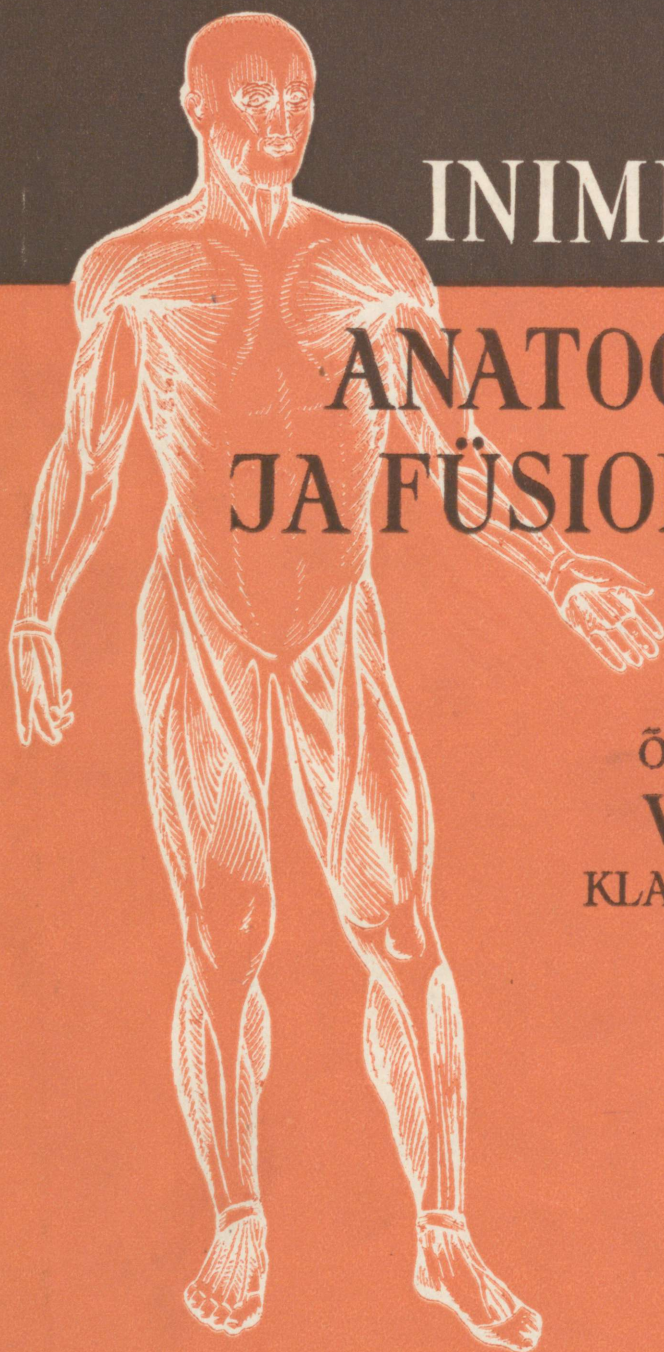


R. GARIBJAN \* N. MARKOV



INIMESE  
ANATOMIA  
JA FÜSIOLOOGIA

ÕPIK  
VIII  
KLASSILE

R. GARIBJAN ja N. MARKOV

# INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA

ÕPIK VIII KLASSILE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1957

Originaali tiitel:

Р. Б. Гарибьян и Н. Г. Марков

Анатомия и физиология человека

Учебник для 8 класса средней школы  
Учпедгиз 1956

Tõlge on kinnitatud

Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt.

2

Tartu Riikliku Olikooli  
Raamatukogu

41884

ARHIIVKOGU

## SISSEJUHATUS.

### Anatoomia ja füsioloogia.

*Anatoomia* on teadus inimese keha välisest ja sisemisest ehitusest. *Füsioloogia* on teadus üksikelundite ja kogu organismi talitlustest ehk elutegevusest.

Elundi ehituse ja tema talitluse vahel valitseb tihe vastastikune seos. Inimese hambad on näiteks erineva ehitusega, sest ühtedega neist ta hammustab toitu, teistega mälub seda. Inimese jäsemeil on täita erinevaid funktsioone: kätega sooritatakse tööliigutusi, jalad on keha toeks ja kõndimiseks. Sellest oleneb ka ülemiste ja alumiste jäsemete ehituse erinevus. Elundi ehitus on mõistetav ainult juhul, kui on teada tema talitus. Ja vastupidi — elundi talitluse mõistmiseks peab teadma tema ehitust. Anatoomia ja füsioloogia on järelikult teineteisega tihedalt seotud teadused.

### Anatoomia ja füsioloogia seos teiste inimese organismi uurivate teadustega.

Kõige tihedamini on anatoomia ja füsioloogia seotud *arstiteadusega* ehk *meditsiiniga*.

Teha kindlaks, mis haigusega on tegemist ning millest ta on tekkinud ja määrata tema õiged ravimisviisid saab arst ainult sel juhul, kui tal on teadmisi terve inimese organismi ehitusest ja talitlustest. Terve rida arstiteaduse saavutusi on seotud edusamudega anatoomia ja füsioloogia valdkonnas.

Mõningaid näiteid:

Maaailmas on üle 20 miljoni pimedada ja poolpimedada inimese. 30% neist invaliididest on kaotanud nägemise kae tõttu. Selle haiguse puhul tuhmub sarvkile — silma läbipaistev kest, mille kaudu silma tungivad valgusekiired. Hulk arste on otsinud abinõusid kae ravimiseks. Kaega inimesele nägemise tagasandmise viisi avastasid vene arstid.

Nad töötasid välja meetodid ja konstrueerisid eririistad, mille abil pimedal lõigatakse ära tuhmunud sarvkile. Selle asemele kasvatatakse külge laibalt võetud terve sarvkile tükike. Surma saabumine ei tähenda kõigi elundite samaaegset surma. Paljud neist, sealhulgas ka sarvkile, elavad mitu päeva pärast südame seismajäämist. Seda kasutasidki nõukogude arstid.

Arstide tähelepanekud näitavad, et nende poolt teostatav operatsioon on kõige edukam neil juhtudel, kui laibalt võetud sarvkile on seisnud mõned päevad jääkeldris  $+2$  kuni  $+4^{\circ}$ -se temperatuuri juures. Hiljem tehti kindlaks, et külma käes konserveeritud ja silma külge kasvatatud sarvkile võib inimesel tervet rida silmahaigusi välja arstida.

Selle nähtuse seletamiseks tehti oletus, et elundeis, mis on elanud mõnd aega pärast südame seismajäämist, toimub keemiliste protsesside ümberkorraldumine. Seejuures tekivad mingid väga aktiivsed ärritavad ained, mida saabki kasutada mõnede haiguste ravimisel.

Surma peeti kaua aega tunnetamatuks nähtuseks, religioon seletas seda nõnda, et „jumalik hing“ lahkub kehast, milles ta ajutiselt oli elanud. Nõukogude teadlaste uurimused näitasid, et raske haavamise, suure verekaotuse või lämbumise tagajärjel surnud küllalt eluvõimelist ja tugevat organismi saab ellu äratada.

Füsioloogide poolt välja töötatud elluäratamisviis seisab järgmises. Surnud looma veresoontesse pumbatakse mõninga rõhu all verd. See kutsub esile südametegevuse taastumise. Samaaegselt tehakse kunstlikku hingamist. Seda toimetatakse lõõtsaga, mis surub kopsudesse õhku kõrisse pistetud toru kaudu. Elustamist peab alustama enne, kui surma saabumisest on möödunud 5—6 minutit.

Juhtudel, kui surm on saanud pärast kestvat haigust, mis põhjustas rikeid eluliselt tähtsais elundeis (südames, maksas, kopsudes), elustumist loota ei maksa.

Alates 1944. aastast hakati elutalitluste taastamise meetodit rakendama ka inimeste juures. Suure Isamaasõja ajal andsid nõukogude arstid elu tagasi sõduritele, kellel oli juba süda seisma jäänud ja hingamine katkenud. Nõnda puruneb legend „jumalikust hingest“, mis elustavat inimese keha.

Kuni möödunud sajandi lõpuni peeti südameoperatsioone võimatuks. Selle elundi väike vigastamine terariista, kuuli või mürsukilluga põhjustas inimese surma, kes oli sageli kõige õitsvama tervise juures. Füsioloogia edusammud võimaldasid sooritada operatsioone ka sellise eluliselt tähtsa elundi juures nagu süda.

Tänapäeval kirurgid lahkavad rindkere, paljastavad südame, õmblevad kinni haavad südame seintes, eemaldavad sellest mitmesuguseid võõrkehi (näiteks metallikilde). Kirurgid avardavad ebanormaalselt ahenenud avasid, mille kaudu toimub ühendus südame kodade ja vatsakeste vahel, lõikavad välja südamekelme haiglaselt muutunud osi. Sama keerukaid operatsioone sooritatakse ka südamele lähtuvate suurte veresoonte kallas.

Väga suurt osa kõigi nende keerukate südameoperatsioonide tehnika väljatöötamisel on etendanud nõukogude kirurgid.

Üsnagi suuri saavutusi on tänapäeva närvisüsteemi kirurgial. Eriti suured on edusammud mitmesuguste pea- ja seljaaju kasvajate eemaldamise alal. Ilma edusammudeta närvisüsteemi anatoomia ja füsioloogia alal poleks niisugused operatsioonid mõeldavad: kirurg võiks tekitada selliseid peaja vigastusi, mis põhjustaksid terve rea elundite talitluste häiret, võib-olla aga ka inimese surma.

Suuresti oleneb anatoomiast ja füsioloogiast *hügieen* — teravishoiuteadus.

Hügieen uurib inimese elutingimuste mõju organismile ja seab üles nõudeid toitumise, puhkuse ja une suhtes. See teadus koostab kehaliste harjutuste süsteemi, mille eesmärgiks on terve ja elurõõmsa inimese — kommunistliku ühiskonna ehitaja — kasvatamine. Hügieen uurib töö mõju inimorganismile; selgitab välja tingimusi, mille puhul töö põhjustab vähimat väsimust ja annab suurimat tootlikkust; määrab õige töökorralduse aluseid. Uurides töö iseärasusi tööstuse ja põllumajanduse eri harudes, töötab

hügieen välja töökaitsealaseid nõudeid eesmärgiga ära hoida kutsehaigusi ja traumasid (muljutusi, põletusi, haavu, vigastusi), mida võivad põhjustada vastava käitise tervist kahjustavad ja ohtlikud tööd.

Hügieeni ees seisvate ülesannete lahendamine on väga tunduv ulatuses olev edusammudest anatoomia ja füsioloogia valdkonnas.

Mitte vähema tähtsusega pole anatoomia ja füsioloogia inimese psüühilist ehk, nagu sageli öeldakse, hingetegevust uurivale teadusele — *psühholoogiale*. Anatoomia ja füsioloogia aitavad psühholoogial kindlaks teha mitmesuguste elamuste, meeolude ja mõtete olenevust organismis toimuvaist füsioloogilistest protsessidest.

### **Inimese vajadus tunda oma organismi ehitust ja talitlusi.**

Inimestel on väga sageli ainult ähmane kujutlus oma organismi vajadustest. Nad ei tea, kuidas mitmesugused tegurid (valgus, temperatuur, sport) mõjutavad nende organismi arenemist ja talitlusi. Niisuguse teadmatuse tagajärjeks on mitmed kehalised puudused (lühinägelikkus, vimmasselgsus) ja haigused (näiteks südamehaigused), mida oleks võidud ära hoida.

Mõningaid näiteid:

Mõned õpilased on nõrga nägemisega. Harilikult on nendeks korralikud õppijad ja innukad lugejad. Aega, mida peaks pühendama jalutuskäikudeks, veedavad nad kodus raamatuid lugedes. Tihti need õpilased loevad videvikus, halvas valgustuses, sageli lamades, mõnikord liikuvais trammi- ja rongivaguneis. See kõik põhjustab ülemäärast silmade pingutamist ja kutsub esile lühinägelikkuse arenemise.

Kui sügisel ilmad halvenevad, puudub klassist iga päev mõni õpilane. Seda sama võib tähele panna talvel ja kevadel õhutemperatuuri järskude muutuste puhul. Pole raske kindlaks teha, et kõigil neil juhtudel puuduvad tundidest ühed ja samad õpilased — niisugused, kes ei taha hommikuti võimelda, pelgavad külma veega hõõrumisi, hoiduvad kõrvale kehalise kasvatus tundidest, alati mähivad end soojadesse rõivaisse. Nende organism on hellitatud, ei ole suuteline vastu panema mitmesugustele haigustele. Igasuguse ilmade halvenemise puhul saavad nad nohu ja kõha, neil tõuseb temperatuur jne.

Mõnikord on õpilastel selg vimmas ja rindkere nõrgalt arenenud, mille tulemuseks on organismi üldelutegevuse alanemine. Põhjuseks on see, et õpilased istuvad tunni ajal valesti ega harrasta sporti ja jõukohast kehalist tööd.

Esineb, ehkki märksa harvemini, ka vastupidist nähtust. Õpilased viskavad kõik nurka ja pühendavad end täielikult kehakultuurile. Selle tagajärjeks ei ole ainult häiritud õppetöö. Liiga innukas jalgpalli, suusatamise ja teiste spordiharude harrastamine põhjustab mitmesuguseid südamegevuse korratuse.

Väga sagedasti joovad õpilased vett kruusist, mida vast oli kasutanud nende seltsimees. Kooli einelauas võtavad nad lusika kellegi poolt tarvitatud klaasist ja pistavad oma klaasi. Sel teel võib nakatuda sarlakitesse, difteeriasse, tuberkuloosi ja teistesse haigustesse.

Oma keha ehituse ja talitluste tundmaõppimine võimaldab inimesel mõista tervishoiunõudeid, mida peab silmas pidama töö ja

puhkuse ajal. See tagab inimese õiget suhtumist tema arenemist ja tervist mõjutavaile mitmesugustele teguritele.

Veel tänapäevalgi on levinud ebaõiged kujutlused, et inimene olevat jumala loodud ja et tema psüühiline tegevus on tunnetamatu, kuna seda määravat „jumalik hing“. See, kes õpib tundma oma organismi ehitust ja talitlusi, omandab õige vaate, et inimene sarnaneb loomadega, ja ta saab teada need inimese iseärasused, mis on tinginud tema valitseva seisundi looduses. Omandatud teadmised võimaldavad mõista, et niinimetatud hingeelu aluseks on närvisüsteemi füsioloogilised talitlused. Anatoomia ja füsioloogia kursuse õppimisel on seega väga suur tähtsus inimese loomuse õige teadusliku käsituse väljaarendamisel.

**Ulesanne.** Tooge zooloogia kursusest tuntud näiteid elundi ehituse ja tema talitluse seose kohta.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mida uurivad anatoomia ja füsioloogia? 2. Mis on talitus? 3. Missuguste teaduste areng oleneb anatoomia ja füsioloogia edusammudest? 4. Miks peab iga inimene oma organismi ehitust ja talitlusi tundma õppima?

## I PEATUKK.

### ULDULEVAADE ORGANISMI EHITUSEST JA TALITLUSTEST.

#### § 1. Inimese keha ehitus.

**Keha katted ja õõned.** Inimese keha katab *nahk*; ta kaitseb organismi väliskeskkonna halbade mõjude eest ja etendab tähtsat osa keha püsiva temperatuuri alalhoidmisel. Nahas paikneb suur hulk mehhaanilisi ja temperatuurilisi ärritusi vastuvõtvaid närvilõpmeid. Nahal on säilinud jäänuseid karvkattest, mis oli omane inimese loomadest eellastele.

Naha all paikneb kas paksem või õhem *nahaalune rasvakiht* (värv. tab. I, 15). Ta nõrgendab organismi mehhaanilist mõjutamist (lööke, rõhumist), aitab kaasa soojuse säilitamisele kehas, on varuaineks, mida kulutatakse alatoitumise puhul.

Rasvakihi all asetsevad *lihased* ja *luud*, mille külge lihased kinnituvad (värv. tab. I, 23). Kere sees on rinna- ja kõhuõõs; neid eraldab teineteisest *vahelihas* ehk *diafragma* (värv. tab. I, 19).

*Rinnaõõnes* asetsevad süda ühes sellest lähtuvate jämedate veresoontega, kopsud ja söögitoru (värv. tab. I, 4—6, 20, 25). *Kõhuõõnes*, otse diafragma all, asetsevad maks, magu ja põrn. Nendest elunditest allpool paiknevad peen- ja jämesool (värv. tab. I, 8, 9, 14, 16, 18, 19). Kõhuõõne tagumises seinas asetsevad neerud.

Kere tagumise seina sees asetseb lülisammas (selgroog), mille luukanalis paikneb seljaaju. Ulal on lülisambakanal ühenduses koljuõõnega; selle võtab enda alla peaju.

**Elundkonnad.** Keha mitmesugused elundid ühendatakse nende talitluste järgi elundkondadeks ehk organsüsteemideks: luudelihasüsteemiks, seedesüsteemiks, hingamissüsteemiks, eritusüsteemiks, vereringesüsteemiks, närvisüsteemiks jt.

*Luude-lihasüsteem* koosneb luudest ja lihastest (joon. 15, värv. tab. III ja IV). Lihased paiknevad naha rasvakihi all. Nende kokkutõmbumine paneb liikuma luud, mille tagajärjel toimub keha liikumine ruumis, tehakse tööd.

*Seedesüsteemi* kuulub suuõõs ühes keele ja hammastega, neel, söögitoru, magu, peen- ja jämesool, süljenäärmed, kõhunääre ja

maks (joon. 78). Nende elundite tegevus kindlustab toiduainete seedimise, s. o. muutmise aineteks, mida organism saab kasutada.

*Hingamissüsteem* koosneb kõrist, trahheast, bronhidest ja kopsudest (värv. tab. VIII). Nende elundite kaudu toimub hapniku sisenemine kehasse ja kehas pidevalt koguneva süsihappegaasi eemaldumine temast.

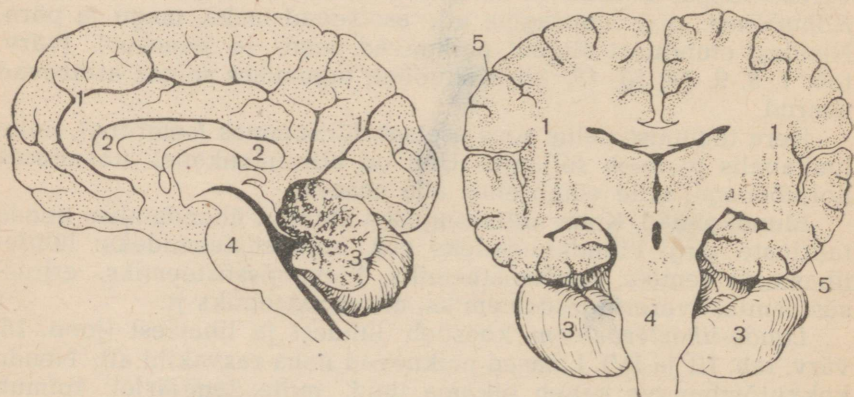
*Eritussüsteem* koosneb neerudest, kusejuhadest ja kusepõiest (joon. 109). Nende elundite kaudu toimub organismi vabanemine talle mittevajalikest elutegevussaadustest (kusiainest, sooladest jms.).

*Vereringesüsteem* koosneb südamest ja kogu keha tihedalt läbivaist veresoontest. Soontes voolab pidevalt veri. Ta viib elunditele toitaineid soolestikust ja hapnikku kopsudest. Veri kannab samuti kogu kehast kopsudesse, nahasse ja neerudesse süsihappegaasi ja teisi saadusi, mis need elundid kehast välja juhivad. Verre sisenevad mitmesugused elundite tegevuse tulemusena kujunevad ained ja ta kannab neid laiali mööda kogu organismi. Seejuures ühtede elundite poolt nõristatud ained avaldavad mõju teiste elundite tegevusele. Kõhunääre näiteks nõristab verre ainet, mis mõjustab maksa talitlusi. Vere kaudu kujuneb keemiline seos elundite vahel.

*Närvisüsteemil* on kesk- ehk *tentraalosa*, mille moodustavad pea- ja seljaaju, ja *piirde-* ehk *perifeerne* osa, mis koosneb keha kõigisse elundeisse suunduvaist peaja- ja seljaajunärvidest (värv. tab. XIII). Piirdeossa kuuluvad ka meele-elundid.

Peaaju eristatakse *ajutüve*, *kaht poolkera* ja *ajukest* (väikeaju) (joon. 1). Inimesel on suurim tähtsus ajupoolkeradel ning eriti nende pindmisel kihil, mis on tuntud *ajukoore* nime all.

Närvisüsteemi tähtsus seisab selles, et tema mõjutusel toimub mitmesuguste elundite tegevus ja selle tege-



Joon. 1. Peaaju:

1 — poolkerad; 2 — poolkerasid ühendav ajunide; 3 — ajuke; 4 — ajutüvi; 5 — poolkerade koor.

vuse kohanemine väliskeskkonna muutustega. Oletagem, et inimene läheb üle tänava; nurga tagant ilmub auto. Auto ja tema poolt tekitatav müra mõjuvad nägemis- ja kuulmiselundeile. Nägemis- ja kuulmisnärvide lõpmeis tekib erutus, mille need närvid kesknärvisüsteemi edasi kannavad. Siin läheb erutus üle lihastesse suunduvaile närvidele. Jõudnud lihasteni, kutsub erutus esile nende kooskõlastatud kokkutõmbumise. Inimene teeb järsu liigutuse, mis võimaldab tal ähvardavast ohust hoiduda.

**Organism kui tervik.** Süsteemi moodustavad elundid on seotud üksteisega anatoomiliselt ja füsioloogiliselt. Suuõõs, neel, söögitoru, magu ja soolestik kujutavad endast näiteks ühtset seedeõõnt. See on juhade kaudu ühenduses näärmetega: süljenäärmete, kõhunäärme ja maksaga. Seedesüsteemi füsioloogiline ühtsus avaldub selles, et ükski elund ei saa toitu täielikult seedida iseseisvalt, teiste elundite kaasabit. Iga elund muudab toitu teatud kindlal viisil, kuid ainult kõigi elundite koostöö suudab muundada toidu niisuguseks, millisen organism saab teda omastada.

Ehkki kõik organsüsteemid erinevad ehituse ja talitluste poolest ja neil on teatav iseseisvus, talitlevad nad kõige tihedamas koostöös ja kõige tihedamalt üksteist mõjutades. Ühe süsteemi nõrgenemine või tugevnemine kutsub esile ka teiste süsteemide töö muutuse. Tuletagem meelde esitatud näidet auto kohta. Vastuseks organismi väljaspoolt ähvardavale ohule ei ole ainult järsk liigutus. Üheaegselt lihaste kokkutõmbega tugevnevad südame-löögid, sagedane hingamine, muutub seede- ja erituselundite töö, laienevad silmaavad jne.

Kõik see tunnistab, et organism on *lahutamatu tervik*. Kõik tema elundid on vastastikku seotud ja mõjutavad üksteist vastastikku. Seda vastastikust seost peavad alal närvisüsteem ja veri. Sellest, kuidas teostub elunditevaheline seos vere kaudu, oli vast juttu. Mis puutub närvisüsteemi, siis tekib temas iga elundi (näiteks lihaste) töötamise ajal erutus. See erutus kandub närvisüsteemi kaudu teistesse elunditesse (näiteks südamesse), mille tulemusena nende tegevus muutub.

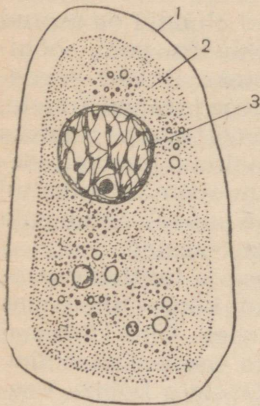
Närvisüsteemi abil toimub ka organismi kohanemine väliskeskkonnas toimuvate muutustega.

**Ulesandeid.** 1. Leidke enda kehal kohad, milledega kohakuti paiknevad värvilisel tabelil I kujutatud elundid. 2. Võrrelge inimese keha mõne imetaja omaga ja märkige ära sarnasused ja erinevused nende ehituses.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid organsüsteeme on inimese kehas, mis tähtsus neil on, mis organitest koosneb iga süsteem? 2. Milles avaldub organismi terviklus? 3. Kuidas teostub elunditevaheline vastastikune seos? 4. Kuidas toimub organismi tegevuse kohanemine keskkonna muutustega? Tuua näide.

## § 2. Rakk.

**Ehitus.** Inimese keha ehituse uurimine mikroskoobi abil näitab, et ta koosneb tohutu suurest hulgast rakkudest. Need rakud erinevad suuruselt, vormilt ja talitlustelt. Isegi ühes elundis võib olla üksteisega mitesarnanevaid rakke. Kuid kui suuresti rakud ka erineksid, koosnevad nad alati protoplasmast, tuumast ja kestast (joon. 2).



Joon. 2. Raku ehituse skeem:

1 — kest; 2 — protoplasma; 3 — tuum tuumavõrgu ja tuumake-sega.

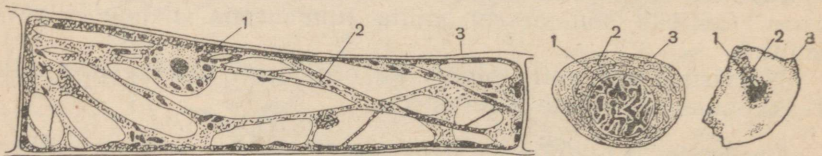
Protoplasma on väga keeruka ehitusega poolvedel, viskoosne mass.

Tuum võib olla mitmesugust kuju: kera- ja, ovaalne, kepikujuline jne. Tuum on kaetud tuumakestaga, mis eraldab teda protoplasmast. Tuuma sisemuses võib märgata üht, mõnikord ka mitu terakest, mida nimetatakse tuumakesteks.

Tuum ja protoplasma on raku tingimata vajalikud ja eluliselt tähtsad koostisosad. Seda tõestab asjaolu, et rakk, millest on kunstlikult kõrvaldatud tuum või protoplasma, osutub eluvõimetuks.

Rakukest kujutab endast tihedamat protoplasmaikihti. Kest etendab suurt osa mitmesuguste ainete sisenemisel raku ja sellest väljumisel: ühtesid keemilisi ühendeid laseb kest kergesti läbi, teisi peab kinni.

Loomade ja taimede mikroskoopilise ehituse uurimine on näidanud, et ka nemad koosnevad tuuma, protoplasma ja kestaga rakkudest (joon. 3). Kuid taimerakkudel on rakumahlaga kublikuid (vakuoole), mis loomade ja inimese rakkudes puuduvad. Peale selle koosneb taimerakkude kest aineist, mis protoplasma aineist erinevad.



Joon. 3. Kõrvitsa (vasakul), salamandri (keskel) ja inimese (paremal) rakk: 1 — tuum; 2 — protoplasma; 3 — kest.

Raku avastamist pidas F. Engels loodusteaduse üheks suuremaks saavutuseks. See võimaldas kindlaks teha kõigi elusolendite — taimede, loomade ja inimese — ehituse ühtsuse.

**Keemiline koostis.** Rakk koosneb väga keerukaist ainetest, mis on saanud *orgaaniliste ühendite* nimetuse. Nad jagunevad kolme rühma: valkudeks, süsivesikuiks ja rasvadeks.

*Valgud* on kõige keerukamad kõigist keemias tuntud ühendist. Nende näiteks võib olla kanamunavalge. Valgud koosnevad süsinikust, vesinikust, hapnikust, lämmastikust, väävlist ja mõnedest teistest elementidest. Aatomite arv valkude molekulides ulatub tuhandeisse. Valgud on organismi tähtsaimad keemilised ühendid: nad kuuluvad kõikide rakkude koostisse; nendega on seotud kõik elusorganismide eluavaldused. „Igal pool,“ ütleb F. Engels, „kus me kohtame elu, me avastame, et ta on seotud mingi valkkehaga, ja igal pool, kus me kohtame mõnd valkkehaga, mis ei ole lagunemas, me kohtame eranditult ka elunähtusi.“

*Süsivesikud* on ühendite rühm, kuhu kuuluvad tärklis ja suhkur. Inimese organismis esindab neid lihastes ja maksas esinev *loomne tärklis* ehk *glükogeen*. Veres leidub alati *viinamarjasuhrut* ehk *glükoosi*. Süsivesikud koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Nende molekulides on, nagu vee molekulideski, vesiniku aatomeid alati kaks korda rohkem hapniku aatomitest. Siit ka nende nimetus — süsivesikud.

*Rasvad* on kõigile tuntud või, searasva jne. näol. Rasvad esinevad organismis peamiselt varuainetena, mida kulutatakse puuduliku toitumise puhul. Rasvad koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Rasvade molekulides võivad need elemendid esineda kõige mitmesugusemalt arvulistes vahekordades.

Peale orgaaniliste ühendite kuuluvad raku koostisse veel *anorgaanilised ühendid: vesi ja mineraalsoolad*.

Orgaanilistele ainetele on iseloomulik nende molekulide suur keerukus. Ent nad koosnevad samadest elementidest, mis elutu looduse kehadki. Organismis ei ole elemente, mida ei esineks elutus looduses. Sellest tuleneb väga tähtis järeldus, et Maa esimeste elusolendite orgaanilised ained on kujunenud anorgaanilistest ühenditest, s. o. et elus on tekkinud elutust.

**Elutegevus.** Rakkude keemiline koostis muutub eluprotsessis pidevalt: nendes moodustuvad ühed ja, vastupidi, lammutuvad teised ained.

Uued valgud, rasvad ja süsivesikud moodustuvad rakkudes toitainetest, millega varustab rakke veri.

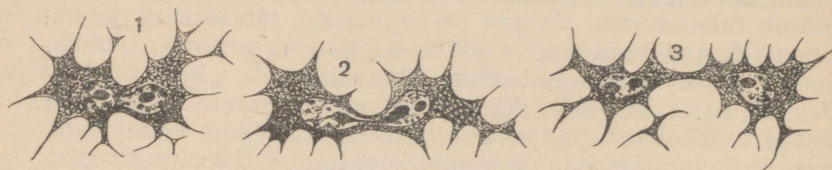
Orgaaniliste ühendite lammutamisest võtab osa hapnik. Ta siseneb organismisse hingamisel ja teda viib rakkudesse veri. Ainete hapendumisel rakkudes tekivad laguained (süsihappegaas, vesi jt.), mis erituvad verre.

Uute keemiliste ühendite alatise moodustumise tõttu toimub rakkude kasv ja nendes lammutuvate ainete asendumine.

Rakkude elutegevust iseloomustavad seega *toitumine, kasv, hingamine ja eritamine*. Väga tähtsaks elutegevuse avaldusteks on ärritus ja paljunemine.

*Arrituvus* avaldub raku võimes vastata muutustele neid ümbritsevas keskkonnas mitmesuguste muutustega oma elutegevuses.

*Rakkude paljunemine* toimub pooldumise teel, mis võib olla otsene ja kaudne. Otsene pooldumine toimub tuuma ja protoplasma kahte ossa nõõrdumise teel (joon. 4). Kaudse pooldumisega käib kaasas rida keerukaid muutusi rakutuumas.



Joon. 4. Raku otsene pooldumine.  
Arvud märgivad jagunemisstaadiumide järjekorda.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune ehitus on rakul? 2. Milles väljendub taimede, loomade ja inimese kehaehituse ühtsus? 3. Missugusteks rühmadeks jagunevad orgaanilised ühendid ja mis iseloomustab iga rühma? 4. Missugused orgaanilised ühendid on kõige tähtsamad ja mispärast? 5. Mis omadused on rakkudel? 6. Kuidas tekivad uued rakud?

### § 3. Epiteel- ja sidekude.

**Koed.** Peale rakkude kuulub inimese keha koosseisu aine, millel ei ole rakulist ehitust. Uhtedel juhtudel on tal kiudude ja plaadikeste kuju, teistel juhtudel kujutab ta endast vormitut, mõnikord vedelat massi. Ühise ehituse ja ühiste talitlustega seotud rakurühmi ja rakutut ainet nimetatakse *kudedeks*. Kudedest moodustuvad elundid.

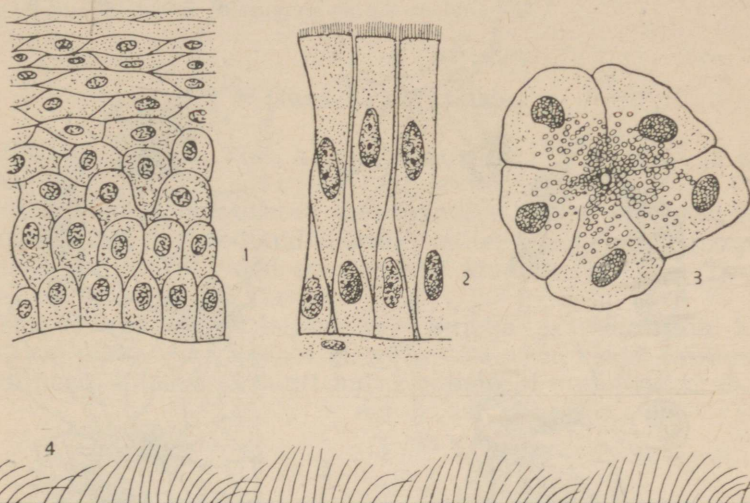
Eristatakse nelja kudede rühma: *epiteel-, side-, lihas- ja närvikude*. Nad esinevad keha kõigis elundeis, kuid igas elundis on ülekaalus tavaliselt mingi üks kude. Näiteks koosnevad lihased põhimassis lihaskoest; luude peamassi moodustab sidekoe eriliik, mis annab neile tugevuse jne.

**Epiteelkude.** Epiteelkude katab inimese keha ja vooderdab mitmesuguste elundite — soolestiku, kõri, kusepõie jt. õõsi. Epiteeli rakud võivad olla lamedad, ümarikud, silindrilised; nende tuumad on kerakujulised, mõnikord aga lapikud või pisut piklikud. Rakud moodustavad koes ühe või mitu kihti. Rakutut ainet on väga vähe. Ta esineb tihedalt üksteisega külgnevate rakkude vaheliste õhukeste vahekihtidena.

Uhtede epiteeli liikide funktsiooniks on kaitse, teiste oma eritus, kolmandad võtavad osa toitainete imamise protsessist jne.

**Kaitsefunktsioon** on naha ja hingamis-elundite epiteelil.

Naha epiteel koosneb mitmest rakukihist (joon. 5, 1). Kõige välisemate kihtide rakud on surnud: nende protoplasma on muutunud sarvaineiks. See rakkude sarvumine kaitsebki nende all paiknevaid elundeid väliskeskkonna kahjulike mõjude eest.



Joon. 5. Epiteelkude (mitmesugustel suurendustel):

1 — naha mitmekihiline epiteel; 2 — hingamiselundite õõsi vooderdav ripsepiteel; 3 — näärmeepiteelist koosneva näärmetorukese läbilõige; keskel asetseva juha ümber on naha raku poolt toodetava nõretise teri; 4 — epiteeli ripsmete liikumise skeem.

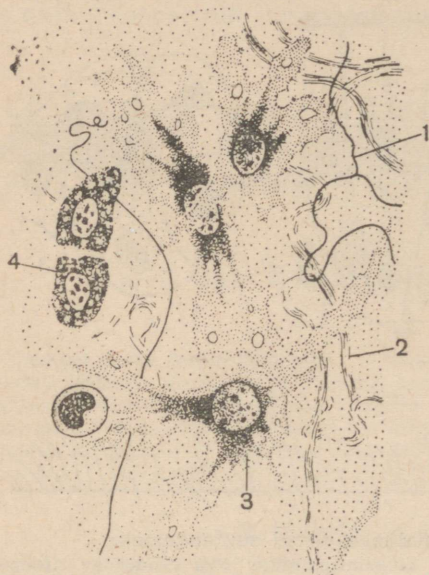
Nina, kõri ja trahhea õõnt vooderdab ühest silindrilise kujuga rakkude kihist koosnev epiteel (joon. 5, 2). Nende elundite õõnte poole pööratud rakukülg on kaetud ripsmetega. Ripsmed eemaldavad oma liigutustega hingamiselundesse sattuva tolmu (joon. 5, 4). Selle epiteeli osatähtsus elundite kaitsmisel on eriti tähtis inimestele, kes töötavad tolmu keskkonnas (lahtiraiujad kaevandustes, tubakavabrikute töölised).

Eritustalitlus on omane mitmesuguste näärmete epiteelile (joon. 5, 3). Tema rakud toodavad üldiselt *sekreetideks* ehk *nõredeks* nimetatavaid aineid. Nõred on mitmesuguse keemilise koostisega. Nende tekkimis- ja eritumisprotsessi nimetatakse *sekretsiooniks* ehk *nõristuseks*. Enamik näärmeid nõristavad neis tekkivad ained viimajuhadesse, mis avanevad kas keha pinnal (näiteks higinäärmed) või mitmesuguste elundite õõntes (sülje- ja teised näärmed). Mõnedel näärmetel juhasid ei ole; neil juhtudel lähevad nende nõred verre.

**Sidekude.** Mitmesugused sidekoe liigid esinevad organismis väga sagedasti. Nad seovad üksteisega eri kudesid ja organeid, täidavad kaitseülesandeid, on organismile toeks, andes talle

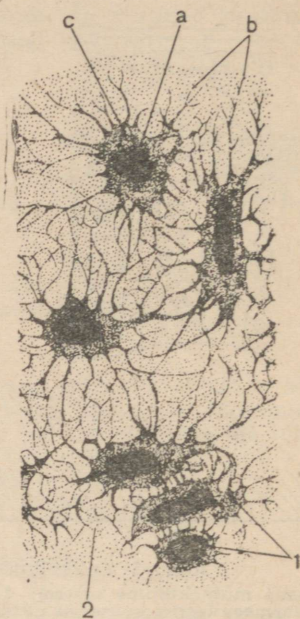
vajalikku tugevust. Vaadelgem kaht sidekoe liiki: kohev sidekude ja luukude.

*Kohev sidekude* täidab elunditevahelisi ruume. Ta koosneb rakkudest ja tugevasti arenenud mitterakulisest ainest (joon. 6).



Joon. 6. Kohev sidekude:

1 — elastne kiud; 2 — lintjas kiud (annab keetmisel liimi); 3 — oma elutegevuse tulemusena kiude tootev rakk; 4 — kaitseülesandega rakk.



Joon. 7. Luukude:

1 — rakud tuuma (a), protoplasma (b) ja jätketega (c); 2 — rakuvaheline aine.

Mitterakuline aine koosneb kiududest ja kindla ehituseta massist. Kiud on kaht liiki: ühed sarnanevad mitmesuguse laiusega lintidega; teised on teravalt piiritletud ja läikivad. Läikivaid kiude nimetatakse *elastseiks*, sest nendest on tingitud koe elastsus.

Rakke on koes vähesel arvul. Ühed rakud on tähtjad või jätketega plaadikeste kujulised. Nende elutegevuse tulemusena tekib koe rakutu aine. Teistel rakkudel on korrapäratu, sageli piklik kuju. Mõnel juhul on nad võimelised jätkeid välja sirutama ja amööbi taoliselt edasi liikuma. Need rakud haaravad jätkete abil koesse sattunud võõrkehi ja pisikuid. Pisikud seeditakse nende protoplasmas ja muutuvad seega organismile ohutuiks. Koe koostisse võivad kuuluda ka rasvarakud, mida mõnikord koguneb suurtes hulkades. Nad on kujult kerajad ja sisaldavad rasvatilku.

*Luukude* koosneb elusaist rakkudest ja mineraalsooladest läbiimbunud õhikute (plaadikeste) kujulisest rakutust aimest. Luu-

rakud asetsevad õhikute sees, on suhteliselt väikesed ja ühendatud üksteisega väga suure hulga peente jätkete abil (joon. 7).

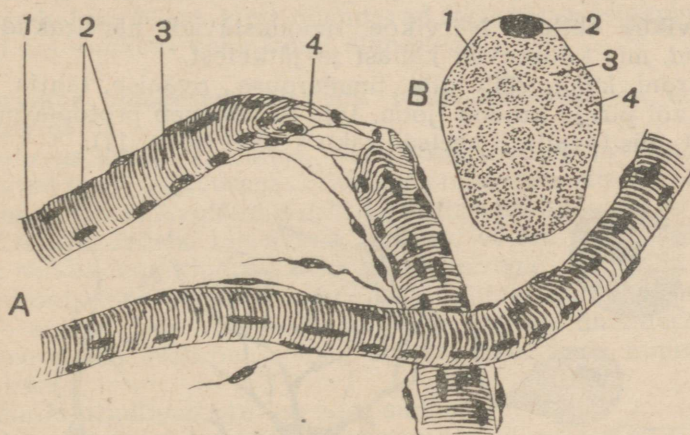
**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mida organismis nimetatakse koeks? 2. Missugune ehitus ja tähtsus on epiteelkoel nahas ja hingamiselundeis? 3. Mis on sekretsioon ehk nõristus? 4. Kus esineb sidekude, missugune ehitus ja mis tähtsus tal on? 5. Missugune ehitus on luukoel?

#### § 4. Lihas- ja närvikude.

**Lihaskude.** Eristatakse kaht lihaskoe liiki: vöotlihas- ja silelihaskude.

**Vöotlihaskude** moodustab skeletilihased. Tema ehitusest saab kujutluse hästi ärakeedetud lihatüki näitel. Ta jaguneb kergesti hallideks väatideks. Need on lihaskoe *kiudude* kimbud. Toores lihases on neil punane värvus.

Üksik lihaskiud on silindrilise kujuga ja võib olla kuni 10—12 cm pikk. Mikroskoobi all võib kius näha kesta, protoplasmat, ülipeeni kiukesi ja suurt hulka ovaalseid tuumi (joon. 8).



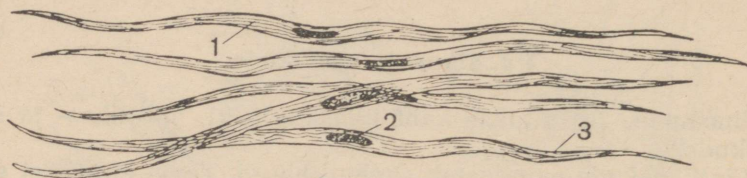
Joon. 8. Vöotlihaskoe kiud:

A — kiudude väliskuju; b — ühe kiu ristlõige (suurel suurendusel): 1 — kesta; 2 — tuumad; 3 — protoplasma; 4 — kiukesed.

Iga kiud koosneb korrapäraselt vahelduvaist tumedaist ja heledaist osadest. See tekitab ristvöödilisuse pildi, mis on põhjustanudki koe nimetuse.

Iga lihaskoe põhiomaduseks on *kokkutõmbuvus* (*kontraktilsus*). See omadus avaldub lihaskoe lühenemises ja jämenemises närvierutuse mõjul. Vöotlihaskoe kokkutõmbumised (*kontraktsioonid*) põhjustavad inimese mitmesuguseid liigutusi.

*Silelihaskude* kuulub siseelundite koostisse. Ta koosneb kävjate kiudude kujulistest rakkudest, pikkusega mitte üle 0,1 mm. Raku keskpunktis asetseb kepjas tuum (joon. 9). Silelihaskude tõmbub kokku (kontraheerub) mitmekümnekordselt aeglasemalt kui vöotlihaskude.

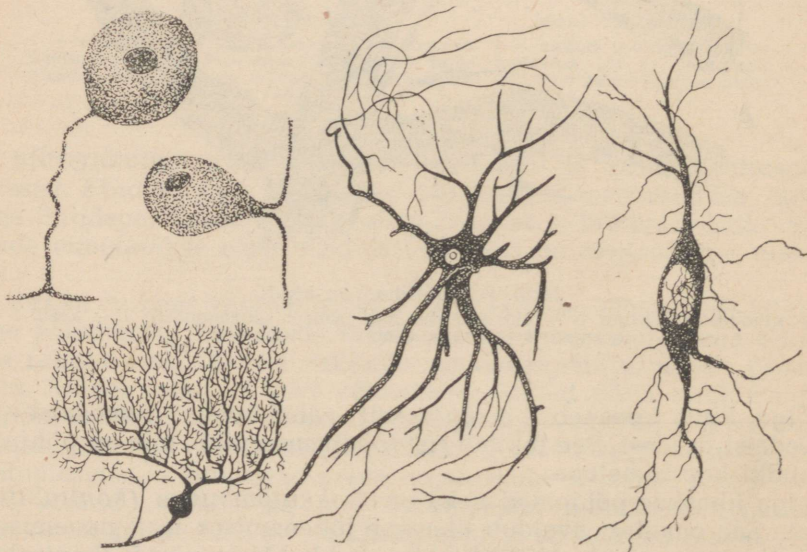


Joon. 9. Silelihaskoe kiud:  
1 — protoplasma; 2 — tuum; 3 — kest.

Silelihaskiu kokkutõmbumised põhjustavad siseelundite mahu muutumisi: põrna kokkutõmbumist, soolte ja veresoonte valendiku laienemist ja ahenemist jne.

**Närvikoe ehitus.** Närvikoe moodustavad närvirakud ehk *neuronid*, mis koosnevad kehast ja jätketest.

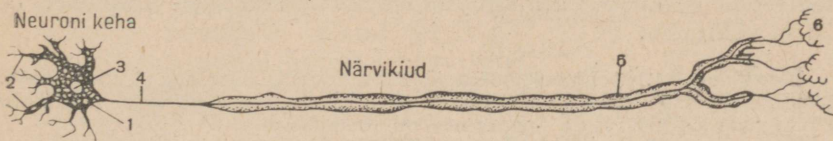
Neuroni keha võib olla ümmarguse, ovaalse, tähtja, hulktahkse või pirnja kujuga (joon. 10). Ta koosneb protoplasmast ja tuumast, mis tavaliselt asetseb raku keskel (joon. 11).



Joon. 10. Mitmesuguseid neuronite vorme.

Neuroni *jätked* on kaht liiki. Uhed neist on lühikesed, võrdlemisi jämedad ja tugevasti harunevad; teised on pikad (kuni 1 m) ja peened, tavaliselt ainult otsas harunevad. Enamikul neuronitel on üks pikk ja mitu lühikest jätket. Pikad jätked võtavad osa närvikiudude ehitusest.

*Närvikiud* (joon. 11) koosneb pikast neuronijätkest ja ühest või kahest teda ümbritsevast kestast.



Joon. 11. Neuroni ja närvikiu ehituse skeem:

1 — protoplasma; 2 — lühikesed jätked; 3 — tuum; 4 — pikk jätke ja 6 — tema otsmised harud; 5 — neuroni pikka jätket ümbritsev kest.

Neuronite kehad ja nende jätked moodustavad pea- ja seljaaju põhi- ja tähtsaima osa. Peaaju- ja seljaajunärvid koosnevad närvikiududest. Need kiud ühendavad kesknärvisüsteemis paiknevaid neuronikehi keha kõigi elunditega.

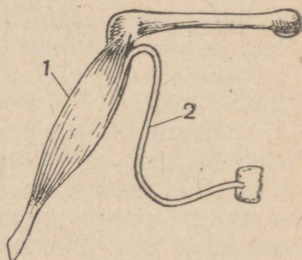
**Närvikoe omadused.** Neuroni põhiomadusteks on erutuvus ja juhtivus.

*Erutuvus* avaldub võimes vastu võtta ärritust ja vastata sellele teatud laadi tegevusega. Erutuvus on kõikide elusate rakkude tähtsaim omadus. Avaldudes eriti teravalt närvikoes, on ta omane ka teistele kudedele. Lihaskude, näiteks, võttes vastu ärrituse, vastab sellele oma kiudude kokkutõmbumisega.

Neuronis tekib vastusena ärritusele eriline füsioloogiline protsess — *erutus*, mis alati levib temas ja temaga ühenduses olevais neuronites. Neuroni võimet erutust edasi anda nimetatakse *juhtivuseks*.

Neuronid juhivad erutust ühes suunas. Erutust pea- ja seljaajult mitmesuguste elundite poole juhtivaid neuroneid nimetatakse *tsentrifugaalseiks*. Erutust vastupidises suunas — elundeilt aju poole juhtivaid neuroneid nimetatakse *tsentripetaalseiks*.

Neuronite erutuvust ja juhtivust on kerge tõestada katsega. Kui teatud tegevusega elektrivooluga ärritada loomal lihases lõppevat närvi (joon. 12), siis lihas tõmbub kokku. Seda nähtust saab seletada ainult nõnda: elektrivool kutsus närvi ärritatavas lõigus esile muutused,



Joon. 12. Konna tagajäsemest valmistatud närvi-lihasepreparaat.

1 — lihas; 2 — närv.

mis põhjustasid erutusprotsessi tekkimise; see protsess levis mööda närvikiude lihaseeni; ärrituse saanud lihas tõmbus kokku.

Erutuse juhtimine toimus ka vaadeldud näites autoga (vt. lk. 9). Sel juhul kandus erutus närvikiudusid mööda kuulmis- ja nägemiselundeilt kesknärvisüsteemi kaudu jäsemete lihastesse.

Erutuse edasikandumise kiirus on mitmesugune. Ta on seda suurem, mida keerulisema ehitusega on loom. Ühel ja samal loomal juhivad eri elundeis lõppevad närvikiud erutust erisuguse kiirusega. Erutuse edasikandumise suurim kiirus inimesel on 120 m sekundis.

**Ülesandeid.** 1. Joonistage mälu järgi neuroni ja närvikiu ehituse skeem. Kirjutage jooniste alla kõik vajalikud allkirjad. 2. Tooge närvikoe erutuvuse ja juhtivuse näiteid (peale nende, mis on toodud õpikus).

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune ehitus ja mis tähtsus on võõtlihaskoel? 2. Missugune ehitus on silelihaskoel ja mis toimub selle kokkutõmbumisel? 3. Missugune ehitus on neuronil? 4. Millest koosneb närvikiud? 5. Mis omadused on närvikoel ja missuguses katses nad ilmnevad? 6. Missuguseid neuroneid nimetatakse tsentripetaalseiks ja missuguseid tsentrifugaalseiks?

## § 5. Refleks.

**Retseptorid.** Ärritust vastuvõtvaid närvikiudude lõpmeid nimetatakse *retseptoriteks* (värv. tab. XII, 4). Retseptoreid on igas elundis. Ühed neist võtavad vastu väliskeskkonna mõjutusi, teised neid mõjutusi, mida põhjustavad organismis toimuvad muutused.

Mõned naha retseptorid ärrituvad puutumisest, teised temperatuuri mõjul, silma retseptoreid ärritab valgus, kõrva retseptoreid hääl, suuõõne retseptoreid lahustunud toiduained jne. Nendes retseptorites tekkiv erutus kandub närvikiudusid mööda peaaegu ja inimesel tekib valu, esemete värvuse ja maitse aisting jm.

Kopsu retseptoreid ärritavad tema paisumine ja kokkuvajumine hingamisel, veresoonte retseptoreid vererõhk, soolestiku retseptoreid temas liikuv toit jne.

Retseptorite võime erutada kõige mitmekesisemate (mehhaaniliste, temperatuuriliste, valgus-, heli-, keemiliste) ärritajate toimel ja närvikiudude juhtivus võimaldavad peaaegu „olla täielikult informeeritud“ nii organismis kui ka väljaspool teda toimuvaist muutustest.

**Närvid.** Närvil on valge läikiva väädi kuju. Ta koosneb suurest hulgast närvikiududest, mis temas paiknevad eraldi kimpudena. Nii neid kimpe kui närvi tervikuna katab sidekude. Närvi sees kulgevad veresooned. Nende kaudu toob veri närville toitained ja hapnikku ning viib temast välja mitmesuguseid elutegevussaadusi (joon. 13). Eristatakse tsentripetaalseid, tsentrifugaalseid ja seganärve.

*Tsentripetaalne närv* on moodustatud närvikiududest, mille koosseisu kuuluvad tsentripetaalsete neuronite pikad jätked. Need

närvid juhivad erutust mitmesugustelt elunditelt ehk, nagu räägitakse, perifeeriast selja- ja peajju. Tsentripetaalseid närve nimetatakse *tundenärvideks*, sest nende kiud lõpevad retseptoritena, mis võtavad vastu mitmesuguseid ärritusi. I. P. Pavlov nimetas neid närve „teadustsnärvideks“. Nad nagu teataksid peaaajule kõigest, mis toimub organismis ja väliskeskkonnas.

*Tsentrifugaalne närv* on moodustatud närvikiududest, mille koosseisu kuuluvad tsentrifugaalsete neuronite pikad jätked. Need närvid juhivad erutust selja- ja peaaajust elundesse (perifeeriasse). Lihastes lõppevaid närve nimetatakse *motoorseiks* ehk *liigutusnärvideks*. I. P. Pavlov nimetas tsentrifugaalseid närve „käsitusunärvideks“. Kandes erutust kesknärvisüsteemist üle elunditesse nad nagu käsutavad nende tegevust.

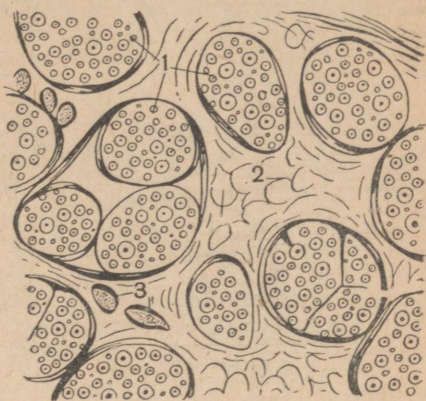
*Seganärv* sisaldab närvikiude, millest ühed koosnevad tsentripetaalsete, teised tsentrifugaalsete neuronite jätketest. Seganärvid juhivad seega erutust mõlemas suunas.

**Organismi reageerimine ärritusele.** Kui torgata nõelaga inimese kätt, tõmbab ta selle tagasi. Miks toimub see liigutus?

Torge kutsus naha retseptoreis esile erutuse. Erutus kandus mööda tsentripetaalseid närvikiude seljaajju, läks seal üle tsentrifugaalsetele närvikiududele ja jõudis neid mööda lihasteni. Saanud erutuse, lihased tõmbusid kokku ja põhjustasid käe liigutuse. Niisugust liigutust nimetatakse reflektorseks ehk lihtsalt refleksiks.

*Refleks* on kesknärvisüsteemi kaudu teostatav organismi reaktsioon vastuseks saadud ärritusele.

Kui päikesekiired satuvad silma, pigistab inimene silmad kinni; ootamatu kära sunnib teda pead pöörama; temperatuuri tõus kutsub esile tugeva higistamise; suuõõnde viidud toidule nõristub rohkesti sülge. Kõik need on reflekside näited. Valgus, mitmesugused hääled, soojus ja toiduained on mitmesugused ärritajad. Nad kutsuvad silma, kõrva, naha ja suu retseptorites esile erutusprotsessi, mis mööda tsentripetaalseid närve jõuab selja- ja peajuni. Siin läheb erutus üle lihaste, higi- ja süljenäärmete tsentrifugaalsetele närvidele. Jõudnud nende elunditeni, kutsub erutus neis esile reaktsiooni.

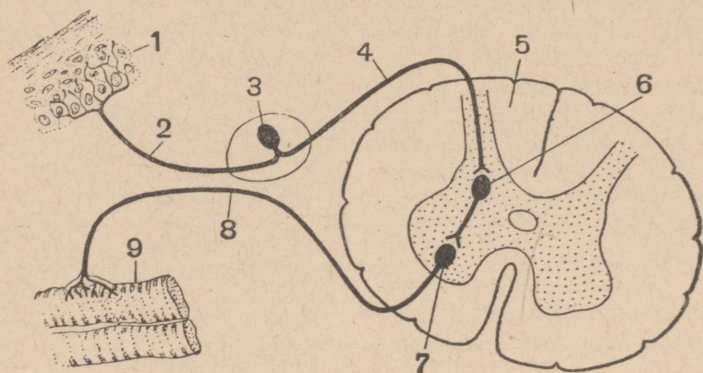


Joon. 13. Närvi osa ristlõige:

1 — närvikiudude kimbud; 2 — kohev sidekude; 3 — veresooneid.

Refleks on närvitegevuse alus, mis kindlustab organismi kohanemise väliskeskkonna alaliselt muutuvate tingimustega tema ümber.

Teed, mida mööda erutus kandub retseptorist läbi kesknärvisüsteemi töötava elundini, nimetatakse refleksikaareks (joon. 14).



Joon. 14. Refleksikaar:

3 — tsentripetaalse neuroni keha, mille üks jätke (2) lõpeb nahas (1) ja teine (4) läheb seljaajju (5); 7 — seljaajus (5) paikneva tsentrifugaalse neuroni keha ja selle pikk jätke (8), mis ulatub lihasseni (9); 6 — vaheneuron, mis oma jätketega on ühendatud tsentripetaalse ja tsentrifugaalse neuroniga.

Vahe- ja tsentrifugaalse neuroni lühikesi jätked ei ole kujutatud.

Refleksikaar koosneb vähemalt kolmest neuronist: tsentripetaalsest, vahe- ja tsentrifugaalsest neuronist. Käe torkimise näite puhul asetseb *tsentripetaalse* (tunde-) *neuroni* keha seljaaju lähedal; tema üks jätke ulatub närvikiu koosseisus nahani, kus lõpeb *retseptoriga*, teine jätke läheb seljaajju. *Tsentrifugaalse* (motoorse) *neuroni* keha ja lühikesed jätked asetsevad seljaajus, pikk jätke aga ulatub närvikiu koosseisus lihasseni. *Vaheneuron* asetseb seljaajus; tema jätked puutuvad kokku tsentripetaalse ja tsentrifugaalse neuroniga. Retseptoris tekkinud erutuse kannab tsentripetaalne neuron seljaajju; siin siirdub ta algul vahe- ja seejärel tsentrifugaalsesse neuronisse ning jõuab viimast mööda teed sooritavasse elundisse — lihasesse.

**Ülesandeid.** 1. Joonistage refleksikaare skeem, märkides erisuguseid neuroneid erineva värviga. Tehke pealkirjad neuronite kehade ja jätkete, retseptorite ja teed sooritava elundi juurde. 2. Tuletage meelde teile zooloogia kursusest tuntud reflekside näited.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis on retseptorid ja mis tähtsus on neil organismile? 2. Missugune on närvi ehitus? 3. Missuguseid närve eristatakse? 4. Mis on refleks ja refleksikaar? 5. Tooge näiteid reflekside kohta inimesel.

## KUSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Kuidas mõista väljendust „organism on lahutamatu tervik”, kuidas hoi-  
dub alal seos üksikelundite vahel?
2. Missugune ehitus, keemiline koostis ja omadused on rakkudel?
3. Mida nimetatakse koeks? (Jutustada, tuues näitena epiteeli ja sidekoe.)
4. Missugused lihaskoed esinevad organismis, missugune on nende ehitus,  
mis omadused ja mis tähtsus neil on?
5. Mis on refleks, kus ja mispärast tekib erutus närvis, mis teid mööda  
see levib?

## II PEATUKK.

### LUUDE-LIHASTESUSTEEM.

#### § 6. Luude ehitus ja omadused.

**Skelett ja tema tähtsus.** Inimese kehas on üle 200 luu, mis moodustavad pea (kolju), kere ja ülemiste ning alumiste jäsemete skeleti (ehk toese) (joon. 15).

Peale luude kuuluvad skeleti koostisse kõhred. Nendest koosneb suur osa loote skeletist ja nad säilivad lastel. Vanemasse ikka jõudmisega üha suurem hulk kõhri luustub. Täiskasvanud inimesel säilivad kõhred roiete esiotstel, paiknevad lülisamba lülide vahel ja katavad pikkade luude otsi.

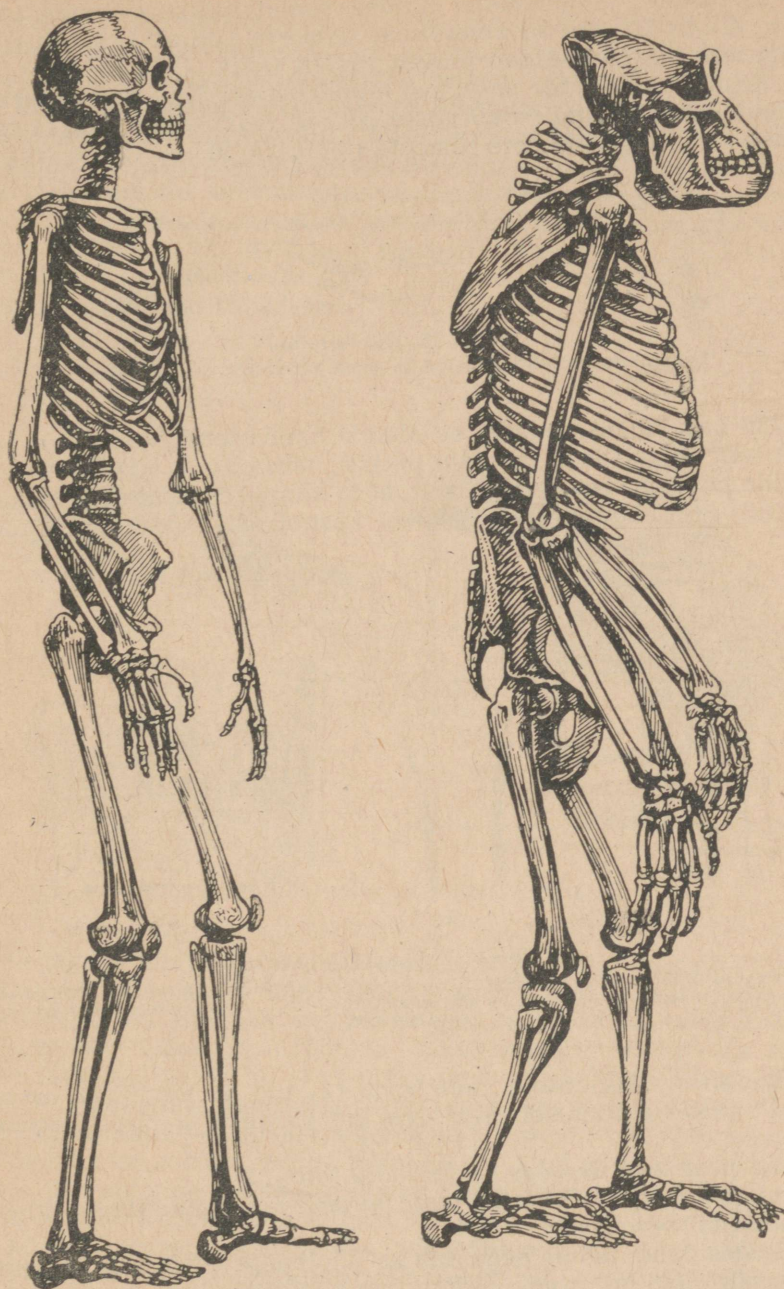
Skelett võimaldab kehal säilitada kuju ja on talle toeks igas asendis (püstiseismisel, istumisel, lamamisel). Piirates siselundeid sisaldavaid õõsi täidab skelett kaitses ülesannet. Koos enda külge kinnituvate lihastega võtab skelett osa keha liigutustest.

Luud on väga tugevad: nad peavad vastu survele, mis võrdub 16 kg nende pinna ruutmillimeetrile. Püstiasendis saab mehe õlavarreluud murda ainult 850 kg ja reieluud 1300 kg raskusega. Selline luude tugevus oleneb nende ehituse iseärasustest ja keemilisest koostisest.

