu-alune tuiksoon. 8 — Kopsu tuiksooned. 9 — Kopsu tõmbsooned. 10 — Alumine õõnes tõmbsoon. 11 — Ülemine õõnes tõmbsoon. Nooled näitavad verevoolu sihti. Pahema südamepoole sooned on põikriipsudega.

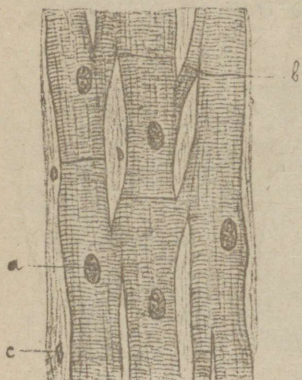
Südame sulgude kinnikargamise ajal kuulduvad toonid (kui kõrv lihtsalt südame kohale panna). Hõlmaliste sul-

gude sulgumise ajal on madalam ja tumedam toon. Varsti selle järele on kuulda kõrgem, selgem ja lühem toon.

Täisealisel tuksatleb süda 60—80 korda minutis. Lapse süda tuksatleb üle 100 korra minutis (esimesil eluaastail). Töö ajal töötab ka süda kiiremini.

Pahem kamber pumpab vere aorti (joon. 77). Aort tuleb pahemast kambrist, tõuseb ülespoole, pöörab siis loogana taha selgroo ligidale, kust ta pahemalpool selgroogu alla läheb. Looga kohalt lähevad suured harud: paremalt poolt nimetu tuiksoon, mis varsti haruneb, andes sooned kätte ja pähe. Kätte minev haru tungib rinnakorvist välja, läheb esimese küljeluu peal ja rangluu all (rangluu-tuiksoon) õlavarde, kus ta seespool õlavarre-luud lihaste vahel küünarnukini tungib.

Seal haruneb ta kodara- ja küünra-tuiksoonteks, mis vastavate luude ees asuvad. Sõrmedesse annavad nimetatud sooned hulga harusid. Teine nimetu soone haru läheb une- ehk suure kaela-tuiksoone nime all pähe (kahel pool kõrisõlme võib ta tuikamist tunda), kus üks haru lihastes edasi haruneb, teine aga tungib oimuluu august peajuni, kus ta edasi haruneb. Pahemal poolel lähevad aordist rangluu- ja une-tuiksoon eraldi välja. Rinnakoopas saadab aort harud rinnaluude vahele. Kõhukoopas lähevad aordist harud mao, maksa ja põrna juure (neil on ühine algus), keskmetsesse, neerudesse jne. Enne niudekoobast haruneb aort kaheks, mille kumbki suur haru ühise niude-



Joon. 73. Südame lihaskiud.
a — Lihaskiudu tuum *b* —
 Rakkude vahe. *c* — Vahel-
 mise sidekoe tuum.

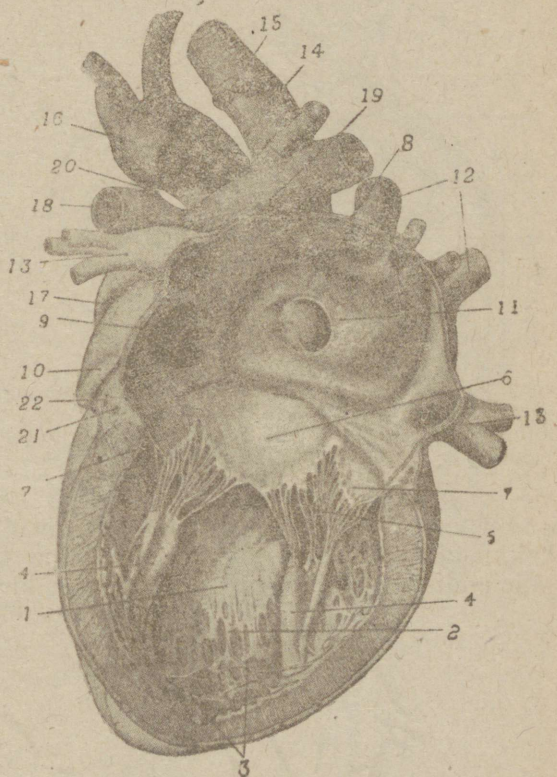
tuiksoone nime all edasi jalgadesse viib. Ühisest niude-tuiksoonest viib haru niudes asuvate organide juure (põis, pärasool jne.). Suurem haru (väline niude-tuiksoon) läheb kubemekünnapu alt läbi reide, kust ta taha põlvepesa poole tungib. Edasi haruneb ta pea samuti kui käe sooned.

Siit näeme, et veri, mis pahemast kambrist välja voolab, tungib igale poole kogu kehasse, välja arvatud ainult kops. Iga tuiksoon haruneb ikka ja ikka edasi, nõnda et lõpuks sünnivad õige peenikesed soonekesed — kapillaarid ehk juussooned. Nende läbimõõt on kõigest 4—10 μ , nõnda et kõige peenemast punane verilible ainult piklikuks venides läbi võib tungida. Juussoontest läbi tungides jõuab veri tõmbsoontesse. Väikesed tõmbsooned liituvad ühte, mille

tagajärjel tekivad suuremad tõmbsooned. Tõmbsooned asuvad tuiksoonte läheduses. Jalgadest ja kõhust kogunevad kõik tõmbsooned üheks suureks tõmbsooneks (alumine õõnes tõmbsoon), mis

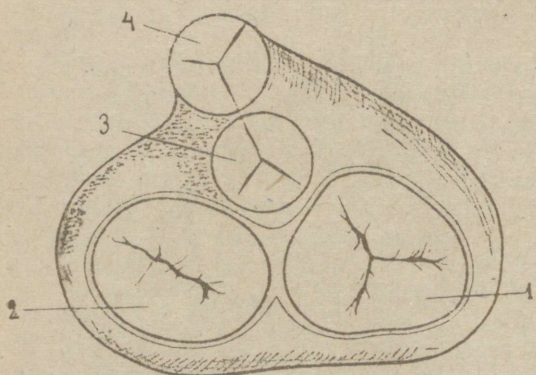
paremasse eeskambri avaneb. Peast ja kätest tulevad tõmbsooned ühinevad ülemiseks õõnesaks tõmbsooneks, mis ka paremasse eeskambri avaneb. Nõnda siis läheb veri, mis pahemast kambrist väljapumbatakse, tuiksoonte kaudu kogu kehasse, kust ta tõmbsoonte kaudu südamesse tagasi — paremasse kambrissee voolab. Seda vere käiku pahemast kambrist läbi keha paremasse eeskambrissee nimetatakse suureks vere ringiks (joon. 78). Paremast eeskambrist läheb veri eeskambri kokkutõmbumise ajal paremasse kambrissee. Paremast kambrist tõugatakse veri kopsu arteeride kaudu kopsudesse.

Kopsudes võtab veri hapnikku vastu, mis kopsudesse sisse hingatud. Veri kõidab enesesse hapnikku ja jookseb pahemasse eeskambrissee nelja kopsu-tõmbsoone kaudu. Pahemast südamepooldest tõugatakse veri kehasse,



Joon. 74. Pahema eeskambri ja kambrist vaheline sulg. 1 — Kambrist vahesein. 2 — Lihavälmed ja nende kõõluslised osad (3). 4 — Näsalihased. 5 — Kõõlusniidid. 6 — Sulu esimene hõlm. 7, 7' — Lõhkilõigatud tagumise sulu pooled. 8 — Eeskambri vahesein. 9 — Pahema kõrva avaus. 10 — Pahem kõrv. 12 — Parempoolsed kopsu tõmbsooned. 13 — Pahem alumine kopsu tõmbsoon. 14 — Ülemine õõnes tõmbsoon. 15 — Paaritu tõmbsoon. 16 — Aort. 17 — Kopsu tuiksoon.

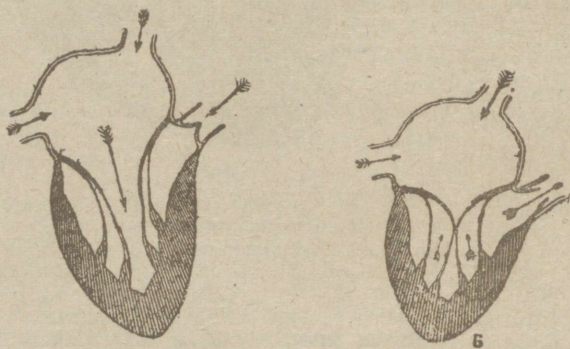
kus ta hapniku kudedele edasi annab ja söehapu gaasi neilt vastu võtab. Hapnikuvaest verd nimetatakse tõmbsooneli-



Joon. 75. Südame sulud. 1 -- Kolmehõlmaline sulg (parema kambri ja eeskambri vahel). 2 — Kahehõlmaline sulg (pahema kambri ja eeskambri vahel). 3 — Aordi sulg (taskukujuline). 4 — Kopsu-tuiksoone sulg.

seks, hapnikurikast — tuiksooneliseks. Siin peab nime-
tama, et kopsu-
tõmbsoones ei ole
mitte tõmbsoone-
line (hapnikuvaene)
ega tuiksoones
tuiksooneline (hap-
nikurikas) veri,
vaid otse vastu-
pidi: tuiksoontes —
tõmbsooneline ja
tõmbsoontes tuik-
sooneline veri. Vere
käiku paremast
kambrist läbi kopsu
pahemasse ees-
kambrisse nime-
tatakse väike-

seks vere ringiks. Õieti sünnitavad väike ja suur ring
kokku ühe ringi: ainult mõlemad ringid läbi käies jõuab veri
jälle endisesse alguskohta tagasi. Selle kirjelduse järele näeme,

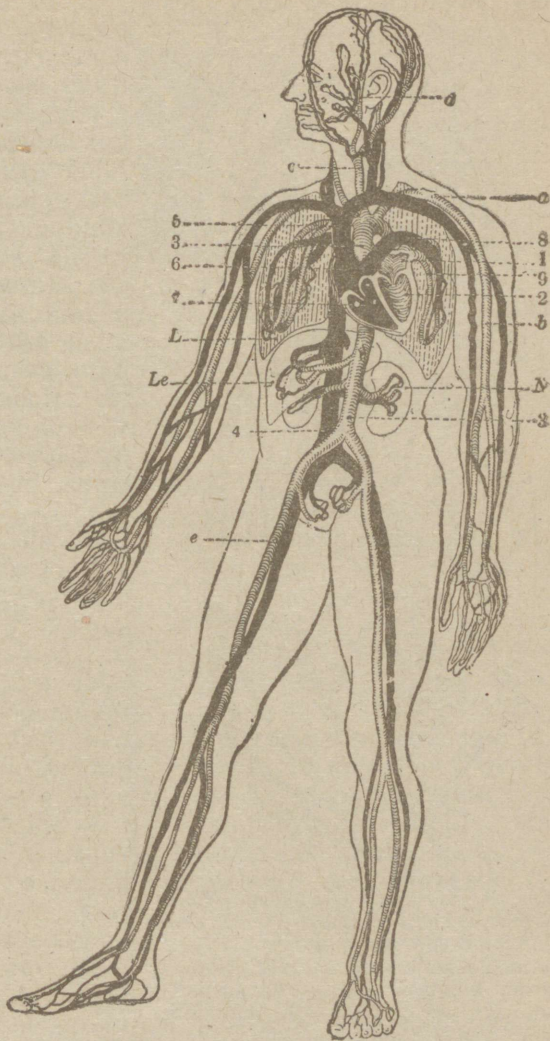


Joon. 76. Südame sulgude tegevuse skeem. A — Eeskambri ja kambri vaheline (hõlmaline) sulg lahti; tuiksoone sulg kinni. B — Hõlmaline sulg eeskambri ja kambri vahel kinni; tuiksoone sulg lahti. Kamber kokku tõmbunud. Nooled näitavad verevoolu sihti.

et pahemas südamepooles on tuiksooneline ehk arteriaalne (hapnikurikas), paremas tõmbsooneline ehk venoosne veri.

Vere liikumine soontes. Süda purskab vere tuiksoone, mis juba ennegi verega oli täidetud. Veri, mis tuiksoone pursati, ei liigu seal mitte üksikute tuksatuste moodi edasi, vaid enam-vähem ühtlaselt ja vahet pidamata. Kambrist väljapursatud veri kisub soone pinevile. Soone seinad on aga vetruvad (elastilised), nagu kummitoru omad. Nad tõmbuvad koomale. Muidugi kihutab soone koomaletõmbumine verd edasi.

Kui sõrme tuiksoone peale pane-
me, siis tunneme,
et ta järsku laie-
maks paisub ja
jälle sama ruttu
endisesse olekusse
tagasi asub: ta
tuikab. Soone tui-
kamine on nõnda-
sama sage, kui sü-
dame oma. Seda
nimetatakse pul-
siks. Pulsi laine
ei olene mitte
vere edasivoo-
lamisest. Vis-
kame kivi vee pin-
nale. Lained liigu-
vad kiiresti eemale,
kuid mitte vesi.
Võtame õhukese
pika kummitoru.
Paneme tal ühe
otsa kinni ja vala-
me vett täis. Teise



Joon. 77. Inimese soontekava. 1 — Pahem eeskamber. 2 — Pahem kamber. 3 — Aort. a — Rangluu-alune tuiksoon. b — Ülavarre-tuiksoon. c — Une-tuiksoon. e — Reie-tuiksoon. 4 — Alumine õõnes tõmbsoon. 5 — Ülemine õõnes tõmbsoon. 6 — Pareim eeskamber. 7 — Pareim kamber. 8 — Kopsu-tuiksoon. 9 — Kopsu-tõmbsoon. L — Kops. Le — Maks. N — Neer.

otsa sisse pistame klaastoru, milles on pulgake punniga. Niipea kui me järsku ja lühidalt pulgakest edasi tõukame (võib ka lüüa teise otsa peale), liigub enam vett kummitorusse. Toru paisub jämedamaks juuretunud vee mõjul.

Kuid me näeme, et kumm ei jää mitte sealt jämedamaks, kus alguses oli, vaid jämedus läheb kiiresti laine moodi edasi kuni kinnise otsani. Muidugi ei saa ju vesi siin vabalt edasi voolata, vaid edasi tungib ainult toru laienemine, mida suurem rõhumine sünnitab. Samuti on lugu soones.

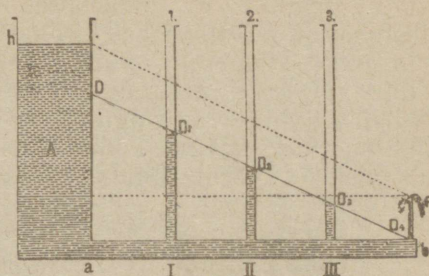
Koomale tõmbudes rõhuvad soone seinad vere peale, mis pärast veri edasi tungib sinna, kus soon vähem pinevil. Et sooned verd pinevil täis, siis on veri alaliselt rõhumise all. Kõige suureni on vere rõhumine tuiksoones südame ligidal, kuhu ühtelugu uut verd juure pumbatakse. Südamest eemal väheneb rõhumisjõud. Rõhumine väheneb, sest osa jõudu kulub ära hõõrumise peale, mis on vere ja soonte seinte vahel.

Kuidas rõhumine torus väheneb, näitab joon. 79. Silindrisse *a* voolab vett alaliselt juure, nõnda et ta pind ühekõrgusel seisab. Tema küljest läheb otsast lahtine horisontaalne ehk rõhtus toru, millel ülespoole külgtorud tõusevad. Külgtorus, mis *A* ligi, on vesi kõige kõrgemale rõhutud; mida kaugemal *A*-st külgtoru asub, seda madalamal seisab

Joon. 78. Vereringvoolu skeem. *Ad* — Parem eeskoda alumise ja ülemise õõne tõmbsoonega (*Vci*, *Vcs*). *Dth* — Rinna koemahla soonetüvik. *Vd* — Parem kamber. *Ap* — Kopsu-tuiksoon. *P* — Kops. *Vp* — Kopsu-tõmbsoon. *As* — Pahem eeskoda. *Vs* — Pahem kamber. *Ao* — Aort. *D* — Sool. *L* — Maks. *Vp'* — Maksa värat-tõmbsoon. *Lv* — Maksa-tõmbsoon.

temas vesi. *A* ligidal on rõhumine suurem, *a* st eemal vähem. Ka siin kulub osa rõhumisjõudu hõõrumise peale, nõnda et *A*-st eemal vesi väikese rõhumise tõttu ei tõuse külgtoru

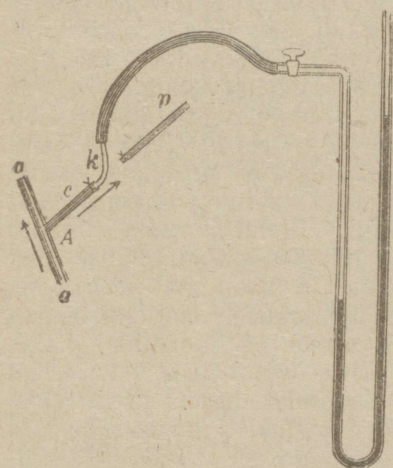
torus mitte kõrgele. Katsed mitmesuguste torudega on näidanud, et peenikeses torus rõhumine kiiresti väheneb: hõõrumine on seal suur. Peenikestes soontes ja iseäranis juusoontes on sellekohaselt väike rõhumine leitud. Sooni elavhõbeda-manomeetriga (joon. 80) ühendades on leitud, et aordis rõhumine kuni 180 mm. elavhõbeda järele ulatub, kapillaarides aga kõige enam 40 mm. (Veri on elavhõbedast umbes 13 korda kergem.) Kui tuiksoon katki lõigata, siis purskab seal verd suure rõhumise tagajärjel kõrgele üles. Vertikaalitorus, mis soonega ühendatud, tõuseb veri esialgu ka üle 2 mt. kõrgele.



Joon. 79. Silinder (A), kus vesi alaliselt ühel pinnal seisab (juurevool). *ab* — Rõhtus (horisontaalne) toru. *b* — Avaus, kust vesi üles purskab. D_1 — D_3 — Vee-pinna kõrgus (rõhumise suuruse näitaja) külgtorudes (1—3). *F* — Veejuga.

Peenikestes tõmbsoontes on vere rõhumine väike. Suuremates võib rõhumine isegi puududa. Ühelt poolt surub tõmbsoontes verd edasi peenikestes tõmbsoontes valitsev vere rõhumine; teiselt poolt on süda nagu imeja pump, mis verd sisse imeb.

Kui eeskamber laienema hakkab, siis imeb ta verd enesse. Südame sisseimev jõud on võrdlemisi küll väike, kuid siiski jätkub sellest vere voolamise alalhoidmiseks. Sissehingamise ajal, kui rinnakorv laieneb, kistakse ka süda laiemale rinnakorvis vähenenud rõhumise mõjul. Sellepärast on siis sissehingamise ajal südame sisseimemisvõim suurem kui muidu. Peale nimetatud asjaolude on tõmbsoontes vere edasilikumisele abiks veel sulud ehk klapid

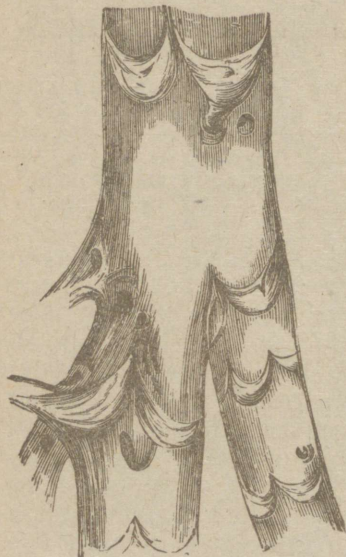


Joon. 80. Manomeetri abil vererõhumise määramine. *c* — Arter. *p* — Tema lahtilõigatud ots. *k* — Arterei kinnitatud toru. Nool näitab verevoolu sihti.

(joon. 81). Need lasevad verd ainult südame poole liikuda, mitte aga tagasi. Sellepärast võib lihtne surumine, masseeri-

mine ehk lihaste tegevus tõmbsoontes verd edasi suruda ja nõnda verevoolu elustada.

Me nägime, et tuiksoontes on veri suure rõhumise all. Sellekohaselt on tuiksooned ehitatud — nende seinad on paksud (joon. 82). Sooneel on seinas kolm kokihti: välimine hõre kiuline sidekude, keskmine (kõige paksem) — väline pikutiine ja sisemine — ringis silelihaste kiht. Keskmises kihis on veel elastilised kiud, mis pinevile kistud soont koomale kisuvad (võrdle kummitoruga). Sisemise kihi sünnitavad lamedad rakud (epiteel), mis ainult ühe kihina soont seest vooderdavad.



Joon. 81. Lõhkilõigatud väline niude-tuiksoon, mille seintel näha sulud ehk klapid (loomulik suurus).

Tõmbsoonte seintes on leida needsamad kolm kihti, kuid nende seinad on õhemad. Paksem on seal väline kiht, keskmises kihis on vähe elastilisi kiudusid ja vähem lihaseid.

Soonte seintes asuvad lihased võivad soone avause koomale pigistada. Kui näit. naha sooned kokku tõmbuvad (külm, ehmatuse), siis läheb nahk valgeks ehk kahvatuks. On aga nahas sooned laiali, siis on nahk punane, sest siis voolab seal palju verd. Sooned laienevad tegevas orgaanis, mille tagajärjel sinna rohkem verd tungib. Nõnda voolab enam verd lihastesse töötegemise ajal, makku ja sooltesse seedimise, pähe õppimise ja mõtlemise ajal.

Et verejaotus korralik oleks, selleks peab püüdma ühel ajal mitte mitut tööd teha. Kui näit. söömise ajal ehk otse pärast söömist lugeda ja mõtelda, siis koguneb enam verd ajusse, kuna mao tegevus selle läbi aeglasemaks muutub.

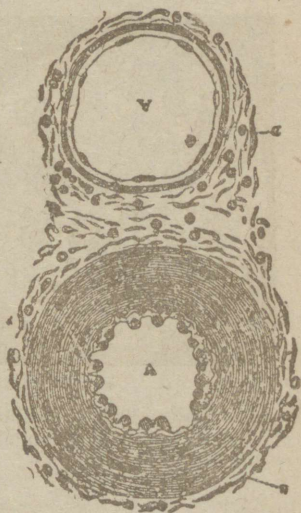
Verevoolu kiiruse määramiseks tarvitatakse loogakujulist riista, verebella. Üks verebella sammas täidetakse õliga, teine füsioloogilise lahundi või vereleemega. Verebella otsad köidetakse soone otsadesse, nõnda et veri rõhub lahundi või vereleeme, mille rohkus teada, veresoonesse. Järele vaadates, kui kiiresti see sündis, ja teades, kui jäme oli soon, võime välja arvata, kui kiiresti veri selles soones voolab. Säärasel viisil on võimalik määrata verevoolu kiirust suuremais soon-

tes. Juussoontes võib verevoolu kiirust määrata mikroskoobi all konna ujumisnahas, keskmetses jne. On leitud, et veri voolab kõige kiiremini tuiksoonte alül ja tõmbsoonte lõpul, kõige aeglasemalt juussoontes. Soonte harunemise korral suureneb nende läbimõõdu kogusuurus: harud on kokku ikka jämedamad kui tüvi. Tähendab, kui näit. aort on alguses 1 □-sm. läbimõõdus, siis tema harude kogulaius suureneb alata, kuni ta kõige suuremaks saab kapillaarides, mis on kõik kokku umbes 400 korda laiemad. Aorti peab sama ajaga nõndasama palju verd sisse voolama, kui sealt välja läheb. Sellepärast peab sama ajaga laiaist kui ka kitsast kohast ühevõrra verd läbi minema. Et aga laiaist kohast sama ajaga niisama palju verd läbi peab minema, kui kitsast, sellepärast peab laias kohas veri aeglasemalt voolama, nõndasama kui jõe vesi laias kohas aeglasemalt voolab.

Aordis on verevoolu kiirus umbes 40 sm., juussoontes aga 0,5—0,8 mm. sekundis.

Verd on kehas umbes $\frac{1}{20}$ keha raskusest, nõnda et 60 kg. raskuses kehas on 3 klgr. verd. Süda tõukab aorti korraga umbes 50 gr. verd. Ühe minuti jooksul voolab aorti 60×50 gr. = 3000 gr. = 3 kgr. Nõnda siis teeb kogu veri umbes ühe minuti jooksul ringi läbi kogu keha. Verevoolu ringi kiirust on määratud ka sel teel, et teatavat ollust on tõmbsoone südamepoolsesse otsa pritsitud. Teisest vastavast samanimelisest tõmbsoonest on verd välja lastud. Juba isegi 23 sek.

järele on sissepritsitud ollust ühes verrega välja voolanud. Nõnda on siis veri ringi 23 sek. ära teinud. Kuid ainult osa verd võib nõnda kiiresti voolata. Kõige kiiremini voolab torus see osa vedelikku, mis toru keskel. Toru seina ligidane osa liigub aeglaselt, sest teda takistab toru vastu hõõrdumine. Verd soontes liikuma pannes teeb süda ühe ainsa tööpäeva jooksul hiiglasuure töö ära. Iga kokkutõmbumisega tõukab pahem kamber enesest 50—100 gr. verd niisuguse jõuga välja, et see 2 meetri kõrgusele tõuseks. Ühe minuti jooksul heidaks süda 60×50 —100 gr. = 3000—6000 gr. = 3—6 kgr. verd kahe meetri kõrgusele. Päeva jooksul viskaks ta 2 meetri kõrgusele 4320—8640 kgr. verd, see on



Joon. 82. Tuiksoone (A) ja tõmbsoone (V) risti-läbilõige.

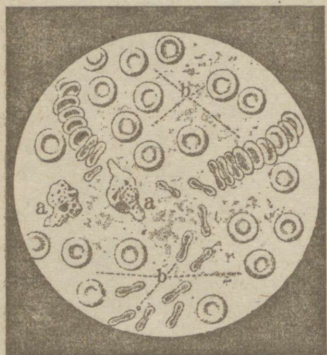
8640—17080 kilogramm-meetrit. Selle töö teeb ära ainult pahem kamber.

Südame ja soonte innervatsioon.

Väljalõigatud konnalihas ei tõmbu iseseisvalt kokku. Ta lüheneb ainult ärrituste mõjul, mis väljastpoolt tulevad.

Kui aga konna südame välja lõikame, siis paneme tähele, et ta ikka edasi tuksub (iseäranis kumerklaasikeses, kus väheke füsioloogilist keedusoola-lahundit). Lihas lüheneb kehas ainult siis, kui ärritus erku mõõda temasse tungib. Kui erk katki lõigatud, siis ei lühene lihas iseseisvalt, ilma väliste ärritusteta. Südamel on aga oma ergukava, mis tema tegevust võib iseseisvalt juhtida.

Kuid peale südame enese erkude avaldavad südame peale mõju veel teised ergud. Ärritused, mis nende kaudu tulevad, takistavad (hulkujaerk, *n. vagus*, mis peaaugust tuleb) või kiirustavad südame tegevust (*n. accelerans*). Sellest on arusaadav, et hingelised ehk teised nähtused (ehmatus, hirm, löök kõhu peale) avaldavad südame tegevuse peale takistavat ehk kiirustavat mõju.



Joon. 83. Punased verelibled (b).
a — Valged verelibled.

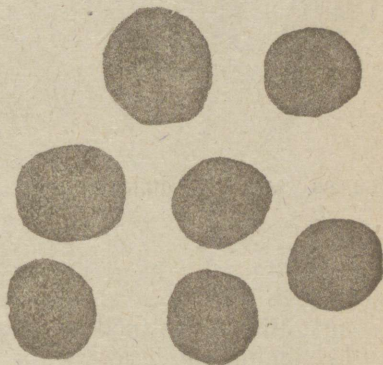
Sooned on pinevil hari-likult ärrituste mõjul, mis neisse sümpaatiliste erkude kaudu lähevad. Kui kodujänese kaela-peakne sümpaatiline erk katki lõigata, siis laienevad ta kõrva

sooned. Kui aga seda ergu otsa ärritada, siis tõmbuvad sooned jälle koomale. See on paremaks tõendajaks, et erkude ärritused sooni pinevil hoiavad.

Veri.

Vere koosseis. Paistab, nagu oleks veri punase-ehk verevärviline vedelik, kuid kui verd vaadelda mikroskoobi all, siis leiame, et ta ei ole lihtne vedelik, vaid temas on näha palju verelipli. Vedelat vere osa nimetatakse plasmaks. Plasmas asuvad punased ja valged verelibled. Punased verelibled paistavad mikroskoobi all kollastena. Kõige enam on veres punaseid verelipli (erütrotsüüte), mahu järele 30—45%. Valgeid verelipli (leukotsüüte) on vähe (alla 1%). 1 kantimillim. veres on punaseid 5 miljonit, valgeid 6000—9000. Punased verelibled on kettakujulised (joon. 83), keskest õhemad kui äärtelt. Nad on õige väikesed (diam. 8 μ ., 1 sm. peale

läheb neid ritta 1250 tükki). Punane verelible on tekkimise ajal täieline rakk protoplasma ja tuumaga. Veres asuvad punased verelible on aga südamiku kaotanud. Järele on neil jäänud ainult protoplasma. Punased verelible tekivad kondiitidis, lagunevad mõne nädala pärast põrnas ja maksas. Punase verelible protoplasmas on punane värvollus — verepuna ehk hämoglobiin. Verepuna on isesugune munavalgeollus, mis sisaldab rauda. Hämoglobiin ühineb kergesti hapnikuga. Kui veri läbi kopsu voolab, siis on ta õhuga ligidases ühenduses. Kopsudes ühineb hämoglobiin õhu hapnikuga. Hapnikuga ühinenud veri on helepunane — arteriaalne. Nagu hämoglobiin ühineb kergesti hapnikuga, sama kergesti vabaneb ka temast hapnik. Kui veri kudede juussoontes voolab, siis võtavad koed seal plasmast hapnikku enestesse ja tarvitavad ta ära oksüdeerimisteks ja ühendusteks. Samal ajal vabaneb hapnik punastest verelibledest ja saab omakorda kättesaadavaks rakkudele (välja arvatud kopsu omad). Nõnda siis kannab hapnikurikas veri kudedele alaliselt hapnikku juure. Sellepärast on veri, mis läbi juussoonte jõudnud, hapnikuvaene. Hapnikuvaene veri (hämoglobiin) on tumepunane — see ongi tõmbsooneline (venoosne) veri. Sinikais soontes (tõmbsooned), mis naha all paistavad voolab tumepunane tõmbsooneline veri. Tõmbsooneline veri muutub kopsus uuesti helepunaseks tuiksooneliseks. Kui tõmbsoonelist verd



Joon. 84. Valged verelible mitmesuguste tuumadega.

(kauemini kinniselt seisnud ehk tõmbsoonest väljalastud) katseklaasis loksutame, siis muutub ta helepunaseks, sest ta võtab õhust hapnikku. Kinniselt seisnud veres tarvitatakse hapnik hapendumise peale.



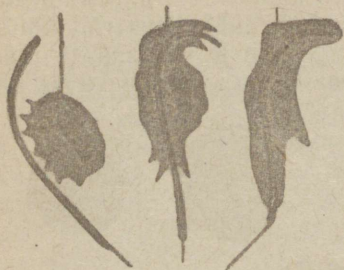
Joon. 85. Valge verelible kujumuutus 10 minuti kestusel.

Nõnda siis on punaste vereliblede ülesanne hapniku edasikandmine kudedesse.

Koed saavad verest hapnikku, mille kulul neis hapendumine ehk oksüdeerumine tegutseb. Hapendumise tagajärjel

sünnib aga, nagu teada, süsihapu gaas, mis kapillaarides tõmbsoonte verde satub. Tuiksoonelises veres on aga süsihaput

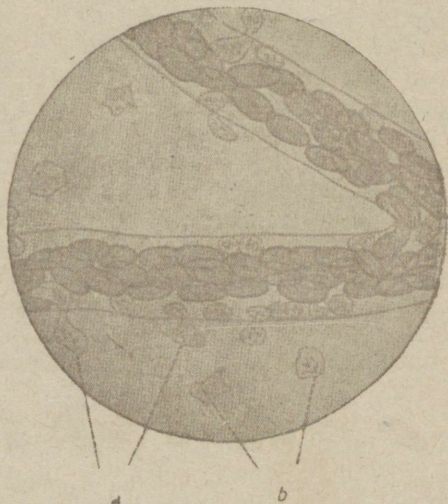
gaasi vähe. Sellepärast tungib ta diffusiooni teel kudedest verde. Verrega kopsudesse jõudes, tungib süsihapu gaas verest õhku, sest õhus on teda palju vähem kui veres. Kopsudest hingatakse süsihapu gaas välja. Nõnda siis muutub õhk, mida me sisse hingame, järgmiselt: temas jääb hapnikku vähemale, kuid süsihaput gaasi saab sinna enam.



Joon. 86. Valge verelible bakteeri neelamas.

Neil on üks ehk isegi mitu (joon. 84) tuuma, mis üksteisega peenikeste niitidega on ühendatud. Et valgeid verelipli on 1 kantmillimeetris 6000—9000, siis on neid seega 300—500 korda vähem kui punaseid. Valged verelibled liiguvad niisama kui amööbki (joon. 85). Ka valge verelible ajab üksikuist raku osadest ebajalakesed välja. Ebajalakestega ümbritseb ta toiduolluseid. Selle omaduse tõttu on neil kehas suur tähendus: nad kogunevad sinna, kus on baktereid, ja hakkavad neid seal neelama. Nad piiravad ebajalakestega bakterite niidid sisse (joon. 86) ja seedivad nad ära. Kui valged verelibled kehasse sattunud baktereid ära ei hävitaks, siis hakkaksid nad kehas olevate toitvate olluste kulul kiiresti sigima, sulataksid isegi keha koed ära ja hävitaksid varsti keha. Kui näit. haavas väga palju baktereid sigib, siis neelavad paljud verelibled enestesse nõnda palju baktereid, et nad surma saavad. Nad

Valged verelibled on väga amööbitaalised rakud.



Joon. 87. Valgete vereliplide soonte seintest läbitungimine. a — Läbitungivad rakud. b — Koes hulkuvad rakud. Näha kaks juussoont, kus palju verelipli.

tulevad haavast mäda kujul välja. Kui korruga palju baktereid sigib ehk nad on mürgised, siis ei suuda verelibleid neid ära hävitada ja keha langeb bakterite saagiks. Sageasti on bakterites mürgised, mis vabaks saades keha ära mürgitavad. Valged verelibleid tungivad isegi läbi soonte seinte sinna (joon. 87), kus bakterid pesitsevad. Juuremeelitaajaks on ollu, mis bakterid enestest välja heidavad (kemo-taksis). Kuid mitte kõik bakterid ei erita produkte, mis neid juure meelitavad. Nõnda siis on valged verelibleid bakterite hävitajad. Neid nimetatakse sagedasti fagotsüütideks.

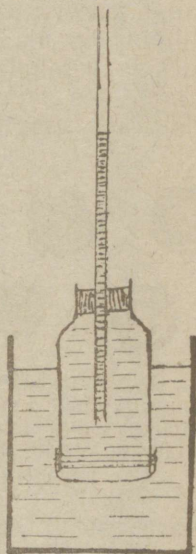
Vere plasma on vesi, milles on lahundunud munavalge-ollused (7—8%), kobarsuhkur (0,1%), rasvad ja soolad. Veres on alati leida suhkrut, kust rakud teda toiduks võtavad. Peale nende ollu on plasmas veel mitmesuguseid ollu, mis kõlbmatuks ja kahjulikuks on muutunud. Veri kannab nad neerudesse, kust nad välja heidetakse.

Väljavoolanud veri tardub (hüübib) mõne minuti pärast, ta muutub poolkõvaks. Tardumisel sünnivad iseäralisest munavalge-ollusest — fibriinist — niidikesed, mis võrgu loovad, kuhu verelibleid sisse jäävad. Kui värskelt väljalastud verd kareda asjaga (pulgaga, vitsadega) kloppida, siis jäävad fibriin-niidikesed kimbuna kareda pinna külge ja veri ei tardu enam.

Kui tardunud veri kauemat aega seisab, siis lühenevad ehk tõmbuvad fibriin-niidid kokku ja pressivad enesest kollaka vedeliku — vereleeme — välja. Vereleem (seerum) läheb plasmast selle poolest lahku, et temas puudub fibriini sünnitav ollu (fibrinogeen).

Mineraalsooladel on organismis väga suur tähendus. Osalt on nad ehitusmaterjaliks, nagu näit. luudes, milles on leida palju Ca (kaltsium-) soolaid. Teiseks on nad hapete neutraliseerijaiks. Metallid ühinevad kehas sündinud hapetega, mille tagajärjel happed oma mürgisuse võivad kaotada. Kolmandaks on soolad teatava osmootilise rõhumise alalhoidjaiks.

Võtame ilma põhjata pudeli ehk katseklaasi, millele põhja asemele põie ehk pärgamentpaberi köidame, täidame ta soolalahundiga ja paneme ta peale korki, milles toru seisab. Kui selle pudeli destilleeritud vette paneme, siis tungib vesi kiiresti pudelisse, sool aga läheb osalt välja (joon. 88). Vesi tungib kiiremini pudelisse kui soolalahund sealt välja.

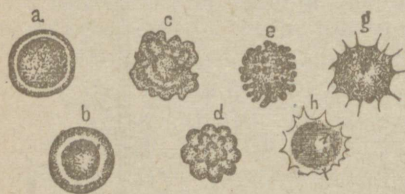


Joon. 88. Osmoosi katse.

Sellepärast hakkab lahund torus kõrgemale tõusma. Pudelis on sündinud rõhumine, mis osa vett torust üles kihutab. Kui aga pudeli põhja alla sama kange lahund panna, kui pudelis asus, siis jääb torus oleva lahundi pind kohale. Paneme aga pudeli alla kangema lahundi kui seal sees on, siis jääb lahundit pudelis vähemale, ta langeb torust alla. Nõnda siis „kisub“ kangem lahund enesesse vett juure.

Kui me kinnise pudeli, põiest põhjaga, milles kange lahund, vette paneme, siis rõhub pudelisse voolanud vesi pudeli seinte peale. Mida kangem lahund, seda kangemini rõhub ta seinte peale. Kohast pudelit manomeetriga ühendades võib mõõta isegi rõhumise suurust. Nõnda siis võib iga lahund teatava rõhumise sünnitada. Vere plasma osmootiline rõhumine on üle 7 atmosfääri. Sama suur on rõhumine rakkudes ja verelipledades. Lisame verele destilleeritud vett juure¹⁾, siis on plasmas nõrgem rõhumine kui verelipledades. Sellepärast tungib näit. punastesse verelipledadesse palju vett.

Nad lähevad suureks ja lõhkevad viimaks suure rõhumise tagajärjel (hämolüüs). Hämoglobiin vabaneb verelipledast ja lahundub vees. Veri muutub selle tagajärjel hoopis läbipaistvaks. Kui me aga verele 0,8—0,9% keedusoola-lahundit — nõndasama palju kui verd võetud ehk enam — juure lisame, siis jääb veri endist viisi läbipaistmatuks. Verelibled ei



Joon. 89. Punased verelibled, mis oma kuju muutnud ümbruse osmootilise rõhumise tõusu tagajärjel. a, b — Muutumata verelibled. c—h — Muutunud verelibled.

lõhke, sest et selles lahundis on rõhumine niisama suur kui neis. Kui aga paneme verelibled kangesse keedusoola-lahundisse (näit. 10%), siis tungib neist vesi keedusoola-lahundisse (seal suurem rõhumine), mille tagajärjel verelibled kokku kisuvad (joon. 89). Samuti on lugu, kui veri kuivab, millal tekib kangem lahund.

Võib muutuda ka teiste rakkude kuju selle järele, kas teda ümbritseb liig lahja või liig kange lahund. Olevused on kohanenud teatava lahundi kangusele (kontsentratsioonile). Meres on kaunis palju soolasid (3,5%), magedas vees aga hoopis vähe (sajandikud %). Kui mere olevus magedasse vette panna, siis sureb ta. Nõndasamuti on lugu mageda vee olevusega merevees.

Mitmesugustel sooladel on veel oma isemõju olevuse peale. Na-soolad on ärritavuse alalhoidjad. K- ja Ca-soolad üksikult halvavad lihase ja ergu tegevuse. Loomuli-

1) Umbes sama palju ehk rohkem kui verd võetud.

kuks ärritatavuseks peavad kõik soolad tarvilikul rohkusel saadaval olema.

Veri on siis ümbrus, kus rakud elavad, ümbrus, millel peab olema teatav osmootiline rõhumine (soolade lahund), kus on toiduollused rakkude jaoks ja kuhu heidavad rakud oma kõlbmatud ollused.

Immunitet. Me nägime, et valged verelibled on keha kaitsjaks bakteride eest. Kuid mitte ükski nemad ei ole vaenlaste vastu võitlejad, vaid verde sünnivad veel mitmesugused ollused, mis baktereid hävitavad ehk mürkisid kahjutuks teevad. Kui inimene, näituseks, rüugehaigust põeb, siis ilmuvad tema verde ollused — vastukehad, mis haiguse baktereid surmavad. Need ollused jäävad pärast rüugehaigust mitmeks aastaks verde. Sellepärast ei jää siis see inimene, kes rüugehaiguse läbi põdenud, mitme aasta jooksul enam haigeks. Tema keha on omandanud haiguse vastu immuniteedi (vastuvõtmatuse, kindluse). See immunitet on loomulikult teel omandatud. Kuid immuniteedi võib ka kunstlikult teel omandada. Selleks tarvitseb nõrgendatud baktereid, kes ainult nõrga haiguse oleku sünnitavad, kehasse asetada. Nende mõjul hakkab verde kogunema ollused, mis baktereid hävitab. See on kaitserüugeid panev (rüugehaiguse vastu). Sel teel omandatakse kunstlik immunitet. On veel teine kunstliku immuniteedi omandamise viis. Difteriidahaiguse korral pritsitakse haigetele haiguse vastumürkisid sisse. Tähen datud vastumürk valmistatakse sel teel, et hobusele pritsitakse mitmel korral difteriidi mürkisid (toksiinid) sisse, esialgselt vähe, lõpuks enam. Selle mõjul ilmuvad hobuse verde vastumürgid (antitoksiinid), mis haiguse mürgi kahjutuks teevad. Osa hobuse verd lastakse välja ja eraldatakse temast leem (seerum), mida haigetele sisse pritsitakse. Veri valmistab väga mitmesuguste olluste vastu vastukehasid (baktereid, munavalgete jne. vastu). Kui ühe looma verde mitmel korral teist liiki looma (näit. jänesele koera) verd pritsida, siis ilmuvad esimese (jänese) veres viimase (koera) vere vastukehad, mis koera punased verelibled ära lahundavad (hämolüüsivad). Kui aga loomad on ligidases suguluses, siis ei sünnita nende vere teineteisele sissepritsimine vastukehasid. Nõnda, näituseks, ei sünni vastukehad

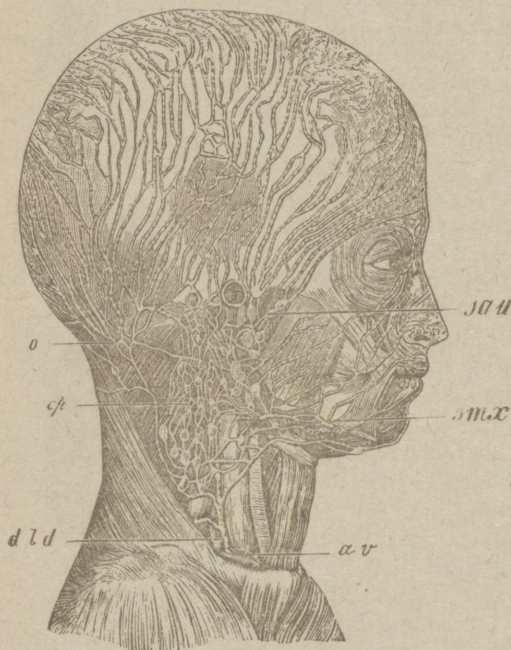


Joon. 90.
Koemahla-soon
sulgudega ehk
klappidega (läbi-
lõikes).

verde, kui inimese verd inimesesarnaste ahvide verde pritsida. See reaktsioon on paremaks näitajaks, kas on teatavate loomade vahel veresugulus olemas või mitte.