**Luude ehitus.** Luude pind on kaetud õhukese kelmega — *luuümbrise*ga (joon. 16). Ta koosneb tihkest kiulisest sidekoest. Luuümbrise väikeste avade kaudu suunduvad luusse seda toitvad veresooned. Luuümbrise all paikneb luu *tihke* ehk *plinkollus* ja viimase all *käsnollus* (joon. 17, A, B).

Kõigil pikkadel luudel (reieluul, õlavarreluul jt.) on keskosas *õõs*; seepärast võib neid võrrelda torudega. Inimese sündimisel on luu õõs täidetud *punase luuüdiga* (sidekoe eriliigiga), mis organismi kasvades asendub rasvkoest koosneva *kollase luuüdiga*.

Toruline ehitus tagab organismile vajaliku luude tugevuse vähima materjali kulutusega nende ehitamiseks. See on arusaadav, kui meenutada, et tugevuse poolest toru peaaegu ei jää maha sama läbimõõduga varvast. Ehitustehnikas tehakse metallist trammiliini- ja laternapostid õõnsatena, s. o. torukujulistena.



Joon. 15. Inimese (vasakul) ja orangutangi (paremal) skelett.

Lühikestel ja lamedatel luudel, samuti pikkade luude otstel õõnt ei ole. Nendel on plinkolluse õhukese kihi all käsnollus, mis kogu elu kestes sisaldab punast luuüdi (joon. 17, C).

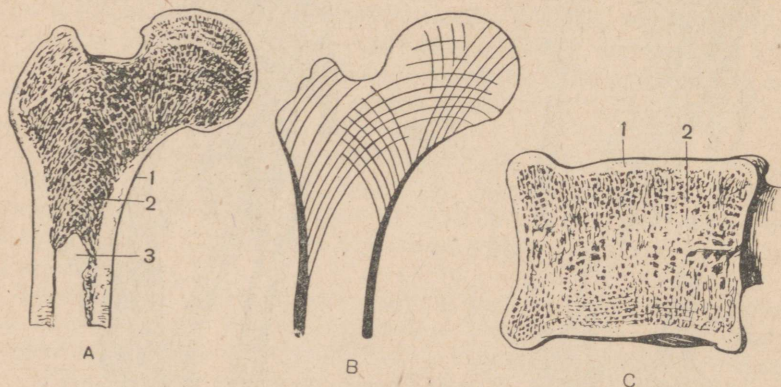
Käsnollus koosneb paljudest *luupõrkadest*. Nad asetsevad neis suundades, kus luul tuleb vastu pidada raskuse survele ja tema külge kinnituvate lihaste tõmbele (joon. 17, B).



Joon. 16. Õlavarreluu.

Luuümbris on lahti lõigatud ja tema ääred kõrvale käänatud.

On kasulik meenutada, et sildade kandmikud koosnevad suurest hulgast taladest. Iga tala pikkus, jämedus ja suund on inseride poolt arvestatud selliselt, et ta kannaks endal silla raskuse teatud osa. Luupõrkade asetuse suund vastab samadele



Joon. 17. Luude ehitus.

A — reieluu ülemise otsa pikilõige; B — luupõrkade asetuse peasuunad reieluu ülemises otsas (skeem); C — lülisamba tüli keha pikilõige; 1 — plinkollus; 2 — käsnollus; 3 — luu õõs.

mehaanika põhimõttele, millele on rajatud ka tehnilised arvestused sildade ehitamisel. See teeb luu kergeks ja ühtlasi vastupidavaks.

Luu peamassi moodustab *luukude* (joon. 7).

**Luude keemiline koostis.** Luud koosnevad *orgaanilisest ainest* ja *mineraalsooladest*.

Hoides luud mõnd aega lahjas soolhappes, võib kõik tema mineraaloolad lahustada. Selline luu koosneb ainult orgaanilisest ainest. Ta paindub kergesti ja kui ta on küllalt pikk, saab teda sõlme siduda.

Hõõguvail sütel ahjus võib luust orgaanilise aine välja põletada. Ainult mineraalooladest koosnev luu säilitab oma kuju, kuid on väga habras ja murdub kergesti.

Elusa luu omadused organismis olenevad orgaaniliste ja mineraalainete sisaldusest selles. Täiskasvanud inimese luu sisaldab kaks osa soolasid ühe osa orgaanilise aine kohta. Niisuguse koostise puhul on tal suurim tugevus ja ühtlasi mõningane elastsus. Mida noorem on inimene, seda enam on tema luudes orgaanilisi aineid, seepärast on laste luud väga painduvad, kuid mitte küllalt kõvad ja tugevad. Raugaikka jõudmisel soolade hulk suureneb ja luud muutuvad rabedaks.

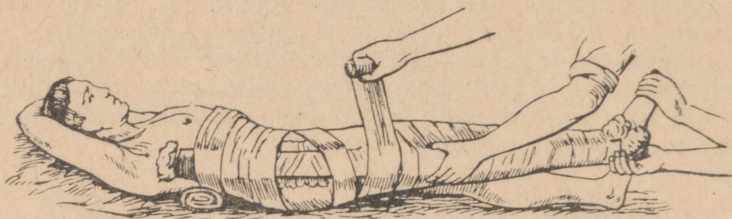


Joon. 18. Kehahoiak istumisel koolipingis.

Et tagada luude normaalset arenemist ja vältida nende võimalikku kõverdumist, ei tohi lapsed tõsta suuri raskusi. Kandes mitmesuguseid esemeid peavad lapsed võrdselt jaotama nende raskuse käte vahel. Suur tähtsus on kehahoiakul koolipingis istumisel, sest sel puhul on skeleti koormus väga suur. Istuma peab vabalt, ennast pingutamata ja sirgelt, toetudes pingi seljatoe vastu ja lauda rinnaga puutumata; küünarvarred peavad asetsema laual, mõlemad õlad asetsema ühel kõrgusel ja jalad põrandal, moodustades põlvepaindes täisnurga (joon. 18). Sellest eeskirjast tuleb kinni pidada ka kodus laua taga töötades. Ei tohi kanda kitsaid ja kõrge kontsaga jalatseid; need põhjustavad vaagna, samuti põia ebanormaalset arenemist (lampjalgsust, varvaste kõverdumist).

**Luumurrud.** Kui tugev luu ka oleks, ta võib murduda. Kõige sagedamini tuleb ette käte ja jalgade pikkade luude murde.

Noores eas, luuümbrise sisekihi rakkude jõulise pooldumise tõttu, kasvavad murdunud luud kinni väga kiiresti. Täiskasvanud inimesel on luuümbris vähem aktiivne ja luumurrud kasvavad kinni märksa aeglasemalt. Kõige raskemini kasvavad luud kinni raugaeas.



Joon. 19. Lahassepanek reieluu murde puhul.

Murdunud luuga jäse tuleb panna täiesti liikumatusse asendisse. Selleks pannakse ta lahase (joon. 19). Lahaseks võib olla kitsas laua- või vineeritükk, papiriba, kepp jne. Et ära hoida võimalikku nihkumist murdumiskohas, peab lahas ulatuma luu mõlema otsa taha. Küünarvarre luude murdumise puhul näiteks asetatakse lahas nii, et selle otsad ulatuvad käelabani ja küünarnukist kõrgemal.

Vigastatud jäseme ümber mähitakse midagi pehmet (vatti, käterätik) ja lahas seotakse tema külge tugevasti, kuid nõnda, et vereringe poleks takistatud. Pärast esmaabi andmist vigastada- saanule tuleb ta kiiresti toimetada arsti juurde.

**Ülesandeid.** 1. Vaadeldge joonisel 15 ahvi skeletti. Leidke sellel osad, mis on ka inimese skeletil. 2. Võtke kaks ühesuurust paberitükki. Rullige üks neist tihkeks varvaks, teistest aga tehke toru (kasutage selleks ümmargust pliiatsit). Proovige, missuguse koormise peab riputama varva ja toru keskele, et nad painduksid. 3. Pange ahju hõõguvaile sütele väikese looma roie või mõni teine luu. Jälgige, mis toimub. Kui luu valgeks tõmbub, võtke ta välja. Mis on luus ära põlenud ja mis järele jäänud? Mis omadused on luu mitte- põleval osal? Teine samasugune luu pange 1—2 päevaks 10% lisse soolhappe lahusesse. Mis toimub luuga? Mis aineist koosneb hapest väljavõetud luu ja mis omadused tal on? Seletage, millest on tingitud luude kuju, kõvadus ja mõningane elastsus.

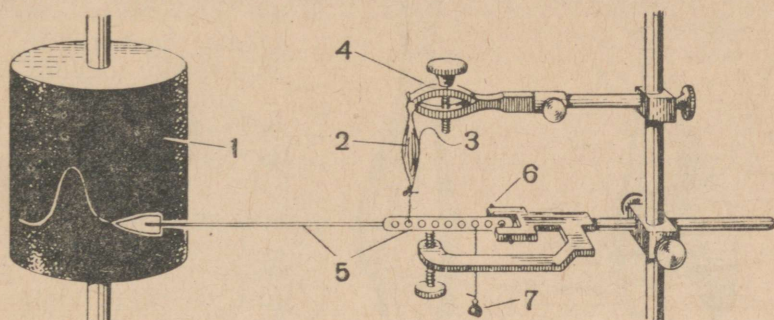
**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis osi eristatakse inimese skeletis, mis ülesandeid ta täidab? 2. Missugune on luude ehitus? 3. Kuidas muutuvad luude keemiline koostis ja omadused elu jooksul? 4. Kuidas tagatakse luude normaalset arenemist lapseas? 5. Kuidas antakse esmaabi luumurdude puhul?

## § 7. Lihaste ehitus ja omadused.

**Lihaste ehitus.** Skeletilihase moodustab vöötlihaskude (joon. 8), mille kiud on sidekoe abil liidetud üksikuiks kimpudeks. Lihast läbib suur hulk veresooni ja närve. Soontes voolav veri toob lihasele toitained ja hapnikku ning viib lihastest ära süsihappegaasi ja teisi elutegevuse saadusi. Närvide kaudu kandub erutus

nii lihasesse kui ka lihase poolt kesknärvisüsteemi. Otsel läheb lihas üle sidekoeliseks kõõluseks, mille abil ta kinnitub luudele.

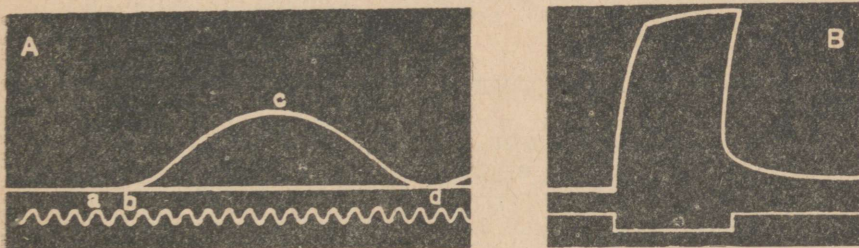
**Lihaste kokkutõmbumine.** Nagu juba öeldud, vastab lihaskude mitmesugustele ärritustele kokkutõmbumisega. Seejuures toimub lihaskiudude ning järelikult ka kogu lihase lühenemine ja jämenemine.



Joon. 20. Konna lihase kokkutõmmete registreerumine:

1 — pikitelje ümber pöörlev silinder; 2 — lihas ja selle närv (3), mida ärritatakse elektrivooluga; 4 — klemm lihase kinnitamiseks; 5 — hoob lihase kokkutõmbe registreerimiseks silindri (1) tahmasel pinnal; 6 — telg, millel pöörleb hoob; 7 — hooba allakiskuv koormis.

Kõige kättesaadavamaks ja sobivamaks objektiks lihase kokkutõmbumise uurimiseks on konna säärelihhas. Looma küljest eraldatud lihase üks ots kinnitatakse liikumatult statiivi külge, teine ühendatakse niidi abil peene hoovaga. Hoova terav ots libiseb kellamehhanismi abil oma telje ümber pöörleva vasksilindri tahmasel pinnal (joon. 20). Kuni lihas on puhkeseisundis,



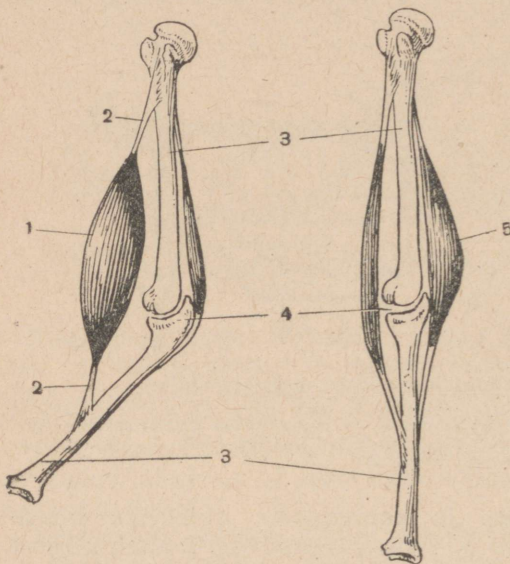
Joon. 21. Lihase ühekordse (A) ja kestva (B) kokkutõmbe kõver:

a — lihase ärritamise silmapilk; ab — peiteerutuse periood; bc — lihase kokkutõmbumise periood; cd — lihase lõtvumise periood. Vasakul joonisel all — kõver, mille iga laine vastab ajavahemikule 0,01 sekundit. Paremäl joonisel all on tähistatud lihase ärritus.

joonestab hoob silindrile rõhtsa sirgjoone. Lihase lühenemine kokkutõmbumisel ja pikenemine lõtvumisel paneb hoova liikuma ning see joonestab kõverjoone.

Lühikese elektrilöögi saab esile kutsuda ühekordse lihase-

*kokkutõmbe*, mis vältab umbes 0,1 sekundit (joon. 21, A). Kui lihas saab sekundis 20 niisugust lööki, siis saab ta iga uue ärrituse 0,05 sekundi järel, s. o. enne kui lõpeb tema lõtvumine. Sel juhul toimub üksikute kokkutõmmete liitumine. Lihas satub *kestva kokkutõmbe* seisundisse (joon. 21, B).



Joon. 22. Lihase kokkutõmbumise skeem:

1 — painutaja-lihas ja 2 — kõõlused, millega ta on kinnitatud luudele; 3 — luud; 4 — liiges; 5 — sirutaja-lihas.

Vasakul on näidatud painutaja-lihase kokkutõmme, mille tulemusena toimub paindumine, paremal sirutaja-lihase kokkutõmme, mis põhjustab sirutamise.

Lihase kõõluselised otsad kinnituvad reeglina kahele naaberluule. Kui lihas kokku tõmbub, läheb ta jämedamaks ja lühemaks ning tõmbab luud teineteise poole (joon. 22). Selle tagajärjel toimub kehaosade liikumine.

Liikumiseta pole elu mõeldav. Inimese igasugust tegevust, alates laadija tööst ja lõpetades kirjaniku omaga, saadavad mitmesugused kehaliigutused. Ka sõnade hääldamine on kõri ja suuõõne lihaste kokkutõmbumise tulemus. Kõik inimese liigutused on suure hulga lihaste kestvate kokkutõmmete tagajärjeks.

Kestvad lihaste kokkutõmbed toimuvad ka rahulikul istumisel ja lamamisel. Nendest oleneb ka

poos, s. o. keha teatud asend ruumis, mille puhul liikumist ei toimu.

**Lihaste kokkutõmbumise põhjus.** Elusas organismis toimub lihaste kokkutõmbumine erutuse toimele, mis saabub neisse kesknärvisüsteemist tsentrifugaalseid närve mööda (värv. tab. X, 6).

Vaatlesime juba, kuidas naharetseptorite ärritamine kutsub esile käelihaste reflektorse kokkutõmbumise (vt. lk. 19). Vaadeldagem veel kaht näidet.

Arstid panevad sageli haige istuma toolile, lasevad tal tõsta ühe jala teisele ja annavad käelaba servaga löögi põlve pihta. Sel juhul toimub põlvekõõluse retseptorite ärritamine. Nendes tekkinud erutusprotsess kandub mööda närve seljaaju kaudu lihastesse, millede kokkutõmbumine põhjustab sääre „üleshüppe“. See on niinimetatud *põlverefleks* (joon. 23). Selle kutsub esile kesknärvisüsteemist lihastesse saabunud erutus.

Kui inimest nimepidi hüütakse, siis pöörab ta pead hääle suu-

nas. Seda liigutust esilekutsuvate lihaste kokkutõmbumine toimub reflektorselt, närvierutuse mõjul. Erutus tekib kuulmiselundi retseptoreis ja kandub lihastesse peaaegu kaudu.

### Lihaste töö olenevus kogu organismi tegevusest.

Lihaste kokkutõmbumiseks on vaja energiat. Kust see võetakse?

On teada, et iga keemiline reaktsioon toimub kas energia neeldumisega või energia vabanemisega. Elavhõbeahela lahutamiseks elavhõbedaks ja hapnikuks peab teda soojendama. See on reaktsiooni näide, mille puhul soojusenergia neeldub. Vastupidi, vävelraua moodustumisega rauast ja vävlist käib kaasas energia vabanemine soojuse näol.

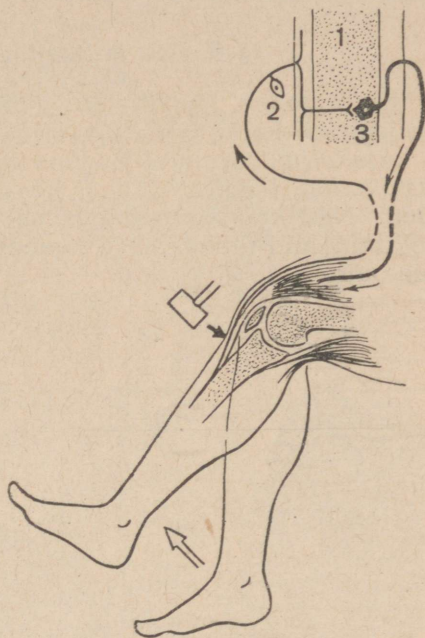
Kokkutõmmeteks vajaliku energiat saab lihas tema koostisse kuuluvate ainete keemilistest lagundusreaktsioonidest. Osa vabanevast energiast kulub seejuures lihase tehtavaks tööks, osa aga eraldub soojuse näol. Sellega on seletatav asjaolu, et lihaste kokkutõmbumisega kaasneb alati keha soojenemine.

Lihases lagunduvad orgaanilised ühendid asenduvad uutega, mis moodustuvad vere poolt soolestikust toodavaist aineist. Samuti toob veri kopsudest lagundusprotsessidest osavõtvat hapnikku.

Lagundusreaktsioonide tulemusena tekivad vesi, süsihappegaas ja teised ühendid. Nad pole lihaste tegevuseks mitte ainult tarbetud, vaid isegi kahjulikud. Veri viib need saadused neerudesse, nahasse ja kopsudesse, mis neid organismist eritavad.

Lihaste kokkutõmbed olenevad järelikult seede-, hingamis-, eritus- ja vereringeelundite tegevusest. Lihaste kokkutõmbumist põhjustab nendesse kesknärvisüsteemist saabuv erutus. Seega oleneb lihaste töö kogu organismi tegevusest tervikuna.

**Ülesanne.** Paljastage oma vasak käsi, suruge käsi rusikasse ja lähendage küünarvars tugeva pingutusega õlale. Kuidas muutus õlavarre esiküljel paiknevate lihaste kuju ja kõvadus: kas on nad kokku tõmbunud või lõtvunud?



Joon. 23. Põlvrefleksi skeem:

1 — seljaaju; 2 — tsentripetaalne neuron;  
3 — tsentrifugaalne neuron.

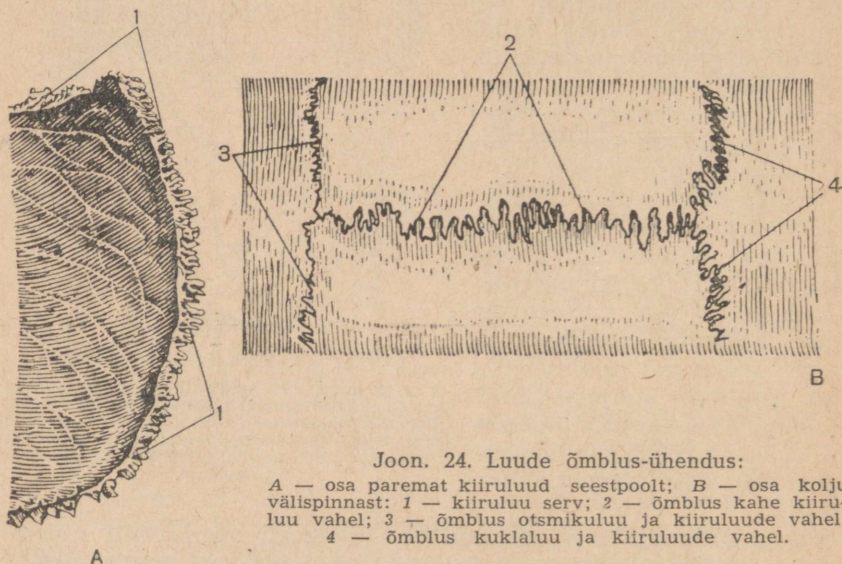
Peened mustad nooled näitavad närvierutuse teed kõõluseretseptoreilt seljaajusse ja viimaselt jalga põlvelliges sirutavaisse lihastesse.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune on lihaste ehitus? 2. Mis omadus on lihastel ja kuidas seda uuritakse? 3. Mis tähtsus on lihastel organismis? 4. Mis kutsub esile lihaste kokkutõmbumise (seletada näite varal)? 5. Kust saadakse lihaste kokkutõmbumiseks vajalik energia? 6. Miks on lihaste töö kogu organismi tegevusest?

## § 8. Pea ja kaela skelett ja lihased.

**Kolju ehitus.** Pea skeletti nimetatakse koljuks (värv. tab. II). Ta jaguneb kahte ossa: ajukoljuks ja näokoljuks.

**Ajukolju** on kujult lähedane kerale. Tema koosseisu kuuluvad: *otsmikuluu*, kaks *kiiruluud*, kaks *oimuluud*, *kuklaluud* ja teised luud. Neil kõigil on kaunis paksude kooldunud plaatide kuju. Selliseid luud nimetatakse *lamedaiks*. Nad on kindlaks kaitseks peaaajule.



Joon. 24. Luude õmbulus-ühendus:

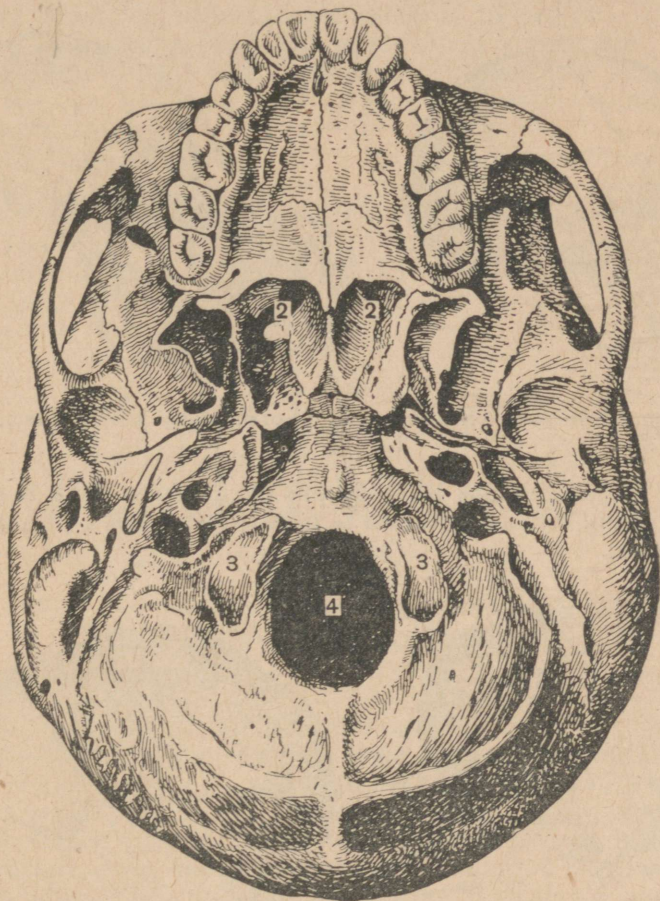
A — osa paremat kiiruluud seestpoolt; B — osa kolju välispinnast: 1 — kiiruluu serv; 2 — õmbulus kahe kiiruluu vahel; 3 — õmbulus otsmikuluu ja kiiruluude vahel; 4 — õmbulus kuklaluu ja kiiruluude vahel.

Ajukolju üksikluud on üksteisega ühendatud õmbuluste abil; sellist ühendust nimetatakse *liikumatuks*. Õmbuluse moodustavad kahe luu sakilised servad, kusjuures ühe luu hambad asetsevad teise luu hambavahedes (joon. 24).

Ajukolju ülemine ja külgmised pinnad on suhteliselt siledad. Tema põhimik aga on kaetud mitmesuguste kühmude ja konarustega, sest selle külge kinnituvad väga tugevad lihased (joon. 25). Peale selle on ajukolju põhimikus mulgud, mida läbivad veresoone ja närvid. Ajukolju põhimikul on suur *kuklamulk*, mille kaudu seljaaju on ühendatud peaaajuga. Ajukolju põhja ja külgpindade piiril on *väliskuulmekäigud*. Kuklaluu alumisel pinnal, kummalgi pool kuklamulku, asetsevad *kuklapõndad*, millede abil kolju on ühendatud lüüsisambaga.

Ajukoljus on õõs, mida täidab aju.

Näokolju koosneb paarilistest luudest — ülalõualuudest, sar-naluudest, ninaluudest ja suulaeluudest, paaritust alalõualuust ja mõnedest teistest luudest (värv. tab. II). Kõik luud peale alalõua-



Joon. 25. Kolju põhimik:

1 — suulaelud; 2 — ninaõõnt neeluga ühendav ava; 3 — kuklapõndad kuklaluul, mille abil kolju on ühendatud lülisambaga; 4 — kuklamulk.

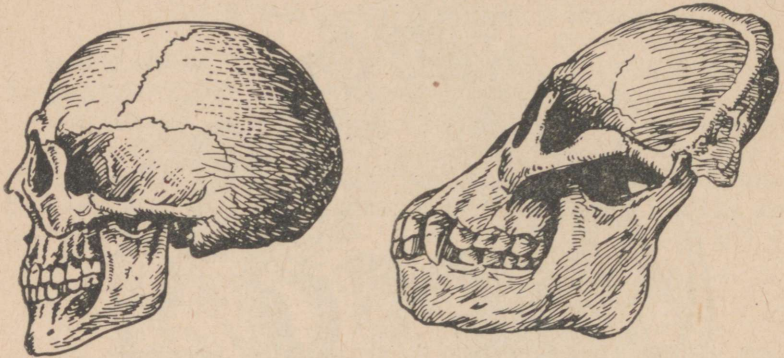
luu on üksteisega ühendatud liikumatult. Näokoljus on kaks silmakoobast, nina- ja suuõõs.

Silmakoobas on sügav lohk, milles asetseb silmamuna ühes oma närvide, soonte ja lihastega.

Ninaõõnel on eespool kolju välispinnal ava ja tagapool on ta kahe ava kaudu ühenduses neeluga (joon. 25, 2). Luust vahesein jagab ninaõõne paremaks ja vasemaks pooleks. Kumbki neist on kolme luukesega jagatud kitsasteks ninakäikudeks (joon. 60, 3, 4).

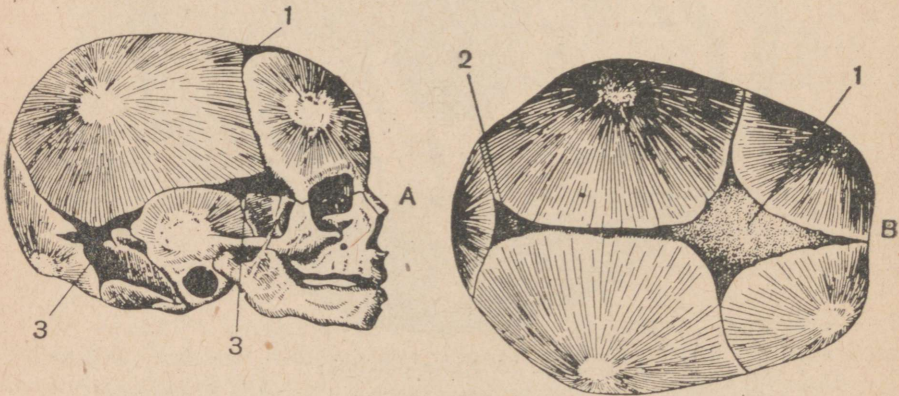
Suuõõnt eraldavad ninaõõne suulaeluud ja ülalõualuude jätked (joon. 25, 1). Suuõõne külgi piiravad ülalõualuude ja alalõualuu ääred.

Inimese koljul on samad osad ja luud, mis imetajate koljulgi.



Joon. 26. Inimese kolju (vasakul) ja orangutangi kolju (paremal).

Inimese kolju oluliseks iseärasuseks on ajukolju üsna tugev arenemine (joon. 26). Imetajail on ta näokoljust tublisti pisem (sageli mitu korda).



Joon. 27. Vastsündinu kolju küljelt (A) ja ülalt (B):  
1 — otsmikulõige; 2 — kuklalõige ja 3 — külgmised lõigemed.

**Kolju vanuselised iseärasused.** Mitte ainult luude keemiline koostis ja kõvadus (vt. lk. 25), vaid ka nende teised omadused ei ole inimese eri elujärkudes ühesugused.

Vastsündinu koljuluud pole täielikult luustunud: nende koostisse kuuluvad kõhred ja sidekude. Otsmiku-, kukla- ja teised luud koosnevad igaüks mitmest osast. Luude servadel ei ole ham-

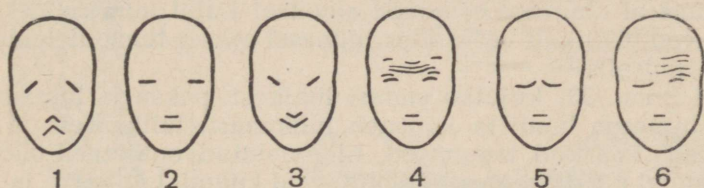
baid ja nad on üksteisega ühendatud mitte õmblustega, vaid sidekoeliste kileribadega. Mitme luu nurga kokkupuute kohal need ribad laienevad ja moodustavad lõgemeid ehk fontanelle (joon. 27).

Pärast sündimist liituvad üksikud luud üksteisega. Lõgemed kasvavad kinni, kujunevad õmblused, lõpeb luustumine. Toimub luude kasvamine. 30 aasta vanuses algab õmbluste kinnikasvamine. Vanas eas langevad välja hambad ja kaovad sombud, milles nad asetsevad.

Seega kolju, nagu muide ka kogu skelett, muutub inimese kogu elu jooksul.

**Lihased.** Pea ja kaela lihased võib jagada mälumis-, miimilisteks ja pead liigutavaiks lihasteks (värv. tab. III).

**Mälumislihast** on kerge käega katsuda, kui hambad kokku suruda. Ta kergitab alalõualuud. Teised mälumislihased nihutavad lõualuud ette ja külgede poole.



Joon. 28. Näoilme eri miimiliste lihaste kokkutõmbumisel:

1 — kurbus; 2 — rahu; 3 — rõõm; 4 — tähelepanu; 5 — mõtisklus; 6 — küsiv tähelepanu.

**Miimilised lihased** kinnituvad luudele erinevalt kõigist teistest lihastest ainult üht otsa pidi, teise otsaga aga lõpevad nahas. Nende kokkutõmbumine ei põhjusta luude liigutusi, vaid naha üksikute osade nihkeid. Selle tagajärjel muutub näoilme, näo miimika (joon. 28). Nende lihaste tugev arenemine on inimese iseloomulik iseärasus, mis teda loomadest eristab.

Pea liigutusi põhjustavad lihased paiknevad kaelal. Nimetame üht neist — *rinnaku-rangluu-nibujätke-lihast*. Ta algab kahe peaga — ühega rinnakul, teisega rangluul, ja kinnitub oimuluule. Lihast on kerge kaelal käega katsuda, kui pöörata pea kõrvale. Lihase kokkutõmbumisel ühel kaela poolel kaldub pea selle lihase poole, nagu aga pöördub üles ja vastaspoole. Mõlema lihase üheaegne kokkutõmbumine kallutab pea taha.

**Ulesandeid.** 1. Kasutades koljut ja värvilist tabelit II leidke oma peal kohad, kus asetsevad tundmaõpitud luud. 2. Leidke koljul otsmiku- ja ülalõualuu ning tehke kindlaks, missuguste luudega nad moodustavad õmblusi. 3. Kasutades värvilist tabelit III, leidke endal käega katsudes mälumis- ja rinnaku-rangluu-nibujätkelihase ning tehke kindlaks miimiliste lihaste asukohad.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis osadeks jaguneb kolju ja kuidas on ühendatud tema luud? 2. Mis iseärasus on ajukolju põhimikul ja millega seda seletada? 3. Mis õõsi on näokoljul? 4. Milles avaldub inimese ja imetajate kolju sarnasus ja erinevus? 5. Kuidas muutub kolju olenevalt vanusest? 6. Mis rühmadeks liigitatakse pea ja kaela lihaseid?

## § 9. Kere skelett ja lihased.

Kere skelett koosneb *lülisambast* ja *rindkerest*.

**Lülisammas.** Lülisammas (selgroog) on skeleti põhitoeaks ja kannab endal kere ülemiste jäsemete ja pea raskust. Ta koosneb 33—34 lülist: 7 kaela-, 12 rinna-, 5 nimme-, 5 ristluu- ja 4—5 õndralülist (joon. 29). Inimese lülisambal võib kergesti eristada neli kõverdust.

*Kõverdused* kaela- ja nimmepiirkonnas on pööratud kumerusega ette-, rinna- ja ristluupiirkonnas tahapoole (joon. 29). Need kõverdused aitavad kehal säilitada tasakaalu ja nõrgendavad tõukeid käimisel, hüppeil ja jooksmisel. Ühelgi loomal selliseid kõverdusi ei ole. Nad esinevad algelisel kujul inimahvidel, kuid kujunevad täielikult välja alles inimesel seoses tema üleminekuga püstiseismisele.

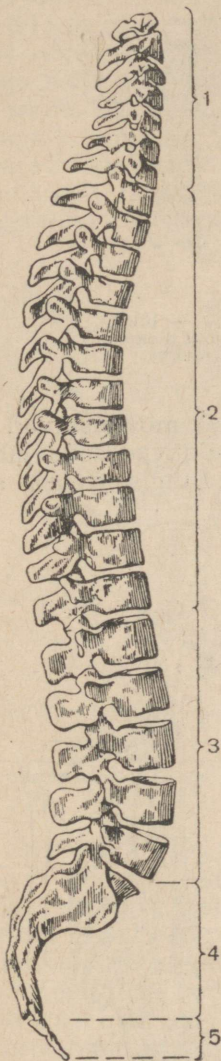
*Lüli* (joon. 30) kujutab endast lühikest, paksu ja kaunis keeruka ehitusega luud: ta koosneb lülikehast, lülikaarest ja reast jätketest. Paaritud tagumised, niinimetatud ogajätked moodustavad seljal käega kergesti kombitavaid kühmi. Lülikaare ja -keha vahel on suur ava. Lülide asetsedes üksteise peal moodustavad need avad *lülisambakanali*, milles asub seljaaju.

Mida alamal asetsevad lülid, seda suuremad nad on, sest et nad kannavad pealpool paiknevate kehaosade järjest suurenevat raskust. Ristluulülid kasvavad kokku üheks massiivseks luuks — *ristluuks* (joon. 31). Tal on tipuga alla- ja alusega ülespoole suunatud püramiidi kuju. Ristluu vaagnaõõne poolne eesmine külg on suhteliselt sile ja nõgus; tagumine külg on kumer ja krobeline, kuna sellele kinnituvad tugevad lihased.

Õndralülide arv ei ole püsiv. Nad koosnevad ainult lülikehast ja võivad liituda üheks luuks. See lülisamba väljaarenemata ja ilma talitluseta osa on inimese loomadest eellaste saba jäänus.

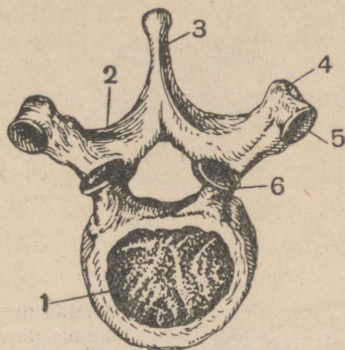
Lülikehi eraldavad üksteisest paksud elastsed kõhrest vahelihid. Kui lihased tõmbuvad kokku näiteks lülisambast paremal pool, siis surutakse kokku ja õhenevad kõhrede paremad pooled, vasakud pooled aga vastupidi paksenevad selle tõttu, et rõhumine nende väheneb (joon. 32). Tagajärjeks on lülide väike liikumine. Niisugust ühendust kõhrede abil nimetatakse *väheliikuvaks ühenduseks*. Üksikülilide väikesed liigutused liituvad. See võimaldab lülisambale tervikuna kaunis suurt liikuvust pöõrete näol püsttelje ümber ja paindumiste näol ette, taha ja külgede poole.

**Rindkere.** Rinnalülid on ühenduses 12 roidepaariga. *Roiatel* on kitsaste kaarjate plaatide kuju; nende eesmise otsal asendub huu



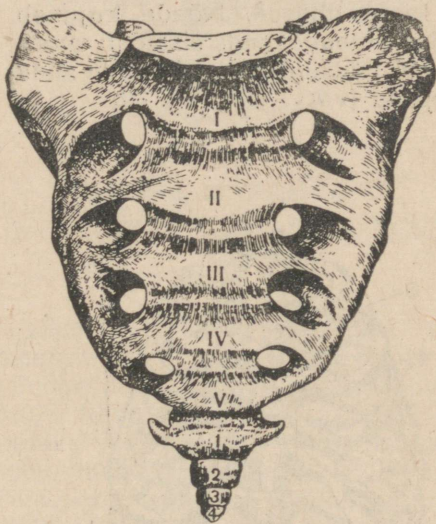
Joon. 29. Lülisammas:

1 — kaela-, 2 — rinna-,  
3 — nimme-, 4 — rist-  
luu- ja 5 — õndrapiir-  
kond.



Joon. 30. Rinnalüli (ülalt):

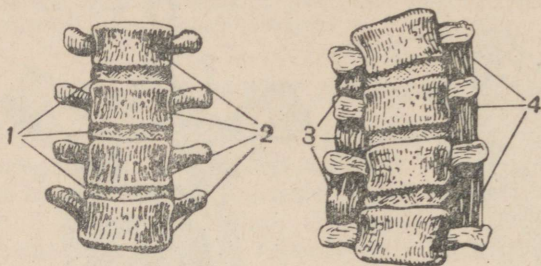
1 — lülিকেहा; 2 — lülिकाऱ; 3 —  
ogajätke; 4 — ristijätke; 5 — roi-  
dega liitumise koht; 6 — jätke,  
mille abil lüli on ühenduses peal-  
pool asetseva lüliga.



Joon. 31. Ristluu ja õndraluu (eespoolt).

Rooma numbritega on tähistatud kokkukas-  
vanud ristluulülid, araabia numbritega  
kokkukasvanud õndralülid. Külgedel on  
näha avasid, mille kaudu väljuvad närvid.

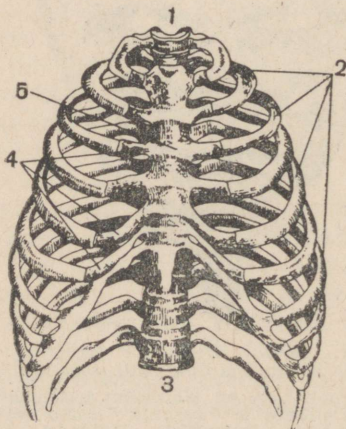
kõhrega. Ülemised 10 roidepaari on kõhrede abil ühendatud kitsa lameda luuga — rinnakuga. 11. ja 12. roidepaar on lühikesed ja lõpevad vabalt.



Joon. 32. Lülide ühendus:

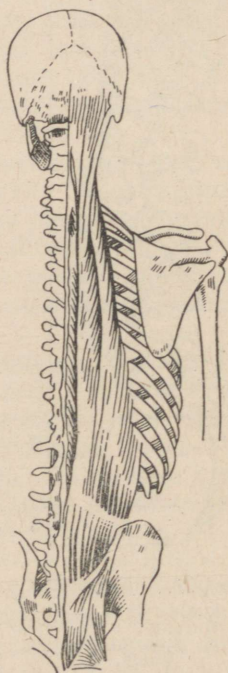
- 1 — kõhrest vahekihid lülide vahel; 2 — lülid;  
3 — lülidevahelised lihased kokkutõmbunud olekus;  
4 — lülidevahelised lihased lõtvunud olekus.

Rinnalülid, roided, nende kõhred ja rinnak moodustavad rindkere (joon. 33). Rindkere ülemist avaust täidavad seda läbivad trahhea, söögitoru, veresooned ja närvid, alumist avaust suleb vahelihas. Roietevahemikke katavad kinni lihased. Nõnda kujuneb kinnine rinnakõõs, mis sisaldab endas selliseid tähtsaid elundeid nagu süda ja kopsud (värv. tab. I, 6, 20).



Joon. 33. Rindkere (eespoolt):

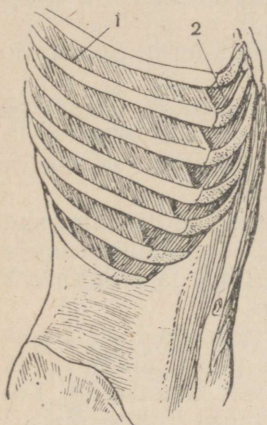
- 1 — esimene rinnalüli; 2 — roided;  
3 — kahesteistkümmes rinnalüli; 4 — roidekõhred; 5 — rinnak.



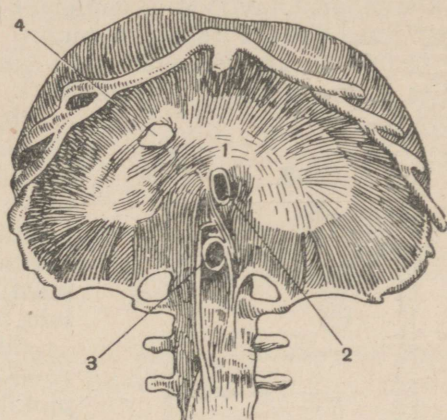
Joon. 34. Lülisammast sirutavad selja sügaval asetsevad lihased.

**Lihased.** Kere lihased (värvilised tabelid III ja IV) võib liigitada kolme rühma: 1) lülisammast liigutavad, 2) rindkeret liigutavad ja 3) kõhuseinu moodustavad lihased.

Lülisammast liigutavad lihased asetsevad peamiselt selle selgmisel küljel. Nad põhjustavad oma kokkutõmbumisega selja sirutumise ning kere kaldumise paremale ja vasakule (joon. 34). Keha püstist hoiakut kindlustavad sirutajalihased on väga koormatud. Tunnis istuval õpilasel väsivad nad tugevasti. Seepärast tehakse koolipingi seljatugi madal: asetledes lülisamba nimmeõõnes ta toetab lülisammast alt ja kergendab nimetatud lihaste tööd.



Joon. 35. Roietevahelised lihased:  
1 — välimised, 2 — sise-  
mised roietevahelised  
lihased.



Joon. 36. Vahelihas:  
1 — kõõluseline kese; 2, 3 ja 4 — avad, mida  
läbivad söögitoru, aort ja alumine õõnesveen.

Rindkeret liigutavad lihased asetsevad roiete vahel ja neid nimetatakse *sisemisteks ja välimisteks roietevahe- listeks lihasteks* (joon. 35). Seoses lihaskiudude erineva suunaga esimesed vajutavad roideid alla, teised aga tõstavad neid.

Rindkere lihaste hulka loetakse ka *vahelihas* ehk *diafragma* — lame lai kõõluselise keskmega lihas (värv. tab. I, 19; joon. 36). Vahelihasel on kumerusega ülespoole suunatud kupli kuju. Lihase kokkutõmbumisel kuppel madaldub ja rinnaõõne läbimõõt vertikaalsuunas suureneb.

Roietevahelised lihased ja vahelihas etendavad suurt osa hingamisliigutuste puhul.

Kõhuseina lihastel on laiade plaatide kuju; nad piiravad kõhuõõnt igast küljest. Nende kokkutõmbumisel kaldub kere ette- ja külgede poole. Kui inimene pikali heidab ja voodist kätega kinni hoides oma kerele liikumist ei võimalda, kutsub nende lihaste kokkutõmbumine esile vaagna ja jalgade liikumise.

**Ülesandeid.** 1. Kasutades skeletti ja jooniseid, leidke endal kere luud. 2. Leidke kombates seljal lülisamba lülide ogajätked. 3. Leidke endal roiete vaheliste ja kõhuseina lihaste asukohad, leidke kombates luud, millelele nad kinnituvad.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguse ehitusega on inimese lülisamm ja milles ta erineb imetajate lülisambast? 2. Missuguse ehitusega on lülisamba lüli? 3. Kuidas on üksteisega ühendatud lülisamba lülid ja miks niisugust ühendust nimetatakse väheliikuvaks? 4. Missugune ehitus on rindkerel? 5. Missugusteks rühmadeks liigitatakse kere lihaseid?

## § 10. Ülemiste jäsemete skelett ja lihased.

**Õlavööde.** Õlavööde on mõlemal jäsemel ühine. Selle moodustavad kaks aba- ja kaks rangluud.

**Abaluu** on kujult kolmnurkne luu. Tema ühel nurgal on lohk, milles paikneb õlavarreluu pähik.

**Rangluu** kujutab endast kõvemat luud, mis üht otsa pidi on ühendatud abaluuga ja teist otsa pidi rinnakuga.

**Käsi.** Ülemise jäseme skelett koosneb õlavarreluust, küünarluust, kodarluust ja arvukaist käelaba luudest.

**Õlavarreluu** on ülemises otsas poolkerajas pähik, alumine ots on plokikujuliselt jämenenud. Ees- ja tagaküljel ploki kohal on lohud, milledes asetsevad küünarluu jätked.

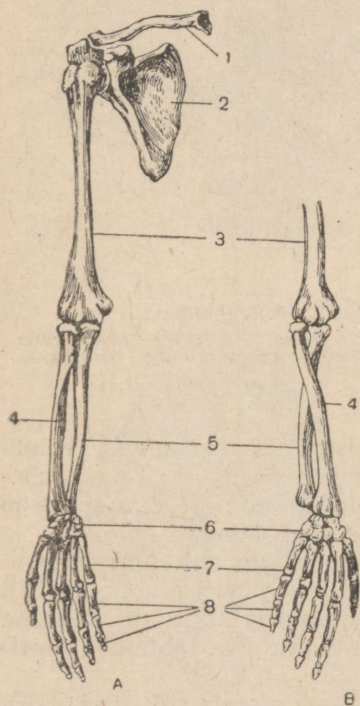
**Küünar- ja kodarluu** kuuluvad küünarvarre koosseisu. Ülemiste otstega on nad ühendatud õlavarreluuga ja alumistega käelabaga. Peale selle on nad oma mõlemas otsas ühendatud teineteisega.

Käelaba moodustavad randme ja kämbla luud ning sõrmelülid.

**Ranne** koosneb kahest reast väikestest luudest, millede pikkus, laius ja jämedus on umbes võrdsed. Nad on ühendatud küünarvarre luudega, üksteisega ja kämbla luudega.

**Kämblaluu**, arvult viis, kuuluvad pihu koosseisu.

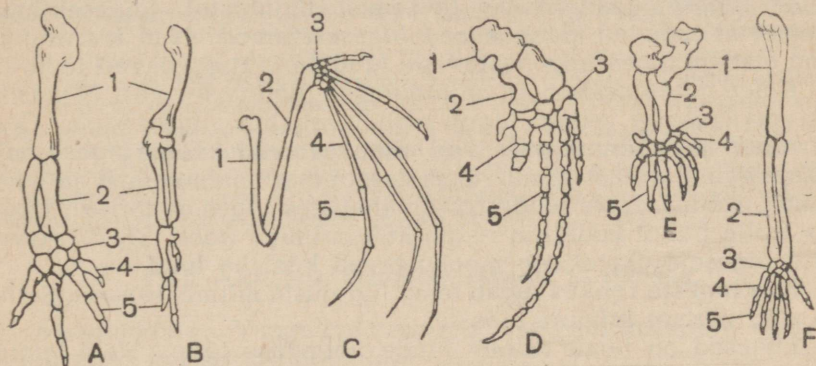
**Sõrmeluu** moodustavad sõrmede skeleti.



Joon. 37. Ülemise jäseme skelett peopesaga ettepoole (A) ja tahapoole (B) pööratud käelaba asendi puhul:

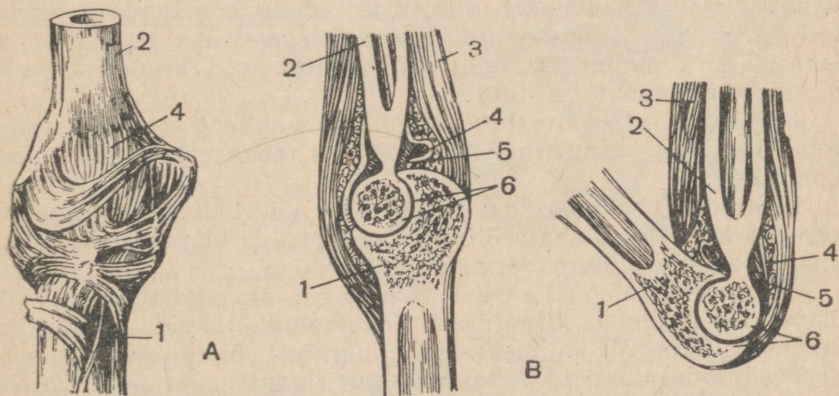
1 — rangluu; 2 — abaluu; 3 — õlavarreluu; 4 — kodarluu; 5 — küünarluu; 6 — randmeluud; 7 — kämblaluu; 8 — sõrmeluu.

Inimese käe ja selgroogsete eesjäseme skeleti ehituses on palju sarnasust (joon. 38). Ent inimese üleminek püstiasendile avaldus tugevasti ülemiste jäsemete ehituse iseärasustes. Et neil ei tulnud enam olla toeks kõndimisel ja nad said vabaks, täius-tusid nad tööliigutuste osas. Töö põhjustas sõrmede, eriti pöidla tugeva arenemise.



Joon. 38. Mitmesuguste selgroogsete ja inimese eesjäseme skeletid:  
 A — salamandri, B — linnu, C — nahkhiire, D — vaala, E — muti eesjäse; 7 — inimese ülemine jäse. 1 — õlavarreluu; 2 — küünarvarre luud; 3 — randmeluud; 4 — kämblaluu; 5 — sõrmeluu.

**Liigesed.** Käte luud moodustavad üksteisega *liikuvad* ühendused, mida nimetatakse *liigesteks* (joon. 39).



Joon. 39. Küünarliiges:

A — liigeskihn selles asetsevate sidemetega; B — liigese läbilõiked; 1 — küünarluu liigeseauguga; 2 — õlavarreluu liigesepehikuga; 3 — lihased; 4 — liigeskihn; 5 — liigeseõõs; 6 — liigesekõhr luude liigesepeindadel.

Liigesesse kuuluvate luude otstel on siledad, otsekui poleeritud *liigesepeinnad*, mis on kaetud valge läikiva *liigesepehikuga*. Tavaliselt on ühe liigest moodustava luu liigesepeind kumer ja

kannab *pähiku* nimetust, teisel on ta nõgus ja teda nimetatakse *liigeseauguks*. Luud on teineteisega ühendatud *liigesekihnu* abil. See koosneb tugevast sidekoest ja on väga vastupidav. Liigese-kihn kinnitub mõlema luu liigesepeindade äärtele ja moodustab hermeetiliselt suletud *liigeseõõne*, mida vooderdab erilist vedelikku nõristav kest. See vedelik etendab võide osa, mis hõlbustab luude liigesepeindade vaba libisemist liigutustel. Liigesekihnul asetsevad tugevad sidekoelised *liigesesidemed*. Nad kinnituvad oma otstega liigest moodustavaile luudele ja tugevdavad teda.

Kõige mitmekesisemad on liigutused *õlaliigeses*, sest õlavarreluu poolkerajas pähik liigub vabalt abaluu liigeseaugus. Õlavarreluu ja küünarvarre luud moodustavad *küünarliigese*, mis võimaldab liigutust ainult ühes tasapinnas: painutamist ja sirutamist. Küünarvarre luude otste vahelistes liigestes toimub liigutus, mille puhul kodarluu ristub küünarluuga (joon. 37, B). Arvu- kaid liigeseid üksteisega moodustavad käelaba luud.

Käe liigete rohkus tagab tema liigutuste mitmekesisuse. Sellel on suur tähtsus inimese töös.

Liigesed on laialt esinev luude ühenduse tüüp. Neid leidub ka varem kirjeldatud luude vahel. Alalõualuu näiteks moodustab liigese oimuluuga (värv. tab. II), kuklaluu esimese käelalüliga (joon. 25), roided rinnalülidega (joon. 30, 5) jne.

Järskude liigutuste või raskuste ebaosava tõstmise puhul võib luu pähik liigeseaugust välja tulla — juhtub *nihestus*. Liigeseaugust väljalangenud luuots rõhub liigesekihnule ja venitab seda, tekitades lõikavat valu. Verejooksu ärahoidmiseks, samuti valu vähendamiseks asetatakse nihestuse kohale külma veega täidetud kummikott. Liigese liikumatuks tegemiseks pannakse ta lahasse. Luu paigaleseadmine tuleb jätta arsti hoolde, ilma et püütaks seda omal jõul teha.

Mõnikord tuleb ette *liigesesidemete venitust*. Neil juhtudel seotakse liiges samuti tugevasti kinni ja tehakse liigesele külma kompressi.

**Lihased.** Õlavöödet liigutavad lihased algavad kerel ja kinnituvad aba- või rangluule. Nende lihaste seast võiks nimetada *trapetslihas* (värv. tab. IV).

Õlavart liigutavad lihased algavad rindkerel või õlavöötme luudel ja kinnituvad õlavarreluule. Nende kokkutõmbumine põhjustab mitmekesisid liigutusi õlaliigeses. Nende lihaste hulka kuuluvad *deltalihas*, *suur rinnalihas* ja *selja lailihas* (värv. tabelid III, IV).

Küünarvart liigutavad lihased algavad õlavarre- ja abaluul ning kinnituvad küünar- ja kodarluule. Nad kutsuvad esile painutuse ja sirutuse küünarliigeses. Tähtsamaiks lihasteks selles rühmas on õlavarre sisepeinnal paiknev *kakspealihas* (painutaja) ja välispeinnal asetsev *kolmpealihas* (sirutaja).

Käelaba ja sõrmi liigutavad lihased on väga arvukad. Nad kutsuvad esile käelaba ja sõrmede painutuse ja

sirutuse, sõrmede lähendamise üksteisele ja nende eemaldumise üksteisest. Eriti tugevasti on lihased arenenud põidlal, mis võib asetuda kõikide teiste sõrmede vastu. Sellel on tohtu suur tähtsus igasuguse töö ja kirjutamise puhul.

**Ulesandeid.** 1. Leidke sõrmedega katsudes oma käel tundaõpitud luud. 2. Leidke skeletil kodarлуу ja tehke kindlaks, missuguste luudega on ta ühendatud. 3. Kasutades joonist 37, tehke liigutus, mille puhul kodarлуу ristub küünarлуuga. 4. Tehke kindlaks, missugused liigutused on võimalikud sõrmelülde vahelistes ning sõrmelülde ja kämblaluude vahelistes liigestes. 5. Kombine enda kehal läbi selles paragrahvis nimetatud lihaseid või nende asukohti.

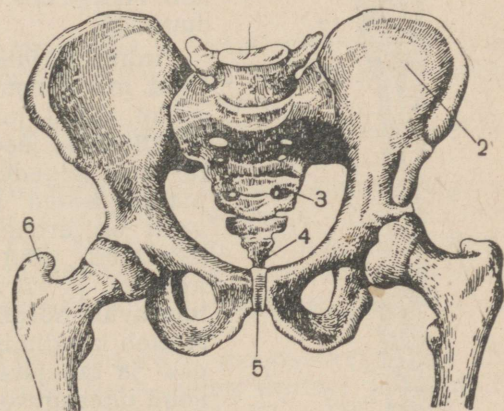
**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis luud kuuluvad õlavöötme koosseisu ja käe koosseisu? 2. Milles seisab inimese käe ja imetajate eesjäseme skeleti sarnasus ja erinevus? 3. Missuguse ehitusega on liiges? 4. Mis on nihestus ja missugust abi antakse tema puhul enne arsti kohaleilmumist? 5. Missugused liigutused on teile tuntud liigestes võimalikud? 6. Missugusteks rühmadeks saab liigitada ülemise jäseme lihased?

## § 11. Alumiste jäsemete skelett ja lihased.

**Vaagnavööde.** Vaagnavöötme moodustavad lamedate vaagnaluude paar ja ristлуу (joon. 40).

**Vaagnaluu** on kõige laiem luu kogu skeletis. Kuni 16—17 aasta vanuseni koosneb vaagnaluu kolmest üksteisest kõhrega eraldatud luust. Kõhr luustub järk-järgult ja luud kasvavad kokku üheks luuks. Nende liitumiskohal on kaunis suur liigeselohk. Esiküljel on vaagnaluud ühendatud teineteisega, tagaküljel aga moodustavad vähe-liikuva ühenduse ristлуuga.

Vastavalt keha püstitasendile on inimese vaagen suhteliselt laiem ja massiivsem imetajate omast, kuna kannab endast kõrgemal asetsevaid elundeid. Vaagna kaitse- ja tugifunktsiooniga on kooskõlas ka tema luude paindunud paksude plaatide taoline kuju ja nendevahelise ühenduse liikumatus.



Joon. 40. Vaagnavööde:

1 — alumine nimmelüli; 2 — vaagnaluu; 3 — ristлуу; 4 — õndraluu; 5 — vaagnaluude kokkukasvamise koht; 6 — reieluu.

**Jalg.** Jala skelett koosneb reieluust, sääreluudest ja põiast (joon. 41).

**Reieluu** on kõige pikem luu kogu skeletis. Tema ülemine osa on kerajas ja seda nimetatakse *pähikuks*. Sellest allpool asetseb

kaks kühmu, mille arenemine on tingitud kahe väga suure lihase kinnitumisest selles kohas.

Luu pähik asetseb vaagna liigeselohus, moodustades *puusaliigese*, mis kuulub kerakujuliste liigete liiki. Nagu õlaliigeski võimaldab ta väga mitmekesiseid liigutusi, kuid nende ulatus on märksa väiksem.

Säär koosneb kahest pikast luust: *sääreluust* ja viimasest väliskülje pool asetsevast *pindluust*.

Reieluu moodustab sääreluuga *põlveliigese*, millesse kuulub ka *põlvekeder* — väike kolmnurkne luu. Põlveliiges võimaldab ainult painutust ja sirutust.

Pöia moodustavad pöiapära ja pöialaba luud ning varbaluud.

*Pöiapäral* on mitu luud, milledest suurim on *kannaluu*. Sääre luud moodustavad ühega neist liigese, mis võimaldab peamiselt painutus- ja sirutusliigutusi.

*Pöialaba* koosneb viiest pikast luust.

*Varbaluud* moodustavad varvaste skeleti. Nende arv on niisama suur kui sõrme luudelgi.

Inimese jala skeetil on needsamad luud, mis maismaaselgroogsete tagajäsemelgi. Kuid inimene toetub püstiasendis ainult ühele jäsemepaarile. Sellega seoses on tema jalgade luud märksa pikemad ja massiivsemad käte luudest; väga tugevasti on arenenud pöiapära luud, eriti kannaluu; põid on oma keskosas veidi kõrgem ja võlvikujuline (joon. 42), mis tunduvalt nõrgendab raputusi, mida keha tunneb kõndimisel. Enamikul imetajail on ees- ja tagajäsemete luud arenenud peaaegu ühesuguselt ning pöial ei ole kunagi inimese pöiale omaseid iseärasusi.

Võrreldes inimese käe ja jala skeetti, ei saa jääda märkamata sarnasus nende ehituses. Kummalgi neist on kolm osa, millest ülemise moodustab üks luu (õlavarreluu, reieluu), keskmise kaks luud (küünar- ja kodarluu; sääre- ja pindluu) ja alumise hulk luud (kaelaba, põid). Ent käed on töötamiselundid ja nende luud

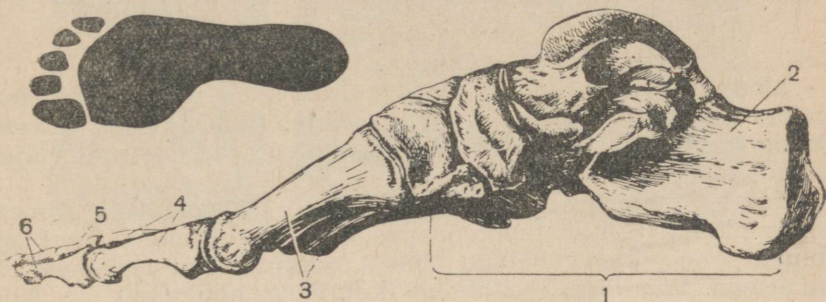
märksa lühemad, peenemad ja üksteisega liikuvamalt ühendatud kui keha toena ja liikumiseks kasutatavate jalgade luud.



Joon. 41. Alumise jäseme skelett:

1 — vaagnaluud; 2 — reieluu; 3 — põlvekeder; 4 — sääreluu; 5 — pindluu; 6 — pöiapära luud; 7 — pöialaba luud; 8 — varbaluud.

**Luude kuju ja nende talitlus.** Siseelundeid väliskeskkonna mõjude eest kaitsvatel luudel on paindunud plaatide kuju. Sellistest lamedatest luudest koosnevad kolju ja vaagen. Kaunis pak-sude ja kitsaste plaadikeste kuju on ka rindkere koosseisu kuulu-vail roietel.



Joon. 42. Pöid.

Üleval jälg maapinnal, all skelett; 1 — põiapära luud, nende seas kannaluu (2); 3 — põialaba luud; 4, 5, 6 — varbaluud.

Seal, kus skelett tagab stabiilsust ja ühtlasi mõningat liikuvust, koosneb ta lühikestest, korrapäratu kujuga luudest. Selline ehitus on lülisambal.

Järelikult on luude kuju ja ehituse vahel tihe vastastikune seos.

**Lihased.** Reit liigutavad lihased algavad vaagnal, moodustades tuharaid, ja kinnituvad reieluule. Siia kuuluvad *tuharalihas* (värv. tab. IV). Nende kokkutõmbumine põhjustab liigutusi puusaliigeses. Etendades suurt osa keha püstiasendi säilitamisel on nad inimesel arenenud nii tugevasti nagu ei ühelgi loomal.

Säärt liigutavad lihased moodustavad reie liha. Reie esiküljel asetseb *nelipealih* — sääre sirutaja ja tagaküljel *kakspealih* — sääre painutaja (värv. tab. III ja IV).