Külgehakkavate haiguste ajal peab iseäranis ettevaatlik olema. Haigusesünnitajad bakterid võivad mitmel viisil kehasse sattuda: veega, toiduga, mustade käte küljest, läbi katkise naha, isegi väiksemagi kriimi kaudu, täide kaudu, kopsude, suu ja soolte kaudu jne. Endisel ajal, kui ei tuntud baktereid ja nende vastu võitlemise viisid, sattusid lõikuste ajal bakterid haavadesse, mispärast need sagedasti mädanema hakkasid.

Nüüd tehakse lõikusi riistadega ja kätega, kust küljest bakterid hävitatud. Riistad keedetakse ära, käed pestakse puhtaks sublimatega. Bakterite hävitamise otstarbel kuumutatakse nuga tulel ja hõõrutakse käevart piiritusega rõugete panemise puhul. Bakterite hävitamist nimetatakse desinfitseerimiseks. Bakterid, mis, näituseks, kõhutõbe ajal soolte seintes elutsevad, tulevad osalt ühes väljaheidetega välja. Nad võivad kergesti käte ehk pesu külge hakata. Sealt võivad nad söögiriistade külge ja sööki jne. sattuda. Sealt satuvad nad teiste inimeste sooltesse, kus nad jälle haiguse sünnitavad, kui keha neid küllalt kiiresti ei suuda ära hävitada. Sellepärast tuleb külgehakkavate haiguste ajal iseäranis hooliga puhtust pidada, käed, söögiriistad ja ained puhtad hoida. pärast haigega kokkupuutumist käed hoo-



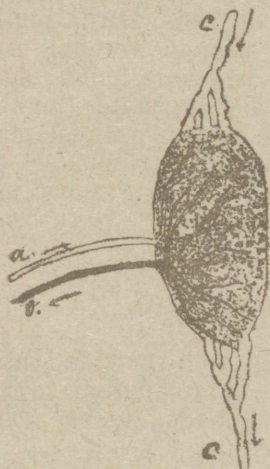
Joon. 91. Pea mahlasooned ja -sõlmed.

lega puhtaks pesta (soovitav sublimatega). Toad, kus kardetava külgehakkava haigusega haige sees olnud, tulevad desinfitseerida (harilikult desinfitseeritakse ehk puhastatakse haiguse idudest formalini auruga). Väga kardetavad külgehakkavad haigused on plekiline soetõbi, katk, pidalitõbi; kardetavad on ka difteeriit, leetrid, rõuged, sarlak jne. Külgehakkavate haiguste algusel ei pea mitte kooli tulema, et mitte ka teised haigeks ei jääks. On soovitatav võimalikult haigega kokku puutumast hoida. Kokkupuutumise korral tuleb aga ettevaatlik olla, peab pärast käsi pesema, ei tohi neid enne suu ligi panna jne.

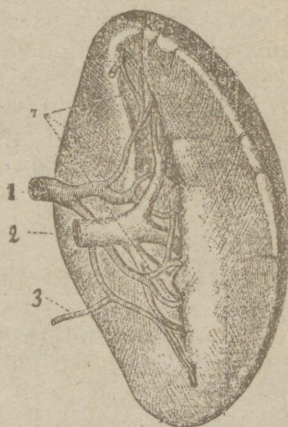
Koemahl. Nagu eespool nimetatud, on kapillaaride seinad ühest rakkudekihist. Tähendab, otsekoheisel teel saavad toitu ja annavad kõlbmatuid olluseid välja verde ainult seina rakud.

Seinte vahel olevad rakud saavad oma toidu vereplasmast, mis läbi seina tungib.

Läbi juussoone seina tunginud vereplasmast nimetatakse lümfiks ehk koemahlaks. Sinna tungivad ka valged verelibled (lümfikehad). Koemahl voolab alguses rakkudevahelises ruumis, kandes toiduolluseid iga raku juure. Ta võtab vastu ka ollused, mis rakkudes elutegevuse tagajärjel kõlbmatuks muutunud. Rakkude vahedest voolab ihumahl esiti väikestesse mahlasoontesse, mis ühinedes sünnitavad suuremad mahlasooned. Mahlasoontes on samasügused sulud kui tõmbsoonteski (joon. 90). Mahl liigub neis juurevoolava mahla



Joon. 92. Mahlasõlm. a —
Tuiksoon. v — Tõmbsoon.
c — Mahlasooned.



Joon. 93. Põrn. 1 — Tuiksoon.
2 — Tõmbsoon. 3 — Tõmbsoone
ühendusharu. 7 — Põrna värat.

rõhumise ja lihaste rõhumise tagajärjel. Mahl voolab tõmbsoontesse. Kehas on paremal ja p a h e m a l p o o l sisikonna taga suur mahlasoon, mis avanevad rangлуу aluse ja ikke tõmbsoonte vahekohta (joon. 92). Mahlavoolu kiirust on raske kindlaks määrata. Arvatavasti voolab öö-päeva jooksul tõmbsoone umbes 7 liitrit mahla. Mahlasooned on igal pool kehas. Joon. 91 kujutab pea mahlasooni ja -sõlmi.

Mahlasoonte teel asuvad mahlasõlmed. Need on mitmesuguse suurusega (näit. oa, hernetera suurused) arendid, kus sünnivad valged verelibled. Mõne infektsiooni (bakteride sünnitatud külgehakkava) haiguse korral paistetavad mahlasõlmed üles. Nad peavad baktere kinni.

Sagedasti on mahlasõlm oakujuline (joon. 92). Temal on kest, koorollus ja sisu. Mahlasõlme voolab tuiksoon, mis seal

juussoonteks haruneb. Välja viib tast tõmbsoon. Mahlasoon läheb sõlme ja sünnitab seal laiemad kohad — siinused ehk loigud. Sõlmes tekivad rakud, mis on hoopis valgete vereliplade sarnased. Nad satuvad siinustesse, kust mahl nad välja minnes kaasa võtab ja verde kannab. Mahlasõlm teeb nähtavasti kahjutuks mõned mürgised ollused.

Põrn. Pahemal pool kõhukoopas, mao, neeru ja vahe-liha vahel asub põrn, 12—15 sm. pikk nääre (joon. 93). Tema ehitus tuletab meele mahlasõlme ehitust, kuid ta siinustes ei voola mitte mahl, vaid veri. Põrna voolab tuiksoon ja haruneb seal juussoonteks, mis varsti jälle ühinevad ja tõmbsoone sünnitavad, mille kaudu veri põrnast välja voolab. Põrnas sünnivad valged verelibled, mis verde satuvad. Põrna tõmbsoones on sellepärast märksa rohkem valgeid verelipli kui tuiksoones. Põrna väljalõikamisel ei ole iseäranis halbu tagajärgi, sest siis hakkavad nähtavasti teised orgaanid (mahlasõlmed) tema aset täitma (valgeid verelipli rohkem valmistama). Põrn etendab osa veel punaste vereliplade lagunemisel ja sündimisel. Pärast põrna väljalõikamist sünnib verekaotuse järele uus veri aeglaselt.

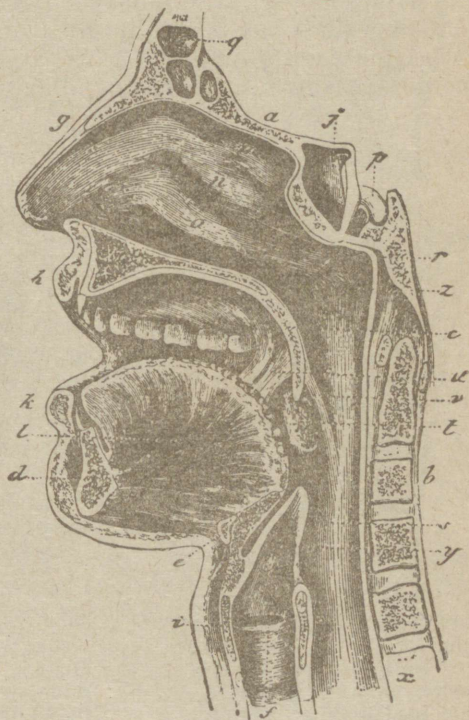
Hingamine ja hingamisorgaanid.

Hingamise orgaaniks on kops. Kopsu võib võrrelda õõnsa, vaheseintega soppidesse jaotatud kotiga, kuhu hingamise ajal õhk sisse tungib ja sealt varsti jälle välja tõugatakse. Õhk tungib kopsudesse nina ja hingekõri kaudu.

Ninakoopas asuvad voldikujulised kõrkmed (joon. 94), mis niiske limanahaga kaetud. Kõrkmete vahedest läbi tungides, puutub seal õhk limanahaga kokku. Tolm, mis õhus olemas, jääb pea kõik limanaha külge. Kõrkmete laia pinnaga kokku puutudes soeneb õhk, nõnda et kopsudesse ainult soendatud õhk pääseb. Kui läbi suu hingata, siis satub kopsudesse jahedam ja tolmusem õhk. Ninakoopast läheb õhk tagast üle kurgupurje kurku, sealt edasi hingekõrisse. Hingekõri alguses eespool seisab kõrikaas (joon. 95), mis hingekõri neelamise ajal kinni katab, nõnda et toit ei pääse sinna sisse. Kõrikaas on limanahaga kaetud krõmpsluu. Hingekõri seisab koos krõmpsluu ringidest, mis üksteisega elastilise sidekoega ühendatud. Kõri ülemises osas on krõmpsluudel isesugune kuju. Nad sünnitavad seal kõrisõlme.

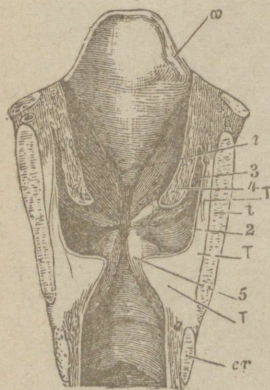
Kõrisõlm ja hää. Kõrisõlme kõige suuremat krõmpsluud nimetatakse kilpluuks (joon. 96 ja 97). Tema on kahest neljakandilisest plaadist kokku pandud, mis ees kokku sula-

nud. Tagumise, lahtise osä küljes on tal harud. Allpool kilpluud seisab sörmusekujuline krõmpsluu (sõrmusluu joon. 96), mille jämedam osa tahapoole ulatab. Taga, sörmusluude peal seisavad kannluud (2 tükki). Kõik need krõmpsluud on üksteisega sidekoe ja lihaste abil ühendatud. Kummagi kannluu küljest läheb 2 künnapit kilpluu külge, üks kõrgemal, teine madalamal. Kumbki künnap on ümbritsetud lihaste ja limanahaga, mis koos sünnitavad voldid — häälepaelad (joon. 95). Alumised voldid on päris häälepaelad, ülemised eba-häälepaelad. Lihased võivad kannluid, mille küljes häälepael kinni, tahapoole ja koomale tõmmata. Selle tagajärjel muutuvad häälepaelad pikemaks ja päris häälepaelte vahe — häälepilu — kitsamaks (joon. 98). Pikemaks ja rohkem pinevile kistakse häälepaelad ka siis, kui kilp- ja sõrmusluu vaheline lihas kilpluud ettepoole tõmbab (joon. 99) (pange käsi kõrisõlme külge ja laulge enne madalam, siis miski kõrgem tooni). Kui häälepaelte pinevil-oleku ajal kopsust õhku välja surutakse, siis hakkavad nad võbisema, niisama kui puhumise ajal klarneti ehk suupilli keelgi. Nagu teada, sünnitab lühike keel (kandlel, klaveril) kõrgema tooni kui pikk. Selle järele sünnitab ka lühike häälepael kõrge hääle (sellepärast lapsel kõrge hääle). Peale selle sünnitab enam pinevile kistud häälepael (nagu viiulil ehk kandlel keel) kõrge tooni. Inimese häälepael võib sünnitada pingutuste ja pikkuse muutuse tagajärjel toonisid $2\frac{1}{2}$ oktaavi ulatuses.

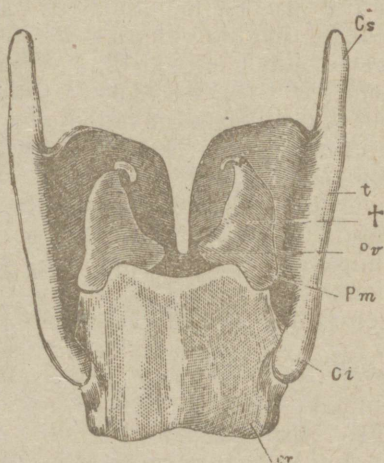


Joon. 94. Ninaoobas, suukoobas ja kurk. *m, n, o* — Nina kõrkmed. *c* — Kurgu puri. *y* — Kõrikaas. *l* — Keel. *t* — Kahepoolne. *z* — Kõrvakurgu-toru avaus. *g* — Otsaluu loik ehk koobas. *b* — Selgroo-lüli. *k, h* — Huuled. *u, v* — Eesmine ja tagumine suulae kaar.

Nagu oreilil ehk teistel puhkpillidel on torud, kus õhu võbisemine teataval viisil koondatakse ehk muudetakse, on lugu ka inimese hääleriistaga. Pealistoruks on siin kurk, suu- ja ninakoobas ja otsaloik (otsaluus). Kui võbisev õhk läbi nimetatud kohtade läheb, siis pörkavad ta lained vastu seinu, mille tagajärjel lainetus muutub. Koopad sünnitavad vastukaaja (resonans), suurendavad teatavaid ületooniseid. Suukoobas võib oma kuju kergesti muuta, millega muutuvad ühes lainetuse tingimused. Sellepärast võivad ühesuguse häälpealte võbisemise tagajärjel sündida mitmesuguse kõlaga toonid.



Joon. 95. Kõrisõlme eesmine pool. *a* — Kõrikaas. *t* — Kilpluu läbilõige. *cr* — Sõrmusluu läbilõige. *T* — Lihased. 1 — Kilpluu. 2, 3 — Pärise- ja eba-häälepealte vahe. 4 — Ülemised häälpealad. 5 — Alumised häälpealad.



Joon. 96. Kõrisõlme krõmpsruud tagastpoolt. *t* — Kilpluu ülemiste (*Cs*) ja alumiste (*Ci*) sarvedega. † — Kannluu, mille eespoolse haru (*Pv*) külge kinnituvad häälpealad, tagapoolse haru (*Pm*) külge lihased. *Cr* — Sõrmusluu.

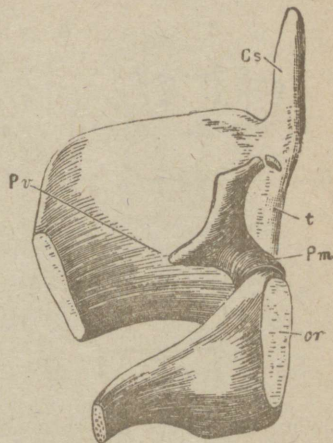
Laulame teatava kõrgusega tooni. Me võime talle anda a, o, u, i, e jne. kõla, kuna tooni kõrgus muutumatuks jääb. Muutub seejuures ainult suukoopa ja kurgu kuju. a-d lauldes on suukoobas ja suuavaus lai, o ja u ajal on suukoobas kitsam ja mokad ligistikku, i ja e ajal on kurk lai ja suukoobas kitsas (Joon. 100). Kaashäälilised sünnivad siis, kui õhk voolab läbi kitsa pilu, mis suukoopas sünnitatud (näit. l, v, r, s). Paljude kaashääliliste sündimisel on alguses suukoobas teatavast kohast kinnine, kuid avaneb järsku väljatungiva õhu ees (näit. b, p, d, t, k, g).

Kui häälpealad mitte ei võbise ja õhk läbi suukoopa voolab, siis sünnitab ta vastu seinu hõõrdudes kahina — so-

sina. Sosistades rääkimisel muutub pealistoru — suu-, nina- ja kurgukoobas, kuna häälepaelad on tegevusetä.

Hingekõri ja kops. Hingekõri seisab söögikõri ees. Rinnakorvi jõudes jaguneb ta varsti kaheks haruks (joon. 101), mis kumbki teise kopsupoole sisse läheb. Kumbki kõriharu jaguneb jälle edasi. Hingekõris on poolringi-kujulised krõmpsluud, mille lahtised otsad tahapoole söögikõri vastu ulatavad (joon. 102). Krõmpsluude vahel ja taga on kõri sidekoest ehitatud. Kõriharudes on krõmpsluud ringikujulised, välja arvatud peenemad harud, kus krõmpsluud asuvad seintel piklikkude kilbikestena. Krõmpsluud on kõrile ja kõriharudele kaitseks kokkulangemise eest. Hingekõri ja tema harude sisemine sein on kaetud virve-epiteeliga, mis kõrisesse ja kopsudesse sattunud tolmu välja kihutab.

Kõriharud jagunevad lõpuks õige peenikesteks torudeks, kus ei ole enam krõmpsluid. Nende harude otsas asub kobarik, mis üksikuist kambrikestest koos seisab; need kambrikesed on n. n. kopsumullikesed ehk alveoolid (joon. 103 ja 104).



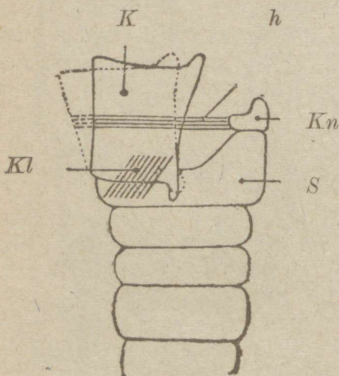
Joon. 97. Kõrisõlme krõmpsluud seestpoolt (parem pool). *t* — Kilpluu ülemiste sarvedega (*Cs*). *Pv* — Kannluu haru, kuhu kinnituvad häälepaelad. *Pm* — Kannluu haru lihaste kinnitamiseks. *cr* — Sõrmusluu.



Joon. 98. 1 — Häälepaelad vabalt hingamise korral. 2 — Häälepaelad häälitsemise korral.

Alveoolid on väga väikesed mullikesed, mispärast neid kopsus on õige palju. Kuid nagu teada, on väikesel asjal võrdlemisi suur pind. Nõnda ulatab kopsu alveoolide pind 80—90 ruutmeetri. Alveoolide ümber on tihe juussoonte

võrkⁿ (joon. 103), kus sees voolab veri. Nagu juussoontel, on ka alveoolidel väga õhuke epiteel, nii et vere ja alveoolide vahel on võimalik gaaside vahetus. Verelipled on, nagu nägime, ka suur pind, nii et gaaside vahetus on suure pinna peale jaotatud, mis võimaldab küllalt kiire vahetusprotsessi. Alveoolide kobarikud on üksteisega sidekoe abil seotud. Kobarikud on kopsu pinnal üksikute osakestena nähtavad.

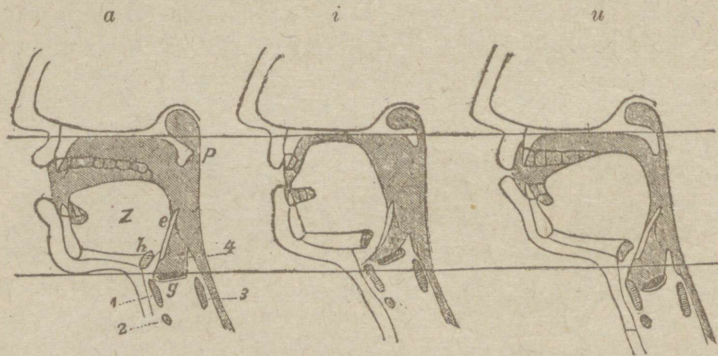


Joon. 99. Kl — Kilp-sõrmusluu lihas, mis kilpluud ettepoole tõmbab (punktiline joon). h — Häälpeael. K — Kilpluu. Kn — Kannluu. S — Sõrmusluu.

Et alveoolid sisaldavad õhku, on kopsud kergemad veest; nad ujuvad vee peal.

Kops seisab koos kahest poolest: paremast ja pahemast (joon. 105). Kumbki pool jaguneb veel osadesse: pahem kahte, parem kolme osasse. Ülemine kopsu ots on peenike (tipp), alumine lai. Alumine kopsu osa lamab vahelihhal ehk diafragmal. Kopsud (ja süda) täidavad kogu

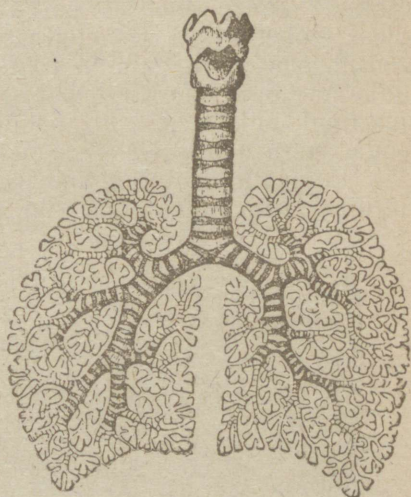
rinnakoopa. Rinnakorvi sisemine sein, mis kopsu vastu puutub, ja kopsu välimine sein on kaetud leemkilega. Kummagi leemkile vahel on leemvedelik, mis on koos-



Joon. 100. Suu- ja kurgukoopa kuju a, i ja u häälendamisel. Z — Keel. P — Kurgupuri. e — Kurgukaas. 1—4 — Kõrisõlme krõmpsluud.

seisu poolest vereleeme taoline (sisaldab munavalget, soolaid jne.). Leemvedelik vähendab hõõrdumist kopsude ja rinnakorvi seinte vahel.

Hingamine. Rinnakoobas on täiesti kinnine õhukindel ruum. Niipea kui rinnakoobas laieneb, langeb seal (ka väljaspool kopsusid leemkilede vahel) rõhumine, kuna aga alveoolides on harilik õhu rõhumine. Et alveoolides olevale rõhumisele sama suur vasturõhumine puudub, sellepärast laienevad alveoolid sisemise rõhumise mõjul ja neisse tungib kõri kaudu õhku sisse. Ühes sellega suureneb muidugi kogu kops ja täidab endiselt rinnakoopa.

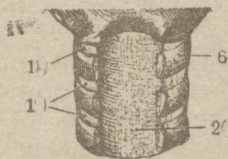


Joon. 101. Kõrisõlm, hingekõri ja tema harud. Peenikeste harude otsad lõpevad mullikestega (skeem).

Säherdust nähtust aitab selgitada järgmine katse (joon. 106). Võetakse põhjata pudel, millele põhja asemele kummi pandud. Läbi korgi läheb kaks toru. Ühe klaastoru otsa pudeli sees on kummimuna köidetud, teine toru on ühenduses manomeetriga, kus elavhõbe (ehk ka vesi) sees. Pudeli sees on vesi (võib ka õhu jätta). Kui kummipõhja (ehk põiest valmistatud põhja) allapoole kiskuda, siis laieneb pudeli ruum; seal langeb rõhumine. Et seal rõhumine langenud, seda näitab manomeeter: elavhõbe on pudelipoolses manomeetri toru osas tõusnud.

Samuti on näha, et pudelis olev kummimuna, mis kopsusid kujutab, on laiennud. Temas oleva õhu rõhumine on ta laiemale surunud. Tähendab, kopsude laienemine käib samade seaduste järele, kui kunstliku kava oma.

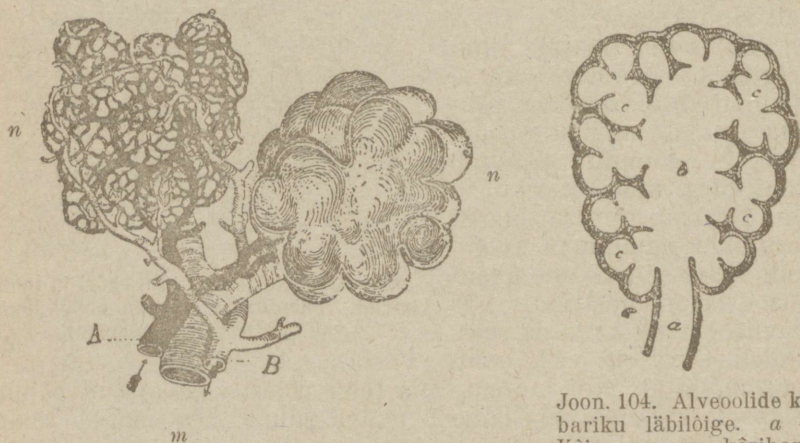
Kopsude laienemisel kistakse alveoolid, nagu kummimunad, pinevile. Kuid mitte üksi laienemise ehk sissehingamise ajal ei ole alveoolid ja kops pinevil, vaid isegi väljahingamise lõpul. Kui rinnakoobas avada, siis langevad kopsud otsekohe kõcku, nõnda et nad ainult väikese osa rinnakoopast täidavad. Nad on nagu pinevile kistud kummimunad. Selle mõjul, et kops kipub koomale, tekib rinnakoopas negatiivne rõhumine ehk



Joon. 102. Ülemine hingekõri osa tagastpoolt. Näha krõmpsluu poolringide otsad (6), mille vahel sidekoest kile (2). 1 — Poolringide vaheline kile.

imemine, mis seal alaliselt valitseb. Sissehingamise ajal on imev tegevus suurem. See aitab kaasa südame laienemisele ja vere tõmbsoontest südamesse imemisele. Kui rinnakoobas ühe külje poolt avada, siis langeb ainult sealne kopsupool kokku. Teine pool ei lange kokku, sest kopsupooled on kilese vaheseinaga teineteisest lahutatud. Kui rinnakoobas avatud, siis on hingamine võimatu. Rinnalihased teevad küll hingamiseliigutusi, kuid kopsud ei laiene, sest rinnakoopasse tunginud õhk rõhub alveoolide peale väljast niisamasuguse jõuga, nagu alveoolide sees olev õhk.

Rinnakorvi suurendamiseks ja vähendamiseks on lihased. Harilikku hingamise ajal on tegevuses diafragma ehk



Joon. 103. Alveoolide kobarikud. A — Tuiksoon. B — Tõmbsoon. m — Kõriharuke. n — Alveoolide kobarik.

Joon. 104. Alveoolide kobariku läbilõige. a — Kõige peenem kõriharu. b — Alveoolide kobariku õõnsus. c — Üksikud alveoolid.

vaheliha ja küljeluu-vahelised lihased. Diafragma tegevusel, nagu juua teada, suureneb rinnakoobas siis, kui ta end koomale kisub, millal ta kumerus väheneb (joon. 107). Küljeluu-vahelised lihased on kahesugused. Välimised neist lähevad (külje poolt kujutatud) ülemise küljeluu küljest alumise külje ja ettepoole, sisemised käivad aga neile ristipidi, ülevalt alla ja tahapoole. Nende lihaste tegevusest saame aru, kui joonistust 108 tähele paneme. P kujutab selgroogu, kus küljeluud kinni, mille vahel on välimised lihased. Kui need lihased kokku tõmbuvad, siis kisuvad nad küljeluid üksteisele ligemale. See on võimalik ainult nõnda, et küljeluud ülespoole tõusevad. Hingamise ajal võimegi kergesti tähele panna, et küljeluud tõusevad. Kui me aga

tahame kopsudest suuremal määral õhku välja suruda, siis hakkavad tegevusse sisemised küljelu-u-vahelised lihased. Nende siht on niisugune, kui joonistusel 109 kujutatud. Kui nad kokku tõmbuvad, siis kisuivad nad samuti küljeluid üksteisele ligemale. Siin on see võimalik ainult siis, kui küljeluud alla-poolle liiguvad.

Hingamise ajal on harilikult tegevuses ühel ajal vaheliha ja küljelu-u-vahelised lihased. Naisterahvad hingavad enam küljelu-u-vaheliste lihaste kui vaheliha abil, meesterahvad enam vaheliha abil.

Kõige tähtsamaks nähtuseks hingamise ajal on gaaside vahetus, mis vere ja kopsudesse tunginud õhu vahel toime tuleb. Nagu nägime, võtab veri õhust hapnikku ja heidab enesest välja süsihaput gaasi. Siis kannab veri hapniku kudedesse, kus ta ära tarvitatakse ja süsihapu gaas verde eritatakse.

Õhk, mida me sisse hingame, muutub nõnda siis järgmiselt: temas jääb hapnikku vähemale ja suureneb süsihappe rohkus.

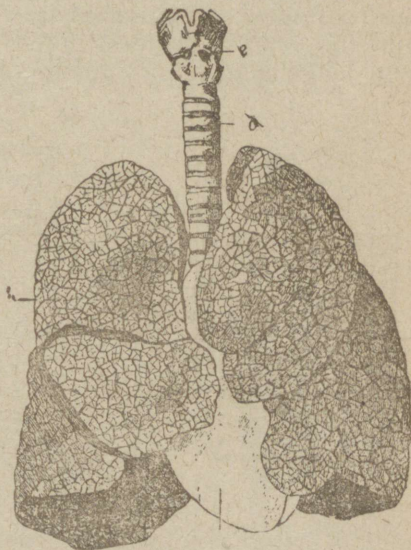
Harilikus sissehingatavas õhus on

lämmastikku	79%
hapnikku	ligi 21 "
süsihapet õige vähe	0,04 "

Väljahingatavas õhus on aega hapnikku vähem, kuid süsihapet palju rohkem:

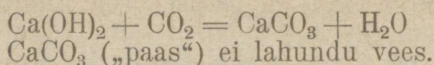
lämmastikku	79%
hapnikku	17 "
süsihapet	4 " (100 korda enam).

Et väljahingatavas õhus on palju süsihapet, siis muutub lubja- ehk barüütvesi kiiresti tahmaseks ehk mudaseks, kui tast väljahingatavat õhku läbi puhuda. Kui õhku läbi lubjavee lasta, muutub see väga aegamööda mudaseks, sest õhus



Joon. 105. Kopsud. Kopsupoolte vahel süda piirjoontega tähendatud.

on väga vähe süsihapet. Mudaseks muutumisel sünnib järgmine reaktsioon:



Väljahingatud õhus on ka veeauru. Hingame jaheda klaasi peale, siis läheb see märjaks.

Keskmiselt hingatakse ühe korraga 500 kantsentimeetrit õhku sisse ja nõndasama palju välja (hingamisõhk). Pärast harilikul viisil väljahingamist võib pingutuse korral veel 1600 kantsm. õhku kopsudest välja suruda (tagavara-õhk). Aga isegi kõige sügavama väljahingamise järele jääb osa õhku veel kopsudesse, nimelt 1000—1200 k.-sm. (jääkõhk).

Samuti võib pärast harilikul viisil sissehingamist veel keskmiselt 1600 k.-sm. õhku juure hingata (lisaõhk). — Väljahingatud õhku võib mõõta, kui õhku hingatakse veega täidetud riistasse, mis kummuli teises anumast.

Kopsus on harilikult 2600—2800 k.-sm. õhku. Iga hingamise korral hingame sisse küll 500 k.-sm., kuid 170 k.-sm.

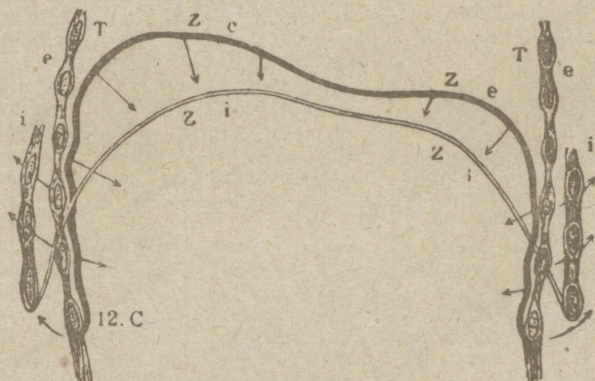
Joon. 106. Hingamist järeleaimav skeem. A — Põhjata pudeli seinad. m — Kummist ehk põiest põhi. P — Kummimuna. n — Manomeeter.

sellest jääb kurku, kõrisse ja kõriharudesse, kust ta väljahingamise ajal jälle muutumatult tagasi kihutatakse. Nõnda siis jääb järele 330 k.-sm. õhku, mis kulub kopsu õhu uuendamiseks. Kogu kopsu õhk uueneb selle järele $2600-2800 : 330 = 7-8$ korraga.

Hingamise ergustus. Hingamiselihsed on tegevad ärrituste mõjul, mis neisse erkude kaudu lähevad. Ärritused tulevad selgroo-üdist. Hingamise juures on tegevuses mitmesugused lihased, mis ergustatakse mitmest selja-üdi kohast. Et kõigi lihaste liigutused korralikult ja ühtlaselt sünniks, selleks on piklikus ajus keskkoh, mis selja-üdist minevate erkude üle valitseb. Pikliku aju hingamise-keskkohta vigastamise korral jääb hingamine kohe seisma, millele järgneb lämmastussurm.

Hingamise-keskkoht juhib hingamiseliigutusi iseseisvalt ilma meie tahtmise kaasabit. Hingamise-keskkoha ärritajaks ehk tegevuselekihutajaks on hapniku puudus või süsihappe rohkus. Kui juusooned, mis hingamise-keskkohta verrega varustavad, on vaesed hapnikust, siis on see hingamise-keskkohale ärrituseks. Samuti on asjalugu, kui veri sisaldab palju süsihapat.

Kui hinge kinni pidada, siis ilmub varsti äge tarvidus hingata, sest et veri muutub hapnikuvaeseks. Väikeses õhukindlas ruumis, kus loom sees hingab, lõpeb varsti hapnik, mille tagajärjel sureb loom krampide käes. Suure õhukindlasse ruumi koguneb liig palju süsihapat, mille mõjul ilmub hingeldus ja lõpuks uinumine; süsihapu mõjub uimastavalt. Surma hapniku puuduse tagajärjel nimetatakse l ä m b u m i s e k s.



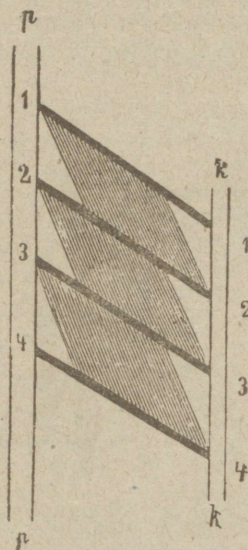
Joon. 107. Vaheliha (Z, Z), sissehingamise (i, i) ja väl ahingamise (e, e) ajal. T, T — Rinnakorvi seinad. 12. C — Kõige alumise küljelu ots. Nooded näitavad vaheliha ja küljeluude liikumise sihti sissehingamise korral.

Kui looma lasta hingata hapnikurikast õhusegu (näit. 3 osa O+1 osa N), siis muutub ka veri hapnikurikaks. Hapnikurikas veri ei ärrita hingamise-keskkohta, mispärast siis hingamine väga pealiskaudseks muutub ehk seisma jääb.

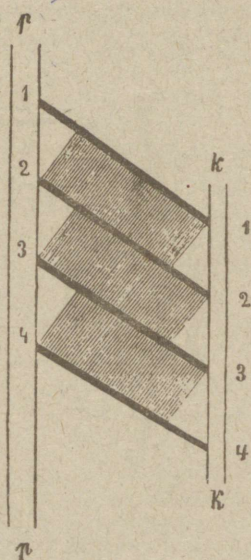
Hingamise tervishoid. Kui vaheliha allapoole vajub, siis surub ta kõhukoopas olevaid orgaane allapoole, mille tagajärjel kõht laiemaks muutub. Kui aga kõht on riidetega kinni pigistatud, siis ei saa ta laieneda, mispärast ka vaheliha ainult vähe võib allapoole vajuda. Sellest on arusaadav, et kõhtu pigistavad riided (korset, rihm, vöö) vahelihaga hingamist takistavad. Korset ehk vöö võib hingamist isegi siis takistada, kui ta iseäranis ei pigistagi. Nad võivad päris parajasti kõhu ümber-olla siis, kui välja hingatakse; kuid sissehingamise korral on nad siis juba takistuseks. Kui aga end keskelt veel hästi kõvasti kokku kisti, nagu see iseäranis endisel ajal rumalaks moeks oli, siis ei olnud mitte üksi hingamine takistatud, vaid isegi rinnakorvi kuju ja suurus, maks ja teised orgaanid kannatasid rõhumise all. Iseäranis peab keha pigistamist ja hingamist takistavaid riideid ära hoidma kasvamise ajal, noores põlves. Joon. 110 näitab rinnakorvi kuju korseti kandmise tagajärjel. Peale keha inetuks moonutamise takistavad pigistavad riided korralikku

verevoolu, mille all koed toidu puudust ja neis tekkinud mürkisid kaemini peavad kannatama (saapa nõõrid, suka paelad, kitsad saapad jne.).

Hingamist ei pea me aga sugugi takistama, sest hapnik on rakkudele tingimata tarvilik. Inimene on hapnikupuuduse vastu nõnda tundlik, et ta hingamise seismajäämisel (uppumine, kägistus) juba mõne (umbes 5) minuti järele mõistuse kaotab ja sureb. Kui aga keha rakud puudulikult hapnikku saavad, siis toimub neis „põlemine“ — elutegevus — aegamööda ja visalt, nagu põlemine ahjus, kuhu vähe õhku ligi pääseb. Ruumis, kus palju inimesi koos, muutub õhk kiiresti pahaks. Seal sünnib rohkem süsihapet, hapnikku jääb vähemale, tekivad haisvad ollused, mis hingamise aeglasemaks muudavad. Inimesed, kes ise seesuguses õhus, ei



Joon. 108. Välimiste küljeluu-vaheliste lihaste siht ja tegevus. pp — Selgroog (skemaatilise t). 1—4 — Küljeluud.



Joon. 109. Sisemiste küljeluu-vaheliste lihaste tegevus. pp — Selgroog. 1—4 — Küljeluud.

pane seda nõnda tähele, kuid väljasttulija märkab kohe, et õhk on halva lõhnaga. Kui aga õhul paha lõhn, siis muutub hingamine (reflektiivsel teel) pealiskaudsemaks. On juhtumisi ette tulnud, mil palju inimesi väikeses kinnises ruumis on olnud (tormi ajal kajutis). Õhk on seal nõnda halvaks muutunud, et inimesed on surnud.

Hingamise eest hoolitsedes peame hoolt kandma, et õhk oleks ikka puhas. Selleks tarvis tubasid tuulutada. Väikestes korterites on see iseäranis tarvilik. Toa näit. kümneminutiline tuulutamine ei tee tuba kuigi palju külmemaks. Külmemaks läheb toa õhk, kuid asjad, mis toas on, soendavad jahtunud õhu varsti jälle.

Teiseks tuleb tähele panna, et toa õhk niiske ei oleks. Niiskuse ärahoidmiseks on tarvis tuba tuulutada ja ka paremini kütta. Liiga niiske õhk on tervisele väga paha. Niiske õhk jahutab keha palju rohkem kui sama soe, kuid kuiv õhk. Niiskes õhus on ju palju vee-auru. Vesi on aga

hea soojusejuht ja ta soojusemahutus on ka suur, nõnda et ta keha soojuse kergesti vastu võtab ja edasi annab. Keha kaotab liiga palju soojust, nahk on ikka jahe. Õhu niiskus oleneb suurel määral temperatuurist. Oletame, et õhus on niipalju auru, et ta enam rohkem ei suuda vastu võtta (auruga küllastatud). Kui seesugust auruga küllastatud õhku jahutada, siis muutub osa auru uduks, mida näha võib. Kui aga auruga küllastatud õhku soendada, siis võib ta enesesse rohkem auru vastu võtta; temas aurab vesi. Nõnda siis võib soe õhk eneses auru näol palju enam vett sisaldada kui jahe õhk. Tervishoiu mõttes ei ole see tähtis, kui palju on auru õhus, vaid see, kui kaugel on õhk küllastusest ehk kui palju võib antud õhk enesesse küllastuseni auru vastu võtta (suhteline niiskus). Elamiseks on kõige kohasem niisugune õhk, milles on 30—60% auru, mis ta sel temperatuuril võib sisaldada.

Küllastatud õhus puudub auramine. Seal ei kuiva riided, ei aura higi jne. Higi, mis alaliselt eritub, teeb riided niiskeks. Niisked riided lasevad kergesti sooja edasi, nõnda et kergesti ja hehakkab. Ülearu niisked on harilikult keldritoad.

Õhus, kus auru väga vähe, aurab naha pinnalt ja kopsudest vett väga palju. Nahk tundub kui völevat, suu ja nina kuivab, sagedasti tundub janu, sest veetarvitus on suur. Tuule ajal muutub kuiv õhk iseäranis piinavaks (kiirem auramine). Ülearu kuiv on õhk kõrbedes ja talvel soojas toas.

Meie kodumaa õhk on kaunis niiske (iseäranis sügisel ja kevadel), mispärast siinseid külmaid väga karedad tunduvad. Palju suuremad Siberi külmaid ei tundu väga karedad olevat, sest seal on õhk palju kuivem.

Atmosfääri õhus on alaliselt leidatolmu. Kõiksuguste asjade väikesed ja kerged kübemekesed (muld, karvakesed, paberikiud, söetolm, tuhk jne.) võivad kaua õhus heljuda ja ühes temaga edasi liikuda. Peale seesuguste kübemetete on õhus veel palju bakterite ja seente eoseid.

Pariisis on kuiva ilmaga 1 kantmeetris õhus 23 milligrammi tolmu leitud. Pärast vihma on õhk tolmust puhtam; seal on siis leitud 6 mgr. 1 kantmeetris. Maal on õhus tolmu palju vähem: kuival ajal 3—4,5 mgr. 1 k.-mtr., pärast vihma kõigest 0,25 mgr.

Kõige enam on tolmu töökodades, kus tol mavate asjadega toimetatakse (villatööstus jne.).

Bakteere on õhus kaunis palju leida. Neid on talvel vähem kui suvel, maal vähem kui linnas, kõige enam tubades.

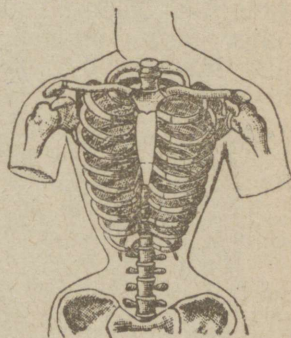
Pargis Pariisi ligi on 1 k.-meetris õhus baktereid leitud

talvel	170
kevadell	195
suvel	345
sügisell	195

Linnas eneses on leitud baktereid talvel 4305, suvel 9845 ühe k.-sm. kohta.

Tubades (haigemajas) on leitud neid üle kümnetuhande (10—15.600) k.-sm. kohta.

Nõnda kantakse õhu kaudu mõned haigusesünnitajad bakterid laiali.



Joon. 110. Korseti pigistuse tagajärjel moonutatud rinnakorv. Alumised küljeluu ditudkiduraks ja lühikeseks jäänud.

Tervisele iseäranis kahjulik on metallide tolm, mis oma teravate äärtega kopsu vigastab. Seppadel ja teistel metallitöölistel on tolm kopsurakkude vahele tunginud, nõnda et nende kops on must. Neil põhjustel on metallitööliste seas kopsuhaigused sagedamad kui teiste tööliste keskel.

Toitmine.

Inimene võtab toiduaineid enesesse suu kaudu, teeb nad seal peeneks, mispeale nad siis edasi söögikõri kaudu makku satuvad. Maos hakkab osa neist lahunduma. Edasi läheb toit sooltesse, kus kõik, mis kergemini muutuv, ära lahundatakse ja sisse imetakse. Lahundamata osad heidetakse pärasoole kaudu välja.

Toitvad ollused. Toiduks tarvitab inimene väga mitmesuguseid olluseid, kuid mitte kõik need ei ole toitvad. Mõnigi ollus jääb kehas hoopis lahundamatuks ja heidetakse välja. Toidus, mida me igapäev tarvitame, on lahundamatuist ollustest kõige enam tselluloosi, mida on leida ainult toiduks tarvitatavais taimeriigi saadustes. Olluseid, mis kehas ära lahunduvad ja mis keha elutegevuseks ära tarvitab, nimetakse toitvaiks ollusteks. Pea kõigis meie toitudes on järgmisi toitvaid olluseid: munavalget, süsivesikuid (suhkrut, tärklis), rasva ja mineraalolluseid ehk soolaid.

Munavalge omadused õppisime juba eespool tundma. Siin tuleb veel nimetada, et munavalge ei seiti (diffundeeru) läbi kilede (nõnda ka mitte läbi soole seina). Kui kilese põhjaga pudel, kus sees on munavalge lahund ühes soolaga, destilleeritud vette lasta, siis tungib sool läbi kile, kuid munavalge ei pääse pudelist välja. Põhjuseks peetakse seda, et munavalge moleküülid on väga suured. Nad seisavad sadadest aatomitest koos. Munavalget on iseäranis palju loomariigi saadustes (liha, kala, juust, kohupiim), aga ka mõneski taimeriigi saaduses (oad, herned, läätsad, pähklid).

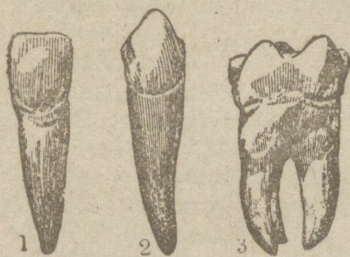
Süsivesikud seisavad koos süsinikust (C), vesinikust (H) ja hapnikust (O). H ja O on samas võrreldis, kui vees (H aatome 2 korda enam kui O aatome). Süsivesikuist on loomariigi saadused hoopis vaesed. Lihas on õige vähe suhkrut ja glükogeeni (loomatärklis). Piimas on piimasuhkrut (2—6%). Sellevastu on taimeriigi saadused väga rikkad toitvaist süsivesikuist. Meie teraviljades on palju tärklis (40—60%). Kõiksugu aia- ja puuviljas leidub suhkrut. Palju suhkrut on suhkrupeetides, ploomides, banaanides, õuntes, viinamarjades, viigimarjades. Tärklis ja suhkur on keemilise koosseisu järele ligidalt sarnased. Tärklis muutub kergesti (soolhappega keetmise, sülje tegevuse tagajärjel) suhkruks. Kui lahjale tärkliskliistrile (natuke tärklis veega keedetud) joodilahundit juure lisame, siis muutub tärkliselahund siniseks.

Pärast tärklike happega keetmist ehk sülje mõju ei muutu lahund joodi mõjul mitte enam siniseks. Tärglis on seal suhkruks muutunud. Et seal suhkur on tekkinud, näitab reaktsioon söötnaatri ja vaskvitrioliga. Lisame lahundile söötnaatri (NaOH) juure ja siis vähe õige lahjat vaskvitrioli (CuSO_4) ja keedame. Lahundis ilmub punane sade (vase alahapend). See reaktsioon on iseloomuline kobarja viinamarjasuhkrule.

Rasv seisab neistsamadest algainetest (CHO) koos, nagu süsi-vesikud, kuid hapnikku sisaldab ta vähem. Rasv laguneb kergesti rasvhappeks ja glütseriiniks. Lehelisega keetmisel eraldub glütseriin rasvahappeist. Viimased annavad lehelismetalliga ühinedes seebi. Rasva on leida niihästi taime- kui ka loomariigi saadustes. Oma koosseisu järele on nad mitmekesised. Rasvu, mis harilikul temperatuuril on vedelas olekus, nimetatakse harilikult õlideks (päevalille-, linaseemne-, kanepi-, oliivi- ehk provanksõli). Rasv ei lahustu vees. Paberile jätab ta pleki, mis sealt ei kao. Rasv lahundub eetris, bentsiinis, alkoholis. Loomariigi



Joon. 112. Alumise silmahamba pikuti-läbilõige. 1 — Vaap. 2 — Hambaluu. 3 — Hamba säsi. 4 — Soonte ja erkude kimp, mis säsisse läheb. 5 — Erkude harud. 6 — Tuiksoonte harud. 7 — Tõmbooned. 8 — Juussoored. 9 — Tsement. 10 — Hambalohk. 11 — Lõua luuosa. 12 — Luu-üdi õõnsused. 13 — Kondikest. 14 — Hambalohu ja lõualuu kondikesta vahekoht. 15 — Igemed.



Joon. 111. 1 — Lõikhammas. 2 — Silmahammas. 3 — Purihammas.

saadustes on rasva rikkalikult rasvases lihas (35—40%). Taimeriigi saadustes on teda palju tagavara-ainena mitmesugustes seemnetes (pähklid, kanep, linaseeme, päevalill, kookos jne.).

Ka mineraalolused on mitmekesised (Na, K, Ca, Mg, Fe, Fl, S, P, Cl ühendused). Puhastes kunstlikul teel valmistatud ainetes ei ole neid olemas ehk on liig vähe (või, rasv, suhkur, õli, tärklis). Suuremal määral on neid olemas iseäranis marjades, aia- ja puuviljas. Toidule lisatakse juure harilikult keedusoola (NaCl), mis (iseäranis teraviljale) parema maitse annab. Keedusoola tarvidus on suur isegi looduse-rahvaste seas, kes tarvitavad muu seas sagedasti soolast mulda toidulisaks. Soola eest on nad valmis väga palju ohverdama.

Toiduainete koosseis.

	Vesi.	Muna- valge.	Rasv.	Süsivesikud (tärklis — t, suhkur — s).	Soo- lad.	
I.						
Rukkijahu	14,0	11,5	2,0	69,5	1,5	
Rukkileib	42,0	6,0—8,0	0,5	49,5	1,5	
Nisupüü	13,0	10,0	1,0	75,5	0,5	
Sõelumatu nisujahu	13,0	12,0	1,5	71,5	1,0	
Kaerajahu	10,0	14,5	6,0	65,0	2,0	
Riis	13,0	8,0	1,0	76,5	1,0	
Herned	15,0	23,0	2,0	52,0	2,5	
Kartul	75,3	2,0	—	20,7	1,0	
Kaalikas	89,5	1,0	—	7,5	1,0	
Porgand	88,0	1,0	—	9,0	1,0	
Spinat	88,5	3,5	0,6	4,4	2,1	
Õunad	84,8	0,4	—	7,2	} Suhkur 0,5	
Maasikad	87,6	0,5	—	6,2		0,8
Ploomid	29,3	2,2	—	44,9		1,3
Pähklid	7,2	15,8	57,4	13,0	2,0	
Kookspähkel	5—6	13—18	45,0	20,0 s. + 14 t.	3—5	
Banaanid	73,8	1,6	—	14,9 s. + 3,3 t.	1,1	
II.						
Lehma piim	87,5	3,4	3,6	4,8	0,7	
Või	14,5	0,6	83,3	0,6	1,0	
Juust	43,2	27,2	23,7	1,5	4,4	
Munad	74,5	12,5	12,0	—	1,0	
Haug	80,0	18,5	0,5	—	1,0	
Lehmaliha	76,5	21,9	1,5	—	1,3	
Lahja sealiha	72,0	20,0	7,0	—	1,1	
Rasvane sealiha	47,0	14,5	37,5	—	0,7	
Kana	75,0	20,0	4,0	—	1,3	

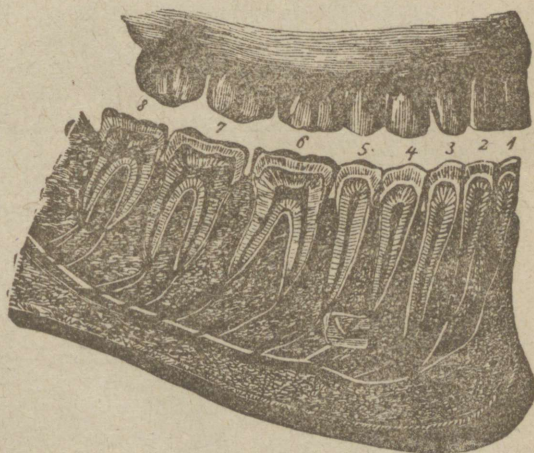
Seedimiselundid ja seedimine.

Seedimine suus. Suus algab toidu ümbertöötamine ja seedimine. Suus mälutakse toit peeneks. Mälumise korral segineb toit süljega. Mälumiseks on suus hambad. Kõige

ees asuvad peitlikujulised lõikhambad (joon. 111), mille abil toidu küljest tükid lahti lõigatakse. Suu nurkade kohal on teravaotsalised silmahambad (sama joon.), mis on abiks kõvade asjade (pähkel jne.) katkihammustamisel. Põskede kohal asuvad laia pealmise pinnaga purihambad. Esimesed purihambad (2) on vähemad, tagumised (3) suuremad. Suurte purihammaste pealmisel pinnal on mitu, väikeste pinnal 2—3 nüri kühmu. Lõikhambaid on 4 all ja 4 üleval, silmahambaid 2 ja 2, purihambaid kummagi põse kohal üleval ja all 5 (kokku 20). Nõnda on hambaid täisealisel 32.

Esimesed hambad ilmuvad 6- kuni 8-kuulisel lapsel. Lapsel ilmub 20 hammast (piimahambad), mille asemele pärast uued tulevad. Piimahammaste väljalangemine („murdumine“) algab 7.—8. eluaastal. Kõige viimased purihambad (tarkushambad) ilmuvad 17.—25. aastal, mõnikord isegi hiljemini.

Hamba osa, mis välja ulatab igemeist, nimetatakse krooniks. Lõualuus kinni on hammas juure abil. Purihammastel on juur mitmeharuline. Hamba-

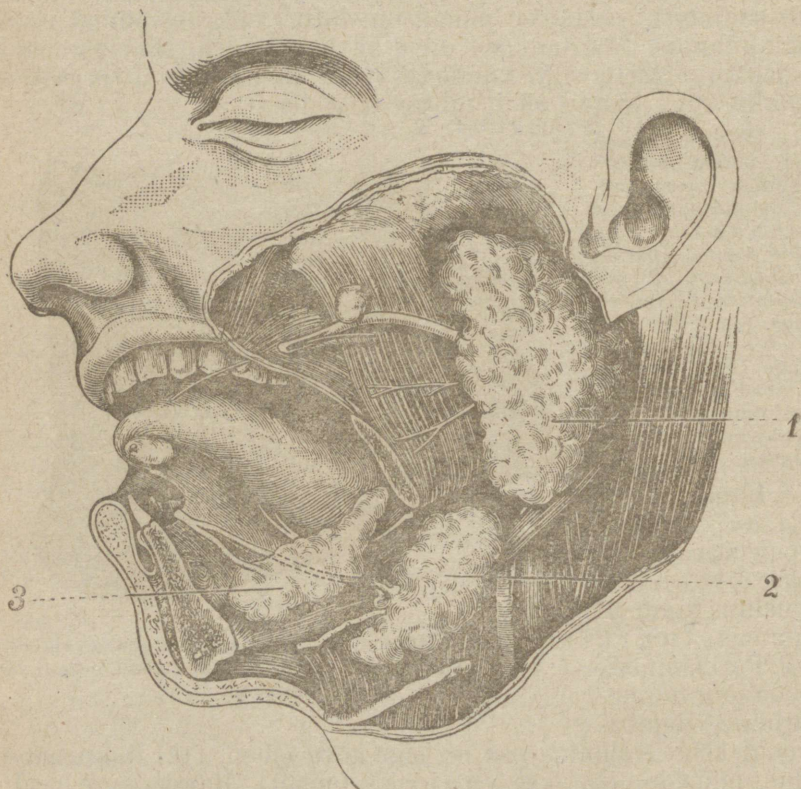


Joon. 113. Hambad soonte ja erkudega (valged). 1, 2 — Lõikhambad. 3 — Silmahambad. 4—8 — Purihambad.

krooni kõige välimine osa on õige kõva (joon. 112) luusarnane ollus, mida nimetatakse vaabaks (email). Hambajuure pealmist osa nimetatakse tsemendiks, mis on luu tiheosa sarnane (vähe Havers'i torukesi). Vaaba ja tsemendi all asub paksu kihina hammasluu (dentiin). Luuosa sees asub keskel õõs, mis on täidetud säsi-ga. Säsi seisab koos sidekoe kiududest ja rakkudest, kus asuvad vahel veresoone ja ergud. Hambajuure otsas on märgata auguke, mille kaudu soone ja ergud hambasse lähevad (joon. 112 ja 113).

Toidu peeneks-mälumisel on purihambad kõige tähtsamad. Nende laiade pealmiste pindade vahel surutakse toit peeneks. Alumine lõualuu liigub mälumise ajal veel pahemale ehk paremale poole, nõnda et ta hõõrub, nagu vesikivi, kõvema toidu peeneks. Keel on seejuures toidu hammaste alla juhtijaks.

Mälumise ehk närimise ajal nõrgub suhu sülg, mis toitu niisutab ja limaseks teeb. Sülg valmistatakse süljenäärmeis. Suured süljenäärmed on põsenääre (alumise lõualuu pära juures), lõualuu-alune ja keelealune nääre (joon. 114). Põsenäärme sülg voolab ülemise lõua teise väikese purihamba



Joon. 114. Süljenäärmed (pahemal pool). 1 — Kõrva-äärne süljenääre viimatoruga, mis teise purihamba kohal avaneb (harjas läbi toruotsa). 2 — Lõualuu-alune süljenääre. 3 — Keelealune süljenääre. 2 ja 3 — Viimatorud avanevad üheskoos keele all

kohal suhu. Lõualuu-alune ja keelealune nääre avanevad üheskoos keele all nibu peal.

Süljenäärmed on kobarakujulised näärmed (joon. 115). Nende rakud valmistavad sülge, mis igas näärmes natuke isesugune. Põsenäärme sülg on vedel ja läbipaistev, teiste oma sisaldab lima (mutsiini). Lima teeb toidutüki hästi libedaks, nõnda et ta kergesti ja ilma vigastusi sünnitamata

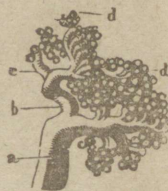
läbi söögikõri libiseb. Kuiva suutäit on võimata alla neelda. Peale lima on süljes vähe munavalget, soolasid ja fermenti ptüaliini. Ptüaliin muudab tärklise suhkruks. Kui kauemat aega leiba ehk muud tärklis-sisaldavat ainet suus hoida (tärkliskliister jne.), siis võib varsti märgata, et suutäis on magusamaks muutunud. Seal on tärklisest suhkur (kobarsuhkur) sündinud; lahundumatust ollusest on saanud lahunduv. Keedetud tärklis muutub kiiremini suhkruks, kui keetmatu. Et nõndaviisi on suhkur tekkinud, seda võib näidata suhkrureaktsiooniga (söötnaatron + vaskvitriol). Tärklis ei anna seda reaktsiooni.

Fermentidel on elus ütle mata suur tähtsus. Nende abil tulevad toime kõiksugu keerulised keemilised muutused, mis kehas alaliselt käimas. Nagu teada, võib tärklis suhkruks muuta hapetega (sool-, väävelh.) keetes. Kuid kehas ei ole kangeid happeid ega kõrget soojust. Seal käivad keemilised protsessid ilma keetmise ja kange reaktiivideta, peaaesjalikult fermentide mõjul.

Fermentisid on väga mitmesuguseid, nagu ka keemilisi muutusi kehas. Teatav ferment mõjub ainult teatava olluse peale. Ferment mõjub olluse peale oma ligiolemisega, ta ei kulu sealjuures ära, ei ühine saadustega. Sellepärast võib ferment miljonid korrad enam ollust muuta, kui teda ennast olemas. Soojus hävitab fermenti mõju; sagedasti laguneb ferment juba 50° temperatuuris; mõned fermentid lagunevad alles 75° juures. Fermentide koosseis on ligemalt teadmata. Arvatavasti on nad koosseisu poolest munavalgete sarnased.

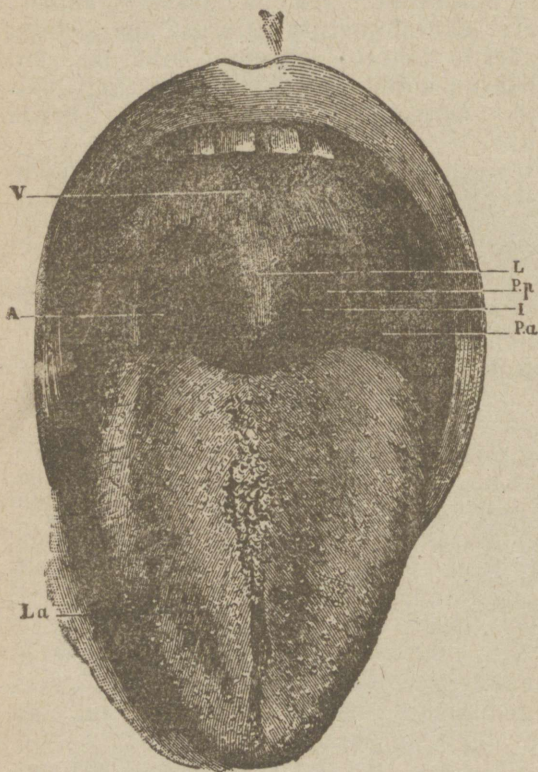
Fermentide mõju on katalüsaatorite oma sarnane. Plaatina puru juuresolekul laguneb vesiniku ülihapend (H_2O_2) veeks ja hapnikuks, misjuures plaatina ei muutu.

Neelamine. Pärast seda, kui toit peeneks ja süljega libedaks tehtud, tõukab keel toidutüki kurku. Keel ligineb seejuures suulaele ja tõukab siis päraga tüki edasi kõrisse. Neelamise ajal katab suulae tagumine pehme osa — kurgupuri — kurgu ja ninakoopa vahelise avause kinni. (Tagumisel osal kurgupurjel on kurgu nipp (joon. 116); kõrval kahepoolsed, mis mõnikord üles paistetavad). Neelamise algus oleneb tahtmisest, kuid niipea kui toidutükk keele pärale on jõudnud, läheb edasine tegevus ilma tahtmiseta (reflektiivselt). Kõik lihased töötavad siis iseseisvalt, juhivad toidutüki õiget teed mööda. Et toit hingekõrisse ei satuks, selleks



Joon. 115. Süljenäärme osa (palju suurendatud). d — Näärme mullikesed. a, b, c — Viimastorud.

tõuseb kõrisõlm üles, nõnda et ta kaetakse kõrikaanega (joon. 117 ja 118). Läbi söögikõri minnes surub toidutükk hingekõri tagumise kilese osa ettepoole (vaata lhk. 77). Söögikõris kihutavad toidutüki edasi lihased, mis liikuva ringina söögikõri kokku kisuvad. Lainelisel ringlihaste kokkutõmbumisel on



Joon. 116. Suu koobas. V — Kurgu puri. L — Kurgu nipp. A — Kahepoolsed. I — Kurgu avaus. La — Keel. Pa, Pp — Esimesed ja tagumised suulae kaared.

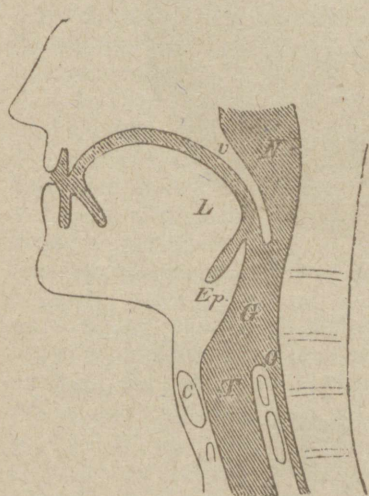
takse väratosaks, soole avamise kohta — mao väratiks. Mao sein seisab koos kolmest kihist: limanahast (sisemine kiht), lihaskihist ja kelmest. Mao voldilises (joon. 120) limanahas asuvad torunäärmed (joon. 121), mille rakud valmistavad maonõret. Väratosa näärmeis on iseäralised rakud,

nõnda suur jõud, et nad suudavad enam kui naela raskuse rõhumise sünnitada¹⁾. Niipea kui toidutükk maoni jõudnud, avaneb mao suu, mis muidu on alaliselt ringlihase abil kõvasti kinni. Kui aga karedat ehk põletavat ollust (leheline jne.) neelatakse, siis ei lasse ringlihas teda nõnda kergesti läbi, vaid see jääb peatama („jääb rindu“).

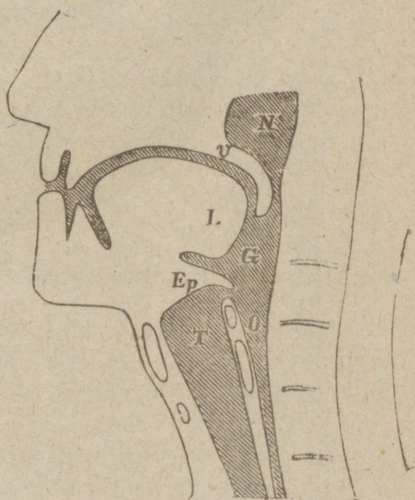
Seedimine maos. Magu (joon. 119) asub pahema külje pool. Tema jämedam ots on pahemale, peenem paremale poole pöördud. Ülemine maopool sünnitab nõrgusa kõveruse, alumine pika kumera kõveruse (suur ja väike kõverus). Mao peenemat osa nimeta-

1) Koerale anti neelamiseks toiduollusega leotatud vamm, kuhu otsa 450 gr. pomm kinnitatud. Söögikõri surus siiski vamm edasi.

mis soolhapet valmistavad (ümbrikrakud). Maonõrega katsete tegemiseks saadakse teda koerte maost sel teel, et magu lahti lõigatakse ja sinna õõstoru (fistel) otsapidi sisse õmmeldakse (joon. 122), mille kaudu maomahl välja voolab (Pavlov'i viis). Et toit mahlaga segi ei satuks, selleks lõigatakse söögikõri katki ja õmmeldakse naha sisse. Maomahl on läbipaistev värvitu vedelik, hapu maitsega. Maomahlale hapu maitse annab soolhape, mida on maomahlas 0,2—0,5%. Tähtsaks fermentiks on maomahlas pepsiin, mis mõjub munavalgete peale, muutes neid lahunduvaiks olluseiks.



Joon. 117. Keel, kõrisõlm ja kurk vabalt. L — Keel. v — Kurgu puri. Ep — Kõrikaas. T — Kõrisõlm. G — Kurk. O — Söögikõri.

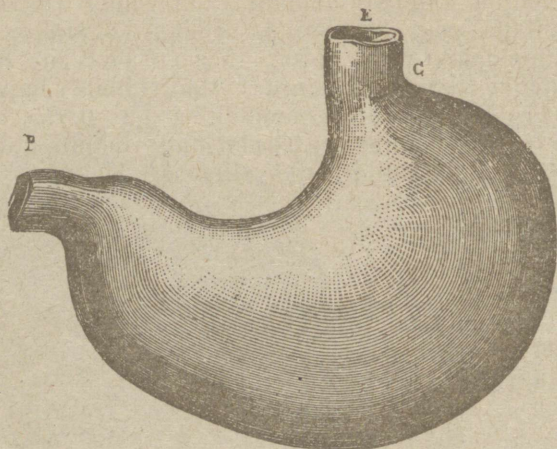


Joon. 118. Keele, kõrisõlme ja kurgu seis neelamisel L — Keel. v — Kurgu puri. Ep — Kõrikaas. T — Kõrisõlm. G — Kurk. O — Söögikõri.

Pepsiini tegevus avaldub ainult hapus reaktsioonis, mis pärast pepsiin ilma soolhappeta ei mõju. Pepsiini tegevuse tagajärjel sünnivad munavalgest n. n. peptoonid. Peptoonid lahunduvad kergesti vees, seitivad (diffundeeruvad) läbi kile ja ei sadene keetmisel, kuid piiritusega annavad sademe, nagu munavalged. Peale selle, et soolhape on tarvilik munavalge seedimisel, on tal veel desinfitseeriv tähendus. Soolhappe mõjul hävinevad bakterid, mis on maku sattunud.

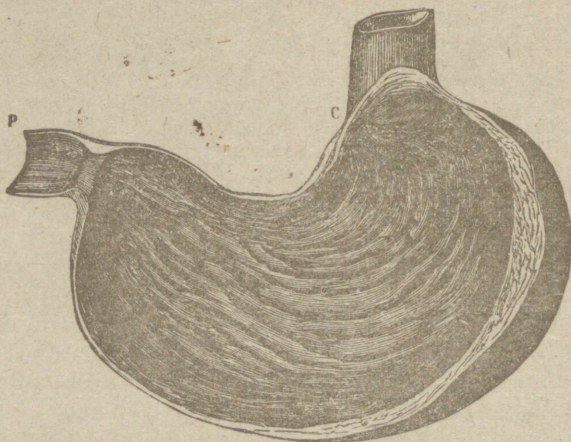
Maku sattunud toit asub seal kihtides (joon. 123). Varemini söödud toit jääb väljapoole, hiljemini söödud — sissepoole. Iseäranis selgesti tõendab seda värviliste toitudega söötmine. Et seesugune kihiline seis kauemini kestab, siis ei tungi

maomahl mitte ruttu igale poole toidu sisse. Seepärast võib sülje ptüaliin maos oma tegevust jätkata, senikui ta kokku ei puutu soolhappega. Hape hävitab ptüaliini tegevusvõime.



Joon. 119. Magu. E — Söögikõri ots. C — Maosuu. P — 12-sõrmiksoole algus.

Maoseina lihased muljuvad toitu ja segavad teda maonõrega. Laia mao-osa (põhja) liigutused on aeglased ja võrdlemisi nõrgad, kuna väratosa liigutused on kiiremad ja tuge-



Joon. 120. Mao voldid (sisemisel seinal). C — Mao suu. P — 12-sõrmiksoole algus.

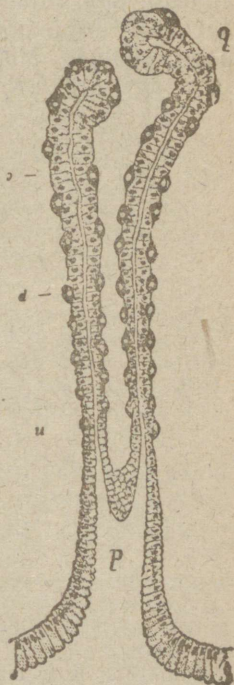
vamad (joon. 124). Umbes mao viimasel kolmandikul tekib rõngakujuline soondumine. Soondumine liigub mao väratil poole, tõugates oma ees toitu. Maoväratil ringlihas hoiab avause

kinni, nõnda et juuretunud toitpuder peab soendumise kesk- kohalt tagasi mao põhja (laia osa) poole tagasi minema. Säärasel toidu muljumisel segineb ta korralikult maomahlaga ja muu- tub vedelamaks ning peenemaks (toitpuder). Ainult siis, kui toitpuder küllalt peenendatud, laseb mao väratlihas ta soole.

Maomahla nõristus algab juba siis, kui koerale (iseäranis näljasele) näidata toitu ja teda nõndaviisi toiduga ärritada. Sel korral on maomahla nõristuse väljakutsu- jaks psüühiline protsess (nägemine, haistmine, ettekujutus). Nõndasamuti ilmub ka sülg suhu maitstva toidu ette- kujutamise mõjul. Kui mao õõstoruga ja naha sisse õmmeldud söögikõri otsaga koerale süüa anda, siis tuleb arusaada- valt toit söögikõri otsa kaudu välja, ilma makku pääsmata. Seda nimetame pette- toitmiseks. Pettetoitmise korral ärritab toit maitse-erkusid. Sealjuures on tege- vad veel nägemise- ja haistmiseärritused.

Nende ärrituste mõjul nõristab magu kaunis palju maomahla („psüühiline nõre“). Kui koera sel ajal, kui ta mao- nõre voolab, ärritada (näit. kassi näitami- sega), siis jääb nõristamine seisma. Sellest näeme, et vastumeelne ärritus mao nõristuse peale takistavalt mõjub. See- pärast ei ole soovitatav süüa pahas ehk rõhutud meeleolus. Maitstva toidu peale nõrgub rohkem maomahla, kui mitte- maitstva peale. Kuid mitte ainult psü- ühiliste ärrituste, vaid ka keemi- liste tagajärjel nõrgub maomahl. Kui koerale ilma nägemata (näit. magamise ajal) liha läbi õõstoru makku panna, siis hakkab sinna 15—30 min. pärast nõre kogunema. Samuti mõjuvad peptoonid, puljong, soolad ja alkohol. Kui aga makku panna leiba ehk keedetud

muna valget, siis ei ilmu sinna kaua aega nõret; nad jäävad kauaks seedimata. Kui aga loom sööb leiba ehk muna, siis ilmub nõre ruttu nägemise- ja maitseärrituste tagajärjel, ning nad seeditakse võrdlemisi kergesti ära. Küm- magi ärrituse (psüühilise ja keemilise) mõjul ilmub oma osa nõret. Mõlemaid nõresid võib eraldi kätte saada. Söömise ajal on mõjunud mõlemad ärritused ning selle järele ilmub ka nõret kokku nõnda palju, kui

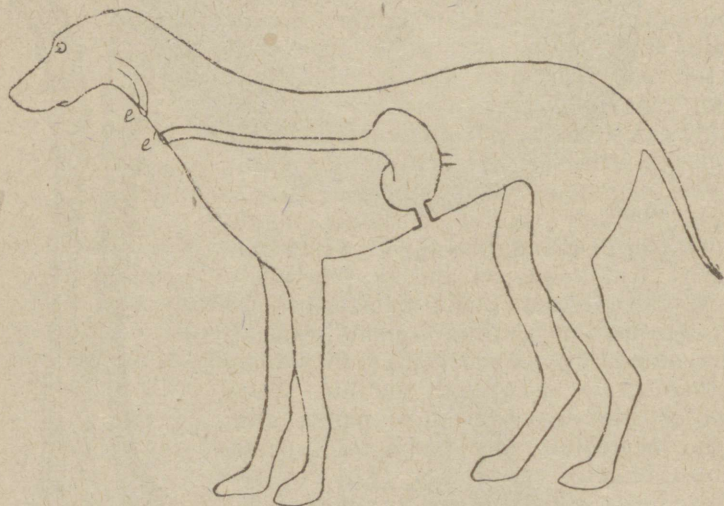


Joon. 121. Pepsiini näär- med. *b* — Näärmetoru põhi. *d* — Viimatoru. *a* — Näärme kael. *c* — Pearakud. *p* — Ümbrik- rakud.

kumbki ärritus ühtekokku oleks annud. Neist katsetest võime näha, kui suur tähtsus on söömise ajal isul ehk süüatahtmisel, kui psüühilisel ärritusel.

Nagu nägime, on maol seedimise juures kaunis suur tähendus: ta mahl seedib munavalge-olluseid, soolhape hävitab baktere.

Kuid loom võib ka ilma maota elada. Kui magu välja lõigatud, siis täidavad tema ülesannet sooled ja teised seedimisnäärmed. Ilma maota loom peab aga väga sagedasti ja vähehaaval sööma. Magu on elundiks, kuhu korraga suurem hulk toitu tagavaraks võidakse võtta.



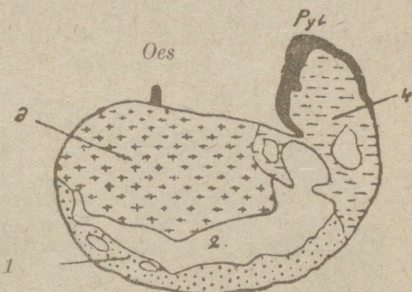
Joon. 122. Koer mao õstoruga ja katkilõigatud söögikõruga (e, e').

Seedimine sooles. Kui toitpuder küllalt pehme, siis pääseb ta läbi maovärati sooltesse. Toidu pääsmine soole algab sagedasti varsti pärast söömist. Väikeste jagudena läheb toitpuder maost välja. Niipea kui toitpudru tükk soole algusesse — 12-sõrmiksoole — jõudnud, avaldab ta soolhape või rasv seal ärritavat mõju soole peale, mille tagajärjel maovärat jälle kinni tõmbub. Kui hape neutraliseeritud ja toidutükk edasi nihkunud, siis pääseb uus osa maost välja. Nõndaviisi püsib maos toit 3—5 tundi, raskesti seeditav (rasvane ehk suitsetatud liha, rasvased kapsad, palju leiba jne.) isegi veel kauemini. 12-sõrmiksool algab mao küljest, läheb parema külje poole, pöörab sealt allapoole ja varsti tagasi pahemale poole. Tema pikkus vastab umbes 12 sõrme laiuusele, mispärast teda

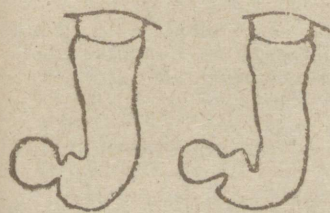
siis nõnda nimetataksegi. Temasse avanevad õige tähtsad seedimisnäärmed: kõhunääre ja maks.

Kõhunääre (joon. 125) asub mao taga 12-sõrmiksoole keeru sees. Ta on piklik valkjas nääre (20 sm. pikk, 3—4 sm. lai). Ta on kogu kobarnääre, mille rakkudest voolab nõre keskele torusse, kust ta viimatoru kaudu edasi 12-sõrmiksoole nõrgub.

Kõhunäärme nõrel on seedimisel kõige suurem tähtsus. Tema on fermentid kõigi toitvate olluste tarvis, nimelt munavalge seedimiseks (= lahunduvaks muutmiseks) trüpsiin, rasva seedimiseks lipaas, tärklise jaoks diastaas. Trüpsiini tegevus avaldub ainult neutraal- ehk lehelise reaktsioonis. Nagu aga teada, on maonõre hapu reaktsiooniga. Happe neutraliseerimiseks on kõhunäärme nõres palju lehelisoolasid (Na_2CO_3 — sooda). Kõhunäärme nõre lahutab munavalge veel lihtsamaiks osadeks, kui pepsiin, nimelt amiinhappeiks ja osalt peptonideks.



Joon. 123. Toidu kihilisus koera maos 3 tundi pärast söömist. 1 — Sinine toit. 2 — Valge toit. 3 — Punane toit. 4 — Mao väratosa, kus toit segunud. Oes — Söögi-kõri ots. Pyl — Mao värat.



Joon. 124. Mao väratosa (all) rõngakujuline soondumine.

Amiinhapped on võrdlemisi lihtsa ehitusega ollused, milles on grupp NH_2 . Nad lahunduvad vees, diffundeeruvad kergesti läbi kile ja ei anna sadet isegi alkoholiga.

Kuid trüpsiin mõjub harilikult ainult siis, kui ta soolte mahlagä (sealoleva fermentiga — enterokinaasiga) kokku on puutunud.

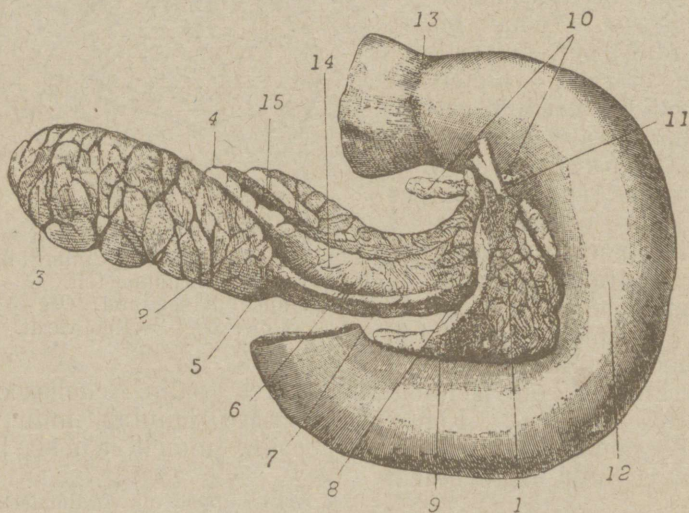
Lipaas ehk steapsiin lahutab rasva glütseriiniks ja rasvhappeks. Tema tegevuseks läheb

tarvis sapivedelikku. Sooltes muutub rasv lehelisereaktsiooni ja rasvhapete mõjul õige peenikesteks tilgakesteks, nagu ta on piimas (emulgeerumine). See kergendab seedimismahlade mõju.

Kui tilk õli, kus ikka harilikult rasvhapped sees, vette lasta, kuhu vähe söötnaatroni juure lisatud, ja seda natuke loksutada, siis muutub ta emulsiooniks.

Diastaas muudab isegi toore tärklise suhkruks.

Kõhunäärme nõre hakkab voolama ka psüühiliste ärrituste (pettetoitmise, ettekujutuse) mõjul. Pea-ärritajaiks on aga keemilised ollused, mis 12-sõrmiksooles oma mõju avaldavad (soolhape, rasv). Liha, leiva ehk piima tarvitamise korral ilmub iga kord toidu kohaselt isesugusel määral nõret ja nõre ise on iga kord isesuguse koosseisuga (fermentide rohkuse järele). Kõige enam fermentisid on nõres, mis piima peale voolab, kõige vähem — liha, keskmisel määral leiva peale voolavas

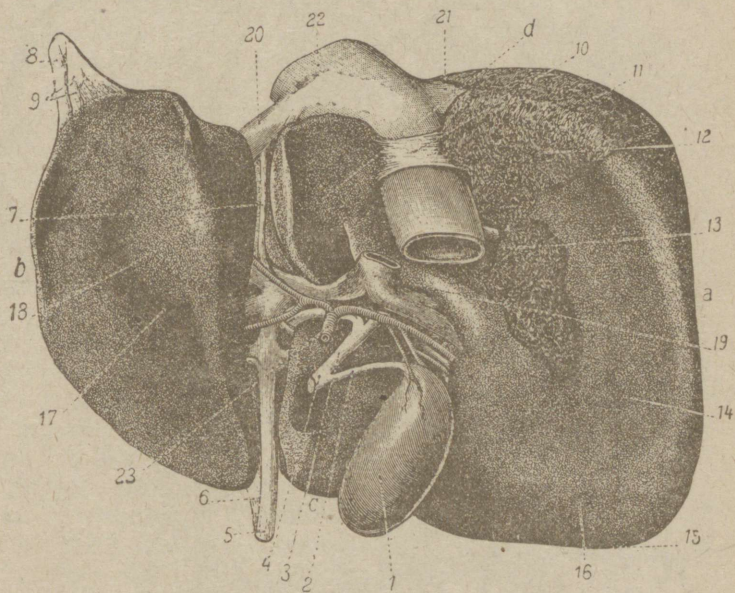


Joon. 125. Kõhunäärme. 1 — Pea. 2 — Keha. 3 — Saba. 4 — Ülemine äär. 5 — Eesmine äär. 6 — Tagumine äär. 11 — Sapitoru. 12 — Alanev 12-sõrmiksoole osa. 13 — Mao värat.

nõres. Siit näeme, et seedimisnäärmed kaunis suurel määral töötavad toidu kohaselt.

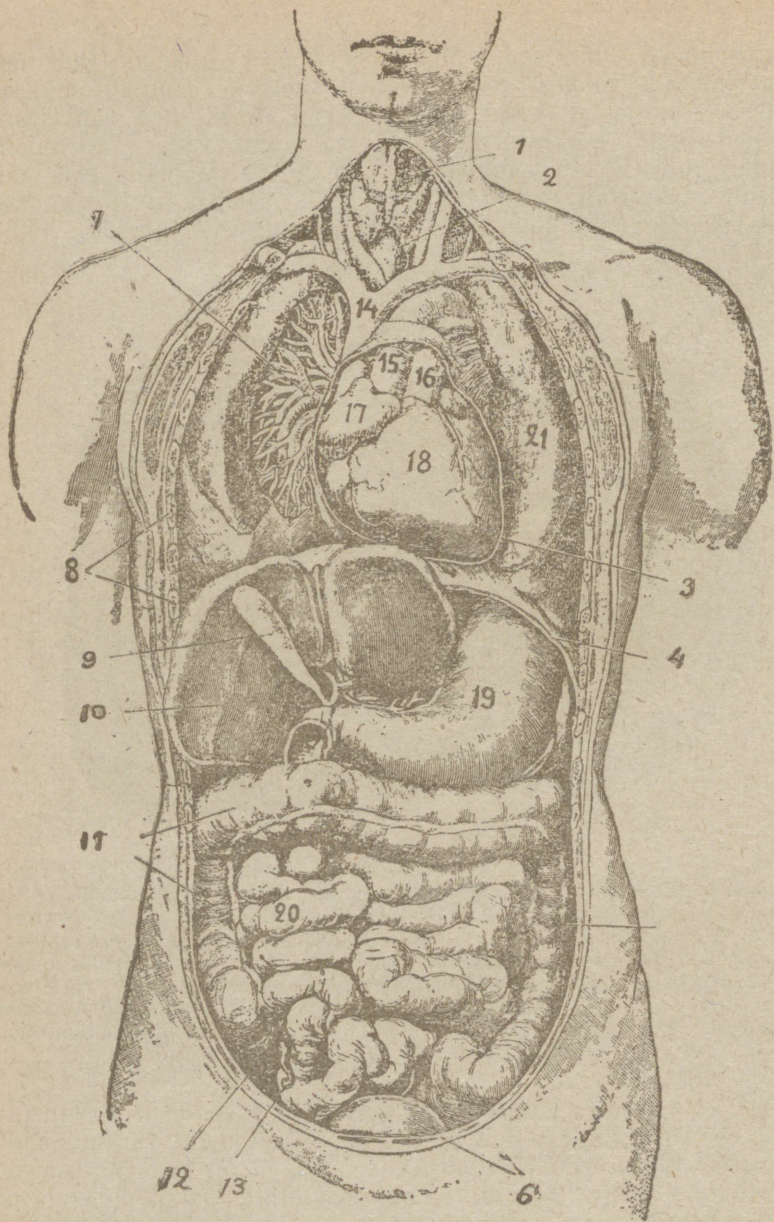
Maks. Sinnasamasse, kuhu kõhunäärme toru, avaneb ka maksas valmistatud sapi viimatoru. Maks (joon. 126) on meie keha kõige suurem nääre. Ta asub parema külje pool (joon. 127). Ülemine pool, mis vastu vaheliha asub, on tal kumer, alumine (vastu sooli) nõgus. Paks osa on tal paremal tagapool, eespool asub õhem osa. Maksa rakud sünnitavad torud (torunäärme), mis on alguseks sapivedeliku teedel. Maks seisab koos üksikuist osadest, mis on palja silmaga märgatavad. Sooltest voolab maksa osade vahele värat-tõmbsoon, kus tast lähevad kapillaarid osade sisse (joon. 128). Keskel ühinevad kapillaarid ühte osakese kesk-tõmbsooneks, mis omakorda maksa-

tõmbsooneks ühinevad. Maksasse voolav tuiksoon haruneb peajasjalikult maksa osade vahel sidekoes (toidab maksa). Maksa osakeses rakkude vahel algavad peenikesed sapi juusooned, mis osakeste vahel ühte kogunevad. Sapivedelik voolab juhi kaudu sapipõide. Sapipõis on piklik põis, mis peitub maksa all eespool (joon. 126). Sapp on pruunikaskollane vedelik, milles leiduvad mitmesugused ollused. Sapis



Joon. 126. Maks altpoolt. *a* — Parem maksa osa. *b* — Pahem osa. *c* — Ruutosa. 1 — Sapipõis. 2 — Sapipõie viimatoru. 3 — Maksatoru. 4 — Ühine sapitoru. 5–10 — Maksa künnapid teiste organidega sidumiseks. 11 — Maksaga tagumine pind. 12 — Maksaga vaheliha kokkukasvamise koht. 13, 14 — Neerulisa ja neeru vastu olev pind. 15 — Eesmine pind. 16, 17 — Jämesoole ja mao vastu olev pind. 18 — Väratõmbsoon. 19 — Väratõmbsoone. 20 — Pahem maksa tõmbsoon. 21 — Parem maksa tõmbsoon. 22 — Alumine õõnes tõmbsoon. 23 — Maksatuiksoon.

olevad happed lahundavad rasvhapete, soolaid (seepisid). Sapi värvollused on tekkinud vereliplade värvollustest. Nagu teisteski keha vedelikkudes, nõnda on ka sapis soolad (võrdlemisi palju rauda). Maksas sünnib sapp alaliselt ja koguneb sapipõide, kust ta toidu seedimise ajal välja voolab ühes kõhunäärme nõrega. Sapp kiirustab fermentide tegevust, iseäranis rasva seedimist. Iseenesest ei ole maksal seedimise mõttes siiski suurt tähendust. Palju tähtsam on maksa mürkisid hävitav tegevus. Paljud mürgid,

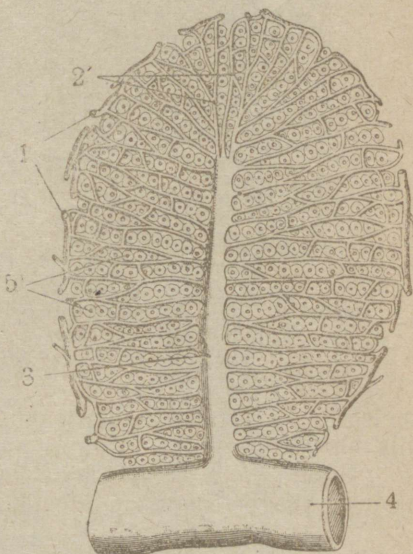


Joon. 127. Sisikond. 1 — Kõrisõlm. 2 — Hingekõri. 3 — Südame kott. 4 — Vaheliba. 5 — Jämesool. 6 — Kusepõis. 7 — Kopsu veresooned. 8 — Läbilõigatud küljeluud. 9 — Sapipõis. 10 — Maks. 11 — Jämesool. 12 — Umbsool. 13 — Üssjatk. 14 — Ülemine õõnes tõmbsoon. 15 — Aort. 16 — Kopsu tuiksoon. 17 — Parem südame eeskamber. 18 — Parem südame kamber. 19 — Magu. 20 — Peensool. 21 — Kopsu pahem pool.

mis kehas eneses sünnivad ehk kunstlikul teel sinna sisse viiakse (Hg, Cu, Fe, Pl soolad), kaotavad oma mürgisuse maksa sattudes: maks lahutab nad ära ehk ühendab teiste ollustega, nõnda et nad kahjutiuks muutuvad. Kui maks loomal välja lõigata, siis jäävad rakkudes sündinud mürgid verde, kuhu neid ikka juure tuleb. Iseäranis sooltest satuvad verde mitmesugused mürgised ollused (fenool ehk karboolhape, kreosool jne.), mis väratõmbsoone kaudu maksasse lähevad. Seepärast on kõige mürgisem väratõmbsoone veri, iseäranis veel lihatoidu seedimise ajal. Seepärast elab loom pärast maksa väljalõikamist ainult mõne tunni. Kui aga ainult sapp toru kaudu kehast välja juhtida, siis võib loom ilma iseäralise veata elada.