**Pöida ja varbaid liigutavad lihased** asetsevad sääre tagumisel ja välisel külgpinnal ning põial. Suurimaks nende seas on *kaksik-sääremarjalihas*, mis painutab pöida ja tõstab kanda üles. See lihas on olemas kõigil maismaa-selgroogseil, kuid inimesel on ta arenenud eriti tugevasti, mis on seoses tema keha püstiasendiga.

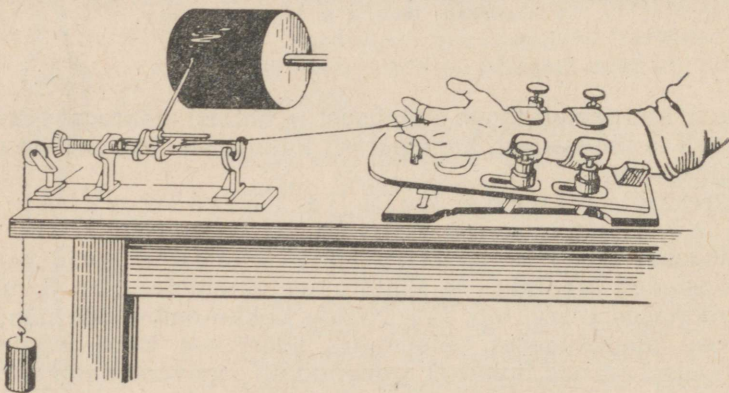
**Ülesandeid.** 1. Leidke, kombates oma keha, tundmaõpitud luud. 2. Leidke skeletil pindluu ja tehke kindlaks, missuguste luudega ta on ühendatud. 3. Vaadeldge reie- ja sääreluu pinda. Millega te seletate, et seal on kühmi, valle ja karemaid jooni? 4. Kontrollige, missugused liigutused on võimalikud jala liigestes. 5. Tehke enda kehal kindlaks nelipealihase, kakspealihase ja kaksik-sääremarjalihase asukoht.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused luud kuuluvad vaagna ja missugused jala koosseisu? 2. Missugused liigesed on alumises jäseses? 3. Mille poolest sarnanevad ja erinevad inimese jala ja imetajate tagajäseme skelett? 4. Milles väljenduvad inimese käe ja jala skeleti ehituse sarnasus ja erinevus? 5. Missugune seos on luude ehituse ja nende talitluste vahel? 6. Mis rühmadeks liigituvad jala lihased, kus nad paiknevad?

## § 12. Kehaline töö.

**Lihaste töö.** Kokkutõmbumisel teeb lihas tööd, mida saab mõõta kilogramm-meetrites. Selleks tuleb lihaste poolt tõstetav (kilogrammides väljendatud) koormis korrutada (meetrites väljendatud) tõstekõrgusega.

Töö võib olla dünaamiline ja staatiline. *Dünaamiliseks* nimetakse liigutustega seotud tööd (treipingi käsitsemine, puusaagimine); selle puhul vaheldub lihaste kokkutõmbumine nende lõtvumisega. *Staatilise* töö puhul (koormise hoidmine) on lihas kestva kokkutõmbe seisukorras.

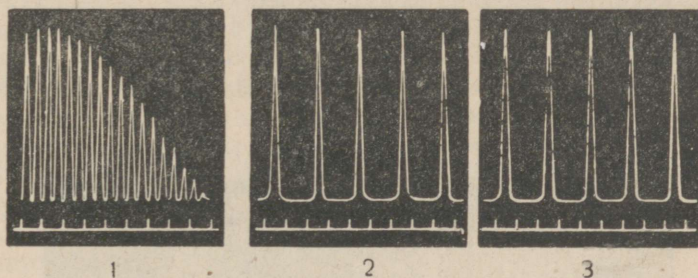


Joon. 43. Ergograaf.

Inimese poolt sooritatava töö suurus oleneb lihaste koormusest ja nende kokkutõmmete tempost. See olenevus tehti kindlaks *ergograatiks* nimetatava aparadi abil (joon. 43). Sellega uuriti sõrme lihaste tööd. Nad tõstsid üle ploki heidetud nõõri otsas rippuvat koormist. Lihaste kokkutõmbumisel koormis tõuseb, lõtvumisel aga laskub alla. Sõrmede liigutused registreeritakse pöörleva silindri tahmasel pinnal sirgjoontena, mille pikkus on võrdne koormise tõstekõrgusega. Need jooned moodustavad *ergogrammi* (joon. 44).

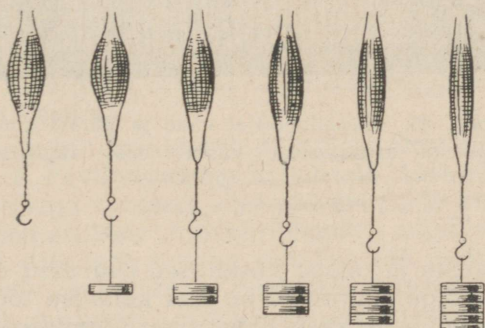
Riputanud nõõri otsa teatud kaaluga koormise, hakatakse kõverdama sõrme ühesuuruste vaheaegade järel. Algul kõverdub

sõrm täielikult, edasi muutuvad tema kõverdumised üha nõrgemaks ja viimaks lakkavad lihaste väsimuse tõttu. Korrutades ergogrammi joonte kogupikkuse koormise kaaluga tehakse kindlaks töö, mille sõrme lihased on sooritanud kuni nende väsimiseni.



Joon. 44. Ergogrammid:

1 — sõrmeliigutuste maksimaalse sageduse puhul; 2 ja 3 — sõrme harvemate liigutuste puhul, millal väsimus ei saabu ruttu (2 — töö algul, 3 — kümme minutit hiljem.)



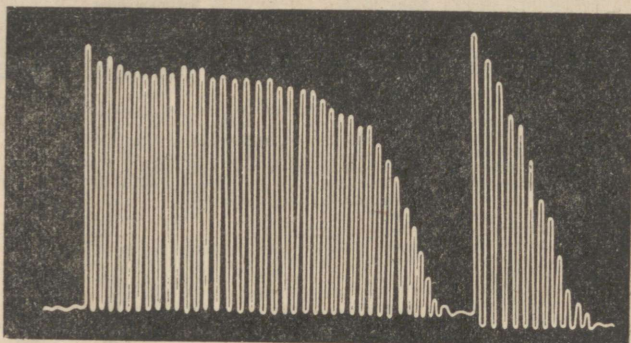
Koormis g-des	0	100	200	300	400	500
Tõstekõrgus mm-fes	6	7	6	3	1½	0
Töö gmm-fes	0	700	1000	900	600	0

Joon. 45. Lihaste töö olenevust koormise kaalust näitav skeem.

Vahetades niidi otsas koormise kaalu saab kindlaks teha, et selle suurendamine teatud piirini tõstab lihaste tööd. Pärast seda, kui see piir on saavutatud, põhjustab koormise edasine suurendamine sooritatava töö vähenemise (joon. 45).

Samal viisil tehakse kindlaks ka tempo mõju tööle. Nende uuringute puhul muudetakse mitte koormise kaalu, vaid ajavahe-  
mikke, mille järel sõrme lihased kokku tõmbuvad. Eri tempode  
puhul saadud ergogrammide võrdlus näitab, et liiga sagedased ja  
väga harvad lihaste kokkutõmbed annavad väiksema töö suu-  
ruse kui keskmise tempoga kokkutõmbed.

Nii tehti kindlaks, et suurimat tööjõudlust ja  
väikseimat väsimust täheldatakse lihaste  
keskmise koormuse ja nende kokkutõmbu-  
mise keskmise tempo puhul.



Joon. 46. Eksamineerijal enne ja pärast kuuetunnist üli-  
õpilaste arvestuseks vastuvõtmist registreeritud ergo-  
grammid.

Koormuste ja tempo keskmised suurused on eri inimestel eri-  
sugused. Kõige suuremad on nad kehalise töö tegijatel ja sport-  
lastel. Iga inimene saab lihaste harjutamisega tõsta nende suu-  
ruse piirväärtust ja järelkult tõsta ka oma töövõimet.

Ent inimese töö ei olene ainult koormuse ja tempo õigest vali-  
kust. Suur tähtsus on närvisüsteemi seisukorral (joon. 46). Era-  
kordselt suur osatähtsus on teadvusel, mis on seotud peajuga. Huvi tehtava töö vastu, selle vajalikkuse ja tähtsuse mõistmine  
tõstavad tööjõudlust suuresti. Seepärast on töö sotsialistlikus  
ühiskonnas, kus ta on au, kuulsuse, vaprus ja kangelaslikkuse  
asi, märksa tootlikum kui töö kapitalistlikes maades.

**Kehalise töö ja spordi mõju organismile.** Igasugune lihaste töö  
kutsub esile nende arenemise, suurendab nende mahtu ja tuge-  
vust.

Alatine lihaste kokkutõmbumine mõjutab ka luid. Luud jäme-  
nevad, nendel suurenevad kühmud, karedad jooned ja harjad,  
millele kinnituvad lihased. Lihaste töö tingib järelkult ka luude  
arenemise.

Lihaste töö oleneb seede-, hingamis- ja vereringe-elundite talitluse korrapärasusest. Kuid nende elundite tööd tõhustavad omakorda ained, mis nõristuvad verre lihaste kokkutõmbumisel. Töötavate lihaste retseptorites tekkiv erutus jõuab kesknärvisüsteemi ja tõstab selle erutuvust. Seega mõjutab lihaste töö kogu organismi tervikuna, inimese üldist seisukorda ja enesetunnet.

Pärast öeldut ei ole raske mõista lihaste tööga seotud keha- kultuuri, spordi ja kehalise töö tähtsust. Kuid peab arvesse võtma, et kasu toob ainult mõõdukas kehaline töö ja korrapärane sportimine, mille juures lihastesüsteemi koormus suureneb järkjärgult, sedamööda kuidas organismi treenitakse. Ülemäärane sportimine ja ülejõukäiv kehaline töö mõjutavad inimese seisukorda ja enesetunnet negatiivselt.

Tuntud vene anatoom P. F. Lesgaft käsitas kehalist kasvatust inimese teadvuse, tahte ja tunnete mõjutamise võimsa vahendina. P. F. Lesgaft töötas välja terve kehaliste harjutuste süsteemi, mis tugevdavad lihaseid ja mõjutavad positiivselt kogu organismi arenemist.

Suurt tähtsust spordile omistas I. P. Pavlov. Ta tegi suusamatku, sõitis jalgrattal, armastas supelda ja ujuda. Talle omase kirega harrastas ta kurnimängu ja teda peeti sõprade seas „kurnimängu akadeemia presidendiks“. Läänud sajandi 90-ndail aastail asutas I. P. Pavlov Peterburis arstide võimlemisseltsi ja oli selle kõige innukamaks liikmeks.

Ent oleks üsna vale piirduda ainult spordiga. On vaja tegelda ka kehalise tööga. I. P. Pavlov omistas kehalisele tööle väga suurt tähtsust ja tegeles sellega varasest lapsepõlvest peale kuni kõrge eani. Ta kõneles sageli erilisest „muskli-rõõmust“, mõeldes sellega seda reipuse tunnet, mis teda haaras kehalise töö puhul. Seda tööd pidas I. P. Pavlov oma pika ea põhjuseks. Aastal 1936, kui ta oli 86 aastane, ta kirjutas: „Kogu oma elu jooksul olen ma armastanud vaimset ja kehalist tööd ning viimast vahest isegi rohkem.“

Igas perekonnas on alati vaja midagi parandada, kokku panna, õhemaks või peenemaks voolida, värvida, tuba koristada, põrand küürida, pesu pesta, teha vajalikke töid aias jne. Õpilased püüavad sageli nendest tööd eemale hoida, arvates, et nende asi on õppida ja seega neil pole vaja tegelda mingisuguste teiste asjadega. Niisugune suhtumine kehalisse töösse ei ole õige. Esiteks peab iga perekonnaliige täitma teatud kohustusi, teiseks on seda laadi tööd vajalikud arenevale organismile ja on sellele kasuks.

**Ulesanne.** Hoidke horisontaalselt väljasirutatud käes 1 kg-st kaaluvihti (või sama rasket väikest eset) kaks minutit. Tõstke kahe minuti vältel sedasama koormist sagedusega 15 liigutust minutis kuni käe horisontaalse asendini ja laske igakord uuesti alla. Kumb töö, kas staatiline või dünaamiline, väsitab rohkem ja mispärast?

**Küsimusi õpitu kordamiseks.** 1. Kuidas saab määrata koormist tõstva sõrme tööd? 2. Kuidas avaldub lihase koormatus ja tema kokkutõmmete tempo töö suuruses? 3. Missugusel teel saab suurendada töövõimet? 4. Missugust osa töotootlikkuses etendab närvisüsteem? 5. Kuidas mõjutavad kehaline töö ja sport organismi tegevust?

#### KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Mis tähtsus on skeletil, missuguseid osi temas eristatakse, missuguseist luudest koosneb iga osa; millega on seletatav luude erinev kuju?

2. Millest oleneb luude tugevus, miks on noores eas võimalik nende kõverdumine ja kuidas tuleb seda ära hoida; mida tuleb teha luumurru puhul?

3. Kuidas on luud üksteisega ühendatud, miks esineb skeleti eri osades nende ühenduste erisuguseid tüüpe; kuidas antakse esimest abi nihetuse puhul?

4. Mida ühist on inimese ja selgroogsete skeleti ehituses; missugused iseärasused eristavad inimese skeletti ja millega on see seletatav?

5. Missuguse ehitusega on lihased, milles on nende tähtsus organismile; mis rühmadeks võib liigitada inimese keha lihased?

6. Mis kutsub esile lihaste kokkutõmbumised, kust saadakse nendeks kokkutõmbumisteks vajalik energia, kuidas mõjutavad inimese tööd lihaste koormus ja kokkutõmmete tempo; kuidas avaldub lihaste tegevus skeleti arenemises?

7. Miks oleneb lihaste tegevus seede-, hingamis- ja vereringe-elundite tööst; miks mõjutavad kehaline töö ja sport kogu organismi seisukorda?

### III PEATUKK.

## VERERINGE-ELUNDID.

### § 13. Veri ja lümf.

**Veri.** Täiskasvanud inimesel on umbes 5 l verd.

Vere talitus on väga mitmekesine. Esiteks ta toob rakkudele toitaineid ja hapnikku, teiseks viib rakkudest välja nende elutegevuse tagajärjel tekkivaid lagunaineid. Vere kolmas talitus seisab selles, et ta seob organismi üksikosi omavahel, liites neid üheks terveks: ta kannab aineid, mis tekivad ühtedes elundites, teistesse elunditesse, mida need ained mõjutavad (vt. lk. 47). Vere neljandaks talitluseks on osavõtt organismi kaitsmisest mitmesuguseid haigusi põhjustavate pisikute eest.

Kui loom kaotab poole oma verest, siis põhjustab see surma. Vere ülekandmine inimestele, kes on seda haavatasaamisel kaotanud, toob nad sageli sõna otseses mõttes tagasi ellu. See tõestab väga ilmselt vere talitluste tähtsust.

Veri on üks sidekoe liike. Ta koosneb vedelast mitterakulisest kollakast vereplasmast, mis sisaldab rakke — punaseid vereliblesid ja valgeid vereliblesid — ning vereliistakuid (värv. tab. V, D).

Vere punane värvus on tingitud sellest, et ta sisaldab suurt hulka punaseid vereliblesid.

*Vereplasma* ehk *-leem* moodustab 60% vere mahust. Tema koosseisu kuulub 92% vett, ligi 7% valke, kuni 1% mineraal-soolasid, väike hulk rasvu, lagunaineid ja teisi aineid, mida mitmesuguste elundite rakud verre nõristavad.

Vere vedela osa koostis ja omadused on suhteliselt püsivad. Organismisse sisseviidava vee maht näiteks on olenevalt väga mitmesugustest põhjustest kõikuv, kuid tema sisaldus veres peaaegu ei muutu. Hoolimata võimalikest muutustest toitumisest on suhkrut veres harilikult umbes 1 g l vere kohta jne.

Vere rakkudele kuulub 40% tema mahust.

*Punased verelible*d ehk *erütrotsüüdid* on kaksiknõgusa ketta kujulised tuumata rakud (värv. tab. V, A).

*Valged verelible*d ehk *leukotsüüdid* on muutliku kujuga (värv.

tab. V, B). Nad sarnanevad amööbidega, kuna liiguvad alatiselt muutuva kujuga kehajätkete abil.

*Vereliistakud* on väga lihtsa ehitusega. Nad kujutavad endast väikseid, kergesti lagunevaid kehakesi.

**Lümf.** Mõnikord ilmub naha mittedüüga haava puhul haava pinnale tilgake värvitud läbipaistvat vedelikku. See on *koemahl*. Ta täidab organismi kõiki rakkudevahelisi ruume. Rakud on otseki kastetud koemahla, see puutub nendega kokku igast küljest. Koemahl on täiskasvanud inimesel kuni 20 l. Ta tekib rakkudevahelistes ruumides vereplasmast, mis tuleb siia veresoonte seinte kaudu. Koemahl sisaldab vett, valke, rasvu, süsivesikuid, laguaineid ja soolasiid. Ent ta sisaldab neid aineid pisut teisel hulgal kui veri (temas on näiteks vähem valke).

Järjest tekkiva koemahla ülemäärane hulk voolab rakkudevahelistest ruumidest ära erilise soontesüsteemi kaudu. Sattudes nendesse soontesse muudab koemahl oma koostist ja seda nimetatakse *lümfiks*.

Koemahl ja lümfi keemiline koostis ja omadused on samuti nagu verelgi suhteliselt püsivad.

**Organismi sisekeskkond.** Veresoonte seinte kaudu sisenevad koemahlal alatasa toitained ja hapnik, mida veri toob soolestikust ja kopsudest. Koemahlalst lähuvad toitained ja hapnik rakkudesse.

Vee, süsihappegaasi ja teised laguained (vt. lk. 29) nõristavad rakud koemahlasse. Siit tungivad need ained veresoonte seinte kaudu verre. Veri viib laguained neerudesse, nahka ja kopsudesse, kust kaudu nad organismist eemaldatakse.

Veri, koemahl ja viimasest tekkiv lümf on *organismi sisekeskkonnaks*. *Sisekeskkonna kaudu on rakud seotud väliseskkonnaga*, kust nad saavad toitu ja hapnikku ning kuhu annavad ära oma elutegevussaadused.

Vere, koemahl ja lümfi koostise suhteline püsivus loob rakkudele enam-vähem püsivate olustingimustega keskkonna. Kui tähtis see on, võib järeldada asjaolust, et iga muutus vere koostises põhjustab organismis raskeid häireid.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis talitlused on verel? 2. Missugune on vereplasma koostis? 3. Missuguseid rakke sisaldab vereplasma? 4. Kus tekib lümf, mis ained kuuluvad lümfi koostisse? 5. Mis on organismi sisekeskkond ja milles seisab tema tähtsus?

## § 14. Vere hüübimine ja võitlus verekaotusega.

**Vere hüübimine.** Verejooks väikeste veresoonte haavamise puhul lakkab tavaliselt varsti. See on seletatav asjaoluga, et haavast jooksev veri moodustab tombu, mis vigastatud veresooneid kinni korgib. Vedela vere muutumist tombuks nimetatakse *hüübimiseks*.

Kui soonest väljalastavat verd kloppida peenikeste pirdude

kimbuga, kogunevad nende otstele *fibriiniks*<sup>1</sup> nimetatava valgu kiukesed. Need moodustavadki haavatud veresooni sulgeva tomбу. Veri, millest fibriin on kõrvaldatud, enam ei hüübi, kui kaua teda ka ei hoitaks.

Veri hüübib plasmas lahustuva valgu *fibrinogeeni*<sup>2</sup> muutumise tõttu lahustumatuks *fibriiniks*. See protsess toimub vereliis-takute lagunemisel tekkiva erilise aine toimel. Vereliis-takuid on veres 300—400 tuhat vereplasma iga kuupmillimeetri kohta. Nad lagunevad alati, kui veri soontest välja tungib.

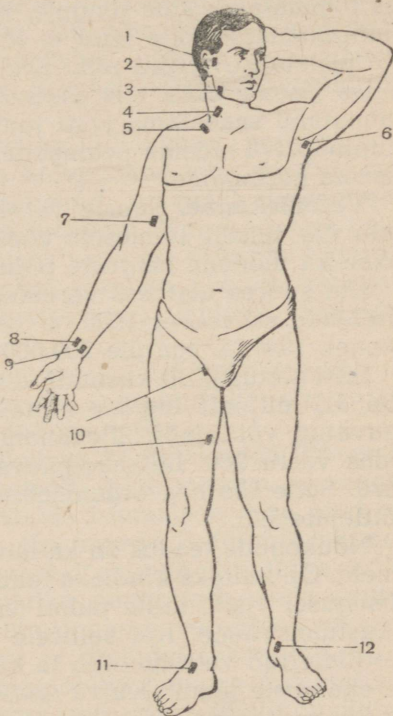
Vere hüübimine on võimalik ainult neil juhtudel, kui tema plasma sisaldab lahustuvaid kaltsiumisoolasid. Kui lisada verele kaltsiumi lahustumatuks ühen-deisse üleviivaid aineid, kaotab veri hüübimisvõime ja võib vedelaks jääda. Seda kasuta-takse konserveeritud vere val-mistamiseks, mida tarvitatakse vere ülekandmisel haigeile ja haavatuile.

Vere taoliselt hüübib ka lümf. Sel puhul tekkiv tomp on kohevam kui veretomp. See on seletatav lümfi vähema fibrino-geenisisaldusega.

Vere hüübimisvõimel on suur tähtsus, kuna see päästab organismi suurtest verekaotus-test haavamiste puhul. Suure Isamaasõja ajal kasutati rindel ulatuslikult nõukogude tead-laste poolt valmistatud prepa-raati, mis kiirendas vere hüübi-mist haavade pinnal.

Mõned inimesed põevad hai-gust, mille puhul verel puudub hüübimisvõime. Haige inimese pisimgi haavamine kutsub esile niivõrd suure verekaotuse, et ta võib surra.

**Esimene abi verejooksude puhul.** Vere hüübimine peatab kiiresti väikesed verejooksud. Kui nad on suured, tuleb võtta tarvitusele eriabinõud.



Joon. 47. Tähtsamate arterite kinni-pigistamise kohad verejooksu sulge-miseks:

1 — kuklaarteril; 2 — oimuarteril; 3 — välisel lõuaarteril; 4 — unearteril; 5 — rangluualusel arteril; 6 — kaenlaalusel arteril; 7 — õlavarrearteril; 8 — kodar-luuarteril; 9 — küünraluuarteril; 10 — reiearteril; 11 — eesmisel sääreluuarteril; 12 — tagumisel sääreluuarteril.

<sup>1</sup> Fibrin tähendab tõlkes „kiuaine“.

<sup>2</sup> Sõna *fibrinogeen* on tõlkes „kiuainetekitaja“.

Mõnikord aitab verejooksu sulgeda lihtsa mähise pealepanemine. Suurte veresoonte vigastamisel tuleb kasutada vajutavat sidet, s. o. haava katmist steriliseeritud (nakkusvabaks tehtud) marlisideme paksu kihiga ja seejärel tema tugevat kinnimähkimist. Haava piirkonda pannakse jääkott, sest külm ahendab veresooneid ja vähendab sellega verekaotust.

Kui vajutav side ja jää ei aita, pigistatakse sõrmedega kinni verd haava juurde viivad suured veresooneid (joon. 47).

Käe või jala suurte veresoonte haavamisel on kindlaimaks verejooksu sulgemise vahendiks kinninööri sideme pealepanemine. Seda saab teha lihtsast taskurätikust, mis seotakse jäsme ümber haavast kõrgemal. Rätiku alla pistetakse pulk, mida pöörates tõmmatakse side pingule, kuni verejooks lakkab. Et pööraga kinnitõmmatud side lahti ei läheks, seotakse pulk jäsme külge või pistetakse rätiku alla. Kinninööri side katkestab vereringe selles jäsme osas, mis asetseb sidemest allpool. Seepärast peab kannatanu saadetama arsti juurde hiljemalt tund-poolteist pärast kinninööri sideme pealepanemist, vastasel korral võib juhtuda jäsme kärbumine.

**Vereülekanne.** Suurte verekaotuste puhul kantakse kannatanule üle teiselt inimeselt võetud verd. Vereülekanne kasutatakse ka mõnede haiguste puhul.

Kui suures ulatuses vereülekanne arstiteaduses juurdub, võib järeldada sellest, et 1930. a. tehti NSV Liidus ligi 4000 vereülekanne, 1940. a. aga üle 200 000 vereülekanne.

Eriti ulatuslikult kasutati vereülekanne suure Isamaasõja ajal. Ligi 5,5 miljonit tagalas töötavat kodanikku andsid oma verd haavatud võitlejatele ülekanmiseks. Ainuüksi Leningradis, mis pidas vastu 900 blokaadipäeva, varuti sõja jooksul 144 tonni verd. Selle töö hea organiseerimise tõttu päästeti väga paljude võitlejate elu.

Nõukogude teadus on ka leiutanud terve rea normaalvere aseaineid. On näiteks kindlaks tehtud, et vereplasmata saab kuivatada niisugusel viisil, mille puhul valgud ei lammutu ega kao nende lahustumisvõime. Kui sellisele preparaadile lisada teatud kogus destilleeritud vett, muutub ta kõlblikuks organismi sisseviimiseks verekaotuste puhul. Kuiva plasmata saab kaua säilitada ning teda on kerge transportida. Seepärast kasutati teda haavatud partisaanide ravimiseks vaenlase tagalas, kus neid oli raske varustada värskete verega.

**Ülesanne.** Uurige tähelepanelikult joonist 47. Öppige kiiresti leidma enda kehal punktid, kus saab artereid haavata saamise puhul kinni pigistada.

**Küsimusi õpitu kontrolliks.** 1. Kuidas toimub vere hüübimine ja milles seisab selle protsessi tähtsus? 2. Missuguste abinõudega saab verejooksu sulgeda? 3. Mis tähtsus on vereülekanandel?

## § 15. Vererakud.

**Punased verelibled.** Punaste verelibledede arv veres on kõikuv olenevalt organismi seisukorrast. Terve inimese vere üks kuupmillimeeter sisaldab neid harilikult 4,5 kuni 5 miljonit. Kui kõik need verekehakesed paigutada ühte ritta, teeb see välja 200 000 kilomeetrit. Nii pikk niit ulatub viis korda ümber Maa.

Inimese punastel verelibledel tuuma ei ole. Nende eluiga on umbes 130 päeva, mille järel nad lagunevad maksas ja põrnas. Igas sekundis hävib umbes 10 miljonit punast vereliblet.

Punaste verelibledede tähtsus on selles, et nad kannavad edasi hapnikku. Nende koostisse kuulub *hemoglobiin*. See on valgu ühend erilise rauda sisaldava värvainega. Hemoglobiin reageerib väga kergesti hapnikuga. Kui veri läbib kopse, moodustab hemoglobiin hapnikuga ebapüsiva ühendi. Veri kannab seda ühendit kopsudest kudedesse, kus hemoglobiin hapniku ära annab.

Hemoglobiini ja hapniku ühendiga küllastatud verd nimetatakse *arteriaalseks* vereks; tal on helepunane värvus. Veri, milles hemoglobiin on hapnikust vabanenud, omandab tumepunase värvuse ja kannab *venoosse* vere nimetust. Kui 2—3 cm<sup>3</sup> tumepunast venoosset verd valada katseklaasi ja viimast tugevasti loksutada, omandab veri helepunase värvuse. See on seletatav vere hemoglobiini ühinemisega katseklaasis leiduva õhuhapnikuga.

Punaste verelibledede poolt kudedesse toodud hapnik võtab osa neist protsessidest, milledes vabaneb energia, mis on vajalik lihaste, südame, seedekanali jt. elundite tööks.

Iga keemiline reaktsioon, sealhulgas ka hapnikuga ühinemise reaktsioon, toimub seda energilisemalt, mida suurem on reageerivate kehade kokkupuutepind. Kindla ruumalaga aine pind oleb selle aine peenestusmäärast. Kui murda kriidipulk mitmeks tükiks, siis on kriiditükkide kogupind suurem kui terve kriidipulga pind. Mida rohkem kriidipulka peenestada, seda suurem on kriidi pind. Inimese ja imetajate punased verelibled on palju pisemad kui kaladel, kahepaikseil ja lindudel (värv. tab. V, C). See tähendab, et üks ja sama hemoglobiini hulk on inimesel suurema pinnaga kui alamail selgroogseil ning järelikult ühineb hapnikuga kiiremini ja varustab temaga organismi paremini.

Inimeste punaste verelibledede kogupind on mõningate arvutuste kohaselt 350 m<sup>2</sup>. Nii suurele pinnale saab ehitada maja ja rajada selle kõrvale aia.

Seega on inimesel seoses organismi suurema hapnikuvajadusega kui loomadel muutunud punaste verelibledede suurus. See on veel üheks näiteks talitluse ja ehituse tihedast seosest.

**Valged verelibled.** Valgete verelibledede arv kõigub 5 kuni 8 tuhandeni vere ühes kuupmillimeetris.

Valgetes verelibledes eristatakse tuuma ja protoplasmat. Pro-

toplasma voolab rakus pidevalt ja moodustab jätkeid, mis kord ette ulatuvad, kord sisse tõmbuvad. Valged verelibled sooritavad seejuures aktiivseid amöboidseid liigutusi, nad võivad tungida soone rakkude vahelt läbi ja väljuda kudedesse (värv. tab. V, E). Keha mitmesuguseis elundeis võib kohata rakkudevahelistes ruumides liikuvaid valgeid vereliblesid.



I. I. Metšnikov (1845—1916).

Nende vererakkude tähtsuse selgitas välja üks suurimaid vene teadlasi I. I. Metšnikov. Ta vaatles esimesenä, kuidas valged vererakud haaravad oma jätketega pisikuid ja seedivad neid. I. I. Metšnikov nimetas valgeid vereliblesid *fagotsüütideks* (õgirakkudeks) ja mitmesuguste osakeste hävitamist nende poolt *fagotsütoosiks*.

Naha haavamisel võivad organismi sattuda pisikud. Siis liiguvad sellesse kohta terved hulgad valgeid vereliblesid, kes pisikuid neelavad ja seedivad. Haava ümber tekib põletiku protsess ja kujuneb paise. Kui pisikud on hävitatud, paise kaob. Sellest väljavoolav mäda sisaldab hulga võitluses pisikutega hukkunud valgeid vereliblesid.

Kuhu inimese kehas pisikud ka tungiksid, kogunevad sinna valged verelibled. See on seletatav asjaoluga, et neid tõmbavad enda poole ained, mida pisikud oma elutegevuse tulemusena eritavad.

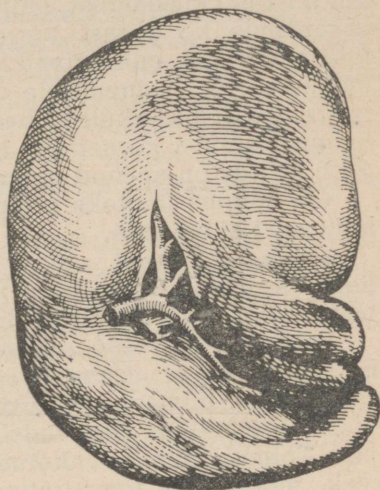
Valged verelibled ei hävita ainult pisikuid, vaid ka lagunevaid rakke, „õgivad“ mõnikord terveid elundeid. Sel teel näiteks kaob konnakullesel saba, mis oma tähtsuse organismile on kaotanud.

Valged verelibled kogunevad ka mitmesuguste organismi sattunud võõrkehade ümber. Näitena võib nimetada nende kuhjumist pinnu ümber. Kui tekkinud paise lõhkeb, eemaldub kehas koos mädaga ka pind.

**Vereloome-elundid.** Hävivata punaste verelibledede asemele tulevad verre uued punased verelibled, mis tekivad erilistest tuumadega rakkudest. Muutudes pooldumisprotsessis punasteks verelibledeks, kaotavad need rakud oma tuuma. Uute punaste verelibledede tekkimiskohaks on punane luuüdi, mis täiskasvanud inimestel täidab luude kähnollust.

Valged verelibled paljunevad pooldumise teel, mis toimub põrnas, lümfisõlmedes ja luuüdis. Põrn (joon. 48) on kaunis suur elund, mis asetseb kõhuõõne vasakus ülemises nurgas (värv. tab. I, 8). Lümfisõlmed ehk -näärmed koosnevad sidekoe eriliigi väikestest kogudest (värv. tab. VII). Nad on suures hulgas laiali pillatud kogu kehas; eriti rohkesti on neid mitmesugustes lohkudes (kaenlaaugus, kubemelohus jne.).

Elundeid, kus tekivad vererakud, nimetatakse *vereloome-elunditeks*.



Joon. 48. Põrn.

**Küsimusi õpitu kontrolliks.** 1. Mis tähtsus on punastel vereliblel; missugune seos on ühelt poolt nende keemilise koostise ja suuruse ning teiselt poolt funktsioonide vahel? 2. Missugune ehitus ja omadused on valgetel vereliblel? 3. Missuguse avastuse valgete vereliblele tähtsuse kohta organismis tegi I. I. Metšnikov? 4. Missugustes elundites toimub vererakkude tekkimine ja paljunemine; kus need elundid asetsevad?

## § 16. Immuunsus.

**Nakkushaigused.** Tungides inimese kehasse ja paljudes selles, põhjustavad mõned pisikud mitmesuguseid häireid organismi elutegevuses. See viib haigestumiseni. Niisuguseid pisikuid — haiguste põhjustajaid — nimetatakse *haigusttekitavaiks*. Nende poolt põhjustatavad haigused on tuntud *nakkus-* ehk *infektsiooniliste haiguste* nime all, sest nad võivad ühelt inimeselt teisele üle kanduda („külge hakata“).

Kuid haigusttekitavate bakterite tungimine organismi alati haigestumist ei põhjusta. Organismi mittevastuvõtlikkust ühele või teisele haigusele nimetatakse *immuunsuseks*.

**Sünnipärane immuunsus.** Mõned inimesed on sündimisest peale ühe või teise haiguse suhtes mittevastuvõtlikud. Sellist mittevastuvõtlikkust nimetatakse *sünnipäraseks immuunsuseks*. Ta on seletatav esiteks valgete vereliblede ja mõnede teiste rakkude kõrgelt arenenud fagotsütaarsusega (vt. lk. 14) ja teiseks eriliste *kaitse-* ehk *antikehade* esinemisega organismis. Need kehad takistavad haigusetekitajate arenemist ja põhjustavad nende hukkamise.

Kaitsekehad on *spetsiifilised*. See tähendab, et näiteks difteeria tekitajale mõjuvad kehad ei suuda kaitsta organismi

sarlakite või mõne teise haiguse eest. Sarlakivastased kaitsekehad ei mõjuta difteeria tekitajaid jne.

**Omandatud immuunsus.** Kui inimesel sünnipärane immuunsus puudub, tekivad tema organismis kaitsekehad, kui ta põeb üht või teist nakkushaigust, näiteks kõhutüüfust. Need kehad säilivad organismis ka pärast terveksaamist. Nad hävitavad kõhutüüfuse tekitajaid, mis võivad organismi sattuda teistkordselt. Tänu kaitsekehade esinemisele organismis inimene kõhutüüfusse teistkordselt harilikult ei haigestu, ning kui haigestub, siis põeb haigust märksa kergemini. Mittevastuvõtlikkus juba põetud haiguse suhtes on saanud *omandatud immuunsuse* nimetuse.

On haigusi (näiteks gripp), mille suhtes inimene kehtvat immuunsust ei omanda.

Immuunsust saab luua kunstlikult. Selleks tehakse kaitsepookeid, mille puhul terve inimese organism nakatakse nõrgestatud haigusetekitajatega.

Esimesed kaitsepookimised tegi XVIII sajandil inglise arst E. Jenner (loe: dženner) rõugete vastu. Jenneri meetodi kohaselt viiakse inimese organismi väike hulk vasika rõugevillidest võetud vedelikku. See vedelik sisaldab nõrgestatud rõugetekitajaid. Toimub inimese nakatumine ja kerge haigestumine (haiglane olek, mõningane temperatuuri tõus), mille puhul moodustuvad kaitsekehad. Kui niisugusesse organismi hiljem tungivad rõugete täiesti eluvõimelised tekitajad, põhjustavad kaitsekehad viimaste hukkumise.

Praegu tehakse pookeid eriliste preparaatidega — *vaktsiini-dega*, mida valmistatakse tehastes.

1919. a. kirjutas V. I. Lenin alla sundusliku rõugepanemise dekreedile. Selle abinõu tulemusena lõppesid NSV Liidus täielikult haigestumised rõugetesse, mis revolutsiooni-eelsel ajal võtsid paljudelt elu või tegid neid inetuiks ja isegi pimedaiks.

Väga sageli viiakse inimese organismi juba valmis kaitsekehi. Selleks nakatakse ühe või teise haigusega looma. Seejärel võetakse loomalt verd ja eemaldatakse sellest verelibled ja fibriin. Saadud värvitut vedelikku nimetatakse *vereseerumiks* ehk *verevadakuks*. Kui seda inimese organismi viia, tekib tal kunstlik immunitet. Sellise seerumi näidisenäena võib olla leetritevastane seerum.

Rõugetepanemise tagajärjel omandatud immuunsust nimetatakse *aktiivseks*, sest ta kujuneb organismi enda reageerimisel temasse sissetunginud haigusetekitajate vastu. Aktiivne immuunsus kujuneb aeglaselt, kuid säilib kaua, mõnikord palju aastaid.

Valmis kaitsekehade organismi viimise tulemusena saadud immuunsust nimetatakse *passiivseks*. See immuunsus tekib väga kiiresti, mõne tunni pärast, kuid ei püsi üle mõne nädala.

Kaitsekehi sisaldavaid seerumeid nimetatakse *raviseerumiteks*; neid kasutatakse nakkushaiguste ravimiseks. Väga laialda-

selt kasutatakse näiteks *difteeriavastast seerumit*, mida valmistatakse difteeriaga nakatatud hobuse verest. Selle seerumi viimine difteeriasse haigestunud lapse organismi peatab haigusetekitajate arenemise ja aitab kaasa kiirele tervenemisele.

**Organismi seisukorra mõju immuunsusele.** Mittevastuvõtlikkus ühe või teise haiguse suhtes pole kunagi absoluutne. Närvivapustus, rasked hingelised elamused, ülemäärane töötamine, puudulik toitumine, organismi tugev jahtumine, mitmesugused haigused — kõik see võib inimest sedavõrd nõrgestada, et tema vastupanu haigust tekitavaile pisikele märksa väheneb. Kõigil loetletud juhtudel võib haigestumine leida aset ka immuunsuse esinemisel.

Iga funktsioon (käesoleval juhul kaitsefunktsioon) ei saa olla seotud mingi ühe elundkonnaga (näiteks vereringesüsteemiga). Ta oleneb kogu organismist tervikuna ja eriti tema närvisüsteemi seisukorrast. Selles suhtes on suure tähtsusega korralik toitumine, küllaldase kestusega uni, viibimine värskes õhus, kehakultuuri harrastamine, range kinnipidamine režiimist, s. o. mitmesugust liiki tegevuse ja puhkuse igapäevasest vaheldusest. Suur tähtsus haigustele vastupanu tõstmises on organismi karastamisel.

**Nakkushaigustevastane võitlus.** Ristiusu levikuga peatati arstiteaduse areng enam kui tuhandeks aastaks. Kirik käsitas haigust jumala nuhtlusena, mille vastu võidelda ei tohi.

Kui renessansi ajastul, kapitalismi arengu koidikul, hakkasid kasvama linnad, arenes meresõit ja laienesid sidemed eri maade vahel, tekkisid mitmesuguste taudide levimist soodustavad tingimused. Mõne taudi puhul oli kümneid ja sadu tuhandeid ohvreid. Mõnikord jäid inimtühjaks terved linnad ja maakonnad. Ühe katkutaadi ajal hukkus veerand Euroopa elanikest. Hirm massiliste haigestumiste ees sundis inimesi pöörduma abi saamiseks arstiteaduse poole, kuid see oli võimetu.

Arstiteaduse mitmesuguste usuliste keeldude alt vabanemine toimus aeglaselt ja väga kaua. Alles XVIII sajandil lubas kirik inimeste laipade lahkamise. Kuidas sai aga arstida inimesi nende keha ehitust tundmata? Pole seetõttu hämmastav, et veel XIX sajandil hävis sõdade ajal mitmesuguste taudide kätte rohkem inimesi kui suurtüki- ja püssikuulide ohvrina.

Möödunud sajandi teisel poolel, kui mikroskoop oli täiustatud, avastasid õpetlased pisikud — nakkushaiguste tekitajad. I. I. Metšnikov pani tähele fagotsütoosi nähtuse, mis sai immuunsuseõpetuse aluseks. Teadus avastas võimsa vahendi võitluseks nakkushaigustega kaitsepookimiste ja raviseerumite näol.

Ometi ei saanud need tervise ja pika ea tagamisel nii suurt osa etendavad teaduse suured saavutused laia leviku osaliseks kapitalistliku korra ajal. Sunduslik rõugetepanek pole näiteks seni kehtestatud isegi Inglismaal, kus teda esmakordselt kasutati. Väga piiratud on ka raviseerumite kasutamine, sest elanikkonna enamikul — töörahval — ei ole raha nende eest maksmiseks.

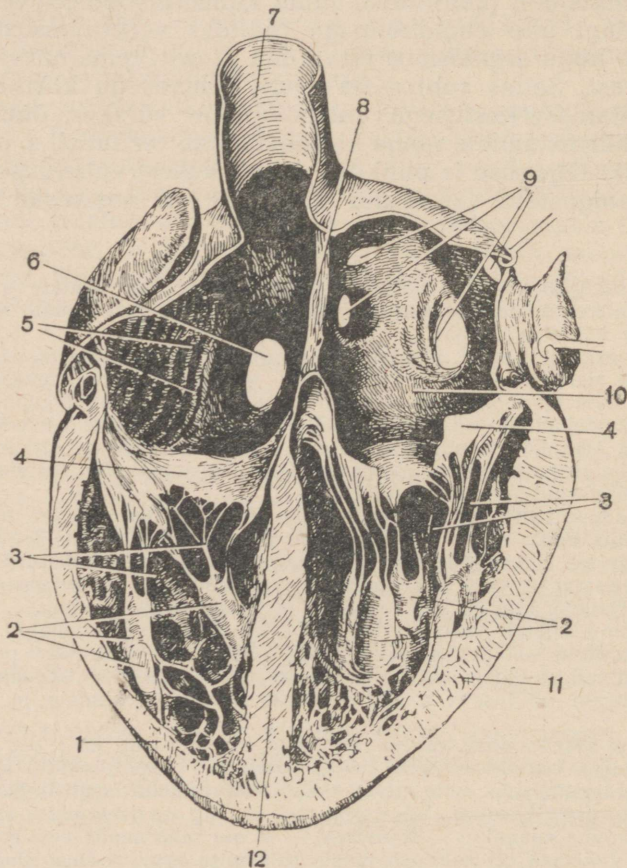
Tsaari-Venemaa oli nakkushaiguste esinemise arvu poolest ühel esimesel kohal maailmas. Alles nõukogude korra kehtestamisega algas kaitsepookimiste ja raviseerumite lai kasutamine. Rõugetepanemist, samuti tuberkuloosi ja difteeriavastast pookimist korraldatakse, nagu juba öeldud, kohustuslikuks korras. Praegu on haigestumised nakkushaigustesse väga suuresti vähenenud. Koolera ja katk, mille taudid puhkesid meil enne revolutsiooni sageli, on likvideeritud ja nõukogude noored tunnevad neid ainult meie kodumaa mine-

vikku käsitleva kirjanduse kaudu. Suremus mitmesuguste haiguste tõttu oli meil 1953. aastal kolm korda väiksem kui 1913. aastal.

**Küsimusi õpitu kontrolliks.** 1. Missuguseid haigusi nimetatakse nakkushaigusteks ja millest nad tekivad? 2. Mis on immuunsus, kuidas ta tekib? 3. Missugustel juhtudel immuunsus kaob, kuidas saab teda säilitada? 4. Missuguseid immuunsuse liike eristatakse? 5. Mis on raviseerumid ja mis juhtudel neid kasutatakse? 6. Millega on seletatav taudide laialdane levik endistel aegadel?

## § 17. Vere- ja lümfiringe.

**Vereringesüsteemi elundid.** Veri saab täita oma funktsioone ainult alatiselt liikumas olles. Vere voolamise pidevust peavad alal vereringesüsteemi elundid; vereringesüsteem koosneb süda-

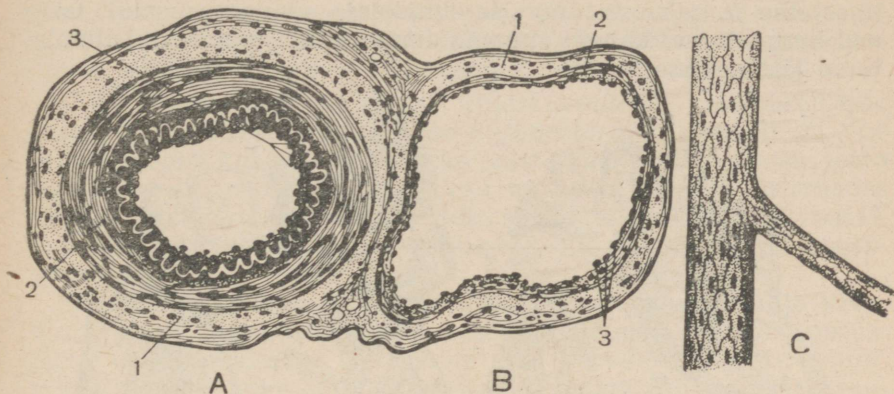


Joon. 49. Südame pikilõige:

1 — parema vatsakese lihaskoeline sein; 2 — lihaskühmud, millelt lähtuvad hõlmase klapi (4) külge kinnituvad kõõlusniidid (3); 5 — parem koda; 6 — alumise õnesveeni ava; 7 — ülemine õnesveen; 8 — vahesein kodade vahel; 9 — nelja kopsuveeni avad; 10 — vasak koda; 11 — vasaku vatsakese lihaskoeline sein; 12 — vahesein vatsakeste vahel.

mest ja veresoontest. See vere liikumise pidevus on hästi nähtav konna ujunaha vaatlemisel mikroskoobi all. Vereringe peatumine põhjustab surma. Sellest nähtub, kui suur on vereringesüsteemi tähtsus.

Süda koosneb kahest omavahelise ühenduseta poolest, mida lahutab pidev *vahesein*. Kumbki pool koosneb teineteisega ühenduses olevast kambrist — *kojast* ja *vatsakesest* (joon. 49). Perioodiliselt kokku tõmbudes paiskab süda kindlate ajavahemikkude järel veresoontesse verd, andes viimasele mõninga liikumiskiiruse.



Joon. 50. Veresoonte seinte ehitus:

A — arteri ja B — veeni läbilõige; 1 — väline sidekoeline kiht; 2 — keskmine lihaskoeline kiht; 3 — sisemine kiht; C — kapillaari välispind.

*Veresooned* moodustavad tugevasti hargneva kinnise tõrude süsteemi. Selles süsteemis eristatakse artereid, veene ja kapillaare.

*Arterid* on paksuseinalised sooned, mida mööda veri voolab südamest eemale, jaotudes kõigi elundite vahel. Arterite seintes eristatakse kolm kihti: sisemine koosneb epiteelist ja sidekoest, keskmine silelihaskiududest ja väline elastsete kiudude poolest rikkast sidekoest (joon. 50, A).

*Veenid* on sooned, mida mööda elunditest äravoolav veri liigub südame poole. Veenide seinad on samasuguse ehitusega nagu arterite seinadki, kuid õhemad ja vähema hulga lihas- ja elastsete kiududega (joon. 50, B).

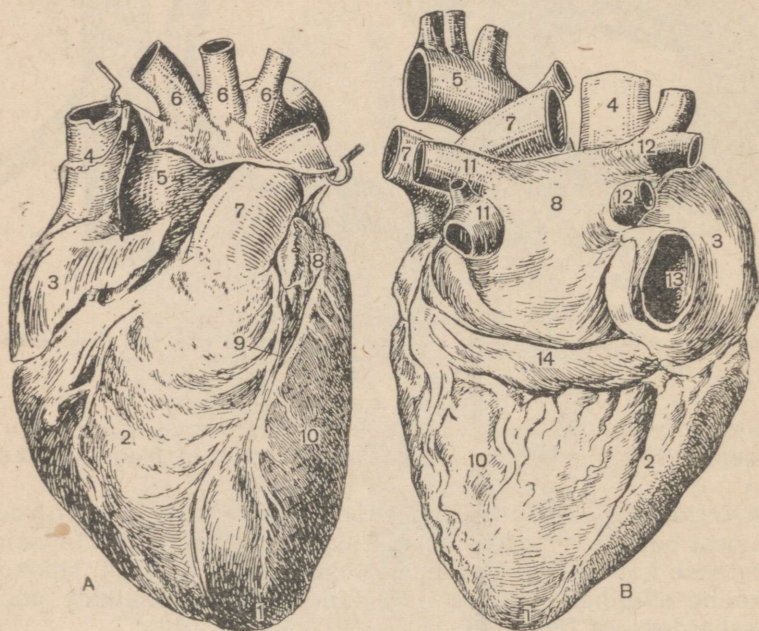
*Kapillaarid* on väga peenikesed sooned, mis ühendavad peeni artereid peente veenidega; üksiku kapillaari pikkus on 0,5 mm ja jämedus 15 korda pisem juuksekarva läbimõõdust (joon. 50, C). Kapillaaride sein koosneb ühest epiteelirakkude kihist ega ületa paksuselt seebimulli kesta. Kapillaaride seina kaudu toimub toitainete ja hapniku siirdumine verest kõiki rakke ümbritsevasse koemahla; koemahlast lähevad kapillaaride seina kaudu verre ainete lagunemisel rakkudes tekkinud saadused.

**Suur vereringe.** Südame vasakust vatsakesest läheb veri kõige suuremasse arterisse, mida nimetatakse *aordiks* (joon. 51, 5). Aort teeb südame lähedal järsu käänaku — *aordikaare* ja suundub alla, kulgedes algul rinna- ja seejärel kõhuõõnes.

Üsna aordi alguses lähtuvad temast kaks *pärgarterit* (joon. 55, 3, 4), mis hargnevad südames endas. Neid artereid mööda voolav veri toidab südamelihast.

Aordikaarelt lähtub kolm suurt arterit, mis viivad verd pähe, kaela ja ülemistesse jäsemetesse (joon. 51, 6).

Aordi allasuunduv osa saadab, läbides kehaõõnt, artereid kere lihastesse ja nahasse ning sise-elundeisse. 4-nda nimmelüli tasemel hargneb aort kaheks suureks arteriks, mis suunduvad alumistesse jäsemetesse.



Joon. 51. Süda ees- (A) ja tagaküljelt (B):

1 — südame tipp; 2 — parem vatsake; 3 — parem koda; 4 — ülemine õõnesveen; 5 — aort; 6 — kolm suurt arterit, mis varustavad verega pead, kaela ja ülemisi jäsemeid; 7 — kopsuarter; 8 — vasak koda; 9 — pikivagu vatsakestevahelisel piiril; 10 — vasak vatsake; 11 — vasakpoolsed kopsuveenid; 12 — parempoolsed kopsuveenid; 13 — alumine õõnesveen; 14 — pärgveen.

Pärast sisenemist elundisse hargnevad arterid järjest peenemateks soonteks, mis viimaks lähevad üle hulgalisteks kapillaarideks. Kapillaarid läbivad kogu meie keha: nõelatorge kutsub mistahes kohas välja verepiisa ilmumise. Kui liita kõik inimese kapillaarid otsapidi ühte ritta, kujuneks ligi 100 000 km pikkune toru.

Kapillaaridest koguneb veri väikestesse veenidesse, mis üksteisega liitudes moodustavad üha jämedamaid veene; need asetsevad tavaliselt arteritega kõrvuti. Pea, kaela ja ülemiste jäsemete veenid moodustavad *ülemise õõnesveeni* (joon. 49, 7 ja 51, 4); kõigist teistest kehaosadest tulevad veenid suubuvad *alumisessa õõnesveeni* (joon. 49, 6 ja joon 51, 13). Need kaks kõige jämedamat veeni suunduvad paremasse südamekotta. Siia suubuvad ka *pärgveenid*, mis toovad verd südameseinalt (joon. 51, 14).

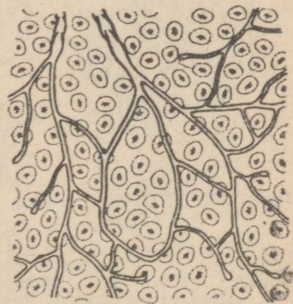
Vereringesüsteemi osa, mis algab vasakust vatsakesest aordina ja lõpeb paremasse kotta suubuvate õõnesveenidega, nimetatakse *suureks vereringeks* (värv. tab. VI). Selle ringe kapillaaride kaudu saavad kogu keha rakud hapnikku ja toitaineid ning eemaldavad süsihappegaasi ja teisi nendes tekkivaid laguaineid.

**Väike vereringe.** Paremast kojast suundub veri paremasse vatsakesse, millest ta paisatakse *kopsuarterisse* (joon. 51, 7). See arter jaguneb kaheks haruks; üks neist suundub paremasse, teine vasakusse kopsu. Seal hargnevad mõlemad arterid, jagunedes lõpuks kapillaarideks. Kapillaarides saavad alguse peened veenid, mis liitudes moodustavad vasakusse kotta suubuvad neli *kopsuveeni* (joon. 49, 9 ja 51, 11, 12).

Paremast vatsakesest lähtuva kopsuarteriga algavat ja vasakusse kotta suubuvate kopsuveenidega lõppevat vereringesüsteemi osa nimetatakse *väikeseks* ehk *kopsuveringeks* (värv. tab. VI). Selle ringe kapillaaride seinte kaudu neelab veri kopsudes olevast õhust hapnikku ja eritab temasse rakkudest toodud süsihappegaasi.

**Lümfiringe.** Lümf on nagu verigi pidevas liikumises. See algab *lümfikapillaarides*. Need kapillaarid sarnanevad vereringekapillaaridega, kuid nende üks ots lõpeb umbselt ega ole ühenduses ühegi soonega (joon. 52). Kapillaaride umbsed otsad algavad rakkudevahelistes ruumides, kus toimub lümfiks muunduva koemahla tekkimine.

Lümfikapillaarid lähevad üle *lümfisoonteks*, mis oma ehituselt meenutavad veene, kuid on õhemate seintega. Kõige peenemad lümfisooned on pisut jämedamad kapillaaridest. Liitudes üksteisega nad kord-korralt jämenevad ja moodustavad lõpuks kaks mõnemillimeetrise läbimõõduga *lümfijuha*, mis rinnaõõne ülemises osas suubuvad suure vereringe veenidesse (värv. tab. VI). Seega toimub lümfisüsteemi kaudu koemahla äravool rakkude juurest.



Joon. 52. Lümfisoonte alguskudedes (skeem).

Kogu lümfisüsteemi ulatuses paiknevad arvukad *lümfisõlmed* ehk *näärmed* (värv. tab. VII); lümfisõlmedes toimub valgete vere-

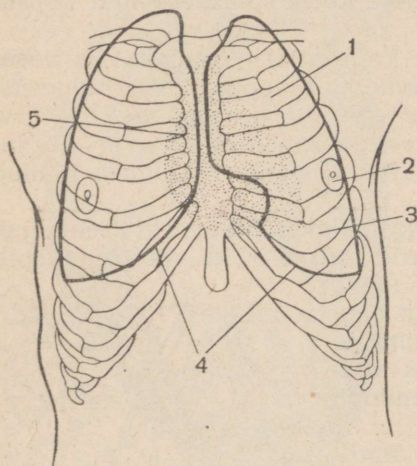
liblede paljunemine. Peale selle tõkestavad need sõlmed organismi sattunud pisikute levikut. Lümfisüsteemil on järelikult veel ka vereloome- ja kaitsefunktsioonid.

**Ulesanne.** Tuletage meelde, kuidas toimub vereringe imetajail; näidake, milles on selle sarnasus inimese vereringega.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune tähtsus on vereringel? 2. Missuguseid osi eristatakse südamel? 3. Missuguseid veresoone nimetatakse arteriteks ja missuguseid veenideks? Missugune ehitus on arterite, veenide ja kapillaaride seintel? 4. Missugused suured veresooned suubuvad südamesse? 5. Kuidas liigub veri suures ja väikeses vereringes, missugune on kummagi tähtsus? 6. Missugune ehitus ja tähtsus on lümfisüsteemil?

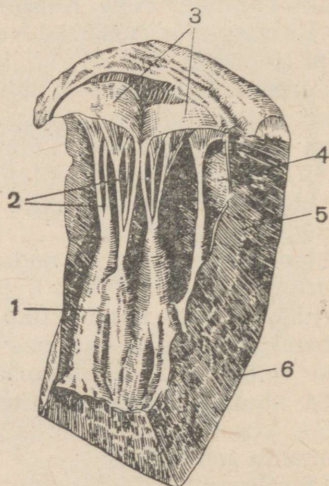
## § 18. Südame ehitus ja töö.

**Südame ehitus.** Süda asetseb rinnaõõnes (värv. tab. I, 20). Tal on koonuse kuju, mille alus paikneb teise ja tipp viienda roietevahe vastas (joon. 53). Väljastpoolt on süda kaetud sidekoelise kestaga — *südamepaunaga* (värv. tab. I, 7).



Joon. 53. Südame asetus rinnaõõnes (skeem):

1 — teine roidevahe; 2 — nisa; 3 — viies roidevahe; 4 — kopsude piirjoon; 5 — rinnaku parem äär. Südame all olev piirkond on kaetud täppidega.



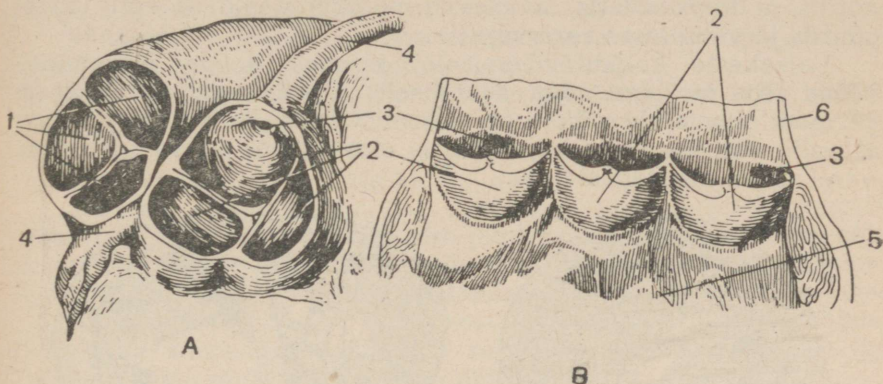
Joon. 54. Hõlmane südameklapp:

1 — lihaskühm, millelt lähtuvad kõõlusniidid (2), m.s. kinnituvad klapihõlmadele (3); 4 — sisemine südamekelme; 5 — südamelihas; 6 — väline südamekelme.

Südame seina moodustab ristvöödiline lihas, mis tõmbub kokku meie tahtest sõltumatult. Kodadel on lihasein väga õhuke ning vasakul vatsakesel pisut paksem kui paremal.

Ava koja ja vatsakese vahel sulgeb *hõlmane klapp*. Hõlmad kujutavad endast õhukesi, kuid tihedaid, venitusele hästi vastupanevaid kilesid. Nende servadelt lähtuvad kõõlusniidid, mis kinnituvad vatsakeste sisepinnale (joon. 54 ja joon. 49, 2—4).

Peale hõlmaste klappide on südamel veel *poolkuuklapid*. Need paiknevad vasaku vatsakese ja aordi ning parema vatsakese ja kopsuarteri piiril (joon. 55).

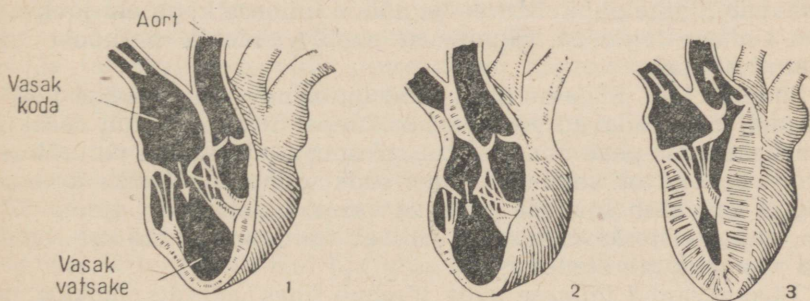


Joon. 55. Poolkuuklapid.

A — ülaltvaade; B — vaade läbilõigatud veresoonele; 1 — klapp parema vatsakese ja kopsuarteri vahel; 2 — klapp vasaku vatsakese ja aordi vahel; 3 — pärgarteri ava; 4 — pärgarterid; 5 — vatsakese sein; 6 — aordi sein.

**Südame kokkutõmmete rütm.** Süda töötab rütmiliselt: tema lihaste kokkutõmbed vahelduvad korrapäraselt lõtvumistega.

Kui veri siseneb kodadesse, on kogu südamelihaski lõtvunud ja puhkeseisundis. Hõlmased klapid on sellal avatud ja veri voolab takistusega vatsakestesse (joon. 56).



Joon. 56. Südame kokkutõmmete rütm:

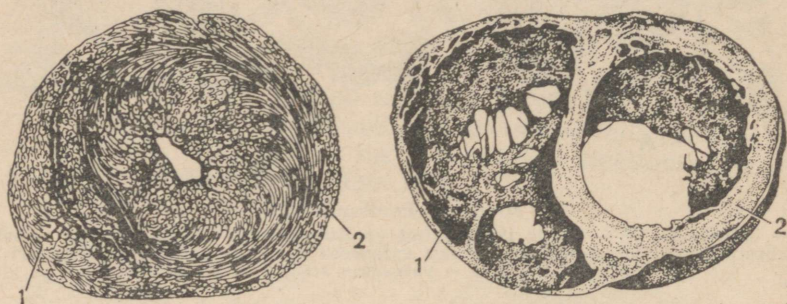
1 — üldine paus; 2 — kodade kokkutõmbumise algus; 3 — vatsakeste kokkutõmbumine.

Järgmisel hetkel toimub üheaegne mõlema koja kokkutõmbumine ja vere ülejääk paisatakse neist vatsakestesse. Pärast vere väljapaiskamist kojad lõtvuvad ja hakkavad uuesti täituma verrega.

Samas algab mõlema vatsakese kokkutõmbumine. Vatsakesi täitva vere surve sulguvad hõlmased klapid.

Kuna kõõlusniitude pinge ei võimalda klappidel koolduda koda-  
desse, ei saa veri neisse tungida. Vatsakeste kokkutõmbumise  
tulemusena suureneb nende õõnes vererõhk. Kui see ületab rõhu  
aordis ja kopsuarteris, avanevad poolkuuklapid ja veri läheb  
suurde ja väikesesse vereringesse.