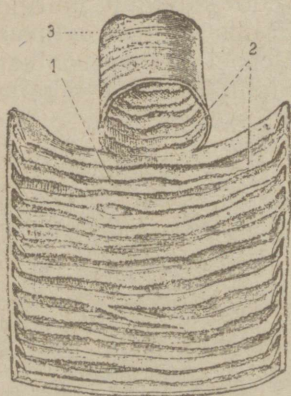
Kolmandaks on maks veel tagavara-aidaks, kuhu koguneb glükogeen ehk loomatärklis (lahundub vees, iseäranis soojas, joodiga värvub punaseks). Glükogeeni on maksas sagedasti kaunis palju (harilikult $1\frac{1}{2}$ —4%). Glükogeen on tekkinud suhkrust ja muutub fermentide mõjul jälle kergesti tagasi suhkruks. Töö ehk nälgimise ajal muutub ta kiiresti suhkruks, satub verde, kus ta edasi kantakse sinna, kus tarvis.

Sooled. 12-sõrmiksoolest läheb toitpuder edasi sooltesse. Esimene osa soolest on peenike, lõpposa jäme (joon. 127 ja 132). Peensool jaotatakse kahte osasse: ülemine ja alumine. Ülemises peensooles on palju (alumises — vähe) poolkuu-sarnaseid voltisid (joon. 129 ja 130), mis soolepinda tunduval määral suurendavad. Peensool avaneb jämesooleesse paremal küljel, vähe kõrgemal jämesoole algusest, nõnda et sinna tekib n. n. pime- ehk umbsool (joon. 131). Umbsoole otsa kinnitub väike ussjatk, mis mõnikord kohati kinni on kasvanud, nõnda et sinna midagi sisse ei pääse. Mitmesugustel haiglastel juhtumistel satuvad ussjatku bakterid ja sünnitavad põletiku. Edasi tõuseb sealt sool üleneva

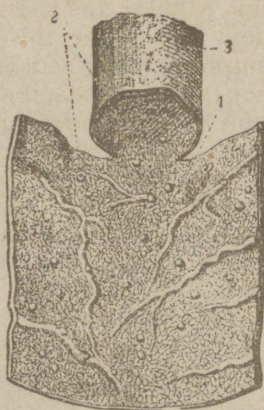


Joon. 128. Maksa osa pikuti-läbilõige (skeem). 1 — Osadevahelised tõmbsooned, 2 — Juusooned, 3 — Kesktõmbsoon, 4 — Osa-alune tõmbsoon, 5 — Maksarakud.

käärsoole nime all üles, pöörab põigi pahemale poole (põik-käärsool), kust ta siis alla läheb (alanev käärsool). All teeb ta veel S-taolise keeru ja lõpeb mittekäärulise pära-



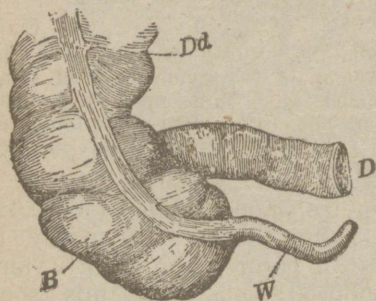
Joon. 129. Ülemine peensool voldilise sisemise pinnaga.



Joon. 130. Alumine peensool. Näha üksikud voldid ja mahlasõlmed (2).

soolega. Pärasoole lõpeb päraauguga, mille ümber on ringlihas, mis harilikult on koondunud olekus.

Soolte sein seisab koos kolmest kihist. Sees on limanahk, kus peituvad soolte näärmed.

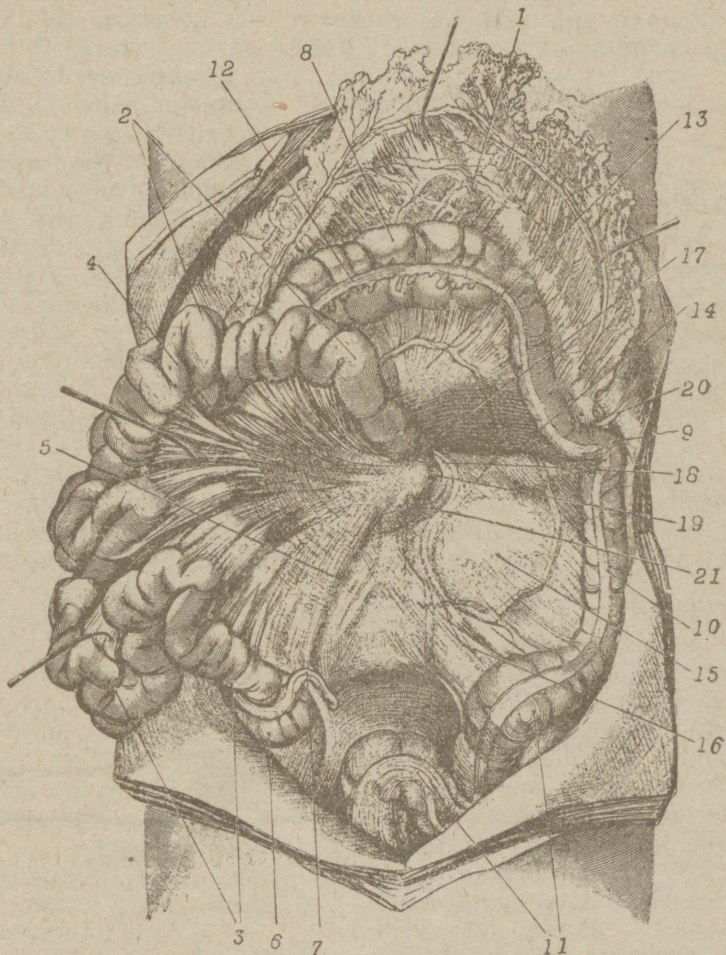


Joon. 131. Umbsool ussjatkuga. D — Peensoole lõpposa. Dd — Jämesoole algus. B. — Umbsool. W — Ussjatk.

Vahepeal on silelihaste kiht, milles on ring- ja piktilihased (sisemised ring-, välimised piktilihased). Sooli katab kelme. Ta katab neid kilena, mis soolte pealt läheb taha selgroo külge, sünnitades kahekordse kile — keskmed (joon.132). Keskmed kinnituvad selgroo kohal, nõnda et nad hoiavad sooled kinni teatavas kauguses selgroost. Üleüldse katab kogu kõhukoobast seest õhuke kelme. Selgroo kohal läheb ta kõhukoopa sisemi-

sest seinast kohati lahti ja sünnitab voldid. Nende voldide vahel asuvadki sooled. Kuid ka teised orgaanid, nagu maks ja magu, asuvad samasuguste kelmevoltide vahel. Kelme ise

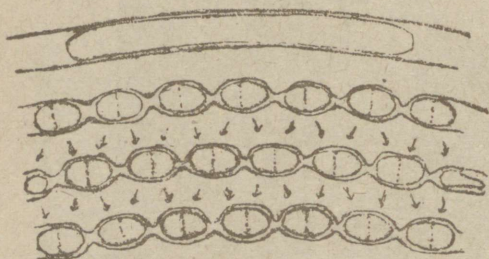
on orgaaniga, mille ümber ta asub, kindlasti kokku kasvanud. Mao peal asuv kelme tuleb voldina soolte peal alla, tõuseb aga pea jälle tagasi üles ja kiinnitub selgroo ligi. Seda



Joon. 132. Kõhukoobas. Soolte kate ja sooled kõrvale tõmmatud. 1 — Soolte kate. 2, 3 — Ülemine ja alumine peensool. 4 — Keskm. 5 — Keskmete juur. 6 — Umbsool. 7 — Ussjatk. 8–12 — Jämesool. 13, 14 — Jämesoole keskm. 15 — 16 — 17 — 18 — 19 — 20 — 21 —

keskmete volti (neljakordne) nimetatakse suureks soolte kattedeks (*omentum majus*, joon. 132). Temasse koguneb harilikult enam ehk vähem rasva, mida lihavail seal õige palju võib olla.

Sooltesse sattunud toitpuder segub seal nõretega (kõhunnäärme, soole ja maksa nõre), nõnda et iga väiksegi pala toitu nendega kokku puutub. Segumiseks ja toidu sooles edasikihitamiseks teeb sool mitmesuguseid liigutusi. Soole käär tõmbub mitmes kohas ringikujuliselt koomale, nõnda, toidupala mitmeks jaotatakse. Varsti pärast seda tõmbuvad



Joon. 133. Toidutüki osadeks lõikumine. Ülemisel joonistusel üks toidutükk, alumistel sama tükk paljudeks osadeks jaotatud.

ehk ussisarnased liigutused, mille juures soole ringikujuliselt kokkutõmbunud osa mööda soolt edasi liigub ja enese ees toidupala edasi kihutab. Peristaltilised liigutused (Joon. 134) on aeglased (ainult mõni sm. minutis). (Peensooles viibib toit 3—5 tundi.)

Soolte limanahas on palju näärmeid, mis ka nõret valmistavad. Soole nõres on ferment, mis aktiveerib (teeb mõjuvaks) trüpsiini (enterokinaas). Keedetud soole nõre ei aktiveeri teda. Peale selle on soole nõres veel ferment, mis peptonid amiinhappeiks lahutab. Soole nõres on leitud ka teisi fermente. Sellepärast võibki sool veel küllalt hästi toitu seedida, kui ka magu välja lõigatud. Pea-seedimistegevus toimub peensooles. Jämesooles võib siiski seedivate fermentide tegevus edasi kesta. Seal imetakse ka tekkivad vees lahunduvad ollused ja vesi sisse. Jämesool valmistab limast nõret, mis seedimatud osad ühendab väljaheideteks. Jäänused viibivad jämesooles umbes 12 tundi.



Joon. 134. Peristaltiline soole liigutus. Näha soondunud koht, mis toidutükki edasi tõukab.

Sisseimemine.

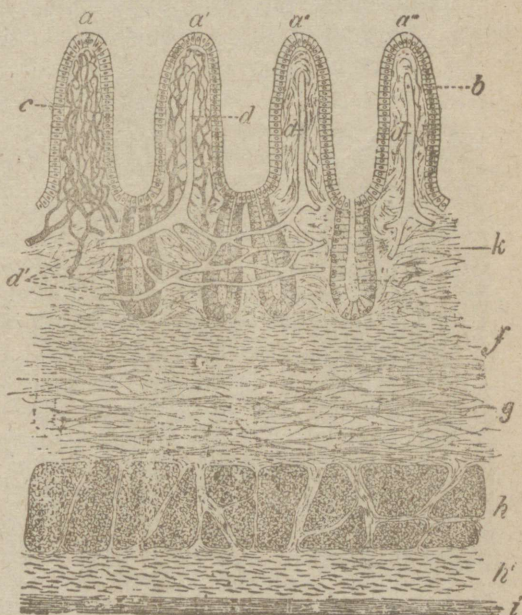
Nagu nägime, muutub sooltes munavalge amiinhappeiks, tärkliis suhkruks, rasv rasvhappeiks ja glütseriiniks. Muna-

valge, tärklis ja rasv ei lahundu (ehk lahunduvad vähe) vees, kuna neist tekkinud lihtsamad ollused on võrdlemisi kergesti lahunduvad. Nad lahunduvadki toiduga tarvitatud vees ja seedimismahlades. Nõnda siis on seedimine toidu lahunduvaks muutumine, misjuures keerulisema ehitusega ollused, millel suuremad moleküülid, lagunevad lihtsamaiks ollusteks. Alles lahundunud toit võib läbi soolte seinte verde tungida, kus ta rakkude juure kantakse. Toidu sisseimemiseks asuvad soolte seintel tihedalt

nisakujulised kromad (joon. 135 ja 136). Kromade ja ka voltide tõttu on sisseimev pind suur, mis sisseimemist kergendab ja kiirustab. Sisseimemisel on osalt tegev diffusioon (seitimine), osalt kromade aktiivne tegevus. Kromades on silelihased, mis neid vahetevahel kokku tõmbavad. Kroma sirgumisel on mõjul imev jõud. Kromasse imetud vedelik, mis osalt kroma mahlasoone satub, võib viimases ainult edasi liikuda, sest tagasilikumist takistavad klapid ehk sulud.

Amiinhapped tungivad kromade juussoontesse, kust veri neid edasi

kannab kõiksugu rakkude juure. Rakud valmistavad amiinhappeist enese kohase munavalge-olluse. Suhkur imub ka juussoontesse, kust ta peasjalikult maksa ja lihastesse satub. Maks kogub suhkrut enesesse tagavaraks, muutes teda glükogeeniks. Osa suhkrut koguneb lihastesse glükogeeni kujul. Rasv satub koemahla soontesse, mis keset kromasid algavad. Kuid rasva osad ei pääse sinna mitte eraldi, vaid epiteelrakkudest läbimineku ajal ühinevad rasvhapped ja glütseriin jälle rasvaks, nõnda et mahlasoones



Joon. 135. Soole sein ja kromad. Peensoole seina läbilõige. *a, k, f* — Limanahk. *g, h* — Ring- ja pikuti-lihaskihid. *i* — Sidekoene kiht, kelme. *a, a'''* — Kromad. *d* — Mahlasooned. *c* — Veresooned. Kromade vahel asuvad soole torunäärmed (Lieberkühni n.).

leidub ainult rasva. Rasv on seal emulgeeritud (õige väikeste tilgakeste kujul, nagu piimas). Rasva emulsioon on valge, nagu piim. Mõni tund pärast rikkalikku rasvatoitu on soolte koemahla-sooned valged. Koemahlaga ühes voolab rasv rinna mahlasoone kaudu tõmbsoonte verde.

Läbi soole seina verde satuvad ka soolad, mõned teised toitvad ollused ja mitmesugused juhtumisi soole sattunud ollused (arstirohud jne.).

Jämesooles on seedimise lõpp. Pea kõik on juba peen-sooles sisse imetud. Jämesooles muutuvad järelejäänud

osad kõvemaks. Ülejäänud kõvad ollused heidetakse kõhu-pressi lihaste kaastegevusel päraaugu kaudu välja.

Järelejäänud lahundamatud toidujäänused hakkavad jämesooles harilikult käärima ja mädanema. Seal tekib määratu palju baktere (kuni $\frac{1}{3}$ väljaheidete raskusest). Bakteride tegevusel sünnivad seal mitmesugused happed ja teised ollused, mis on isegi mürgised. Muu seas sünnib sooles karboolhape (fenool) ja koosseisu poolest tema

Joon. 136. Kroma ja kroma soontekava. *a* — Epiteel. *b* — Vere juussooned. *c* — Lihased. *d* — Mahlasoon.

ligidane ühendus kresool. Neid olluseid väikesel määral loomale andes, on võidud tähele panna, et nad aegamööda haigusi sünnitavad.

Väljaheidete väljatõmme (ekstrakt) avaldab, loomale sissepritsitult, mürgitavat mõju. Sääraste ja paljude teiste tähelepanekute põhjal arvab kuulus Metschnikov, et käärimine sooltes tervist rikub ja eluiga lühendab. Tema arvamist mööda elavad loomad, kellel lühike jämesool ehk käärimine sooles puudub, võrdlemisi tunduvalt kauemini kui need, kellel pikk jämesool ja selles suur käärimine. Ka uuemad tähelepanekud tõendavad, et sooles tekkinud mürgid on paljude haiguste tekkimisel kaastegevad.

Assimilatsioon ehk sarnastamine.

Olluste koosseis, mida inimene toiduks tarvitab, on märksa teistsugune, kui inimese enese keha koosseis. Ligemal uurimisel on leitud, et igal loomal ja ka taimel on oma iseloomuline koosseis, iseäranis munavalge ehituse suhtes. Kuid viisi tekib siis toidu mitmekesisuse peale vaatamata ühesugune keha koosseis? Me teame, et sooles ja maos „lõhutakse“ kõik seedivad ollused lihtsaiks osadeks, mis verde satuvad. Neist lihtsaist osadest (amiinhappeist, kobarsuhkrust jne.) võtavad rakud neile tarvisminevaid olluseid ja ehitavad igaüks omakohase ehk omasarnase koosseisuga materjaali. Nõnda siis, alguses lõhutakse toitvad ollused lihtsaiks osadeks, ja alles siis ehitatakse neist osadest uued omasarnased ollused (munavalged, rasv jne.). Viimast nähtust nimetatakse assimilatsiooniks ehk sarnastamiseks. Nagu assimilatsiooni mõistest järgneb, võivad looma rakud ehitada ehk süntetiseerida uusi olluseid lihtsamaist. Isegi mõned lihtsamad amiinhapped võib looma organism süntetiseerida lihtsamaist ollustest. Üleüldse on süntees loomariigis väga harilik nähtus. Siiski on loomadel süntetiseerimisvõime palju vähem kui rohelistel taimedel. Viimased süntetiseerivad mineraalsooladest, süsihapest ja veest kõik enese toidu- ja ehitusmaterjali. Süsihape on süsivesikute valmistamise lähteaineks. Süsihape lahutatakse klorofülliterakestes valgusenergia abil ja luuakse süsiniku ühendus, kuhu valgusenergia on potentsiaalse energia näol tagavaraks pandud. Tagavaraks olev energia võib tarbekorral muutuda soojuseks, valguseks, tööks jne. Põlemata ollustest valmistab taim ollused, mis põlevad. Samuti valmistab taim munavalge lihtsaist põlematuist ollustest. Selleks on tal tarvilikud lämmastiksoolad (lämmastikhappe-, ammoniak- ja t. s. soolad) ja süsiniku ühendid. Taim kasustab päikese valgusenergiat ja valmistab selle abil anorgaanilistest ollustest orgaanilised, mis on oma koosseisu poolest ütlemlata mitmekesised. Niisugune võime puudub loomadel kui ka mitte-rohelistel taimedel.

Taimedel on omakohaste olluste valmistamine ehk assimilatsioon nõnda ülekaaluv, et olluste lagunemine ehk dissimilatsioon on selle kõrval vähe märgatav. Kuid ka taime elutegevusel tarvitatakse olluseid, mis ta ise valmistanud. Ka taime rakkudes oksüdeeruvad ehk ühinevad hapnikuga ollused, misjuures vabaneb energia soojuse, töö jne. näol.

. Toit.

Toiduks tarvitatavad ained on väga mitmekesised. Nad sisaldavad niisuguseid olluseid, mis kehas ära seeditakse ja

sarnastatakse, ning ka niisuguseid, mis on seedimatud. Sarnastatavaid olluseid nimetatakse toitvaiks ollusteks.

Sooles lahutavad seedimismahlad toitvad ollused lihtsaiks ehituskivideks (amiinhappeiks jne.), mis verde imuvad. Sealt võtab iga rakk niisuguseid ehituskive, nagu talle tarvis läheb

Taimede ehk loomade munavalge-osadest — amiinhappeist — valmistab rakk oma munavalge, oma protoplasma.

Toidus on mitmesugused süsivesikud (tärglis, glükogeen, mitmesugused suhkrud), kuid veres on ainult kobarsuhkur. Seedimismahlad on nad kõik muutnud kobarsuhkruks, mida keha tarvitab. Suhkur kulub kehas peaasjalikult jõu ja soojuse sünnitamise peale.

Ka need rasvad, mis toidus olemas, muutuvad harilikult sarnaseks keha rasvadele. Rasva ülesandeks on peaasjalikult soojuse andmine. Naha-alune rasv, kui paha soojusejuht, ei lase kehast soojust nõnda kergesti välja.

Toitvad ollused ei ole kõik üheväärilised. Süsivesikud (tärglis, suhkur) võivad rasva aset täita, sest keha suudab neist ise rasva valmistada. Rasv võib teataval määral ka süsivesikute aset täita. Munavalge võib nende mõlemate aset täita. Koera võib lahja lihaga, mis on peaaegu puhas munavalge, kaua aega toita, ilma et loom selle all kannataks. Munavalge on talle siis ehitusmaterjaliks ja ka energia (soojuse, jõu) allikaks. Munavalge võib, nõndasamuti kui suhkur ehk rasv, hapnikuga ühineda ja energiat vabastada. Nõnda siis võib munavalge teiste toitvate olluste aset täita (väikesel määral on siiski ka rasv ja süsivesikud tarvilikud). Kuid rasv ega süsivesikud ei suuda munavalge aset täita. Kui toidus puudub munavalge, siis ei sünni enam uut protoplasmat, endine aga laguneb alaliselt. Keha jääb nõndakaua kergemaks, kuni viimaks teda surm tabab. Üheks huvitavaks munavalge iseäralduseks on see, et teda ei suuda keha tagavara-olluseks tarvitada. Süsivesikud võivad muutuda glükogeeniks ja rasvaks. Glükogeen ja rasv (ka toidus olev) võivad kehas tagavaraks koguneda. Kui munavalget suurel määral tarvitatakse, siis laguneb ta kehas kiiresti (soojust andes) ja lagunemisproduktid heidetakse neerude kaudu välja.

Toidus peavad tingimata olema veel soolad. Kui koera toita leotatud lihaga, kust on soolad välja ligunenud, siis sureb ta isegi rutemini kui nälgimise tagajärjel. Siit näeme veel kord, kui tähtsad elamiseks on soolad.

Hoopis ilma toiduta võib inimene mitu nädalat elada¹⁾; enam ehk vähem selle järele, kui palju tagavara kehas; lapsed vähem kui täiskasvanud. Mõned inimesed on ilma veata 5—6

1) Isegi üle paari kuu võib inimese elu ilma toiduta kesta.

nädalat ja kauemini ilma toiduta olnud. Nälgimise ajal jääb keha kergemaks: tagavarad ja ka protoplasma oksüdeeruvad.

Ilma joogita võib palju vähem aega elada; kõigest 10 päeva ümber.

Toidu soojusväärtus. Toidu väärtust arvatakse harilikult selle soojusenergia järele, mis ta meie kehas võib sünnitada. Kehas põledes (oksüdeerudes) annavad toitvad ollused järgmisel määral soojust:

1 gr. munavalget . . .	4,1	suurt	kalooriat ¹⁾
1 gr. tärklis, suhkrut .	4,1	"	"
1 gr. rasva	9,3	"	"

Nagu neist arvudest selgub, sisaldab rasv eneses kõige enam soojusenergiat. Katsete järele on selgunud, et keha tarvitab päevas energiat 2400—3000 kalooria väärtuses. Raskes töös läheb tarvis isegi üle 4000 kalooria.

Toidu määr. Leiti, et inimesel on päevas tarvis keskmiselt 118 gr. munavalget, 56 gr. rasva ja 500 gr. süsivesikuid (tärklis ja suhkrut). Kuid uuemal ajal näitavad paljude uurijate katsed, et nimetatud munavalge määr on suur. Ilmus, et isegi siis, kui 2—3 korda vähem munavalget (40—60 gr.) tarvitada, keha protoplasma ei vähene (ka raskus ei vähene). Kui kergelt tööd tehakse, võib ka süsivesikuid vähem tarvitada. Üleüldse on toidu määr inimeste seas väga muutlik. Üks on harjunud palju enam toitu tarvitama kui teine.

Soolad ja vitamiinid. Mineval aastasajal tehti palju tegemist küsimusega, kui palju läheb tarvis munavalget, süsivesikuid ja rasvasid. Teisi toitvaid olluseid võeti vähe arvesse. Kuid nüüd ilmub, et ütleмата suur tähendus on toidus sooladel ja vitamiinidel. Kaltsiumsoolade puudusel jäävad luud pehmeks, raudsoolade puudusel väheneb hämoglobiin, vosvori puudusel jääb loomade kasvamine aeglasemaks, luud on nõrgad jne. Mõnigi haigus on puudulikust soolade vahetusest sündinud. Soolasid on suuremal määral olemas aiaviljas, marjades, puuviljas, terade kestades jne.

Peale kõigi nimetatud olluste leiduvad harilikus toidus tundmatud ollused, mis on elamiseks tingimata tarvilised. Neid olluseid loetakse munavalge sarnasteks ja nimetatakse vitamiinideks. Kui tuvikesi toita odratangude ehk kruupidega, siis surevad nad 4—6 nädala pärast. Toidetakse neid aga odrateradega, siis võivad nad ilma ühegi veata elada. Täheandab, tera kestab peab olema ollus, mis tuvikesele elamiseks tingimata tarvilik. Meresiga on aga veel tundlikum.

1) 1 suur kalooria on soojuse hulk, mis tarvis läheb 1 liitri (1000 kant-sm.) vee 1 kraadi võrra soemaks tegemiseks.

Tema ei suuda ka tervete teradega elada, vaid tal peab toidus olema värskeid toiduaineid, mis vitamiine sisaldavad. Odra- ehk kaerateri süües sureb meresiga umbes kuu aja pärast. Lisame aga kaertele värskeid porgandid juure, siis võivad nad elada. Kui aga värskete porgandite asemel anda keedetuid, siis jäävad meresead haigeks (skorbuut) ja surevad. Siit näeme, et keetmine võib vitamiinid ära hävitada.

Vitamiinide puudusel tekkinud haigused on kaunis harilikud Hiinas (beri-beri), kus tarvitatakse poleeritud (ilma kollase kestata) riisi. Vangimajades, kus liig ühekülgne toit, on skorbuuthaigus harilik külaline. Beri-beri haigus paraneb varsti, kui haigele anda riisikestadest valmistatud vee-väljatõmmet (ekstrakti). Vastasel korral tabab haiget surm. Vitamiinid asuvad tera kestas (söklas), puuviljas, piimas, värskes lihas jne. Keedetud piimas on vitamiinid, võib olla ka mõned teised ollused, lagunened. Sellepärast on lapse toitmine ainult keedetud piimaga väga puudulik ja kahjulik.

Toitmise tervishoid. Toitmise tervishoiu vastu patustamine on väga harilik, mispärast ka haigused inimeste seas on nõnda sagedad. Kes terve tahab olla, peab hoolega toitmise tervishoiust kinni pidama.

Kõige esimeseks loomulikuks söömise algamise nõudeks on isu ehk nälg. Peab olema tungiv tarvidus söögi järele, mitte niisugune isu, mis sünnib maitsvat toitu nähes. Sagedasti võib kuulda jutustust, kus kaevatakse, et „söön hoopis ilma isuta, sest miski asi ei ärata isu“. Säherdusest söömisest ei ole palju kasu, sest ilma isuta söömisel puudub psüühiline ärritus, mispärast on näärmete nõristus puudulik. Söögiisu puudus on looduse näpunäide, et kehal pole veel tarvis toitu ehk tal on tarvis võidelda mürkidega ja bakteridega, mis kehasse ilmunud. Sööma sundimist tuleb sellepärast päris lubamatuks pidada. Isu ütleb ise, kuna toitu tarvis.

Toit peab korralikult läbi mälutama ja maitstama. Kui me näituseks leiba ehk kartulit kauemini suus mälume, muutub ta magusaks, maitsvamaks. Puuduliku mälumise korral ei ole toit nõnda maitsev. Mäluda tuleb seni, kuni suutäis peeneks on muutunud ja isenesest alla neelatakse.

Seesuguseks mälumiseks peavad head hambad olema. Seepärast tuleb hoolitseda h a m m a s t e p u h t u s e e e s t. Hammaste külge ja vahele jäänud toit läheb seal käärima, tekivad happed, mis hambaid vigastavad. Korraga sooja ja külma toidu tarvitamine vigastab ka hambaid. Siis võivad kergesti väikesed praod tekkida, kuhu käärivad ollused sisse pääsevad.

Toidu korralik mälumine ja maitmine on tähtis sellepärast, et siis valmistab magu ja teised seedimisnäärmed enam nõret (psüühilist nõret). Osa munavalget seedib psüühilise nõre mõjul peptoonideks, mis siis omakorda magu keemiliselt ärritavad. Kui aga juba isu ja maitse ärritus oli väike, siis on ka keemiline ärritus väike (ilmub vähem peptoonisid). Tagajärg on, et maos seedimine puudulikuks jääb ja vähem soolhapet nõrgub. Kui aga maos on vähe soolhapet, siis on ka kõhunäärme keemiline ärritus puudulik (HCl on kõhunäärme ärritajaks siis, kui ta 12-sõrmiksoole satub). Tähendab, ka

kõhunääre valmistab vähem nõret, kui korraliku seedimise puhul. Kõige selle tagajärg on puudulik seedimine, puudulik toidu äralahundamine. Toidu puuduliku seedimise pärast peab aga enam sööma. Tähendab, kui toit hästi korralikult läbi mäluda, siis võib vähema toiduga läbi saada.

Liigsöömine on kahjulik, nõndasamuti kui ka liig vähene söömine. Liigsöömise tagajärjel ei ole võimalikud korralikud mao liigutused. Kui kõht liig täis, siis on maos sagedasti halb tunne, isegi hingamine on takistatud, liikuvus vähenenud. Närmed ei jõua küllalt nõresid valmistada. Seedimine jääb puudulikuks. Sealjuures võivad tekkida mürgised ollused, mis soolte limanahka nõnda ärritavad, et toit sooltest kiiremini läbi kihutatakse, mille tagajärjel võib isegi kõhu lahtiolek tulla.

Puudulikult seeditud toidus hakkavad ka bakterid kergemini sigima, mille tagajärjel sooltes enam mürkisid sünnib. Mürgid imuvad verde, kus nad kahjulikku mõju avaldavad kudedele peale.

Sage söömine ei ole soovitatav. Ka siis seeditakse toit puudulikult ära. Iga orgaan nõuab puhkust. Enne sööki on närmerakud terakesitais. Nõre sündimise ajal kaovad terakesed: nad muutuvad nõreks (joon. 137). Rakud omandavad hoopis teistsuguse kuju. Puhkuse ajal ilmuvad rakkudesse jälle terakesed, millest sünnib nõre. Kui aga puudub puhkus, siis puudub ka korralik närmete tegevus. Kolmest korrast söömisest päeva jooksul jätkub küllalt. Mõned rahvad on kõigest 2 korda päevas söönud. Soovitatav on õhtul mitte otse enne magamaminekut süüa, sest magamise ajal on, nagu tähelepanekud näitavad, mao ja soolte liigutused aeglased. Ka seedimiskava tarvitab õõsi puhkust.

Korraliku mälumise ja teistest toitmise tervishoiu nõuetest kinnihoidmise korral on käärimine sooltes minimaalne.

Toidu maitse. Toidu maitse on suur tähendus. Maitsev toit ärritab meie maitseerkusid, rahuldab isu, nõnda et ilmub enam psüühilist nõret. Toit, mis ei maitse, ei seedi nõnda hästi. Toidu maitse tegevuseks lisatakse sinna soola ja vürtsisid juure. Maitsev võib olla isegi lihtne korralikult valmistatud toit siis, kui teda korralikult mälutakse ja kui on hea isu. Toidu maitse kohta avaldab mõju vaheldus toidus. Ühekülgne toit muutub harilikult maitsetuks; ilmub isu teiste toitade järele: kehale on mitmesuguseid olluseid tarvis.

Seeditavus. Toiduainete seeditavus on mitmesugune. Liha, sai, suhkur seedivad pea täielikult ära. Taimeriigi saadustest jääb enam-vähem suur osa seedimata. Seedimata jääb peaaesjalikult tselluloos, kuid ühes temaga ka osa toitvaid olluseid. Toitvad ollused on kas tselluloosist kestaga ümbritsetud, nõnda et seedimismahlad ligi ei pääse, ehk toit läheb liiga kiiresti sooltest läbi. Hariliku segatoidu juures jääb 5—10% toitvaist ollustest seedimata.

Toiduained.

Inimene võtab toiduks aineid taime- ja loomariigist. Kõige tähtsamat osa inimese toidus etendab taimeriik. Taimeriigi saadustest tarvitab inimene enesele toiduks kõiksugu taimede seemneid, viljasid, juuri, juurikaid, lehti jne. Parasvöö maades on teravilja kasvatusel kõige tähtsam koht. Teraviljast valmistatakse leiba, saia, putru, suppisid jne.



A.

B.

Joon. 137. Kõhunäärme rakud:
A — rahu olekul. B — nõrestamise ajal.

Rukis. Kesk- ja Põhja-Euroopas on rukis kõige harilikum teravili. Teda kasvatatakse ka Põhja-Ameerikas. Rukkijahust valmistatakse leiba. Taigen hakkab käärima pärmseente mõjul, mis õhust sinna sattunud või olid endises taignas, mis selleks alal hoitakse. Käärimisel tekkinud süsihappe (CO₂) mõjul kerkib taigen. Ahjus paisub taigen veel, sest gaas laieneb soojuse mõjul. Puudulikult käärinud leib on väga tihe (tänkjas, tahkjas) ja sitke, nõnda et seedimismahlade läbitungimine on seal raske: puuduvad „tühjad“ (gaasi) ruumid. Vaesemaile inimestele on rukkileib sagedasti (iseäranis mõnes Venemaa kubermangus) pea ainsaks toiduks. Leiva koosseisu vaata tabelil.

Nisu. Nisu kasvatatakse enam lõunapoolseis parasvöö maades. Seal on tal niisamasugune tähtsus, kui põhja pool rukkil (nisuleib). Lõuna-Venemaal ja P.-Ameerika Ühisriikides on nisu all määratu suured põllud.

Rukki ja nisu jahvatamist toimetatakse kahel viisil. Ühe viisi järele jäetakse tera kest jahudesse, mille tagajärjel saab jämedam jahu ja „mustem“ leib ning sepik. Teise viisi järele söelutakse kestosad jahust välja. Siis saab valge jahu, millest valmistatakse peenleib ning sai. Välja-söelutud terakestad — kliid — antakse toiduks loomadele. Säärast viisi ei või küllalt heaks nimetada. Tera läbilõikel näeme kõige peal kõva tselluloosist kesta, mille all asub kandiliste rakkude kiht. Tera keskel on piklikud rakud, kus sees on suurel hulgal tärklisteri. Kandilistes rakkudes on munavalge-ollus (aleuroonterad), soolad ja vitamiinid. Tera teistes rakkudes on neid vähe, ehk nad isegi puuduvad seal. Jahvatamise korral jäävad kandilised rakud tselluloosikihi külge (kliid). Nõnda siis, kui me kliid loomadele anname, kaotame ise jahu väärtuslikud ja tarvili-ollused. Oleks kohane ka kliid toiduks tarvitada, neid hästi peeneks jahvatades. Kliidega jahu tarvitamise vastu räägitakse, et see on kahjulik, sest kliisest jahust leib ei seedi ära (tselluloos) ja ärritab liigalt sooli. Kuid kõik toit ei peagi ära seedima. Liig vähesed toidujäänused ärritaksid vähe sooli. Jäänused seisaksid kaua sooltes ja mädaneksid seal. Soolte ärritus oleks väike, nende tegevus puudulik. Sarnased tingimused on kohased kõhu kinnioleku sündimiseks, millel aga tervise kohta pahad tagajärjed. Seesugust nähtust võib leida nende linlaste juures, kelle peatoiduks on sai ja liha.

Riis. Riis on kõige tähtsam teravili, sest temast elatavad endid mitmed sajad miljonid inimesed. Hiinlaste ja jaapanlaste peatoit on riis. Teda kasvatatakse veel Indias, Aafrikas, Lõuna-Euroopas jne. Riisital on kollane kest, mille all õhuke läikiv „hõbekile“. „Hõbekiles“ on vitamiinid. Euroopas tarvitatakse ainult ilma kestata — „poleeritud“ — riisi.

Teised teraviljad. Lõuna-Euroopas ja ka Ameerikas kasvatatakse kaunis palju maisi ehk kukuruusi. Mais on näit. Rumeenias peatoiduks, kus temast putru (mamalõõga) valmistatakse. Ameerikas nuumatakse temaga harilikult sigu. Vähem tähtis on hirs. Teraviljadest tarvitatakse toiduks veel otri ja kaeru. Üleüldse on teraviljade tarvitamine väga suur ja laialdane. — Nad kõik sisaldavad palju tärklist.

Kaunviljadest etendavad inimeste toiduna suurt osa oad, Türgi oad, herner, läätsad. Neis on rikkalikult munavalget, isegi enam kui lihas. Nad on rikkad ka tärklistest.

Kartul on põhjapoolseis maades tähtsaks toiduaineks, iseäranis Iirimaal, kus ta on pea ainsaks toiduks. Kartulis on vähe munavalget (1–2%), mispärast, ainult kartulis süües, neid palju peab tarvitama. Tärklist on kartulis keskmiselt 20%.

Aiaviljad (kaalikad, porgandid, peedid jne.) on veerikkad. Toitvaid olluseid on neis 10% ümber. Kõige enam on neis tärklist ja suhkrut. Väga soovitatav on neid tarvitada toidu mitmekesisemaks tegemise mõttes, iseäranis ka maal. Neis on suuremal määral soolasid.

Puuvili (õunad, pirnid, ploomid jne.) on maitserikkad toiduained. Neis on kaunis palju suhkrut, mis väga kergesti seediv.

Lihatoidu ja peenleiva tarvitamise puhul on iseäranis tarvilik ka puuvilja ja aiavilja süüa, sest neis on tselluloosi, mis sooled tegevusele kihutab.

Iseäranis toitvad on pähklid ja mitmesugused lõunamaapuuviljad, nagu viigimarjad, oliivid, datlid, kookosed, mandlid, banaanid jne. Banaanid ja viigimarjad sisaldavad palju suhkrut. Datlid, kookosed ja mandlid on rasvarikkad. Banaanid, datlid ja kookosed on miljonitele lõunamaalastele kõige tähtsamaks toiduks. Kookosest, mis palju vilja kannab, valmistatakse taimerasva.

Liha. Liha on munavalgerikas toit. Rasvases lihas on veel palju rasva. Liha ei hinnata tema iseäralise toitvuse pärast, vaid enam sellepärast, et ta on maitsev. Liha seedib pea kõik ära. Temas olevad maitseained ärritavad seedimisorgaane kiiremale tegevusele (nõristamise mõttes). Soolatud liha kaotab palju oma sooladest ja maitsevusest. Liha armastavad iseäranis need tarvitada, kes vähe liiguvad, kel seedimisorgaanid lõdvalt töötavad, see on iseäranis linnas, kus äreva elu ja vähese liikumise tõttu loomulik isu kaduma läinud. Liha tarvitamine on kõige suurem rändajate metsikrahvaste juures ja Euroopa ning Ameerika linnades. Maal on liha tarvitamine vähem. Suurem osa inimesesoost tarvitab liha väga vähe, paljud pea mitte sugugi.

Teiseks tähtsaks loomariigi saaduseks on rasv. Rasv on väga tegus toiduaine, sest ta sisaldab palju energiat. Peale selle annab rasv toitule hea maitse. Rasvarikas toit tundub palju toitvamana ja maitsevamana, kui tärklisrikas, kuid ta nõuab seedimiseks enam aega. See pärast ei ole hea ka liig rasvast toitu tarvitada.

Piim on kaunis laialdaselt tarvitatav toiduaine. Temas on muna-valget, suhkrut, rasvasid ja soolasid. Piima hapnemisel tardub ta muna-valge (kaseiin), millest siis kohupiim valmistatakse. Piim läheb hapuks bakteride mõjul, kes piimasuhkru piimahappeks lahutavad. Hapus piimas sisalduv hape takistab enam-vähem teiste bakteride sigimist sooles, mis pärast siis vähem mürgisemad toidud sünnib. Piimas tekivad kergesti veel mitmesugused bakterid, mis võivad tervisele kahjulikud olla.

Piima saadustest on laialt tarvitusel või (piima rasv), koor, juust, kefiir jne. Juust sisaldab palju muna-valget.

Maitseained. Toidu maitsvaks tegemiseks on tarvitusel palju maitseaineid, nagu kaneel, pipar, nelk, köömned, loorberilehed, safran, sibul, porrud, mädarõigas, murulauk, sool jne. Maitseainete tarvitamine mõjub, nagu nimetatud, hästi seedimise peale, nõnda et nõristus on rikkalikum ja seedimine kiirem. Maitseaineid ei pea aga palju tarvitama, sest siis võivad nad isegi kahjulikuks saada, iseäranis kanged võrtsid. Loomulik toidus on harilikult maitseained iseenesest olemas. Kõige harilikum maitseaine on keedusool. Ka teda ei pea palju tarvitama.

Toidurikked. Peab püüdma mitte rikutud toitu tarvitada, sest rikutuis võivad mürgid olla. Rikkumatu maitse ja haistmine hoiatavad meid säherduse toidu eest, kuid mitte iga kord. Kopitanud jahud, hapnema läinud toit on kahjulikud. Kahjulikult mõjuvad kõrvalised ollused, nagu tungalterad rukkis jne. Soolamatu ehk nõrgalt soolatud liha läheb ruttu halvaks. Temas, iseäranis kalades ja vorstis, võivad väga kanged mürgid tekkida. Loomades on kaunis sagedasti parasiidid, mis lihaga inimesse võivad sattuda, kui liha ehk kala puudulikult praetud. Kõige kardetavam neist parasitidest on trihiin. Trihiinihaige looma liha hävitatakse ära (vaadatakse läbi tapitallides). Ka laius võib kaunis raskeid haigusi sünnitada, iseäranis siis, kui neid on mitu tükki sooltes asumas.

Tähtis on toidu puhtuse eest hoolitsemine. Ka söögiriistad peavad puhtad olema. Supid ja teised käärima hakkavad toidud ei pea kaua

seisma, vaid need peab püüdma võimalikult varsti ära tarvitada, et ei sigineks baktereid.

Harjumus. Väga suurt osa etendab toitude alal harjumus. Nagu teada, on toitudeviisid ütlemlata mitmekesised. Seedimisorganid harjuvad teatava toitudeviisiga ja nad töötavad toidu koosseisu järele. Nad võivad kaunis laiades piirides oma tegevust muuta, kuid mitte kiiresti. Kui järsku üle minna teistsuguse toitudeviisi peale, siis on alguses harilikult mitmesugused seedimise- ja teised korratused. Alles mõne aja pärast harjub keha uue toitudeviisiga. Kahtlemata on toitudeviisil oma mõju inimese kehale ja vaimlise tervise ja arenemise peale, kuid moodsas teaduses on sel alal veel palju selgusetust. Võrdlev toitudeteadus hakkab alles tekkima. Missugune toitudeviis kõige kohasem, selle kohta on arvamised lahkuminevad. Vaidlusküsimusteks on munavalge rohkus, selgumata on vitamiinide ja soolade rohkuse üksikasjaline mõju, võrdlemisi vähe tuntud on korraliku mälumise tagajärjed jne.

Joogid.

Vesi on loomulikuks joogiks. Joogivesi peab olema puhas, ilma lõhnata, ilma paha maitseta. Allikavesi on puhas. Kaevudesse satub kergesti mitmesugust prügi, sõnnikust vett (virtsa) jne. Säherdane vesi sisaldab palju baktere. Seal tekivad ka mitmesugused tervisele kahjulikud ollused. Heaks joogiks on ka värsked marjade ehk puuviljade mahlad.

Alkoholilised joogid (õlu, vein, viin) on kahjulikud. Alkohol on protoplasma mürk. Tema uimastab rakkusid, iseäranis kõrgemaid aju-rakkusid, hävitab enesekriitika. Enesekriitika kadumise tagajärjel vabanevad loomalised kired. Alguses tekib teatav ärevus, kuid üleüldine tegu jõud langeb, isegi vähemate alkoholi hulcade järele. Alkoholi väikesel mõõdul peeti seedimise edendajaks, kuid uuemad tähelepanekud ei tõenda seda. Alkohol annab küll kehale oma jagu soojust, kuid kui inimene küllalt toitu saab, siis ei ole tarvis niisugust soojust allikat, mis halvasti mõjub. Vaese ühekülgse toidu korral ilmuvat kergemini tarvidus ärritava ja uimastava alkoholi järele. Kuid sel korral on tarvis püüda parandada toitudeviisimusi. Alkohol ei avalda mitte üksi mõju jooja enese peale, vaid ka tema ligemad ehk kaugemad järeltulijad kannatavad alkoholi tagajärgede käes, nõndasamuti ka perekonna-liikmed. Joodikute järeltulijate seas on kõige enam kurjategijaid, hullumeelseid ja tervisiiselt kiduraid. Joodik ei tee nõnda siis kurja üksi enesele, vaid ka teistele. Kõige parem on täieline karskus, parem mõistliku lõbu maitmine, kui mõistuse uimastamine. Alkoholi joogiks tarvitamine on rumal ja otstarbetu ainete pillamine ja tööjõu kulutamine.

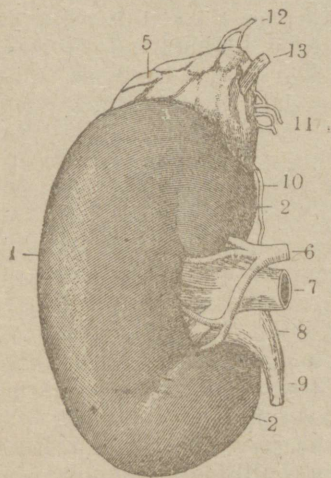
Eritamine.

Iga raku elutegevusel lagunevad keerulise koosseisuga ollused lihtsaiks lõpusaadusiks, mida rakul enam tarvis ei ole. Olluste lagunemisel vabaneb energia, mis organismile liikumiseks jne. tarvilik. Olluste lagunemist organismis nimetatakse dissimilatsiooniks, missugune nähtus on assimilatsiooni vastand. Ollustevahetuse lõppsaadused, mida rakud enam kasutada ei suuda, heidetakse neist välja, verde. Viimane kannab lõppsaadused eritamisorgaanide juure, kust kaudu nad kehast välja toimetatakse.

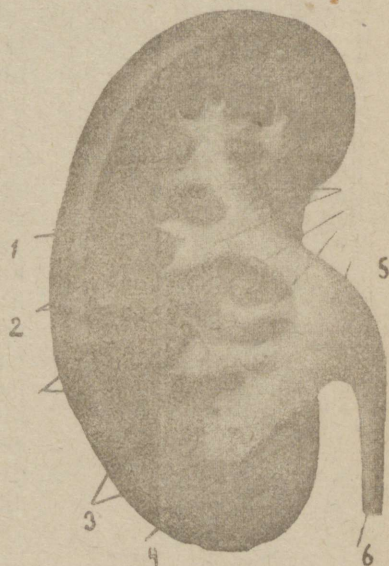
Suhkur ja rasv oksüdeeruvad kehas täielikult, sünnitades lõppsaadustena vett ja süsihapet. Süsihape eritub läbi kopsude

välja. Munavalge oksüdeerumisel ehk põlemisel tekib palju mitmesuguseid olluseid, mis enamasti lämmastikku sisaldavad. Need kõlbmatuks muutunud ollused erituvad välja neerude kaudu.

Neerud. Neerud (joon. 138) on oakujulised orgaanid, mis kahel pool selgroogu asuvad (nimesosa kohal). Neerusse voolab veri ühes temas olevate kõlbmatute ollustega aordist neeru tuiksoone kaudu. Neeru läbilõikel on näha ääre pool teraline punakas-pruun koorollus (joon. 139) ja keskel jooniline



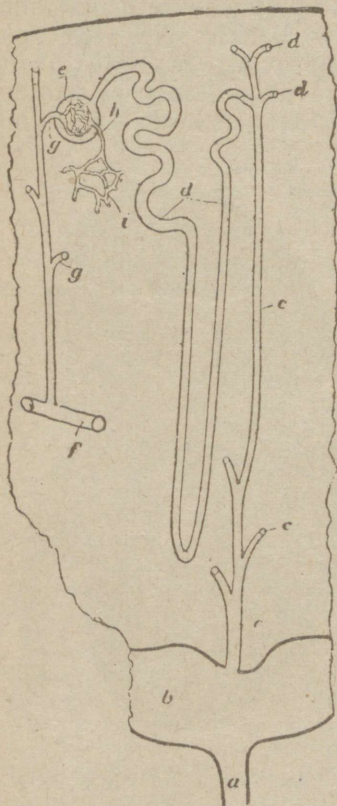
Joon. 138. Parem neer ja neerulisa. 1 — Küljepoolne, 2 — keskepoolne neeru äär. 3 — Ülemine, 4 — alumine neeru ots. 5 — Neerulisa. 6 — Neeru tuiksoon. 7 — Neeru tõmbsoon. 8 — Neeru astjas. 9 — Kusejuhi algus. 10, 11, 12 — Tuiksooned, 13 — Tõmbsoon.



Joon. 139. Neeru läbilõige. 1 — Säsiollus. 2 — Koorollus. 3 — Torniku otsad ehk näsad. 4 — Tornikud. 5 — Neeru astjas. 6 — Kusejuht.

hallikas-punane ollus (säsiollus). Säsiollus on tornikuist koos. Neeru tuiksoon läheb koor- ja säsiolluse vahele, kust ta haruneb. Neist harudest lähevad koorollusesse vähemad harud, mis jälle harunevad. Viimaste harude otsas asuvad soontekerad ehk pasmad (joon. 140). Tuiksoone haru kaudu voolab veri pasmassse (joon. 141), kus on juussoon kokku keerutatud; sealt läheb veri välja viiva soone kaudu. Viivsoon on peenem kui toovsoon; sellepärast peab toovas soones ja pasmas küllalt suur rõhumine olema, et peenikest

viivat soont kaudu verd nõndapalju edasi kihutada, kui toovat soont kaudu juure tuleb. Rõhumise tõttu tungib pasma juussoonest osa vedelikku välja. Väljatunginud vedelik (peaasjalikult vesi ja temas lahundunud soolad) satub pasmast kilena ümbritsevasse kapslisse, mille küljest algab väike toruke ehk nõruke. Nõrukesed teevad koorelluses keerud. Osa tuiksoone harusid läheb nõrukeste külge, kus nad juussooneteks jagunevad. Nõrukese rakud võtavad juussoonetest kõlbmatuid olluseid ja heidavad neid nõrukesse, kust neid pasmast tulev vedelik edasi kannab. Järjekult, kapslist satub nõrukesse vesi ja soolad (niisuguses kontsentratsioonis, nagu veres), teised ollused erituvad nõrusse tema seinarakude kaudu. Tähtsamad ollused, mida seinarakud nõrusse eritavad, on kusihape ja kusiollus. Veres on neid olluseid vähe, kuses aga palju. Osmoosi seaduste järele peaks kusihape ja kusiollus tekkinud kusest verde imbuma. Kuid siin ei ole lihtsalt osmoosi seadused maksvad, vaid rakud on aktiivselt tegevad, nad suudavad väikesekontsentratsioonilisest lahundist (verest) ollust eritada kõrgemakontsentratsioonilisse lahundisse (kusesse). Veres, näit., on 0,05% kusihapet, kuses 2%. Kusiollus ja kusihape sisaldavad mõlemad lämmastikku. Nad on munavalge lagunemisproduktid. Peale nende on kuses veel mitmesugused orgaanilised ollused ja mineraalsoolad.

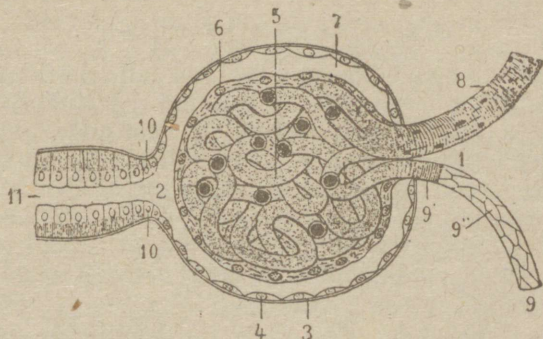


Joon. 140. Kusenõrude kava neerudes. a — Kusejuht. b — Neeru karikas. c — Sirgnõruke. d — Väänisnõrukesed. e — Pasma. f — Tuiksooneke. g — Toovsoon. h — Viivsoon. i — Väänisnõrukese ümber harunev juussoon.

Et väänisnõrukesed eritamisest tähtsat osa etendavad, seda näitab kõige selgemini looma verde mõne värvi (näit. sinise indigo-väävelhapu naatriumi) pritsimine. Värvuvad siis nimelt nõrukesed, sest just nemad koguvad verest värvi ja heidavad kusesse.

Nõrukesed ühinevad ja lähevad tornikusse, mille otsas

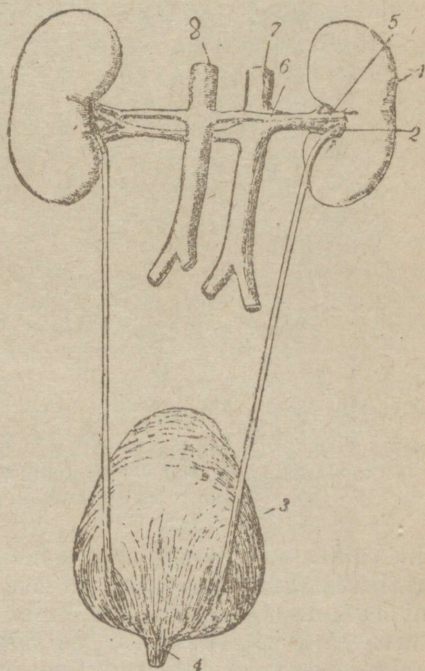
nad avanevad ühise avausega. Nagu sellest kirjeldusest selgub, on koorolluses pasmad ja väänisnõrukesed, kuna torniku



Joon. 141. Malpighi pasma skeem. 1 — Bowmani kapsli avaus. 2 — Kapsli ja kusenõrukesese õone vahekoht. 3, 4 — Bowmani kapsli kest. 5 — Soonte pasmas. Mustad ringid kujutavad katkilõigatud soonte otsi. 6 — Pasmast kattev epiteel. 7 — Kapsli õõs. 8 — Toov soon. 9 — Viiv soon. 10 — Kusenõrukesese algus. 11 — Kusenõrukesese õõs.

teravamas otsas on leida põhiolluse seas ainult juussooned ja kogunõrukesed. Tornikute kogunõrukestest voolab kusi tornikute ääres asuvasse õõnesse — neeru astjasse, mis tornikute vastasküljes on kilega piiratud, kust algab kusejuht. Kusejuhti mööda nõriseb kusi neeru astjast kusepõide (joon. 142). Kusejuht läheb selgroo ligi põie taha ja allapoole, kust põigiti põie avaneb. Kui põis täis, siis rõhub kusi seina nõnda, et põigiti all olev kusejuhi avaus kinni surutakse. Seepärast ei pääse kusi tagasi kusejuhtidesse.

Kusepõie viimatu alguses on ringlihas, mis kust põiest välja ei lase. Kui põis kust täis, siis tundub seal rõhumine. Kusemise ajal nõrgeneb ring-

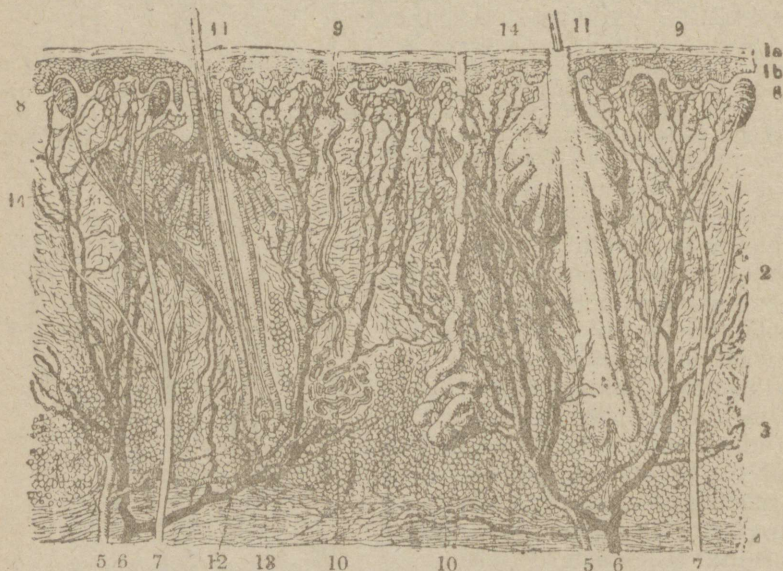


Joon. 142. Neerud ja põis. 1 — Neer. 2 — Kusejuht. 3 — Kusepõis. 4 — Kuseatoru avaus. 5 — Neeru tuiksoon. 7 — Alumine õõnes tõmbsoon. 8 — Aort.

lihase pinevilolek tahtmise mõjul, ja põie lihased tõmbuvad kokku ning kusi voolab välja.

Naha tegevus ja ehitus.

Tähtsamaks naha ülesandeks on kudede kaitsmine. Kuid ta täidab ka eritamise ülesannet. Kaitsmise kohaselt on ta märksa sitkem ja vigastustele vastupidavam kui tema all olevad koed (lihased jne.). Naha välimised rakud puutuvad kokku õhuga, veega, kõiksugu asjadega jne. Säherdusis kiiresti muutuvais tingimuses ei suuda rakk elada. Kõige välimised rakud ongi surnud (neis puuduvad tuumad). Nad sünnitavad sarvkihi (joon. 143), mille küljest alaliselt osad soomuste



Joon. 143. Naha läbilõige. 1 — Pealishnahk ehk marrask. a — Sarvkiht. b — Sigi- ehk Malpighi kiht. 2 — Pärisnahk. 4 — Naha aluskiht. 5 — Arteerid. 6 — Veenid (mustad). 7 — Ergud. 8 — Erguotsad pealishahas. 9 — Rasvanäärmed. 10 — Higinäärmed. 11 — Karvad. 12 — Karva juur. 14 — Karvaliigutajad lihased.

ehk väikeste tükikeste näol maha langevad ehk hõõrumise mõjul lahti kistakse. Sarvkihi all asuvad elusad rakud (tuumaga), mis sünnitavad paksema kihi. Seda rakukihti nimetatakse ema- ehk sigikihi (Malpighi kihiks), sest tema sünnitab äralangevate sarvkihi rakkude asemele uued. Emakihi rakud jagunevad alatasa; pealmised rakud muutuvad lapikuks, kaotavad tuuma ja muutuvad elutuiks sarvkihi rakkudeks. Sarv-

ja emakihti kokku nimetatakse pealisnahaks ehk marraskiks. Väikese nahavigastuse korral tuleb ta maha.

Marraski all asub pärisnahk, mille pealmine pind on kaetud näsadega. Ainult näsadesse ulatavad juussooned, kust veri ihumahla näol ka emakihi rakkusid toidab. Näsakihi all on pärisnahas palju elastilisi kiudusid, mis annavad nahale venivuse ja vetruvuse. Kiudude vahel on ka, nagu harilikult, sidekoe rakud. Peale selle on pärisnahas juukse pärad ja higinäärmed. Higinääre algab sügaval nahas toruna, mis pasmasse kokku keerutatud. Pasmast tuleb välja viimatoru, mis naha pinnal avaneb. Higinäärmeid on nahas üle kahe miljoni. Higi, mis neist eritub, on läbipaistev, soolase maitsega ja isäralise lõhnaga vedelik. Koosseisu poolest tuleb ta osalt kust meele, sest temas on kusiollust, soolasid ja mitmesuguseid orgaanilisi happeid (soolade kujul). Nõnda siis on ka higinäärmed eritamisorgaanid. Nende kaudu erituvad välja isegi mitmesugused arstirohud (jood-, broom-, elavhõbesoolad jne.) ja teised mürgised ollused. Neerude vigastuse korral on higinäärmete tegevus elav; nad täidavad siis jõudu mööda neerude ülesannet. Inimene higistab vahet pidamata, kuid harilikult ei ole see märgatav, sest higi aurab (lendub) naha pealt otsekohe ära. Keskmiselt aurab öö-päeva jooksul naha pinnalt kuni 1½ liitrit vett. Kõrgema temperatuuri, töö ja rikkaliku veetarvitamise järel suureneb higistamine, sagedasti sedavõrt, et higi tilkadena naha pinnale ilmub. Nagu varsti kuuleme, on higistamine tähtis kehasoojuse korraldamisel. On olemas ergud, mille ärritus (elekter, ehmatuse jne.) kangesti higistama ajab.

Juuksed kaitsevad nahka, kus nad on tihedalt, külma eest. Suur osa juuksest on elutu. Juukse pära, mis on jämedam välisest osast, asub tupes. Juus kasvab päraosast. Tuppe avaneb rasvanääre, millest rasv naha pinnale valgub. Rasv katab naha pinda ja juust õhukese kihikesena, mis teeb naha pehmeks ja siledaks. Kuiv nahk on habras. Kõige alummise nahakihi sünnitab naha-alune rasvakude, kus suuremal ehk vähemal määral rasvarakud peituvad. Naha-alune rasvakiht on heaks kaitseks külma eest, sest rasv on paha soojajuht.

Soojus.

Temperatuuril on kõiksugu eluavalduste kohta väga suur mõju. Madalas temperatuuris on kõik elutegevused aeglased, keskmises kiired, liiga kõrges jällegi takistatud. Igal eluavaldusel on oma miinimum (alammäär), optimum (kõige kohasem) ja maksimum (ülemäär). Võtame, näituseks, heinabakteri (*Bacillus subtilis*). Tema sigimiseks on temperatuuri

alammäär $+6^{\circ}$, kõige kiiremini sigib ehk jaguneb ta $+30^{\circ}$ juures (optimum); kui aga temperatuur 50° tõuseb, siis jääb sigimine seisma. Samuti on lugu loomade munade jagunemisel. Mitmesuguseil nähtusil on aga mitmesugune optimum. Madalamad (külmaverelised) loomad olenevad väga suuresti temperatuurist. Kõiksugu putukad (kärbesed, liblikad jne.), konnad jne. on väga aeglased jaheda ilmaga; kui aga temperatuur tõuseb, siis on nad elavad, liiguvad kiiresti, söövad enam jne. Talve külmaga seisab nende elutegevus täielikult.

Kuumaverelised loomad on aga vabad seesuguseist temperatuuri muutustist. Nende kehas on alaliselt kaunis kõrge temperatuur, nõnda et nende erkude, lihaste ja näärmete tegevus on alaliselt kiire ja elav, olgu kas külm või soe. Ühesuguse kehatemperatuuri alalhoidmiseks on isesugune sisse-seade ehk korraldus. Arvatakse, et soojuste ühekõrgusel hoidmiseks on tegevad ergud, kuid ei ole kindlasti teada, kus just asub nende keskkoh.

Inimese keha soojust kõigub kaenla all $36,5^{\circ}$ ja 37° vahel. Vere soojust on 39° . Päeva-ajal on temperatuur kõrgem kui öösi. Kõige kõrgem on temperatuur harilikult õhtul, kõige madalam hommiku vara. Kui aga inimene öösiti töötab, siis on kõrgem temperatuur öösi ja madalam päeva-ajal. Tähendab, selle kõikumise põhjuseks on tegevus. Tegevuse ajal on oksüdeerumine kiirem, mispärast siis tekib ka enam soojust; puhkamise ajal on see vastupidi.

Kui ümbritsev õhk on jahe, siis sünnitab keha enam soojust. Ta põletab eneses enam olluseid. Kui aga ümbritsev õhk on soe ehk kehas eneses tekib palju soojust, siis püüab keha üleliigsest soojust vabaneda. Üleliigse soojuste äraandmisel etendab higistamine suurt osa. Töö juures, millal kehas palju soojust vabaneb, ehk ka suures soojustes hakkab nahk kangesti higistama. Higi aurab naha pealt ära. Kuid nagu füüsikast teada, tarvitab vesi auramiseks palju soojust¹⁾. Sedaviisi kulub keha üleliigne soojust vee auramise peale. Kõrges temperatuuris on ka hingamine sagedam ja seega auramine kopsude pinnalt suurem.

Kui aga õhk auruga küllastatud, siis ei aurata vesi naha pinnalt. Keha ei saa soojust ära anda, ning ta temperatuur tõuseb. Samuti võib keha temperatuur tõusta ka siis, kui vabaneb liiga palju soojust lühikese aja jooksul (töö kuumas). Niipea kui keha temperatuur tõuseb 42° -ni, jääb keha tegevus järsku seisma. Säärast nähtust nimetatakse sagedasti päikesepisteks* (ta ilmub sooja ilmaga); õigem oleks aga soojustepiste nimetus.

1) 1 gr. vett tarvitab auramiseks 540 kalooriat keemistemperatuuris, enam veel kehatemperatuuris.

Samuti ei suuda keha ka kanget külma kauemat aega välja kannatada. Ta ei jõua nõndapalju soojust valmistada, kui keha kiirgamise teel kaotab. Roti keha temperatuur langeb külma käes kuni 15^o-ni. Kui rott seesugusel silmapilgul jälle sooja kätte panna, siis toibub ta ja paraneb, kui aga jahtumine edasi kestab, siis järgneb surm.

Soojus sünnib peaaesjalikult lihastes. Kui külm hakkab, siis saadavad naha tunde-ergud ärritused lihastesse, mille mõjul lihastes hakkab kiirem oksüdeerumine. Ühinevad hapnikuga esimeses joones glükogeeni produktid. Jahedas hakkab keha värisema, tundub tarvidus liigutusi teha, — kõik selleks, et sünniks enam soojust.

Naha tervishoid. Ei ole hea nahka liialt ära hellitada, ülaruses soojust hoida. On väga hea, kui nahka harjutatakse ka külmaga, kuidugi aga ettevaatlikult. Iseenesest ei ole külm nõnda väga kardetav (hiire külmetus!), kui aga keha ei ole liiga hellitatud. Nagu teada, tõmbuvad juussooned külma käes esiti kokku, kuid hiljemini laienevad nad. Veri tungib rikkalikult juussoontesse ja nahk läheb punaseks ning soojaks. Kui aga nahk ei ole külmaga harjunud, siis jääb naha juussoonte laienemine ära, nahk ei muutu soojaks. Harilikult on siis tagajärjeks limanahkade põletikud (nohu, kõha jne.).

Kui nahk on harjunud külmaga, siis ei ilmu külmetushaigused nõnda kergesti, sest siis suudavad sooned tarviduse järele kiiresti laieneda ja koonduda. — Kõige kardetavam on külmetus siis, kui keha on enne väga soe ehk isegi hiline. Siis peab hoolega hoidma keha jahedaks minemast. (On kasulik seismajäämise korral higi ära pühkida.)

Pesemine on tarvilik naha puhtuse eest hoolitsemiseks. Must, mis naha külge korjub, katab higiaugud kinni, nii et higi ei pääse välja.

Riided. Maades, kus temperatuur madal, on inimesed sunnitud riideid kandma, sest muidu kaotaks keha liiga palju soojust. Kaotatud soojuste uuesti valmistamiseks peaks palju toitu tarvitama. Riiete juures on tähtis õhu rohkus, mis riide augukestes peitub. Paksemas riides on augukesti enam, seega riides enam õhku. Õhk on teatavasti paha soojustejuht. Riiete alusest ja riiete augukestes olevast õhust võib soojus ainult aegamööda läbi tungida, seepärast on keha ligi olev õhk märksa soe em kui välimine, mis pärast jälle keha aeglasemalt soojust välja annab. Kui keha on alasti, siis tekivad keha ümber õhuvoolud. Soe õhk lahku kiiresti keha ligidalt, jahe tuleb asemele, mis siis jälle keha ligi soojaks saab ja edasi üles voolab. Riided takistavad külma õhku alaliselt keha ligi voolamast. Et õhu vaheldumisel keha jahtumise kohta suur tähtsus, seda tõendab tähelepanek tuulisel ilmal. Siis hakkab kergesti jahe, sest tuul puhub läbi riiete ja keha ligi pääseb jahe õhk, mille tagajärjel keha enam soojust kaotab.

Märgade riiete augukestes on vesi, mis on hea soojajuht. Seepärast lasevad m ä r j a d r i i d e d kergesti soojust läbi, ning kehal hakkab külm. Soojus kulub ka sel korral auramiseks.

Majadel on osalt seesama ülesanne, mis riietel. Ka nemad loovad keha ümber soema õhu kihi.

Valgus. Uemad tähelepanekud tõendavad, et valgusel on tervise kohta suur mõju; seepärast peame püüdma hoolt kanda, et nahka ajuti, iseäranis suvel, valgustataks. Valguse käes on hingamine kiirendatud, tekib enam hämogloibiini, hävinevad bakterid, mis keha küljes. Hobustel, kes söe-

kaevandustes aastate viisi pole valgust näinud, on vähem hämoglobiini leitud. Nähtavasti on inimeste kahvatanud nägude tekkimisel vähemalt osalt valguse puudus süüdi. Päikesepaiste mõjul muutub nahk tumedamaks. Siis ei lase ta päikesekiiri sügavale keha sisse. Esiti ei või päikest kaua naha peale paista lasta, sest siis võib nahale punetus või valutavad villid ilmuda. Uuemal ajal on hakatud luutiisikuse, kopsutiisikuse ja ka teisi haiged päikesevannidega arstima. Sedaviisi on ära parandatud selja küürud, mädanevad haavad ja teised vigastused. On leitud, et säherduse arstimise juures on väga tähtsad ultraviolettkiired, mis peegelduvad iseäranis mere pinnalt.

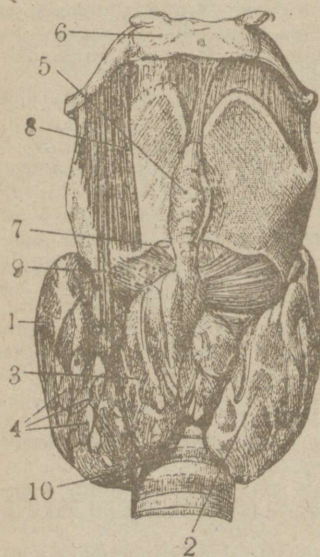
Keha tegevuse ja eluavalduste korraldus.

I. Sisemine sekretsioon ehk nõristus.

Kehas — rakkude riigis — on miljonid rakud. Nagu riigis on töö korraldus ja jaotus, nõnda ka kehas. Kui riigis iga inimene oma tahtmise järele toimetaks, siis ei oleks võimalik riigi elu, tuleks korratus, riistade, toiduainete, julgeoleku jne. puudus. Nõnda on ka kehas. Kummalgi pool on olemas korraldajad ja juhtijad, kes kõigi üksikute tegevuse kindlaissse piiridesse seavad, nõnda et üksikute tegevus ei muutu kahjulikuks üleüldsusel. Kehas on tegevuse korraldamiseks kahesugune sisseseade: sisemine sekretsioon ja ergukava.

Sisemise sekretsiooni all tuleb mõista nähtust, kusjuures näärde valmistab olluseid, mis verde satuvad. Vere kaudu avaldavad need ollused mõju teiste kehaosade peale. Näituseks olgu esiteks:

Kilpnäärde (joon. 144).
Kilpnäärde asub hingekõri ees ja kõrval, allpool kõrisõlme kaela peal. Kui kasvaval loomal kilpnäärde välja lõigata, siis jääb ta kasv seisma, seedimistegevus viibib, nahk tursub. Kilpnäärme väljalõikamise järel muutub ka ini-



Joon. 144. Kilpnäärde. 1 — Parem osa. 2 — Pahem osa. 3 — Kitsus. 4 — Näärme osakesed. 5 — Tornikosa. 6 — Keeleluu. 7 — Sõrmus-kilpluu künnap. 8, 9 — Lihased. 10 — Hingekõri.

mese nahk tursunuks, mõistus jääb nüriks ja nõrgaks. Kui kilpnäärdest valmistatud väljatõmmet (ekstrakti) säärasele haigele sööta või verde pritsida, siis paraneb aegamööda haigus. Nõnda siis näeme, et kilpnäärme tegevus on tarvilik korrallikuks kasvamiseks ja erkude (mõistuse) tegevuseks.

Neerulisa (joon. 138). Neeru peal asub neerulisa, milles sünnib iseäraline ollus (adrenaliin), mis soonte pinevuse peale mõjub. Adrenaliini soontesse pritsimise järele koonduvad väikesed tuiksooned ning vere rõhumine tõuseb. Neerulisade väljalõikamise järel langeb vere rõhumine ja keha temperatuur. Loom sureb varem ehk hiljem.

Pugu- ehk hõõtsiknääre asetseb üleval ja eespool rinnakoopas. Ta on võrdlemisi kõige suurem noores eas. Pugu-näärme nõre avaldab mõju kasvamise peale. Pärast pugu-näärme väljalõikamist ilmuvad luude kasvamise korratud. Toruluud jäävad lühikesteks, otsad muutuvad paksuks ja lupjumine on puudulik, mille tagajärjel luud kergesti murduvad. Peale selle on loom pikaldane ja lõtv.

Kõhunääre takistab suhkru valmistamist maksas. Kui ta välja lõigata, siis ilmub verde palju suhkrut, mis kuse kaudu välja heidetakse.

Sugunäärmeis tekib ollus, mis mõjub ergu- ja lihastekava ja mõnede kehaosade kasvamise peale. Vigastatud ehk ilma sugunäärmeteta mehel ei kasva habe; naha alla korjub palju rasva, nagu naisterahvastel; ollustevahetus langeb; vaimline arenemine jääb taha ja mõistus nõrgeneb.

Raskejalgsuse ajal sünnivad suguorganides ollused, mis rinnanäärmete (nisade) kasvamise peale mõjuvad.

Sarnaseid nähtusi, millal üks kehaosa teise peale iseäraliste olluste abil mõju avaldab, on veel rohkem teada. Neid mõjuvaid olluseid nimetatakse harilikult hormoonideks ehk inkreetideks.

II. Ergukava.

Ergukava ehitus.

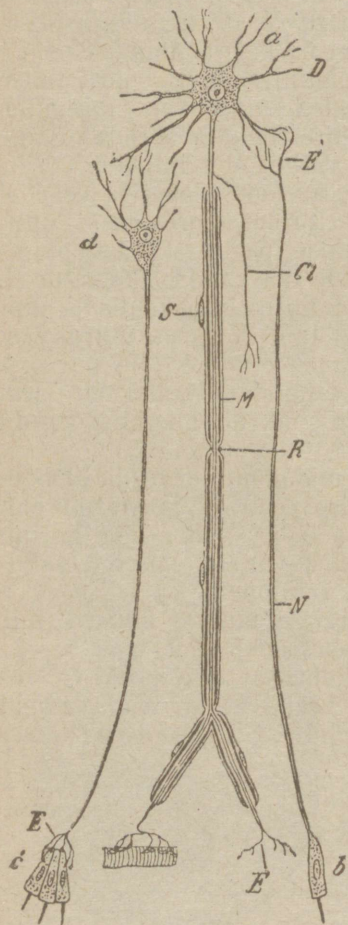
Kõige harilikumaiks rakkude ja kehaosade tegevuse korraldajaiks on ergud ehk närvid. Ergud korraldavad lihaste (liikumise, hingamise, seedimise, soonte ja teiste lihaste) ja näärmete tegevust. Ergud on sündinud ergurakkude harudest.

Igal ergurakul (joon. 145) on tuum ja protoplasma, mille küljest lähevad harud eemale. Ergurakku ühes harudega nimetatakse neurooniks. Mõned ergurakud on meie kehas kõige suuremad rakud, nõnda et nad on isegi palja silmaga nähtavad. Neuroonil on kahesugused harud: lühikesed ja

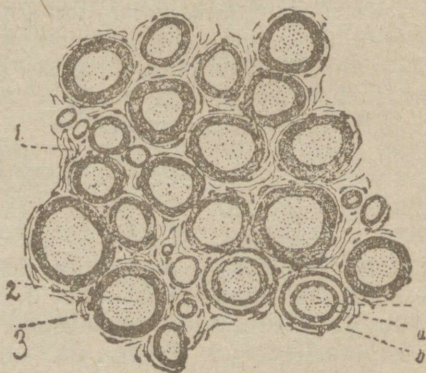
harunevad — põsasharud ehk dendriidid — ja pikad, neuriidid. Neuriitide pikkus ulatab mõnel rakul isegi paari meetrini. Neuriidi sees on kiukesed ehk fibrillid, mida ümbritseb väljastpoolt üdis- ehk müeliintupp, seespool veel teine õhuke tupp. Sagedasti on ergurakul üks neuriit ja mitu dendriiti, kuid paljudel on enam neuriite.

Üksikud neuriidid ühinevad ja lähevad ergurakkudest valgete niitidena ehk paeltena kõigisse kehaosadesse. Neid nimetatakse erkudeks ehk närvideks. Neuriitide vahel on neid ühendav sidekude (joon. 146). Lhk. 24 õppisime tunda liigutustunde-ergud. Ergud sünnitavad pinnapoolse ergukava, kuna ergurakud on peaaesjalikult koondatud kesk-ergukavasse, mis kujundab aju- ja seljaädi.

Aju. Aju asub kaitstult pealuus. Aju on kolmeosaline: suuraju, mis suurema osa pealuu koopast täidab, väikeaju, mis asub suure aju all kukla kohal, piklik aju, mis enam-vähem silindrilise osana väike-

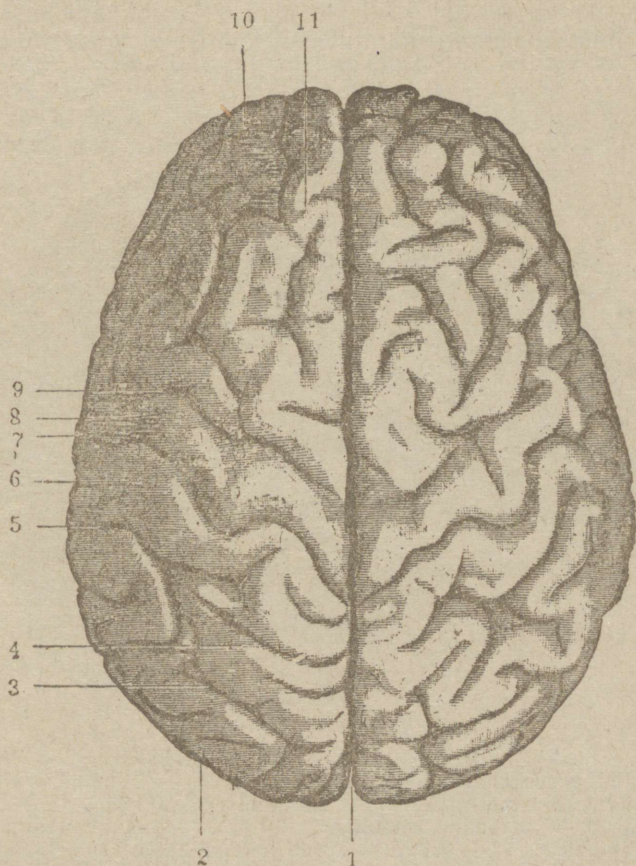


Joon. 145. Mitmesugused ergurakud (a, b, d). a — Ergurakk ehk neuroon (liigutusneuroon) üdistupe (M) ja Schwanni kestaga (S) kaetud neuriidiga. R — Ranvier' ringsoon. Cl — Külgharu. D — Dendriidid. E — Otspuuke. b — Meele-ergurakk neuriidiga (N). C — Meele-epiteelrakud.



Joon. 146. Ergu risti-läbilõige. 1 — Sidekude. 2 — Neuriidi risti-läbilõige. 3 — Müeliin- ehk üdistupp. Neuriidi läbilõigetel kiukesed ehk fibrillid punktidena kujutatud.

aju ees seisab. Suuraju (joon. 147, 148 ja 149) on sügava keskuurdega kaheks ühesuguseks (sümmeetriliseks) pooleks ehk poolkeraks jagatud (joon. 147 ja 148). Poolkerad

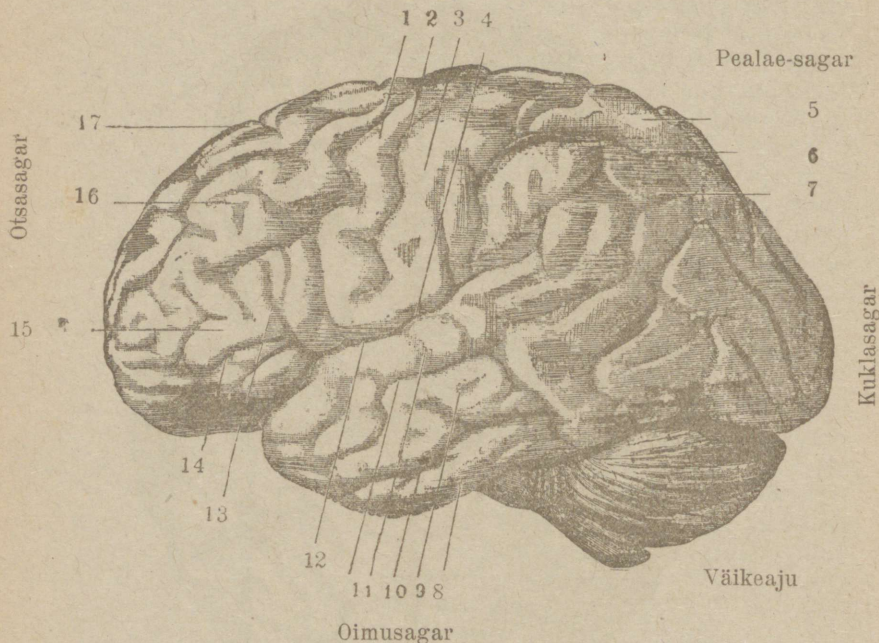


Joon. 147. Peaaju ülevalt. 1 — Pikuti-uure. 2 — Kuklakäärud. 3 — Pealae vaheuure. 4 — Ülemine pealae käär. 5 — Tagumine keskuure. 6 — Tagumine keskkäär. 7 — Keskuure. 8 — Eesmine keskkäär. 9 — Eesmine keskvalu. 10 — Keskmine otsakäär. 11 — Ülemine otsakäär.

on teineteisega ühenduses aju keskkeha kaudu (joon. 149), mis seisab koos erguharudest (valge ajuollus). Allpool väikeaju ülemise osa ees on aju poolkerade ühenduseks veel ajusild (joon. 149 ja 150). Aju pinnal on näha suur hulk vagusid ja uurdeid (sügavad vaod). Vagude vahel asuvad kumerad käärid. Uurded jaotavad aju sagaratesse.

Ees seisab otsasagar, keskel pealae sagar, taga kuklasagar, külje pool oimusagar (joon. 147).

Kummagi aju poolkeras on õõs (joon. 151), mis avaneb aju keskkeha all olevasse õõnesse — III-dasse ajukoopasse. III ajukoopa all sadula peal on ajulisa ehk aluskäbi (*hypophysis*), mis hormooni katdu veresoonte ja kasvamise peale



Joon. 148. Peaaju külje poolt. 1 — Eesmine keskkäär. 2 — Keskuure. 3 — Tagumine keskkäär. 4 — Silviuse uure. 5 — Ülemine pealae käär. 6 — Pealae vahemine uure. 7 — Alumine pealae käär. 8 — Alumine oimukäär. 9 — Keskmine oimukäär. 10 — Alumine oimuvagu. 11 — Ülemine oimukäär. 12 — Silviuse uurde horisontaalne osa. 13, 14 — Silviuse uurde harud. 15 — Alumine otsakäär. 16 — Keskmine otsakäär. Suuraju all paremal pool väikeaju.

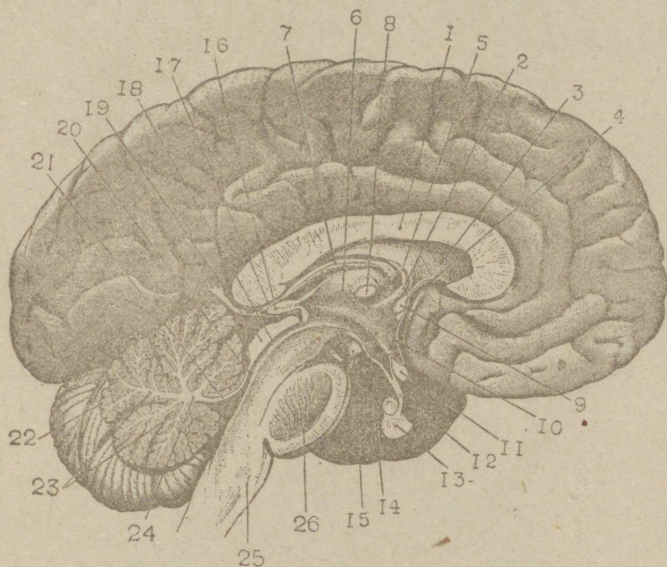
mõju avaldab (joon. 148). Noore looma kasvamine jääb ajulisa väljalõikamise järel seisma. III ajukoopast viib toruke — aju veejuht — tahapoole IV-sse ajukoopasse, mis asub väikese ja pikliku aju vahel. Ülevalpool veejuhti asub neliküngastik.