Vatsakeste kokkutõmbumisele järgneb nende lõtvumine.  
Mõnd aega on kogu süda suhteliselt puhkuse perioodis. Seda  
perioodi nimetatakse *üldiseks südamepausiks*. Poolkuuklapid sel-  
lal sulguvad aordis ja kopsuarteris oleva vere survega lase-  
verel südamesse tagasi tulla.



Joon. 57. Südame vatsakesed ristlõikes: vasakul — lõtvunud, paremal —  
kokkutõmbunud olekus.

1 — parema, 2 — vasaku vatsakese sein.

Pausile järgneb kodade, seejärel vatsakeste kokkutõmbumine  
ja saabub üldine puhkehetk — ja nõnda inimese kogu elu jooksul.  
Seda südame tegevuse rütmilisust saab vaadelda narkoosi all  
lahatud konnal.

**Südame töö.** Südame osade töö on erinev. Ta on väga väike  
kodadel, mis saadavad verd vatsakesesse. Suurim töö on vasakul  
vatsakesel, mis peab oma kokkutõmbumisel üle saama vererõhust  
aordis. Sellega on seletatav, miks südamelihhas on õhuke kodade  
osas ja saavutab suurima paksuse vasakul vatsakesel (joon. 57).  
Siin, nagu teisteski elundites, valitseb talitluse ja ehituse vahel  
tihe vastastikune olenevus.

Täiskasvanud inimese süda tõmbub ühes minutis kokku 60  
kuni 90, keskmiselt aga 75 korda. Üks kokkutõmbetsükkel vältab  
seega 0,8 sek. Sellest ajast kulub kodade kokkutõmbele 0,1 sek.,  
vatsakeste kokkutõmbele 0,3 sek. ja üldine paus kestab 0,4 sek.  
Kui südame kokkutõmmete sagedus suureneb, väheneb iga tsükli  
pikkus. See toimub peamiselt südame üldise pausi lühenemise  
arvel.

Vere hulk, mille kumbki vatsake ühe kokkutõmbega välja  
paiskab, moodustab tervel inimesel keskmiselt 70 cm<sup>3</sup>. Kui võtta  
kokkutõmmete arvuks minutis 75, siis on vere maht, mille üks  
vatsake minutis välja paiskab, 5,25 l.

Südame tööks vajalik energia vabaneb tema lihase koostisse kuuluvate orgaaniliste ühendite keemilisel lagunemisel ja hapendumisel. Lammutunud ainete asemele moodustuvad südamelihases kogu aeg uued ained nende toitainete arvel, mida toob veri.

Südamele langeb  $\frac{1}{200}$  keha kaalust, teda toitvate pärsgoonte kaudu aga voolab  $\frac{1}{10}$  organismi kogu verest.

**Südame treenimine.** Uni on suurim puhkeseisund, mille puhul rakkude hapniku- ja toiteainetevajadus muutub minimaalseks. Sel ajal väheneb ka südame töö: ta tõmbub kokku harvemini ja paiskab igal kokkutõmbel välja vähem verd.

Juba esimeste kehaliigutuste ajal asemelt tõusmisel suurendab süda oma tööd. Inimese tegevuse jõudsamaks muutudes suureneb ka tema südame töö. See toimub kahel viisil: 1) kokkutõmmete sagendamise ja 2) nende tugevdamise teel, mille tagajärjel suureneb iga kokkutõmbega väljapaisatava vere hulk. Südame võime oma tööd suurendada rahuldab rakkude kasvavat hapniku- ja toiteainetevajadust kehalise töö puhul.

Piir, milleni süda oma tööd suurendab, on eri inimestel erisugune. Kehalise tööga tegeleva inimesel suurendab süda tööd kuuekordselt, kuna ta suudab kahekordistada kokkutõmmete arvu ja kolmekordistada iga kokkutõmbega väljapaisatavat verehulka. Inimestel, kes tegelevad vaimse tööga ja ei hooli kehakultuurist, suurendab süda minutis tehtavate kokkutõmmete arvu samuti kahekordselt. Ent niisugune süda suudab suurendada väljapaisatavat verehulka ainult poolteisekordselt, mispärast ka tema töö suureneb ainult kolm korda.

Südant koormab tugevasti mitte ainult kehaline töö. Kaunis palju nõutakse temalt ka haigestumiste ja temperatuuri tõusu puhul. Inimese surma põhjuseks on väga sagedasti mitte haigus, mida tal ravitakse, vaid suurendatud koormusega toime mitte tulnud südame seisumajäämine.

Siit järeldub vajadus südant **treenida**, s. o. harjutada teda suurendatud koormusega toime tulema. Suurepäraseks treenimisviisideks on kehaline töö, hommikvõimlemine, jalutuskäigud, jooksmine, uisutamine ja suusatamine. Treenida tuleb süstemaatiliselt, iga päev, ning sellise arvestusega, et südame koormus suureneks järk-järgult. Kui harjutus muutub raskeks, tuleb ta kohe katkestada.

Igapäevaste harjutuste vorm ja kestus olenevad südame seisukorrast, seepärast peab südame treenimist toimetatama arsti kontrolli all.

**Ulesandeid.** 1. Kasutades joonist 53 leidke enda paljastatud rinnal südame piirjooned. 2. Võrrelge inimese ja imetajate südame ehitust ja märkige ära nende sarnasusjooned. 3. Asetage kõrv sõbra rinna vasakule poolele ja loendage tema südame kokkutõmmete arv ühes minutis: pärast hommikvõimlemist, pärast 1—2 minuti pikkust jooksmist, pärast kiiret ülesminekut mööda treppi neljandale korrusele. Märkige üles saadud andmed ja seletage nende vahed. 4. Paisates verd arteritesse sooritavad vatsakesed iga kokkutõmbega töö, mis võrdub 0,17 kGm-ga. Arvutage, kui suure töö sooritab süda aasta

jooksul, kui oletada, et ta teeb keskmiselt 70 kokkutõmmet minutis. 5. Vere hulk, mille üks vatsake paiskab välja iga kokkutõmbega, võrdub keskmiselt: une ajal 60 cm<sup>3</sup>-ga, puhkeperioodil 70 cm<sup>3</sup>-ga, töö ajal 90 cm<sup>3</sup>-ga. Süda teeb vastavalt 70, 75 ja 90 kokkutõmmet minutis. Inimene teeb tööd, puhkab ja magab à 8 tundi. Arvutage, mitu liitrit verd paiskavad välja mõlemad vatsakesed ööpäevas.

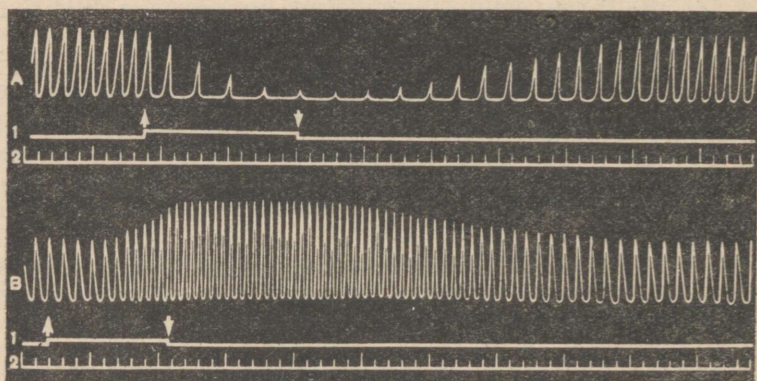
**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune on südame ehitus ja kuidas ta töötab? 2. Mis tähtsus on hõlmastel ja poolkuuklappidel? 3. Kust võetakse energiat südame kokkutõmmeteks? 4. Kuidas muutub südame tegevus päeva jooksul? 5. Miks ja mil viisil tuleb oma südant trennida?

## § 19. Südame tegevuse mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel.

**Mõjutamine närvide kaudu.** Süda suurendab oma tööd just neil juhtudel, kui lihaste ja teiste elundite jõudsam tegevus nõuab toitaineid ja hapnikku sisaldava vere suuremat juurdevoolu. Tekib küsimus, kuidas teostub see seos mitmesuguste elundite tegevuse ja südame töö vahel.

Lihastes, kopsukoes, soolte seintes ja kõigis siseelundeis on retseptoreid. Neis alaliselt tekkiv erutus kandub tsentripetaalsete närvide kaudu peaaegu. Siin võib ta siirduda mistahes tsentrifugaalsetesse närvidesse, sealhulgas ka südame närvidesse.

Südamesse suundub kaks tsentrifugaalsete närvide paari. Neist ühe ärritamine *pidurdab* südame tööd: ta hakkab harvemini kokku tõmbuma ja iga kokkutõmbega vähem verd välja paiskama (joon. 58, A). Teise tsentrifugaalsete närvide paari ärritamine *ergutab* südame tegevust: selle kokkutõmbed sagenevad ja iga kokkutõmbega väljapaisatav vere hulk suureneb (joon. 58, B).



Joon. 58. Küüliku südame kokkutõmbumise kõverad. Kõvera iga tõus (hammas) vastab südame üksikule kokkutõmbele:

A — pidurdava närvi ärritamisel; B — ergutava närvi ärritamisel: 1 — joon, millele märgitakse ärrituse algus (ülesuunatud nool) ja selle lõpp (allasuunatud nool); 2 — joon, millele märgitakse katse kestus.

Töötavate elundite retseptoritelt tsentripetaalsete närvide kaudu peajju saabuv erutus läheb siin üle tsentrifugaalseile närvidele, mis südame tegevust suurendavad. Kui tsentripetaalsed närvid juhivad erutust mittetöötavate elundite retseptoritelt, siis siirdub see peajjus südame tegevust vähendavasse tsentrifugaalseisse närvidesse. Nii ühel kui teisel juhul on südame tegevuse muutumine reflektoriseks reaktsiooniks. See teostub kesknärvisüsteemi vahendusel vastusena siseelundite retseptorite ärritusele.

Nüüd saab vastata ülesseatud küsimusele. Vastavus mitmesuguste elundite tegevuse ja südame töö vahel teostub reflektorisel teel. Nii ergutavate kui pidurdavate närvide hargnemine südames tagab töö väga tundlikku kohanemist muutustele siseelundite tegevuses.

Südame kokkutõmmete sagedust ja tugevust ei mõjuta ainult siseelundite töö, vaid ka väliskeskkonna ärritajad. Näiteks läheneva auto pilt, veduri valju vilistamine, terav lõhn, sukeldumine külma vette ärritavad silma, kõrva, ninaõõne, naha retseptoreid. Retseptorites tekkiv erutus kandub tsentripetaalseid närve mööda peajju. Siin võib ta üle minna südame tsentrifugaalseisse närvidesse, mis põhjustab südame tegevuse muutuse. Mitmesugused väliskeskkonna ärritajad võivad olla ähvardava ohu signaalideks. Nende poolt kesknärvisüsteemi kaudu esilekutsutav südame tegevuse suurenemine on tohutu tähtsusega. Sagendades ja tugevdades oma kokkutõmbeid, parandab süda nende elundite, näiteks lihaste verega varustamist, millele tööga on seotud ohust hoidumine.

Seega südame tegevus alati kohaneb väliskeskkonna muutustele. See kohanemine toimub samuti reflektorisel teel.

**Mõjutamine humoraalsel teel.** Südame tööle avaldavad mõju ka mitmesugused ained, mida elundid verre nõristavad. Nii näiteks *adrenaliin* — sekreet, mida toodavad neerupealised (joon. 109, 2) — kutsub esile südame kokkutõmmete sagenemise ja tugevnemise. Niisuguseid aineid kasutatakse sageli arstiteaduses südame tegevuse ergutamiseks.

Mõned organismi mitmesuguste kudede poolt nõristatavad ained, vastupidi, aeglustavad südame tegevust.

Vere poolt edasikantavate mitmesuguste keemiliste ärritajate mõju elundite tööle nimetatakse humoraalseks, s. o. vedeliku (*humor*) kaudu avaldatavaks. Humoraalsed mõjutused on kesknärvisüsteemi kontrolli all. Ta avaldab mõju mitmesuguste elundite, sealhulgas ka südame tegevust muutvate aktiivsete ainete nõristamisele.

1902. aastal kutsus vene teadlane professor A. A. Kuljako esmakordselt esile inimese kehast eraldatud südame kokkutõmbumised mitme tunni möödumisel tema surmast. Südame elustamiseks juhiti läbi tema pärjsoonte 37°-ni soojendatud ja hapnikuga

rikastatud toitelahust<sup>1</sup>. Selle südame tööd ergutasid ained, mis tekkisid temas toimuvate keemiliste protsesside ajal.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas muutub südame tegevus temasse suunduvate närvide ärritamisel? 2. Kuidas teostub vastavus siseelundite töö ja südame tegevuse vahel? 3. Mis teel kohaneb südame töö väliskeskonna muutustele? (Tuua näiteid.) 4. Missuguseid mõjusid elundite tegevusele nimetatakse humoraalseiks?

## § 20. Elundite varustamine verega.

**Vere ja lümfi liikumise põhjused.** Suure arteri haavast jookseb verd välja pursates, vigastatud veenist niriseb ta aeglase joana. See on seletatav sellega, et vererõhk aordis on 115—130 elavhõbedasamba mm; aordi hargnedes ta kord-korralt alaneb ja on väga peentes arterites 70—80, kapillaarides aga isegi 20—40 mm. Veenides on veel madalam vererõhk, nendes õõnesveenide osades aga, mis paiknevad rinnaõõnes, on vererõhk isegi negatiivne.

Vererõhu järk-järguline langemine soonte ahenedes on seletatav järjest suureneva takistusega, mida verevoolule avaldavad soonte seinad (vere osakeste hõõrdumise tõttu nende vastu). Ebaühtlane vererõhk eri soontes on peapõhjuseks, mis kutsub esile vere voolamise kogu vereringesüsteemis.

Veri siseneb arteritesse perioodiliselt — südame kokkutõmmete ajal, kuid voolab mööda neid pideva joana. See on seletatav aordi ja arterite seinte elastsusega. Iga aorti sisenev vereportsjon surub tema seinad laiali. Südame üldise pausi ajal tõmbuvad aordi seinad oma elastsuse tõttu koomale ja rõhuvad verele, sundides seda edasi liikuma.

Aordi perioodilised laienemised vere sisenemise ajal südamest temasse levivad mööda kõiki artereid lainetena. Need lained on saanud pulsseerivate lainete ehk lihtsalt *pulsi* nimetuse. Seal, kus arterid asetsevad luu peal ja kulgevad vahetult naha all (kodarluu- ja oimuarter, põia arterid), võib pulssi kombata ning mõnel inimesel ka näha. Arstid loendavad pulsilööke, et määrata südame kokkutõmmete arvu minutis.

Lümfi, nagu ka vere liikumist põhjustab rõhumise vahe lümfi-süsteemi eri osades.

**Vere liikumise kiirus.** Kui võrrelda omavahel kõigi aortide, kõigi veenide ja kõigi kapillaaride läbimõõtude summasid eraldi võetuna, siis selgub, et veenide verevoolu tee on kaks korda ja kapillaaride verevoolu tee sadu kordi laiem arterite verevoolu teest. Mida laiem on veresoonte voolutee, seda aeglasemalt voolab neis veri. Vere liikumise kiirus on suur suurtes arterites (kuni 50 cm sekundis), märksa väiksem suurtes veenides (kuni 20 cm sekundis) ja täitsa tähtsusetu kapillaarides (ligi 0,5 cm sekundis).

<sup>1</sup> Lahus sisaldab vere koostisse kuuluvaid soolasid ja glükoosi.

Vere liikumist soontes võib võrrelda vee liikumisega jões: jõesängi kitsenemisel vee voolukiirus suureneb, laiemais kohtades, vastupidi, väheneb.

Vere liikumise suur kiirus arterites tingib tema kiire edasi liikumise organismis ja elundite normaalse varustamise hapniku ja toitainetega. Voolu väike kiirus kapillaarides, millede pikkus on ainult 0,5 mm, tagab küllaldase aja nende ainete tungimiseks rakke ümbritsevasse koemahla.

**Vere ümberjaotus organismis.** Keha eri elundid võivad saada kord rohkem, kord vähem verd isegi sel juhul, kui südame tegevus ei muutu. Kehalise töö puhul näiteks tugevneb järsult lihaste verrega varustamine, mis nende töövoimet suurendab. Sooltesse voolava vere hulk aga näiteks samal ajal väheneb. Pärast toitvat lõunasööki varustatakse oma tegevust suurendavat seedeaparaati suurema verehulgaga kui peaju, mis on suhtelise puhkuse olekus.

Elundi varustamine verega oleneb veresoonte seisundist temas. Kui nad laienevad, siis elundist läbivoolava vere hulk suureneb. Soonte ahenemisel elundi verrega varustamine väheneb. Näiteks jõudsalt kokkutõmbuvas skeletilihases, on laienenud ja verega täitunud kapillaaride arv 100 korda suurem kui puhkeolekus viibivas lihases.

Organismis pidevalt toimuv vere ümberjaotus on väga olulise tähtsusega: ta tagab vere muutuva üldkoguse juures kõigi töötavate elundite tugevdatud varustamist sellega.

**Veresoonte valendikule närvide kaudu ja humoraalsel teel avaldatavad mõjud.** Arterite ja veenide seinte keskmist kihti moodustavasse silelihastesse suunduvad tsentrifugaalsed *vasomotoorsed* (soonevalendikku muutvad) *närvid*. Need närvid on kaht liiki: sooneahendajad ja soonelaiendajad. *Sooneahendajate* närvide ärritamine kutsub esile lihaste kokkutõmbumise ja soonte ahenemise. *Soonelaiendajate* närvide ärritamine põhjustab lihaste lõtvumise ja soonte laienemise.

Kapillaarid, millede seinad koosnevad ainult epiteelrakkudest, võivad samuti oma valendikku närvide kaudu avaldataval mõjutusel muuta (joon. 59).

Siseelundite retseptoreilt peaju tulev närvierutus võib siin, nagu oli juba öeldud, üle minna mitmesugustele tsentrifugaalseile, sealhulgas ka soonelaiendajaile ja sooneahendajaile närvidele. Soonte läbimõõdu suurenemine ja vähenemine toimub seega *reflektorselt*.

Veresoonte valendiku reflektorseid muutusi toimub ala-



Joon. 59. Kapillaarid laienenud (vasakul) ja ahenenud (paremal) seisundis.

tasa mitmesuguseid väliskeskkonna mõjustusi vastuvõtivate retseptorite erutumisel. Eriti on see märgatav näos, mille punetust (veresoonte laienemist) ja kahvatust (veresoonte ahenemist) kutsuvad esile näiteks õhutemperatuuri muutused.

Veresoonte laienemine ja ahenemine võib toimuda ka mitmesugustest elunditest verre sisenevate ainete mõjul. Juba mainitud adrenaliin kutsuv esile arterite ahenemise. Teiste ainete, muuseas ka lihastes kokkutõmbumisel tekkivate ainete mõjul toimub veresoonte laienemine.

Südame töö tugevnemine suurendab vere sisenemist soontesse. Veresoonte laienemine töötavais ja ahenemine mittetöötavais elundeis tagab vere suunamise just nendesse kohtadesse, kus toitained ja hapnik on kõige enam vajalikud.

**Ülesandeid.** 1. Leidke endal pulss kodarluuarteris (kaelabast kõrgemal), unearteris (kaelal) ja oimuarteris. 2. Loendage oma pulssi hommikul (ärkamisel), pärast hommikvõimlemist, päeval tundide ettevalmistamise ajal, pärast 1—2-minutist jooksmist, pärast kiiret ülesminekut treppi mööda neljandale korrusele. Saadud andmed märkige üles ja seletage vahed nende vahel. 3. Loendage pärast hommikvõimlemist, 1—2-minutist jooksmist ja kiiret ülesminekut treppi mööda neljandale korrusele pulssi sõbral, kellel teie määrasite südame kokkutõmmete arvu (§ 18-nda ülesanne). Võrrelge nende kahe katse andmeid ja andke neile seletus. 4. Tooge näiteid ärritajaist, mis kutsuvad esile näo veresoonte valendiku muutused, mille tagajärjel nägu kahvatub või punetama hakkab.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Miks vererõhk eri soontes on erinev ja missugune füsioloogiline tähtsus sellel on? 2. Miks veri, sisenedes soontesse perioodiliselt, liigub neis pideva joana? 3. Mis on pulss ja kus on teda kõige kergem leida? 4. Kuidas muutub verevoolu kiirus eri soontes ja mis tähtsus sellel on? 5. Miks vere hulk ühes ja samas elundis kord suureneb, kord väheneb? 6. Kuidas teostuvad veresoonte valendikule närvide kaudu avaldatavad mõjud? 7. Missugused ained mõjuvad veresoonte valendikule humoraalselt?

#### KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Missugune on vere ja lümfi koostis; miks nimetatakse neid vedelikke organismi sisekeskkonnaks?
2. Kuidas toimub vere hüübimine, milles seisab tema tähtsus; kuidas saab sulgeda verejooksu; missugustel juhtudel kasutatakse vereülekannt?
3. Missugune on punaste ja valgete vereliblede ehitus ja mis tähtsus neil on, kus ja kuidas nad tekivad?
4. Missuguseid haigusi nimetatakse nakkushaigusteks; mis on immuunsus, missuguseid immuunsuse vorme eristatakse; kuidas võideldakse nakkushaigustega?
5. Mis tähtsus on vere ja lümfi pideval liikumisel, kuidas toimub vere- ja lümfiringe?
6. Kuidas töötab süda, kuidas muutub tema tegevus eri tingimustes; miks ja kuidas peab südamelihast treenima?
7. Milles väljenduvad südame tegevusele närvide kaudu ja humoraalsel teel avaldatavad mõjud?
8. Missugused põhjused kutsuvad esile vere liikumise, missugused arterite ehituse iseärasused hoiavad alal tema pidevust, millest oleneb verevoolu kiirus?
9. Kuidas toimub vere ümberjaotumine elundite vahel, kuidas mõjutab teda närvisüsteem?

## IV PEATUKK.

### HINGAMISELUNDID.

#### § 21. Hingamiselundite ehitus.

**Hingamiselundite tähtsus.** Organismi elutegevus on seotud alalise energia kulutamisega mitmesuguste elundite tööks ja keha soojendamiseks. Energia vabaneb valkude, rasvade ja süsivesikute lagunemisel. Selle lagunemisega käib kaasas hapendumine, mille puhul orgaaniliste ainete keerukad molekulid ühinevad hapnikuga ja lõhustuvad.

Organismile vajalik hapnik siseneb väliskeskkonnast hingamiselunditesse, kust veri ta rakkudesse kannab. Ainete lagunemisel rakkudes tekib süsihappegaas, mille veri ära kannab ja mis eritub välisõhku peamiselt kopsude kaudu. Hingamiselundite tähtsus on seega peamiselt selles, et nad teostavad gaasivahetust organismi ja väliskeskkonna vahel.

Ilma energiata ja selle vabastamisest osa võtva hapnikuta ei saa areneda ükski eluprotsess. Järelikult on hingamiselundite tegevusest keha kõigi elundite töö. Ent hingamiselundid vajavad toitainete juurdevoolu ja laguainete äraviimist. Seepärast on ka hingamiselundite tegevus omakorda vereringe-, seede- ja erituselundite talitlusest.

Hingamisprotsessi kaudu toimub organismi ja väliskeskkonna side ja vastastikune mõjutamine. Selle vastastikuse mõjutamise tagajärjel toimuvad mitmesugused keemilised muundused organismis ning muutub teda ümbritseva keskkonna õhu koostis.

Hingamiselundkonda kuuluvad kõri, trahhea, bronhid ja kopsud (värv. tab. VIII). Õhk tungib kõrisse nina- või suuõõne ja neelu kaudu.

**Ninaõõs.** Ninaõõs (joon. 60) koosneb paremast ja vasakust poolest. Kumbki pool jaguneb kitsasteks ninakäikudeks, mille pind on kaetud epiteeliga. Epiteeli ripsmed peavad kinni ja viivad oma liigutustega välja tolmu, mida on alati välisõhus.

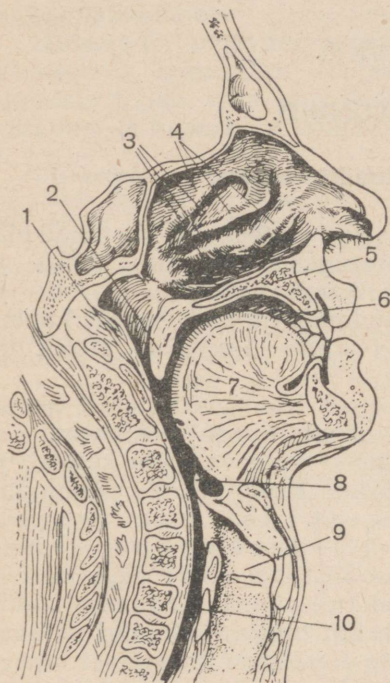
Ninakäikude pind on rikkalikult varustatud veresoontega. Nendes voolav veri soojendab sissehingatavat õhku.

Ninaõõne näärmel nörivad lima, mis nõrgendab õõnde sise-

nevas õhus leiduvate pisikute elutegevust. See vähendab organismi nakatamise ohtu. Lima ohter nõristamine nohu (nina limaskesta põletiku) puhul on kaitsereaktsiooniks õhuga koos ninaõõnde sattunud pisikute vastu.

Ninaõõne seintel leidub alati valgeid vereliblesid, mis tungivad sinna veresoontest. Tänu oma fagotsütoosivõimele hävitavad nad suure hulga pisikuid.

Seega ninaõõne kaudu kopsudesse sisenev õhk puhastatakse, soojendatakse ja tehakse nakkusvabaks. Kui ta tungib organismi suuõõne kaudu, seda temaga ei sünni. Just seepärast peab alati hingama nina, mitte aga suu kaudu.



Joon. 60. Hingamistee ülemine osa:

1 — neel; 2 — pehme suulagi; 3 — nina-käigud; 4 — ninakarbid; 5 — kõva suulagi; 6 — suuõõs (suukoobas); 7 — keel; 8 — kõripealis; 9 — kõriõõs (näha häälekurrud); 10 — söögitoru.

taakse, soojendatakse ja tehakse nakkusvabaks. Kui ta tungib organismi suuõõne kaudu, seda temaga ei sünni. Just seepärast peab alati hingama nina, mitte aga suu kaudu.

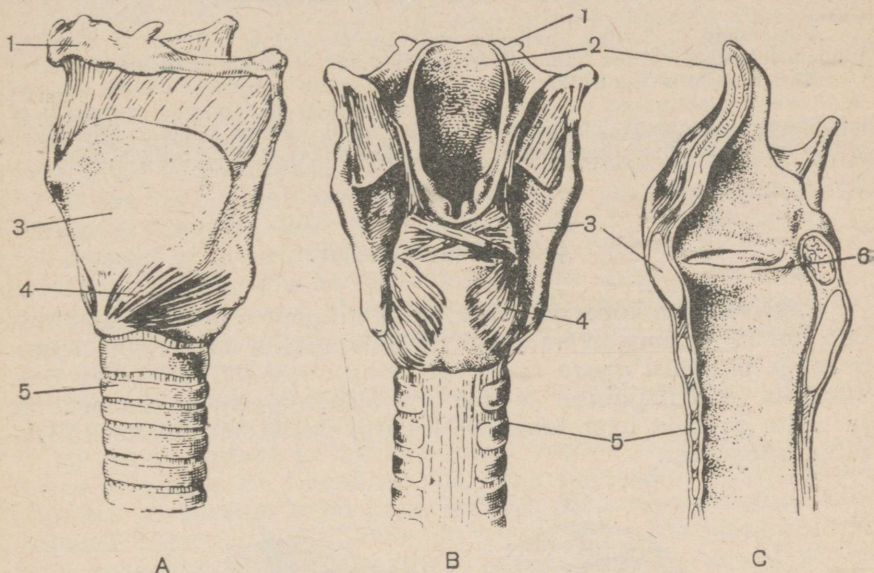
**Kõri.** Ninaõõnest läheb õhk *neclusse*, mille juurest algab hingamissüsteemi väga tähtis osa — *kõri*. See asetseb kaelas kohakuti viimaste kaelalülidega. Kõri koosseisu kuulub mitu kõhre. Kõige suurem neist, mida nimetatakse *kilpkõhrek*s, on kaela esiküljel käega kergesti kombitav. Temast kõrgemal on teine suur kõhr — *kõripealis* (joon. 61). Kõri kõhred on ühendatud üksteisega liigeste ja sidemete abil; neid paneb liikuma rida vöötlihaseid.

Kõriõõnt vooderdab limaskest. Õõne kõige kitsama koha külgselteil moodustab keel *häälekurdude* paari; häälekurdude vahel on *häälepilu*. Kõri lihaste kokkutõmbumisel häälekurrud tõmbuvad pingule; sisehingatava õhu vool paneb nad võnkuma; seejuures tekib hääli.

Kõri on järelikult mitte ainult hingamistee osa, vaid ka **hääleelund**. Peab siiski tähendama, et suurt osa artikuleeritud kõne häälikute moodustamisel etendavad keel ja kõrist kõrgemal asetsevad õõned — suu- ja ninaõõs.

**Trahhea ja bronhid.** Läbinud kõri, satub õhk *trahheasse*. See on umbes 10—12 cm pikkune toru. Trahhea skelett koosneb ülestikku asetsevast 15—20 poolikust kõhrest rõngast. Kõhrede vahel, samuti nende tagapoole suunatud vabade otste vahel on silelihaseid.

kiude sisaldav sidekoest kile. Piirates trahhead eest ja külgedelt, ei lase kõhred tema seintel kokku vajuda. Kui poleks kõhri, katkestaks pisemgi vajutamine kaelale jaki- või särgikaeluse kinninööpimisel hingamise. Kõhrest rõngaste katkestus trahhea tagapinnal tagab toidu vaba liikumise läbi trahhea taga asetseva söögitoru.



Joon. 61. Kõri külgyaates (A), tagantvaates (B) ja läbilõikes (C):  
 1 — keeleлуу; 2 — kõripealis; 3 — kilpkõhr; 4 — lihased; 5 — trahhea kõhred;  
 6 — häälekurrud.

Trahhea alumine ots hargneb kaheks *bronhiks*. Need suunduvad paremasse ja vasakusse kopsu ja hargnevad seal mitmekordselt, moodustades niinimetatud *bronhiaalpuu* (värv. tab. VIII). Jämedatel bronhidel on seintes kõhrest rõngad, peentel bronhidel need puuduvad; viimastel on rõngaslihaste kiht. Kõige peenemad bronhid lõpevad *kopsumullidega*, mille õhukestes seintes on verrega täidetud kapillaaridega tihedalt kaetud sopid — *kopsusombud* ehk *alveoolid*.

Trahhead ja bronhe vooderdab seestpoolt kest, mis sisaldab limanäärmeid ja on kaetud ripsepiteeliga. Epiteeli ripsmete liikumine takistab tolmu ja väikeste võõrkehade tungimist kopsudesse (joon. 5, 4).

**Kopsud.** Kopsud täidavad peaaegu kogu rinnaõõnt (värv. tabelid I, 6 ja VIII). Nad koosnevad elastsete kiudude poolest rikkast õrnast poorsust koest. See kude annab kopsudele erakordse elastsuse.

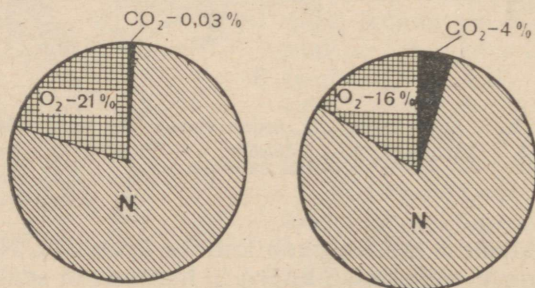
Väljastpoolt on kopsud ümbritsetud sidekoelise kestaga — rinnakelme ehk pleuraga. Ta koosneb kahest lestmest: üks katab kopsu, teine vooderdab rinnaõõnt (värv. tab. I, 21). Mõlema lestme vahel on kopsukelmeõõs, mis sisaldab vähesel määral vedelikku. Vedelik niisutab lestmete teineteise poole pööratud pindu ja vähendab nende vahelist hõõrdumist. Seetõttu libisevad kopsud hingamisel vabalt rinnaõõne sisepinnal.

**Ulesandeid.** 1. Leidke kombates enda kaelal kõri ja trahhea. 2. Võrrelge hingamiseldundite ehitust inimesel ja imetajail; milles avaldub nende sarnasus?

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Milles seisab hingamiseldundite tähtsus? 2. Missuguse ehitusega on elundid, millede kaudu õhk siseneb kopsudesse? 3. Miks peab hingama läbi nina? 4. Kuidas tekib inimese hääl? 5. Missugune ehitus on kopsudel ja rinnakelmel ning kuidas moodustub kopsukelmeõõs?

## § 22. Gaasivahetus.

**Gaasivahetus kopsudes.** Õhk, mida inimene sisse hingab, sisaldab ligi 79% lämmastikku, ligi 21% hapnikku, 0,03% süsihappegaasi ja rea teisi gaase (joon. 62). Kopsudest väljahingatav õhk sisaldab 16% hapnikku ja ligi 4% süsihappegaasi; lämmastiku ja teiste gaaside hulk temas ei muutu; peale selle on ta küllastatud veeaurust.



Joon. 62. Sissehingatava (1) ja väljahingatava (2) õhu koostis.

Süsihappegaasi hulga suurenemist väljahingatavas õhus saab kergesti kontrollida lihtsa katsega. Võetakse klaas lubjaveega. Klaastoru kaudu hingatakse paar korda vette. Lubjavesi läheb sogaseks. See tõestab, et väljahingatavas õhus on tunduv hulk süsihappegaasi. Välisõhu juhtimine läbi lubjavee selle sogaseks minemist ei tekita.

Õhu koostise muutus kopsudes on seletatav nendes toimuva gaasivahetusega organismi ja väliskeskkonna vahel. Selle gaasivahetuse seaduspärasused on kindlaks tehtud peamiselt I. M. S e t š e n o v i poolt.

Kopsudes toimuv hapniku minek õhust verre ja süsihappegaasi minek vastupidises suunas seletub difusiooni seadusega. Selle seaduse kohaselt gaas levib alati sealt, kus tema rõhk on suurem, sinna, kus see on väiksem.

Hapniku rõhk kopsumullides on märksa kõrgem kui kopsu kapillaarides voolavas venoosses veres. Difusiooni seaduse kohaselt tungib hapnik läbi kopsumullide ja kapillaaride seinte verre. Siin ei jää ta vabasse olekusse, vaid ühineb punaste vereliblede hemoglobiiniga. Selle tagajärjel püsib vahe kopsudes oleva ja veres sisalduva hapniku rõhu vahel tasemel, mis tagab hapniku katkestamatut sisenemist verre.

Süsihappegaasi sisaldus ning järelikult ka rõhk on kopsudes sisalduvas õhus märksa väiksem kui kopsumullide kapillaarides voolavas venoosses veres. Seepärast läheb süsihappegaas verest kopsudes olevasse õhku ja hingatakse ühes viimasega välja.

Kopsud ei ole ainult hingamiselundid. Nad on ka erituselundid. Kopsude kaudu eemaldatakse kehast laguained — süsihappegaas ja vesi. Vee eritamine toimub tema auramise teel kopsumullide pinnalt. Seepärast ongi väljahingatav õhk alati külastatud veeaurust.

Vere hingamis- ja eritusfunktsioonil on väga suur tähtsus vere koostise suhtelise püsivuse säilitamisel.

Kopsude ehituse ja talitluse vahel valitseb vastastikune seos. Mida aktiivsem on looma eluviis, seda tugevam on tema gaasivahetus ja suurem tema kopsumullide pind. Kopsumullide pind inimese kopsudes võrdub 60—120 m<sup>2</sup>-ga. Ta on 35—70 korda suurem keha pinnast. Kopsumullide ja kapillaaride seinad ei ole paksemad kui seebimullidel. Need ehituse iseärasused tagavad väga energilise gaasivahetuse.

Andes kopsudes ära liigse süsihappegaasi ja rikastudes hapnikuga muutub venoosne veri arteriaalseks. Arteriaalne veri satub kopsuveene mööda südame vasakusse poolde, ning minnes sealt suure vereringe arteritesse, läheb laiali keha kõigisse elundeisse.

**Gaasivahetus kudedes.** Kudedes toimuvad pidevalt hapendumisprotsessid, mille puhul kulutatakse hapnikku. Selle tõttu kudedes vaba hapnikku ei ole. Kudedest läbivoolav veri aga sisaldab palju hapnikku. See eraldub hemoglobiinist, millega ta on ühendatud, ja läheb difusiooniseaduse kohaselt verest läbi kapillaaride seinte koemahla ning viimasest rakkudesse.

Kuna kehas toimuvad kogu aeg hapendumisprotsessid, on koed rikkad süsihappegaasi poolest. Kudedesse saabuv arteriaalne veri aga sisaldab seda märksa vähem. Seepärast läheb süsihappegaas rakkudest neid ümbritsevasse koemahla ja viimasest verre.

Kudede kapillaaridest läbi käinud arteriaalne veri kaotab osa hapnikku, rikastub süsihappegaasi poolest ja muutub venoosseks. Venoosne veri suundub suure vereringe veene mööda

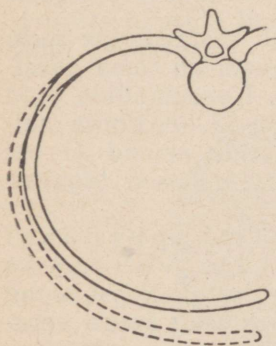
südame paremasse poolde ning sejärel kopsuarterite kaudu kopsudesse, kus toimub tema muutumine arteriaalseks vereks.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguse koostisega on sisse- ja väljahingatav õhk? 2. Kuidas toimub gaasivahetus kopsudes? 3. Missugused kopsude ehituse iseärasused tagavad gaasivahetuse? 4. Kuidas toimub gaasivahetus kudedes? 5. Missugustes veenides voolab arteriaalne veri ja missugustes arterites venoosne veri?

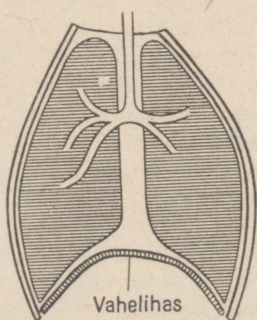
## § 23. Hingamisliigutused.

**Normaalne hingamine.** Selleks, et gaasivahetus areneks normaalselt, peab õhk kopsudes kogu aeg vahetuma. See vahetus toimub sisse- ja väljahingamisel.

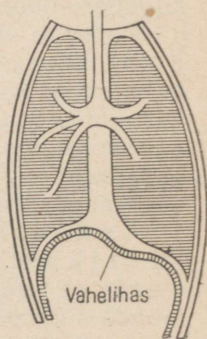
Sissehingamist tekitab rinnaõõne laiendamine lihaste kokkutõmbumise tagajärjel. Kui välimised roietevahelised lihased (joon. 35) kokku tõmbuvad, siis roided pöörduvad ja kerkivad. See põhjustab rinnaõõne mahu suurenemise. Vahelihase kokkutõmme teeb tema kumerusega üles suunatud kupli lamedamaks. See suurendab õõne mõõtmeid vertikaalsuunas (joon. 64).



Joon. 63. Roide asend sissehingamisel (katkeline joon) ja väljahingamisel (pidev joon).



Vahelihas



Vahelihas

Joon. 64. Rinnaõõs sissehingamisel (vasakul) ja väljahingamisel (paremal). (Skeem.).

Üheaegselt rinnaõõne mahu suurenemisega toimub väga elastisest koest koosnevate kopsude paisumine. Kopsude paisudes õhurõhk nendes alaneb. Selle tagajärjel tungib kopsudesse välisõhk, s. o. toimub sissehingamine.

Väljahingamist tekitab rinnaõõne vähenemine sissehingamisel kokkutõmbunud lihaste lõtvumise tagajärjel. Välimiste roietevaheliste lihaste lõtvumine põhjustab roiete allavajumise ja rinnaõõne mõõtmete vähenemise. Kui lõtvub vahelihas, siis teevad talle alt-

poolt pealesuruvad kõhuelundid tema kupli kumeramaks, mis vähendab rinnaõõnt vertikaalsuunas.

Rinnaõõne vähenemise tagajärjeks on kopsude mahu vähene- mine ja kopsusisese rõhu suurenemine. See põhjustab õhu liikumise kopsudest välja, s. o. väljahingamise.

Sisse- ja väljahingatava õhu mahtu saab mõõta *spiromeetri* abil (joon. 65). See aparaat koosneb kahest silindrist: välisest ja sellesse põhjaga ülespoole asetatud sisemisest silindrist. Kui hingata spiromeetri toru kaudu, hakkab tema sisemine silinder tõusma ja vajuma. Jaotused skaalal näitavad sisse- ja väljahingatava õhu hulka kuupsentimeetrites.

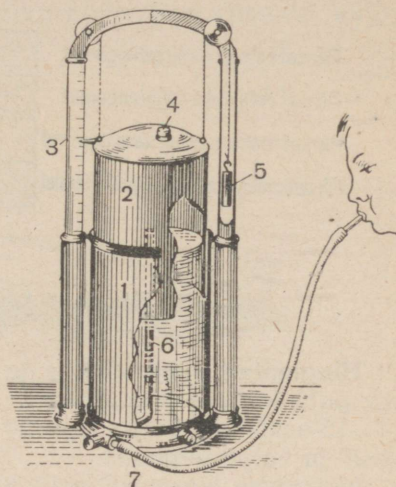
Hariliku rahuliku hingamise ajal hingab täiskasvanud inimene sisse ja välja umbes 50 cm<sup>3</sup> õhku. Ent peab arvesse võtma, et iga väljahingamise puhul umbes 150 cm<sup>3</sup> õhku täidab ninaõõne, ninaneeluruumi, kõri, trahhea ja bronhid. Sissehingamisel läheb see juba kasutatud õhk kopsudesse esimesena. Seega osa sissehingata- vast õhust on halvema koostisega kui välisõhk.

**Sügav hingamine.** Sügava hingamise puhul laieneb rinnaõõs rohkem kui rahulikul hingamisel. See toimub selle tõttu, et tõmbuvad kokku mitte ainult välimised roietevahelised lihased ja vahelihas, vaid ka rida teisi lihaseid.

Sügava väljahingamise puhul kõik need lihased lõtvuvad, kuid peale selle tõmbuvad kokku sisemised roietevahelised lihased ja kõhuseina lihased (joon. 35). Kõhu lihased suruvad kokku tõmbudes kokku kõhu elundeid, mis rõhuvad vahelihasele ja suurendavad selle ülespoole suunatud kumerust. Sellega väheneb rinnaõõne kõrgus ja järelikult ka maht.

Sügav sissehingamine erineb rahulikust sissehingamisest ainult kokkutõmbuvate lihaste arvu suurenemise poolest. Sügav väljahingamine erineb rahulikust väljahingamisest selle poolest, et ta on seotud mitte ainult lihaste lõtvumisega, vaid ka kokkutõmbumisega.

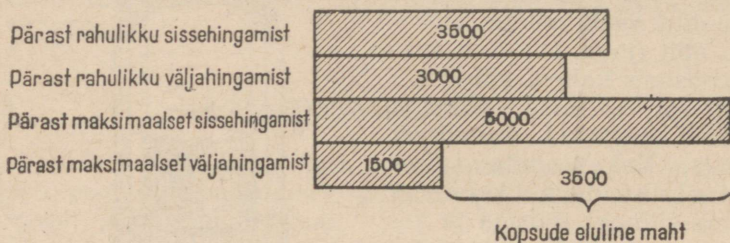
Maksimaalset õhuhulka, mille inimene suudab välja hingata pärast kõige sügavamat sissehingamist, nimetatakse *kopsude elu-*



Joon. 65. Spiromeeter:

1 — veega täidetud välimine silinder, milles on paigutatud teine silinder (2); 3 — skaala spiromeetrisse väljahingatud õhu mahu kindlaksmääramiseks; 4 — kork; 5 — sisem.st silindrit (2) tasakaalustav koormis; 6 — toru, mille kaudu väljahingatav õhk siseneb spiromeetrisse (tema ülemine ots on vee tasemest kõrgemal); 7 — suulisega kummitoru.

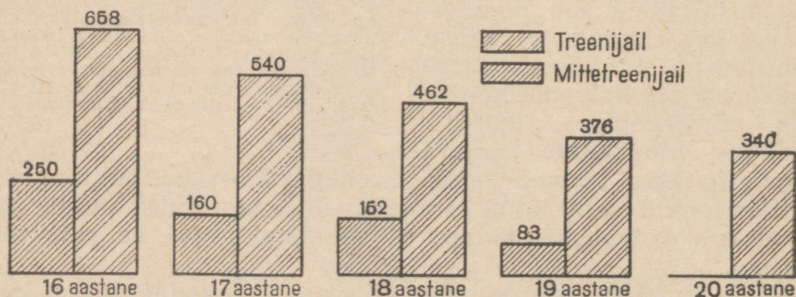
*liseks mahuks* (joon. 66). Täiskasvanud inimestel kõigub kopsude eluline maht kaunis suurtes piirides, 2000-st kuni 6000 cm<sup>3</sup>-ni, 15-aastastel noorukitel on ta keskmiselt 2600 cm<sup>3</sup>. Kopsude elulise mahu suurus on inimese kehalise arenemise tähtsamaid näitajaid.



Joon. 66. Õhu hulk kopsudes (kuupsentimeetrites).

**Hingamine puhkeolekus ja tegevuse ajal.** Hingamisliigutuste arv puhkeolekus oleneb eest. Vastsündinu teeb minutis 30—45, 14—15-aastane nooruk aga 20 ja täiskasvanud inimene 16—18 sisse- ja väljahingamist.

Igasuguse tegevuse, eriti kehalise töö puhul organismi energiakulutust suureneb. Selle tulemusena tõhustuvad hapendumisprotsessid ja suureneb hapniku kulutus.



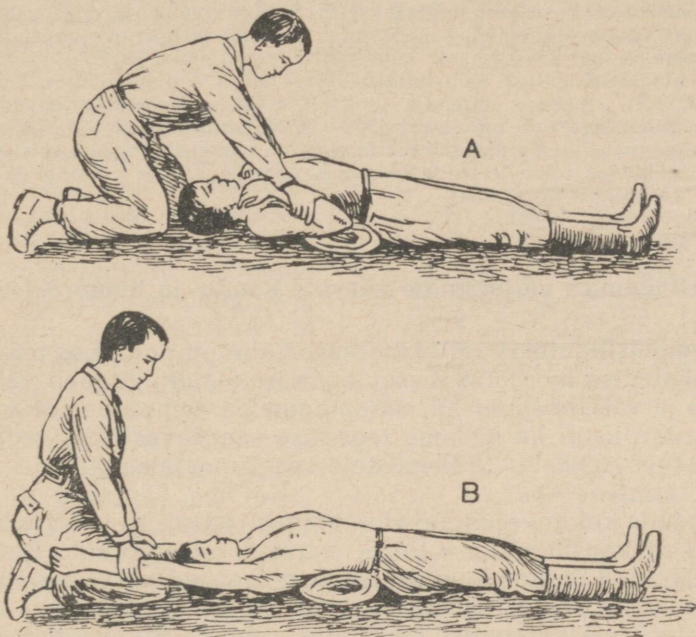
Joon. 67. Hingamislihaste treenimise mõju kopsude elulisele mahule. Kopsude elulise mahu juurdekasv noortel (cm<sup>3</sup>-tes).

Nõrgalt arenenud hingamislihaskonnaga inimesel rahuldatakse organismi suurenenud hapnikuvajadus peamiselt sisse- ja väljahingamiste arvu suurendamise teel. See põhjustab hingeldamist ja vajadust töö katkestada. Hästi arenenud hingamislihastega ja kopsude suure elulise mahuga inimesel tugevneb organismi varustamine hapnikuga peamiselt hingamissügavuse suurendamise tõttu.

Hingamislihaste treenimiseks ja kopsude elulise mahu suurendamiseks võib soovitada kehalist tööd, hommikvõimlemist, iga-

päevaseid jalutuskäike, suusatamist, sõudmist, ujumist ja hingamisvõimlemist, mis arendab sisse- ja väljahingamisest osa võtvaid lihaseid (joon. 67).

**Kunstlik hingamine.** Kunstlikku hingamist rakendatakse vingumürgituse puhul ja esmaabi andmisel uppunuile ning elektrivoolust ja piksest tabatuile. Üks kunstliku hingamise viise on järgmine.



Joon. 68. Kunstlik hingamine:  
A — sisse-, B — väljahingamine.

Kannatanu asetatakse seljale, nõõbitakse tal lahti kaelus ja vallandatakse vöö. Abaluude alla tuleb panna mingi pehme pamp. Tarvitades puhast taskurätikut, tõmbab üks kunstliku hingamise sooritajaist kannatanul keele pikalt välja ja hoiab seda näppude vahel. Teine abiandja asub põlvili kannatanu pea juurde, haarab teda kätest küünarnukkide juures ja surub tema käed liialt rõhutamata keha rinnaosa külgede vastu. Loendanud kolmeni, peab ta tõstma kannatanu käed üles ja tõmbama nad sirgu pea taha. Loendanud uuesti kolmeni, ta surub käed jälle rinna vastu jne. (joon. 68).

**Ulesandeid.** 1. Mõõtke mõõdurihmaga oma rinna übermõõtu pärast rahulikku sisse- ja väljahingamist ning pärast kõige sügavat välja- ja sissehingamist. 2. Loendage, mitu hingamisliigutust te teete ühes minutis hommikul (kui olete ärganud), pärast hommikvõimlemist, päeval tundide ettevalmistamisel.

mise ajal, pärast 2—3-minutist jooksmist, pärast kiiret ülesminekut treppi mööda neljandale korrusele. Saadud andmed märkige üles ja seletage, miks nad erinevad. 3. Pidage hinge kinni ja tehke kella abil kindlaks, mitu sekundit te saate hingamata olla. 4. Leidke, kui palju õhku läbib kopsse ööpäevas, kui oletada, et inimene teeb keskmiselt 16 sissehingamist minutis, viies igakord kopsudesse 500 cm<sup>3</sup> õhku. Arvutage, kui palju hapnikku inimene tarvitab sel- lest õhust ja kui palju süsihappegaasi õhku eritab.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas toimub rahulik sissehingamine (miks laieneb rinnaõõs, miks on selle tagajärjeks kopsude paisumine, miks tungib paisunud kopsudesse välisõhk)? 2. Kuidas toimub rahulik väljahingamine (miks väheneb rinnaõõne maht, miks on selle tagajärjeks kopsude mahu vähenemine, kuidas see kajastub kopsusisesel rõhul, miks õhk väljub kopsust)? 3. Mitu hingamisliigutust teeb inimene ühes minutis puhkeolekus, kui palju õhku vahetub kopsudes selle aja jooksul? 4. Mille poolest erinevad sügav sisse- ja väljahingamine rahulikest sisse- ja väljahingamisest? 5. Mis on kopsude eluline maht? 6. Kuidas muutub hingamine olenevalt inimese seisukorrast? 7. Miks ja kuidas tuleb treenida hingamislihaseid? 8. Mis juhtudel ja kuidas tehakse kunstlikku hingamist?

## § 24. Hingamise mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel.

**Hingamisliigutuste reflektorsus.** Vähe on neid, kes murravad pead küsimuse üle, miks sissehingamisele alati järgneb väljahingamine ja väljahingamisele sissehingamine. Ometi on see niisama hämmastav nagu ka südame tegevuse range vastavus organismi toitainetevajadusele. Millega seletada hingamisliigutuste korrapärast rütmi?

Kopsude kokkuvajumine väljahingamisel surub ja ärritab mehhaaniliselt kopsumullide seintes asuvaid retseptoreid. Retseptorites tekkinud ärritus kandub tsentripetaalseid närve mööda hingamistsentrumisse. *Hingamistsentrum* kujutab endast peaaegu tüvi- osas (ajutüves) paiknevat neuronite rühma. Siit kandub erutus üle seljaajusse, kus siirdub välimiste roietevaheliste lihaste ja vahelihase tsentrifugaalsetesse närvidesse (värv. tab. IX). Jõudnud lihasteni, kutsub erutus esile nende kokkutõmbumise, mille tagajärjel toimub sissehingamine. Järelikult on sissehingamine refleksiks väljahingamise poolt esilekutsutud ärritusele.

Kopsude väljavenitamine sissehingamisel ärritab mehhaaniliselt kopsumullide teisi retseptoreid. Retseptorites tekkinud erutus jõuab hingamistsentrumini ja pidurdab tema tegevust. Seetõttu hingamistsentrum lakkab saatmast erutust hingamislihastele. Lihased lõtvuvad ja toimub väljahingamine, mis on refleksiks sissehingamise poolt esilekutsutud ärritusele.

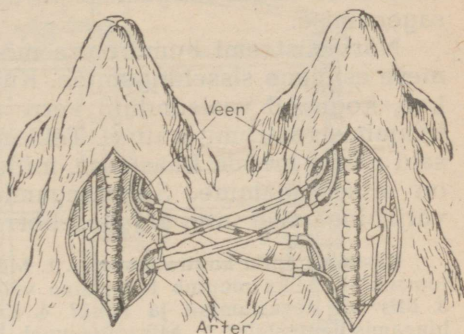
Seega on iga väljahingamise tagajärjeks paratamatult sissehingamine ja igale sissehingamisele järgneb tingimata väljahingamine. Sellega ongi seletatav hingamisliigutuste korrapärane rütm.

Hingamisliigutuste sagedusele ja sügavusele võivad mõjuda ka kõige mitmesugusemad ärritajad väliskeskkonnast.

Inimese hingamine võib muutuda sukeldumisest külma vette, ähvardava ohu silmamisel, tugevasti lõhnavate ainete toimel, kange sinepi või mädarõika sattumisest suuõõnde jne. Kõigil neil juhtudel toimub retseptorite — naha-, kuulmis-, nägemis-, haistmis-, maitseretseptorite ärritumine. Retseptorites tekkinud erutusprotsess kandub tsentripetaalseid närve mööda peaaegu vastavaisse piirkondadesse. Aju eri piirkondade vahel on olemas alatised sidemed, millede tõttu erutus jõuab hingamistsentrumini.

Hingamistsentrum annab temasse tulnud erutuse üle tsentrifugaalseile närvidele, mis suunduvad hingamislihastesse. Selle tagajärjeks on hingamisliigutuste sagedamine ja tugevnemine või, vastupidi, aeglustumine ja nõrgenemine. Hingamise muutumine toimub kõigil neil juhtudel reflektorselt. Ta on närvisüsteemi kaudu teostatavaks vastuseks ärritustele, mis organism sai väliskeskkonnast (värv. tab. IX).

Mõnikord kutsuvad väliskeskkonnast pärit ärritajad esile väga muudetud hingamisliigutusi, mis on kaitserefleksideks. Kui sissehingatavas õhus on näiteks tahkeid osakesi, siis ärrituvad ninaõõne ja kõri retseptorid. Retseptorites tekkinud erutus juhitakse tsentrifugaalseid närve mööda hingamistsentrumisse ja kutsub esile aevastamise või köha. Need on omapärselt muutunud järsud väljahingamised, mille abil eemaldatakse hingamisteedesse sattunud võõrkehi.



Joon. 69. Katse kahe koera ristuva vereringega.

**Humoraalsed mõjud.** Hingamistsentrum on väga tundlik süsihappegaasi suhtes, mis sisaldub temast läbivoolavas veres. Igasugusel lihaste tegevuse tugevnemisel suureneb veres süsihappe hulk. Selle tulemusena suureneb hingamistsentrumi erutus, mille tagajärjeks on sagedamad ja sügavamad hingamisliigutused. Pärast lihaste tegevuse lõppemist vabaneb veri liigsest süsihappegaasist väga kiiresti. Hingamistsentrumi erutus väheneb ja inimene läheb üle rahulikule hingamisele. Võib öelda, et pingeline keheline töö kutsub automaatselt esile organismi suurendatud varustamise hapnikuga.

Hingamistsentrumile humoraalsel teel avaldavate mõjude tõestuseks on katse kahe koera ristuva vereringega (joon. 69). Selles

katses sooned, mida mööda veri kandub pähe ja peast südamesse, surutakse looma kaela ühel poolel kinni ja lõigatakse kaela teisel poolel läbi. Läbilõigatud soonte otsad ühendatakse klaas- või metalltorudega nõnda, et esimese koera pea saab verd teise koera kehast ja teise koera pea saab verd esimese koera kehast.

Kui esimese koera trahhea kinni pigistada, siis täheldatakse teisel koeral hingeldamist. Katse tulemus on seletatav sellega, et esimese koera trahhea kinnipigistamine põhjustas süsihappegaasi kogumise teise koera peaajust läbivoolavas veres. See kutsus esile teise koera hingamistsentrumi tugeva erutuse ja hingamise sagenemise.

Närvisüsteemi humoraalse mõjutamisega on seletatav ka inimese esimene sissehingamine. Kui ühendus emaorganismiga katkeb, koguneb vastsündinu verre süsihappegaasi. See põhjustab hingamistsentrumi erutuse. Tekkinud erutus kandub tsentrifugaalseid närve mööda lihastesse, mille kokkutõmbumise tagajärjeks on sissehingamine. Sissehingamine kutsub reflektorselt esile väljahingamise ning algavad korrapärased hingamisliigutused.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Milles avaldub hingamisliigutuste reflektorsus? 2. Miks muutub hingamine väliskeskkonnast pärit ärritajate mõjul? 3. Mis on aevastamine ja kõha? 4. Kuidas tõestatakse humoraalset mõju hingamisliigutustele? 5. Miks tugevneb hingamine kehalise töö puhul?

## § 25. Hingamise tervishoid.

**Ruumide õhustamine.** Õhk elamutes, klassitubades ja mitmesuguseis ruumides, kuhu kuhjub inimesi, läheb, nagu tavaliselt öeldakse, halvaks: hapniku hulk temas väheneb, süsihappegaasi ja veeauru hulk suureneb, temperatuur tõuseb, pisikute arv kasvab. See mõjub inimese töövõimele halvavalt. Õpilasel näiteks nõrgeneb tähelepanu, ta jääb loiuks ja väsib väga kiiresti.

Et kooliruumides normaalset õhu koostist alal hoida, tuleb hoolitseda ruumide õhustamise ehk tuulutamise eest.

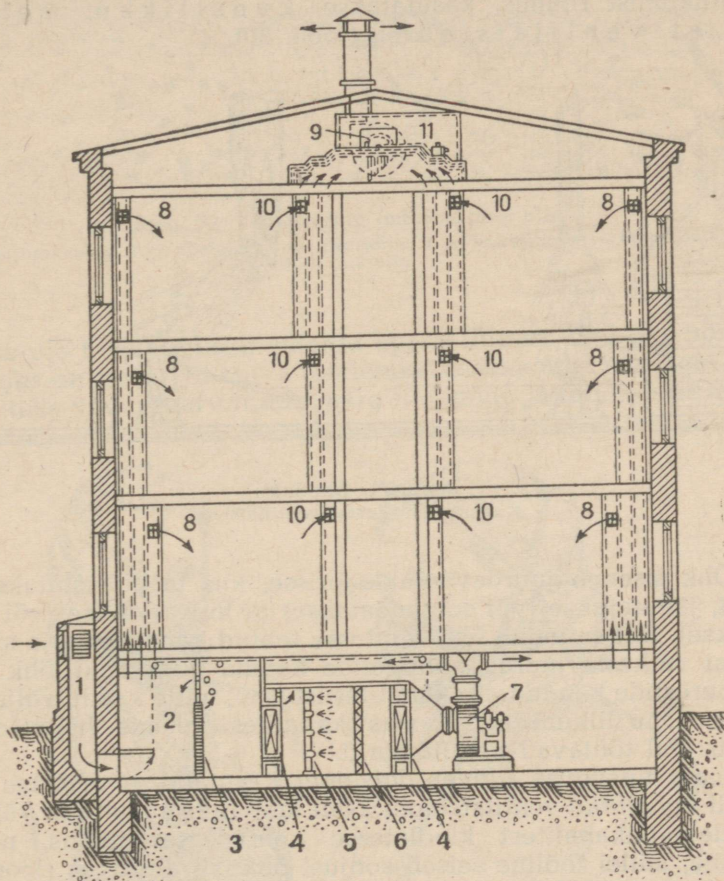
Pärast väljahelistamist peavad õpilased kohe lahkuma klassist, korrapidaja aga avab aknad või õhuaknad. Eriti hästi õhustub klass siis, kui aknad on avatud pärani. Seepärast jäetakse üks neist kogu talveks kinni kleepimata.

Kui õppetund algab, peab avama 15—20 minutiks aknad või õhuaknad koridorides. See puhastab neis vahetunni ajal riknenud õhku. Õhu temperatuur alaneb ja ta hakkab sisenema soojematesse klassidesse. See kindlustab õhuvahetust klassides ka tundide ajal.

Pärast ja enne tunde peab koolis avama kõik aknad või õhuaknad kõigis klassides ja koridorides. See tekitab tõmbetuult. Tõmbetuul õhustab ka „surnud nurki“, mida tavaline tuulutamine ei puuduta.

Süsteemaatilise õhustamise ja tõmbetuulte tekitamisega tuleb alal hoida õhupuhtust ka eluruumides. Õhu värskendamine toas

on eriti tähtis õhtul, enne magamaminekut. See loob normaalsed tingimused organismi puhkuseks. Kõik perekonnaliikmed veedavad öö kodus. Elamute õhk rikneb ööpäeva selle osa jooksul eriti tugevasti. Siit järeldeb vajadus tuulutada hoolikalt tube hommilikul pärast tõusmist.



Joon. 70. Uhiskondliku hoone ventilatsiooni skeem:

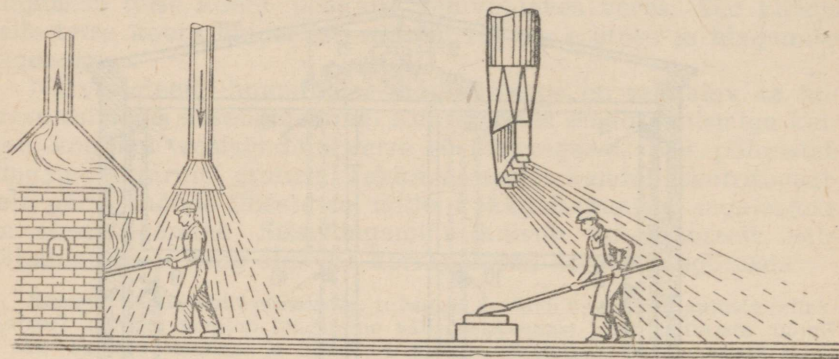
1 — õhuhaardešahk; 2 — tolmusadestuskamber; 3 — õlifilter (puhastab õhku peenest tolmust); 4 — õhusoendid; 5 — pihustid (pihustavad õhku niisutavat vett); 6 — piisaeraldaja (peab kinni hõljuvaid veepiisku); 7 — ventilator; 8 — juurdevoolu-restid; 9 — tõmbeventilaator; 10 — tõmberestid; 11 — tõmbekamber.

**Ventilatsioon.** Kätise tingimustes õhk soojeneb ja muutub koostiselt mitte ainult hingamise tõttu: suurt soojusehulka kiirgavad sulatus-, soojendus- ja kuivatusahjud; mõnede keemiliste protsesside puhul eraldub mitmesuguseid gaase jne.