Kui aju läbi lõigata, siis on näha, et aju sees on valge — peal hall ollus (joon. 151). Hall ollus katab valget võrdlemisi õhukese kihina, sügavamale tungides vagude kohtadel. Aju hallis olluses on ergurakud, kuna valge ollus seisab

koos rakkude küljest minevaist harudest. Kohati on ka sügavamal aju sees hall ollus (vöödiline keha, joon. 151).

Väikeaju (joon. 149, 150, 152) on ka kahe poolega. Ta on suure aju ühenduses ajusäärte kaudu (joon. 152, 150), millest üks paar läheb neliküngastiku, teine pikliku aju ja kolmas suure aju külge. Väikese aju läbilõikel paistab silma keskel valge ollus, mis harunevat puud meeletuletab (elupuu, joon. 149).

Piklik aju (joon. 149, 150) asub pealuus kuklaluu alusosa peal, mis eespool kuklaluu auku seisab. Piklikus ajus



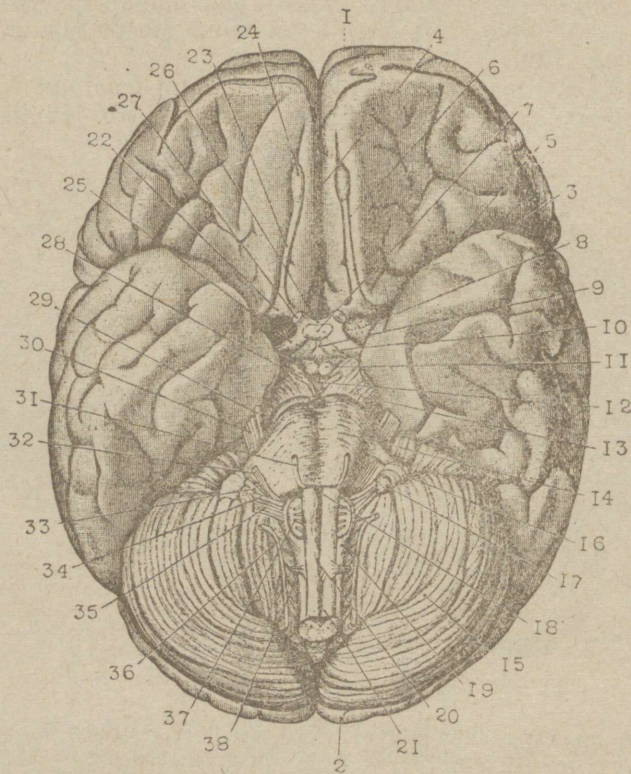
Joon. 149. Pahem peaju poolkera keske poolt (poolkerad keskelt lahti lõigatud). 1 — Aju keskkeha. 2 — Võlvi sambad. 3 — Läbipaistev vahesein. 6 — III-as ajukoobas. 11 — Nägemiserkude ristkäik. 13 — Ajulisa. 18 — Aju veejuht. 19 — Neliküngastik. 21 — IV-jas ajukoobas. 23 — Elupuu. 24 — Väikeaju valgeollus. 25 — Piklik aju. 26 — Ajusild.

on keskel hall ollus ja väljaspool valge ollus. Suur hulk erguharusid, mis ajust selgroo-üdise lähevad, teevad piklikus ajus ristkäigu — lähevad paremast ajust pahemale poole selgroo-üdise ja pahemast paremale poole.

Kõik ajuosad on isekeskis ajusäärte abil seotud, mis erguharudest koos seisavad. Nõndaviisi on ajurakud harude abil ka üksteisega ühenduses.

Aju on kaetud kolme kelmega. Otse aju külge puutub õrn kelm. Ta läheb ka vagudesse ja uretesse. Temas on palju veresoone, mis ajurakkudele toitviivad. Õrna ajukelme peal on võrkkelme, mis vagu-

desse ei ulata. Õrna ja võrkkelme vahel asub ihumahla sarnane vedelik. Kõige peal on kõva ajukelme, mis pealuuga kokku kasvanud. Ainult poolkerade vahelise uurde ja suure ning väikese aju vahel vabaneb kõva ajukelme pealuust ja lahutab nimetatud osasid (joon. 153). Kõva ajukelme on aju osadele toeks. Kohtades, kus ta pealuust vabaneb, sünnib kummagi kelmelehe vahel loik, kus tõmbsooneline veri voolab.



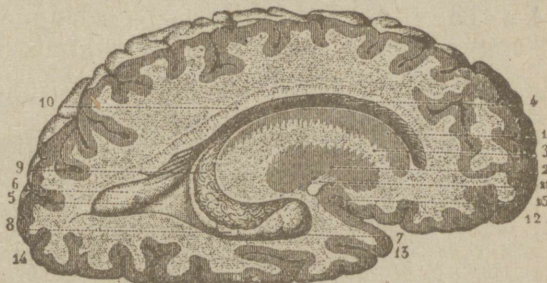
Joon. 150. Peaaju altpoolt. 1 — Otsasagar. 2 — Kuklasagar. 3 — Oimusagar. 4 — Aju pikuti-uure. 5 — Silviuse uure. 6 — Haiste-ergu vagu. 7 — Ajulisa. 13 — Ajusääred. 14 — Ajusid. 15 — Väikeaju poolkera. 19 — Piklik aju. 21 — Seljaüdi. 22 — Haiste-ergu kolmnurk. 23 — Haiste-ergu tüvi. 24 — Haiste-ergu sibul. 25 — Nägemisergu tüvi. 26 — Nägemiserkude ristkäik. 27 — Nägemiserk. 28 — Silmalligutaja erk. 29 — Plokkerk. 30 — Kolmikerk. 31 — Eemaletõmbaja erk. 32 — Näoerk. 33 — Kuulme-erk. 34 — Keelekurgu erk. 35 — Hulkujä erk. 36 — Lisaerk. 37 — Keelealune erk. 38 — Esimene seljaüdi-erk.

Seljaüdi (joon. 154) algab pikliku aju küljest. Ta asub selgroo-lülidest sünnitatud torus ja on kaetud niisamaguste kelmetega kui peaajugi. Seljaüdil on kaks jämedamat kohta (punduvust): üks kaelas, teine alumistes rinnalülides.

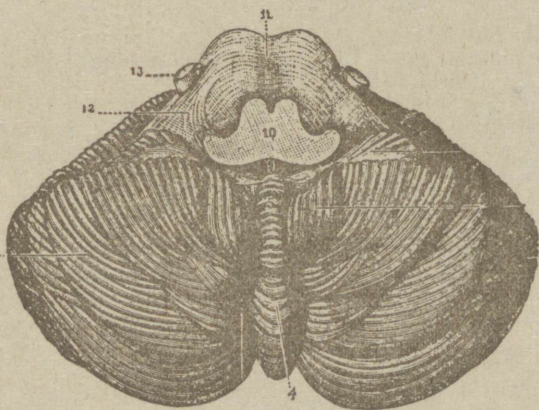
Ta ulatab ainult teise nimeslülini, kus ta peenikese otskuhikuga lõpeb.

Seljaüdil on ees sügavam uure kui taga. Läbilõikel (joon. 155) on näha, et hall ollus on keskel, valge ollus väljaspool. (Keskel on tal toruke, mis on ühenduses ajukoobastega.)

Halli olluse kuju läbilõikel tuletab enam-vähem liblikat meele. Ettepoole ulatavaid halli olluse osasid nimetatakse esimeseks sarvedeks, tahapoolse ulatavaid — tagumisteks sarvedeks. Kuidas peaaigus, nõnda ka seljaüdis on hallis olluses ergurakud, valges olluses erguharud. Peaaigus ja seljaüdis (esimesed sarved) algavad ergud.



Joon. 151. Aju poolkera eest-tahapoolne läbilõige läbi külgmise ajukoopa. 1, 2, 3 — Vöödilise keha, hall-ollus aju keskel. 4, 5 — Külgmise ajukoopa sarved ja teised osad (6—9). 12 — Otsasagar. 13 — Oimusagar. 14 — Kuklasagar. 15 — Silviuse uure.

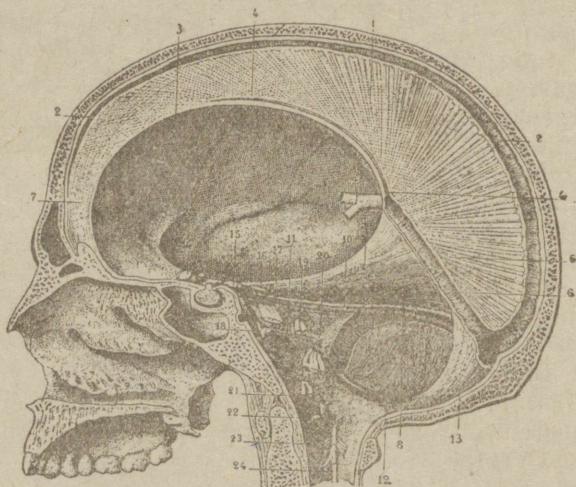


Joon. 152. Väike aju altpoolt. 1 — Pahem poolkera. 4 — Uss. 9 — Neljas ajukoobas. 10 — Pikliku aju läbilõige. 11 — Ajusild. 12 — Aju keskmine säär. 13 — Kolmikerk.

Peaaju erkusid on 12 paari. Mõned neist on tunde-, mõned liigutusergud. Tunde-ergud on haiste- (I paar), näge-

mis- (II paar), kuulmis-ergud (VIII paar). Hulkujaergus (X paar) on tunde- kui ka liigutuskiud. Temast lähevad harud kurgu, kopsu, südame ja mao juure, mis nende liigutusi korraldavad¹⁾.

Seljaüdi esimestest sarvedest läheb välja 31 paari erkusid, igäüks ise-lülivahelisest august. Nad ergustavad kõiksugu lihaseid, mis töötavad tahtmise järele, nagu käte,



Joon. 153. Aju kõva kelme. 1, 5, 7 — Kõva kelme sirp, mis aju poolkerade vahele ulatab. 2 — Ülemine eest-tahapoolne loik, kus venoosne veri voolab. 3 — Sirbi vaba äär. 4, 6, 9, 10, 11, 12 — Teised loigud. 8 — Ajutelk (väike- ja suuraju vaheline kõva kelme). 14, 15, 16, 17 — Nägemis-, silmaliigutaja, plokk-, kolmikerk 18 — Eemaletõmbaja erk. 19 — Kuulmis- ja palge-erk. 20 — Keelekurgu, hulkuja-, lisaerk. 21 — Keelealune erk. 22, 23 — I ja II kaelaerk.

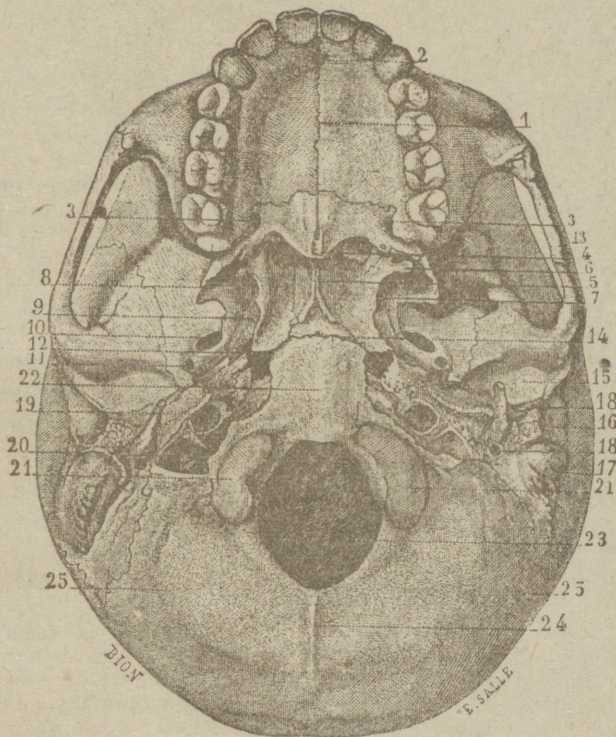
kere ja jalgade omad. Kätesse ja jalgadesse läheb mitu erku, mis pärast lülivahede aukudest välja tulekut ühinevad, sünnitades põimiku. Tagumiste sarvede ja neist minevate juurte kaudu on seljaüdi ühenduses tunde-erkudega. Tagumiste ehk tundejuurte küljes on ergusõlmed (joon. 156). Esimesed ja tagumised juured liituvad varsti pärast selgroost välja minekut ühte.

1) Aju ergud on järgmised: I — haiste-erk. II — nägemis-erk (sünnitab silma erkile). III — silmaliigutaja erk (ergustab silma lihaseid). IV — plokkerk (ergustab silma ülemist põiklihast). V — kolmikerk (ergustab silma-, nina- ja suukoobast ning närimislihaseid). VI — eemaletõmbaja erk (ergustab silma välimist sirglihast). VII — palge-erk (ergustab palge lihaseid ja süljenäärmeid).

Sümpaatiline ergukava. Kummalgi pool selgroogu ihukoopa tagaseinal on ise sölmiline ergutüvestik (joon. 157), mille ergusõlmed ehk tängud isekeskis ühendatud. Sinna sölmestikku tulevad harud seljaüdist. Sümpaatilisest ergukavast lähevad harud seedimisorganide (sooled, magu, söögi kõri), soonte (aordi jne.), põie ja teiste sisemiste organide

VIII — kuulme-erk (ergustab keэрustikku). IX — keelekurgu erk (ergustab keelepära ümbrust). X — hulkujakerk (ergustab südant, kopsu ja seedimisorgane). XI — lisaerk (ergustab kahte pealmist kaelalihast). XII — keelealune erk (varustab keele lihased liigutuskuidudega).

Osa ajuerkude ja soonte väljatuleku augud on näha juuresoleval joonistusel, mis kujutab pealuud altpoolt.



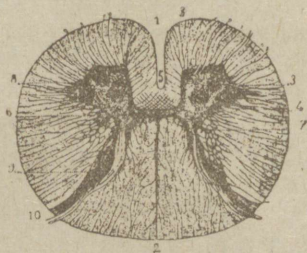
Kuklaaugu (23) kaudu on seljaüdi peaajuga ühenduses. Ümmargusest august (11) läheb teine, piklikust august (10) kolmas kolmikergu haru läbi. Unetorust (19) läbi viib une-tuiksoon verd ajusse. Astel-näsaluun augu (18) kaudu tuleb näo- ehk palge-erk välja. Tagumisest lõhesaugust (20) lähevad läbi keelekurgu (IX), hulkuja- (X) ja lisaerk (XI) ning peale nende veel ikke-tõmbsoon, mille kaudu veri peaajust välja voolab.



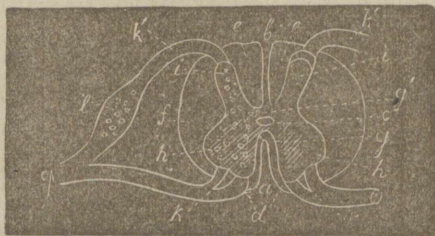
Joon. 154.

juure. Sümpaatiline ergukava juhib silelihaste liigutusi. Et ta selgroo kaudu ajuga ühenduses on, siis võivad ka aju är-

Joon. 154. Seljaüdi eestpoolt. 1 — Ajusild. 2, 3, 4 — Pikliku aju osad. 5 — Eemaletõmbaja ergu tüvi (VI paar). 6 — Keelealuse ergu tüvi (XII paar). 7 — Seljaüdi kaelopunduvus. 8 — Nimespunduvus. 9 — Otsniit. 10 — Eesmine uure. 13, 14 — Kaelaergud. 15 — Rinnaergud. 16 — Nimesergud. 17 — Ristluu-ergud, 18 — Sabaluu-ergud.



Joon. 155. Seljaüdi läbilõige kaela punduvuse kohalt (3 korda suurendatud). 1 — Eesmine uure. 2 — Tagumine uure. 3 — Eesmine sarv. 4 — Külgmine sarv. 5 — Eesmine liide. 7 — Sarvede vaheline võrkollus. 8 — Ergurakud (tängurakud). 9 — Tagumine sarv. 10 — Tagumine juur.



Joon. 156. Seljaüdi risti-läbilõige ja tema juured. *k* — Eesmised juured. *k'* — Tagumised juured. *a* — Eesmine uure. *b* — Tagumine uure. *c* — Keskkanal. *l* — Tagumise juure ergusõlm (ganglion). *h* — Eesmised sarved. *i* — Tagumised sarved. *g* — Eesmine liide. *g'* — Tagumine liide.

ritused silelihaste peale mõjuda (ehmatuse tagajärjel kõht lahti: kiire peristaltika).

Kõige lihtsamaks tõenduseks selle kohta, et sümpaatiline ergukava soonte laiuse kohta

mõju avaldab, on kaelapealse sümpaatilise ergu katkilõikamine. Jänese kõrv, kelle sümpaatiline erk katki, muutub soojaks, sooned lähevad temas suureks, nõnda et kõrvade värvivahe on selgesti näha. Kui sümpaatilist erku ärritada, siis tõmbuvad sooned kokku.

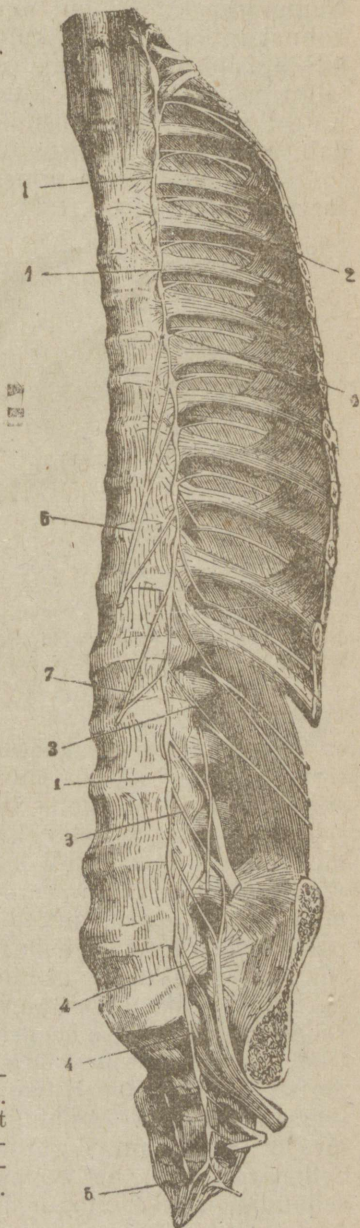
Ergukava tegevus.

Refleksid. Kõige lihtsam ergukava tegevus avaldub refleksides, keerulisem instinktides ja mõistuses.

Kui käsi juhtub kuuma asja külge, siis tõmbub ta sealt kiiresti ära. See sünnib nõnda kiiresti, et me sündmusest alles pärast aru saame. Käe äratõmbamise juures ei mõtelnud me sugugi, et tal on liig palav, et tarvis ta ära tõmmata, vaid see sündis iseenesest, ilma meie tahtmiseta.

Ajus on koondatud arusaamisa ja mõtlemistegevus. Seda tunnistavad kõige selgemini aju vigastused. Ilma ajuta puudub teadvus ja sündmustest arusaamine, kuid siis on veel alles refleksid. Pistame ilma peata konna jala äädikhappesse. Varsti tõmbab ta jala üles. Samuti on lugu, kui jalga pigistada. Heidame käega silma poole, siis lähevad silmalaud kinni. Võtame suhu äädikat ehk puhast peenikest liiva, siis ilmub suhu sülg.

Kõik need nähtused on refleksid. Selle järele nimetame refleksideks niisugust orgaani tegevusse hakkamist (lihase lii-

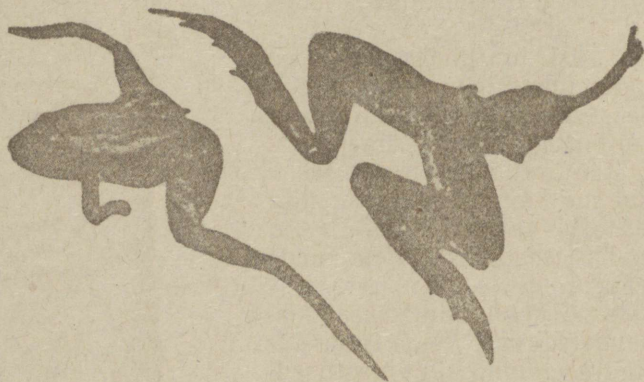


Joon. 157. Pahempoolne sümpaatiline ergutüvestik. 1 — Ergutüvestik ergusõlmedega. 2, 3, 4 — Ühendusharud, mis sümpaatilist ergukava seljaüdiga ühendavad. 5 — Mõlemapoolse sümpaatilise ergutüvestiku ühenduskoht. 6 — Suure sisikonna-ergu juured. 7 — Väikese sisikonna-ergu juured.

kumist, näärmel nōristust jne.) teatavate ärrituste mõjul (soojus, hape, pigistus jne.), mis sünnib ilma tahtmata.

Kõige lihtsam on konna liigutusrefleksid tundma õppida. Nagu nimetatud, on ilma peata (samuti ilma sisikonnata) konnal refleksid alal, kuid kui peenikese vardaga tema seljaüdi ära purustada, siis on refleksid täiesti kadunud. Tema jalgu võib pigistada, kuid sel ei ole mingisugust tagajärge. Katset võib teha ka nõnda, nagu joon. 158 kujutatud. Tähendab, reflektiivseiks liigutusiks on tarvilik seljaüdi.

Lõikame konna puusaergu (reie peal) katki, muud osad terveks jättes (joon. 159). Jalga pigistades võib tähele panna,



Joon. 158. Pahemal pool konna purustatud seljaüdi, paremapoolsel loomal ainult seljaüdi kereosast järele jäetud. Esimesel puuduvad refleksid, teisel on nad alal.

et jalg on liikuvuse kaotanud. Teisel jalal lõikame kõik läbi, terveks jättes ainult puusaergu. Kui seda jalga pigistame, siis märkame otsekohe tema liigutusi. Tähendab, reflektiivseteks (ja ka tahtelisteks) liigutusteks on tarvilikud ergud, mis lihaseid ja seljaüdi katkestamata ühendavad.

Lõikame konna kereosa seljaüdi tagumised juured pahemalt poolelt ja esimesed juured paremalt poolelt katki. Kui pärast seda konna esimest jalga pigistada, siis hüppab ta eemale. Seejuures näeme, et pahem tagumine jalg liigub harilikul viisil, kuna parem on täiesti liikumatu. Pigistame sellesama konna pahemat jalga, siis ei tunne konna pigistust, ta ei hüppa eest ära. Kui aga paremat (liikumatu) jalga pigistada, siis hüppab ta otsekohe eemale, seejuures ka pahemat jalga tarvitades. Asjalugu on siin järgmine: seljaüdi esimesed juured on liigutusergud, tagumised — tunde-ergud. Sellepärast siis, kui esimesed juured katki, ei ole liigutuserk seljaüdi katkestamata ühendatud. Ärritus, mis muidu jala

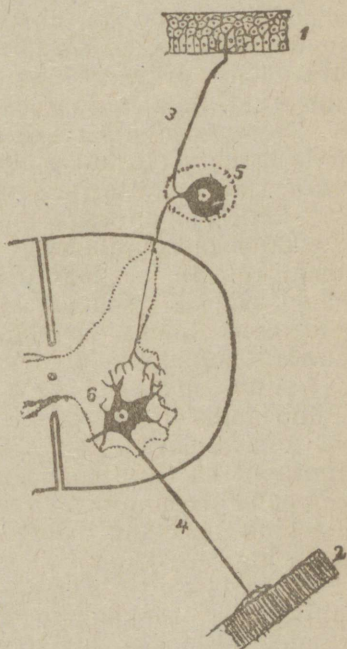
liikuma paneb, ei pääse sel korral mitte jala sisse ning jalg jääb liikumatuks.

Kui aga jalasse mineva ergu tagumised seljaüdi juured on katki, siis ei tungi ärritus, mis jalga tabab, seljaüdisse. Ärritused, mis aga seljaüdisse ajast saadetakse, tungivad liigutuserku mööda jala lihastesse.

Siit näeme, et reflektiivseteks liigutusteks on tarvilikud tunde- ja liigutusergud ning seljaüdi. Tunde-erk võtab ärrit-



Joon. 159. Konna, kelle pahema jala erk läbi lõigatud, kuna paremal jalal ainult erk terve. Esimesel jalal puuduvad reflektiivsed liigutused, kuna nad teisel jalal alal on.



Joon. 160. Refleksikaar. 1 — Nahk. 2 — Lihäs. 3 — Tunde-erk. 4 — Liigutuserk. 5 — Tunde-ergu rakk. 6 — Liigutusergu (ehk neurooni) rakk, mis seljaüdis (S) peitub.

tused vastu. Ärritus tungib neid mööda, nagu elektrivool traati mööda (telegramm), seljaüdisse. Seljaüdis läheb ärritus liigutusergu peale. Liigutuserku mööda tungib ta lihasesse, mis siis selle tagajärjel lüheneb ehk kokku tõmbub. Niipea kui kuskil ühendus katkestatud, ei pääse ärritus edasi.

[Konna puusaerk on sega erk: temas on olemas tunde- ja liigutaskiud.]

Iga refleks toimub vähemalt kahe erguraku kaastegevusel

(joon. 160), mis sünnitavad n. n. refleksikaare. Ergu tunde-
harudele vastavad omad rakud, liigutusharudele iserakud. Kumb-
ki rakk on teineteisega harude kaudu ühenduses (joon. 160).

Ärritus tungib erku mööda väga kiiresti edasi¹⁾. Ärrituse
ja liigutuse vaheaeg on väga lühike ($\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{30}$ sek.). Kuid
mitte üksi tunde- ja liigutuserk ei ole teineteisega ühenduses,
vaid tunde-ergu harud on ühenduses veel peaaajuga. Sellepärast
siis saab ka aju teada, mis kuskil väljaspool (naha peal jne.)
sündinud. Tuletame veel korraks meele refleksi kuuma asja
külge puutumise tagajärjel. Tunde-ergu kaudu läks ärritus
seljaüdisse, kust ta ühelt poolt edasi tungis liigutusergu
kaudu lihasesse, teiselt poolt seljaüdi kaudu peaaajusse. Selle-
pärast siis saame sündmusest teada. Käsi tõmbub, nagu
nimetatud, ilma tahte kaastegevuseta põletavast asjast eemale.

Seesuguse ühenduse tagajärjel võime ka oma tahtmise
järele ärritust (käsku) ajust seljaüdi kaudu soovitavasse keha-
osasse (jalga, kätte jne.) saata ja ta lihaseid liikuma sundida.

Refleksid on väga tarbekohased nähtused. Sagedasti on
nad kaitseks kahjulikkude mõjude eest. Refleksikaar on palju
lühem kui see tee, mis ärritus peaks läbi minema, kui ta läbi
peaaju läheks. Sellepärast sünnib refleks kiiresti. Kui iga
kord enne tuleks mõelda, et tarvis käsi põletavast asjast
eemale tõmmata, siis oleks põletamis-hädaoht palju suurem.

Automaatilised liigutused. Meie sisikonnas
sünnib hulk liigutusi, mis täiesti korrapäraselt ehk rütmil-
selt toime tulevad. Neist ei tea me harilikult. Automaatilised
liigutused on õieti samad, mis reflektiivsedki. Vahe on ainult
see, et neid sünnitavad sisemised ärritused ja et neil liigu-
tustel on harilikult teatav rütm (hingamine, südame tegevus,
soolte liigutused jne.).

Piklikus ajus on hingamisliigutuste keskkohat. Tähtsamaist keskkohadest nimetame veel soonteliigutajate
erkude, neelamise, higistamise ja südame kiirustamise kesk-
kohad. Pikliku aju kaudu on suur aju ja seljaüdi ühenduses.
Pikliku aju purustusele järgneb pea silmapilkne surm, sest
siis jääb hingamine seisma. Sellest näeme, et piklik aju on
vegetatiivsete (seedimise, hingamise jne.) protsesside korraldaja.

Väikeaju ülesandeks tuleb pidada peenemat liigutuste
korraldamist, iseäranis tasakaalu hoidmisel. Väikeaju on
hästi arenenud lindudel ja kaladel. Nimetatud loomadel tuleb
oma keskkonnas peenelt tasakaalu hoida. Väikeaju ühelt
poolt väljalõikamisele järgneb looma liigutuste korratus: ta
hakkab sagedasti koha peal ümber keerlema ehk kõigutab

1) Konnal, kui külmaverelisel, 25 meetrit sekundis 15—17° C. juures,
kõrgemas temperatuuris kiiremini; inimesel 120 mt. sek.

keha, nagu kella tikatsit (sundliigutused), ehk jälle silmad liiguvad tikatsitaoliselt kahele poole. Pärast kogu väikeaju väljalõikamist suudab loom vaevalt jalul seista.

Inimesed, kellel väikeaju haige, kannatavad veel peavalu ja tünastavat keerlemist.

Samasugused nähtused tulevad ilmsiks, kui välja lõigatakse sisemise kõrva keerustiku poolringid ja edis. Nähtavasti töötavad poolringid ja väikeaju käsikäes. Väikeaju võtab poolringidest teated keha seisu ja liikumise kohta vastu ning saadab siis sellekohaselt käsud lihastesse. Tasakaalu hoidmiseks seisemisel või liikumisel peab lihaste tegevus väga täpise pealt korraldatud olema, lihased peavad igaüks teataval määral pingutatud olema.

Poolringid peituvad oimuluus. Kaks poolringi on vertikaalsed, isekeskis perpendikulaarsed, kolmas on horisontaalne, rõhtus. Nendes ringides peitub vedelik — endolümf. Ampullis, poolringi jämedamas otsas, on tundlikud ripsmelised rakud. Kui pea seisukoht muutub, siis liigub endolümf vastavasse ampulli ja ärritab ripsmeliste rakkudega ühenduses olevaid erguharusid. Nende ärrituste kohaselt lähevad ärritused teatavasse lihastesse.

Suuraju on teadliku tegevuse keskkohaks. Kõik liigutused, mis me tahtmise järele sünnivad, tunded, millest me teame, mõtlemine, arusaamine, äratundmine, meespidamine — kõik see sünnib suurajus. Kui konnal suuraju välja lõigata, siis seisab ta järgmistel päevadel liikumata paigal. Tal puudub tahtmine. Temale võib käe ligi panna, kuid ta ei karda enam: ta ei saa aru. Kuid niipea kui ta jalga suruda, hüppab ta kohe ära. Ärritus läks seljaüldisse, kust ta liigutuserkudesse edasi tungis. Seljaüdi on vigastamata, sellepärast on refleksid alal. Kuid nad on märksa tugevamaks muutunud. Sellepärast lõigataksegi reflekside tundmaõppimiseks suuraju konnal ära. Aju avaldab nõnda siis summutavat ehk takistavat mõju reflekside peale. Konn võib nõnda isegi üle aasta elada, kui on kohased tingimused. Konnal, kui madalamal astmel oleval loomal, ei ole aju nõnda arenenud, kui kõrgemal astmel olevail loomadel. Seepärast võib näit. tuvide suuraju väljalõikamisel suuremaid korratusi märgata.

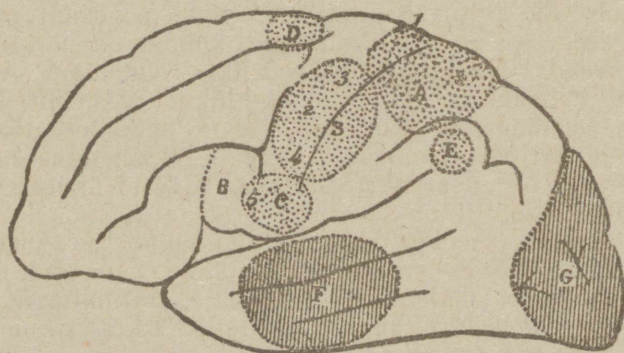
Ilma suurajuta tuvi istub liikumata ühe koha peal. Ta ei oska enam teri nokkida, mispärast teda kunstlikul teel tuleb toita. Ta võib terahunniku otsas nälga surra. Ei kära ega ähvardavad liigutused avalda ta peale mingisugust mõju, kuna loomulik tuvi säärasel korral kohe ära põgeneb ehk hirmu tundemärke avaldab. Ainult siis, kui ta külge puutuda, lendab ta eemale ja suigub edasi. Ilma

suurajuta koer ei tunne enam oma peremeest, ta ei näe ka enam und.

Nõnda siis saab loom välisest ilmast ja sündmustest aju abil aru. Mõistuse tegevus toimub aju-rakkudes — hallis olluses. Erguharude kaudu tulevad sinna kõiksugu teated välisest ilmast ehk kehast enesest.

Halli olluse üksikuil käärudel on oma isesugused ülesanded.

Keskuurde ligiduses asuvad liigutuste (käte, jalgade, keele, näo jne.) ehk psühhomotoorsed keskkohad (joon. 161). Kui neid keskkohhti elektriga ärritada, siis tõmbuvad lihased vastavas kehaosas kokku. Kui näit. ärritada paremapoolse

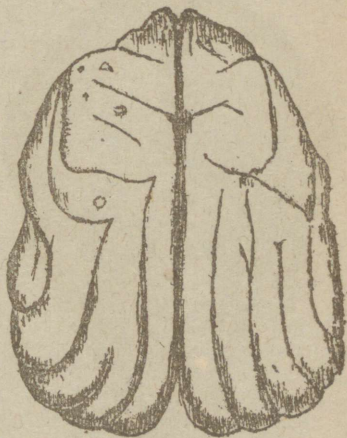


Joon. 161. Aju küljepoolne pind psühhomotoorsete ja psühhosensorsete keskkohadega. *A* — Alumise jäseme liigutus-keskkoht. *1* — Suure varba liigutus-keskkoht. *B* — Eesmise jäseme liigutus-keskkoht. *2* — Käevars ja käsi. *3* — Õlavarre lihased. *4* — Pöidlalihased. *C* — Pale. *5* — Keel. *D* — Pea ja kaela lihased. *E* — Silmalaud. *F* — Kuulmis-keskkoht. *G* — Nägemis-keskkoht.

aju poolkera jala keskkohta, siis liigub pahem jalg. Põhjusiks seesugusele nähtusele on asjaolu, et piklikus ajus lähevad paremalt poolt tulevad erguharud pahemale, pahemalt poolt — paremale. Sealt edasi lähevad siis paremalt poolt tulnud erguharud pahemal pool seljaüdis kuni pahemapoolse jalani ehk vastavalt teise orgaanini. Aju liigutuskääru vigastamise tagajärjel kaotab teatav liigutusorgan oma liikuvuse. On ajus käe liigutuste keskkoht vigastatud, siis ei saa kätt enam tahtmise järele tarvitada. Ta võib väliste ärrituste mõjul ainult reflektiivselt liikuda (reflekside keskkohad on teatavasti seljaüdis). Tahteline liigutus on palju keerulisem kui refleks. Võtame, näituseks, raamatu lauvalt. Selleks peame käe välja sirutama, mis ainult teatava kauguseni peab ulatama. Siis peab sõrmi painutama. Pärast seda painub käsi kehale

ligemale. Iga üksiku liigutuse juures oli sel korral mitu lihast tegevuses. Liigutuse keskkohd korraldab (koordineerib) kõik need liigutused järjekorras aja ja ruumi järele. Ta korraldab veel liigutuse tugevuse.

Kuid selleks, et näit. käe liigutust korraldada, peab liigutuse keskkohd teadma, kus käsi on, kuhupoole teda tuleb liigutada, peab teadma, kui kaugele ta milgi silmapilgul on jõudnud jne. Kõik seesugused teated tulevad aju keskkohadesse tunde-erkude kaudu. Kui tunde-ergud on katki lõigatud, siis on liikumine võimatu, sest siis ei saa aju keskkohd teateid liigutatavast orgaanist. Pikema aja järele õpitakse liigutusi tegema teiste meeleorgaanide abil. Tundlikkuse kaotanud käe seisukohta ei suudeta pimedas kindlaks määrata ega võida tema liigutusi koordineerida (asjade pillamine käest jne.), kuna valguses on see võimalik silmade kontrolli all. Tahtelised liigutused on õpitud liigutused. Liigutuse keskkohas on teatavast liigutusest oma ettekujutus. Meele jäävad tunded, mis teatava liigutuse puhul keskkohda tulevad, ja ka „käsud“, mis sealt lihastesse välja lähevad. Kui aga puuduvad tunded ehk teated lihastest, siis ei tea keskkohd kohaseid „käskusid“ anda. Keskkohd kontrolleerib liigutust tunnete järele. Aju liigutuskeskkohhti nimetatakse veel psühhomotoorseks keskkohadeks.



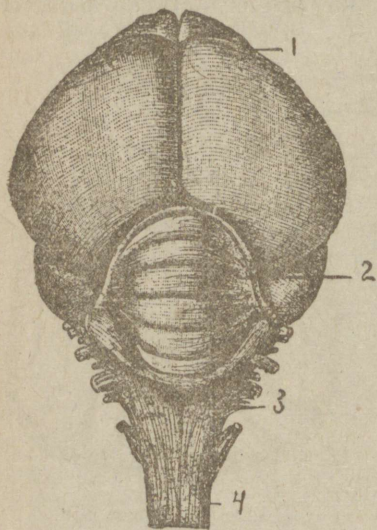
Joön. 162. Koera aju.

Suurajus asuvad veel meelte ehk psühhosensoorseid keskkohad. Välise ilma mitmekesistest nähtustest saame teateid meeleorgaanide (silma, kõrva, nina, keele, naha) kaudu. Teadete arusaamine sünnib suurajus, kus on keskkohad nägemise, kuulmise, haistmise, maitse, puutumise jne. jaoks. Nägemise keskkohd asub kuklasagaras, kuulmise keskkohd — oimusagaras, haistmise keskkohd — aju alumisel ja sisemisel küljel, puutumismeele keskkohd arvatavasti seal-samas, kus psühhomotoorsed keskkohad.

Nägemise keskkoha vigastuse korral ei saa haige sellest aru, mis ta silmaga näeb (silma on terve, temas sünnivad asjade kujutused). Kui mõlemapoolsed nägemise keskkohad vigastatud, siis ei tunnegi haige oma puudust, tal ei ole asjadest mingisugust nähtavat ettekujutust. Seda nähtust

nimetatakse ajukoore pimeduseks. Pimeduse korral, mis silma rikete ehk ergu vigastuste tagajärjel on ilmunud, on haigel nägemise ettekujutused olemas. Ta ei näe enam seda, mis teda ümbritseb, kuid mis ta enne pimedaksjäämist on näinud, see on tal meeles, seda võib ta meele tuletada ja kirjeldada. Ajukoore pimeduse korral ei suuda haige midagi nähtud asjust kujuliselt meele tuletada.

Kui peenelt aju keskkohad asetuvad, seda näitavad mitmesugused aju vigastused ja haiglast juhtumused. Mõnel juhusel näeb inimene kõiki asju, saab neist aru ja tunneb ära, kuid ta on mõne vigastuse tagajärjel ära kaotanud näit. tähtedest arusaamise võime. Ta ei tunne enam tähti, ehk ta küll neid näeb (võib ära kirjutada). Tähtede kuju meelepidamise ja arusaamise keskkohad on vigastatud. Ehk jälle kaotatakse rääkimisvõime. Haige kuuleb, saab aru, võib karjuda ja laulda, kuid mitte rääkida. Nõndasamuti võib kaduda rääkimisest arusaamine, kuna inimene ise räägib ja kuuleb. Ta kuuleb hääli ja sõnu, kuid sõnad on tal arusaamata kõla. Siit näeme, et nägemine ja kuulmine on teine asi, kui arusaamine sellest, mis nähakse ja kuulatakse. Nägemiseks ja kuulmiseks on ise keskkohad, arusaamiseks ise keskkohad, ühenduskeskkohad. Muidugi on need



Joon. 163. Linnu aju. 1 — Aju poolkerad. 2 — Väikeaju. 3 — Pikk aju. 4 — Seljaüdi.

keskkohad erguharude kaudu teineteisega ühenduses. Nägemise ja kuulmise arusaamise puudust nimetatakse vaimliseks pimeduseks ja tummuseks.

Meeleorgaanide kaudu tulevad peaaussse tunded, mis isenesest ei anna asjadest ettekujutust. Ettekujutused ja ained tekivad ühenduskeskkohades. Ühenduskeskkohad on kõige kõrgemad vaimlise tegevuse keskkohad.

Kujutame ette, et me tahame ütelda sõna „roos“. Kõige esiteks ilmub asjast ettekujutus; kujutame ette roosi kuju, suuruse, värvi jne. Siis peab veel meele tulema, kuidas roosi nimetatakse, sest kui juhtub, et on ununenud sõna „roos“, siis ei saa me teda nimetada. Pärast seda peab ajus ilmuma

ettekujutus neist liigutustest, mis selle sõna väljaütlemiseks tuleb teha, ja käsud ehk ärritused lähevad kurgu, keele, mokaade ja teiste lihaste juure, mis on tegevad sõna väljaütlemisel. Selle nähtuse juures on tegevad nägemise (kuju jne.), kuulmise (sõna kõla) ja liigutuste keskkohad, kõik peaaegu ühe korraga.

Mitme keskkoha kaastegevusel sünnivad ained. Kujutame enesele ette viiulit. Sel puhul ilmub meile ettekujutus tema kujust (nägemise ettekujutus), häälest (kuulmise ettekujutus) ja pinna omadustest (kompimise ettekujutus), mille juures iga ettekujutus isekohast tekib.

Aju ja mõistus. Suur aju on sagedasti ühenduses suuremate vaimuannetega. Paljudel vaimurikkail teadlasil ja ülesleidjail on olnud suur aju, millel harilikult veel palju käärusid. Kuid siiski on ka võrdlemisi väikese ajuga inimesed anderikkad olnud. Eurooplaste aju on suurem kui metsikute rahvaste oma. Peale selle on metsikute ajal vähem käärusid.

Imetajail loomadel on aju peal käärusid märksa vähem kui inimestel (joon. 162); lindudel on suuraju poolkerad täiesti ilma käärudeta (joon. 163). Madalamail selgrootistel on suuraju, võrdlemisi teiste aju osadega, koguni väike (joon. 164).

Madalamate loomade lihtsamale ajule vastab lihtsam ehk madalam hinge-elu. Koerad ja paljud teised imetajad võivad elu kestusel mitmesuguseid toimetusi juure õppida. Koer õpib kodurahvast tundma, karja hoidma, jahti pidama, istuma, kõik-sugu kunsttükke tegema jne. Sisalik ega konn ei suuda kõike seda mitte õppida. Nende mõistusetegevus on palju lihtsam. Selgrootud loomad ei suuda üleüldse midagi olulist juure õppida. Putukad on tupest välja tulles nõndasama „targad“, kui viimaseil elupäevil. Kui vähil kääridega kobijate otsast tükke ära lõikuda, ei õpi ta mitte aru saama, et käärid talle valu teevad. Selgrootute toimetused on instinktiivsed ehk loomusunnilised; nad on päritud ehk sisse loodud. Selgrootud õpivad elu jooksul hädaõhtu tundma, saaki püüdma jne. Kuid kõik loomade tegevus on sisuliselt kaugel inimese tegevusest. Ainult inimene oma kõige keerulisema ajuga toimetab järelemõtlemise abil. Instinktiivsed tegevused etendavad inimese elus palju vähemat osa kui loomade elus. Mõistuse abiga on inimene loonud kõrge kultuuri.



Joon. 164. Sisaliku aju. 1 — Aju poolkerad. 2 — Väikeaju. 3 — Piklik aju. 4 — Seljaüdi.

Vaimline tegevus ja tema tervishoid.

Nagu amööb elamiseks toitu ja hapnikku tarvitab, nõnda ka iga ergurakk. Kui erk hapnikku ei saa, siis võib ta teatava aja veel töötada hapniku tagavara abil, mis temas olemas. Kuid lõpuks, kui hapnik otsas, kaotab erk oma teguvõime: teda võib ärritada, kuid ärritus ei lähe enam erku mööda edasi. Aju tegevus on iseäranis tundlik hapniku puuduse vastu. Niipea kui ajusse lühikese aja kestusel hapnikuvaene veri voolab, tumestub mõistus ja ilmub minestus.

Kui aju tõhtsamalt (intensiivsemalt) töötab, siis voolab ajusse enam verd. Nagu harilikult, tekivad tegevuse tagajärjel mürgised ollused ning muutub protoplasma koosseis. Mürkide eemaltoimetamiseks ja protoplasma koosseisu uuendamiseks on tarvilik puhkus. Aju ja teiste ergukava osade põhjalikumaks puhkusajaks on uneaeg. Siis ei saa meelte (silmade, kõrvade jne.) ja liigutuserkude keskkohad ärritusi. Et üheks u n e põhjuseks on tõesti verde heidetud mürgised ollused, seda tõendavad katsed. Üht koera ei lasta kauemat aega magada. Siis võetakse tema verd ja pritsitakse teisele koerale sisse. Teine koer jääb kohe uniseks.

Kui looma sugugi magada ei lasta, siis sureb ta lõpuks (mõne päeva pärast) väsimusse.

Mitte-väljpuhanud ja väsinud aju tegevus on aeglasem ja eksivam. Üleüldse peab hoiduma üleliigse väsitamise eest. Soovitatakse mitte üle 8 tunni vaimlist tööd teha. Igatahes on ka siin tervisel ja harjumusel suur tähendus. Paljudele on 8 tundi juba liig palju, paljud teised võivad ilma veata isegi 10 tundi töötada.

Igatahes on aga parem töötada vähem aega, kuid täie värskusega ja tähelepanelikkusega. Väga hea on vaimliseks puhkamiseks teha mitte väsitavat kehalist tööd. Vaimlise töö juures on tähelepanemisel ja mõtete koondamisel suur tähtsus. Kui õppida ilma tähelepanelikkuseta, nõnda et mõtted on teiste asjade juures, siis peab isegi väikese ülesande äraõppimiseks palju aega viitma. Kui aga õppida suure tähelepanelikkusega, koguda kõik mõtted asja juure, siis aitab harilikult juba ühest korrast läbilugemisest. Seejuures ei pea muidugi kiiresti lugema, sest siis ei saa mõte kõiki üksikasju tähele panna. Kõige paremini seisab mees see, mida me oleme hästi tähelepanelikult ja huvitusega kuulanud, vaadelnud ehk teinud. Inimene, kes osav tähele panema, mäletab ja teab palju. Mõnigi looduse nähtus, raamat ehk ettekanne paistab meile igav sellepärast, et me ei oska hästi tähele panna. Tähelepanelik vaatleja leiab kõige lihtsamas looduse nähtuses, kõige lihtsamas ümbruses palju huvitavat.

Nagu nimetatud, on inimesel võrdlemisi vähe instinkte. Nende asemele on suurel määral mõistus astunud, mille järele juhib inimene oma tegevusi ja toimetusi.

Kuid mitte igas keerulisemaski tegevuses ei toimeta inimene iga kord mõistuse — õigemini järelemõtlemise, vaid harjumuse järele. Kuidas inimene on harjunud töötama, rääkima, istuma, kõndima jne., nõnda teeb ta enam-vähem ikka ühte viisi: ta toimetab harjumuse järele. Kui aga inimene teisiti toimetab kui harilikult, siis peab ta tähelepanek enam pingul olema. Harjumuse järele toimetamise korral lähevad käsud-impulsid, assotsiatsioonid ja tunded oma harilikke teid mööda. Need on tuttavad teed, neid mööda on kergem käia. Kui aga inimene teisiti toimetab, siis käivad assotsiatsioonid, käsud ja tunded uusi teid mööda. Uusi teid mööda on alguses raskem käia, nõuab enam tähelepanelikkust, kuid varsti harjub inimene uut viisi toimetama, kui ta jätkab oma tegevust uues sihis. Räägitakse, et ajus luuakse uue d te e d (uued assotsiatsioonide teed).

Nõnda ei suuda inimene üksi oma orgaanide üle valitseda, vaid ta võib teataval määral ka mõtteid korraldada ja nende üle valitseda. See ongi inimeses kõige ülem, kui ta suudab enese tegude ja mõtete üle valitseda, mitte toimetada järele mõtlemata, ainult harjumuste ja loomusunni järele. Loomusund on sagedasti tugevaks teguriks, kuid siiski teeb inimene sagedasti mõistuse juhatuse järele, iseäranis vahekorras teiste inimestega.

Kõigest sellest näeme, kui keeruline on aju tegevus. Nii-suguseks on ta arenenud aegade vältusel. Inimene võib teda nüüd oma juhtimise all veel kiiremini arendada, kui see seni on sündinud. Väga soovitav on mõistuse ja tundmuste arendamine, mis aitaks meil kaotada paljud elu viletsused ja luua pahade harjumuste asemele head ja kasulikud. Igatahes nõuab uute harjumuste omandamine head tahtmist ja püsivat püüdmist.

Meeled.

Olevus on välise ilmaga lahutamata ühendatud. Ta saab sealt toitu, vett, õhku. Loomad põgenevad vaenlaste eest. Nad hoolitsevad tulevase soo eest. Kõigeiks selleks peab loom tundma tarvilisi asju ja neist tarvilisel viisil aru saama. Välise ilma tundmiseks on tal meeled.

Välises ilmas tulevad toime mitmekesised sündmused, mis füüsika järele liikumise peal põhjenevad. Mitmesugused liikumised avaldavad mõju meie meelegaorganide peale, ärritavad neid ning sünnitavad tunded. Aju „saab aru“ ärritustest oma viisi. Mitmesugused õhulainetused jõuavad ajus

arusaamisele hääle kujul, valguseetri võbisemine — valguse kujul jne.

Meelte abil ei saa me kõiki muutusi, mis ümbritsevas looduses toimuvad, mitte märgata. Kõrv ei kuule liiga aeglasiga ega liiga kiireid õhu lainetusi, silm ei näe ultraviolettega infrapunaseid kiiri, me ei tunne magnetilisi lainetusi jne.

Nõnda siis ei tunne me ilma, nagu ta on, vaid niisugusena, kuidas teda meile meeleorganid näitavad. Ehk see ilmast ettekujutus on küll puudulik, kuid teda jätkub elamiseks. Kui meeled on vigastatud, siis on elamine takistatud ehk raskendatud.

Palju on ärritusi, mida me sugugi ei tunne. Ärritusel peab olema teatav tugevus, enne kui meeleorganid teda suudavad vastu võtta. Liig tasast häält ei ole kuulda, liig väikest valgust pole näha, väga kerget asja rõhumist ei ole tunda (näit. käe peal). Kõige nõrgemat ärritust, mis tunda on, nimetatakse läviärrituseks ehk ärrituse läveks.

Samuti ei märka me iga juuretulevat ärritust. Kui 200 küünlale veel üks küünal juure panna, siis ei märka me, et valgus oleks suuremaks läinud. Ainult siis, kui 100 küünlale ühe juure lisame, märkame valguse suurenemist. 200 küünlale tuleb kaks, 300-le kolm juure lisada. Tähendab — valguse suurenemist märkamê ainult siis, kui vähemalt $\frac{1}{100}$ endisest valgusest juure tuli. Tunde ja ärrituse suurenemise vahel on kindel vahekord (Weberi seadus). Tähed säravad küll päevaajalgi, kuid me ei näe neid, sest et nende valgus on liig väike päikese valgusega võrreldes (võrdle tiku valgust päikese paistel ja pimedas).

Ehk küll kõigi tunnete vastuvõtmine ja arusaamine sünnib ajukoores, kuid me projitseerime kõik tunded välja-poole. Nähtavad, kuuldavad, tuntavad asjad näivad kõik väljaspool meid olevat. Kokkupuutumist ja valu lokaliseerime, tunneme teatavas kohas naha peal ehk sügavamal. Siinjuures on aga ka eksitused võimalikud.

Aralõigatud jalas tundub ajuti valu. Jalga ei ole olemas, kuid tundub, nagu valutaksid varbad ehk teised jala osad.

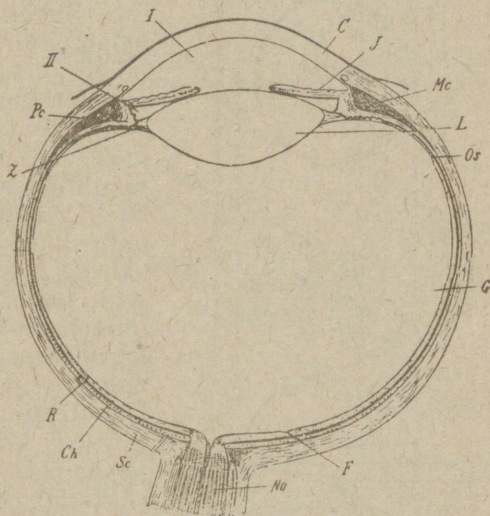
Isegi siis, kui ajus tekivad väga elavad ettekujutused, paistab inimesel, et väljaspool toimuvad mitmesugused nähtused, kuna seal tõepoolest midagi ei sünni. Niisugust nähtust nimetatakse viirastuseks ehk hallutsinatsiooniks. Viirastused ilmuvad sagedasti palaviku ajal, millal keha temperatuur kõrge.

N ä g e m i n e.

Silm. Silm (joon. 165) on kuuli- ehk munakujuline organ, mis asub silmakoopas. Silmamuna sein seisab koos kolmest kilest. Kõige välimine on kiudkile, mis suurema

osa silmamuna pinnast katab valge kilena (silma valge). Ainult esimene osa kiudkilest, mille läbi ka valgus tungib, on läbipaistev, ilma värvita ja enam kumer (sarvkile). Keskmine on soonkile, kus on suurel arvul sooni ja juusooni. Soonkiles on veel rikkalikult harulisi pigmendi (värvolluse) rakkusid, mis on selle kile peaaegu täitsa mustaks (tumepruuniks) värvunud. Eesmine soonkile osa paistab läbi sarvkile, sünnitades kirju- ehk värvkile. Värvkile keskele jääb auk — silma tera, kust valguse kiired läbi tungivad. Värvkilega on seotud lääts, mis

otse silmateraga taga seisab. Värvkiles asub lihas, mille lühenemise ajal lääts kumeramaks muutub. Sisemist kihti nimetatakse võrk- ehk erkkileks. Nägemiserk, mis peaaegu algab, tungib tagastpoolt silma munasse. Seal sünnitab ta erguharudest ja rakkudest võrkkile kihi, mis on valguse ärrituste vastuvõtjaks. Seespool kilesid, läätsa taga, peitub silmamuna täitev läbipaistev süldine ollus — klaaskeha. Läätsa ja kiudkile vahel ees on silmakambri lima.

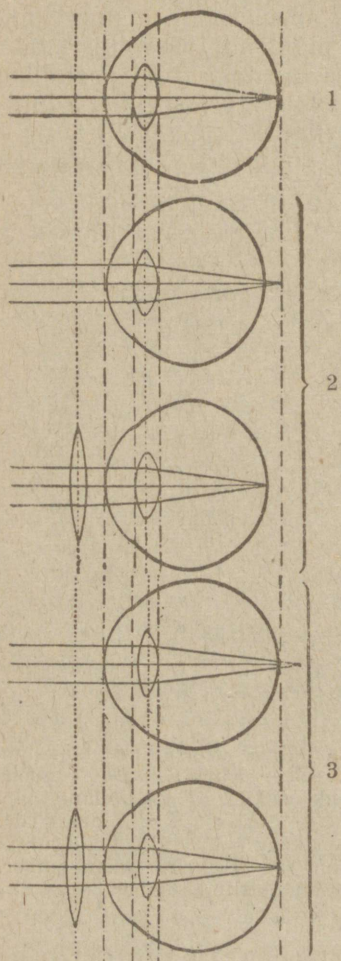


Joon. 165. Inimese silma skeemiline läbilõige. No — Nägemiserk. Sc — Kiudkile. Ch — Soonkile. R — Võrk- ehk erkkile. F — Kollane täpp. G — Klaaskeha. L — Lääts. Z — Zinni kõide. Pe — Läätsaliigutaja keha. Mc — Läätsaliigutaja lihas. J — Värvkile. I — Eesmine silmakamber. II — Tagumine silmakamber.

Silm on ehituse poolest fotografeerimisaparaadi sarnane. Tähtsamaiks fotografeerimisaparaadi osadeks on pimekamber, mille ette on kinnitatud lääts, mis valguse kiiri kogub. Kambri tagaseinaks on klaas, kuhu kambri ees olevate asjade kujutus peale ilmub. Ka silmas on lääts, millest kiired läbi tungivad ja taga võrkkile peal asjade kujutuse sünnitavad. Pimekambriks on silmamuna, mille seintes tume pigment.

Kui tarvis ligidal olevat asja fotograferida, siis peab klaasi, kuhu kujutus ilmub, läätsast kaugemale paigutama: ligidalt tulevad kiired kogunevad läätsa taga kaugemal kui

kaugelt tulevad kiired. Kauge asja fotografeerimiseks tuleb klaas läätsale ligemale paigutada. Kui asi hoopis kaugel, siis peab klaas läätsa fookuses seisma, sest lõpmata kaugelt tulevad kiired kogunevad läätsa fookusesse. Kui klaasi asja kauguse kohaselt ei seata, siis on pilt ehk kujutus segane (ülesvõttel on kaugel olevad asjad tumedad, lähedal olevad selged).



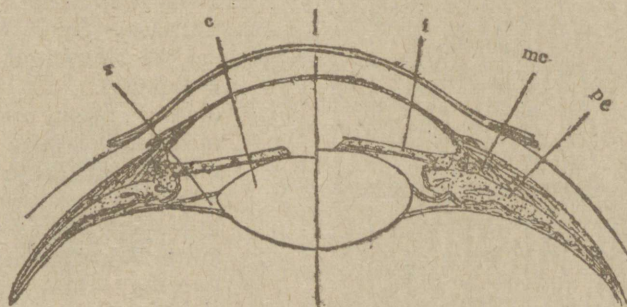
Joon. 166. 1 — Normaalne silm. 2 — Kaugelenägemine silma lühiduse tagajärjel. 3 — Kaugelenägemine läätsa väikese kumeruse tagajärjel (raugad). Kahetikumerate prillide abil on mõlemal korral võimalik selgesti näha.

Silma juures on asjalugu nõndasamuti. On palju juhtumisi, millal silmamuna on pikk, nõnda et lääts kaugelt lõpmatusest tulevad kiired kogub ettepoole erkikilet. Säärane silm näeb ilma pingutuseta, akkomodatsioonita kaugel olevaid asju väga tumedalt, kuna ta isegi väga ligidal olevaid hästi näeb (lühike nägemine). Sel korral näeks inimene loomulikult, kui ta võrkkile eespool seisaks. Lühikese nägemisega inimesed tarvitavad kahetinõgusaid prillid, mis silma tulevad kiired laiemale juhivad, nõnda et nad ei saa koonduda võrkkile ees, vaid otse võrkkile kohal. Samuti on lugu nägemisega, kui lääts liig kumer. Tuleb ette ka teist silmade viga — kaugelenägemist, missugusel korral valguse kiirte kogumiskoht on tagapool võrkkilet (silma on lühike ehk lääts vähe kumer, joon. 166). Sellepärast ei näe kaugelenägija selgesti ei lähedaid ega kauged asju. Sel korral peab selgeks nägemiseks kahetikumeraid prillid kandma, mis valguse kiiri koomale juhivad, nõnda et nad läätsa abil otse võrkkile peal koonduvad. Harilik silm näeb niihästi ligidal kui ka kaugel

olevaid asju. Sel juhtumisel ei muutu aga mitte läätsa ja võrkkile vahe ehk kaugus, nagu see sünnib fotograafiaparaadi

juures, vaid muutub läätsa kumerus. Kui silm vabalt, ilma pingutuseta vaatab, siis näeb ta kaugeid asju. Kaugete asjade juurest tulevad kiired kogunevad võrkkile peale fookusesse. Sel korral ei näe silm ligidasi asju mitte selgesti. Et ligidal olemaid asju selgesti näha, selleks peab lääts kiiri enam murdma, sest muidu koguneksid nad alles võrkkile taga. Nagu aga füüsikast teada, murrab kiiri tugevamini kumeram klaas. Sellepärast võib silm ligidasi asju siis näha, kui läätsa kumerus suuremaks muutub (joon. 167).

Harilikult on silma lääts kokku, laiaks surutud. Tema on kilekesest kapsli vahel, mis on pinevil värvkile küljes Zinni köite abil kinni (joon. 167). Zinni köite külge kinnitub läätsaliigutaja lihas, mille kokkutõmbumisel kapsli pinevus lõtvub ehk kapsel lodevile läheb, misjärele lääts iseenesest kumera-



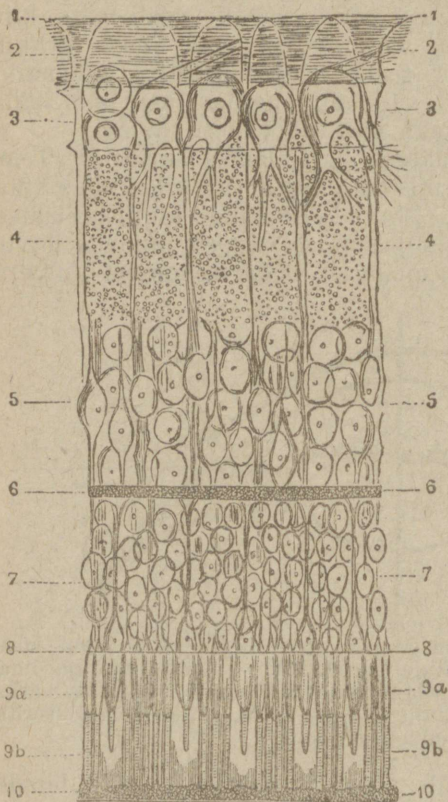
Joon. 167. Akkommodatsiooni mehhanism. c — Lääts. z — Zinni köide. — Värvkile. pe — Läätsaliigutaja harud. mc — Läätsaliigutaja lihas. Parem pool on kujutatud silmapool ligidalevaatamise korral, lääts märksa kumeram (akkommodeeritud silm), pahemal pool mitteakkommodeeritud silmapool.

maks tõmbub. Nõnda võib läätsa kumerus kaunis laiades piirides muutuda. Nii siis on kumerus lähedate asjade vaatlemisel suurem. Seesugust läätsa kumeruse muutumist nimetatakse akkommodatsiooniks.

Vanas eas on lihased nõrgemad, nõnda et nad ei suuda kapslit küllalt lodevile tõmmata ja lääts on vähem elastiline, mispärast ta ei saa vabalt kumeraks tõmbuda. Sellepärast näevad vanad inimesed kaugel olemaid asju paremini kui lähedal olemaid.

Nagu nimetatud, on valguse kiirte vastuvõtjaks võrkkile. Ta sünnib, nagu nägime, selle läbi, et silma munasse tuleb nägemiserk, mis siis seal harunedes võrkkile sünnitab. Nägemisergu harud on otse vastu klaaskeha. Sealt pöörduvad harude otsad väljapoole, kus nad puutuvad kokku ergurakkude kihtidega.

Kõige välimises erkkile osas lõpevad erguharud iseäraliste rakkudega, millest ühed on pulgakeste, teised kolbide kujulised (joon. 168). Neid nimetatakse pulgakesteks ja kolbideks ehk nuiakesteks. Need rakud ongi valguse ärritus vastuvõtjad, kust ärritus erguharusid mööda edasi tungib. Nägemiserk ise ei ole valgusetundlik, ta ei saa teiste kohtadega valguse ärritusi vastu võtta. Sellepärast ei näegi see silma koht, kust nägemiserk silmunnasse tuleb (nibu, seal ei ole pulgakesi ega kolbikesi). Et silmas olemas niisugune koht, millega ei saa näha, näitab järgmine katse. Võtame raamatu lehe, kus joon. 169 peal, risti silmade ette. Pigistame parema silma kinni ja vahime õige teraselt paremale poole risti peale. Raamatut eemale ja ligemale paigutades märkame, et umbes 30 sm. kaugusel must ratas nägematuks muutub. Väljarehkendused näitavad, et sel korral musta täpi kohalt kiired otse ergu silmatuleku kohale langevad. Et see koht ei näe, siis nimetatakse teda pimedaks täpiks. Natuke külje pool pimedat täppi asub täpp, kus erkkile kõige õhem ja kus leiduvad pea ainult kolbid. See



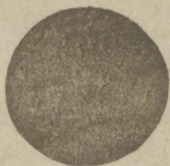
Joon. 168. Erkkile kihid; 1 sisemine, 10 kõige välimine (vastu soonkilet asuv kiht). 1 — Erkkile ja klaaskeha vaheline kile. 2 — Nägemisergu-kiudude kiht. 3 — Ergurakkude kiht. 4 — Sisemine võrkkiht. 5 — Sisemine tuumaline kiht. 6 — Teraline kiht. 7 — Välimine teraline kiht, mille terad on nägemisrakkude tuumad. 8 — Välimine kile, millest pulgakesed ja kolbikesed läbi lähevad. 9a — Pulgakeste ja kolbikeste kiht. 9b — Selle kihi välimine osa. 10 — Pigmendikiht.

koht on kõige tundlikum, tema „näeb“ kõige selgemini; see on kollane täpp. Kui mõni asi meie tähelepaneku oma

peale tõmbab, siis pöörame silmad nõnda, et kiired selle asja juurest otse kollase täpi peale langevad.

Tarvilises sihis silma liigutamisteks kinnituvad silmamuna külge 3 paari lihaseid. Kahel pool kõrval, üleval ja all on lihased, mis otse-sihis eest, tahapoolse lähuvad (sirglihased). Peale selle on all ja üleval lihas, mis põigiti silmamuna külge kinnituvad (joon. 170).

Pimedas ehk videvikus nägemine kannab hoopis teist iseloomu kui valges nägemine. Pimedas ei suuda me vahet teha värvide vahel. Öhtul videvikus ei paista puud mitte rohelistena, öied mitte värvilistena, vaid üks asi on valge, teine enam-vähem hall ehk must. Kui kaunis pimedas vaatleme mustal laual asuvaid nõrgalt nähtavaid paberitükikesi, siis märkame, et need paberitükikesed, mille peale me otse vaatame, nägematuiks muutuvad. Tähendab, videvikus ei näe me kollase täpi abil. Pimedas olnud looma silma võrkkilet vaadeldes näeme, et ta on purpurpunane. Kuid valguse käes



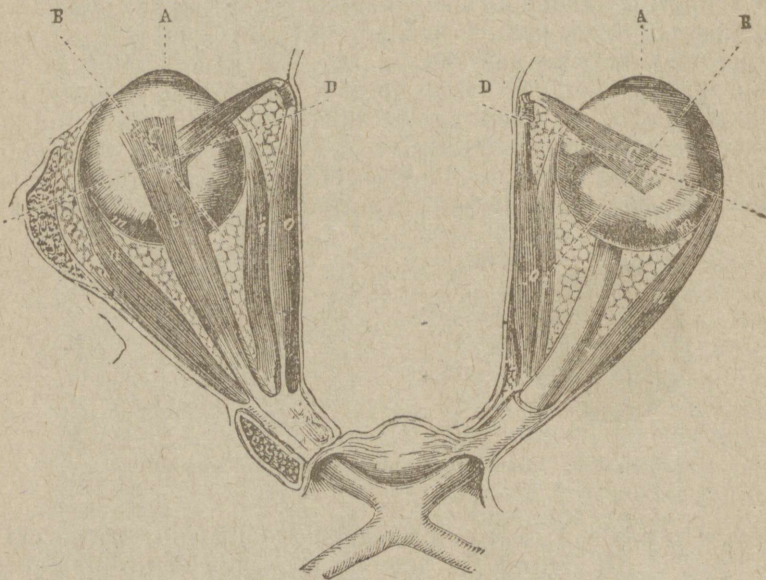
Joon. 169. Joonistus silma pimedas täpi tõestamiseks.

kaotab võrkkile kiiresti oma värvilise olluse — nägemise purpuri. On leitud, et nägemise purpur asub pulgakeste ümber, kuna ta puudub kolbide kohal. Seega ei ole siis kollases täpis nägemise purpuri. Et silm ei näe pimedas purpurivaese, kollase täpiga, see laseb arvata, et hämarvalguses nägemisel on tegev nägemise purpur. Ka teised tähelepanekud tõendavad, et pimedas nägemisel laguneb nägemise purpur, mis ongi nägemisärrituste sünnitaja.

Kujutame ette, et läbi kummagi silma läheb vertikaalne ja horisontaalne pind. Need pinnad jagavad kummagi silma kvadrantidesse (veerandringidesse); need on küljepoolsed, keske-poolsed, ülemised ja alumised. Kujutame ette, et me mõlemad silmad ühte liidame, nõnda et ühe vertikaalne pind liitub ühte teise vertikaalse pinnaga, horisontaalne — horisontaalsega, misjuures ka kollased täpid ühte langevad. Sedaviisi langevad ühte ühe silma küljepoolsed teise keskepoolsete kvadrantidega. Kõik need erkkilede punktid, kus nad üksteisega kokku puutuvad, on n. n. samalised punktid (identilised punktid). Harilikult satub kiirte kimp, mis ühe välise vaatluse all oleva

asja küljest tuleb, kummagi silma samalisse punkti (joon. 171, jooned OA ja OA₁).

Kuid sedaviisi on lugu ainult nende asjadega, mille peale me silmad otse juhtinud oleme. Ainult siis, kui ühest asjast ehk punktist kiired silmade samalistesse punktidesse lähevad, näeme asja ehk punkti üksikuna. Kui aga kiired ühest punktist lähevad silmade mittesamalistesse punktidesse, siis näeme ühte punkti kahena. Tarvis ainult õrnalt suruda silma kulmu



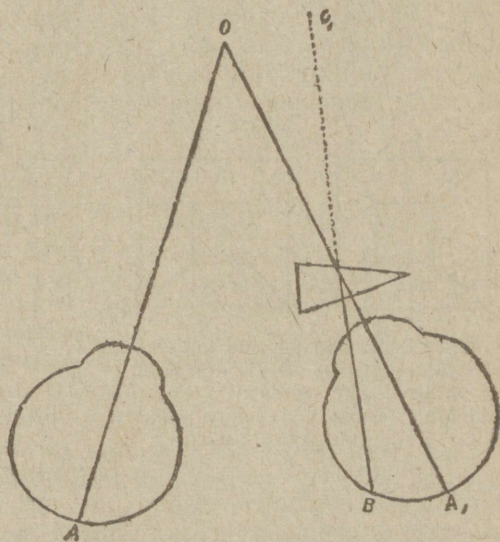
Joon. 170. Silmamunad ja nende lihased. Allpool nägemiserkude ristkääk. Silmamuna ja lihaste vahel rasvakapsel. A — Sarvkile. n — Välimine sirglihas. i — Sisemine sirglihas. s — Ülemine sirglihas. o — Ülemine põiklihas; tema kõõlus D kohal luuga seotud, kust lihas edasi silma peale läheb. m — Alumise põiklihase kinnituskoh. Põiklihased pööravad silma BC, ülemine ja alumine sirglihas DC telje ümber. Sisemine ja välimine sirglihas pööravad silma telje ümber, mis perpendikulaarne joonistuse pinnale. — Parem silmal puudub ülemine sirglihas.

peale, nõnda et silm natuke viltu pöördub, siis ei pääse kiired enam samalistesse punktidesse, ja me näeme iga asja kahekordselt. Ehk jälle, paneme ühe silma ette klaasprisma, mis silma tulevate kiirte sihti muudab, ka siis näeme asju kahekordselt (joon. 171). Asjadest, mida me otsekohe ei vaatle, langevad kiired ka mittesamalistesse punktidesse.

Seda näitab lihtne katse. Paneme pliiatsi või sõrme püsti silmadest eemale ja vaatame teraselt kuhugi kaugemale (nurka näituseks). Selle juures võime tähele panna, et me kaht

pliiatsit või sõrme näeme. Nõndasamuti näeme vaadatava asja (näit. sõrme) taga olevaid asju kahekordselt. Asetame näit. pliiatsi umbes jala maad kaugemale sõrmest ja vaatame siis sõrme peale. Asja kujutus, mida me otse ei vaatle (pliiats), ei lange mitte samalistesse punktidesse ja me näeme neid sellepärast kahekordselt. Sedaviisi näeme suure osa asju alaliselt kahekordselt, kuid me oleme harjunud seda mitte tähele panema. Harilikult liituvad kummaski silmas tekkinud kujutused tunnete vastuvõtmisel ühte ning paistab, nagu näeksime asja ühe silmaga, ühekordselt. Ühte liituvad iseäranis samalistesse kohtadesse langevad kujutuste muljed.

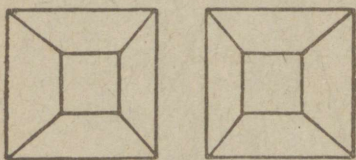
Pildil on asjade kujutused kõik ühel pinnal. Silmas on lugu samuti. Kuid me ei näe mitte asju nõnda, nagu oleksid nad kõik ühel pinnal, vaid meile paistab, et üks on teise taga, me näeme nende paksust jne. Seda nimetatakse kehaliiseks ehk reljefseks nägemiseks. Asju näeme kehaliiselt sellepärast, et me neid kummagi silmaga vähe teisiti, natuke teisest küljest näeme. Silmades ei liitu need kujutused



Joon. 171. Parema silma ette klaasprisma asetatud, mille tagajärjel punkt O paistab kahekordselt (O ja O_1), sest kujutused ei lange samalistesse punktidesse, vaid mitesamalistesse punktidesse (A ja B). Samalised punktid on A ja A_1 , kuhu kujutused ilmuvad ilma prismata.

mitte täiesti ühte samalistesse punktidesse, vaid tekiavad kokku liitumatud ääreosad. Et säärane väike kujutuste lahkumine on kehaliise nägemise põhjuseks, seda tõendab stereoskoop ja stereoskoobi pildid. Stereoskoobi pildid (2 tükki ühest asjast) on üles võetud kahe objektiiviga, mille teljed kokku jooksevad, nagu silma omad. Kumbki pilt läheb teisest vähe lahku. Kui neid stereoskoobi läbi vaadelda, siis paistab, et me üht pilti näeme, kus kõik asjad selgesti üksteisest eemal, tagapool jne. asuvad, sugugi mitte nagu lihtsal pildil. Stereoskoop on riist, millel silmade vahelkohas on vahesein ja ees ühesugused

prismaliselt kumerad klaasid. Kuid säherduse riista asemel võib tarvitada vaheseinaks ka lihtsat paberit. Joonistusel 172 on kujutatud ilma tiputa kuhik (koonus). Parem pool on ta nõnda kujutatud, kuidas teda näeb parem silm, pahemal pool nõnda, kuidas teda näeb pahem silm, kui kuhik silmade ligidal seisab. Paneme joonistuste vahele paberi vaheseinaks ja vaatame 10—15 sm. kauguselt silmadega (kaugusesse), silma telgi keske poole juhtides, siis on märgata, et mõlemad kujutused ehk pildid langevad ühte ja nad on näha kehaliselt. Joonistusest saab üks ilma tiputa kuhik. Katse nõuab sagedasti teatavat harjumist, enne kui ta päris ilusasti korda läheb. Kujutus tuleb siis niisugune, et keskmine joonistuse osa ehk kuhiku tipp paistab väga selgesti kõrgemal seisvat kui alus; keskepoole minevad jooned paistavad üles tõusvat.



Joon. 172. Stereoskoobiline nägemine. Kui neid joonistusi 10—15 sm. kauguselt vaheseinaga (paber) lahutatult vaadelda, näivad nad kokku sulavat ilma tiputa kuhikuks.

pigistamise, rõhumise, elektri jne. abil, kuid ka iga teise ärrituse korral näeme valgust. Igasugune silma ärritus tundub valgusena. Silmaergu keskkohad saavad ärritustest ainult ühel viisil „aru“. Nahas on muu seas külmatunde erguotsad. Kui neid külma asjaga ärritada, tundub külm. Sooja asjaga ärritamisel on lugu nõndasamuti -- tundub külm. Soojuse tundmiseks on ise erguotsad, kes jällegi mitmesuguseid ärritusi ühel viisil vastu võtavad. Nõnda siis, antud ergul on omadus mitmesuguste ärrituste peale ainult ühesuguseid tundeid ajus esile kutsuda. Mitmesuguste tunnete esiletoomiseks on mitmesugused ergud. Seda nähtust nimetatakse ergu spetsiifilise energia seaduseks.

Spetsiifilise energia seaduse kohaselt peaks arvama, et iga iseäralise värvi vastuvõtmiseks on ise erguotsad (kolbikesed ja pulgakesed). Kuid värvide varjundid on ütlemlata palju (mitu sada). Selle järele peaksid ka erguotsad olema koosseisu järele väga mitmekesised.

Kuid lugu ei ole nõnda. Silmas on olemas erguotsad ainult kolme värvi (põhivärvide) vastuvõtmise jaoks. Ergu-

Kui valguse kiiri läbi prisma lasta, lagunevad nad seitsmeks peavärviks; need on: punane, ruuge, kollane, roheline, taevassinine, sinine ja violet. Esimesed on pikemate, viimased lühemate lainetega kiired. Lainetuste pikkus tundub nägemismeeles värvidena.

Peale valguse lainete võib silma ärritada löögi,

otsad on punase, rohelise ja violeti värvi vastuvõtmiseks. Neist kolmest värvist segusid valmistades saame kõik teised värvid. Tähendab, teised värvid ja nende varjundid sünnivad põhivärvidest sel teel, et üht ehk teist põhivärvi suuremal ehk vähemal määral võetakse. Kui kaks (ehk kolm) põhivärvi korraga erguotsade peale mõjuvad, siis ei suuda silm üksikuid värvisid eraldi näha, vaid sünnib ühtlane mulje, uus värvitunne. Selle järele, missugused põhivärvid segatud ehk kui palju neist ühestki võetud, on värv mitmesugune.

Kui kõik seitsme värvi kiired korraga silma võrkkile peale langevad, siis tekib valge värvi mulje. Valge värvi saame veel, kui lisavärvid segatakse¹⁾. Need on:

punane ja rohekas-sinine,
ruuge (oranž) ja taevassinine,
kollane ja sinine,
lehtroheline ja violett,
roheline ja verev (purpurikarva).

Asi, mille küljest kiiri silma ei tule, paistab must olevat.

Peavärvide mitmesugused varjundid sünnivad sel teel, et peavärv segub valge ehk musta värviga. Kui segada punane värv valgega, siis saadakse helepunased varjundid. Kui aga punast värvi mustaga segatakse, siis saadakse tumepunased varjundid.

On juhtumisi, millal silm ei näe mõnda värvi. Kui aga puuduvad kõigi põhivärvide vastuvõtmise elemendid, siis paistavad kõik asjad hallide ehk mustadena. Seda nimetatakse värvipimeduseks.

Asjade kauguse hindamine. Asjadest, mis kaugel, sünnivad silmas väga väikesed kujutused, kuna neist, mis ligidal, sünnivad suured kujutused. Kui inimest väikesena näeme, siis teame, et ta on kaugel. Kuid mõnikord võime eksida kauguse määramisega. Suurt lindu, mis kõrgel lendab ja sellepärast väikesena paistab, võime väikeseks ja ligemal olevaks linnuks pidada. Kui me aga märkame, et ta taevavõlvil aegamööda edasi liigub, siis sünnib see meid arvama, et ta kaugel on, sest ligemal oleva linnu lendamise korral märkame palju rutemini tema teise kohta jõudmist. Peale suuruse järele kauguse hindamise on selleks veel teine otsustamisviis. Kui asi kaugel, siis on silmade teljed rööbiti — paralleelsed. Ligidal oleva asja vaatamisel pöörduvad silmad keske poole, nõnda et nende telgede jooned ristamisi lähevad. Õige ligidal olevat asja vaadeldes tunneme otsekohe, kuidas

1) Värvide segamiseks tarvitatakse värvivurri, s. o. kiiresti keerlevat papprast, mille peale värvilised paberid liimitud.

silmad keske poole kokku vaatavad — konvergeeruvad, misjuures pingutatakse silma lihaseid. Kaugele vaatamisel puudub lihaste pinevus, mis silmi keske poole kokku vaatama juhivad (keskepoolne sirglihas).

Kaugelevaatamisel puudub veel silma läätsaliigutaja lihase pinevus. Nimetatud lihaste pinevus on üheks abinõuks, mille järele vaadeldava asja kaugust määratakse.

Silmamuna ümbritseb kaunis paks rasvakott, mis täidab suure osa silmakoopast. Laud kaitsevad silma vigastuste ja liig suure valguse eest. Hädahoju korral sulutakse laud reflektiivselt (näit. kui käega silma ees viibutada jne.). Peale selle ei lase nad silma kiudkilet ära kuivada, sest pilgutuste ajal niisutab laug teda pisarvedelikuga, mis korjub alaliselt pisarnäärmeist laugude alla. Kui silma puru satub, siis uhavad pisarad ta välja. Pisaranääre asub silmakoopa küljepoolses ja ülemises osas. Silma keskepoolses osas on nibuke, kuhu avaneb pisara-astjas, mis on ninakoopaga ühenduses. Pisara-astjast valguvad pisarad ninakoopasse (nutt!).

Lau ripsmed takistavad tolmu silma langemist, kulmukarvad — higi silmadesse tungimist.

Silma tervishoiust. Tähtsamaks teguriks silma tervishoius on kohane valgus. Kõige parem on töötada päevavalgel. Puuduliku valguse juures töötades tuleb silmi liialt pingutada, iseäranis lugedes ja kirjutades. Siis ilmub kalduvus vaadatavat asja silmale võimalikult ligemale tõmmata, mispärast silmadel tuleb kangesti akkommodeeruda ja konvergeeruda. Kui säärasel viisil silma kauemat aega pingutada, siis võib ta muutuda lühikese nägemisega silmaks. Vaadatavaid asju ei pea silmadele liig ligidal hoidma.

Ka liig hele valgus mõjub silma peale vigastavalt. Nõnda jääb päikest vahtides silm pimedaks. Iseäranis kahjulikult mõjub silma peale ultravioletide kiirte rohkus (tugev elektrivalgus, jääliustikult peegelduvad päikesekiired).

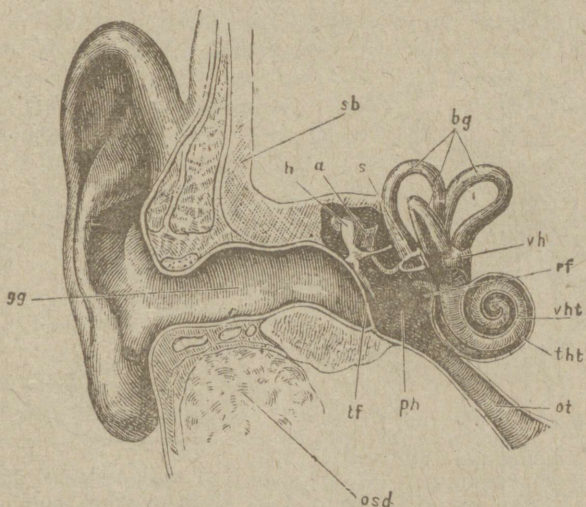
Kuulmine ja kuulmisorgan.

Kõrv. Kuulmisorgan ehk kõrv jagatakse kolme osasse: välimiseks, keskmiseks ja sisemiseks kõrvaks (joon. 173).

Välimiseks kõrvaks loetakse kõrvaleht ja kõrvatoru. Kõrvaleht on nahaga kaetud krõmpsluu. Kõrvatoru (pikkus 2,5 sm.) algul seisavad karvakesed, mis teatava kaitse loovad putukate sissetungimise vastu. Kõrvatorus on palju näärmeid, mis kõrvavaiku valmistavad. Kõrvatoru sisemine ots on kaetud õhukese kuulmenahaga, mis oma asukoha järele väliste vigastuste eest on hästi kaitstud. Kõrvalehe abil määratakse kindlaks hääle siht. Kui kõrvalehed pea ligi siduda või kõrvatorusse ettevaatlikult torud pista, siis ei ole võimalik kindlaks määrata, kas hääle eest või tagast tuleb. Eestpoolt

tuleva hääle korral käte kõrvade ette asetamisel ei saa ka õieti hääle sihti määrata (võrrelda käe kõrva taha asetamisega).

Keskmine kõrv peitub oimuluus (paksus — kaljuosas). Ta kujutab enesest koobast, mis on ühenduses kurgukoopaga Eustachio ehk kõrva-kurgu toru kaudu. Kuulmenahk asub keskmise ja välimise kõrva vahel. Öhu lainetamisel hakkab ka õrn kuulmenahk võbisema. Võbisemine antakse edasi sisemisse kõrva kuulmeluude abil. Kuulmeluud on järg-

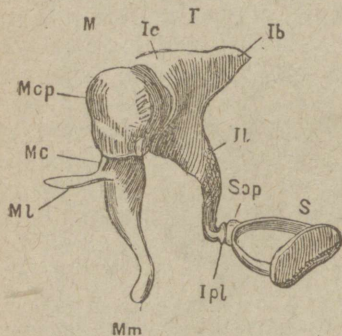


Joon. 173. Poolskeemiline kõrva kujutus. Kuulmekoobas ja keerustik 2 korda suurendatud, teised osad loomulikus suuruses. Keerustik (labürint) 90° võrra keeratud. *gg* — Väline kõrva auk. *tf* — Kuulmenahk. *ph* — Kuulmekoobas. *ot* — Kõrva-kurgu ehk Eustachio toru. *h* — Vasar. *a* — Alas. *s* — Jalus, mis katab edise pikliku akna. *vh* — Keerustiku edis. *bg* — Poolringkanalid. *vht* — Edise astrik, käik ovaalse ehk pikliku akna juure. *tth* — Kuulmekoopa astrik, mis viib ümmarguse akna juure (*rf*). *sb* — Oimuluu. *osd* — Kõrvaäärne süljenääre.

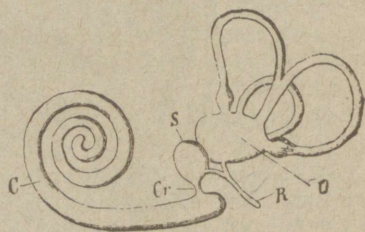
mised: vasar, alus ja jalus (joon. 174). Vasar puutub kuulmenahaga kokku; jalus seisab sisemise kõrva pikliku augu ees.

Läbi Eustachio toru tungib õhk keskmise kõrva koopasse (neelamise, haigutamise ajal), nõnda et seal oleval õhul on samasugune rõhumine, kui väliselgi. Kurgu paistetuse korral, millal kõrva-kurgu toru kinni, ei kuule kõrvad hästi, sest rõhumine ei ole mõlemil pool ühesugune. Kõrvakoopa õhk immitseb osalt kudedesse, mispärast seal õhurõhumine langeb. Välimine õhk surub siis kuulmenaha sissepoole pinevile, mis-sugune asjaolu takistab kuulmenaha vaba võnkumist.

Sisemisel kõrvval ehk keerustikul on kolm osa: edis, lookkäigud ehk poolringid ja tigu (joon. 175). Kõik nad seisavad koos välimisest luusest ja sisemisest kilesest osast. Kuulmiseks on tigu, kuna edis ja poolringid on ruumi tundmiseks. Tigu on spiraalne sünnitus ($2\frac{1}{2}$ ringi), mis teo karpi meele tuletab. Tema kilese osa sees on õõnsus, mis on spiraalse aluskilega kaheks käiguks (ülemiseks ja alumiseks) jaotatud (joon. 176). Ülemine käik on jaluse kaudu ühenduses keskmise kõrva koopaga, alumine käik edisega. Kummaski käigus on vedelik (endolümf). Aluskiles haruneb kuulme-erk, sünnitades seal niidikised, mis ripsmeliste rakkude külge kinnituvad (joon. 177). Aluskile peal asuvad Corti loogad, mis igaüks kahest vastuseisvast sambast koos seisavad.