Hingamiseks kõlbmatuks muutunud õhu vahetamiseks kasutatakse tehastes ventilatsiooni.

Loomuliku ventilatsiooni puhul siseneb välisõhk ruumi õhuakende kaudu, riknenud õhk aga väljub avauste kaudu hoone ülemistes osades. Mõnedes tingimustes kindlustab niisugune ventilatsioon õhuvahetust tsehhis iga kahe minuti tagant.

Neil juhtudel, kui loomulik ventilatsioon ei tekita küllalt kiiret õhuliikumist ruumis, kasutatakse kunstlikku, mehhaanilist ventilatsiooni (joon. 70).



Joon. 71. Õhuduš.  
Kohalik juurdevooluventilatsioon.

Õhk siseneb juurdevoolukambrisse, kus ta puhastatakse tolmu, jahutatakse (või soojendatakse) ja kuivatatakse (või niisutatakse). Siit suundub õhk seintesse tehtud kanalitesse ja siseneb ruumi väikeste juurdevoolurestide kaudu. Riknenud õhk läheb tõmberestide kaudu teise kanalitesüsteemi, mille kaudu välja juhitakse. Õhu liikumist mõlemas kanalitesüsteemis hoiavad alal elektrijõul töötavad ventilaatorid.

Peale niisuguse üldventilatsiooni kasutatakse tehastes väga sageli kohalikku ventilatsiooni. Neil juhtudel suunatakse välisõhk juurdevoolukanalitest kindlatesse kohtadesse ruumis, näiteks platsile, millel tööline seisab soojust õhkuva ahju ees (joon. 71). Samal viisil juhitakse ka ära õhku kohalt, kus tekib soojust või gaase.

**Tööstustolm.** Mõnedes tööstustes satub õhku suur hulk tolmu-kübemeid: metalli-, klaasi-, mineraalide, söe-, puuvilla-, villa-, jahutolmu jne. (joon. 72).

Kõvad kareda ja täkitud pinnaga metalli- ja klaasitolmukübemed tungivad hingamisteede limaskesta ning tekitavad selles haavu. Puuvilla-, villa- ja linatolmukübemed kleepuvad hingamisteede limaskesta külge ning neid on sealt raske eemaldada. See põhjustab kutsehaigusi: kroonilisi trahheiite ja bronhiite (põletikulisi protsesse).

Eriti kahjulikud on liivas, liivakivis ja teistes kivimeis sisal-

duvad kvartsitolmukübemed. Tungides organismi põhjustab kvartsitolm üldise haigestumise. Selle haiguse puhul on häiritud seedenäärmete, vereringeelundite ja kesknärvisüsteemi talitlus. Parimaks abinõuks võitluses tööstustolmu vastu on tootmise hermetiseerimine: protsessid, mille puhul eraldub tolmukübemeid,



Joon. 72. Tööstustolm (mikroskoobi all):

1 — viilimistolm; 2 — söetolm; 3 — ränitolm; 4 — linatolm; 5 — teraviljatolm; 6 — puutolm.

viiakse üle hermeetiliselt suletud aparaatidesse. Teiseks võitlusabinõuks on materjali kuiva töötlemise asendamine märjaga. Meil on näiteks võetud tarvitusele mürk lihvimine ja tööriistade terita-



Joon. 73. Respiraatorid.

Vasakul — universaalne, paremal — siderespiraator.

mine, mürk puurimine jms. Heaks abinõuks on ka kohalik ventilatsioon, mis imeb õhku tolmu tekkimiskohalt.

Maakide, kivisöe ja marmori lahtisel kaevandamisel, põllu äestamisel ja viljapeksmisel tarvitatakse individuaalseid kaitsevahendeid tolmu vastu — respiraatoreid (joon. 73).

**Linnade haljastamine.** Tööstuskestustes halveneb õhu koostis märgatavalt selle tõttu, et temasse tuleb suuri hulki kütuse põlemisel tehastes ja majades tekkivat süsihappegaasi. Seepärast on võitluses linnade ja töölisasulate puhta õhu eest suure tähtsusega haljastamine. Puud varjavad maju tolmu eest ja parandavad õhu koostist, sest nende haljasmass neelab süsihappegaasi ja eritab hapnikku.

Puude ja põõsaste istutamine linnades on omandanud viimaseil aastail massiliste ürituste iseloomu, millest võtavad osa kõik töötajad. Väga tähtis on õpilaste osavõtt sellest tööst. Nad peavad esmajoones istutama taimi oma koolikrundile.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Miks ja kuidas tuleb tuulutada klassiruumi ja elamuid? 2. Kuidas teostatakse õhuvahetust tehastes? 3. Mis on tööstustolm ja missugust kahju toob ta organismile? 4. Kuidas võideldakse tööstustolmuga? 5. Mis tähtsus on linnade haljastamisel?

## § 26. Tuberkuloos.

**Tuberkuloosi tekitaja.** Tuberkuloosi tekitajaks on bakter, mis on saanud tuberkuloosikepike nimetuse. Ta pikkus on umbes 1 mikron, jämedus aga märksa väiksem. Väljastpoolt on bakter kaetud kestaga, mis kaitseb teda väliskeskonna ebasoodsate mõjude eest.

Pimedais, niiskeis ja tolmustes toanurkades kujunevad tingimused, milles tuberkuloosikepikeste eosed võivad püsida nädalate ja isegi kuude kaupa. Otsene päikesevalgus tapab baktereid mõne minuti pärast.

Inimese kehasse tunginud tuberkuloosikepike haigust alati esile ei kutsu. Haigus tekib sel juhul, kui bakterite hulk on suur või kui organismi on nõrgestanud üle jõu käiv töö, magamata olek, alatoitus, läbipõetud haigused, raske haigestumine jne.

Sattudes inimese kehasse paljud bakterid hukkuvad; teistel imbus kest täis lupja ja nad moodustavad kopsudes nõõpnõelapea suuruseid tuberkuloosikoldeid. Bakterid elavad niisugustes kolletes aastaid kahju toomata. Ent organismi nõrgenemisel võivad bakterid kolletest välja tulla ja põhjustada tuberkuloosi arenemist. Niisugustel juhtudel näib, et haigus on tekkinud „ilma igasuguse põhjusega“.

Olenevalt sellest, missugused inimese elundid on bakteritest nakatatud, eristatakse kopsu-, luu-, nahatuberkuloosi (luupust) jne.

**Tuberkuloosikepikestega nakatumine.** Järskude hingamisliigutuste puhul lendab suu- ja ninaõõnest välja tohutu hulk peenikesi lima- ja süljepiisku, mis on nii kerged, et jäävad õhku hõljuma. Piiskades võivad leiduda pisikud — tuberkuloosi, difteeria, gripi ja teiste haiguste tekitajad. Niisuguse õhu tungimine terve inimese hingamisteedesse kutsub esile nakatuse. Õhku sattunud pisi-

kud võivad langeda tolmuühemelle, mida õhus alati leidub. Sel juhul on tegemist nakatusega tolmu kaudu.

Haige inimese röga satub tema kätele, riieteile ja pesule. Neil juhtudel võib nakatus aset leida käesurumisel või haige asjade kasutamisel.

Inimese eritistele laskuvad kärbsed viivad sageli kaasa tuberkuloosikepikesi põrandale või maapinnale sattunud süljelt või limalt. Need bakterid satuvad kärkse kehale ka koos tolmuühemetega. Lennates inimese kätele või huultele kannab kärbes nendele tuberkuloositekitajaid. Siit tungivad bakterid kergesti organismi.

Seega on nakkuse põhiallikaks haige, kelle eritised sisaldavad tuberkuloosikepikesi.

Mõnikord inimene ei tea, et ta on haige, ja levitab haigust. Tuberkuloosi esimesteks tunnusteks on: nõrk kõha, isukaotus, halb uni, kiire väsimine, mõningane temperatuuritõus. Kui need nähtused ilmsiks tulevad, peab kohe pöörduma arsti poole.

Tuberkuloosikepikesed võivad sattuda inimesesse ka udaraturberkuloosi põdevalt lehmalt. Selle piima iga kuupsentimeeter sisaldab 50—100 000 ning kuni 1 000 000 bakterit. Kui baktoreid ei tapeta piima keetmisega, inimene nakatub.

**Haiguse ärahoidmine.** Haiguse ärahoidmiseks on vaja esiteks võtta tarvitusele abinõud tuberkuloosikepikestega nakatumise vastu ja teiseks suurendada oma organismi jõudu.

Tuberkuloosi tekitajate sissetungimist inimese kehasse hoitakse ära kinnipidamisega tervishoiu-eeskirjadest.

Magamisase, rõivad, ihupesu, käte- ja taskurätik ning teised esemed, kuhu võivad sattuda sülje- või limapiisad, peavad olema inimese isiklikus kasutuses.

Peab vältima kombeks saanud käepigistusi ja eriti suudlusi igapäevastel kohtumistel. Rongides, trammides ja teistes paikades, kus inimesi hulgaliselt koos on, tuleb nagu kõrvale pöörata, kui naabri hingeõhk seda puudutab. Tuleb meeles pidada, et tuberkuloosi ja teistesse haigustesse nakatumist juhtub ka mõnede usukommete täitmisel (näiteks risti suudlemisel, ülestõusmise pühade aegsel suuandmisel, armulaul jne.).

Elamut peab hoitama puhtuses ja hästi tuulutatama. Iga päev tuleb niiske lapiga pühkida tolmu kappidelt, riulilt, aknalaudadelt ja mitmesugustelt väikestelt asjadelt. Peab võitlema kärbsete vastu.

Piima tohib tarvitada ainult keedetuna või pastöriseerituna, s. o. pärast kuumendamist 70°-ni ja selles temperatuuris poole tunni vältel hoidmist.

Mis puutub organismi jõu suurendamisse, siis seda küsimust on juba käsitletud (vt. lk. 57).

Tuberkuloosi nakatumise vastu kasutatakse ka kaitsepookimisi, mis tekitavad aktiivset immuunsust.

**Võitlus tuberkuloosi vastu NSV Liidus.** Tsaari-Venemaal oli tuberkuloos töölisklassi nuhtluseks. Nõukogude Liidus on temasse haigestumised tublisti vähenenud. Sellele aitasid kaasa: tuberkuloosivastaste kaitsepookimiste sunduslikkus, kontroll lastekasvatuasutiste ja toidlustus- ning toitainete valmistamise ettevõtete töötajate tervisliku seisukorra üle, tuberkuloosihaigete ja nendega koos elavate isikute järele valvavate nõuandlate asutamine, uute ravimite laiaulatuslik kasutamine.

Veel suuremat osa haigestumise vähendamisel etendasid sotsiaalalased abinõud, mille eesmärgiks on töötajate ainelise heaolu parandamine. Nende tagajärjeks oli tööliste tervise tugevnemine ja nad suurendasid nende organismi võimet vastu panna mitmesugustele haigustele.

Suur hulk suurepäraselt sisustatud sanatooriume, kuurorte ja haiglaid, mida teenindab kvalifitseeritud meditsiiniline personal, tegeleb tuberkuloosi haigestuvate inimeste ravimisega.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Miks haigestub inimene tuberkuloosi? 2. Kas organismi sissetunginud tuberkuloositekitajad alati põhjustavad haigestumist? 3. Missugustel viisidel toimub nakatumine tuberkuloosikepikestega? 4. Missugustest tervishoiu-eeskirjadest tuleb kinni pidada, et tuberkuloosikepikestega nakatumist ära hoida? 5. Kuidas saab organismi tugevdada, et tema vastupanu haigestumisele tuberkuloosi suurendada? 6. Miks on NSV Liidus suremus tuberkuloosi vähenenud?

#### KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Mis tähtsus on hingamisel, missugusel teel siseneb õhk kopsudesse; missugused kaitsekohastumised on hingamiselundeis sissehingatava õhu madala temperatuuri ja temas leiduvate pisikute ja tolmukübemete vastu?

2. Kuidas toimub gaasivahetus kopsudes ja kudedes; milles avaldub vastastikune seos kopsude ehituse ja funktsioonide vahel?

3. Kuidas toimuvad hingamisliigutused, kuidas muutub nende iseloom eri tingimustes; mis on kopsude eluline maht ja millest oleneb tema suurus?

4. Kuidas mõjutavad hingamist närvisüsteem ja vere koostis?

5. Kuidas teostatakse õhuvahetust koolides, elamuis ja tööstusettevõtetes?

6. Missuguseid kutsehaigusi põhjustab tööstustolm, kuidas neid ära hoiata?

7. Kuidas saab kaitsta end tuberkuloosi haigestumise eest?

## V PEATUKK.

### SEEDEELUNDID.

#### § 27. Toidu ja seedimise tähtsus.

**Toidu tähtsus.** Inimene tarvitab iga päev toitu. Selle mõne nädalane puudumine põhjustab surma. Milles seisab siis toidu tähtsus? Miks ei saa inimene ilma temata eksisteerida?

Organismi sisenevaid toitaineid kasutatakse uute rakkude loomiseks ja pidevalt lagunevate rakkude (nahaepiteeli rakkude, punaste vereliblede) asendamiseks uuteaga.

Rakkudes organismi sisenenud toitainetest moodustunud orgaanilised ühendid lagunevad eluprotsessis. Seejuures vabaneb neis peituv energia, mis kulutatakse elundite tööks ja keha soojendamiseks.

Toidu tähtsus seisab seega selles, et ta esiteks sisaldab organismi ehitusmaterjali ja teiseks on energiaallikaks tema elutegevuse jaoks.

Toitumisel, nagu ka hingamisprotsessi puhul, kujuneb organismi ja ümbritseva keskkonna vahel vastastikune seos. Inimese keha saab ehitada ainult väliskeskkonnast saadava toidu keemilistest elementidest. Ainult toidust saab organism elutegevuseks vajalikku energiat. Teiselt poolt, hankides endale toitu, teeb inimene suuri muutusi teda ümbritsevas keskkonnas: ta muudab mulla koostist, künnab üles steppe, loob uusi taimesorte ja külvab nendega täis suuri maa-alasid, hävitab ühtesid loomi ja aretab teiste loomade uusi tõuge jne.

Inimese keha koostisse kuulub orgaanilisi ühendeid (valke, rasvu ja süsivesikuid) ja anorgaanilisi ühendeid (mineraaloolasid ja vett). Samasuguseid aineid peab sisaldama ka toit.

**Toiduainete keemiline koostis.** Uurides toiduainete keemilist koostist (tab. 1), võib kindlaks teha, et peaaegu igaüks neist sisaldab kõiki organismile vajalikke aineid, ainult väga erinevais hulkades.

Taimse päritoluga toiduainete koostises on väga palju süsivesikuid ja harilikult vähe valke. Taimne toit on peamiselt süsivesinikerikas.

Tabel 1

Toiduainete keemiline koostis ja kalorsus.<sup>1</sup>

Toiduaine nimetus	Keemiline koostis (protsentides)					Kilo- kalorite hulk toidu- aine 100 g-is
	lämmas- tikaineid (valke)	rasvu	süsi- vesi- kuid	mineraal- soola- sid	vett	
1	2	3	4	5	6	7
Loomaliha, lahja . . . . .	20,57	2,01	—	1,21	76,17	80,0
"    rasvane . . . . .	18,38	21,40	—	0,97	58,74	214,0
Sealiha, rasvane . . . . .	14,52	37,34	—	0,72	47,40	328,5
"    lahja . . . . .	20,08	6,63	—	1,10	72,55	116,5
Lambaliha, rasvane . . . . .	16,36	31,07	—	0,93	51,19	277,5
Kanaliha . . . . .	19,84	5,10	1,07	1,14	72,83	107,5
Kanamunad . . . . .	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67	140,0
Maks . . . . .	19,38	4,65	2,78	1,56	71,60	109,0
Ajud . . . . .	9,00	9,30	—	1,10	80,60	117,0
Searasv, sulatamata . . . . .	11,04	68,35	—	4,81	14,84	647,0
Vorst, keedetud . . . . .	14,15	14,96	4,01	2,83	65,03	208,5
Viini vorstid . . . . .	12,81	13,67	—	3,28	58,69	170,5
Vobla, kuivatatud . . . . .	41,30	14,20	—	14,20	19,80	196,5
Kalamari, must, pressi- mata . . . . .	25,99	16,31	—	4,34	56,16	250,5
Koger, värsked . . . . .	17,63	0,48	—	1,07	80,82	41,0
Karpkala . . . . .	20,41	1,47	—	1,30	77,29	52,0
Heeringas, soolatud . . . . .	18,43	14,48	—	13,88	57,84	129,0
Koha, värsked . . . . .	19,46	0,28	—	1,04	79,21	44,0
Lehmapiim (täispiim) . . . . .	3,39	3,68	4,94	0,72	87,27	65,5
Kitsepiim . . . . .	3,81	4,19	4,14	0,79	86,48	68,5
Lehmapiim, kondenseeri- tud (suhkruga) . . . . .	10,47	10,07	51,02	2,00	26,44	337,5
Koor, rõõsk . . . . .	3,01	22,62	4,30	0,64	70,44	240,0
Hapukoor . . . . .	4,34	26,23	1,72	0,56	67,67	256,0
Juust, hollandi . . . . .	25,77	31,53	2,37	6,05	34,60	360,5
Kohupiim, lahja . . . . .	14,58	0,59	1,16	1,16	80,64	68,0
Või . . . . .	1,07	86,57	0,60	1,16	12,04	787,5
Või, sulatatud . . . . .	—	98,12	—	0,22	1,58	885,0
Rukkijahu, keskmise väärtusega . . . . .	12,40	1,74	67,77	1,84	13,06	311,5
Nisujahu . . . . .	11,88	0,81	73,79	0,78	12,64	341,5
Kaerajahu . . . . .	15,48	7,71	61,78	2,14	9,18	333,5
Kartulijahu . . . . .	1,03	—	80,83	0,96	17,18	301,0
Manna . . . . .	9,43	0,94	75,92	0,40	13,05	342,2
Odratangud . . . . .	9,50	0,94	74,83	1,20	12,96	311,0
Tatratangud . . . . .	12,86	2,83	64,71	2,13	13,94	314,0
Hirsitangud . . . . .	12,29	2,19	65,65	2,13	13,47	273,0

<sup>1</sup> See tabel nagu ka kõik järgnevad on toodud ainult andmete esitamiseks.

Tabel 1 (järg)

1	2			5		7
Riis . . . . .	8,13	1,29	75,50	1,03	13,17	331,5
Rukkileib, harilik . . . . .	7,84	0,73	43,70	1,55	43,58	187,6
Nisuleib, parem . . . . .	6,81	0,54	57,80	0,88	33,66	258,0
" järe . . . . .	9,17	0,46	47,56	1,27	42,41	217,0
Nuudlid ja makaronid . . . . .	10,88	0,62	75,55	0,64	11,89	384,5
Herned, rohelised . . . . .	25,78	3,78	52,99	2,89	11,28	284,0
Kartulid . . . . .	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16	62,5
Porgandid . . . . .	1,18	0,29	9,06	1,03	86,77	30,5
Kapsad, värsked . . . . .	1,83	0,18	5,05	1,18	90,11	19,5
Kurgid, värsked . . . . .	1,09	0,11	2,21	0,46	95,36	9,5
Salat . . . . .	1,58	0,22	2,38	0,90	94,23	12,0
Spinat . . . . .	3,71	0,50	3,61	2,00	89,24	22,0
Tomatid . . . . .	0,95	0,19	3,99	0,61	93,42	15,0
Seened (puravikud), värsked . . . . .	5,39	0,40	5,12	0,95	87,13	28,0
Seened, soolatud . . . . .	36,66	2,70	34,51	6,45	12,81	221,5
Õunad, värsked . . . . .	0,40	—	12,13	0,42	84,37	41,5
Viinamarjad . . . . .	1,01	—	15,21	0,48	79,12	53,0
Rosinad . . . . .	2,52	0,59	69,66	1,66	24,46	242,0
Aprikoosid, värsked . . . . .	1,16	—	11,01	0,56	84,15	37,5
Sidrunid . . . . .	0,74	—	0,93	—	84,64	—
Melonid . . . . .	0,84	0,13	6,35	0,52	91,50	24,0
Arbuusid . . . . .	0,72	0,06	4,13	0,28	94,96	16,0
Maasikad, värsked . . . . .	0,59	0,45	6,24	1,82	86,99	23,6
Õlid: päevalilleseemne, puuvillaseemne, lina-seemne jt. . . . .	—	99,50	—	—	0,50	879,0
Kreeka pähkliid (tuumad) . . . . .	13,80	48,17	10,69	1,36	23,53	460,0
Peedisuhkur, peen . . . . .	—	—	99,49	0,40	0,13	387,5
Mesi . . . . .	1,42	—	79,89	0,24	18,90	315,0
Šokolaad tahvlites . . . . .	6,27	22,20	63,39	2,26	1,59	427,5

Loomse päritoluga toiduainete koostises süsivesikud kas täiesti puuduvad või on neid selles väga vähesel määral. See-eest on nad võrdlemisi rikkad valkude poolest. Loomne toit on peamiselt valgurikas.

Rasvu esineb suures hulgas mõnedes taimse ja loomse päritoluga toiduainetes.

Vee ja mineraalsete soolade hulk eri toiduainetes kõigub väga suurtes piirides.

Meie organismi peamiseks valguga varustajaiks tuleb pidada mitmesuguseid liha ja kala sorte, mune ja piimasaadusi. Eriti väärtuslikuks toiduaineks on piim. Tõsi, ta sisaldab ainult 3,5% valku. Kuid ühe liitri piima joonud inimene viib organismi umbes kolmandiku valgu päevanormist.

Taimseist toiduaineist sisaldavad suurt hulka valku liblikõieliste sugukonna taimede seemned. Kuid taimne toit seedib märksa aeglasemalt kui loomne.

Süsivesikuid saab inimene leivast, tangudest, kartulist, suhkrust.

Rasvu saab organism õlidest, võist, pekist, samuti sellistest toiduainetest nagu liha, juust, munad.

**Seedimise tähtsus.** Seedekanalid teevad toitained — valgud, rasvad, süsivesikud — läbi mitmesugused füüsikalised ja keemilised muutused.

Füüsikalised muutused seisavad toidu koostisse kuuluvate ainete peenendumises ja lahustumises.

Keemilised muutused väljenevad keerukate orgaaniliste ainete lagunemises lihtsaiks. Need protsessid toimuvad fermentide mõjul.

*Fermente* nimetatakse sageli orgaanilisteks katalüsaatoriteks. Nad ei astu keemilistesse reaktsioonidesse, kuid kiirendavad neid oma juuresolekuga paljukordselt. Iga ferment kiirendab ainult mingit üht reaktsiooni. Fermentid avaldavad oma toimet ainult teatud temperatuuri piirides. Kõige soodsam on neile 37—38°-ne temperatuur. Fermentide nende omadustega võib tutvuda katsetel süljega.

Valame ühte katseklaasi 2—3 cm<sup>3</sup> lahjat tärklisekliistrit ja paneme teise keedetud munavalge õhukese tüki. Valame katseklaasidesse veega pooleks lahjendatud ja läbi vati filtreeritud sülge, kummassegi 2—3 cm<sup>3</sup>. Paigutame katseklaasid 37—38°-ni soojendatud veega nõusse.

Umbes 15—20 minuti pärast leiame, et sogane tärklisekliister on muutunud läbipaistvaks vedelikuks. Joodi lisamine vedelikule ei värvi teda siniseks. See on seletatav sellega, et tärklis on sülje toimel suhkruks muutunud. Valguga mingeid muutusi ei toimu, sest sülje ferment talle ei mõju.

Võtame veel kaks katseklaasi, milles on tärklisekliister ja lisame nendele sülge. Paigutame ühe neist lumega ja teise 80—90°-ni soojendatud veega nõusse. Nii esimeses kui teises nõus jääb tärklis muutmatuks. Madalates ja kõrgetes temperatuurides sülje ferment toimet ei avalda.

Füüsikaliste ja keemiliste muutuste tulemusena lagunevad vees lahustumatud toitained vees lahustuvaiks lihtsaiks orgaanilisteks ühenditeks. Tekkinud lahused imanduvad verre ja lümfi ning juhitakse rakkudesse.

Seedimise tähtsus seisab seega keerukate orgaaniliste ühendite muutmises lahustuvaiks ning soolestiku ja veresoonte seinu, rakkude kesti läbida suutvaiks lihtsaiks orgaanilisteks ühenditeks.

Nii lihased kui kopsud, nii süda kui aju ning mistahes elund kasvab, areneb ja täidab oma funktsioone ainult sel juhul, kui

tema rakud pidevalt toitaineid saavad. Organismis ei ole seepärast elundit, mis ei oleneks seede-elundkonna tööst.

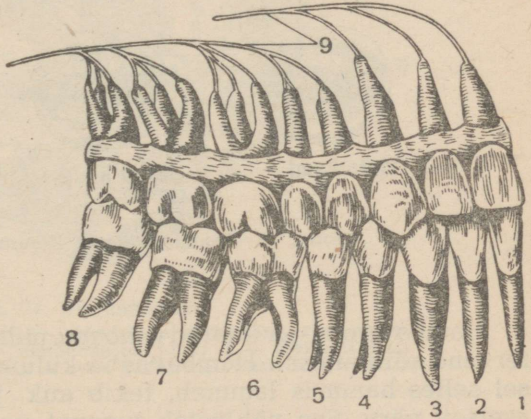
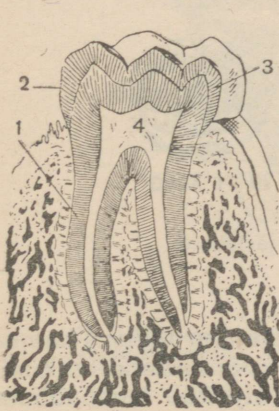
**Ulesanne.** Koostage kolm diagrammi organismile valke, süsivesikuid ja rasvu andvate toiduainete keemilise koostise kohta.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mis tähtsus on toidul ja missuguseid toitaineid ta peab sisaldama? 2. Missuguste toiduainete koostises on palju valke? 3. Missugused toiduained sisaldavad suurt hulka süsivesikuid? 4. Missuguseid toiduaineid iseloomustab rasvade rohkus? 5. Kuidas muutuvad toitained seedekanal, missugust osa etendavad selle juures fermentid? 6. Milles seisab seedimise tähtsus?

## § 28. Seedekanal ehitus.

**Suuõõs.** Seedekanal algab suuõõnega, milles asetsevad keel ja hambad. Suuõõnega on ühenduses süljenäärmed.

Keel on lihastest koosnev elund. Tema pinnal nagu ka kogu suuõõne limaskestas on suur hulk maitsmisretseptoreid (joon. 138). Kui neid ärritab toit, tekib neis erutusprotsess, mis kandub peaajju. Inimesel tekivad seejuures maitseaistingud.



Joon. 74. Hammas pikilõikes:  
1 — hamba juur; 2 — hamba kroon; 3 — hambavaap; 4 — hamba õõs.

Joon. 75. Inimese hambad:  
1 ja 2 — lõikehambad; 3 — silmahammast; 4 ja 5 — eespurihambad; 6—8 — purihambad; 9 — närvikiud, mis lähevad hambajuurtesse.

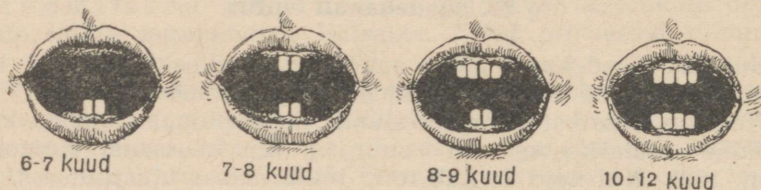
**Hambad** koosnevad kroonist, kaelast ja juurest. Hamba sees on õõs (joon. 74). See on täidetud koheva sidekoega, mis sisaldab veresoonte ja närvide harusid.

Täiskasvanud inimesel on 32 hammast, kusjuures kummaski lõualuus on 4 lõikehammast, 2 silmahammast, 4 eespurihammast ja 6 purihammast (joon. 75). Tagumised purihambad on saanud nime-tuse „tarkusehambad“. Tarkusehambad tulevad tavaliselt 18—25-

aastaseks saamisel, on sageli väga väikesed ja riknevad ruttu; nad võivad ka hoopis ilmumata jääda. Inimesel toimub nähtavasti hammaste arvu vähenemine, mis on seotud eelnevalt töödeldud (peenendatud, keedetud või praetud) toidu tarvitamisega.

Hammaste tulek algab lastel harilikult pärast viiekuuliseks saamist ja lõpeb kahe aasta vanuses (joon. 76). Need esimesed hambad, mida on arvult 20, on saanud *piimahammaste* nimetuse. 6-nda ja 8-nda eluaasta vahel asenduvad piimahambad vähehaaval *jäävhammastega*.

### Esimene aasta



### Teine aasta



Joon. 76. Piimahammaste ilmumise järjekord.

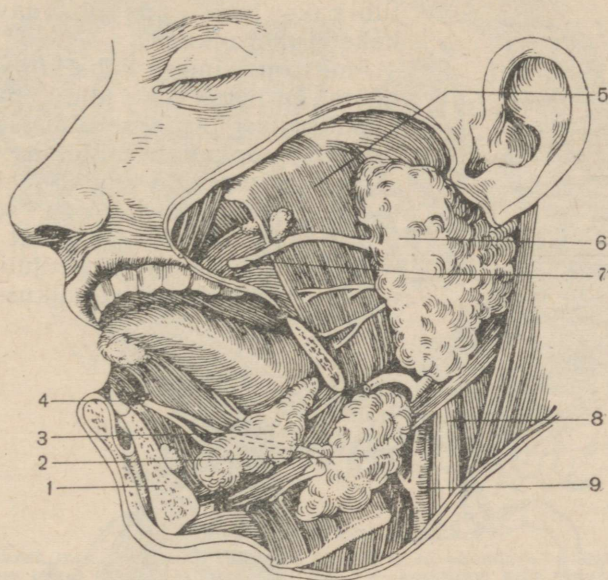
Hamba kroon on kaetud *vaabaga*, millel on suur tähtsus hamba tervena säilitamisel. Hambavaaba kulumisel või mõrade tekkimisel selles hammas laguneb, tekib auk ja paljastub hambaõõnes asetsev närv. See põhjustab tugevat valu. Tekkinud auku satub toitu, mis sageli seal roiskuma hakkab, kuna temasse tungivad ja hakkavad kiiresti paljunema pisikud. Vigane hammas võib põhjustada igemete ja luuümbrise põletikku ja isegi kogu organismi mädast nakkust. Hammaste lagunemine raskendab toidu mälumist ja omastamist ning rikub kõne selgust.

Kõige selle vältimiseks ei tohi purustada hammastega pähkleid, närda konte, vabastada hambaid nende vahele jäänud toidust kõvade esemetega (nõeltega jms.). Mõrade põhjuseks hamba-vaabas võib olla ka tarvitatava toidu temperatuuri järsk vaheldus.

Hambaid tuleb iga päev harja ja hambapulbriga väljast- ja seestpoolt puhastada; harjata tuleb nii piki hambarida kui ka

põiki seda (ülevallt alla). Eriti tähtis on puhastada hambaid enne magamaminekut, sest nende vahele kinni jäänud toit roiskub ööjooksul. Hambaid peab regulaarselt näitama arstile. See võimaldab alanud hambaaugu tekkimise õigeaegselt seisma panna.

Süljenäärmed, arvult kolm paari, paiknevad väljaspool suuõõnt ja on sellega ühendatud torukujuliste juhade abil. Oma asetuse järgi nimetatakse näärmeid *kõrva-, keelealuseiks* ja *lõuaaluseiks* süljenäärmeiks (joon. 77).



Joon. 77. Süljenäärmed:

1 — alalõualuu ristlõikes; 2 — lõuaalune süljenääre; 3 — keelealune süljenääre ja 4 — nende ühine juha; 5 — mälumislihas; 6 — kõrva-süljenääre ja 7 — selle juha; 8 — veen; 9 — arter.

Suuõõs läheb tagapool üle neeluks.

**Neel.** Neel on suuõõnt söögitoruga ühendav seedekanal osa. Üleval on neelul kaks ava, mis viivad ninaõõnde, ja all kõri pilu.

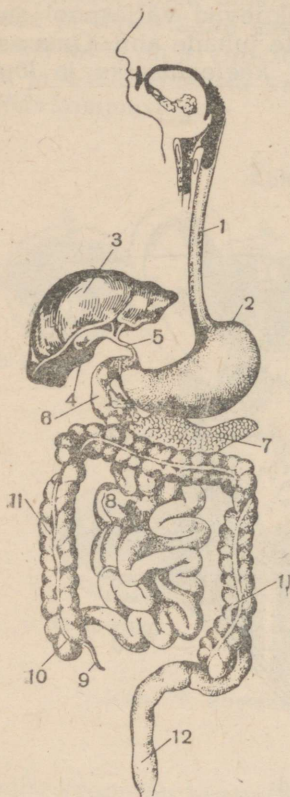
**Söögitoru.** Söögitoru kujutab endast umbes 25 cm pikkust lihastoru ja on neelu otseseks jätkuks (joon. 78, 1). Söögitoru alumine ots ulatub läbi vahelihase kõhuõõnde ja läheb siin üle maoks.

**Magu.** Magu paikneb kõhuõõne ülemises osas (värv. tab, I, 9) ja kujutab endast seedekanalit tunduvalt laienuvat osa (joon. 78, 2). Maol on kaks ava: sissepääsuava söögitoru maoks ülemineku kohal ja väljapääsuava seal, kust saab alguse peensool.

**Peensool.** Peensool (joon. 78, 8, värv. tab. I, 14) on umbes 5—6 m pikk. Tema algusosa on hobuserauakujuline ja asetseb mao taga kõhuõõne tagumisel seinal. See soole kõige laiem osa kannab *kaksteistsõrmiku* nimetust, sest tema pikkus on umbes võrdne 12 sõrme kogujämedusega. Kaksteistsõrmikusse suubuvad kahe näärme — kõhunäärme ja maksa — juhad.

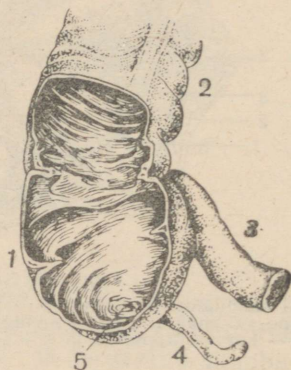
*Kõhunääre* on mao taga paiknev piklik moodustus (joon. 78, 7). Temalt lähtub kaks juha, mis ühendavad teda kaksteistsõrmikuga.

*Maks* on inimese keha kõige suurem näär. Ta võtab enda alla kõhu parema ülemise nurga. Maksa alumisel pinnal asetseb *sapipõis*, millesse koguneb sapp — nõre, mida toodab maks ja mis etendab suurt osa toidu seedimisel (värv. tab. I, 17, 18). Maksalt ja sapipõielt lähtub ühine torukujuline juha, mis suubub kaksteistsõrmikusse (joon. 78, 3—5).



Joon. 78. Seede-elundite ehitus (skeem):

- 1 — söögitoru; 2 — magu;  
 3 — maks; 4 — sapipõis; 5 — sapijuha (suubub kaksteistsõrmikusse); 6 — kaksteistsõrmik;  
 7 — kõhunääre; 8 — peensool;  
 9 — ussjätke; 10 — pimesool;  
 11 — jämesool; 12 — pärasool.



Joon. 79. Pimesool:

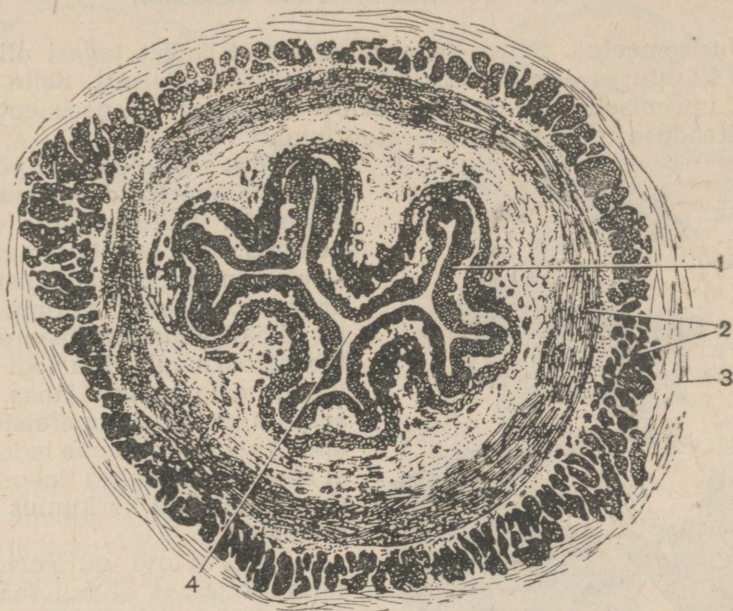
- 1 — pimesool; 2 — jämesool;  
 3 — peensool; 4 — ussjätke ja  
 5 — teda pimesoolega ühendav ava.

**Jämesool.** Kõhuõõne paremas alumises nurgas suubub peensool jämesoolde, pisut eemal selle otsast. See ots moodustab *pimesoole* (joon. 78, 10, 11, värv. tab. I, 13, 16). Viimasest lähtub peen 2 kuni 12 cm pikkune *ussjätke* (joon. 79). See on elund, mis inimesel välja ei arene ja on ilma talitluseta. Mõnede pisikute tungimine soolestikust ussjätkesse võib tekitada ussjätke-põletiku ehk apenditsiidi.

Jämesool on 1—1,5 m pikk ja ümbritseb võru taoliselt peensoole käärusid. Vaagnaõõnes asetsevat jämesoole alumist otsa nimetatakse *pärasooleks* (joon. 78, 12).

**Seedekanali sein** ehitus. Neelul, söögitorul, maol, peen- ja jämesoolel on kolmest kihist koosnevad seinad (joon. 80).

Väline kiht on sidekoest.



Joon. 80. Söögitoru ristlõikes:

1 — limaskest, mis moodustab sügavaid kurde; need ahendavad söögitoru õõnt (kui selles ei ole toitu) kitsa pilu suuruseni (4); 2 — keskmine kiht rõngas- ja pikilihas- tega; 3 — välimine sidekoest kiht.

*Keskmine kiht* koosneb piki- ja põik- (rõngas-) silelihastest. Pikilihaste kokkutõmbumine lühendab ja põiklihaste kokkutõmbumine ahendab seedekanali vastavat osa, mille tagajärjeks on toidumasside edasinihkumine selles (joon. 88).

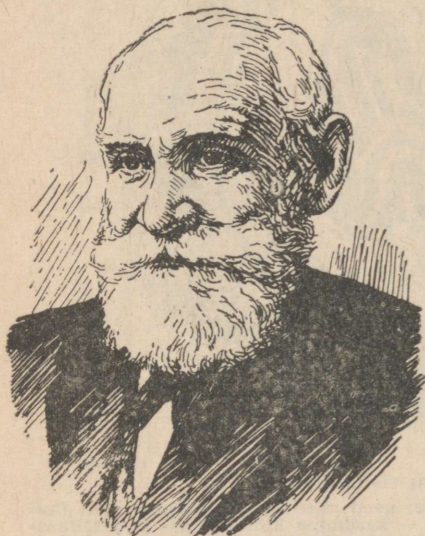
*Sisemine kiht* on esitatud limaskestana, mis moodustab arvu- kaid kurde. Selle kesta koosseisu kuuluvad epiteelkude ja arvu- kad näärmed, mis nõristavad lima ja seedemahlu (maomahla, soolemahla).

**Ulesandeid.** 1. Avage peegli ees suu ja leidke endal lõikehambad, silma- hambad, eespurihambad ja purihambad; loendage nende arv. 2. Kasutades värvilist tabelit I ja jooniseid 77 ja 78 tehke enda kehal kindlaks süljenäärmete, söögitoru, mao, maksa, peen- ja jämesoole asukoht. 3. Võrrelge inimese, koera (kassi) ja hobuse (lamba, veise) hammastikku; leidke sarnasus ja erinevus nende ehituses; andke seletus leitud erinevustele. 4. Võrrelge inimese ja küü- liku soolekanalit. Mis on nende vahel ühist ja erinevat, kuidas neid erinevusi seletada?

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid osi eristatakse inimese seedekanalis? 2. Missugune ehitus on seedekanalit seintel? 3. Missugused seedenäärmed asetsevad väljaspool seedekanalit ja on temaga juhade abil ühendatud? 4. Missugune ehitus on hammastel; kuidas peab kaitsma neid riknemise eest, miks on hambaaugu tekkimine ohtlik?

## § 29. Seedenäärmete töö uurimine.

**Uurisemeetod.** Seitse-kaheksakümmend aastat tagasi oli teaduse käsutuses ainult üksikuid teadmisi seedimisest. Selle protsessi uurimiseks asutas I. P. Pavlov Peterburi Eksperimentaalse Arstiteaduse Instituudis laboratooriumi.



I. P. Pavlov (1849—1936).

Eriline tähelepanu pöörati loomade opereerimise ruumi sisustusele. See rahaldas kõiki nõudeid, mida esitati samasugusele ruumile haiglais. Niisugust operatsiooniruumi ei olnud tollal ühelgi välismaa füsioloogia-laboratooriumil. Siin tegi I. P. Pavlov oma katsete jaoks selliseid keerukaid operatsioone, mida keegi kuski enne teda teha ei söandanud. Selles laboratooriumis täiustati ka kuulus uurisemeetod.

I. P. Pavlovi *uurisemeetod* seisab selles, et elundi (näiteks süljenäärme) juha juhatakse kehapinnale (joon. 81) või tehakse elundi (näiteks mao) seinas ava — niinimetatud uuris ehk fistul, millesse asetatakse metalltoruke (joon. 83). Välispinnale juhitud juha või uurisetoru

kaudu võib koguda elundi toodetavaid saadusi. Nende nõrede uurimine võimaldab teha järeldusi funktsioonide kohta elundil, mille sidemed organismiga pole katkenud.

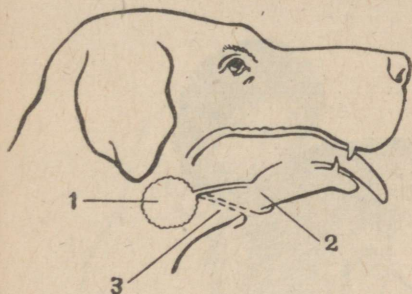
Hea hooldamise puhul paranesid loomad pärast operatsiooni kiiresti ja elasid palju aastaid. Kuni loomade täieliku tervenemiseni nendega mingeid katseid ei tehtud. I. P. Pavlov ei pidanud lubatavaks elundi tegevuse uurimist vigastatud, ebanormaalselt talitleval organismil.

Uurisemeetodi rakendamine võimaldas seedekanalit funktsioone uurida pika aja jooksul ja mitmesuguste toitumistingimuste puhul. Selle uurimistööl alusel lõi I. P. Pavlov täiesti uue õpetuse loomade seedimisest.

**Süljenäärmete tegevuse uurimise meetodika.** Süljenäärmete

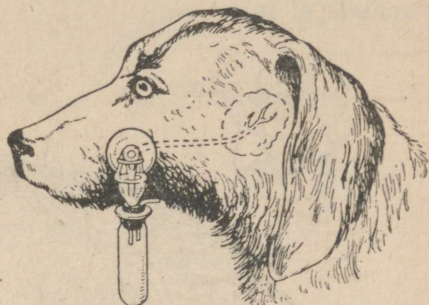
funktsioonide uurimiseks tegi I. P. Pavlov koerale uuriseoperatsiooni.

Operatsioon seisab selles, et suuõõnde suubuv näärmiejuha juhitakse välja põsele (kõrva-süljenäärme juha) või nahale alalõua all (lõuaaluse ja keelealuse süljenäärme ühine juha). Pärast



Joon. 81. Lõuaaluse süljenäärme keha pinnale väljaviimise operatsiooni skeem:

1 — nääre; 2 — keele all avanev näärmiejuha; 3 — juha asend pärast operatsiooni.



Joon. 82. Kõrva-süljenäärme uurisega koer. Põsele on kinnitatud lehter katseklaasiga, millesse koguneb sülg.

niisugust operatsiooni sülg nõristub näärmest kehast välja, mitte aga suuõõnde. Sülg saab koguda tema hulga ja omaduste kindlakstegemiseks (joon. 82).

Uuris tehakse ainult ühe või kahe näärme jaoks. Opereerimata jäänud näärmed nõristavad sekreeti küllaldaselt hulgal selleks, et seedimine suuõõnes toimuks normaalselt.

**Operatsioonid mao juures.** Maonäärmete tegevuse uurimiseks kasutas I. P. Pavlov rida operatsioone.

Koera maouriseoperatsiooni tegi esimesena Moskva kirurg V. A. Bassov. Praegu tehakse seda operatsiooni järgmiselt: lahatakse kõhu ja mao sein; avasse asetatakse metalltoru, mille üks ots avaneb maos ja teine kehast väljas; haav toru ümber õmmeldakse hoolikalt kinni (joon. 83). Toru ava on harilikult kinni korgitud; kui kork välja võtta, saab mao sisu koguda ja uurida.

Uurisitoru kaudu saadav mahl on segamini toiduga. Puhta mahla saamiseks ühendas I. P. Pavlov maourise tegemise söögitoru läbilõikamisega. Söögitoru otsad juhiti selle operatsiooni puhul kehast välja ja õmmeldi külge kaela piirkonnas (joon. 83). See võimaldas kasutada niinimetatud näilist toitmist: toit, mille loom alla neelas, langes söögitoru ülemisest otsast välja ega satunud makku.

Opereeritud koera söödeti, valades söögitoru tagumisse ossa, mis oli jäänud ühendusse maoga, vedelat toitu, näiteks piima sellesse segatud liha- ja kuivikupulbriga.

Maos toimuva seedimise uurimiseks kasutas I. P. Pavlov veel üht operatsiooni, kõige hiilgavamast kõikidest, mis ta oli teinud. See seisab selles, et osast maoseinast õmmeldakse väike kotike (joon. 84). Magu on ühendatud kotikesega oma seina kahe kihi — sidekoelise väliskihi ja lihaskoelise keskkihi abil. Mao limaskestast sisemine kiht eraldab tema õõnt kotikesest, kuhu toit siseneda ei saa.



Joon. 83. Läbilõigatud söögitoruga ja maourisega koer.  
Vasakul — kinnikorgitud uuriseturu.

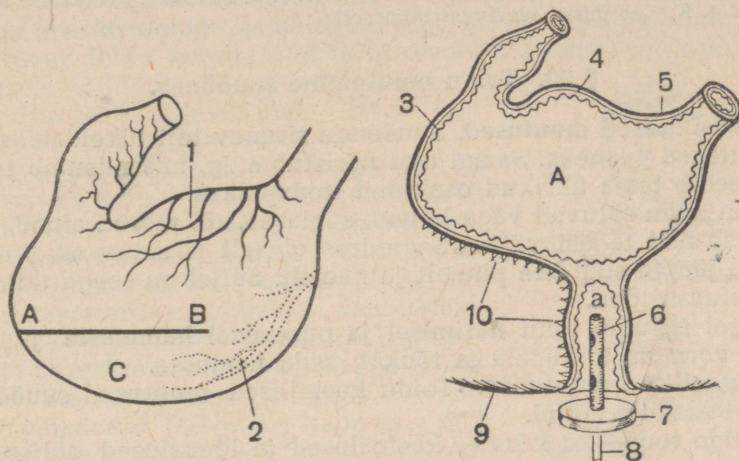
Kotikese ava juhitakse kehast välja. Mahl, mida maonäärmed kotikeses toodavad, ei segune toiduga ja nõrgub välja puhtana, millisena teda saab koguda ja uurida.

Sellisel viisil valmistatud kotike sai *pavlovi* ehk *pisimao* nimetuse. Tema töö kujutab endast kogu mao tegevuse pisemamõõdulist jäljendust. Uurides pisimao mahlanõristust võib tundma õppida mitmesuguste toidu- ja mittetoiduainete mõju maonäärmete tegevusele, selgitada nõristatava mahla omadusi ja teha kindlaks selle hulka.

Isoleeritud pisimao kujundamise operatsiooni kasutati ka varem, kuid pisimagu jäi organismiga ühendusse ainult vereringesüsteemi kaudu; pisimakku suunduvad närvid lõigati läbi. I. P. Pavlov täiustas operatsiooni selliselt, et kotikesel jäi alles side maoga mitte ainult veresoonte, vaid ka närvide kaudu. See võimaldas jälgida nii humoraalset kui ka närvide kaudu avaldatavat maonäärmete töö mõjutamist.

**Kõhunäärme funktsioonide uurimine.** Kõhunäärme tegevuse uurimiseks juhtis I. P. Pavlov kehast välja kõhunäärme juha.

See operatsioon seisab järgmises: tükike kaksteistsõrmiku seinast ühe näärmejuha suubumise kohal lõigatakse välja ja õmmeldakse haavasse kõhuseinal; sooles kujunev auk õmmeldakse kinni (joon. 85).



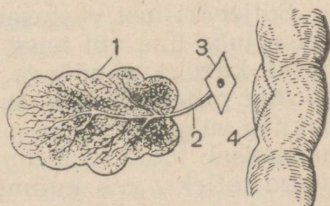
Joon. 84. Isoleeritud ehk pisimao kujundamine I. P. Pavlovi järgi.

Vasakul — koera magu: 1 ja 2 mao närvipõimikud; AB — maoseina lahkamisjoon opereerimisel; C — maoseina tükk, millest tehakse isoleeritud pisimagu. Paremal — isoleeritud pisimagu: 3 — limaskest; 4 — lihaskoeline kiht; 5 — väliskiht; 6 — kautšuktoru korgi (7) ja klaastorukesega (8) mahla väljavoolamiseks pisimao õõnest (a) ja suure mao õõnest (A) vahel on neid lahutav kahekordne limaskesta kiht. Pisimao õõne (a) ja suure mao õõne (A) vahel on neid lahutav kahekordne limaskesta kiht. Mõlema mao vasakul poolel on näha lihaskoelisel ja väliskihil tehtud õmblused (10).

Pärast operatsiooni osa kõhunäärme mahla nõrgub välja ja seda saab koguda. Muu osa mahlast satub teise, puutumata jäetud juha kaudu kaksteistsõrmikusse ja võtab osa seedimisprotsessist.

**Seedimise uurimine inimesel.** Inimene põlvneb loomadest ja tal on nendega väga palju ühist nii ehituses kui ka elundite talitlustes. Kuid püstitasend ja töötegemine on inimorganismi tunduvalt muutnud. Tekib loomulik küsimus: kui suures ulatuses saab inimeste juures kohaldada järeldusi, mida tehakse Pavlovi katseist opereeritud loomadega?

Füsioloogid on teinud inimesega rida katseid, mis tema tervist ei riku. Korradati vaatlusi seedimise muutumise kohta inimestel, kes põevad mao- ja sooltehaigusi. Kõik need teadlaste uurimused näitasid, et ini-



Joon. 85. Kõhunäärme juha kehast väljajuhtimine:

1 — nääre ja 2 tema juha; 3 — soole limaskesta tükike juha-avaga; 4 — kinniõmmeldud lõikekoht soolel.

mese seedeprotsessis valitsevad samad põhi-seaduspärasused mis loomade omaski.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguse meetodi abil uuris I. P. Pavlov süljenäärmete tegevust? 2. Missuguseid operatsioone tegi I. P. Pavlov maonäärmete tegevuse uurimiseks? 3. Kuidas uuris I. P. Pavlov kõhunäärme funktsiooni? 4. Kuidas uuriti seedimist inimesel?

### § 30. Toidu muutumine suuõõnes.

**Füüsikalised muutused.** Suuõõnde sisenev toit tükeldatakse ja hõõrutakse peeneks. Samal ajal nõristub sülj, mis niisutab toidu ja kleebib tema üksikud osakesed toidupalaks.

Kui suhu satuvad väga hapud, soolased või mõrud ained, heidetakse nad tagasi välja. Seejuures ohtralt nõristuv sülj uhab nende jäägid suuõõne pinnalt ja keelelt. Süljel on seega täita ka kaitsefunktsioon.

Keel nihutab toitu närimisel ja puremisel hammaste juurde, aitab vormida toidupala ja tõukab seda neelusse.

**Keemilised muutused.** Toidu keemilised muutused suuõõnes toimuvad sülje mõjul.

Sülje toodavad kõrva-, keelealused ja lõuaalused süljenäärmed ainetest, mida nende rakkudesse toob veri. Sülje koostisse kuulub *ptüaliin*. Ta avaldab toimet *tärglisele*, mille poolest on rikad niisugused toiduained nagu leib, tangud, kartul. Ptüaliini toimel muutub tärglis linnasesuhkruks.

Keemilised muutused suuõõnes sülje toimel ei ole ulatuslikud, kuna toit ei jää siia kauaks.

**Süljenõristuse reflektorsus.** Kehast välja juhitud süljenäärmejuhaga koerte toitmine on näidanud, et süljenõristus algab keele ja suuõõne limaskestast retseptorite ärritamisel toidu poolt. Retseptorites tekkiv närvierutus kandub tsentripetaalseid närve mööda *süljenõristustsentrumisse*, mis asetseb ajutüves. Siit läheb erutus tsentrifugaalseid närve mööda süljenäärmeisse ja kutsub esile nende tegevuse (värv. tab. XVI, I).

Süljenäärmeisse minevate närvide läbilõikamine katkestab süljenõristuse. See tõestab nõristuse *reflektorset* iseloomu.

Süljenõristust vastusena maitseretseptorite ärritusele täheldatakse juba ühe või teise, isegi tundmatu toiduaine esimesel viimisel kutsika suuõõnde. Võib öelda, et see on sünnipärane, *päritud* refleksi. Kui koer on söönud toiduainet mitu korda, siis hakkab sülj nõristuma juba selle nägemisel ja isegi selle lõhna haistmisel; loom teeb liigutuse toidu suunas. See on juba *omandatud* refleksi, mis kujunes selle tõttu, et toidu välimus ja lõhn langesid korduvalt ühte selle söömise ja maitseretseptorite ärritamisega toidu poolt.

*Refleksi*, mis tekib suuõõne ärritamisel toiduga, nimetas I. P. Pavlov *tingimatuks*. Süljenõristuse toidu nägemise ja selle lõhna haistmise puhul nimetas ta *tingitud refleksiks*. Sellele vas-

tavalt eristatakse *tingimatuid ärritajaid* (toit), mis kutsuvad esile sünnipäraseid reflekse, ja *tingitud ärritajaid* (toidu välimus ja lõhn), millele refleks kujuneb elu jooksul. Tingitud reflekse refleksikaar on keerukam kui tingimatu refleks oma ja kulgeb läbi *peaaju koore* ehk *ajukoore* (värv. tab. XVI, IV). Kui koeral ajukoor operatsiooniga eemaldada, jääb tal alles süljenõristus suhu sattunud toidu puhul, kuid ta ei reageeri kuidagi toiduaine välimusele ja lõhnale.

Uurides süljenäärmete tööd tegi I. P. Pavlov kindlaks, et nõristatava sülje hulk ja koostis olenevad neist ainetest, mis sisenevad looma suuõõnde väliskeskkonnast. Ühed toiduained kutsuvad esile viskoosse ja orgaaniliste ainete suhteliselt suure sisaldusega sülje, teised vedela ja orgaaniliste ühendite poolest vaese sülje nõristuse. See on seletatav sellega, et toidu eri omadused (kõvadus, happesus jm.) mõjutavad suuõõne erisuguseid retseptoreid. Nendes tekkiv erutus kandub aju kaudu süljenäärmeisse eri närvikiudusid mööda. Selle tagajärjel muutub ka sülje koostis.

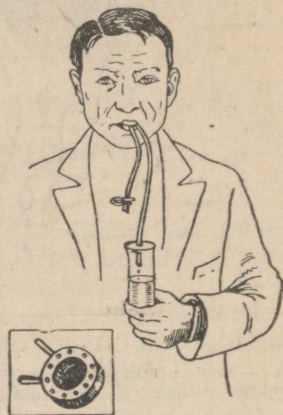
**Inimese süljenõristuse iseärasusi.** Süljenõristust inimesel uuriti kaua aega juhuti, kõige sagedamini haavamiste puhul, kui näärmejuha oli kehast välja juhitud. Süstemaatiline uurimine algas siis, kui valmistati eriline imeja, mis kinnitatakse süljenäärmejuha ava kohale (joon. 86).

See uurimine näitas, et süljenõristuse põhilised seadused, mis avastati katseil koertega, on kohaldatavad ka inimese suhtes. Ent avastati ka mõned iseärasused. Uks neist seisab selles, et süljenõristus toimub inimesel pidevalt, kuna koeral ta toimub ainult söömise ajal.

**Neelamine.** Toidu neelamine toimub keele ja neelu lihaste kooskõlastatud kokkutõmbumise tagajärjel. See on reflektorne toiming, mis on võimalik ainult tingimusel, et mingid ained ärritaksid keelejuure ja neelu retseptoreid. Kui suuõõnes toitu ega sülge ei ole, ei suuda inimene neeluliigutust teha.

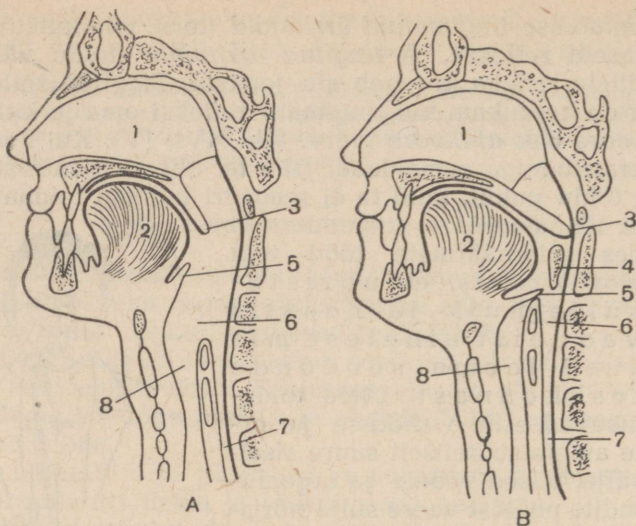
Neelamisel kerkib *pehme suulae* tagumine osa, suulaenibu, üles ja tõkestab toidu teed ninaõõnde. Kõripealis sulgeb samal ajal tee kõrisse. Toidupala saab seega minna ainult söögitorusse (joon. 87).

**Ülesandeid.** 1. Avage suu peegli ees ja vaadeldge suulaenibu — pehmet suulae. 2. Võtke suhu tükk rukkileiba ja purege seda 2—3 minutit; mida te tunnete ja millega seda seletada? 3. Joonestage kolm sõõri. Kirjutage neisse



Joon. 86. Sülje kogumine inimeselt.

All — süljekogumiseks kasutatav imeja.



Joon. 87. Neelamine (skeem):

A — neel puhkeseisundis; B — neelamisliigutused: 1 — ninaõõs; 2 — keel; 3 — pehme suulagi; 4 — toidupala; 5 — kõripealis; 6 — neelu alumine osa; 7 — söögitoru; 8 — kõri.

pealkirjad „Suuõõne limaskest“, „Peaaju süljenõristustsentrum“ ja „Süljenääre“. Ühendage sõõrid nooltega, mis näitavad närvierutuse teed süljenõristusrefleksi puhul. Joonisele pange pealkirjaks „Tingimatu süljenõristusrefleksi refleksikaar“.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused füüsilised ja keemilised muutused toimuvad toiduga suuõõnes? 2. Kuidas tõestati, et süljenõristus kutsub esile reflektorselt? 3. Missugust kaht refleksiliiki eristas I. P. Pavlov? 4. Millest olenevad nõrstatava sülje hulk ja koostis? 5. Milles avalduvad süljenõristuse iseärasused inimesel ja kuidas seda uuritakse?

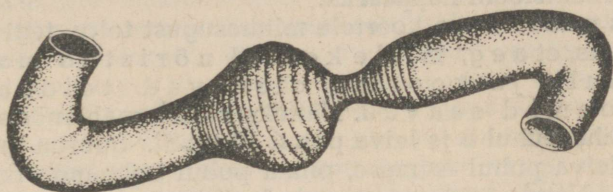
## § 31. Seedimine maos.

**Toidu siirdumine makku.** Toidu liikumine söögitorus aistinguid ei tekita. Võib näida, et toit lihtsalt kukub makku. See pole õige: vedelik läbib söögitoru 6—8 sekundiga; süljega niisutatud toit teeb selle teekonna läbi kaks-kolm korda aeglasemalt, kuivaine liigub mööda söögitoru sageli mitu minutit. Kui trapetsil pea alaspidi rippuv inimene neelab alla tükikese leiba, siis jõuab leib makku hoolimata sellest, et see liigub üles, raskussuunale vastupidi.

Toidu liikumine söögitorus toimub söögitoru lihaste kokkutõmbumise tulemusena. Nende kokkutõmbed algavad söögitoru ülemises otsas. See põhjustab toidupala liikumise söögitoru alamal asetsevasse lõiku. Kui tõmbuvad kokku ka selle järgmise lõigu

lihased, nihkub toidupala järgmisesse löiku jne. Niisugused lainetusetaolised lihaste kokkutõmbumised toimuvad mitte ainult söögitorus, vaid ka sooltes (joon. 88).

Mingisuguseid seedemahlu söögitorus ei nõristu.



Joon. 88. Sooleseina lainetusetaoline kokkutõmbumine.

**Toidu muutumine maos.** Katse tingimustes hakkavad *maonäärmed* 5—8 minuti möödumisel looma söötmise algusest nõristama mahla, mis toitu keemiliselt muudab (joon. 89).

Võtame katseklaasi. Asetame selle põhja õhukese tüki keedetud munavalget. Valame klaasi mõni kuupsentimeeter loomulikku maomahla, mida võib saada apteegist. Paigutame klaasi 37—38°-ni soojendatud vette. 20—30 minuti pärast ei jää munavalgest jälgegi järele.

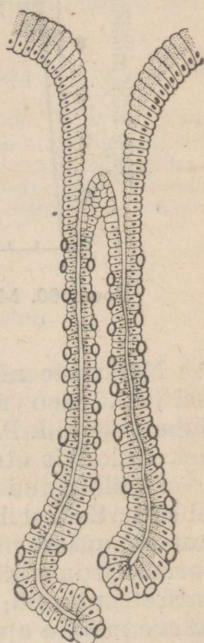
See on seletatav maomahla koostisse kuulava fermenti *pepsiini* toimega. Pepsini toimel algab valkude seedimine: nad lõhustuvad lihtsamaks ühenditeks.

Peale pepsini on maomahlas mitmesuguseid orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid. Neist eriti suure tähtsusega on *soolhape*, mille sisaldus kõigub 0,2 ja 0,5% vahel. Sinine lakmuspaber muutub maomahlaga niisutamisel punaseks.

Soolhappe tähtsus selgub järgmisest katsest. Võtame munavalge tükikese ja maomahla sisaldava katseklaasi. Lisame sinna mõne tilga sööbenaatriumi 10%-st lahust, mis happe neutraliseerib. Asetame seejärel katseklaasi nõusse, mis on täidetud 37—38° C veega. Valguga ei toimu mingeid muutusi.

See on seletatav sellega, et pepsin toimib ainult happelises keskkonnas. Soolhappe esinemine maos loob tingimused, milles see ferment kutsubki esile valkude lõhustumise. Mõned seedimishäired on seotud soolhappe vähesuse või üleküllusega.

Süsivesikuisse toimivat fermenti maomahla koostises ei ole. Ent süsivesikute seedimine



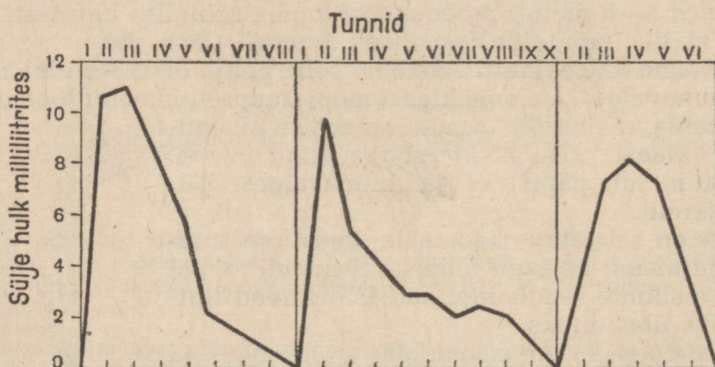
Joon. 89. Mao näärme ehitis (skeem).

Pikergused rakud nõristavad fermenti; ovaalsed soolhapet.

maoõõnes ikkagi toimub, sest suuõõnest sisenev sülg sisaldab ptüaliini. Ptüaliin toimib nõrgalt leelises keskkonnas. Seepärast toimub süsivesikute lõhustumine maos ainult 20—30 minuti jooksul, kuni sisenenud toit pole läbi imunud maomahlast ja muutnud leelise reaktsiooni happeseks.

Andes maourisega koertele mitmesugust toitu, tegi I. P. Pavlov kindlaks, et aeg, mille kestel nõristub maomahl, selle hulk ja koostis olenevad toiduainetest, mida loomad saavad. Näiteks kestab mahlanõristus piima puhul 6, liha puhul 8 ja leiva puhul 10 tundi. Suurim hulk mahla nõristub leiva puhul esimese, piima puhul kolmanda tunni lõpul (joon. 90). Nende toiduainete puhul nõristatav maomahl on erineva happesusega ja sisaldab erisuguseid fermenti hulki.

Peale seedefunktsiooni on maomahlal ka kaitsefunktsioon: tema happe toimele hävivad mõned koos toiduga organismi sattunud pisikud.



Joon. 90. Maomahla nõristus koeral mitmesuguse toidu puhul.

**Näärmete nõristuse mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel.** Mao mahlanõristuse humoraalne mõjutamine oli tuntud juba ammu. I. P. Pavlov tõestas, et tähtsamat osa mao näärmete sekretsiooni etendavad närvisüsteemist tulevad mõjutused.

Läbilõigatud söögitoruga koera näilisel söötmisel toit makku ei satu. Sellest hoolimata täheldatakse 5—8 minuti möödumisel katse algusest mahla nõrgumist looma makku sissejuhitud uurisitorust. Seda nähtust saab seletada ainult nõnda: toit ärritab maitsmisretseptoreid; nendes tekkiv erutus kandub tsentripetaalseid närve mööda ajutüvesse; sealt suundub erutus tsentrifugaalseid närve mööda maonäärmetesse ja nad astuvad tegevusse. Mahlanõristuse reflektorsust tõestab see, et ta katkeb pärast mao juurde suunduvate närvide läbilõikamist.

Kui loom oli tarvitanud toitu varem, siis ainuüksi selle nägemine ja lõhn võivad maonäärmete tegevuse välja kutsuda. Järe-

likult näärmete nõristus võib toimuda ka tingitud ärritajate mõjul. Sel juhul toimub närvierutuse üleminek tsentripetaalseilt närvilt tsentrifugaalseile närvidele peaju poolkerade koore osavõtul.

Reflektorne mahlanõristus ei lakka söömise lõppemisega. Maku sattunud toit ärritab mehhaaniliselt ja keemiliselt mao limaskesta retseptoreid. Retseptorites tekkiv erutus kandub peaju ning sealt maonäärmeisse, ergutades nende tegevust.

Samal ajal ilmneb ka mahlanõristuse humoraalne mõjutamine. Rida liha- ja köögiviljaleemesse kuuluvaid aineid imanduvad juba maos. Sattunud verre, jõuavad nad kantuna verest mao näärmeteni ja ergutavad keemiliselt nende tegevust. Siit järeldub, et lõunatoit peab tingimata sisaldama vedelat rooga (lihaleent, köögivilja- või kapsasuppi).

Samasugust toimet avaldavad ka ained, mis kujunevad liha ja teiste toiduainete seedimisel. Leiva seedimisega ei käi kaasas maonäärmeid mõjutavate ainete kujunemine. Kuivast toidust elamine, mille puhul peatoiduks on leib, häirib seepärast seedimist maos.

Maonäärmete tegevuse mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel kindlustab mahla nõristamist toidu puhul kogu selle aja jooksul, millal toit maos viibib.

**Ulesanne.** Joonistage skeem refleksikaarest, mida mööda närvierutus kandub maonäärmete juurde maitseretseptorite ärritamisel.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas toimub toidu liikumine söögitorus? 2. Missugused keemilised muutused toimuvad toiduga maos? 3. Missugust osa etendab seedimisel soolhape? 4. Kuidas muutub maonäärmete tegevus olenevalt toidust? 5. Kuidas tõestatakse närvisüsteemi mõju mao näärmete nõristustegevusele? 6. Kuidas saavad humoraalsed mõjud panna end maksma maonäärmete tegevuses?

## § 32. Toitainete muutumine peensooles.

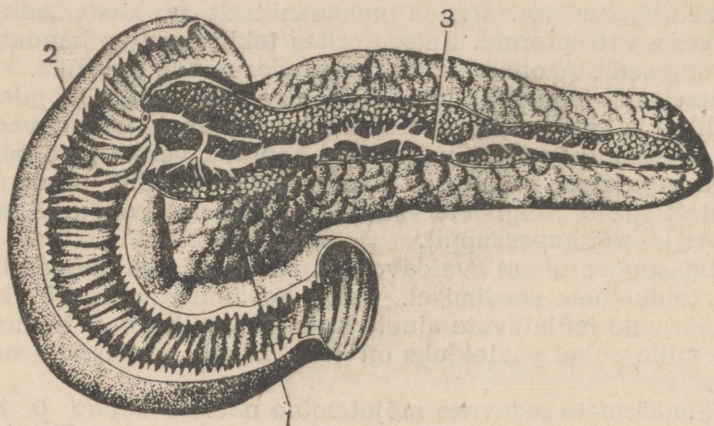
**Kõhunäärme mahl.** Mao silelihaste kokkutõmmete mõjul siirdub toit peensoolde, mida mööda liigub aeglaselt edasi 3—5 tunni kestel (joon. 88). Selle teekonna algul, kaksteistsõrmikus, avaldab toidule toimet kõhunäärme mahl (joon. 91).

Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis avaldavad toimet kõigile kolmele toitainete liigile. Uks mahla fermentidest mõjub valkudele ja nende seedimissaadustele, mis on tekkinud maos pepsini mõjul. See ferment lõhustab valgumolekuli *amiinhapete*ks. Rasvadesse avaldab toimet ferment, mille mõjul nad lõhustuvad *glütseriiniks* ja *rasvhappeiks*. Süsivesikuisse avaldab toimet mitu fermenti, mis muudavad nad *glükoosiks* ehk *viinamarjasuhkruks*.

Kõhunäärme mahla nõristamise kestus, mahla hulk ja seedimisvõime muutuvad olenevalt toidu laadist (joon. 92). Nõristamine liha puhul

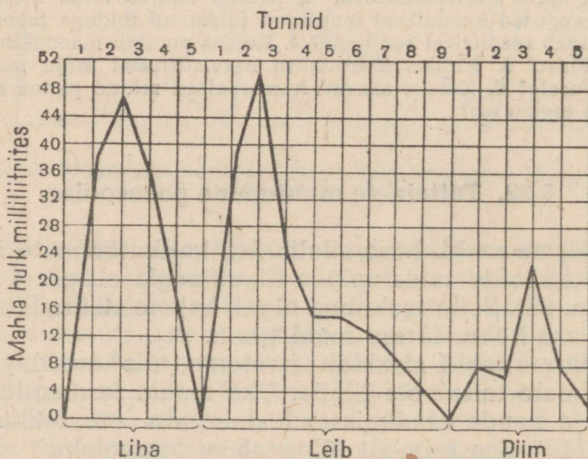
on näiteks väiksema kestusega kui leiva puhul, suurim hulk mahla nõristatakse rasvase toidu puhul jne.

I. P. Pavlov tõestas, et kõhunäärme tegevus algab reflektorselt suuõõne retseptorite ärritamisel toidu poolt.



Joon. 91. Kaksteistsõrmik ja kõhunäärme:

1 — kõhunäärme; 2 — kaksteistsõrmik (lahatud, on näha limaskesta kurrud); 3 — näärme peaviimajuha (osa näärret tema kohal on eemaldatud).



Joon. 92. Kõhunäärme nõristus koeral mitmesuguse toidu puhul.

Kuid kõhunäärme mahla nõristamine toimub ka humoraalsetel mõjutustel. Toidu sattumisel kaksteistsõrmikusse tekib aine, mis imendub verre, kandub kõhunäärmeni ja ergutab selle tegevust.

**Sapp.** Teiseks kaksteistsõrmikusse suubuvaks mahlaks on maksas (joon. 93) tekkiv *sapp*.

Sapp tõhustab kõikide kõhunäärme mahla fermentide toimet. Mõjude rasvadele sapp pihustab neid ülipeenteks tilgakesteks. See parandab rasvade seedimise tingimusi, sest suurendab nende kõhunäärme mahla kokkupuute pinda. Tekkinud rasvhapped annavad ühinedes sapiga vees lahustuvaid ühendeid.

**Soolemahl.** Peensoole limaskestas on suur hulk väikseid *soolenäärmeid*. Nad nõristavad fermente sisaldavat soolemahla. Need fermentid jätkavad valkude amiinhapeteks, süsivesikute glükoosiks ja rasvade glütseriiniks ning rasvhapeteks lõhustamist. Soolemahla toimel jõuab vähehaaval lõpule toitainete seedimise protsess.

Mahla nõristamine soolenäärmete poolt toimub mehhaaniliste ja keemiliste ärrituste mõjul. Mehhaaniliselt ärritab näärmeid edasilükkuv toidumass. Keemilisteks ärritajateks on mao- ja kõhunäärme mahl; valkude ja teiste ainete lõhustusaadused mõjutavad näärmeid vere kaudu.

**Seede-elundite töö kooskõlastatus.** Seedekanalid toimuvad protsessid kujutavad endast rida kooskõlastatud nähtusi.

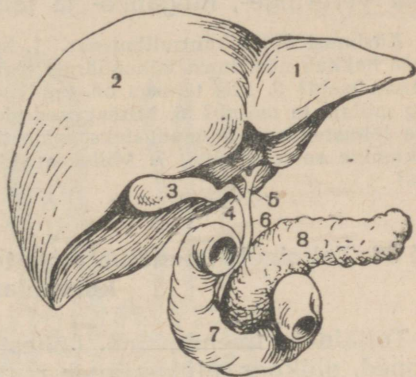
Maomahl hakkab nõristuma vastusena suu- ja kõhuõõne retseptorite ärritamisele toidu poolt. Hiljem toimub maonäärmete nõristustegevus ainete toimel, mis tekkisid toidu seedimisel maos ja on imendunud verre.

Toidu kaksteistsõrmikusse ülemineku tagajärjeks on kõhunäärme tegevust ergutavate ainete kujunemine.

Viimaks, peensoolde sisenev toidukört on mehhaaniliseks ja keemiliseks ärritajaks, mis kutsub välja soolenäärmete nõristustegevuse.

Seedemahlade (maomahl, sülje jt.) hulk, koostis ja nõristamise kestus muutuvad alata olenevalt organismi siseneva toidu laadist.

Seedekanalid kõigi osade tegevus on seega rangelt kooskõlastatud ja kohandatud väliskeskkonnast sisenevate ainete omastamiseks. Selle ühtsuse eri elundite töös ja selle töö sobitatus inimese toiduga loovad närvide kaudu ja humoraalsel teel seedeprotsessile avaldatavad mõjud.



Joon. 93. Maks:

1 — vasak sagar; 2 — parem sagar; 3 — sapi-põis; 4 — sapipõie juha; 5 — maksa sapi-juha; 6 — ühine sapiviimajuha; 7 — kaksteistsõrmik; 8 — kõhunääre.

On iseendast mõistetav, et seedenäarmete tegevuseks ja toitu soolestikus edasinihutava silelihastiku kokkutõmbumiseks läheb vaja energiat. See vabaneb näärme- ja lihasrakkude koostisse kuuluvate orgaaniliste ainete lagunemisel. Ainete varal, mida veri alatasa rakkudele toob, moodustuvad lammutuvate keemiliste ühendite asemele uued. Järelikul sõltub keha kõigi elundite töö seede-elundkonna tegevusest, kuid ka tema ise ei saa tegutseda vereringe-, hingamis- ja teiste protsesside seismajäämisel.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Miks toidu sisenemisel kaksteistsõrmikusse hakkab nõristuma kõhunäärme mahl? 2. Kuidas mõjub toitainetele kõhunäärme mahl? 3. Mis tähtsus on sapil? 4. Miks hakkab nõristuma soolemahl ning millele ta mõjub? 5. Missugused ained on valkude, rasvade ja süsivesikute lõhustumise lõppsaadusteks soolestikus? 6. Kuidas toimub toidu edasinihkumine soolekanalis? 7. Milles avaldub kooskõla seedesüsteemi elundite töös?

### § 33. Toitainete imendumine ja toidu mitteseeditavate jääkide kõrvaldamine.

**Toitainete imendumine.** Lõhestumise lõppsaadused — amiinhapped, glükoos, glütseriin ja rasvhapped — moodustavad lahuseid ning imenduvad verre ja lümfi. Sealt sisenevad nad organismi kõikidesse rakkudesse. Selle tõttu, et toitained, ühelt poolt, alatasa sisenevad soolestikust verre ja lümfi ning, teiselt poolt, antakse ära rakkudele, säilib nende sisekeskkonna vedelike koostis suhteliselt püsivana.

Imendumine toimub soolehattude kaudu (joon. 94). Need on ühekihilisest epiteelist koosnevad mikrokoopilised näsad; nende õõned on täidetud vere- ja lümfisoontega. Peensoole limaskestal on arvukad sügavad kurrud. Limaskesta igal ruutsentimeetril on ligi 3000 hattu. See suurendab imenduspinda erakordselt, peaaegu kuni viie ruutmeetriini.

Soolestikus moodustunud toitainete lahuseid lahutavad verest hatu ja kapillaari sein, millest kumbki koosneb ühekihilisest epiteelist. Võib öelda, et see vahesein ei ole paksem seebimulli kilest.

Hattude suur üldpind ja nende seinte tühine paksus kiirendavad ja kergendavad imendumist erakordselt.

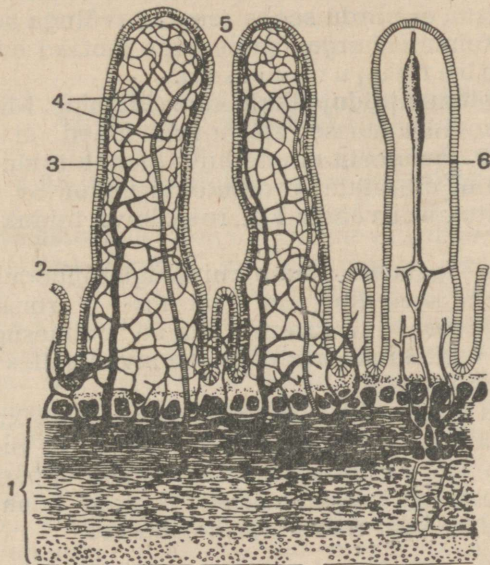
Soolehatu seina moodustaval epiteelil on mõned väga tähtsad iseärasused.

Epiteeli üheks niisuguseks iseärasuseks on tema läbitungitavus ainult mõnede, kuid mitte kõikide ainete suhtes. Ta laseb näiteks endast läbi soolestikus moodustunud toitainete lahuseid; terve rida teisi keemilisi ühendeid läbi hatu seina tungida ei saa.

Epiteeli teine iseärasus on selles, et ta laseb paljusid aineid läbi ainult ühes suunas. Seepärast tungivad toitainete lahused kergesti soolestikust hatu õõnde, kuid seedekanalisse tagasi minna ei saa.

Epiteeli kolmas iseärasus avaldub neis mõjudes, mida ta avaldab ainete imendumisele. Glütseriin ja rasvhapped näiteks ühinevad läbides hatu seinaga omavahel ja moodustavad rasvu.

Kui surmata epiteeli rakud mõne mürgiga, siis hatu sein kaotab oma iseärasused. Sellest võib teha järelduse, et imendumine pole lihtne ainete filtreerumine; see on keerukas füsioloogiline protsess, mis tuleneb soole epiteeli rakkude elutegevusest.



Joon. 94. Soolehatu ehitus:

1 — peensoole sein; 2 — veen; 3 — hatu epiteel; 4 — kapillaaride võrk; 5 — arter; 6 — lümfisooh.

Amiinhapped ja glükoos imenduvad peamiselt verre. Rasvade lõhustumissaaduste peamass siseneb lümfisoohi ja ainult tähtsusetu osa nendest verre.

**Maksa tähtsus.** Kogu soolestiku poolt tulev veri koguneb värativeeni, mis suundub maksa ja hargneb selles kapillaarideks (värv. tab. VI, 2). Kapillaaridelt algavad peened veenid, mis liitudes moodustavad alumisesse õõnesveeni suubuvad maksa veenid.

Maksa kapillaare läbides muutuvad mõned ained keemiliselt. Glükoosi hulk värativeenis on näiteks väga kõikumine, maksa veenides aga võrdub alati 0,1—0,12% -ga. See on seletatav järgmisega. Kui maksa kapillaarides voolavas veres on enam kui 0,12% glükoosi, siis peab maks glükoosi kinni ja muudab ta glükogeeniks (loomseks tärgliseks), mis maksa rakkudes talletub. Neil juhtudel, kui veri sisaldab glükoosi vähem kui 0,1%, muutub maksas talle-

tunud glükogeen glükoosiks ja nõristub verre. Maksas toimub ka teisi keemilisi muutusi.

Seedimisel moodustub soolestikus rida mürgiseid aineid. Kui veri neid organismis laiali kannaks, siis võiksid nad põhjustada raskeid häireid, mõnikord aga ka surma.

Ent kui need ained läbivad maksa kapillaare, nad muutuvad ohutuiks, minnes üle vähem kahjulikeks ühendeiks, mis seejärel organismist eritatakse. Maks on otsekui kaitsetõkkeks (barjääriks), mis mürgiseid aineid rakkudesse läbi ei lase.

Maksa tähtsus ei piirdu seega tema osavõtuga seedimisest. Ta on elund, kus toimuvad organismile väga tähtsad a i n e t e e k e e m i l i s e d ü m b e r k u j u n e m i s e d .

**Seedimata jäänud toidujääkide kõrvaldumine.** Mitte kõik väliskeskkonnast soolekanalisse sisenevad ained ei lõhustu ega imendu. Selliste seedimata ainete hulk oleneb toidu laadist. Liha- toidust halvemini omastatava taimtoidu puhul on neid rohkem, nisuleivaga toitumisel vähem kui rukkileiva toiduks tarvitamisel jne.

Umbes 30% seedimata ainete kuivjäägist moodustavad mikroorganismid, kelle seas alati on käärimis- ja roiskumispiisikuid. Pisikute elutegevuse tulemusena tekivad mitmesugused mürgised ained, mis imenduvad verre ja kanduvad selles maksani, kus muutuvadki kahjutuks.

Omastamata ainete edasiliikumist jämesooles kutsuvad esile silelihaste kokkutõmbed ja see kestab umbes 12 tundi. Selle aja jooksul toimub vee imendumine. Umbes ühe ööpäeva möödumisel toidu sisenemisest soolekanalisse jõuavad tema omastamata jäägid pärasoolde, kust nad välja heidetakse.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Milles väljendub seos peensoole ehituse ja tema imendumisfunktsiooni vahel? 2. Missugused iseärasused iseloomustavad toitainete imendumise protsessi? 3. Missugused muutused toimuvad maksa kapillaare läbivas veres? 4. Missugused protsessid toimuvad jämesooles?

#### KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Mis tähtsus on toidul, missuguseid aineid ta peab sisaldama, missugustes toiduainetes on kõige rohkem toitaineid?

2. Milles seisab seedimise tähtsus; missugune on inimese seedekanali ehitus; kuidas muutuvad toitained igas tema osas, missugust osa etendavad seejuures fermentid?

3. Missuguseid operatsioone tegi I. P. Pavlov seedekanali talitluste uurimiseks ja kuidas tõestati sülje- ja maomahlanõristuse reflektorsus?

4. Missuguseid refleksiliike eristas I. P. Pavlov ja kuidas ta neid isoleerimustas?

5. Milles avalduvad humoraalsed mõjud seedenäärmete tegevusele?

6. Milles ilmneb seedekanali eri osade töö kooskõlastatus; kuidas tema töö on kohandatud toidu laadile?

7. Kuidas toimub imendumine; kuhu satuvad toitained soolestikust; missugused protsessid toimuvad maksas?

8. Mis sünnib toidu seedimata jäänud osaga?

## VI PEATUUKK.

### AINE- JA ENERGIAVAHEATUS.

#### § 34. Ainete muundumine organismis.

**Valkude omastamine.** *Valgud* koosnevad *amiinhappeist*, mida on teada ligi kolmkümmend. Igal amiinhappel on oma nimetus ja täiesti ühesugune koostis kõikidel loomadel. Uhinedes üksteisega mitmesugustes kombinatsioonides moodustavad nad tohutu hulga erinevate omadustega valke. Iga niisugune valk tekib ainult teatud liiki looma organismis ega esine teistel liikidel. Kui viia vahetult inimese verre mõne looma valku, kelle liha ta tarvitab toiduks, siis tekivad väga rasked häired ja võib isegi saabuda surm. Enamgi, ühe inimese valgud, viiduna teise inimese verre, kutsuvad esile mitmesuguseid häireid organismis.

Toidus soolestikku sisenenud valgud lõhustuvad fermentide mõjul amiinhappeiks. Amiinhapped moodustavad lahuseid, mis imenduvad verre, mis viib neid kõigisse elundeisse. Siin lähevad amiinhapped üle koemahla ning seejärel rakkudesse. Rakkudes moodustuvad amiinhappeist, jällegi fermentide osavõtul, uued, ainult inimesele omased valgud. Eri kudedes on neil erinev koostis.

Valgud on põhimaterjal, millest moodustuvad rakkude protoplasma ja tuumad. Vajadus valkude järele on eriti suur noores eas, kui organism kasvab. Valkude talletumist kehas ei toimu. Nende liia puhul toidus nad kas lagunevad ja kõrvalduvad organismist või muunduvad süsivesikuiks ja rasvadeks.

**Süsivesikute omastamine.** Toidu koostisse kuuluvad *süsivesikud* lõhustuvad seedekanalisis fermentide mõjul glükoosiks ehk *viinamarjasuhkruks*. Glükoos imendub verre ja viiakse sellega maksa. Siin muundub ülearune glükoosi hulk *glükogeeniks*. Glükogeeni talletumine toimub ka lihastes. See on varu-süsivesik, mis lõhustumisel annab jälle glükoosi. Glükoosi sisaldab veri alati ja teda viiakse pidevalt rakkudele.

Süsivesikute rohkel tarvitamisel toiduks võivad neist organismis moodustuda rasvad. On küllalt meeldetuletamisest, et rasva kogumine koduloomadel toimub nende nuumamise puhul teravilja või kartulitega, mis on süsivesikute poolest rikkad.

**Rasvade omastamine.** Rasvad lõhustuvad soolestikus fermenti toimetel *glütseriiniks* ja *rasvhappeiks*, mis ühinedes sapiga annavad kergesti lahustuvaid aineid. Rasvade lõhustumissaadused imenduvad lümfis. Läbides soolehatu seina nad ühinevad uuesti omavahel ja moodustavad rasva.

Mõned rasvad võtavad osa rakkude kujundamisest, eriti närvikoos, enamik neist aga talletub varuainetena. Talletumine toimub nahaaluses kohevas sidekoos ja kõhuõõnes (värv. tab. I, 10, 15).

**Mineraaloolade ja vee omastamine.** Veri viib temasse imendunud *mineraaloolad* mitmesugustesse kudedesse. Nad etendavad ehitusmaterjali osa (eriti luudes) ja kindlustavad mõnede eluprotsesside (näiteks vere hüübimise, vt. lk. 51) normaalset arenemist.

Organismi sisenev vesi imendub verre, mis teda mööda kogu keha laiali kannab. Vee hulk eri elundeis on väga erinev: skeletis on teda 20%, peaaegu 80%. Vesi võtab osa rakkudes toimuvast keemilistest reaktsioonidest. Ta etendab suurt osa toitainete lahustajana nende organismist väljaviimisel.

**Assimilatsioon.** Kõiki protsesse, mille puhul rakkudesse sisenenud lihtsad ained muunduvad keerukaiks orgaanilisteks ühenditeks, nimetatakse *assimilatsiooniks*.

Assimilatsiooni tulemusena toimub organismi kasv ja varuainete talletumine selles. Tekkinud orgaanilistesse ainetesse koguneb potentsiaalne energia, mis peitus väliskeskkonnast sisenenud toiduainetes.

**Dissimilatsioon.** Uheaegselt ainete moodustumisega rakkudes toimuvad nende lagunemise protsessid. Süsivesikud ja rasvad lagunevad *veeks* ja süsihappegaasiks. Valkude lagunemisel tekiavad peale vee ja süsihappegaasi *lämmastikuühendid*, millele hulgas on kõige rohkem *kusiainet*, samuti mitmesuguseid soolaid, muuseas *naatriumkloriidi*.

Orgaaniliste ainete lagunemisel vabaneb neis peituv potentsiaalne energia. Seda energiat neelatakse assimilatsiooni korral ja kulutatakse mitmesuguste elundite tegevuseks, inimese tehtavaks tööks ja keha soojendamiseks.

Kõigi orgaaniliste ühendite algallikaks on taimed. Ainult nemad suudavad luua orgaanilisi aineid anorgaanilistest ühenditest (veest, süsihappegaasist, mitmesugustest sooladest). Isegi tarvitades loomset toitu saab inimene orgaanilised ained taimedelt, mille varal on üles ehitatud looma keha. Orgaaniliste ühendite loomiseks kulutab taim päikeseenergiat. Tehes läbi rea muundumisi vabaneb see energia inimese kehas, kui selle rakkudes toimub ainete lagunemine.

Protsesse, milles keerukad ained lagunevad lihtsamaiks ja vabastavad neis peituvat energia, nimetatakse *dissimilatsiooniks*.

Dissimilatsioon tulemusena toimub keha ainete lammutamine ja nendesse kogutud energia kulutamine.

Kui kanamunavalge valada alustassi või suhkrutükk panna lauale, siis mingit aine lagunemist ja energia vabastamist ei toimu. Miks toimuvad siis need protsessid organismis? Suurt osa lagunemisprotsessides etendavad ferendid. Nende osa ei piirdu ainult toidu seedimisega; ilma nendeta ei toimu ükski keemiline reaktsioon organismis.

Ainete lagunemisel toimuvad hapendumisprotsessid ja tarvatakse *hapnikku*. See siseneb väliskeskkonnast kopsudesse, kust veri ta elundeisse viib.

Tahked laguained lahustuvad vees. Tekkinud lahused ja süsihappegaas lähevad läbi rakukesta koemahla ja seejärel verre, mis nad erituseelunditesse viib.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused muutused toimuvad organismis sellesse sisenenud valkude, rasvade ja süsivesikutega? 2. Missuguse tähtsusega organismile on mineraalsoolad ja vesi? 3. Mis on assimilatsioon? 4. Mis on dissimilatsioon ja mis tähtsus tal on? 5. Missugust osa assimilatsioon ja dissimilatsioon etendavad ferendid?

## § 35. Ainevahetus.

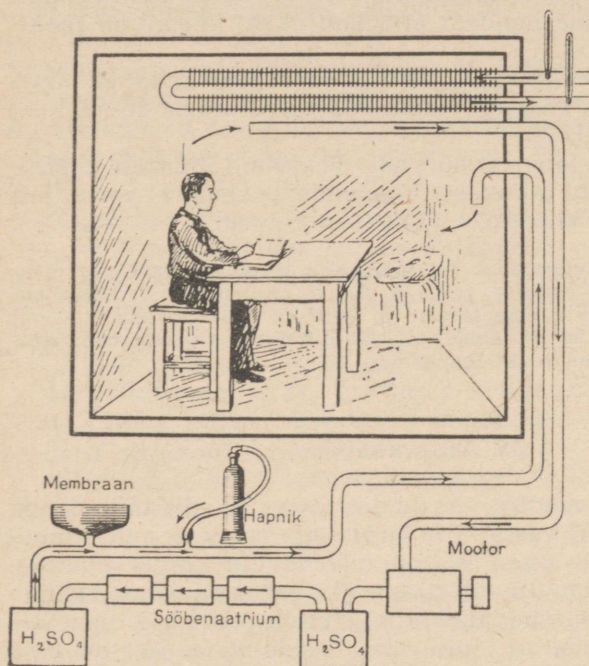
**Elusolendite põhiomadus.** Assimilatsioon ja dissimilatsioon kujutavad endast kaht vastupidist protsessi: esimese puhul moodustuvad orgaanilised ained ja koguneb nendes peituv energia, teise puhul ained lammutuvad ja energia vabaneb. Uhes sellega on need kaks protsessi omavahel lahutamatult seotud ja olenevad teineteisest: katkestamatult toimuvaks dissimilatsiooniks on vaja pidevat ainete moodustumist; assimilatsioon pole võimalik ilma energiata, mis vabaneb dissimilatsiooni puhul.

Side assimilatsiooni ja dissimilatsiooni vahel on sedavõrd tihe, et neid on õigem käsitleda mitte kahe eri protsessina, vaid ühe ja sama, *ainevahetuse* nime all tuntud protsessi kahe küljena. See nimetus peegeldab väga hästi toimuvate nähtuste olemust: organismi sisenevad väljastpoolt toitained ja hapnik; organism eritab välja vett, süsihappegaasi, kusiainet ja teisi aineid. Organismi ja väliskeskkonna vahel toimub tõepoolest mitmesuguste ainete vahetus.

Vahetuse kaudu kujuneb organismi ja keskkonna vahel vastastikune mõjutamine. See kutsub elusaines esile lõputu ahela keemilisi reaktsioone, mille tulemusena organism pidevalt muutub. Alatasa luuakse temas midagi uut, lammutatakse midagi vana ning ta on kogu aeg eneseuendamise olukorras.

Hankides toitu, neelates õhust hapnikku, eritades välja ainevahetuse saadusi mõjutab organism omakorda teda ümbritsevat loodust ja kutsub temas esile mitmesuguseid muutusi.

Ainevahetus on elusolendite põhiomadus, kõik nende muud tunnused (kasv, paljunemine, ärrituvus) on ainult selle protsessi järelused. Seepärast kirjutab F. Engels: „Elu on valkkehade olemasolu viis, mille oluliseks momendiks on pidev ainevahetus neid ümbritseva välislloodusega, kusjuures selle ainevahetuse lõppemisega lõpeb ka elu, mis viib valgu lagundumisele.“



Joon. 95. Kamber gaasivahetuse ja energia-kulutuse uurimiseks.

All on skeemid kujul esitatud abinõud õhu ventileerimiseks kambriks, veeauuri neelamiseks väevahetuseks, süsihappegaasi neelamiseks sööbenaatriumi poolt ja hapniku andmiseks. Membraani ülesandeks on õhurõhu tasandamine. Kambri ülemises osas asetsevad radiadorid, kust pidevalt voolab läbi vesi. Kaks termomeetrit on juurde- ja äraoolava vee temperatuuri märkimiseks. Teades radiadoritest läbikäinud vee hulka ja kraadide arvu, mille võrra ta soojenes, saab arvutada, kui palju soojusenergiat on kambriks viibitud inimese organismi ära andnud. Samaaegselt määratakse kambriks organismi poolt sissehingatud hapniku ja väljahingatud süsihappegaasi hulk (viimase neelamise põhjal sööbenaatriumi poolt).

Kuna keemilised protsessid toimuvad ka elutu looduse kehas, esineb ka nendel vahetus väliskeskkonnaga. Kuid anorgaanilistel kehadel ta kutsub esile nende lagunemise. Näiteks põldpagu reageerib vee ja süsihappegaasiga, kuid selle tagajärjeks on, et ta lakkab olemast see, mis ta on, ning muutub liivaks ja saviks. Ainevahetus elusail organismidel on nende eksisteerimise vaieldamatu tingimus: assimilatsiooni ja dissimilatsiooni lõppemise tagajärjeks on organismi surm.

**Aine jäävuse ja energia jäävuse seadus.** Elutus looduses, nagu tõestas juba M. V. Lomonossov, on kehtiv aine kaalu jäävuse seadus. See seadus hõlmab ka ainevahetust. Loomade ja inimese juures korraldatud vaatlused on näidanud, et kõigi organismi sisenevate ainete kaal on alati võrdne eritatud ainete kaaluga pluss kehakaalu suurenemine või miinus selle vähenemine.

Inimese juures erikambriks (joon. 95) toimetatud uurimised tegid kindlaks, et energia hulk, mille ta kulutas teatud ajavahe-

mikus, vastab sellele peidetud energia hulgale, mis peitus samal ajavahemikul lagunenud kehaainetes. Järelikult kehtib inimorganismis toimuvate protsesside kohta ka energia jäävuse seadus.

Siit võib teha järelduse: kõik muutused inimese kehas alluvad looduse põhiseadusele — aine jäävuse ja energia jäävuse seadusele.

**Ainevahetuse mõjutamine närvide kaudu.** Mõjutades südame ja hingamislihaste kokkutõmbeid ning seede- ja erituselundite tegevust, muudab närvisüsteem ainevahetust rakkudes, seda kord tõhustades, kord nõrgendades.

Närvisüsteem võib mõjutada ainevahetust ka veresoonte valendiku muutmise teel (värv. tab. X, 5). Kutsudes esile nende laienemist või ahenemist närvisüsteem suurendab või vähendab toitaineid ja hapnikku kandva vere juurdevoolu elunditesse. Selle tagajärjeks on assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsessi tugevnemine või nõrgenemine.

Viimaks, peaaegu on üksikuid piirkondi, mis avaldavad otsest mõju rakkudes toimuvale protsessidele. I. P. Pavlov avastas ka närvid, mis erutust nende piirkondade poolt juhivad (värv. tab. X, 4). Uhtesid närve mööda tulev erutus tugevdab, teisi närve mööda tulev nõrgendab ainevahetust rakkudes. Assimilatsiooni ja dissimilatsiooni otseselt mõjutavate närvide avastamine on meie maa füsioloogia suureks saavutuseks.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Milles seisab assimilatsiooni- ja dissimilatsiooniprotsessi vastupidisus ja vastastikune seos? 2. Milles avaldub ainevahetus? 3. Kuidas Engels määratles elu? 4. Missugustele seadustele alluvad inimkehas toimuvad muutused? 5. Kuidas mõjutab närvisüsteem ainevahetust organismis?

## § 36. Soojuse reguleerimine.

**Keha temperatuur.** Mõnedel tingimustel, näiteks kauasel viibimisel tugeva külma käes võib inimese keha temperatuur langeda kuni 24°-ni. Selle tagajärjeks on surm. Palavikuga haiguste ajal tõuseb keha temperatuur kuni 40—42°-ni. See kutsub esile rea raskeid häireid kogu organismi tegevuses.

Kuid harilikel tingimustel püsib terve inimese keha temperatuur umbes 36,5° juures (naha pinnal). See temperatuur hoolimata ümbritseva keskkonna väga suurtest kõikumistest peaaegu ei muutu.

Keha temperatuuri alanemist ei toimu dissimilatsiooni ja energia vabanemise tõttu, millest suurem osa eraldub soojuse näol. Keha temperatuuri tõusu takistab ülearuse sooja äraandmine väliskeskkonda.

**Sooja äraandmine.** Iga soojendatud keha, näiteks kahhelahi või aurukütte patarei, annab oma sooja ümbritsevasse keskkonda. Selle tagajärjel keha temperatuur langeb, ümbritseva õhu oma aga tõuseb.

Ka inimese keha annab sooja ümbritsevasse keskkonda. On küllalt meelde tuletamisest, kuidas tõuseb õhu temperatuur, kui tupp on kogunenud palju rahvast.

Inimese keha sooja äraandmine võib tugevneda või nõrgeneda olenevalt naha veresoonte seisukorrast. Kui organismis on sooja ülemäära, siis need sooned laienevad, nende kaudu läbivoolava vere hulk suureneb ja naha temperatuur tõuseb. Selle tagajärjeks on sooja äraandmise tugevnemine ja organism vabaneb nehest ülearustest soojahulkadest, mis teda ülekuumenemisega ähvardasid. Kui väliskeskkonna temperatuur on inimese keha omast kõrgem, on sooja äraandmine võimatu.

Ent kõrge õhutemperatuuri puhul toimub tugev *higi eritamine*. Iga grammi *higi* aurustamiseks naha pinnalt kulub 0,58 kkal. Seda sooja saadakse organismilt. Ohter, 12 liitrini ööpäevas küündiv *higi eritamine* võimaldab inimesele viibida suhteliselt kaua keskkonnas, mille temperatuur on tema keha omast kõrgem. Õhu suure niiskuse puhul sooja äraandmine *higi* aurustamise teel väheneb.

Kui sooja äraandmine ümbritsevasse keskkonda ja *higi* aurustamine lakkaksid, tõuseks keha temperatuur igas tunnis 1,5° võrra. Seepärast talub inimese organism õhu kõrget temperatuuri selle veeauruga küllastatuse juures äärmiselt raskesti.

Suur sooja äraandmine väliskeskkonda ja ohter *higi eritamine* ei toimu mitte ainult keskkonna kõrge temperatuuri puhul. Neid täheldatakse ka raske kehalise töö puhul, millal dissimilatsioon tõhustub ja organismis vabaneb suuri soojahulki, mis teda ülekuumenemisega ähvardavad.

Kui väliskeskkonna temperatuur on madal ja võib juhtuda organismi jahenemine, siis naha veresooned ahenevad ja *higinäärmete* tegevus raugneb. See vähendab soojakadusid. Uheaegselt suureneb dissimilatsioon, millega on seotud sooja vabanemine.

Organismis pidevalt toimuvat sooja tekkimist ja äraandmist nimetatakse *soojuse reguleerimiseks*. Soojuse reguleerimise tulemusena terve inimese keha temperatuur püsib muutumatul tasemel.

**Närvisüsteemi mõju soojuse reguleerimisele.** Soonte valendiku muutumine, samuti *higi eritamise* suurenemine ja vähenemine toimub *reflektorselt*.

Ümbritseva keskkonna temperatuuri tõusmisel ärrituvad naha soojustundlikud retseptorid. Nendes tekkinud erutuse juhivad tsentripetaalsed närvid kesknärvisüsteemi. Siin läheb erutus üle naha veresoonte ja *higinäärmete* tsentrifugaalseile närvidele. Nendeni jõudnud erutuse mõjul veresooned laienevad ja *higinäärmed* tõhustavad oma tööd. Selle tagajärjeks on sooja äraandmise suurenemine.

Organismi ahenemisel ärrituvad külmatundlikud retseptorid. Nendes tekkinud erutus kandub kesknärvisüsteemi kaudu üle veresoontele, kutsudes esile viimaste ahenemise, ja *higinäärmeile*,

millede tegevus selle mõjul raugneb. Tulemuseks on sooja äraandmise vähenemine.

Vaadeldud *refleksid* on *tingimatud*. Elu jooksul kujuneb terve rida *tingitud reflekse* ärritajaile, mis alati eelnevad külma või sooja toimele organismi. Ettevalmistused hommikusteks keha külma veega ülevalamiseks või märja rätikuga hõõrumiseks on tingitud ärritajaiks, mis kutsuvad esile naha veresoonte ahennemise juba enne keha kokkupuutumist külma veega. Kuumades tsehhides töötavil inimestel on tehase hoovi nägemine tingitud ärritajaks, mis kutsub esile veresoonte laienemise ja suurenenud higi eritamise enne töö algust.

Tingitud reflekside tähtsus on täiesti käegakatsutav: nad valmistavad organismi ette tingimatu ärritaja (külma, sooja) toime vastu temasse. Organismi võime kujundada tingitud reflekse suurendab tugevasti tema võimalusi kohaneda keskkonna alatasa muutuvate tingimustega.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas toimub organismi vabanemine ülearusest soojast? 2. Missuguste välistingimuste puhul ja miks organism ei tohi kaotada soojust ülearu? 3. Kuidas toimub organismi soojakadude vähendamine õhu madala temperatuuri puhul? 4. Mida nimetatakse soojuse reguleerimiseks ja kuidas mõjutab seda närvisüsteem? 5. Missugust osa etendavad soojuse reguleerimisel tingitud refleksid?

### § 37. Võitlus organismi jahenemise ja ülekuumenemisega.

**Elamu ja rõivad.** Suur tähtsus organismi võitluses sooja kadudega on ruumide temperatuuril, mida hoitakse 16—18° tasemel.

Püsiva temperatuuri alalhoidmist kergendavad organismile ka rõivad: talvel kaitsevad nad keha jahenemise ja suvel päikesekiirte toime eest. Talverõivad peavad sooja äraandmise vähendamiseks olema väikese soojajuhtivusega, suvised, vastupidi, peavad sooja hästi juhtima. Rõivaste soojajuhtivus oleneb esijoones selle materjali kohevusest, millest nad on valmistatud, ja õhu hulgast selles. Villased riided hoiavad organismis vabanevat sooja kõige rohkem, linased juhivad seda kõige kergemini.

Talverõivad õmmeldakse harilikult tumedavärvuselitest materjalidest, mis päikesekiiri paremini neelavad; suverõivaste jaoks on eelistatavam valge materjal, mis päikesekiiri hästi peegeldab.

Külmal ajal kantakse rõivaid mitmes kihis (särk, kuub, palitu), millede vahel on õhk — halb soojajuht. See vähendab organismi sooja äraandmist märgatavalt.

Rõivad peavad olema õhku ja vett läbilaskvad, muidu tekivad nende alla kogunevad aurud rasket ja ebameeldivat umbuse ja keha ülekuumenemise tunnet.

Rõivaid peab süstemaatiliselt harjama, sest täites nende poore suurendab tolm nende soojajuhtivust ja vähendab õhu läbilask-

vust. Peale selle võivad tolmukübemeil areneda haigusttekitavad pisikud.

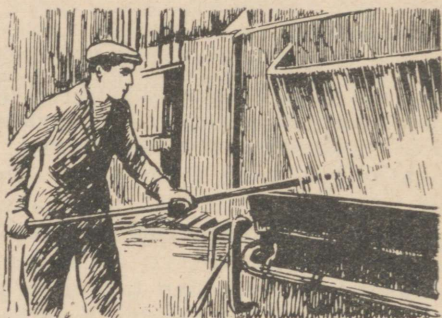
Elamu ja rõivad on nagu *kunstlik keskkond*, mille abil inimene varjab end loodusliku keskkonna ebasoodsate tingimuste eest.

**Spetsiaalrõivad.** Rõivaste eriliigiks on niinimetatud spetsiaalrõivad. *Spetsiaalrõivaste* ülesandeks on kaitsta organismi keskkonna ebasoodsate tingimuste eest käitises. Nagu kõik teisedki rõivad peavad nad olema õhku läbilaskvad.

Materjali valik spetsiaalrõivaste jaoks oleneb tervist ohustavaist teguritest käitises. Hapetega töötavad töölised näiteks saavad villasest, kummi- või eriliselt valmistatavast riidest spetsiaalrõivad. Kuumade tsehhide töölis-



Joon. 96. Spetsiaalrõivastus kaitseks sööbiva ja mürgise tolmu eest.



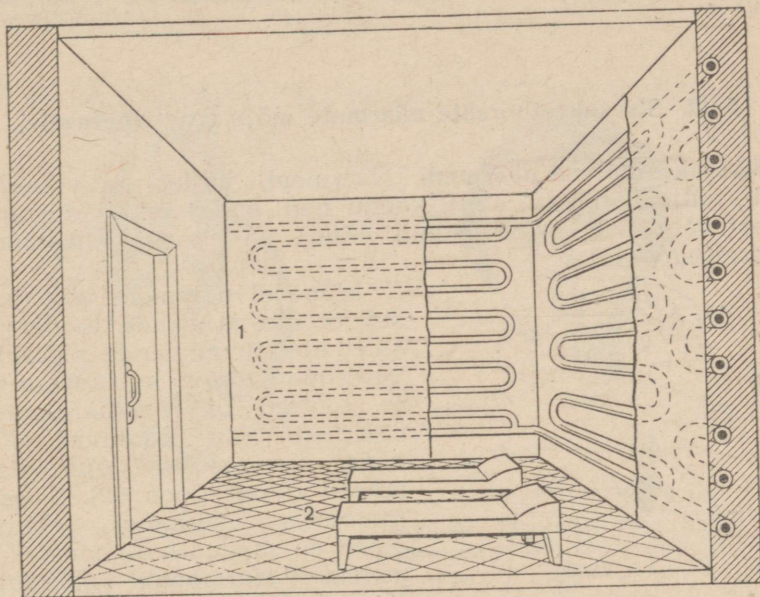
Joon. 97. Vesikardin ahjusuu ees.

tele tehakse mitmekihilised rõivad: välimine kiht on mittesüttivast linasest, keskmine kergest villasest ja sisemine pehmest puuvillasest riidest.

Erisugune on ka spetsiaalrõivaste lõige. Õlitajad näiteks, kelle rõivastest võivad mehhanismide liikuvad osad kinni haarata, saavad siledad ilma põönade ja välistaskuteta ohutud kombinesoonid. Sööbiva ja mürgise tolmu vastu kasutatakse üksteise peale ulatuvate hõlmade ja lappidega ning suletud avadega kombinesoone (joon. 96). Neil juhtudel saavad töölised ka pealt kinnised spetsiaaljalatsid, kindad ja peakoti.

**Võitlus organismi ülekuumenemisega käitises.** Kuumades tsehhide (terasedulatus-, valtsimis-, valu-, sepa- ja teistes tsehhide) väheneb organismi sooja äraandmine ümbritsevasse keskkonda tugevasti. Kui õhu temperatuur on organismi omast kõrgem, hakkab keha soojenema selle sooja arvel, mida ahjud ja kuumendatud esemed välja saadavad.

Õhu temperatuuri alandamiseks kuumades tsehhides kaetakse ahjude pind sooja halvasti juhtiva materjaliga. Töökoha ja ahju vahele paigutatakse vesikardinad (joon. 97). 1 mm paksune vee-kiht neelab kogu sooja, mis ahi välja saadab. Suure tähtsusega õhu temperatuuri madaldamisel on hea ventilatsioon. Töökohale paigutatakse veega jahutatavad õõnsad ekraanid. See loob tingimused, mis soodustavad organismi sooja äraandmist.



Joon. 98. Kuumade tsehhide tööliste puhkeruum:  
1 — spiraal seinte jahutamiseks; 2 — kušetid lamamiseks.

Isiklike ülekuumenemismvastaste kaitseabinõude hulka kuuluvad lühikesed vaheajad töös, mida veedetakse normaalse temperatuuriga ruumis (joon. 98). 15–20-minutine puhkus viib kõik organismi funktsioonid normaalsesse olukorda. Suur tähtsus on joomise režiimil. Et vältida janu, on soovitatav juua nõrgalt soolast vett. Väga soodsalt mõjub organismile vitamiinne jook (pärmikali).

Kaitseabinõude puudumisel organism kuumeneb üle ja võib juhtuda *kuumarabandus*.

Põllumajandustööliste kauane viibimine päikese käes kutsub nende juures mõnikord esile *päikesepiste*.

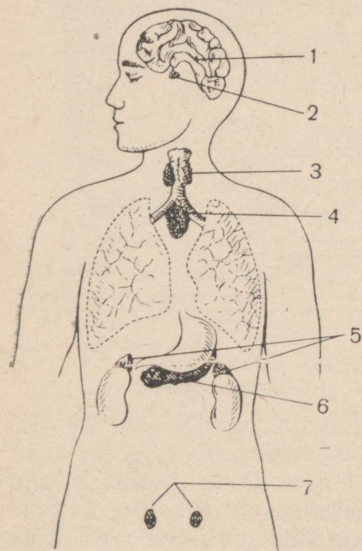
Mõlemal juhul tunneb inimene peavalu, kohinat kõrvades, pööratust, virvendust silme ees; temal sagenevad pulss ja hingamine, temperatuur tõuseb, inimene kaotab meelemärguse.

Kannatanu tuleb viia jahedasse ruumi või varjulisse kohta, nõõpida tal lahti rõivad ja asetada ta nii, et pea oleks kõrgemal. Seejärel tuleb panna pea peale külm kompress, keha valatakse üle veega, antakse rohkesti juua.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune tähtsus on rõivastel, mis nõudeid neile esitatakse? 2. Missugune tähtsus on spetsiaalrõivastel, millest ja kuidas neid tehakse? 3. Kuidas peetakse võitlust organismi ülekuumenemisega käitise tingimustes? 4. Mida tuleb teha kuumarabanduse ja päikesepiste puhul?

## § 38. Sisesekretoorseste näärmete mõju ainevahetusele.

**Sisesekretoorsed näärmed.** Näärmeid, millel on viimajuha (higi-, süljenäärmed), mille kaudu nad endas tekkivaid aineid kehast välja või mõne elundi õõnde nõristavad, nimetatakse välisesekretoorseiks.



Joon. 99. Tähtsamate sisesekretoorseste näärmete paigutuse skeem:

1 — käbinääre; 2 — ajuripats; 3 — kilpnääre; 4 — harknääre; 5 — neerupealised; 6 — kõhunääre; 7 — sugunäärmed.

Mõnedel näärmetel viimajuhasid ei ole ja nende toodetavad ained nõristuvad nende rikkalikus veresoontevõrgus voolavasse verre. Need on sisesekretoorsed näärmed. Siia kuuluvad kilpnääre, neerupealised, ajuripats ja mõned teised (joon. 99). Sisesekretoorseis näärmetes tekkivad ained on saanud *hormoonide*<sup>1</sup> nimetuse. Hormoonid mõjutavad ainevahetust *humoraalsel* teel. Kui suur see mõjutus on, võib otsustada adrenaliini (neerupealiste hormooni) järgi: ta avaldab märgatavat mõju südame tegevusele ja veresoonte valendikule lahjendatuna 1 : 30 000 000.

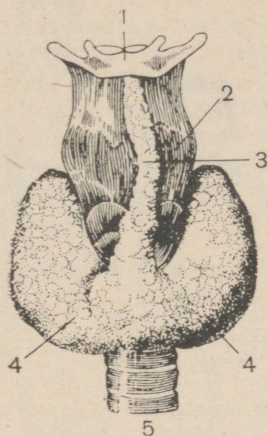
**Kilpnääre.** Kilpnääre (kaalult umbes 35 g) asetseb kaela esiküljel, trahhea ees (värv. tab. I, 2; joon. 100). Kui kilpnääre suurendab hormooni nõristust, haigestub inimene *basedovi tõppe*, mida mõnikord saab ära tunda tugevasti pungis silmade järgi (joon.

101). Neil juhtudel segunevad inimesel südame kokkutõmbed ja hingamisliigutused, tõhustuvad hapendumisprotsessid orga-

<sup>1</sup> Kreekakeelsest sõnast, mis tähendab — ergutama, liigutama.

nismis, suureneb hiigi eritamine. Haige kõhnub tugevasti, väsib ruttu ja muutub töövõimetuks. Tema närvisüsteemi erutuvus on väga suur.

Mõnikord nõristab kilpnääre hormooni alla normaalse ja inimene haigestub *limatursesse*. Väliselt avaldub haigus kogu keha, eriti näo ülestursumises ja paistetuses; näoilme muutub nüriks (joon. 102). Limaturse puhul nõrgeneb hingamis- ja vereringeelundite töö. Närvisüsteemi erutuvus on madal, on märgata vaimset arenematust.



Joon. 100. Inimese kilpnääre:

1 — keeleлуу; 2 — kõri;  
3 — näärme keskmine sagar;  
4 — näärme külgmised sagarad;  
5 — trahhea.



Joon. 101. Basedovi tõbe teravakujuliselt põdev 6-aastane tütarlaps.

Nähtused, mis esinevad kilpnäärme haiguste puhul, näitavad seega, et tema hormoon mõjutab ainevahetust ja närvisüsteemi.

Füsioloogia edusammud võimaldavad arstiteadusel võidelda näärme mõningate haigustega. Limaturset näiteks kõrvaldatakse, viies süstemaatiliselt haige organismi loomade kilpnäärme hormooni.

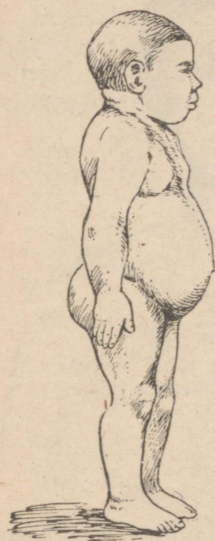
**Ajuripats.** Ajuripats ehk hüpofüüs asetseb peaaju alumisel pinnal (joon. 116, 6). Ajuripats on väikese hernetera suurune, kuid koosneb mitmest sisesekretoorsest näärmest. Need näärmel toodavad suurt hulka mitmesuguseid hormoone.

Ajuripatsi puuduliku arenemise puhul võib lapse kasv seisma jääda ja ta jääb siis kääbuseks (joon. 103). Selle näärme ülemäärase suurenemise ja tema sekretoorse tegevuse tõhustumise puhul kasvab laps ebanormaalselt kiiresti ja inimene muutub hiiglaseks, kes võib kasvada kuni 260 cm pikkuseks (joon. 103).

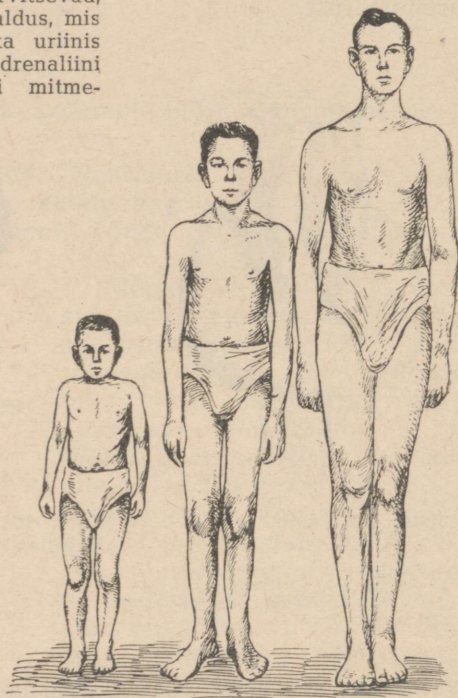
Sellised normist kõrvalekaldumised tõendavad, et ajuripats mõjutab väga tugevasti ainevahetust.

**Neerupealised.** Neerupealised asetsevad neerude peal (joon. 109, 2). Nende näärmete üheks hormooniks on korduvalt mainitud *adrenaliin*. Adrenaliin sagendab ja tugevdab südame kokkutõmbeid, ahendab arterite valendikke, mõjutab süsivesikute vahetust maksas, põhjustades glükogeeni üleminekut glükoosiks.

„Jalgpallihaigetel“ ja õpilastel, kes eksamite eel tugevasti närvitsevad, suureneb sageli vere suhkrusisaldus, mis võib viia suhkru ilmumiseni ka uriinis (kuses). See on seletatav adrenaliini mõjuga. Nõristudes tugevasti mitme-



Joon. 102. Limaturset põdev 18-aastane neiu.



Joon. 103. 14-aastased poisid:

Keskel normaalne, vasakul hüpofüsaarne (ajuripatsi puuduliku arenemise all kannatav) käabus (kasv 100 cm), paremal gigantismi (ajuripatsi ülemäärase talitluse tõttu suureks kasvamist) põdev (kasv 187 cm).

suguste elamuste puhul suurendab adrenaliin maksas glükogeeni lõhustumist suhkruks.

**Kõhunääre.** Kõhunääre (joon. 91) koosneb kahest osast: üks toodab seedemahla (vt. lk. 107), teine hormooni *insuliini*, mis nõristub verre. See on *seganääre*, millel on nii välis- kui ka sisesekretsioon.

Insuliini osa ainevahetuses on selles, et tema mõjul tekib maksas glükoo-sist glükogeen (vt. lk. 111).

Süsivesikuvahetus maksas on seega neerupealiste ja kõhunäärme humo-raalse mõju all. Nende hormoonide vastupidine toime hoiab alal veres sisalduva suhkru hulga (0,1—0,12%) suhtelise püsivuse.

**Humoraalsel teel ja närvide kaudu avaldatavate mõjude osatähtsus organismis.** Organismis on kaks liiki mõjusid elundite tegevusele: *närvide kaudu avaldatavad* ja *humoraalsel teel avaldatavad*. Viimased avaldatakse vere kaudu.

Hoolimata humoraalsete mõjude suurest tähtsusest ainevahetuses, on nende osatähtsus organismis ikkagi teisejärguline. Humoraalsed mõjutused on aeglased, sest verevoolu kiirus ei ületa 0,5 m/sek.; närvierutus kandub edasi kiirusega 120 m/sek. Humoraalseil mõjutustel ei ole „aadressi“, sest verre sisenevad ained viiakse kõigisse elunditesse; närvierutus aga läheb ainult sellesse elundisse, kus närv lõpeb. Kõigil juhtudel, kui on vajalik kiire ja täpne reageerimine, elundit mõjutatakse närvisüsteemi, mitte vere kaudu.

Peab tähendama, et hormoonide ja teiste füsioloogiliselt aktiivsete ainete nõristumine verre ise toimub ainult närvisüsteemi mõjul. Seda saab näiteks kontrollida neerupealiste sekretsiooni kaudu: neisse minevate närvide ärritamine suurendab adrenaliini hulka veres.

**Ülesanne.** Leidke enda kehal kilpnäärme asukoht.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mille poolest erinevad välis- ja sisesekretoorsed näärmed? 2. Missugused häired elundite tegevuses leiavad aset basedovi tõve ja limaturse puhul; missuguseid protsesse mõjutab kilpnäärme hormoon? 3. Mis tähtsus on ajuripatsil? 4. Missugust mõju avaldab adrenaliin südameveresoontesüsteemile? 5. Kuidas mõjutavad neerupealiste ja kõhunäärme hormoonid süsivesikute vahetust? 6. Miks etendavad humoraalsed mõjud võrreldes närvide kaudu avaldatavatega organismis teisejärgulist osa?

## § 39. Ainevahetus ja toitlusnormid.

**Ainevahetus puhkuse ja töö ajal.** Dissimilatsioon ja energia vabanemine toimuvad ka sel juhul, kui inimene absoluutselt midagi ei tee (näiteks une ajal). See on seletatav asjaoluga, et energiat kulutatakse assimilatsiooniks, keha püsiva temperatuuri alalhoidmiseks ning nende elundite tegevuseks, mis mingil tingimusel elu jooksul töötamast ei lakka. Energiakulu kõigile nendele protsessidele on täiskasvanud inimesel 1500—1700 kkal ööpäevas.

Suurema osa oma elust on inimene tegevuses, seepärast on ööpäevane energiakulu vähemalt 2500 kkal.

Kui tehakse mõnd kehalist tööd, siis ainevahetus suureneb (tabel 2). Seda põhjustab suurem energiakulu lihaste kokkutõmbumisel, südame tegevuse tugevnemisel jne.

**Toiduannus.** Korraliku toitumise puhul peab toit sisaldama nii palju energiat, kuipalju seda inimene kulutab.

Energia hulk toidus tehakse kindlaks selle keemilise koostise järgi: organismis vabaneb 1 g süsivesikute või valkude hapendu-

Tabel 2

## Päevase energiakulutuse keskmine suurus erisugustelt kutsealadelt isikutel.

Kutseala	Ööpäevane energiakulu (kilokalorites)
Metallitöölised:	
treialid ja tööriistade töölised . . . . .	3300
sepad . . . . .	3700—4000
valtsimistsehhi töölised . . . . .	3500—4100
valajad . . . . .	4000—4500
Puusepad . . . . .	4500
Tellisekandjad . . . . .	5400
Müürsepad . . . . .	5000
Traktoristid . . . . .	3000
Kündjad . . . . .	4700—5000
Niitjad käsitsi niitmisel . . . . .	7200
"  masinaga  " . . . . .	3600
Vihusidujad . . . . .	5300—5600

misel 4,1 kilokalorit ja 1 g rasvade lagunemisel 9,3 kilokalorit. Seejuures peab arvesse võetama, et teatud hulka toitu (umbes 10%) organism ei omasta, s. o. teda ei seedita ja ta ei imandu verre.

Pole kaugeltki ükskõik, missugustes toitaines leidub organismile vajalik energia. Iga päev umbes 3000 kilokalorit kulutava inimese õigesti koostatud toitlusannus peab sisaldama: *valke* — 100—120 g, *rasvu* — 50—60 g, *süsivesikuid* — 500 g.

Uhe siia kuuluva aine liigi väljajätmine toidust või tema hulga tunduv vähendamine rikub organismi normaalset talitlust. See puutub eriti valkudesse. Nad on mitte ainult energiaallikaks, vaid ka materjaliks, millest ehitatakse rakke.

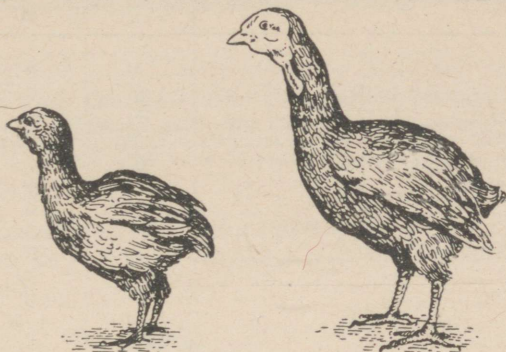
Noores eas peab toitlustamine olema rikkalikum ja sisaldama *valke* enam (arvestades kehakaalu ühe kilogrammi kohta) kui täiskasvanul. See on seletatav asjaoluga, et kasvuperioodil peavad toitained katma organismi dissimilatsioonist tekitatud kadusid ning olema ka materjaliks uue elusaine ehitamisel. VIII klassi õpilased peavad saama iga päev: *valke* — 98 g, *rasvu* — 86 g ja *süsivesikuid* — 424 g.

On täis- ja mittetäisväertuslikke *valke*. *Täisväertuslikud valgud* sisaldavad küllaldaselt määralt kõiki organismile vajalikke amiinhappeid. Niisuguste valkude poolest on rikkad piim, munad, liha ja teised loomse päritoluga toiduained. *Mittetäisväertuslikes valkudes*, mis sialduvad peamiselt taimseis toiduaineis, puuduvad alati mõned organismile tarvilikud amiinhapped või on neid eba piisaval hulgal (joon. 104). Inimese normaalseks toitumiseks peab 50% toidu valkudest olema loomseis toiduaineis.