Joon. 174. Kuulmeluud (paremast kõrvast, eestpoolt vaadatuna). M — Vasar. I — Alas. S — Jalus. Vasara pähik (Mcp), kael (Mc), pikk haru (Ml) ja pide (Mm). Alasi keha (Ic), lühike (Ib) ja pikk haru (Il). Ipl — Alasi läätsakujuline luu. Sep — Jaluse pähik.



Joon. 175. Kilese keerustik (skeem). U — Edise ovaalne kuulmepõis poolringkanalitega. S — Edise ümmargune kuulmepõis. C — Tigu. Cr — Kuulmepõite ühenduskanal. R — Kuulmepõite vahemine kanal umbotsaga.

Corti kaar, erguniidikised, ripsmelised rakud ja nende peale ulatav kate üheskoos sünnitavad Corti orgaani.

Ripsmelised rakud ja erguotsad ongi kuulmisärrituste — võbisemiste — vastuvõtjad. Õhu võbisemine paneb kuulmeha võbisema. Võbisemine tungib kuulmeluude kaudu läbi pikliku augu keerustikku, kus tekib endolümfis vastav võbisemine. Aluskiles on aga mitmesuguse pikkusega kiud. Nagu klaveri vastavad keeled hakkavad kaasa võbisema, kui nende kohal lauldakse, nõndasamuti hakkavad vastavad kiud võbisema endolümfis lainetuste mõjul (Helmholtz'i järele). Võbisemise puhul hõõrdub katekile vastavas kohas ripsmeliste rakkude vastu, mis on kuulmisärrituste sünnitajaks. Ärritus läheb vastavaid erguühendusi mööda aju kuulmiskeskohta. Iga ärrituse vastuvõtjaks on nõndaviisi ise erguühendused. Selle-

pärast on võimalik mitmesuguseid tooniseid, mis korruga kuul-
dakse, teineteisest lahutada ehk eraldi kuulda.

Ewaldi teooria järele võib iga tooni puhul kogu alus-
kile, misjuures kilel sünnivad lühemad või pikemad lained.
Lainetuste vastuvõtmiseks on sel korral tegevad paljud ergu-
otsad korruga. Ewald valmistas kummist kile, mille ta veega
täidetud kambrikesse asetab, kus ühes otsas oli kummikile
kõrva kuulmenaha järeleaimamiseks. Mikroskoobi all vaadeldes
oli võimalik näha mitmesuguseid kile võbisemisi, kui mitme-
suguseid tooniseid sünnitati. See teooria on tõenäitlikum.

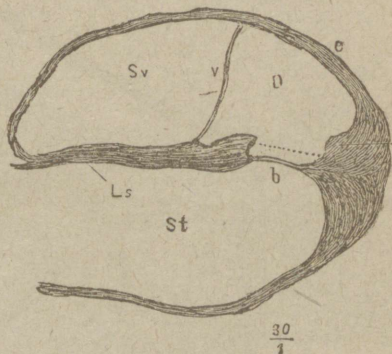
Kulda on need õhu-
lainetused, mille võbise-
miste rohkus on 15—20.000
korda sekundis. Aeglase-
maid või kiiremaid laine-
tusi ei ole kulda. Muusi-
kas on tarvitavad tooni-
d 16—4700 võbisemisega.
Korratud võbisemised sün-
nitavad müra, korrapä-
rased — tooni. Tooni
ehk hääle kõrgus oleneb
võbisemise kiirusest. Aeg-
lane võbisemine tundub
madala, kiire — kõrge hää-
lena. Hääle kuulduv tasa-
sena või tugevana selle
järele, kas võbisemine on
nõrk või tugev.

Hääled, mille võbise-
mistel väike vahe, kuulduvad ühesugustena. Muusikalised
inimesed suudavad väga peenelt hääle kõrguse vahet teha;
näit. 1000 ja 1001 võbisemist sekundis tunnevad nad ise-
häälena.

Kui hääle tugevus on teada, siis võidakse kaunis täpi-
pealselt hääle tulekukoht kindlaks määrata.

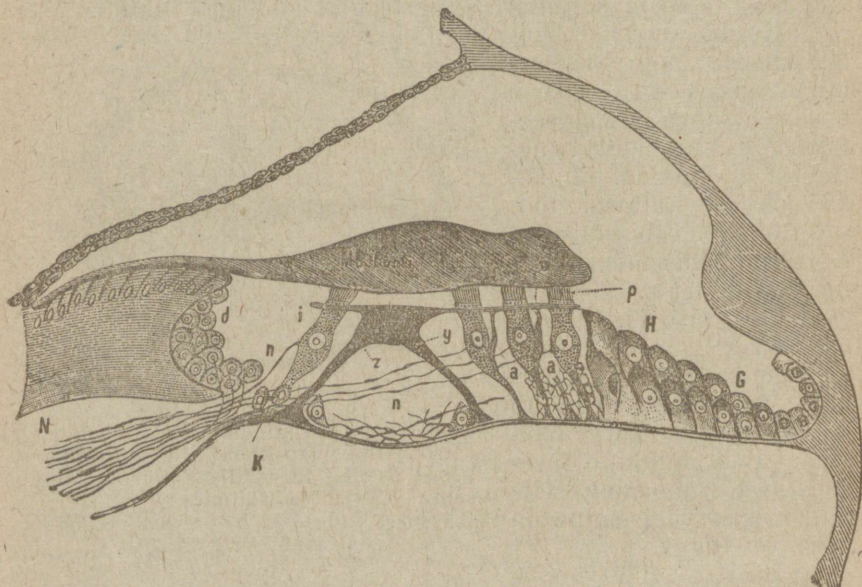
Liikumise- ja ruumimeel.

Ettekujutuse ruumist saame nägemise, liikumise ja puutu-
mise abil. Keha seisukoha ja liikumise tundmiseks ruumis on
suur tähendus sisemise kõrva poolringidel ja edisel. Kolme
poolringi abil, mis isekeskis perpendikulaarsed, on võimalik
pea liikumist ära tunda. Poolringides peitub endolümf. Kui
pea näit. ringi liikuma hakkab, siis ei suuda endolümf kaalus
poolringis paigal püsida, vaid ta jääb maha, tekib vool liiku-



Joon. 176. Teo risti-läbilõige. Sv — Edise
astrik. D — Teo kanal. St — Kuulme-
koopaa astrik. Ls — Kilene spiraal-vahe-
sein. e — Teo välimine sein. v —
Reissneri vahesein. b — Aluskile, mille
peal asub Corti orgaan.

misele vastupidises sihis. Endolümf vool ärritab poolringides lõppevaid erguotsi ning selle abil saabki aju teateid pea liikumisest. Kui ringikeerutamine järsku seisma jätta, siis hakkab endolümf endisesse seisukohta tagasi liikuma. Jällegi ärritab vool erguotsi ja tundub, nagu oleks keha vastupidises sihis liikuma hakanud, tundub pea pööritus ehk ümberkäimine. Pea pöörituse korral tunneme väga selgesti, kuidas keha püüab tasakaalu alal hoida. Ärritus, mida poolringides vastu võetakse, andub edasi tasakaalu hoidmiseks tarvilistesse lihastesse. Pool-



Joon. 177. Corti orgaani risti-läbilõige. N — Kuulme-erk. n — Ergu-
harud. a — Välimised ripsmelised rakud (tuumadega). i — Sisemine
ripsmeline rakk. Ripsmeliste rakkude külge puutub üleval Corti kile
(M. Corti). p — Ripsmed. y, z — Corti looga välimine ja sisemine sammas.
H, G — Aluskile peal asuvad rakud.

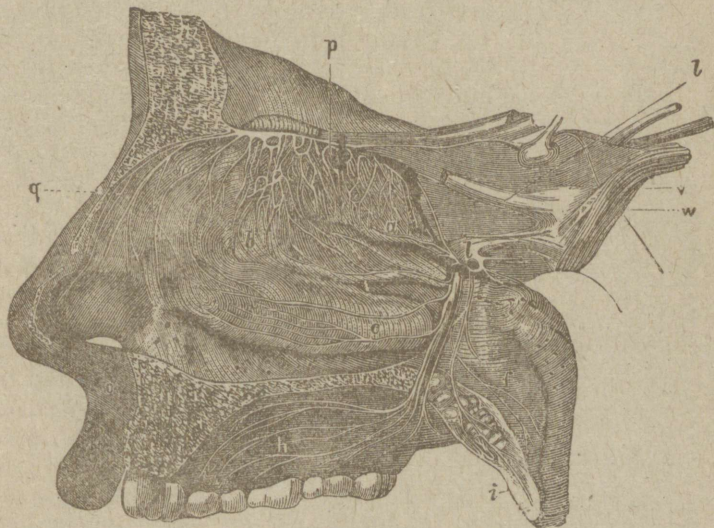
ringidest satuvad alaliselt ärritused lihastesse. Kui poolringid välja lõigata, siis on lihased lõdvad, neis puudub tarviline alaline pinevus ehk toonus. Peale selle on veel keha seisukoha äratundmine puudulik.

Edis, mis kahest väikesest põiekesest koos seisab, tunneb pea seisukohta ja otsesihis liikumist. Ka edises on endolümf, milles asuvad veel otoliidid.

Edis võib nähtavasti isegi osalt õhu võbisemisi vastu võtta, sest kui tigu välja lõigatud, siis reageerib loom ikkagi veel teatavate häälte peale, kuuleb neid.

Haistmine.

Haistmise ülesannet täidab ninakoopa ülemine osa, iseäranis ülemise ninakõrkme limanahk. Haiste-ergu harud tungivad läbi sõelluu aukude ninakoopasse (joon. 178), kus nad limanahas harunevad. Iga haru lõpeb epiteeli rakkude vahel iseäralise pikliku rakuga (joon. 179), mis on haisteärrituste vastuvõtjaks. Mitmesugused õhku sattunud ollused on haisterakkude ärritajaiks. Õhu gaasid ei ärrita haiste-erkusid, mispärast me nende lõhna ei tunne. Gaasid, mis kehale kahjulikud (näit. väävlivesinik H_2S , fluorisvesinik



Joon. 178. Nina pikuti-läbilõige, parem pool. a, b, c — Ülemine, keskmine ja alumine nina kõrge. h — Kõva (luune) suulagi. i — Pehme suulagi. f — Kurgu ülemine osa, kuhu avanevad kolm nina käiku. p — Haiste-ergu otsad, põimiku kujul. v, w — Kolmikerk. g — Üks kolmikergu haru. o — Ülemine moka.

HF jne.), sünnitavad harilikult vastiku haistetunde. Nõnda viisi on haistmine rikutud õhu eest hoiatajaks.

Nina tunneb ka paljude vedelate ja kindlate asjade lõhna (lõhnaõlid, eeter, kampver jne.). Kõigist neist ollustest vabanevad osakesed — moleküülid, mis õhus lendlevad ja ühes õhuga ninasse satuvad. Sellepärast on arusaadav, et me siis lõhna ei tunne, kui hingamist kinni peame või läbi suu hingame. Kui õhus on mõned lehkavad gaasid ehk aurud, siis jääb hingamine aeglasemaks ehk ajuti isegi hoopis seisma. Tundub tarvidus minna puhtamasse õhku; kui aga kauemat

aega viibida lehkavas õhus, siis võivad lõpuks haiste-ergud ära harjuda ehk väsida ja siis kaob paha lehi tunne. Sellega on seletatav, et väljast tuppa tulijale tundub sagedasti toa õhk lehkavat, kuid varsti kaob säherdune tunne.

Haistmisel on suur ülesanne toitmise juures. Toidu lõhn meelitab sööma, äratab isu, kiirendab nõristamist. Rikke läinud toidul, kus bakterid ja kahjulikud ollused sündinud, on sagedasti paha lõhn. See hoiatab toitu tarvitamast.

Söömise ajal tungib lõhnava toidu lõhn tagast üle kurgupurje ninakoopasse ja ärritab haiste-erkusid. Sellepärast sulavad toidu lõhn ja maitse sagedasti ühte. Kange nohu ajal, mil haistmine langedud, paistab mõnegi toidu maitse teisena, paistab isegi maitsetuna: siis ei ole tunda ta meeldiv lõhn.

Haiste-ergud on väga tundlikud. Nende abil võib ära tunda olluse tuhandikud ja miljondikud osad milligrammist 1 liitri õhu kohta (0,000.5 mgr. eetrit, 0,000.002 mgr. muskust, 0,000.000.04 mgr. merkaptani ühe liitri kohta).

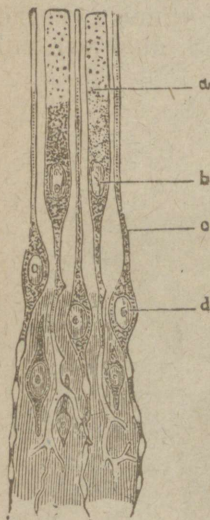
Ehk küll inimesegi haiste-ergud on väga tundlikud, ometigi jäävad nad tundlikkuse poolest kaugele taha mõne looma haiste-erkudest. Koer, hunt ja rebane, näit., tunnevad isegi inimese ja saagiloomade jälgede lõhna.

Lõhnatunne on väga mitmekesine, kuid seni ei ole suudetud teda klassifitseerida. Mitmesuguste lõhnade jaoks on arvatavasti mitmesugused erguotsad, sest et, kui ühe lõhnaga teatavad erguotsad ära väsitatud, siis võime veel teist lõhna väga hästi tunda.

Kui korruga õhus mitu lõhnavat ollust, siis tunneme neid kas enam-vähem üksikult või tekib uus — segalõhn. Mõned lõhnad mõjuvad nõnda, et kui nad korruga õhus, siis tundub õhk ilma lõhnata, kuna nad üksikult lõhnavad. Sel viisil on võimalik mõnda paha lõhna teise lõhna abil kaotada.

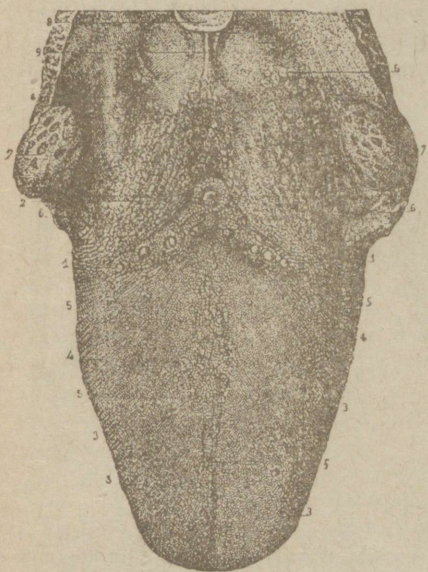
Maitsmine.

Maitsmismeel näitab, nagu haistminegi, suurel määral, kas toit kõlblik või mitte. Mittetoitvad ja kahjulikud ollused

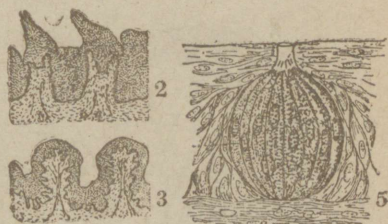


Joon. 179. Haiste-epiteeli ehitus: a — Epiteelrakk, millel harunev alumine haru. b — Epiteelraku tuum. c — Haisterakk. d — Haisteraku tuum. Haisterakkude alumistest otsadest algavad erguniidid, mis ühinevad haiste-erguks.

ei maitse harilikult või nad on paha ehk vastiku maitsega. Maitsemiseks on keele pinnal mitmesugused näsad, kus ergud lõpevad. Keele pinnal on niit-, leht-, seenik- ja uurisnäsad (joon. 180 ja 181). Juba nimetus ütleb nende kuju ära. Uurisnäsad asuvad keele pära ligidal, sünnitades V-kujulise rea (joon. 180). Iga uurisnäsa ümber on nagu kraav — uuris. Uurisnäsade külje peal lõpevad suurel arvul maitse-ergud maitsepungades. Maitsepung (joon. 181 ja 182) seisab koos piklikkudest rakkudest, mis üksteise kõrval asuvad. Iga raku välisel, peenikesel otsal on terav karvake, mis



Joon. 180. Keele pealmine pind. 1,1,2 — Uurisnäsad. 3 — Seeniknäsad. 4 — Niitnäsad. 6 — Mahlasõlmed. 7 — Kahepoolsed. 8 — Kõrikaas.



Joon. 181. Keele näsad. 2 — Niitnäsad. 3 — Seeniknäsad. 4 — Uurisnäsa maitsepungadega (S). 5 — Maitsepung.

limanaha pinnani ulatab. Erguharud, mis on ühenduses maitsepungadega, lähevad ajusse keele-kurgu ergus. Maitsepungad on veel olemas leht- (keele kõrval tagapool) ja seeniknäsades (peaasjalikult keele eesotsas).

Maitse on neil ollustel, mis on lahundunud olekus. Eraldatakse neljasugust maitset. Need on magus, mõru, hapu ja soolane. Mitmesugused maitse iseäraldused olenevad veel lõhnast ja keele külge puutumise tundest.

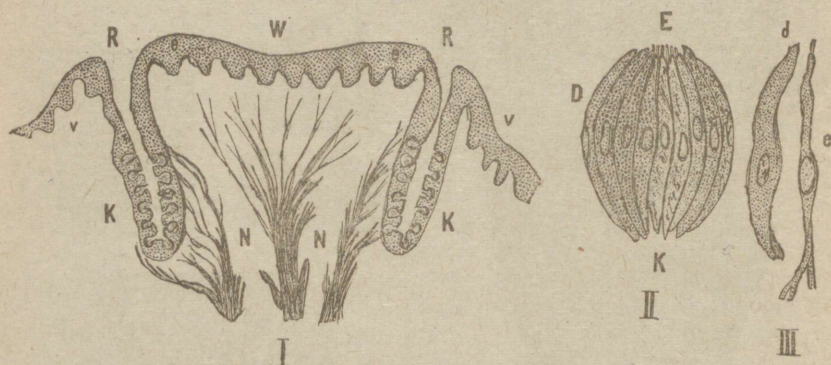
On leitud maitsepungasid, mis ainult kas magusat või mõru maitset tunnevad. Paljud inimesed tunnevad mõru maitset ainult keele päraga. Nimetatud nähtused lasevad

ärvata, et mitmesuguste maitsetunnete vastuvõtmiseks on mitmesugused ergud.

Mitmesuguse maitsega toidus võib harilikult kõik maitseed üksikult ära tunda. Mõnikord on aga maitse muutunud, näit. magus ja soolane teatavas segus annab lääge, läila maitse.

Nahk meeleorgaanina.

Puutumismeel. Nahk, mis välise ilmaga kokku puutub, võtab sealt mitmesuguseid ärritusi vastu. Puutumismeel abil tunneme, kas asi on kare või sile, terav või nüri, kõva või pehme, vedel, liimiv, märg või kuiv jne. Nahas on



Joon. 182.

I. Uurisnäsa risti-läbilõige. W — Näsa. vv — Vallike. RR — Ringikujuline ure ehk lõhe. KK — Maitsepungade asupaik (kuulikestena uurde põhjapoolses osas). NN — Ergud.

II. Eraldatud maitsepung. D — Katvad osad. K — Alumine ots. E — Vaba lahtine ots, kust maitserakkude otsad välja ulatavad.

III. d — Eraldatud katterakk. e — Maitserakk.

ärrituste vastuvõtmiseks palju erguharusid, mis seal kas vabalt või iseäraliste lõppkehadena (joon. 183) lõpevad. Puutumiskehakesi on kõige enam teravamais kehaosades (sõrmede otsad, keel), iseäranis vähe on neid selja peal. Selle järele on sõrmede otsad palju tundlikumad puutumise vastu kui, näit., selg või käe selg. Puutumismeel tundlikkust määratakse sel teel, et võetakse sirkel (või ka mõni muu teravate otsadega riist) ja puudutatakse tema otsadega naha külge. Sõrme ots tunneb selgesti kahte otsa (silmad kinni!), kui otsad teineteisest $\frac{1}{2}$ sentimeetrit (isegi kuni 2 millim.) kaugel. Kui aga sellesama sirkliga siis käeselja naha külge puudutada, siis ei tundu kaks otsa, mille vahe $\frac{1}{2}$ sentimeetrit, mitte kahena, vaid ühena. Alles siis, kui vahe üle 3 sentimeetri (noortel üle

2 sm.), tundub 2 otsa. (Katsuge järele!) Selja peal peab vahe veel kaks korda suurem olema, et tunda kaht pistet.

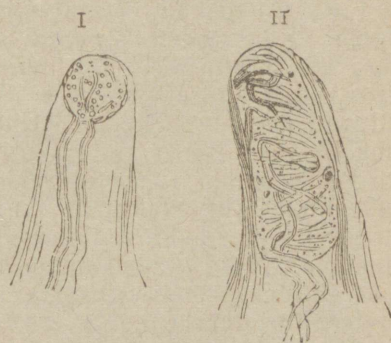
Temperatuuritunded. Soojus- ja külma-ärrituste vastuvõtmiseks on nahas ise erguotsad. Neid ei ole, nagu ka puutumise-erguotsi, igas naha punktis. Kui soojakstehtud nõelaotsaga naha pinna külge piudutada, siis on soojus ainult kohati tunda. Samuti on lugu külmaks tehtud nõelaga. Külma vastuvõtmise punkte on palju enam kui soojapunkte¹⁾. Kuid külmapunkti sooja nõelaotsaga ärritamiselgi tundub külm.

Nahk võib temperatuuri kaunis peenelt eraldada, iseäranis $+29$ kuni $+32^{\circ}$ piirides (naha soojus). Harjumise tagajärjel on võimalik märgata isegi $0,05^{\circ}$ -line, harilikult aga $0,2-0,6^{\circ}$ temperatuuri vahe.

Valutunded. Tugevad ärritused sünnitavad sagedasti valutunde. Puudutame terava nõelaga naha külge (mitte väga kõvasti). Kohati tundub valu, kuna kohati ei ole teda tunda. Nõnda siis on ka valu jaoks oma ise erguotsad. Juhtub, et valuergud on vigastatud, kuna puutumiseergud on terved. Sel korral tunneb haige naha külge puutumist, kuid ei tunne valu.

Ärritused, mis naha kaudu peaaugusse tungivad, võetakse seal vastu ja saavad seal teatavaks. Peaajul on aga võime nahka tabavaid ärritusi koha järele ära tunda. Me tunneme kaunis peenelt, missugust nahaosa puudutatakse. Seda võimet nimetatakse lokalisatsioonivõimeks.

Pimedail on nahatunne väga peenelt arenenud. Neil on iseäranis peene puutumismeel. Nad tunnevad kõige õrnemaid õhuliikuste muutusi, mille järele nad asjade kaugust võivad otsustada. Nõndasamuti on neil harilikult kuulmine hästi terav, mis jälle kaja järele ruumi kohta ettekujutusi luua lubab. Kaotatud orgaani (silma) asemel on sel korral teised meeled oma võime kohaselt töötama hakanud. Harjumise ja tarvitamise tagajärjel on teised meeled peenemini arenenud kui harilikult. See on üheks näituseks, et meeli võib tegevuse läbi arendada.



Joon. 183. I — Alumise huule ergu-lõppkehake. II — Nimetissõrme naha ergu-lõppkehake. Kummagi lõppkehakese külge kinnituvad erguotsad.

1) Külmapunkte 6—23 ruutsm. kohta, soojapunkte 0—3.

Lihastunne. Lihastunde abil tunneme lihase tegevuse määra, tema pingulolekut. Laps ei oska veel korralikult oma lihaste üle valitseda. Ainult aegamööda õpib ta hindama lihase pingutusi, õpib käima, jooksma ja töötama, misjuures tegevad lihased kõik tarvilisel määral pingul peavad olema.

Raskust määratakse osalt lihas-, osalt puutumis- ehk surumistunde järele. Kui raskus suurem, siis on lihaste pinevus suurem.

Asjad, mis teineteisest vähem kui $\frac{1}{17}$ võrra raskuse poolest lahku lähevad, tunduvad üheraskustena, tundub, et nad rõhuvad ühesuguse jõuga. Kui võtame ühe 34-naelase pommi ja veel teise, mille raskus $\frac{1}{17}$ võrra ehk enam 34-naelast (= 2 n.) raskem, ainult siis tunneme, et üks on teisest kergem. Kui aga üks pomm on 34 naela ja teine 35 naela raske, siis paistavad nad üheraskustena. Kergemate asjade juures peab juurekasv veel suurem olema. Iseraskustena tunduvad alles 1 ja 1,5 gr. Ühele grammile peab juurekasv olema $\frac{1}{2}$ võrra.

Peale nende tunnete eraldatakse veel üleüldisi tundeid. Nende hulka kuuluvad nälg, janu, väsimus, peapööritus, sugu- iha, tervise- ja haigusetunne, vaba või takistatud hingamise tunne jne. Need tunded on peaaegselt organismi majapidamise vahtideks, mis valvavad, et oleks korras toidu- ja vee- muretsemine, tervis jne.

Me teame, et algloomad on ärritatavad. Kuid inimese keha rakkude seas on ärrituste vastuvõtmise ja edasi- andmise ülesande täitmine ergurakkude käes. Nad on selleks, nagu nägime, väga peenelt eristunud (differentseeru- nud). Soojuse, külma, puutumise jne. tunneteks on ise ergu- otsad. Paljude teiste keha rakkude ärritatavus on vähem märgatav.

Surm ja sigimine.

Surm. Üksiku inimese eluiga ulatab 70—100 aastani, harva üle selle. Teatavas vanuses hakkab keha kiduma. Kõik orgaanid jäävad kergemaks, keha jääb lühemaks, isegi 6—7 sentimeetri võrra. Nahk tõmbub kortsuliseks, selg jääb harilikult küüru, liikumine muutub aeglasemaks, meelespidamine jääb nõrgemaks jne.

Kõrge-ealiste raukade eluviisi kirjeldused näitavad, et nad oma eluviisis on harilikult väga mõõdukad olnud.

Vanusele järgneb surm, mil lõpevad kõik keha eluaval- dused. Inimese suremise silmapilguks loetakse harilikult aega, mil mõistus ehk teadvus ja liigutused kaovad. Kahtlemata ei ole sel silmapilgul koed veel surnud. Kõige ennemini lõpeb

ergurakkude, siis lihaste, teiste orgaanide ja naha rakkude elutegevus. Naha, iseäranis juuste, elusad rakud elavad veel mõni päev pärast organismi surma.

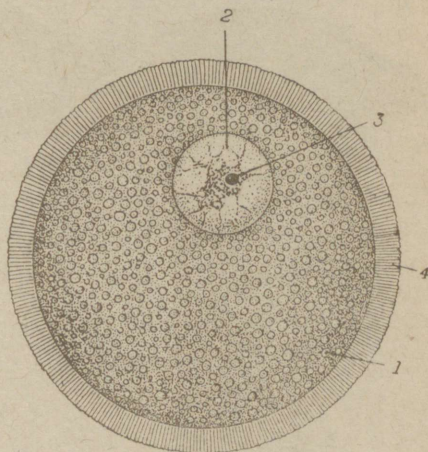
Nagu teada, võib ka konna erklhase-preparaat mitmed tunnid kehast eraldatult edasi elada ja ärritatav olla.

Suremine on pea alati tingitud südame seismajäämisest, mille esile toovad harilikult kehas tekkinud mürgid. Kuid isegi süda ei ole organismi suremisel veel surnud. Paljud tunnid pärast surma on veel võimalik südast tegevusele äratada. Selleks tarvis temast kohast sooja lahundit¹⁾ läbi lasta, mis südast hapnikuga varustab ja mürkisid kõrvaldab. Südame seismajäämisega on koed sunnitud nälgima; peale selle ei suuda nad ollustevahetuse lõppsaadusi eritada. Neil tingimustel jääb varemini või hiljemini kudedes ollustevahetus igavesti seisma, kaob tähtsam eluavaldus.

Paljudel juhtumustel näib süda pärast surma hoopis terve olevat. Üleüldse arvatakse, et südame seismajäämine on tingitud vigastustest ja muutustest, mis piklikus ajus, hulkuja ergu keskkohas, toime tulevad. See tähendab, südametegevuse ja hingamise keskkohad ütlevad kõige enne endid tegevusest lahti. Nad on kõige tundlikumad teatavate mürkide, iseäranis ollustevahetusel tekkinud mürgiste olluste vastu.

Ollustevahetusel tekkivaid mürgiseid olluseid peetaksegi vanussurma põhjuseks. Koed ei suuda enestest kõiki tekkivaid kahjulikke produkte eritada, vaid need jäävad rakkudesse võõra ollusena. Vanemate loomade ehk inimeste ajurakkudes on märgata rasvasarnase olluse terakesi, mis puuduvad noorel loomal. Rakkudesse jäänud võõrasollused takistavad elutegevust. Tähtsa orgaani tegevuse oluline takistus toob organismile surma.

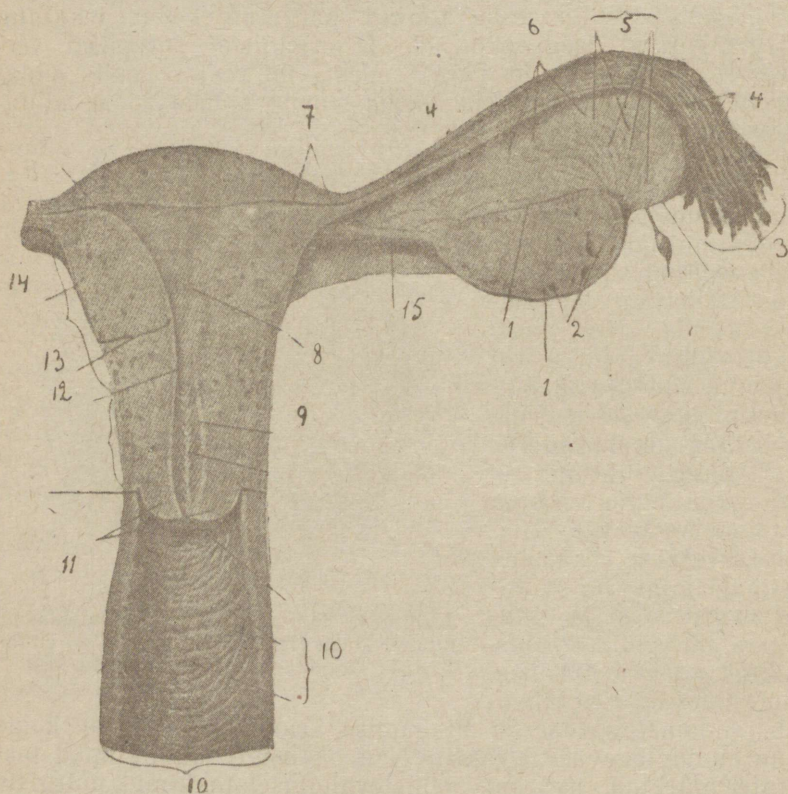
Sigimine. Surm ja sigimine on teineteisega ühen-



Joon. 184. Munarakk. 1 — Protoplasma rebuteradega (tagavaraollus). 2 — Tuum. 3 — Tuumake. 4 — Munaraku kest.

1) Locke'i lahund (sisaldab NaCl, KCl, CaCl₂ ja NaHCO₃).

duses. Vanemad organismid surevad, nende asemele astuvad nende järeltulijad, nooremad, nõnda et teatav liik ikka alal püsib, mitte välja ei sure (üleüldiselt). Sigimisviisid on väga mitmekesised, nagu botaanika ja zoologia kursustest teada. Sigimine etendab iga liigi elus tähtsat osa. Paljud taimed



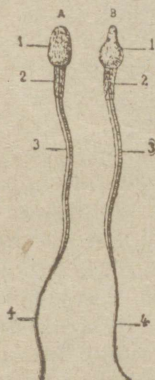
Joon. 185. Emaka, munasarja, munajuhi ja tupe läbilõige. 1 — Munasari. 2 — Munapõiekessed. 3 — Lehter. 4 — Munajuhi voldid. 5 — Munasarja lisa. 6 — Munasarja kelme ehk kese. 7 — Munajuhi emakaoosa. 8 — Emaka koobas. 9 — Emakakaela kanal. 10 — Tupp ja tupe voldid. 11 — Emakakaela tupeosa. 12 — Limanahk. 13 — Lihaskest. 14 — Leemkile. 15 — Emaka künnap.

kannavad suurt toidumaterjali kulu, paljud loomad ohverdavad kaunis suure osa tööst ja tegevusest järeltuleva soo kasuks (näit. mesilased, linnud, imetajad).

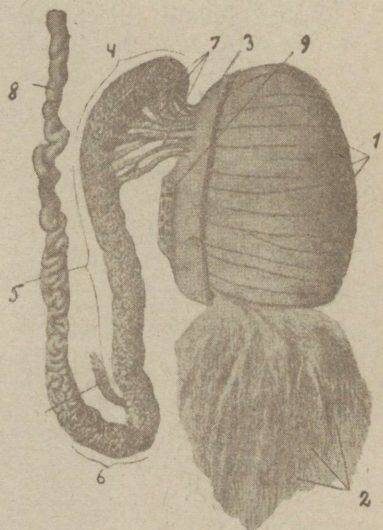
Teatavasti sünnivad pea kõik elusad olevused munarakust, mis tekkinud emaorganismis. Niihästi taime- kui ka looma-

riigi munarakuga liitub harilikult seemnerakk ühte, missugust nähtust nimetatakse sugutuseks. Sugutus võib toimuda väljaspool organismi (näit. konnadel, kaladel; viimastest heidavad emaloomad marja, isaloomad niisa vette, kus niisa seemnerakud marja munarakkudesse tungivad), ehk aga ka organismi sees (seemnelised taimed, imetajad, linnud jne.).

Ka inimese kehas luuakse suguorganides teatavad rakud, mis sigimise ülesannet täidavad. Munarakud (joon. 184) valmistatakse muna-



Joon. 186. Seemnerakk. A — Pealt. B — Külje poolt. 1 — Pea. 2 — Kael. 3 — Kere. 4 — Saba.



Joon. 187. Seemnerahu. 1 — Seemnerahu osad. 2 — Seemnerahu ots seemnetorukesteks lahti harutatud. 3 — Seemnerahu kiudkile. 4, 5, 6 — Seemnerahu-lisa pea, keha ja saba. 7 — Seemnerahu-lisa osakesed. 8 — Seemnerahu viimatoru. 9 — Seemnerakuisik.

rakk kantakse toru — munajuhi — rakkude ripsmete abil emakasse.

Seemnerakud (joon. 186) sünnivad meesterahva seemnerahudes (joon. 187). Seemnerakul on saba, mille abil ta liigub.

Sugulise kooselamise korral juhitakse seemnerakud suguliikme abil tuppe, kust nad edasi emakasse tungivad. Seal liitub seemnerakk munarakuga ühte (sugutus, joon. 188).

Pärast sugutust hakkab munarakk jagunema ja kinnitub emaka seinale. Munaraku jagunemise tagajärjel tekivad loode

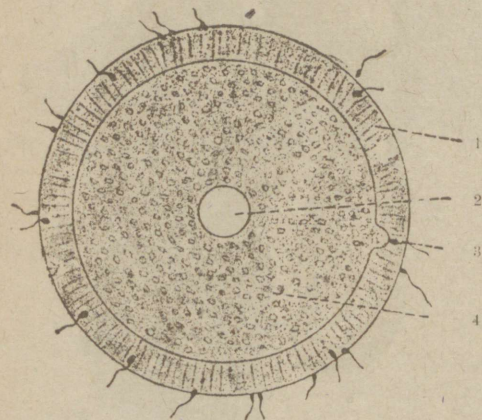
saab emaka kaudu ema verest toitu ja heidab sinna ka eneses tekkivad kõlmatud saadused. Peale toidu annab ema veri lootele veel hapnikku, mis lootele hingamiseks tarvilik. Loote vereka on täiesti iseseisev: temasse ei pääse ema veri otsekoheselt teel. Olluste vahetus ema organismi ja loote vahel toimub pakseneva emaka seinaga ja lootekatte kaudu (emakoogis), kus mõlemis rikkalikult sooni (joon. 189). Loote veri voolab emakooki nabavarre tuiksoonte kaudu, kust ta nabavarre tõmbsoone kaudu toidumaterjaliga ja hapnikuga varustatult tagasi tuleb. Loote kopsud on täiesti tegevusetu, mispärast neisse ainult vähe verd voolab. Loote südamesse tulev veri läheb

paremast eeskambrist otse läbi vaheseinas oleva augu pahemasse eeskambrisse, kust ta läbi kogu keha kihutatakse.

Nõndaviisi kasvab loode emaihus, olles vigastuste eest hästi kaitstud. Munadel ja väljaspool keha arenevail lootel on palju enam võimalusi hukka saada, kas vaenlaste või teiste õnnetute juhtumuste tagajärjel.

Munarakust tekkinud loode kasvab emaihus üheksa kuud, mille järele ta maimuna ehk lapsena ilmaile sünnib.

Joon. 188. Munarakku tungivad seemnerakud. 1 — Munaraku kest. 2 — Munaraku tuum. 3 — Munaraku tungiv seemnerakk. 4 — Protoplasma.

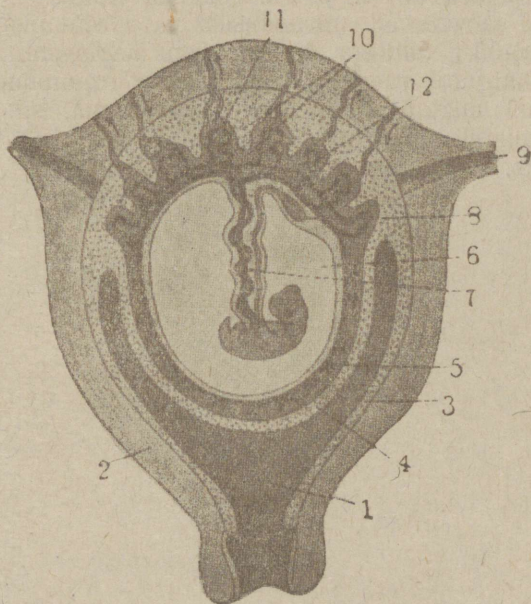


Ta tõugatakse emakast emaka ja kõhulihaste (kõhupressi) kaastegevusel välja. Sünnitus on harilikult ühenduses valudega, mis on iseäranis tugevad ja kauakestvad nõrkadel emadel. Peale oma ihus toitumise ja sünnitamiskaeva tuleb emal veel oma lapse eest palju hoolt kanda. Ema toidab last edaspidi oma piimaga, mis valmistatakse rindadel asuvais piimanäärmeis. Peale selle tuleb last puhastada ja õpetada, nagu seda ka teiste imetajate loomade seas tähele võib panna.

Säärase ligidase ühenduse tagajärjel ema ja lapse vahel on arusaadav õrnus ja armastus, mis kummagi poole vahel harilikult valitseb.

Valmid sugurakud ilmuvad naisterahvastel harilikult juba 13.—15., meesterahvastel 14.—17. eluaastail. Sest ajast algades võivad nad lapsi sünnitada, kuid nimetatud iga on selleks

veel liig varajane. On tähele pandud, et abieludes, kus väga noored vanemad sünnitanud, on emade surevus suur ja nende lapsed nõrgad. Sugutung ilmub küll nimetatud eluaastail, kuid nõnda varakult ei ole keha veel täiskasvanud, ei ole veel kohane täiskasvanu toimetustele. Teatavasti ei ole ses eas veel luud täiesti luustunud ega teised organid tugevaks muutunud. Täiskasvanud on meesterahvas 23—25-, naisterahvas 18—20-aastaselt. Enne täiskasvamist ei pea abiellu



Joon. 189. Emaka läbilõige, milles loode kasvamas. 1 — Emaka koobas. 2 — Emaka lihaskest. 3 — Emaka limanahk. 4 — Loote ümber kasvanud limanahk. 5 — Loote kromaline kile. 6 — Loote vesinaha koobas. 7 — Nabavars, mille küljes loode. 8 — Rebukott. 9 — Munajuht. 10 — Emaka limanaha ja loote kestnaha kokkukasvamise koht. 11 — Emaka seinas olevad laiemad emavere ruumid. 12 — Loote kromade veresooned.

heidetama. Sugulise kooselamise loomulik siht on järeltuleva soo sünnitamine; tema lõbuasjaks muutmine, iseäranis suguline liialdus, võib väga kardetavaks, ka tervist kurnavaks muutuda, misjuures õige sagedasti ka hingeline puhtus ja rahulolek kannatab.

Lapsele ainukeseks kohaseks esialgseks toiduks on emapiim. Emapiimas on olemas lapse kasvamiseks kõik tarvilikud ollused. Lehmapiim sisaldab liig palju munavalget (kaseiini), mispärast ta lahjendamata kujul seedimist raskendab. Lahjen-

datud lehmapiim sisaldab aga vähe teisi tarvilikke olluseid. Peale selle leidub lehmapiimas harilikult palju baktere, mis seedimise korratusi ja teisi haigusi võivad sünnitada. Keetmisega hävitatakse küll bakterid, kuid siis on hävitatud ka tarvilikud ollused (vitamiinid) ja piima koosseis on palju muutunud, iseäranis siis, kui piima kaua keedetakse.

Alguses on lapse kasvamine õige kiire. Esimese aasta jooksul kasvab ta umbes 3 korda raskemaks. Teine kiirem kasvamise ajajärk on 12. ja 16. eluaasta vahel.

Lapsed tarvitavad mitmekesist ja võrdlemisi rikkalikku toitu. Puuduliku toiduga kasvab laps aeglasemini ja langeb kergemini haiguste saagiks. Kui kasvav organism puuduliku toidu asemel hakkab küllaldast toitu saama, siis kasvab ta harilikult teistele omavanustele järele. Vastasel korral jääb ta vähemaks.

Sisu.

	Lhk.
Eessõna	3
Rakk	5—19
Raku koosseis	5
Raku elutegevus	8
Keha ehitus kudedest	19—24
Orgaanid ehk elundid	24
Tugi ja liikumine	25—55
Luukere ehk skelett	25
Luukere üleüldiselt	25
Luukere üksikasjaliselt	30
Lihase- ehk musklikava	43
Lihaste ehitus	43
Lihaste tegevus	50
Lihaste tervishoid	54
Olluste vahetus	55—122
Verékava	55
Hingamine ja hingamisorgaanid	74
Toitmine	86
Seedimiselundid ja seedimine	88
Sisseimemine	104
Assimilatsioon ehk sarnastamine	107
Toit	107
Toiduained	111
Eritamine	114
Soojus	119
Keha tegevuse ja eluvalduste korraldus	122—164
Sisemine sekretsioon ehk nõristus	122
Ergukava	123
Ergukava ehitus	123
Ergukava tegevus	133
Meeled	143
Nägemine	144
Kuulmine ja kuulmisorgaan	154
Liikumis- ja ruumimeel	157
Haistmine	159
Maitmine	160
Surm ja sigimine	164—170

Õiendused.

Lhk.	Rida.	Trükitud.	Peab olema.
5	9 alt	joon. 4	joon. 3
43	6 „	„ 57a	„ 58
48	5 „	„ 62	„ 63
57	4 ülevalt	„ 73	„ 74
57	10 „	„ 74	„ 75
73	11 alt	„ 92	„ 78
95	Joonistus 121 vastupidi vaadelda.		
126	9 alt	joon. 148	„ 149



6. IX. 1933

TÜ RAAMATUKOGU



10300015415781