Mis puutub mineraalsooladesse, siis on neid tavalises toidus küllaldasel hulgal. Puudust võib tulla ainult *naatriumkloriidist*, mida organism kaotab suurtes hulkades (15—20 g ööpäeva kohta). See sunnib lisama roogadele keedusoola.

Vett sisaldavad kõik toiduained ning teda viiakse vajaduse järgi organismi tee, limonaadi jm. joomisel.

**Vitamiinid.** Peale valkude, rasvade, süsivesikute, soolade ja vee peab toit sisaldama aineid, mis on saanud *vitamiinide*<sup>1</sup> nime-tuse (tabel 3).



Joon. 104. Arenemise olenevus toidus sisalduvate valkude väärtusest.

Vasakul — tibu, kelle toit sisaldas mittetäisväärtuslikke valke (kaal 162 g), paremal — tibu, kes sai täisväärtuslike valkudega toitu (kaal 342 g).

Vitamiinide vajalikkuse organismidele avastas vene uurija N. I. Lunin.

Vitamiinide üksikasjaline uurimine on näidanud, et nad mõjutavad organismi ainevahetust, kasvu ja üldist seisukorda. Uhe või teise vitamiini puudumine organismis põhjustab mitmesuguseid haigusi, mida nimetatakse *avitamiinideks*.

Praegu tuntakse tervet rida vitamiine. Neid tähistatakse ladina tähestiku tähtedega. Näitena vaatleme vitamiine A, C ja D.

Kui organism ei saa *C-vitamiini*, siis kutsub see esile *skorbuidi* (joon. 105). See on raske haigus, millega käivad kaasas verevalumid nahas ja limaskestades, lastel aga ka veel luudes ja siseelundites. Verevalumeid põhjustab veresoonte seinte läbitavuse suurenemine. Haiguse hooletusse jätmise puhkudel esineb hamaste logisemist ja liigeste paistetust.

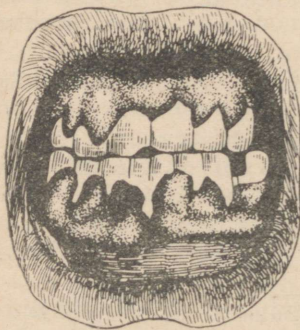
C-vitamiini on märgataval hulgal kibuvitsa viljades, sidrunites, apelsinides, mustades sõstardes, tomatites, kapsas, kreeka

<sup>1</sup> Ladinakeelsest sõnast *vita* — elu; aine, millest oleneb elu.

## Mõnede toiduainete vitamiinisaldus.

0 — vitamiin puudub  
 + — vitamiinisaldus vähene  
 ++ — " tundavam  
 +++ — " suur

Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
	A	D	C
Nisu . . . . .	+	0	0
Nisujahu . . . . .	0	0	0
Rukis, oder . . . . .	+	0	0
Kaer . . . . .	+	0	0
Riis, poleeritud (puhastatud) . . . . .	0	0	0
Mais, täisterades . . . . .	++	+	0
Tatratangud . . . . .	0	0	0
Sojaoad . . . . .	++	0	0
Herned . . . . .	+	0	+
Aedoad . . . . .	++	0	0
Hirsitangud . . . . .	+	0	0
Munad . . . . .	++	++	0
Lehmapiim . . . . .	+	+	+
Juustud, mitmesugused . . . . .	++	0	0
Loomaliha . . . . .	+	0	+
Maks . . . . .	+++	0	0
Kala . . . . .	+	+	0
Kalamari ja niisad . . . . .	++	0	0
Kalamaksaõli (tursa) . . . . .	+++	++	0
Või, suvine . . . . .	++	++	0
" talvine . . . . .	+	+	0
Loomarasv . . . . .	++	+	0
Searasv . . . . .	++	0	0
Margariin . . . . .	+	0	0
Linaõli . . . . .	+	0	0
Kanepiõli . . . . .	0	0	0



Joon. 105. Igemete paistetus skorbuudi puhul.

pähkleis ja okaspuude okastes. Viimasel ajal on teda eraldatud puhtal kujul ja ka valmistatakse tehastes.

A-vitamiini puudumine toidus pidurdab noore organismi kasvu ja arenemist ja teda nimetatakse kasvuvitamiiniks (joon. 106).

Kui organism saab A-vitamiini eba piisavalt, tekib silmahaigus ja videviku nägemise halvenemine ning väheneb võime nakkushaigustele vastu panna.

Märgatav hulk A-vitamiini on võis, kalamaksaõlis, munarebus ja maksas.

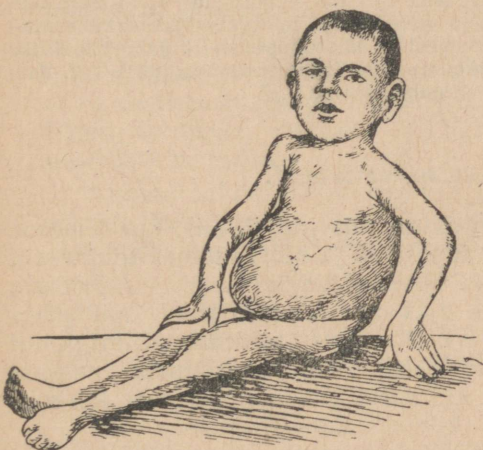
*D*-vitamiini puudumine toidus kutsub väikestel lastel esile rahhiidi arenemise. Selle haiguse puhul sisaldavad luud vähem kaltsiumi ja fosforit, mille tagajärjeks on nende kõverdumine



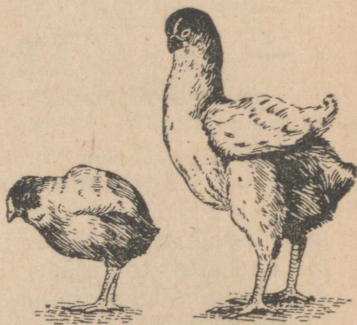
Joon. 106. A-vitamiini mõju rottide kasvule.

Mõlemad rotid on ühevanused, kuid said rasvade sisalduse poolest erinevat toitu: vasaku roti toit sisaldas 5% päevaliliseemne õli (ei sisalda A-vitamiini), parema roti toit 1,5% võid (sisaldab A-vitamiini).

jäsemeist, paksendite tekkimine roietel jne. (joon. 107). Rahhiidihaigeil areneb sageli kehveresus, vastupanu nakkushaigustele on nõrgenenud.



Joon. 107. Raskekujuline rahhiit luude kõverdumisega.



Joon. 108. Tibud, kes ei saanud toidus D-vitamiini.

Vasakut tibu ei mõjutatud päikesekiirtega, parem tibu oli iga päev päikese käes.

Loomade ja inimese organismis on aine, mis päikese (või kvartslambi) kiirte mõjul läheb üle D-vitamiiniks (joon. 108). Seepärast laste pikemaajaline viibimine väljas ja päikesevalguse küllus ruumides hoiavad ära rahhiidi arenemise.

D-vitamiini on kalamaksaõlis, munarebus ja maksas.

**Võitlus avitaminoosidega.** Nõukogude Liidus toodetakse suurtes hulkades vitamiinipreparaate ja vitaminiseeritud toiduaineid. Eriti laialdaselt kasutatakse neid avitaminooside ärahoidmiseks NSV Liidu põhjarajoonides, kus on vähe keeduvilju — organismi peamisi vitamiinidega varustajaid. Sama eesmärgiga aretavad nõukogude teadlased uusi köögiviljasorte, mis hästi arenevad ja annavad suuri saake polaarjoone taga.

Reas asulais Kaug-Põhjas on ehitatud elektriga valgustatavaid kasvuhooneid. Talvel, polaaröö ajal, kasvatatakse nendes vitamiinirikkaid juurvilju.

**Ulesandeid.** 1. Koostage tähtsamate toiduainete kalorsuse diagramm. 2. Märkige üles nende toiduainete ligikaudne kaal, mis te hommikueine ajal ära sõite. Kasutades tabelit 1 arvutage hommikueine kalorsus ja temas olnud valkude, rasvade ja süsivesikute hulk. 3. Märkige üles perekonna toitlustamiseks päeva jooksul kulutatud toiduained. Leidke nende kalorsus. 4. Valige toiduained 2400—3000 kilokalorit ööpäevas kulutava inimese toitlusannuse jaoks. Kontrollige, kas valitud toiduained sisaldavad vitamiine. Koostage nendest toiduainetest hommikueine, lõuna- ja õhtusöögi toidusedel, nõnda et lõuna sisaldaks vähemalt 50% kogu toiduannuse kalorsusest.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Millest oleneb energia hulk, mida inimene kulutab? 2. Kui palju valke, rasvu ja süsivesikuid peab sisaldama inimese toitlusannus, kes kulutab 3000 kilokalorit ööpäevas? 3. Miks peab toitlusannus noores eas sisaldama suhteliselt rohkem valkaineid? 4. Missuguseid valke nimetatakse täisväärtslikeks ja missuguseid mittetäisväärtslikeks ning missugused toiduained sisaldavad esimesi ja missugused teisi valke? 5. Miks peab toitu soolama? 6. Missugune tähtsus organismile on vitamiinidel? 7. Kuidas peetakse NSV Liidus võitlust avitaminoosidega?

## § 40. Toitumise tervishoid.

**Toitumisrežiim.** Mao ületäitumus, mis juhtub siis, kui temasse korraga satub suur toiduhulk, äeglustab ja häirib temas toimuvaid keemilisi protsesse. Selleks, et seedekanal talitleks normaalselt, tuleb süüa ligikaudu võrdsete ajavahemikkude järel, iga päev ühel ja samal kellal. Niisuguse toitumisrežiimi puhul kujunevad inimesel tingitud refleksid ajale ja organism „valmistab end ette“ toidu saamiseks kindlatel kellaegadel. See kergendab tunduvalt seedimist.

Kõige paremini seeditakse toit inimestel, kes söövad neli korda päevas, kusjuures

40—50% neile ettenähtud toidust süüakse lõuna ajal,

25% hommikueinena (enne tööleminekut),

10—15% lõunaootena ja

15—20% õhtusöögina.

Vaheaeg õhtusöögist magamiseni peab olema vähemalt 1—2 tundi, sest vastasel korral inimene heidab magama täidetud maoga. See põhjustab rahutut und ja organism ei saa talle vajalikku puhkust.

Et kergendada toidu seedimist, peab seda rahulikult ja korralikult mäluma. Sel ajal ei tohi kõnelda, sest

neelamine võib ühte sattuda hingamisega. Siis satuvad toiduosa-kesed kõrisse, mis kutsub esile selle limaskesta ärritumise, tugeva köha, mõnikord aga ka raskemaid tagajärgi.

Söömise ajal ei ole lubatav lugemine, ei tohi vestelda erutavil teemadel. Mõlemad erutavad, see aga võib mõjutada negatiivselt neid peaaegu piirkondi, milledest oleneb normaalne seedimine.

**Isu.** Isu on I. P. Pavlovi arvates „seedenäärmete tugevaim ergutaja“, mis aitab kaasa organismi sisenevate ainete paremale omastamisele.

Head isu tekitab toidu mitmekesisus. Viimane on tähtis ka veel seepärast, et ta kindlustab organismile kõigi talle vajalike ainete, eriti vitamiinide saamise. Road peavad olema maitsvad ja mõnutunnet tekitavad.

Isu suurendavad tugevasti mitmesugused eeltoidud. Sama- sugune tähtsus on ka liha- köögiviljaleemedel, millest koosneb esimene roog. Supid ei ole väga toitvad, nad ei rahulda inimese isu täielikult, nii nagu teine roog, kuid kutsuvad esile maonäärmete jõulise nõristuse.

Suurt osa isu äratamisel etendab ettevalmistumine söömiseks (ümberriietumine, käte pesemine), kaunilt kaetud laua välimus, sellel asetsevate toitude lõhn. Need kõik on tingitud ärritajad, mis, söömisega alati ühte sattudes, suurendavad isu ja kutsuvad esile seedemahlade nõristuse veel enne toidu sattumist organismi. Need ärritajad otsekui valmistavad seedeaparaati ette eesseisvaks tööks.

Mõned inimesed peavad isuäratajaks alkoholi. Tõsi, alkoholi alatine tarvitamine enne söömist võib muuta ta tingitud ärritajaks, mis maomahla nõristamist esile kutsub. Kuid alkoholi tarvitamise tagajärjeks on maksahaigused ja ta mõjub kahjulikult mao ja soolestiku limaskestale. Lõpptulemusena avaldab alkohol seedeaparaadi tööle mitte positiivset, vaid negatiivset mõju. Isegi mõõdukas, kuid alatine alkoholi tarvitamine on tingimata kahjulik.

**Mao-sooltehaigused.** Pisikud — mao-sooltehaiguste (düsenteeria, kõhutüüfuse jt.) tekitajad satuvad inimese organismi kätelt ja ka koos toidu ja veega.

Tähtsaimaks abinõuks nendesse haigustesse nakatumise vastu on käte puhtuse eest hoolitsemine. Käte pesemine pärast käimla küllastamist ja enne söömist peab olema seaduseks.

Haiguste tekitajaid kannavad toidule sageli kärbsed. Nende putukate hävitamiseks tuleb kasutada kõiki võimalikke abinõusid. Et ära hoida pisikute kandmist toidule kärbeste poolt, tuleb toiduaineid tuua poest pakituna; neid tuleb hoida nii, et kärbsed neile juurde ei pääseks (kinnistes purkides ja karpides, marlist katete all). Enne toidu valmistamist peab pesema käed ja hoolitsema tarvitusele võetavate nõude puhtuse eest. Tald-

rikuid, lusikaid, nuge ja kahvleid peab pesema tulise veega ja hoidma suletud kapis.

Joogiks määratud kaevu-, järve- ja jõevett tuleb eelnevalt keeta.

Seedekanalisse võivad sattuda ka mitmesuguste nugaliste — usside munad. Solkmete munad satuvad toitu või otse suuõõnde kätelt. Järelikult ka võitluseks solkmetega peab hoolitsema käte puhtuse eest. Eriti tähtis on süstemaatiliselt lõigata küüsi: just nende alla jäävad kõige sagedamini pesitsema solkmete munad. Viikidega nakatumine toimub puudulikult keedetud või praetud liha tarvitamise puhul.

**Toidumürgitused.** Toiduainete (eriti konservide ja vorstide) ebaõige hoidmine võib põhjustada nende tarvitamisel mürgituse. Suvel esineb mürgitusi mürkseente ja -marjade tarvitamise tõttu. Toidumürgituse tunnuseks on oksendamine; võivad esineda ka valud kõhus, peavalu, kõrgeenenud temperatuur ja südame tegevuse nõrgenemine.

Kannatanu juurde tuleb viibimata kutsuda arst. Kuni arsti tulekuni peab välja kutsuma oksenduse. Seda saavutatakse, pistes sõrme sügavalt suhu või juues suurt hulka sooja soolast vett. Oksendamine vabastab kõhu alaväärtuslikust toidust. On hea anda mürgitatule juua klaas vett 1—2 teelusikatäie peenekstambitud puusõega. Südametegevuse ergutamiseks võib anda kanget teed või kohvi.

Toidumürgituse ärahoidmiseks ei tohi süüa tundmatuid seeni ja marju; värskeid toiduaineid (liha, kala, keeduvorsti) peab tarvitama otse pärast ostmist. Kiiresti riknevate toiduainete hoidmine on lubatav ainult siis, kui on olemas külmutuskapp või kelder. Tuleb vältida konservide rohket tarvitamist laste toitlustamisel. Konserve tohib hoida ainult külmas kohas. Peab meeles pidama, et konservipurgi väikene kummitõmbumine tähendab konservi riknemist.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune peab olema toitumisrežiim ja miks peab temast rangelt kinni pidama? 2. Mis tähtsus on isul ja mis teda tekitab? 3. Missuguste abinõudega saab ära hoida haigustekitavate pisikute ja parasitusside sattumist seedekanalisse? 4. Milles seisab esimene abi toidumürgituse puhul?

## § 41. Laguainete eritumine.

**Erituselundid ja nende tähtsus.** Erituselundite hulka kuuluvad neerud, nahk ja kopsud.

*Neerud* eritavad organismist iga ööpäevaga keskmiselt 1,5 l vett, mis sisaldab 35 g orgaanilisi aineid (neist 30 g kusiainet) ja 25 g anorgaanilisi aineid (sealhulgas 15 g kloornaatriumi). *Naha* kaudu kõrvaldub sama ajaga umbes 1 l vett ja 10 g mitmesuguseid aineid, peamiselt soolasid. *Kopsud* eritavad ööpäeva jooksul

600—750 g süsihappegaasi ja umbes 0,5 l vett, mis aurub kopsu-  
mullide sisepinnalt.

Erituselundite tähtsus seisab seega selles, et nad vabasta-  
vad organismi rakkude lammutumise saadus-  
test ja hoiavad alal vere koostise suhtelist püsivust.

**Neeru ehitus.** Neerud  
asetsevad nimme tasemel  
teine teisel pool lülisammast  
(joon. 109). Neil on nõgusa  
küljega keha keskjoone  
poole pöördud oa kuju.  
Selle külje kaudu suunduvad  
neeru sooned, närvid ja  
kusejuha.

Kui neer pikuti pooleks  
lõigata, võib näha väikest  
õõnt — *neeruvaagnat* ja *nee-  
ruollust*. Neeruolluses erista-  
takse kaht kihti: tumedamat  
väliskihti ja heledamat *sise-  
kihti*.

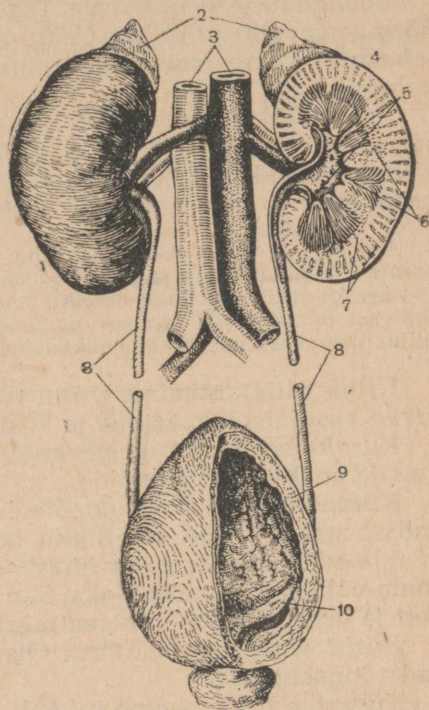
Väliskiht sisaldab 0,25  
mm-se läbimõõduga kausi-  
keste kujulisi *kihne*. Kih-  
nude seinad koosnevad kahe  
kihina asetsevaist epiteel-  
rakkudest. Kihtide vahel on  
pilutaoline ruum, kust algab  
mikroskoopiliselt väike ühe-  
kihilisest epiteelist seintega  
kusetoruke (värv. tab. XI,  
4).

*Kusetorukesed* teevad  
mõne kääru neeru mõlemas  
kihis ja ühinevad juhadeks,  
mis suubuvad neeruvaagnas-  
se (värv. tab. XI, 7).

Igasse kihnu ulatub sisse arter, mille silmused moodustavad  
*kapillaaride päsmakese*. Väljunud kihnust, hargneb arter kuse-  
torukest überpõimivateks kapillaarideks (värv. tab. XI, 1, 2, 5).

**Uriini tekkimine.** Ööpäeva jooksul läbib neerusid umbes 600—  
700 l verd. Laguainete eritumine sellest toimub kihnudes. Vedelik,  
mis läbi veresoonte seinte kihnudesse imub, sarnaneb vere-  
plasmaga, kuid erineb sellest valkude puudumisega.

Kihnudesse imunud vedelik läheb kusetorukeste kaudu  
neeruvaagnasse. Sellal kui vedelik voolab torukestes, i m e n d a -  
v a d nende seinad täielikult vedelikus oleva suhkru, teisi aineid  
imendavad nad osaliselt, mõnesid ei imenda sugugi. Vee hulk, mis



Joon. 109. Kuseeritussüsteem:

1 — parem neer (väljastpoolt); 2 — neeru-  
pealised; 3 — veresooneid; 4 — vasak neer  
(pikilõige); 5 — neeruvaagen; 6 — sise-  
kiht; 7 — väliskiht; 8 — kusejuha; 9 — kuse-  
põis (osa seinast välja lõigatud); 10 — kuse-  
juha kusepõie suubumise koht.

ööpäeva jooksul torukeste seinte kaudu imendub ja verre tagasi läheb, ulatub kümneisse liitritesse.

Peale imendumise toimub torukestes ka *nõristusprotsess*: mitmesuguste soolade ja mõnede organismi sattunud värvainete eritumine läbivoolavasse vedelikku.

Imendumise ja nõristuse tagajärjel muutub neeruvaagnasse nõrguv vedelik uriiniks. *Uriin (kusi)* koosneb veest, milles on lahustunud ained, mis organismile ei ole vajalikud ja on talle isegi kahjulikud.

Uriini tekkimise protsess on seotud kusetorukeste seinte koosseisu kuuluvate epiteelrakkude elutegevusega. Nende rakkude mõjutamisel teatud märkidega suureneb eritatava uriini hulk ja selle koostises osutub organismile vajalikke aineid.

Kui pingelised on neerudes toimuvad protsessid, võib otsustada nendes siseneva hapniku hulga järgi. Neerudele langeb  $\frac{1}{162}$  kehakaalust, nad neelavad aga  $\frac{1}{11}$  sellest hapniku hulgast, mida organism saab. Neeru talitluse suur aktiivsus on leidnud kajastuse ka nende ehituses: nad sisaldavad ligi kaks miljonit torukest, millede kogupikkus on üle saja kilomeetri.

**Uriini väljajuhtimine.** Uriini väljajuhtivate elundite hulka kuuluvad kusejuhad, kusepõis ja kusiti.

*Kusejuhad* on torukeste kujulised; nad lähtuvad neeruvaagnast ja suubuvad kusepõide.

*Kusepõis* asetseb vaagnaõõnes (värv. tab. I, 12). Ta kujutab endast mahult väga muutlikku kotti, millel on tugevasti laiail venida võiv kaunis paks lihaskoest sein. Kusepõide jääb uriin enam-vähem pikemaks ajaks. Siin imendub verre mõningane hulk vett ja uriin muutub kontsentreeritumaks.

*Kusiti* algab põie juurest. Otse kusiti alguses on teda sulgevad rõngaslihased.

Kusepõie tühjenemine toimub tema lihaskoelise seina kokkutõmbumise tagajärjel.

**Ulesandeid.** 1. Hingake külmale metallplaadile. Mida te sellel tähele panete, millega seda seletada? 2. Tehke enda kehal kindlaks neerude asend. 3. Võrrele uriini väljajuhtimise süsteemi inimesel ja imetajail; milles avaldub nendevaheline sarnasus?

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused elundid kuuluvad erituselundite hulka, milles seisab nende tähtsus? 2. Missugune on neerude ehitus? 3. Kuidas tekib uriin ja miks kõrvaldatakse organismist ainult talle mittevajalikud ained? 4. Milles avaldub seos neerude talitluse ja ehituse vahel? 5. Missugused elundid kuuluvad uriini väljajuhtimise elundite hulka?

#### KÜSIMUŠI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Kuidas Engels määratles elu; missugustest protsessidest koosneb ainevahetus; milles on nende vastupidisus ja vastastikune seos?

2. Kuidas toimub organismis valkude, rasvade, süsivesikute, mineraalsoolade ja vee vahetus?

3. Kuidas mõjutab närvisüsteem ainevahetust, missugust mõju avaldavad sellele sisesekretoorsed näärmed?

4. Milles seisab soojuse reguleerimine, missugust osa etendab selles närvisüsteem; missugune tähtsus on rõivail, mis on spetsiaalarõivad ja missuguseid nõudeid neile esitatakse?

5. Miks organismi sooja äraandmine on kuumades tsehhides rikutud, kuidas selle vastu võideldakse?

6. Missugune peab olema toiduannus inimesel, kes kulutab 3000 kilokalorit; milles seisavad toitumuse iseärasused noores eas; miks peab toit sisaldama vitamiine?

7. Missuguseid tervishoiunõudeid esitatakse toitumise suhtes; missuguste abinõudega saab ära hoida mao-soolte haigusi; mis tuleb teha toidumürgituste puhul enne arsti kohalejõudmist?

8. Missugused keemilised ühendid on rakkudes toimuva aine lagunemise lõppsaadusteks, missuguste elundite kaudu nad erituvad?

9. Missugune on neerude ehitus, kuidas toimub uriini tekkimine ja väljajuhimine?

## VII PEATUKK.

### NAHK.

#### § 42. Naha ehitus ja talitlus.

**Naha tähtsus.** Võttes osa soojuse reguleerimisest (vt. lk. 117) etendab nahk suurt osa aine- ja energიაvahetuses. Naha kaudu toimub ka väikese hulga laguainete eritus (vt. lk. 132).

Naha tähtsus ei ammenu osavõtuga aine- ja energიაvahetusest. Keha kattena on tal täita *kaitse* ülesanne. Arvukate naha retseptorite kaudu, mis võtavad vastu mehhaanilisi ja temperatuuriärritusi, kujuneb side organismi ja väliskeskkonna vahel.

**Naha ehitus.** Nahk koosneb kahest kihist: välisest kihist, mida nimetatakse marrasknahaks, ja sisemisest kihist — pärisnahast — (värv. tab. XII, I ja II).

*Marrasknahk* on moodustatud mitmekihilisest epiteelist ja jaguneb pindmiseks ja aluskihiks (värv. tab. XII, 5, 6).

Pindmisel kihil tuleb lakkamatult taluda väliskeskkonna mõjutusi ja ta koosneb surnud sarvunud rakkudest. Need epiteelrakud on ilma tuumata, eemalduvad vahetpidamata soomustena ja asenduvad uutega põhikihi pidevalt paljunevate rakkude arvel. Kõõm, mida juustest välja kammitakse, koosneb niisugustest surnud rakkudest. Nendes kohtades, kus nahk saab tunda pidevat rõhumist tema sarvkiht pakseneb.

Aluskihi rakud on pikliku kujuga ja suurte tuumadega. Nende protoplasmas talletub *pigment* (värvaine). Päikesekiirte toimel see talletumine tugevneb ja inimene päevitab.

*Marrasknahk* kaitseb organismi pisikute sissetungimise eest. Iga tema vigastus just nagu avaks värava, mille kaudu võivad sisse sattuda roosi, kangestuskrambi ja teiste haiguste tekitajad. *Marrasknaha* paksenemine kohtades, mida mõjutatakse väljastpoolt, kaitseb sügavamal asetsevaid kihte vigastuste eest. *Marrasknahas* kogunev pigment ei lase läbi ultravioletseid kiiri, mis mõjuvad kahjulikult mõnedele eluprotsessidele.

*Pärisnahk* on elastne ja koosneb rakkudest ja suurest hulgast üksteisega põimuvaist sidekoekiududest. Pärisnahk tungib marrasknahka arvukate väljaulatuvate osadega, mida nimetatakse näsadeks. Näsad on varustatud suure hulga veresoontega. Nende soonte valendiku muutumine etendab suurt osa sooja äraandmise suurendamises ja vähendamises. Näsades lõpevad närvid ja asetsevad retseptorid (värv. tab. XII, 2, 4, 10—12).

Naha all paikneb *nahaalune kohev rasvkude*. Ta koosneb sidekoekiudude kimpudest; nendevahelise ruumi võtavad enda alla rasva sisaldavad rakud (värv. tab. XII, III). Nahaalune kohev kude kaitseb organismi liigsete soojakadude eest.

**Näärmed, karvad ja küüned.** Naha sidekoes asetsevad *higinäärmed* (värv. tab. XII, 3). Neil on kokkukeritud torukeste kuju. Näärmete viimajuha avaneb marrasknaha pinnal. Higinäärmed jaotuvad kehal ebahühtlaselt. Eriti palju on neid näol, peopesadel ja kaenla all. Kokku loetakse inimese kehal 2—3 miljonit higinääret. See tagab rikkalikku higieritust, millega on seotud laguainete kõrvaldumine ja organismi vabanemine liigsest soojast, mis teda ülekuumenemisega ähvardab.

Nahal on paljudes kohtades *karvad* (värv. tab. XII, 1). See on jäänus kogu keha katnud karvkattest, mis oli omane inimese kaugeile eellastele. Karva alumine osa asetseb naha sees ja on ümbritsetud sidekoest *karvatupega* (värv. tab. XII, 9). Karvatupele kinnituvad lindikujulised silelihased, millede algusosa on pärisnahas (värv. tab. XII, 8). Lihaste kokkutõmbumine muudab karva asendit ning põhjustab „kananaha“ tekkimist.

Karvatuppedesse avanevad *rasunäärmete* juhad (värv. tab. XII, 7). Ööpäeva jooksul eritavad need näärmed umbes kakskümmend grammi rasu, mis võiab karvu ja pehmen dab nahka. Rasuga kaetud naha sarvkiht ei märgu ning kaitseb sellega allpool asetsemaid rakke vee aurumise eest ega lase seda organismi väliskeskkonnast.

Sõrmedel ja varvastel on *küüned*. Need on marrasknaha sarvkihi eriliselt muundunud osad.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid kihte eristatakse nahas ja missugune on nende ehitus? 2. Missuguseid näärmeid on nahas ja mis tähtsus neil on? 3. Milles avaldub naha kaitsetalitus?

## § 43. Naha tervishoid ja organismi karastamine.

**Naha tervishoid.** Lagunedes naha pinnal loovad naharasu ja higi orgaanilised ained väga soodsa keskkonna pisikute arenemiseks, kelle seas võib olla ka haigusttekitavaid pisikuid. Pisikute hulk kasimata inimese nahal ulatub sadadesse miljonitesse. Segunedes tolmu ja kestendava epiteeliga ummistavad naha eritised higi- ja rasunäärmete suudmeid. See häirib higi eritamist ja sooja äraandmist ning põhjustab naha kuivust ja sellel lõhede tekkimist, mille kaudu satuvad organismi pisikud.

Et nahk oma funktsioone normaalselt täidaks, peab teda hoidma puhtana. Iga päev tuleb pesta seebiga katmata kehaosi (kaela, nägu, käsi). Käsi peab pesema pärast iga tööd, samuti pärast käimlas käimist ja enne iga söömaaga.

Igal nädalal tuleb käia saunas: ainult tuline vesi koos seebiga vabastab naha täielikult kõigist sellele kogunenud eritus-  
saadustest.

Mitte vähema tähtsusega pole iganädalane pesuvaetus. Pesu ülesandeks pole nii palju organismis tekkiva soojuse säilitamine, kui palju higi- ja rasunäärmete poolt eritatavate ainete immutumine. Kui pesu vahetatakse harva, siis temasse kogunenud ained lagunevad. See loob tingimusi pisikute paljunemiseks. Korrapäratu pesuvahetus soodustab ka niisuguste nugiliste, nagu täid, paljunemist.

**Nahahaigused.** Paljudes tööstusharudes (söökaevandus-, rauamaagikaevandus-, nafta-, klaasitööstuses jne.) põevad töölised sageli naha mädanikulisi haigusi. Seda kutsehaigust põhjustab õlide, mitmesuguste vedelike, tööstustolmu jm. toime nahasse. Haiguse arenemist soodustavad naha väikesed vigastused (kriimustused).

Mädanikulisi haigusi ärahoidvate abinõude hulka kuuluvad spetsiaalriietuse kandmine, töökoha puhtuses hoidmine, naha kaitsmine vigastuste eest ja iga haava kohene määrimine joodi või briljantrohelisega. Mõnede vedelikega töötamisel kaetakse käed spetsiaalsete salvide ja pastadega.

**Külmetused ja põletused.** Nina, kõrvad, samuti sõrmed ja varbad sageli külmetuvad ehk, nagu öeldakse, on külmast ära võetud. *Külmetus* algab naha kahvatumisega ja selle tundlikkuse kadumisega. Külmetunud kohta tuleb viibimata hõõruda kuni see punetama lööb. Kui see tegemata jätta, ilmuvad nahale villid ja algab elundi kärbumine, mis nõuab kohest pöördumist arsti poole.

Leek, tuline metall, keev vesi, leelised ja happed võivad põhjustada naha *põletuse*. Esimese astme põletus avaldub naha punetamises ja väikeses paistetamises. Teise astme põletuste puhul ilmuvad villid ja kolmanda põletusastme puhul toimub elundi kärbumine.

Kõigepealt tuleb kõrvaldada põletuse tekitanud põhjus: kustutada tuli, uhta tugeva veejoaga maha põletavad ained jne. Esimese astme põletuste puhul riputatakse kannatada saanud koht üle sooda, talgi või puudriga; võib kasutada soodaga kompresses; on hea võida nahka vaseliini, õli või kreemiga. Teise ja kolmanda järgu põletuste puhul tuleb peale panna steriliseeritud sidemest mähis ja pöörduda arsti poole.

**Organismi karastamine.** Keskkonna väga madalat või, vastupidi, väga kõrget temperatuuri taluvad mõned inimesed hästi, teistel aga see põhjustab mitmesuguseid haigusi. Ebasoodsaid välistingimusi talub kõige paremini see, kes maast madalast on oma organismi karastanud.

Karastus, s. o. vastupidavus külmetusele ja kuumuse toimele saavutatakse, kasutades õigesti looduslikke tegureid: päikest (päikesevannid), õhku (õhuvannid) ja vett (mitmesugused menetlused).

Vee kui karastava teguri kasutamise kõige kättesaadavamaks viisiks on hõõrumine. Seda toimetatakse veega niisutatud jämeda riide tükiga. Esimete hõõrumiste puhul peab kasutama toatemperatuuriga (20°) vett ning järgnevail vee temperatuuri tahehaaval alandama. Keha hõõrutakse märja riidega osade kaupa, mida seejärel kohe hõõrutakse kuiva käterätikuga kuni naha punetamiseni. Kui on olemas vannituba, võib kasutada keha ülevaalamisi või dušše sellele järgneva keha kuivakshõõrumisega. Suvel tuleb kasutada suplemise positiivset mõju organismile. Suplemisega tehakse algust, kui õhu ja vee temperatuur ei ole alla 20°, ja ta kestab harilikult 3—5 minutit ning mitte enam kui 10 minutit.

Õhuvanne võetakse alasti või poolalasti üks tund pärast hommikueinet või kaks tundi pärast lõunat. Õhuvannide võtmisega alustatakse, kui õhu temperatuur ei ole alla 18—20°. Nende esialgne kestus on 15—20 minutit, mida vähehaaval pikendatakse 2—3 tunnini päevas.

Päikesevanne tuleb võtta lamades, 1,5—2 tundi pärast hommikueinet, kella 10 ja 12 vahel. Keha peab olema täiesti alasti, pea aga kaetud valge kerge kübara või rätikuga. Esimene päikesevann ei tohi kesta üle 4—5 minuti. Seda aega vähehaaval suurendades viiakse ta 40—50 minutini. Iga 4—5 minuti järel peab end ümber pöörama, seades päikese kiirte alla kord rinda, kord selga, kord külgi.

Enne kui asuda organismi karastama, on vaja pidada nõu arstiga. Arvestades ealisi iseärasusi ja tervislikku olukorda, arst juhatab missuguseid menetlusi ja kuidas tuleb kasutada. Organismi edukas karastamine oleneb edaspidi esiteks arsti poolt määratud menetluste korralikust igapäevasest täitmisest ning teiseks nende süstemaatilisest järkjärgulisest tugevdamisest (vee temperatuuri alandamisest kehahõõrumiste puhul, õhu- ja päikesevannide kestuse suurendamisest jne.).

Suurt osa organismi karastamisel etendavad igapäevased jalutuskäigud ja mängud vabas õhus. Selle juures ei tohi end rõivaisse mähkida, vaid peab harjutama end käima võimalikult kergemas riietuses. Positiivselt mõjub organismi karastamisele magamine lahtiste õhuakendega.

Looduslike tegurite õige kasutamise puhul trenib end kesknärvisüsteem püsivalt naha veresoonte valendiku muutmises, higierituse nõrgendamises ja tugevdamises. Karastatud inimesed selle poolest karastamata inimestest erinevadki, et nende närvisüsteem vastab igale keskkonna temperatuuri tõusule või alaneamisele sooja tekitamise ja äraandmise kiire ümberkorraldusega.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid nõudeid esitatakse naha puhtuse suhtes ja millega on nad põhjendatud? 2. Kuidas võidelda naha mädanikuliste haigustega? 3. Missuguste abinõudega saavutatakse organismi karastamine?

*KUSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.*

1. Missugune on naha ehitus ja missugune on tema tähtsus, missuguseid tervishoiunõudeid tema suhtes esitatakse?
2. Kuidas peab organismi karastama?

VIII PEATUKK.  
NARVISUSTEEM.

§ 44. Närvisüsteemi tähtsus.

**Elundite tegevuse reguleerimine.** Inimese iga liigutus toimub lihaste kokkutõmbumisel, mida põhjustab erutus. Erutus kandub lihastesse pea- või seljaajust tsentrifugaalseid närve mööda (vt. lk. 28). Liigutuste mitmekesisus ja keerukus, nende tugevus, ulatus ja kestus — kõik see oleneb närvisüsteemi tegevusest.

Süljenäärmete nõristuse kutsub esile nendesse kesknärvisüsteemist närve mööda saabuv erutus. Nende erutuste mõjul nõristavad näärmed erisugust hulka sülge ning see on kord vedel, kord viskoosne, kord suurema, kord vähema ptüaliini sisaldusega (vt. lk. 102).

Süda võib kokku tõmbuda suurema või väiksema kiiruse ja jõuga või isegi mõneks hetkeks täielikult seisma jääda. Kõik need muutused südame tegevuses toimuvad närvisüsteemi mõjul (vt. lk. 66).

Organismis toimub lakkamatult vere ümberjaotus: töötavad elundid saavad seda rohkem, puhkeseisundis olevad vähem. Elundist läbivoolava vere hulk oleneb tema soonte valendiku suurusest. Soonte valendik aga kord suureneb, kord väheneb kesknärvisüsteemist vasomotoorseid närve mööda saabuva erutuse mõjul (vt. lk. 69).

Elundite töö oleneb ainevahetusest nende rakkudes. Kui see tõhustub, siis suureneb vabaneva energia hulk ja suureneb ka elundi tegevus. Ainevahetuse alanemisel vabaneb vähem energiat ja elundi töö nõrgeneb. Rakkudes toimuva ainevahetuse muutumise kutsub esile nendesse kesknärvisüsteemist närve mööda saabuv erutus (vt. lk. 117).

Toodud näiteist ilmneb, et närvisüsteem kutsub esile ja katkestab elundite tegevust, kiirendab ja tugevdab, aeglustab ja nõrgendab seda. Teisiti öeldes, närvisüsteem reguleerib kõigi elundite tegevust.

**Elundite tegevuse kooskõlastamine.** Ühe elundi talitluse tegevnemise või nõrgenemise tagajärjeks on alati ka rea teiste

elundite tegevuse muutumine. Uleminekul käimiselt jooksmisele suureneb skeletilihaste töö. Samaaegselt suureneb südame ja hingamis-elundite tegevus, higi eritus ja sooja äraandmine. Kõik see on seletatav asjaoluga, et lihaste kokkutõmbumisel ärrituvad nendes leiduvad retseptorid. Retseptorites tekkinud erutus kandub üle kesknärvisüsteemi. Siit suundub erutus südamesse, hingamislihastesse, higinäärmeisse ja naha veresoonte lihaskihti ning kutsub esile nende tegevuses vastavad muutused.

Seega närvisüsteem mitte ainult et reguleerib, vaid ka kooskõlastab üksikelundite tegevust. Närvisüsteem loob sellega organismi ühtsuse, tema tervikluse.

**Organismi tegevuse kohandamine keskkonna tingimustele.** Kõik organismis toimuvad muutused on vastuseks keskkonna mõjutustele. Looma ülemineku rahulikult liikumiselt jooksmisele kutsub alati esile välisärritaja, näiteks läheneva vaenlase nägemine. Mõjutades meele-elundite retseptoreid kutsub ärritaja neis esile erutuse. See põhjustab käsitletud muutusi elundite tegevuses.

Võttes vastu välisärritusi kohandab närvisüsteem organismi tegevust selle ümber alatas toimivatele muutustele.

Inimesel avaldub see talitus võrratult keerukamalt kui loomadel. Esiteks, tema organismi tegevus muutub mitte ainult loodusliku, vaid ka sotsiaalse keskkonna (ühiskonna) mõjul. Teiseks, inimene kohaneb keskkonna tingimustele sageli mitte muutes elundite tegevust, vaid ümbritsevaid tingimusi. Inimene kohaneb näiteks harva looduses leiduvatele toidutagavara-dele. Ta suurendab ja mitmekesistab neid oma tööga, külvates kultuurtaimi ja kasvatades koduloomi.

Närvisüsteemi tähtsus on seega selles, et ta reguleerib ja kooskõlastab kõigi elundite tööd, ning kohandab seda keskkonna lakkamatult muutuvatele tingimustele. Närvisüsteemi tegevuse tulemusena kujuneb organismi ja tema elutingimuste ühtsus.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** Mis tähtsus on närvisüsteemil? (Seletage näidete varal, mida selles paragrahvis ei käsitletud.)

## § 45. Närvisüsteemi ehitus.

**Kesknärvisüsteem.** Närvisüsteemis eristatakse, nagu juba öeldud, kaht osa: kesk- ja piirde-närvisüsteemi. Kesknärvisüsteem koosneb koljus asetsevast peaajust ja lülisamba kanalis paiknevast seljaajust (värv. tab. XIII, 1, 2).

Nii pea- kui seljaaju on kaetud *kelmetega*. Uks neist on väga rikas veresoonte poolest ja liibub tihedalt aju vastu. Selle kelme

sooned tungivad närvikoosse. Neid sooni mööda varustatakse aju toitainete ja hapnikuga ning kantakse minema laguained.

Pea- ja seljaajus võib eristada tumeda ja heleda värvusega osi, mida moodustavad hall- ja valge-ollus (joon. 113, 7, 8 ja joon. 124, 6, 7).

*Hall-ollus* koosneb üksteisega lühikeste, tugevasti hargnevate jätkete abil ühendatud neuronikehadest. Hall-ollus asetseb kas pideva kihina, näiteks *poolkerade koores*, või laialipillatud saarekestena, mis on saanud *tuumade* nimetuse (joon. 124, 5, 7). Üksikud neuronirühmad tuumades moodustavad niinimetatud *närvisentrumeid*. Nendes toimub erutuse üleminek tsentripetaalseilt neuronitelt tsentrifugaalseile neuroneile.

*Valge-ollus* koosneb kiududest. Nende tsentraalse- (telgmise) osa moodustavad nende neuronite mitteharunevad jätked, mille kehad asetsevad hall-olluses. Kiud moodustavad *juhteteid*. Need teed ühendavad üksteisega poolkerade üksikpiirkondi ning pea- ja seljaajus paiknevaid tuumi (värv. tab. XIV, A). Mõned kiud ulatuvad aju piiridest välja ja lähevad üle närvide koosseisu. Valge-olluse kiud ja närvid moodustavad tsentripetaalseid ja tsentrifugaalseid teid, mis juhivad erutust mitmesugustelt elundeilt närvisentrumeisse ja tsentrumeil elundeisse.

**Piirdenärvisüsteem.** Närvisüsteemi piirdeosa koosneb seljaaju-närvidest, peaajunärvidest ja närvitänkudest.

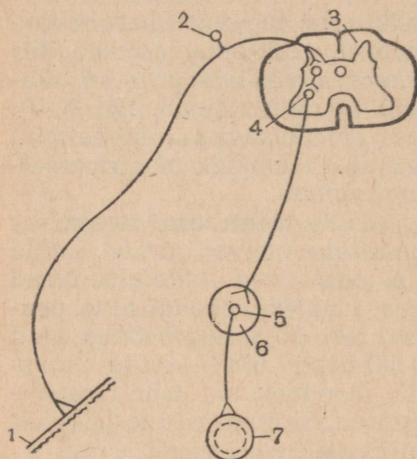
*Seljaajunärvid* lähtuvad seljaajust ja hargnevad kere, kaela ja jäsemete piirkonnas (värv. tab. XIII, 12—14). Need on seganärvid: nad koosnevad tsentripetaalseist ja tsentrifugaalseist kiududest. Mööda esimesi tuleb erutus retseptoreilt seljaajju, mööda teisi juhitakse erutus seljaajult mitmesugustesse elunditesse.

*Peaajunärvid* algavad peaajust ja levivad pea ja kaela piirkonnas, ainult üks nendest hargneb kehaõõne elundeis (värv. tab. XIII, 3—7).

Peaajunärvide hulka kuuluvad tsentripetaalsetest närvikiududest koosnevad *haistmis-*, *nägemis-* ja *kuulmisnärv*. Nad juhivad erutust meele-elundite retseptoreilt peaaaju. *Näonärv* sisaldab tsentrifugaalseid närve. Teda mööda kandub erutus peaajust näolihastesse ja süljenäärmeisse. Mõned peaajunärvid on seganärvid. Suurimat neist nimetatakse *uitnärviks*. Ta hargneb südames, kopsudes, maksas, maos, soolestikus, neerudes ja teistes elundites. Uitnärvi tsentripetaalseid kiude mööda juhitakse erutust siseelundeilt peaaaju. Tema tsentrifugaalseid närve mööda läheb erutus peaajust siseelundeisse ja mõjutab ainevahetust.

*Närvitängud* on omavahel ühendatud neuronikehade kogumikud. Tängud asetsevad mitmesuguste elundite sees või juures. Kaks niisuguste tänkude ahelikku kulgeb kummalgi pool lülisammast (värv. tab. XIII, 16). Suurimat tängud, mis moodustavad *päikesepõimiku*, asetsevad kõhuõõnes (värv. tab. XIII, 15). Pea- ja seljaajunärvide tsentrifugaalsed kiud jagunevad liigutus- ja vegetatiivseiks kiududeks.

Liigutus-närvikiud algavad selja- ja peaaaju liigutustsentrumeis ning lõpevad skeletilihastes (värv. tab. X, 6). Need kiud juhivad skeletilihaste kokkutõmbumist esile kutsuvat erutust.



Joon. 110. Vegetatiivse refleksi skeem:

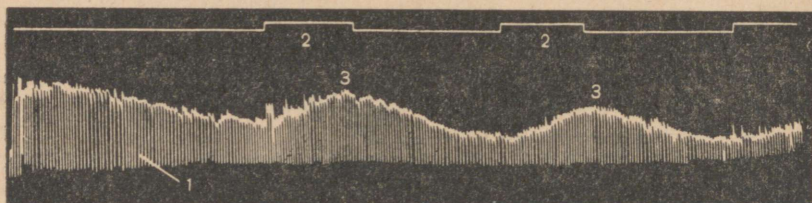
1 — nahk; 2 — tsentripetaalne neuron; 4 — esimene vegetatiivne neuron, mille keha asetseb seljaajus (3); 5 — teine vegetatiivne neuron, mille keha asetseb närvitängus (6); 7 — vere-soon.

Vegetatiivsed närvikiud lõpevad keha kõigis elundites. Oma teel läbivad need kiud erinevalt liigutus-närvikiududest elundeis või viimaste juures asetsevaid närvitänke. Tänkudes toimub erutuse ülekandumine ühelt neuronilt teisele (joon. 110).

Vegetatiivsed närvikiud juhivad elundite tegevust tugevdavat või nõrgendavat erutust. Neid kiude on ka skeletilihastes. Neid mööda minev erutus ei saa lihaste kokkutõmmet esile kutsuda, kuid tõhustab neis ainevahetust, suurendab nende tööd (joon. 111).

Harilikult läheb elundisse kaks talle vastupidist mõju avaldavat vegetatiivset närvi. Näiteks soontele lähenevad sooni laiendavad ja sooni ahendavad närvid. Esimeste ärritamine suurendab elundi toitumist ja tugevdab tema tegevust, teiste ärritamine vähendab elundi toitumist ja nõrgendab tema tööd. Kaks närvi hargneb ka

südames. Ühe närvi ärritamine suurendab südame kokkutõmmete arvu ja tugevust, teise ärritamine vähendab kokkutõmmete arvu ja nõrgendab iga kokkutõmmet. Niisugune elundite kahekordne innervatsioon kindlustab nende tegevuse väga täpse reguleerimise, sest ühe närvi toime on teise pidurdava mõju all.



Joon. 111. Vegetatiivse närvi ärritamise mõju lihaste tööle:

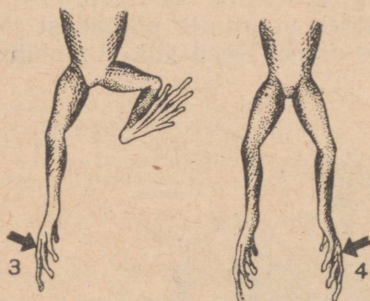
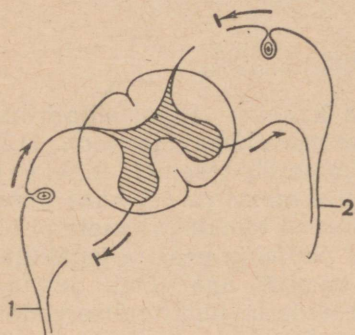
1 — konna kaua töötanud lihase kõver; 2 — vegetatiivse närvi ärritamise hetki näitavad joontetõusud; 3 — lihaste kokkutõmmete tugevnemine vegetatiivse närvi ärritamise tulemusena.



tavad juhteteid, mis ühendavad seljaaju tsentrumeid üksteisega ja peaaegu närvitsentrumitega (värv. tab. XIV, A).

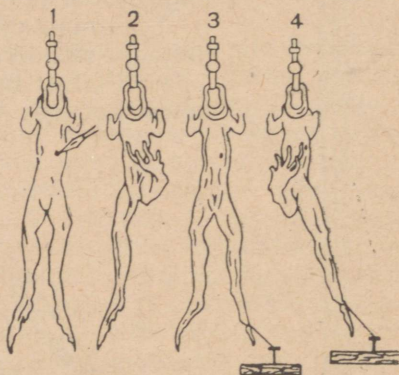
**Seljaajunärvid.** Seljaajult lähtub 31 paari *seljaajunärve* (joon. 113). Igaüks neist algab kahe, *eemise* ja *tagumise juurega*. Juured liituvad lülisambakanalist väljumisel.

*Tagumised juured* moodustavad jämenenud kohti — *seljaajutanke* ehk *seljaajuganglione*. Sõlmedes asetsevad *tundeneuronite* kehad, mis on pirnikujulised ja kahe jätkega (värv. tab. X). Üks jätke läheb tagumise juure koostisosana seljaajusse, teine seljaajunärvi ja lõpeb naha, lihaste, liigeste, luuümbrise ja teiste elundite retseptorites. Kui nendes retseptorites mingi ärritaja mõjul tekib erutus,



Joon. 114. Katses seljaajunärvide juurte (parema eemise ja vasaku tagumise) läbilõikamisega:

1 — parema jäseme närv; 2 — vasaku jäseme närv; 3 — parema jäseme naha ärritamine; 4 — vasaku jäseme naha ärritamine.



Joon. 115. Katses peata konna ärritamisega happega:

1 ja 2 — konna kõrvaldab happega niisutatud paberitüki paremalt küljelt parema jalaga; 3 ja 4 — parem jalg on kinni seotud, loom kõrvaldab paberitüki samalt kohalt vasaku jalaga.

kandub see tundeneuroni kaudu seljaajusse. Tagumiste juurte vigastamine põhjustab naha tundlikkuse kadumise mitmetel kehaosadel (joon. 114).

*Esimised juured* koosnevad kiududest, mis algavad hall-olluses *liigutustsentrumeid* moodustavalt neuronitelt. Need kiud ulatuvad seljaajunärvide koostisosana lihasteni. Eemiste juurte vigastamine põhjustab keha üksikosade liigutusvõime kaotust (joon. 114).

Tunde- ja liigutusneuronid on seljaajus ühendatud *vahe-* ehk *lülilineuronite* abil, mille tõttu kujuneb refleksikaar (värv. tab. X). Seepärast igasugune retseptorite ärritamine, näiteks nahal, võib põhjustada organismi vastuse liigutuse näol. Seejuures läheb naha retseptorites tekkinud erutus tundeneuronit mööda vahe-neuroni kaudu lihastes lõppevasse liigutusneuronisse.

Koosnedes eesmisest juurest, mida võib nimetada *liigutusjuureks*, ja tagumisest — *tundejuurest* on seljaajunärvid *seganärvid*.

**Seljaaju funktsioonid.** Mitmesugused katsed ja vaatlused on näidanud, et seljaajus asetsevad *liigutusreflekside tsentrumid*.

Konn, kellel on kõrvaldatud peaaju ja alles jäetud ainult seljaaju, teeb kaunis keerukaid liigutusi. Riputame niisuguse konna lõuga pidi üles ja asetame tema paremale kehapoolle happega niisutatud paberitüki. Järgneb parema tagajäseme lihaste kokkutõmbumine, jäse tõuseb ja pühib paberitüki maha. Kinnitame selle jäseme nii, et konn ei saa seda liigutada. Konn kõrvaldab paberitüki vasaku jäsemega, sest erutus on seljaaju paremalt poolelt vasakule poolele siirdunud (joon. 115).

Kuid mida kõrgema organisatsiooniga loom on, seda suurema tähtsuse omandab tema liigutustes peaaju. Inimesel on teada haavamisi, mille puhul side selja- ja peaaju vahel katkes. Niisugusel inimesel täheldati lihtsaid reflekse (näiteks jala kõverdumist kanna ärritamisel), kuid puudusid täiesti keerukad liigutused. Inimesed, kelle seljaaju on kaotanud sideme peaajuga, lamavad kogu aja, nad ei suuda liikuda, seista, istuda ega end küljelt küljele pöörata.

Seljaaju mõjutab *veresoonte valendiku* suurust, *higinäärmete tegevust* ja rida teisi elundeid.

Kõik seljaaju tegevusega seotud reaktsioonid on *tingimatud refleksid*. Need on päritud reaktsioonid, mis ilmnevad kohe pärast sündimist, kui neid põhjustav ärritaja on tegevuses.

**Juhteteed.** Eristatakse üles- ja allasuunduvaid juhteteid (värv. tab. XIV, A).

Ülesuunduvad juhteteed kulgevad seljaaju tagumisel küljel. Kere, kaela, jäsemete ja siseelundite retseptoreis tekkiv erutus kandub mööda seljaajunärve seljaajju. Siin läheb erutus üle ülesuunduvate juhteteede neuronitele, mida mööda jõuab peaaju tüveni ja seejärel kooreni. See erutus kutsub esile puudutuse, rõhu, valu, sooja, külma ja teisi aistinguid.

Allasuunduvad juhteteed kulgevad seljaaju eesmisel osas. Nad juhivad närvierutust peaajust seljaaju liigutustsentrumesse. Siit läheb erutus seljaajunärve mööda lihastesse, higinäärmetesse ja teistesse elunditesse.

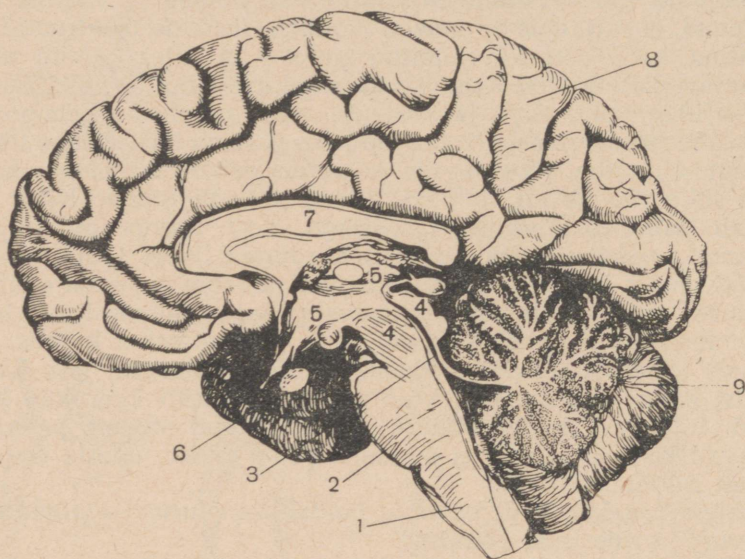
**Ülesanne.** Pange sõber toolile istuma ja tehke talle ettepanek tõsta üks jalg teisele. Lööge käeservaga põlve pihta. Mida täheldate? Millega seda seletate?

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune on seljaaju ehitus? 2. Kuidas moodustuvad seljaajunärvid ja miks tuleb pidada neid seganärvideks? 3. Mis-

sugused refleksitsentrumid asetsevad seljaajus? 4. Miks vigastatud seljaajuga inimene ei suuda teha keerukaid liigutusi? 5. Missugused juhteteed paiknevad seljaajus?

## § 47. Peaaju tüvi ja ajuke.

**Ajutüve ehitus.** Peaaju tüviosa koosneb piklikust ajust, ajusillast, keskajust ja vaheajust (joon. 116).



Joon. 116. Peaaju pikilõikes:

1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — ajutüve sees kulgev kanal; 4 — kesk-  
aju; 5 — vaheaaju; 6 — ajuripats; 7 — ajupoolkerasid ühendav suur aju-  
nide ehk möhnkeha; 8 — parem ajupoolkera; 9 — ajuke.

*Piklik aju* on seljaaju ülemiseks jätkuks ja säilitab selle kuju. Tema eesmisel ja tagumisel pinnal kulgevad nagu seljaajulgi selgesti väljakujunenud pikivaod.

Piklikust ajust kõrgemal asetseb temast selge põikvaoga eraldatud *ajusild*.

*Keskaju* asetseb veel kõrgemal. Tema pealmisel pinnal on selgesti märgata nelikküngastiku kaht kühmupaari.

*Vaheaaju* asetseb ajutüves kõige kõrgemal. Tema alumiselt pinnalt lähtub ajuripats.

Ajutüve sees kulgeb kohati laienev kanal (joon. 116, 3). See on seljaaju tsentraalkanali jätk.

Ajutüve pinna suurem osa on kaetud valge-ollusega. Hall-ollus moodustab ajutüve sees *tuumi*. Tuumadelt algab 12 paari peaajunärve (joon. 117).

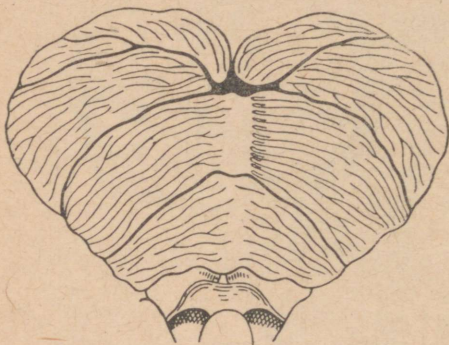


Ajutüves asetsevad inimese kehahoiakut ja kõiki liigutusi põhjustavate lihaste kokkutõmbeid reguleerivad tsentrumid.

Ajutüve väga tähtsaks osaks on ainevahetust — valkude, rasvade, süsivesikute, soolade ja vee vahetust — sooja tekitamist, sooja äraandmist ja higi eritamist reguleerivad tuumad.

**Juhteteed.** Ajutüve valge-ollus koosneb närvikiududest. Kiud moodustavad peaaegu juhteteed, mida mööda erutus liigub nii üles kui ka alla. Tüve alumises otsas nad lähevad üle seljaaju juhteteedeks (värv. tab. XIV, A). Need teed ühendavad tüve tsentrumeid omavahel ja seljaaju tsentrumitega.

Juhteteede, samuti pea- ja seljaajunärvide kaudu on ajutüvi ühenduses kõikide elunditega.



Joon. 118. Ajuke (väikeaju).

Tsentripetaalsete närvide ja ülessuunduvate juhteteede kaudu saabuval ajutüve tsentrumeisse lakkamatult erutused kogu keha retseptoreilt. Ajutüve tsentrumeis nad lähevad üle allasuunduvate juhteteede ja tsentrifugaalsete närvide kiududele. Jõudnud neid kiudusid mööda elunditeni, mõjutab erutus viimaste tööd: tugevdab või nõrgendab südame tegevust, kutsub esile veresoonte laienemise või ahenemise, muudab

seede- ja higinäärmete nõristust, suurendab või vähendab sooja äraandmist ja ainevahetust rakkudes jne.

Kõik need reaktsioonid on tingimatute reflekside iseloomuga. Sellest järeldub, et elundite tegevuse reguleerimist ja kooskõlastamist, selle kohandumist muutustele organismis ja viimasest väljaspool korraldab ajutüvi juba sündimisest alates.

**Ajukese ehitus ja funktsioonid.** Pikliku aju kohal, suurte ajupoolkerade all ja taga asetseb ajuke ehk väikeaju (joon. 118).

Ajukese pind on kaetud hall-ollusega, tema sisemuses on kiududest koosnev valge-ollus. Need kiud ühendavad ajukest kesk-närvisüsteemi teiste osadega.

Ajuke etendab tähtsat osa keerukate tingimatute reflektorsete liigutuste kooskõlastamises. Kõrvaldatud ajukesega loomade liigutused on korratud. Kõnnak muutub kõikuvaks, kohmakaks, ebakindlaks (joon. 119).

Kõik need korratud kaovad mõne aja pärast, sest et närvisüsteemi vigastamata osade tegevus asendab ajukese oma. Selles asendamises avaldub närvisüsteemi väga tähtis omadus — suur

kohanemisvõime. See kohanemisvõime realiseerub suurte ajupoolkerade koore kaudu: ajukoore kõrvaldamisel tulevad kõik ajukeseta looma iseloomustavad korratused uuesti nähtavale.



Joon. 119. Koera liigutused, kellelt on kõrvaldatud ajuke.

**Ulesanne.** Joonistage skeem (§-is 30 antud ülesande eeskujul) refleksi-kaarest, mida mõõda liigub imemist, mälumist ja neelamist põhjustav erutus.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune on peaaaju tüve ehitus? 2. Missugused närvitsentrumid asetsevad ajutüves? 3. Kuidas on korraldatud ajutüve side kõigi elunditega? 4. Missugune on ajukesse ehitus ja tähtsus?

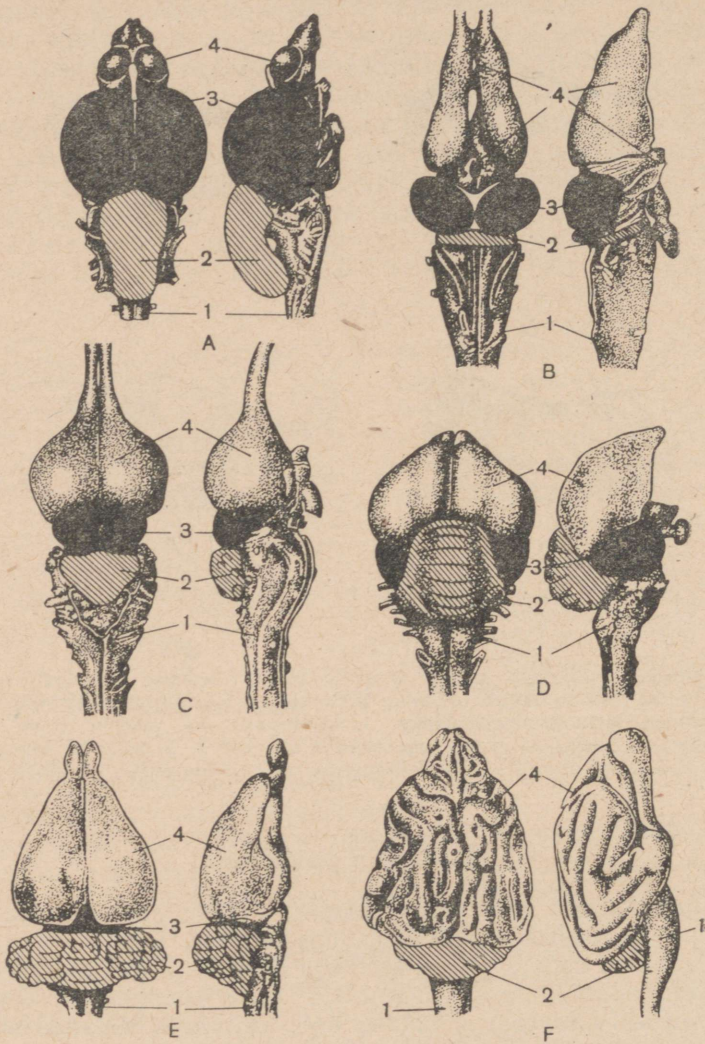
## § 48. Peaaaju poolkerad.

**Ajupoolkerade arenemine loomadel.** Loomade arenemisloos ilmub peaaaju esmakordselt selgroogseil (joon. 120).

Kaladel on eesaju arenenud väga nõrgalt. Kahepaikseil on ta juba jagunenud kaheks poolkeraks. Kuid konn, kellel ajupoolkerad on kõrvaldatud, ei muuda oma käitumist peaaegu sugugi.

Roomajail ja lindudel on ajupoolkerad arenenud juba märksa tugevamini. Kuid *ajukoort* moodustav hall-ollus esineb neil ainult poolkerade eesmises osas.

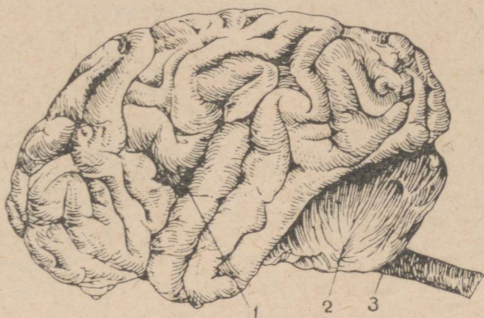
Veelsuurema arenemisastme on saavutanud ajupoolkerad imetajail, kellel nad on üleni koorega kaetud. Mida kõrgemini on imetaja arenenud, seda suurem on ajukoore pind. Suurenedes moodustab ajukoor kurde: tema pind kattub lõhetaoliste *vagudega*, mille vahel paiknevad pinnaosad, mida nimetatakse *käärudeks*. Poolkerade või ainult nende koore kõrvaldamine muudab



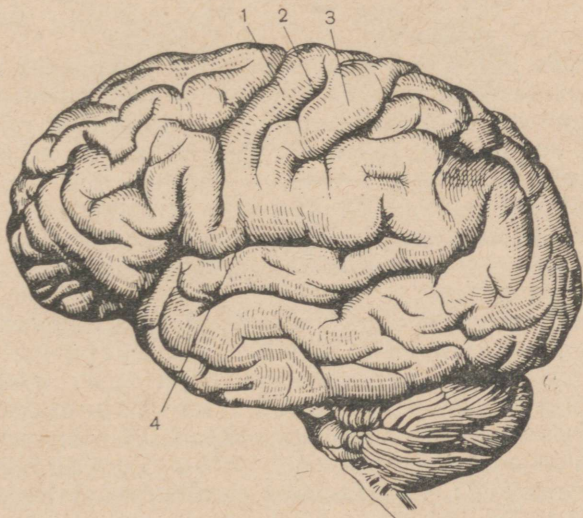
Joon. 120. Peaaju — kalal (A), konnal (B), krokodillil (C), tuvil (D), kүүлikul (E) ja koeral (F):

1 — piklik aju; 2 — ajuke; 3 — keskaju; 4 — eesaju. Et aju osade suhtelist suurust paremini näidata, on nad joonistatud kõikide loomade kohta ligikaudu ühesuurustena (on seega tegemist erineva suurendamise või vähendamisega võrreldes loomuliku suurusega).

imetajatekäitumist tugevasti. Kõer, kellel on ajukoore kõrvaldatud, saab elada ainult siis, kui tema eest eriti tähelepanelikult hoolitsetakse. Veel raskemaid tagajärgi tekitab ajukoore eemaldamine ahvidel (joon. 211). Nad kaotavad liikumisvõime ja surevad peagi.



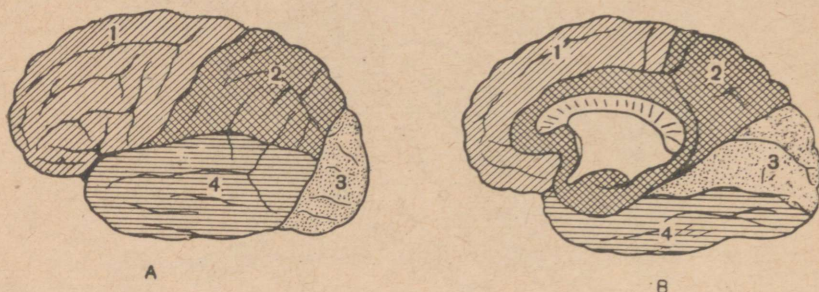
Joon. 121. Ahvi peaaaju:  
1 — eesaju; 2 — ajuke; 3 — piklik aju.



Joon. 122. Inimese peaaaju välispind (kõlgvaade):  
1 — eesmine tsentraalkäär; 2 — tsentraalvagu; 3 — tagumine tsentraalkäär;  
4 — kõlgmine ajalõhe.

**Ajupoolkerade ehitus inimesel.** Kõige tugevamini on poolkerad arenenud inimesel (joon. 122). See nähtub ka aju kaalust, mis ulatub keskmiselt 1350—1400 g-ni. Poolkerade koor moodustab arvukaid vagusid ja kääre, mis suurendab aju pinda kuni 2000—2500 cm<sup>2</sup>-ni (70% koorest on varjul vagudes). Aju kaal kõrgemal ahvidel ei ületa 600 g ja ajukoore pindala 800 cm<sup>2</sup>.

Kaks kõige sügavamat vagu jagavad kummagi poolkera sagaraiks. Üks neist — *külgmine ajalõhe* — eraldab *oimusagarat otsmiku- ja kiirusagarast*, teine — *tsentraalvagu* — otsmikusagarast kiirusagarast. Poolkera tagumise osa moodustab *kuklasagar* (joon. 123).



Joon. 123. Peaaju poolkerade sagarad:

A — väline pind; B — sisemine pind: 1 — otsmikusagar; 2 — kiirusagar; 3 — kuklasagar; 4 — oimusagar.

Poolkerade koor on 2—4 mm paksune ja koosneb reast *kihtidest*, mis koosnevad umbes 14 miljardist kujult, suuruselt ja funktsioonide poolest erinevast rakust. Mõned nendest rakkudest — *tunde- ehk sensoorsed rakud* — võtavad vastu mitmesuguseilt elundeilt tulevat erutust, teised — *liigutus- ehk motoorsed rakud* — saadavad erutust lihastesse ja kolmandad seovad oma jätketega koore mitmesuguseid piirkondi. Praegusel ajal on teada ligi 50 niisugust piirkonda, millest igaüht iseloomustab rakkude kindel kuju ja asetus.

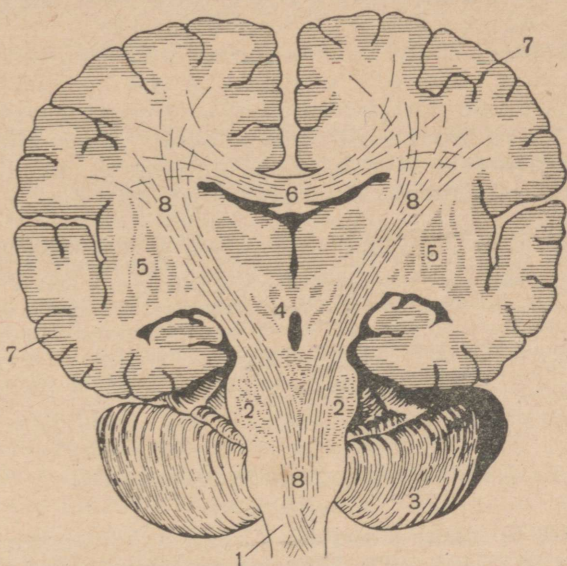
Koore all on valge-ollus, mille kiud moodustavad *juhteteid*. Need teed ühendavad ajukoort allpool asetsevate ajutüve tsentrumitega ja järelikult keha kõigi elunditega (värv. tab. XIV, A). Mõned juhteteede kiud ristuvad oma teel (joon. 124, 8). Seetõttu on kummalgi poolkeral side vastaskehapoolega. Erilised kiud ühendavad poolkerasid teineteisega, moodustades nende vahel kaarja sideme (ajunideme) (joon. 124, 6).

**Ajupoolkerade koore piirkonnad.** Katsed loomadega ja vaatlused haigetel inimestel võimaldasid avastada ajukoores rida *piirkondi*, millest oleneb välismaailma tajumine ja organismi talitluste reguleerimine. Tähtsamad neist on tunde-liigutus-, nägemis-, kuulmis- ja haistmispiirkond (värv. tab. XIV, 1—4).

*Tunde-liigutus- ehk sensor-motoorne* piirkond asetseb käärudes ees- ja tagapool tsentraalvagu (joon. 122). Siia saabub tsentripetaalseid närve ning selja- ja peaaju ülessuunduvaid juhteteid mööda naha, lihaste ja liigesekihnuude retseptoreis tekkiv erutus. Siit kandub erutus aju allasuunduvaid juhteteid ja tsentrifugaal-

seid närve mööda lihastesse, kutsudes esile või katkestades, nõrgendades või tugevdades viimaste tegevust. See ajukoore piirkond on kõigi liigutuste kooskõlastamise kõrgeimaks keskuseks.

**Nägemispiirkond** asetseb kuklasagarate koores ja on kohaks, kuhu juhatakse silma retseptoreilt tulev erutus. Selle piirkonna tegevus on seotud nägemisaistingute tekkimisega.



Joon. 124. Inimese aju ristlõige:

1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — ajuke (väikeaju); 4 — keskaju; 5 — koorealused tuumad; 6 — vasakut poolkera paremaga ühendavad kiud; 7 — poolkerade koor; 8 — ajukoorelt seljaajju allasuunduvad juhteteed (allpool on näha kiudude ristumist).

**Kuulmispiirkond** asetseb oimusagarate välise pinna koores. Siia saabub erutus kuulmisretseptoreilt. See erutus on heliaistingute põhjustajaks.

**Haistmispiirkond** paikneb oimusagarate sisemisel pinnal. Ta on seotud ninaõõne retseptoritega.

Vasemas ajupoolkeras (vasakukäelistel paremas) paiknevad **kõnetsentrumid**, mis on omased ainult inimesele (värv. tab. XIV, 5—7).

Neuronikehade jaotus igas ajukoore piirkonnas ei ole I. P. Pavlovi arvates ühtlane: piirkonna *keskmises* osas on neid suuremal, *perifeerses* osas vähemal arvul. Naaberpiirkondade alad ulatuvad üksteise piiridesse. Seetõttu talitlused, mis on mõne piirkonna vigastamisel välja langenud, taastuvad mõnikord teises piirkonnas hajusalt olevate neuronite arvel.

Mitmesuguseis retseptoreis tekkiv erutus jõuab ajukoore vas-

tavate piirkondadeni. Siit võib ta edasi kanduda mistahes elundisse ja mõjutada selle funktsioone. Valmis juhteteid ajukoore eri piirkondade vahel siiski ei ole. Nad kujunevad elu jooksul. Seepärast on kõik organismi reaktsioonid, mis on seotud ajupoolkerade koore tegevusega, *tingitud reflekside* iseloomuga.

Seljaajust, ajutüvest ja ajukesest, millega on seotud tingimatud refleksid, oleneb liigutus-, seede-, vereringe- ja teiste elundite lakkamatu töö.

Ajupoolkerade koor, millega on seotud tingitud reflekside kujunemine, kohandab elundite tööd väliskeskkonna alatasä muutuvatele tingimustele. Ajupoolkerade koore tegevusest oleneb looma võime kiiresti orienteeruda ümbritsevais oludes, leida õigeaegselt vajalikku toitu, vältida parajal silmapilgul elu ähvardavat ohtu jne.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas on peaaegu poolkerad arenenud selgroogsete eri rühmadel? 2. Mis on aju vaod ja käärud? 3. Missugusteks sagarateks jagunevad inimese ajupoolkerad? 4. Missugune ehitus ja missugune pind on inimese ajupoolkerade koorel? 5. Mida kujutab endast ajupoolkerade valge-ollus? 6. Missuguseid piirkondi eristatakse ajupoolkerades? 7. Missugused tsentrumid ajupoolkerades eristavad inimest loomadest? 8. Mille poolest erineb ajupoolkerade koore tegevus ajutüve, ajukesse ja seljaaju omast?

## § 49. Retseptorid ja analüsaatorid.

**Retseptorid ja meele-elundid.** Organismi retseptorid jagunevad välisteks ja sisemisteks. *Välisretseptorid* võtavad vastu organismile väljastpoolt mõjuvaid ärritusi (naha, silma, kõrva, keele ja ninaõõne retseptorid). *Sisemised retseptorid* võtavad vastu keha elundeis tekkivaid ärritusi (südame, kopsude, soolestiku, lihaste retseptorid).

Retseptorite tähtsus on äärmiselt suur. Neis tekkev erutus läheb ajupoolkerade koosseis ja signaliseerib kõigist organismis ja väliskeskkonnas toimuvaist muutustest. See erutus on mitmesuguste elundite tegevuse põhjuseks. Mõnedel juhtudel kutsuv erutus, jõudes kesknärvisüsteemini, esile *pidurduse*, mis ühe või teise elundi tegevust katkestab või nõrgendab.

Mõnede ärritajate toimel tekib väga nõrk erutusprotsess, mis ei suuda refleksi esile kutsuda. Kuid nõrga erutuse alatasä tekivad lained ei ole organismile jäljetud. Nad hoiavad kesknärvisüsteemi erutuvust kindlal tasemel. Kui koeral kõrvaldada kõik tema välisretseptorid (kuulmis-, nägemis- ja teistes elundites), s. o. lõpetada erutuse minek peaaegu, siis satub loom püsiva une seisukorda. Ta ärkab ainult näljatunde või soolestiku ja kusepõie tühjendamise vajaduse ajal.

**Retseptorite spetsiifilisus.** Retseptorite tähtsaks iseärasuseks on nende *spetsiifilisus*, s. o. võime erutada ainult kindlailmelise

ärritaja toimel. Silma retseptoreid näiteks erutab valgus, kõrva retseptoreid heli.

Mõnel juhul võivad retseptorid erutada ka neile mitte omase ärritaja mõjul, kuid aistingud säilitavad oma spetsiifilisuse. Silma retseptorite mehhaaniline ärritamine näiteks löögi puhul pähe kutsub esile valguse aistingu („silmist lendavad sädemed“). Kuid niisuguse aistingu tekkimiseks on vaja, et hoop oleks küllalt tugev. Silma tundlikkus spetsiifilise ärritaja suhtes aga on nii suur, et inimene näeb pimedas temast kahe kilomeetri kauguses asetseva künula valgust.

Aistingud, mida tekitavad mittespetsiifilised ärritajad, ei saa luua ebaõiget kujutlust esemest. See on seletatav asjaoluga, et iga aistingut, mis saadakse ühe meele-elundi ärritamisel, kontrollivad teised elundid. Nii näiteks põhjused, miks „silmist lendavad sädemed“, tehakse kindlaks mitte ainult valguseaistingute põhjal. Võetakse arvesse ka valuaistingud, mida põhjustab naha retseptorite ärritamine, ja heliaistingud, mis tulevad kõrva retseptorite kaudu löögi puhul. Hoobi pähe saanud inimene ei ütle kunagi, et ta nägi sädemeid pilduvat lõket.

**I. P. Pavlovi õpetus analüsaatoritest.** Ühed ärritajad (näiteks mehhaanilised) mõjuvad ühtedele retseptoritele (naha omadele), teised (näiteks helid) teistele (kuulmisretseptoritele). Ärrituste vastuvõtmisel toimub seega nende *eristamine*, s. o. *analüüsimine*. Retseptoreis tekkinud erutusprotsess kandub mööda närvikiude ajupoolkerade ühte või teise piirkonda. Siin toimub ärrituste üksikasjalisem eristamine; nende alusel tehakse näiteks kindlaks eseme kuju ja kõvadus, tema pinnamood jne.

Ärrituste vastuvõtmist ja eristamist võimaldavad elundid nimetas I. P. Pavlov *analüsaatoriteks*. Iga analüsaator koosneb kolmest osast: perifeersest, vahelmisest ja tsentraalsest osast. Analüsaatori *perifeerne* ehk *piirdeosa* koosneb ärritust vastuvõtvaist retseptoreist. *Vahelmiseks osaks*, mida nimetatakse ka *juhteosaks*, on retseptoreis tekkinud ärritust edasikandev tundenärv. *Tsentraalse osa* moodustab üks või teine peaaju suurte poolkerade piirkond. Nägemisanalüsaator koosneb näiteks silmas asetsevaist nägemisretseptoreist, nägemisnärvist ja ajupoolkerade koore nägemispiirkonnast.

I. P. Pavlov käsitas ajukoort hiiglasuure *analüüsimispinnana*, mis lakkamatult eristab sise- ja välisretseptoreile mõjuvaid ärritusi. Ajukoore analüüsimistegevuse tulemuseks on organismi vastused (refleksid) saadud ärritustele.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugusteks rühmadeks jagunevad retseptorid? 2. Missugune tähtsus on retseptoreis tekkival erutusprotsessil? 3. Milles väljendub retseptorite spetsiifilisus? 4. Kuidas kontrollitakse ühtede või teiste retseptorite ärritamisel tekkivate aistingute õigsust? 5. Mis on analüsaator ja missuguseid osi temas eristatakse?

## § 50. Nägemisanalüsaator.

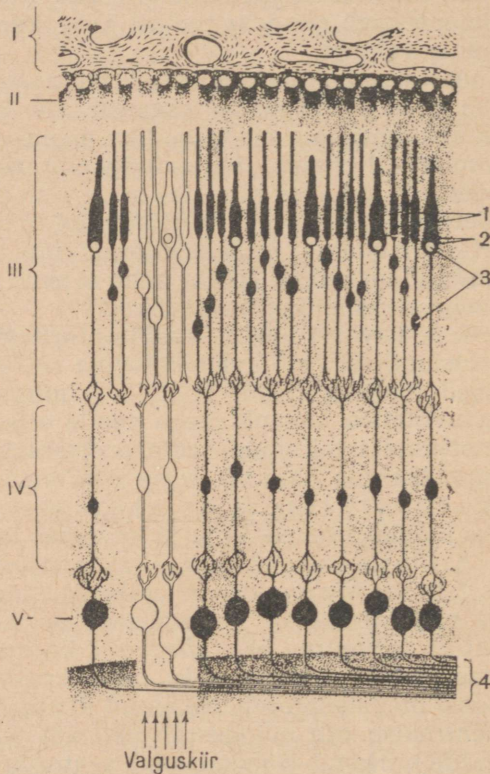
Nägemiselund koosneb *silmamunast* ja *abiaparaatidest*: lihastest, pisaranäärmeist, laugudest ühes ripsmetega ja kulmudest.

**Silmamuna.** Silmamuna asetseb kolju silmakoopas. Ta on kera-kujuline ja kaetud kolme kestaga — kiud-, soon- ja võrkkestaga (värv. tab. XV, B).

**Kiudkest** on kõige välisem. Oma värvuselt tuletab ta meelde keedetud munavalget. Esiküljel läheb kiudkest üle pisut kumeraks värvituks läbipaistvaks *sarvkestaks*. Sarvkesta kaudu tungivad silmamuna sisse valgusekiired (värv. tab. XV, 1, 8).

**Soonkest** paikneb kiudkesta all. Ta on rikkalikult varustatud silma toitvate veresoontega. Sarvkesta taga asetsevat soonkesta eesmist osa nimetatakse *vikerkestaks*. Vikerkestas olevast pigmentist sõltub silmade värvus. Vikerkesta keskpaigas on ava, mida nimetatakse *silmaavaks* (värv. tab. XV, 2, 3, 11). Heledas valguses ta aheneb, pimedas, vastupidi, laieneb. Silmaava suuruse muutumine on tuntud *silmaavarefleksi* nime all. See refleks reguleerib valguse sissepääsu silma.

**Võrkkest** kujutab endast kolmandat, kõige seespoolsemat kesta (värv. tab. XV, 12). Ta on umbes 0,3 mm paks ja vooderdab ainult silma tagumist osa. Võrkkesta moodustavad kümme kihti, mis koosnevad rakkudest ja viimaste jätke- test (joon. 125). Võrkkesta valgustundlik kiht, mis sisaldab retseptoreid — *kepikesi* ja *kolvikesi* — asetseb tema kõige välise-



Joon. 125. Võrkkesta ehituse skeem:

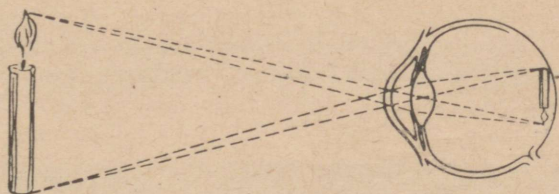
I — soonkest; II — pigmentirakkude kiht; III — kepikete ja kolvikete kiht; IV ja V — kaks rida närvirakke, millele kandub erutus kepikestelt ja kolvikestelt; 1 — kepikesed; 2 — kolvikesed; 3 — kepikete ja kolvikete tuumad; 4 — närvikiud. Valgena on kujutatud võrkkesta närvirakud, mis on erutusseisundis valguskiirte mõjul.

mas, soonkesta poolses osas. Kepikesi on ligikaudu 130 miljonit ja kolvikesi ligikaudu 7 miljonit.

Silmaava taga paikneb kaksikkumera lääts kujuline keha, *silmalääts* (värv. tab. XV, 9).

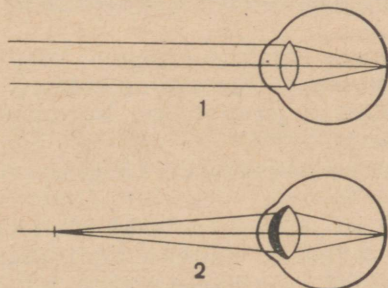
Kogu silmaläätse taga leiduv silmamuna ruum on täidetud läbipaistva poolvedela massiga, *klaaskehaga* (värv. tab. XV, 16).

**Abiaparadid.** Kiudkestale kinnituvad *lihased*, mis algavad silmakoopa seinal; nende kokkutõmbumine kutsub esile silmamuna liigutused.



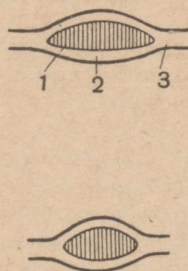
Joon. 126. Esemekujutise saamine võrkkestal (skeem).

Silmakoopa välises ülanurgas asetsevad *pisaranäärmed*. Pisarad niisutavad lakkamatult silmamuna pinda, laskmata tal kuivada. Peale selle nad tapavad mõningaid pisikuid. Pisarate ülejääk nõrgub nina-pisarajuha kaudu ninaõõnde (värv. tab. XV, 5, 7).



Joon. 127. Silma akomodatsioon lähedaste esemete vaatlemiseks:

1 — kiirte käik kaugele vaatamisel; 2 — kiirte käik pärast silma akomodatsiooni lähedase eseme vaatamiseks. Silmaläätse mustaks värvitud osa näitab tema kumeruse suurenemist.



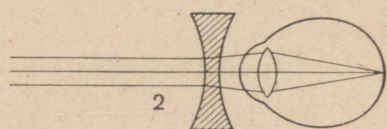
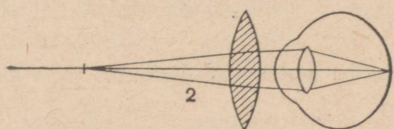
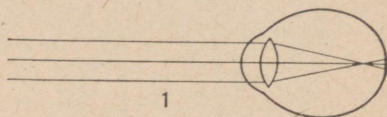
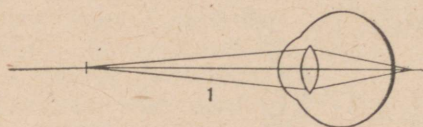
Joon. 128. Silmaläätse kumeruse muutumine (skeem).

Silmamuna on esiküljel kaitstud kahe nahakurruga — *laugudega*, millele ääred on kaetud *ripsmetega* (värv. tab. XV, 4). Ripsmed peavad kinni tolmu.

Ülemise lau ja otsmiku naha piiril asetsevad *külmud*. Need on karvadega tihedalt kaetud nahavallikesed; karvad juhivad silma juurest põsele otsmikul erituvat higi (värv. tab. XV, 6).

**Valguse murdumine silmas.** Kui esemelt peegeldunud kiired läbivad sarvkesta, silmaläätse ja klaaskeha, nad murduvad. Selle tagajärjel saadakse võrkkestal eseme terav, kuid vähendatud ja ümberpööratud kujutis (joon. 126).

Tavalises seisundis näeb silm hästi kaugel asetsevaid esemeid. Ainult need annavad võrkkestal selge kujutise (joon. 127). Kuid silm võib end igal hetkel lähedaste esemete selgeks nägemiseks ümber kohandada (akommodeeruda). Seda võimaldab asjaolu, et silmalääts on elastne ja saab muuta oma kumerust (joon. 128).



Joon. 129. Kaugnägevuse korrigeerimine (skeem):

1 — lähedaselt esemelt tulevate kiirte käik kaugnägevas silmas; 2 — nägevuse parandamine kumerate klaaside abil.

Joon. 130. Lühinägevuse korrigeerimine (skeem):

1 — kaugelt esemelt tulevate kiirte käik lühinägevas silmas; 2 — lühinägevuse parandamine nõgusate klaaside abil.

Vanemas eas, millal silmaläätse elastsus väheneb, läheb lähedaste esemete vaatlemine raskemaks. See sunnib inimest kasutama lugemisel prille. Silmaläätse puudulikku kiirtemurdmist täiendavad kaksikkumerad klaasid.

Silma defektid esinevad kõige sagedamini kaugnägevuse ja lühinägevuse kujul.

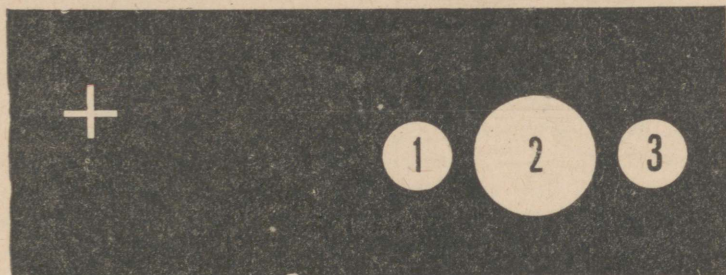
*Kaugnägevust* iseloomustab see, et inimene näeb hästi kaugeid esemeid, ei näe aga selgesti lähedasi, näiteks tähti raamatus. Tavaliselt on selle põhjuseks silmamuna väike pikkus, mille tõttu kiired, mis tulevad lähedastelt esemetelt, murdudes silmas koonduvad ja annavad kujutise võrkkesta taga (joon. 129, 1). Vaadeldavad esemed paistavad udustena ja laialivalguvatena. Puudus kõrvaldatakse kaksikkumerate klaasidega prillide abil (joon. 129, 2).

*Lühinägevus* avaldub selgete nägemisaistingute puudumises kaugusse vaatamisel, mille põhjuseks on silmamuna liiga suur pikkus. Sel juhul koonduvad kaugeilt esemetelt tulevad kiired pärast murdumist võrkkesta ees (joon. 130, 1). Olukorda saab parandada kaksiknõgusate klaasidega prillide abil (joon. 130, 2). Lühinägevuse eri juhtudel on see nõgusus eri suurusega ning selle määrab arst. Seepärast on võõraste prillide kandmine isegi sel juhul, kui nad näivad paremad olevat, äärmiselt kahjulik.

Olenevalt arsti eeskirjadest tuleb neid kas kanda alati või panna ette ainult kaugele vaatamisel. Nende nõuete mittetäitmisel on väga kahjulik mõju nägemisele.

**Valguse aistimine.** Kepikesed sisaldavad erilist ainet, mis valguse toimel laguneb. Seejuures tekkivad saadused kutsuvad kepikesetes esile erutuse. See kandub võrkkesta närvirakkudesse (joon. 125). Nende rakkude jätked moodustavad erutust ajju juhtiva nägemisnärvikiude.

Sellel kohal, kus nägemisnärv siseneb võrkkesta, kepikesi ja kolvikesi ei ole ja ta kannab seepärast *pimetähni* nimetust. 3 mm kaugusel temast (silmaava vastas) on *kollane tähn*. Siin on kolvikesi eriti palju. Kui eseme kujutis tekib kollasel täpil, siis nähakse eseme peenimaid üksikasju ja kõiki tema värvivarjundeid (värv tab. XV, 13—15).



Joon. 131. Kujundid pimetähni avastamiseks.

**Võrkkest**, milles valgusenergia kutsub esile närvierutuse, kujutab endast nägemisaparaadi perifeerset osa. Ajupoolkerade nägemispiirkond on analüsaatori tsentraalseks osaks, kus toimub esemete omaduste — nende kuju, suuruse, värvuse jne. — üksikasjaline analüüsimine. Nägemisaistingute analüüsimine etendab suurt osa tööprotsessides, lugemisel ja kirjutamisel.

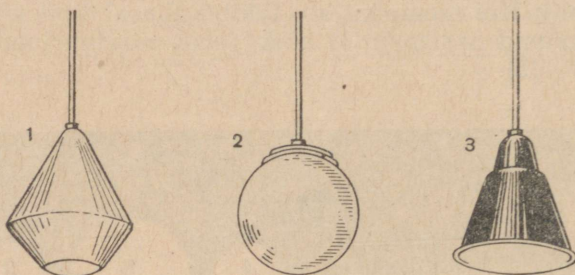
**Ulesandeid.** 1. Vaadeldge oma silma peeglis. Missuguseid silmamuna osi te näete? 2. Pange seltsimehele ette katta silmad üheks minutiks kätega. Siis võtke ta käed eest ära ja jälgige silmaava. Mis te näete ja millega seda seletate? 3. Silmitsedes mõnd kaugget eset juhtige silmad kiiresti raamatule. Kas on võimalik teksti kohe lugeda? Millega seda seletate? 4. Korraldage katse, mis võimaldab avastada oma silmas pimetähni. Selleks sulgege vasak silm ja vaadake paremaga ristile joonisel 131, hoides viimast 15 cm kaugusel näost. Nihutage joonist endast pikkamööda eemale ning üks sõõridest muutub nähtamatuks, sest kujutis langeb pimetähnile.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugune on silmamuna ehitus? 2. Missugused elundid asetsevad silmamuna ümber ja mis tähtsus neil on? 3. Mis tähtsus on sarvkestal, silmaläätsel ja klaaskehal? 4. Kuidas kohandub silm lähedaste esemete vaatlemiseks? 5. Miks kasutavad kõrges eas inimesed

kaksikkumerate klaasidega prille? 6. Millega on seletatavad lühi- ja kaugnägevus ning kuidas neid parandatakse? 7. Kuidas erutuvad silma retseptorid? 8. Millest oleneb nägemise teravus?

## § 51. Nägemise tervishoid.

**Lühinägevuse ärahoidmine.** Kõige sagedamini esinevaks nägemise defektiks on lühinägevus, mis pole haruldane isegi koolieas. Selle põhjusteks on tavaliselt töökoha halb valgustus ja esemete vaatlemine liiga lähedalt.



Joon. 132. Lambid:

1 ja 2 — valgust hajutava kupliga; 3 — valgust ühes suunas peegeldava kupliga.

Lühinägevuse arenemise ärahoidmiseks peab kinni pidama õigest kehahoiakust koolipingis (vt. lk. 25) lugemisel ja kirjutamisel. See kehahoiak kindlustab normaalse vahemaa (30—35 cm) silma ja raamatu või vihiku vahel. Istuma peab nõnda, et valgus langeks vasakult poolt. Sel juhul on raamat või vihik valgustatud kõige paremini, sest neile ei lange pea ega käte varju.

Väga kahjulik on lamades lugemine. Ei tohi samuti lugeda trammides, autobussides ja rongides. Vaguni liikumine põhjustab käe värisemist ning vahemaa raamatu ja silmade vahel kogu aeg muutub. Selle tõttu muudab silmalääts kogu aeg oma kumerust, mistõttu silm väsib.

Pikalt kestvat lugemist ja kirjutamist tuleb iga 25—30 minuti tagant katkestada, et silmad puhata saaksid. Nendel vaheaegadel on soovitatav vaadata kaugusse (aknast välja, taevasse).

**Valgustus tööstuses.** Töö tootlikkusele ja tema kvaliteedile avaldab väga suurt mõju töökoha valgustus. Mida tugevam on valgustus, seda kiiremini seletab silm töödeldavaid detaile ja seda paremini näeb neid. Seepärast peab valgustus olema kõige tugevam tumedal taustal asetsevate väikeste tumedate detailide töötlemisel.

Tsehhide loomulik valgustus toimub seintes ja katuses olevate akende kaudu. Klaasitud pinna ja põrandapinna vahekord peab olema lihtsamate tööde puhul 1 : 10 ning väikeste detailide tööt-

lemisel 1 : 5. Peale akende pindala mõjuvad töökohtade valgustusele ruumi sügavus, akende kaugus põrandast ja mõned teised tegurid, mida samuti teatud viisil normeeritakse.

*Kunstliku valguse* allikaiks on elektripirnid. Silmade kaitsmiseks pimestava valguse eest ja pehme, liigsete varjudeta valgustuse loomiseks kasutatakse kupleid. Kuplit koos elektripirniga nimetatakse *lambiks*. Tehastes kasutatakse kõige sagedamini *valgust hajutavaid* lampe (joon. 132, 1, 2). Niisugused lambid heidavad osa valgust alla, töökohale, osa aga lakke ja seintele, kust valgus tagasi peegeldudes alla langeb. Tsehhi üldvalgustuse ühtlus ja küllaldasus oleneb mitte ainult kuplite ja elektripirnide võimsusest, vaid ka vahemaadest lampide vahel ja nende rippumiskõrgusest.

Kohalikuks, s. o. üksiku töökoha valgustamiseks kasutatakse peaaegu kogu valgust alla heitvaid lampe (joon. 132, 3).

Ainult kohaliku valgustuse rakendamine, kuplite puudumine, samuti lampide korratu ülesriputamine loovad ebaõige valgustuse. Mõned tsehhi osad on väga heledasti, teised puudulikult valgustatud; katmata elektripirnid pimestavad silmi, tekitavad teravaid varje ja vastuhelkimist. Kõik see põhjustab silmade kiiret väsimist ja töötotlikkuse langust. Peale selle on ebaõige valgustus sageli õnnetusjuhtumite põhjuseks, kuna raskendab masina ohtlike osade eristamist.

Akende ja lampide klaase peab perioodiliselt puhastama tolmust ja nõest, muidu läheb tunduv hulk valgust kaduma.

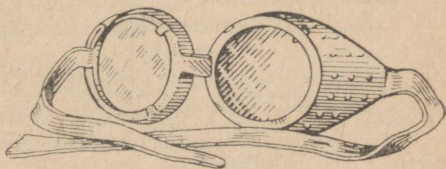
**Silmade kaitsmine vigastuste ja nakkuste eest.** Käitises võib silmadesse sattuda metalli kilde, sulametalli pritsmeid, metallilaaste, sädemeid, happeid, leelisi jne. Kõik see põhjustab raskeid silmavigastusi, nägemise nõrgenemist ja isegi selle täielikku kaotust.

Silmavigastuste ärahoidmiseks juhitakse mitmesuguste kõvade osakeste väljalennu piirkondade juurde tõmbeventilatsioon. Treipingid varustatakse kaitsega laastude eemalejuhtimiseks.

Isiklike silmakaitseabinõude hulka kuulub paksude mittekillunevate klaasidega prillide kandmine (joon. 133).

Kõrg- ja martäänahjude juures töötavad töölised kasutavad siniste valgusfiltritega prille, mis kaitsevad silmi ultravioletsete kiirte toime eest. Elektrikeevitajad tarvitavad kollakas-roheliste valgusfiltritega prille.

Mitmesuguseid silmahaigusi tekitavad neisse tungivad pisikud. Seepärast ei tohi hõõruda silmi käte või tarvitusel olnud taskurätikuga. Ei tohi kasutada võõrast käterätikut, peapatja. Nendest



Joon. 133. Mittekillunevast klaasist prillid, mis kaitsevad silmi kildude, sädemete ja sulametalli pritsmete eest.

tervishoiunõuetest mittekinnipidamine võib põhjustada mitmesuguste nakkuste viimist silmadesse.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas tuleb kaitsta end lühinägevuse arenemise eest? 2. Missuguseid nõudeid esitatakse käitiste loomuliku valgustuse suhtes? 3. Missugune tähtsus on valgustusarmatuuril ja lampide ülesriputamisviisil? 4. Kuidas hoitakse ära silmavigastusi? 5. Kuidas kaitsta silmi nakkuste eest?

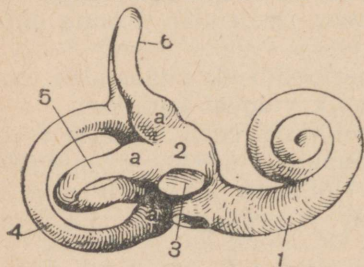
## § 52. Kuulmisanalüsaator.

Kuulmiselund koosneb kolmest osast: välis-, kesk- ja sisekõrvast.

**Väliskõrv.** Väliskõrvas eristatakse kõrvalesta ja väliskuulmekäiku (värv. tab. XV, 17).

**Kõrvalesti** moodustab nahaga kaetud kõhr. Paljudel loomadel on kõrvalestad liikuvad ja võivad pöörduda hääle suunas, millega saavutatakse selle parem aistimine. Inimesel on kõrvalestad liikumatud. Nad aitavad siiski määrata hääle suunda, kui see tuleb eest või tagant. Kui hääl kostab küljelt, siis külje kindlaks tegemine, kust poolt hääl tuleb, on tingitud sellest, et ühte kõrva ta jõuab sekundi kümnetuhandike võrra varem kui teisesse.

**Väliskuulmekäik** on kõverasuunaline ja koosneb kõhrelisest välis- ja *oimuluu* sisemuses asetsevast siseosast. Käiku katvas nahas on tugevad näärmed ja karvad. Väliskuulmekäigu sisemine ots on kaetud elastse sidekoelise *trummikilega*, mis eraldab väliskõrva sisekõrvast (värv. tab. XV, 18).



Joon. 134. Sisekõrva õõne valand:

1 — tigu; 2 — esik; 3 — ovaalne aken; 4 — tagumine poolringkanal; 5 — külgmine poolringkanal; 6 — eelmine poolringkanal; a — retseptoreid sisaldavad kanalite laiendid.

**Keskõrv.** Trummikile taga on keskkõrva õõs kolme *kuulmeluuga*: üks neist — *vasar* — tugineb trummikilele, teine — *jalus* — kilele, mis katab sisekõrva viivat *ovaalset akent* (joon. 134, 3).

Nende kahe luu vahel asetseb kolmas, *alasi* (värv. tab. XV, 19—21).

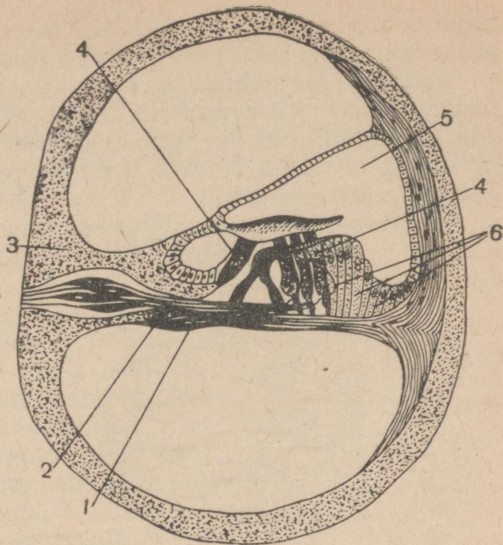
Keskkõrva õõs on ühenduses ninaneeluga *Eustachi tõrve* kaudu (värv. tab. XV, 26). Tõrve läbiv õhk tasakaalustab õhurõhku kummalgi pool trummikilet.

Kui lendur tõuseb või laskub kiiresti, võib ta tunda kõrvus tugevat valu. See on seletatav õhurõhu järsu muutumisega. Lennuki tõusmisel ta langeb, laskumisel tõuseb. Esimesel juhul kooldub trummikile väljapoole, teisel tugevasti keskkõrva õõnde. Valu saab siiski vältida, kui teha sagedaid neelamisliigutusi. Need kergendavad õhu läbimist Eustachi tõrvest, mille tagajärjeks on õhurõhu tasakaalustamine kummalgi pool trummikilet.

**Sisekõrv.** Kõige keerukama ehitusega on sisekõrv. Kuulmiselundi juurde kuulub siin tigu (värv. tab. XV, 25).

Tigu kujutab endast spiraalset käiku, mis teeb kaks ja pool ringi ümber kesktelje. Piki vahesein jagab selle käigu kaheks kanaliks. Üks neist algab ovaalse akna juurest, mida sulle jalus.

Osa teo kanalit poollitavast vaheseinast moodustab *spiraallembr* (basaalmembraan), mis koosneb mitmesuguse pikkusega risti tõmmatud kiududest. Nende arv küünib 20 tuhandeni.



Joon. 135. Teo käigu ristlõige:

1 — spiraallembr (basaalmembraan); 2 — kuulmisnärvi kiud; 3 — teo kanali luust sein; 4 — tunderakud (retseptorid); 5 — teo käik; 6 — tugirakud.

Piki kogu lestet paikneb Corti elund (joon. 134). Selle tähtsaimaks osaks on *tunderakud* — retseptorid, mis võtavad vastu heliärritusi. Corti elund on seega kuulmisanalüsaatori piirdeosa.

Peale teo on sisekõrvas *esik* ja *poolringkanalid*, millede sees asetsevad retseptorid (joon. 134, värv. tab. XV, 22, 23). Nende retseptorite ärritamisel tekkivate aistingute järgi otsustab inimene muutuste üle, mis tema keha asendis ja liikumises toimuvad.

**Heliärrituste vastuvõtmine.** Kui helilaine jõuab õhukese ja elastse trummikileni, paneb ta selle võnkuma; see võnkumine kandub kuulmeluude kaudu ovaalse akna kilele, mille võnkumine omakorda põhjustab vedeliku võnkeid.

Erisugused lained kutsuvad teos esile erisugused võnkuvad liikumised. Iga vedeliku võnkumine paneb liikuma basaalmembraani kiukesed, kuid mitte kõik, vaid ainult need, mis on „häälestatud“ vedeliku võnkumise esilekutsunud lainele.

Basaalmembraani kiudude võnkumine ärritab nendega ühenduses olevaid tunderakke Corti elundis. Seega helilained ei ärrita kõiki retseptoreid, vaid ainult neid, mis on ühenduses võnkuma hakanud kiududega. Nõnda algab ärrituste analüüs.

Retseptoreis tekib nende ärritamisel erutus. Kuulmisnärvi kiudude kaudu kandub ta analüsaatori tsentraalsesse ossa — ajupoolkerade oimusagarate koore *kuulmistsooni*. Siin tekivad kuulmisaistingud ja jätkub retseptoreis ala-

nud analüüs. Selle analüüsi keerukus ja peensus võimaldab inimesele vahet teha tohutu suure sõnade hulga tähenduste vahel.

**Kuulmise tervishoid.** Trummikile vigastamine (näiteks tema läbitorkamine) nõrgendab kuulmist, kuna on takistatud helilainete edasikandumine kuulmisretseptoreile. Siit on arusaadav, miks on nii ohtlik urgitseda kõrvas mitmesuguste kõvade esemetega (tik- kudega, nõeltega jne.).

Tugevad helilained rõhuvad trummikilele kaunis tugevasti. Kui nad mõjuvad trummikilele pidevalt, kaotab see oma elastsuse. See põhjustab kuulmise nürinemist.



Joon. 136. Müravastased kõrvaklapid.

Kui õpilased vahetunnis valjusti räägivad ja püüavad üksteisest üle karjuda, tekib kära. Kui see kära kordub iga päev, alaneb lastel kuulmisteravus.

Kära mõjub negatiivselt mitte ainult kuulmiselunditele. Ta kutsub esile ka närvisüsteemi väsimuse. Meil võideldakse süstemaatiliselt käraga. Üheks võitlusviisiks on puude ja pöödsaste istutamine: need neelavad helisid. Moskvas on keelatud pärast kella 12 öösel autojuhtidel helisignaalide kasutamine, laulmine tänavail jne.

Müravastase võitluse otstarbel käitistes kaetakse ruumis seinad ja lagi helisid neelava materjaliga. See võib vähendada müra kümnekordselt. Müra tekitavad tööpingid, masinad ja mootorid paigutatakse erilistele elastseist materjalidest alustele. Need alused eraldatakse hoone ülejäänud osast kitsaste õhuruumidega. Mitte vähese tähtsusega pole ka mehhaaniline ventilatsioon, mis tõmbab õhku ära müra tekkimise paigast.

Individaalseks kaitseks müra vastu kasutatakse müravastaseid kõrvaklappe. Kausikujulised kõrvaklapid valmistatakse heli- neelavaist materjalidest (vildist, papist, poorsest kummist).

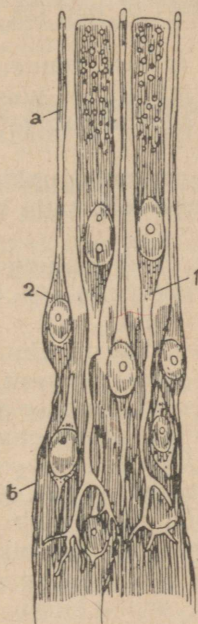
**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugusteks osadeks võib jagada kuulmiselundi? 2. Missugustest osadest koosneb väliskõrv? 3. Missugune on keskkõrva ehitus? 4. Missugune on sisekõrva ehitus? 5. Kuidas toimub helide aistimine? 6. Missugustest osadest koosneb kuulmisanalüsaator ja missugune on nende tähtsus? 7. Kuidas tuleb hoida oma kuulmist? 8. Miks ja kuidas võideldakse müra vastu käitistes?

### § 53. Haistmis-, maitsmis-, naha- ja liigutusanalüsaator.

**Haistmisanalüsaator.** Haistmisanalüsaatori piirdeots asetseb ninaõõne ülaosas. Limaskest sisaldab siin retseptoreid — ovaalse kehaga ja kahe pika jätkega haistmisrakke. Uks jätke võtab vastu

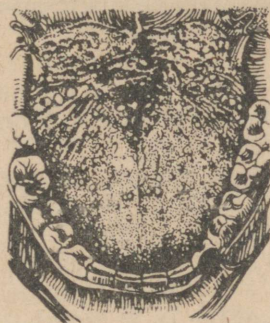
keemilisi ärritusi, teine moodustab *haistmisnärvi* kiu (joon. 137). Närv juhib erutuse peaaegu koore *haistmiskiirkonda*, mis on analüsaatori tsentraalseks otsaks.

Haistmisrakkude ärritajaiks on sissehingatavas õhus leiduvad lõhnavate ainete osakesed. Esemete eristamine nende lõhna järgi algab juba ninaõõnes, sest eri haistmisrakud ärrituvad eri lõhnade toimel.

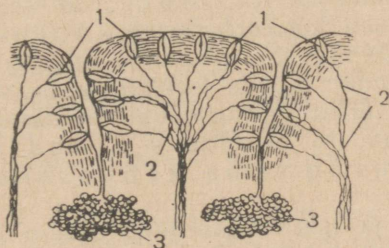


Joon. 137. Haistmiskiirkonna rakud:

- 1 — epiteelrakk;
- 2 — haistmisrakk
- (a — tema piirdeots,
- b — tsentrumipoolne ots, millelt lähtub erutust juhtiv närvikiud).



Joon. 138. Keele ülemine pind maitsmisnäsadega.



Joon. 139. Maitsmisnäsa ehitus (skeem):

- 1 — koht, kus paiknevad maitsmisrakud,
- ja 2 — nendelt lähtuvad närvikiud, mis erutust edasi kannavad; 3 — limanäärmed.

**Maitsmisanalüsaator.** Maitsmisanalüsaatori piirdeosa asetseb suuõõnes. Selle limaskestas, peamiselt keelel, paiknevad näsad, mis sisaldavad retseptoreid — maitsmisrakke (joon. 138, 139). Nende loomulikeks ärritajaiks on toidu lahustuvad osad. Seejuures tekkiva erutuse juhvivad maitsmisnärvid maitsmiskiirkonda, mis asetseb ajupoolkerade alumise pinna kooses.

Maitsmisnäsad on mitmesuguse ehitusega, mille tõttu inimesel on võimalikud neli liiki maitseäistingud, millede järgi ta eristab haput, kibedat, magusat ja soolast maitset.

Toidu maitse määramisel etendab kaunis tähtsat osa ka haistmismeel. Nohu puhul haistmine nõrgeneb ja toit näib maitsetuna.

**Nahaanalüsaator.** Nahas eristatakse kompimis-, külma-, sooja- ja valuretseptoreid (värv. tab. XII, 4).

*Kompimisretseptorid* võtavad vastu naha mehhaanilisi ärritusi puudutuse ja rõhu näol. Seejuures tekivad inimesel aistingud, millede järgi ta eristab (analüüsib) esemete kuju, suurust ja pinnamoodi. Nende aistingute kohta öeldakse, et nad on saadud *kompimismeele* kaudu.

Külma- ja soojaretseptorid kujutavad endast tundenärvide lõpmeid. Uhed erutuvad külma, teised sooja mõjul. See võimaldab inimesel kindlaks määrata õhu ja nahaga kokkupuutuvate esemete soojuse astet.

Kompimis-, külma- ja soojaretseptorid on *nahaanalüsaatori* piirdeotsteks. Tema tsentraalne ots asetseb ajupoolkerade kooses, *tunde-liigutuspiirkonnas*.

*Valuretseptorid* on tundenärvide lõpmed. Nad erutuvad mehhaaniliste, keemiliste, termiliste ja teiste ärritajate toimel. Erutus kandub peaaegu ja inimesel tekivad valuaistingud.

**Liigutusanalüsaator.** Kui inimesel, kelle silmad on kinni, painutada või tõmmata sirgeks jalga, teeb ta täiesti õigesti kindlaks selle asendi; ta saab anda paremale käele samasuguse asendi, missugune oli antud vasakule; ta asetab eksimatult nimetissõrme ninaotsale jne. Kõik see on seletatav *lihaste-liigestemeelega*.

Lihaste kokkutõmbumisel ärrituvad nendes (värv. tab. X, 7, 8) ja luude liigestes asetsevad retseptorid. Retseptorites tekkiv erutus kandub mööda tsentripetaalseid närve suurte ajupoolkerade koore tunde-liigutustsooni. Inimesel tekivad aistingud, mis võimaldavad tal eristada, s. o. analüüsida muutusi, mis toimuvad tema kehaosade asendis ruumi suhtes.

Seega tekib kehaosade asendi tajumine liigutusanalüsaatori tegevuse tulemusena. Tema piirdeots asetseb *liigutuselundite retseptorites*, tsentraalne ots — *ajupoolkerade kooses* ja vahelise osa moodustavad *tundenärvid*, mis kannavad erutust lihastelt ja liigestelt.

Mõnede haiguste puhul, mis on seotud lihaste-liigestemeele häiretega, muutub inimese kõnnak ebakindlaks, kaob tema liigutuste täpsus.

Lihaste-liigestemeele võimaldab määrata eseme kaalu. Erisuguste koormiste tõstmisel on jõud, millega lihased kokku tõmbuvad, ja järelikult ka liigutuselundeis asetsevate retseptorite ärritus erinev. Nende ärrituste analüüs, mis toimub ajukooses, võimaldabki inimesel määrata tõstetava eseme ligikaudse kaalu.

**Ulesandeid.** 1. Siduge seltsimehe silmad puhta rätikuga kinni ja andke talle kätte mingi ese. Pange seltsimehele ette määrata eseme kuju ja tema pind (sile, libe, kare). Missuguste retseptorite abil eset iseloomustati? 2. Siduge seltsimehe silmad kinni ja tehke mõned katsed: 1) Pange seltsimehe vasak

käsi mingisugusesse asendisse, tõstes selle ja painutades küünarliigeses. Tehke talle ettepanek panna samasse asendisse parem käsi. Mida näete? 2) Pange seltsimehe kätte tükk leiba ja tehke talle ettepanek see ära süüa. Kas saadud leivatükk eksimatult suuni viiakse? 3) Pange seltsimehe ühte kätte viiekümnegrammine ja teise sajagrammine viht. Tehke ettepanek määrata, kummas käes on raskem koormis. Seletage iga katse tulemused.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kus asetsevad maitsmis- ja haistmisanalüsaatori tsentraalne ja perifeerne ots? 2. Missugused aistingud tekivad naha retseptorite ärritamisel? 3. Missuguse tähtsusega on aistingud, mis tekivad liigutuselundite retseptorite ärritamisel? 4. Missuguseid osi saab eristada liigutusanalüsaatoris?

## § 54. I. M. Setšenov ja I. P. Pavlov — teadlased, kes rajasid materialistliku õpetuse kõrgemast närvitalitlusest.

**Psüühiline tegevus.** Psüühiline ehk, nagu teda sageli nimetatakse, hingeline tegevus on tõmmanud endale paljude teadlaste tähelepanu ja nad on teda seletanud erinevat moodi.

*Materialistid* arvavad, et inimese teadvus ja kõik hingevaldused pole muud kui kõrgesti arenenud materia — ajuaine funktsioon. Materia on eksisteerinud alati. Teadvus tekkis alles siis, kui elusolendite närvisüsteem oli saavutanud suure täiuslikkuse. Materia on primaarne, teadvus aga sekundaarne.

*Idealistid* arvavad, et inimese psüühiline tegevus on mittemateriaalse „hinge“ avaldus. Seda vaadet on alati toetanud religioon.

Mida enam teadus arenes, seda tugevamini kinnitas end faktiliste tõestustega materialistlik õpetus ja seda abitumana paistis idealistlik õpetus. Kogu kaasaegse füsioloogia arenemine tõestab ümberlöökkamatult, et aju on mõtlemiselund, nagu sellest kirjutas V. I. Lenin, ning mõtlemine on aju funktsioon.

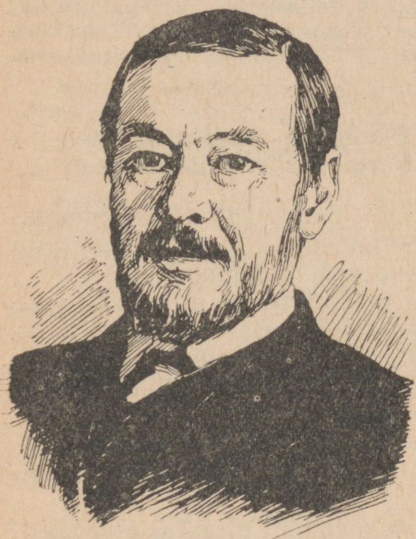
Psüühiliste protsesside olenevust ajust tõestab see, et aju mõnede piirkondade vigastamise tagajärjel inimene ei tunne ära esemeid, tal tekivad kõnehäired, ta ei oska enam korralikult kirjutada jne. On teada ajupoolkerade arenemata koorega laste sündimise juhte. Uks niisugune laps elas üle kolme aasta. Temal täheldati lihtsamaid reaktsioone: ta pigistas valguse eest silmi kinni, imes lutti, kui see talle suhu pandi jne. Kuid mingeid teadvuse tundemärke sel lapsel ei olnud ja ta ei tundnud ära tema ümber olevaid esemeid.

**I. M. Setšenov.** Esimeseks teadlaseks, kes astus välja idealistlike ja usundiliste vaadete vastu, et psüühiline tegevus on hinge avaldus, oli I. M. Setšenov.

I. M. Setšenovi peetakse vene füsioloogia isaks. Varustatuna oma aja kohta uusima uurimistehnikaga, uuris ta mitmesuguseid küsimusi, kuid erilist tähelepanu osutas ta närvisüsteemile. 1863. a. avaldas ta oma kuulsa töö „Peaaju refleksid“, mida I. P. Pavlov iseloomustas kui „Setšenovi geniaalset mõttelendu“. Selles teoses I. M. Setšenov tõestas, et inimese kogu tegevus teos-

tub reflektorsel teel: see algab välismaailma esemete ja nähtuste mõju tagajärjel ja lõpeb mingi liigutusaktiga.

I. M. Setšenov avastas psüühiliste protsesside seose füsioloogiliste protsessidega ja arvas, et isegi mõtlemise aluseks on reflektorne akt, s. o. organismi vastusreaktsioon väljastpoolt saadud ärritusele.



I. M. Setšenov (1829—1905).

Uurides organismi reflektorset tegevust tegi I. M. Setšenov kindlaks, et välisärritajate mõjul tekib närvisüsteemis mitte ainult erutus, vaid ka *pidurdus*. Selle tagajärjel nii pea- kui ka seljaaju mitte ainult et kutsuvad esile elundite tegevuse, vaid ka *pidurdavad* seda: nõrgendavad, aeglustavad ja isegi lõpetavad täielikult.

I. M. Setšenovi vaated olid sügavalt revolutsioonilised ja kutsusid esile kiriku ja kõigi idealismi pooldajate kallal tunges, kes õigesti nägid tema õpetuses hoopis oma maailma-vaate tugialuste pihta. Seda pole ka imestada, sest I. M. Setšenov käsitas psüühilist tegevust aju omadusena ja eitas sellega „jumaliku hinge“ olemasolu.

Tsaari-ametnikud tahtsid korraldada I. M. Setšenovi kohtuliku jälitamist. Nad sundisid teda kaks korda loobuma töötamisest Peterburis — alul Meditsiinilis-Kirurgilises Akadeemias, pärast ülikoolis, keelasid tal pidada loenguid Pretšistenka töölikursustel Moskvas.

**I. P. Pavlov.** I. M. Setšenovi idee, et peaju talitus on reflektorse iseloomuga, leidis endale edasiarendamise I. P. Pavlovi kõrgema närvitalitluse õpetuses.

Uurides seedekanali talitlust avastas I. P. Pavlov, et süljenõristus toimub koeral mitte ainult vastusena suuõõne retseptorite ärritamisele toiduga. See algab veidi varem: toidu nägemisel ja haistmisel. Niisugust süljenõristust nimetati *psüühiliseks* ja seletati koera mitmesuguste elamustega. Koer, rääkisid zooloogid, naudib toidu välimust ja lõhna, tunneb ette selle söömise mõnu, teab, et toit on tal varsti suus jne. Pole raske märgata, et kõigis neis seletustes omistati loomale kõike seda, mida seesugustel juhtudel tunneb inimene.

Püüdes anda psüühilisele süljenõristusele rangelt teadusliku, faktidele, mitte aga meelevaldseile oletustele rajatud seletuse,

läks I. P. Pavlov üle kesknärvisüsteemi talitluse uurimisele. Sellele uurimistööle pühendas ta 35 aastat oma elust. Kuni 1917. aastani, tundes alatist ainelist kitsikust, ei saanud I. P. Pavlov korraldada oma tööd küllalt laiaulatuslikult. Nõukogude valitsus V. I. Lenini isikus võttis tarvitusele kõik abinõud soodsaimate tingimuste loomiseks tema töö jaoks. Seepärast langeb õitseage I. P. Pavlovi tegevuses peaaegu talitluse uurimise alal tema elu viimasele 15 aastale.

1923. aastal avaldas I. P. Pavlov oma kuulsa „Kahekümneaastased kogemused loomade kõrgema närvitalitluse objektivse uurimise alal“. Raamatul oli erakordne menu. Seda loeti, uuriti, selle üle vaieldi. 1927. aastal ilmus õpetuse kõrgemast närvitalitlusest põhiväidete süstemaatiline esitus: „Loengud peaaegu suurte poolkerade tööst“.

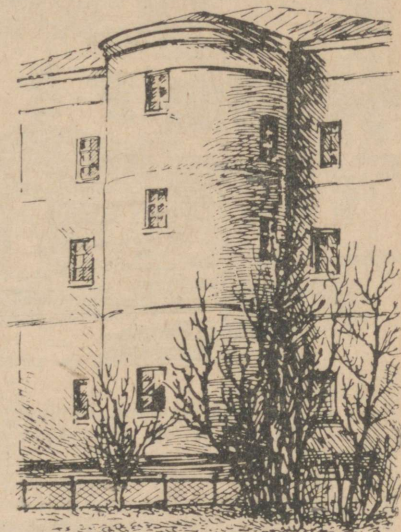
Mõlemad I. P. Pavlovi tööd on pühendatud loomade käitumist määravaile närvisüsteemi keerukamaile reaktsioonidele. Neis raamatutes on kirjeldatud katsed, mis näitavad, et „psüühiline“ süljenõristus loomadel, nagu ka suur hulk teisi reaktsioone, mis kandsid „psüühiliste“ nimetust, pole muud kui tingitud refleksi. I. P. Pavlov tõestas, et loomade käitumist ei määra mitte nende elamused

või mõtisklused, vaid väliskeskkonnast pärit ärritajate toime. Seoses sellega asendas I. P. Pavlov isegi termini loomade *psüühiline tegevus* terminiga *kõrgem närvitalitus*.

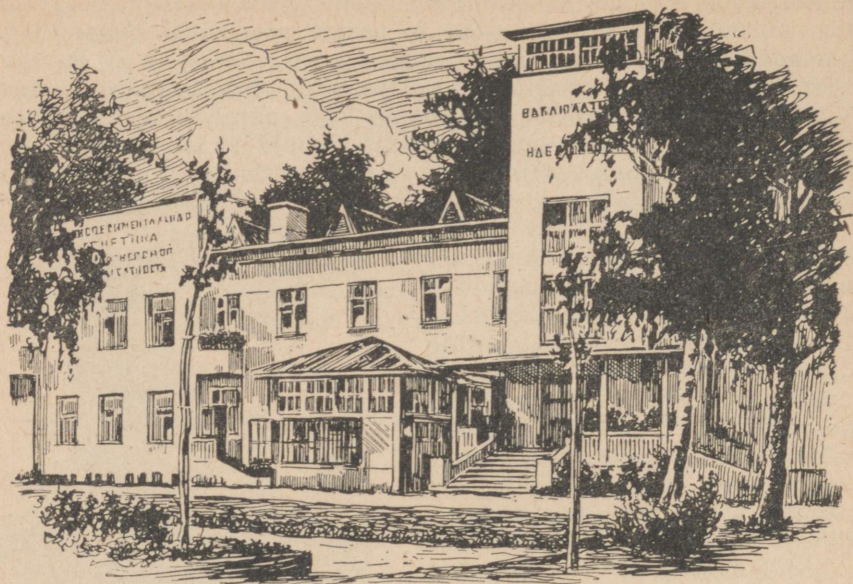
Oma elu viimaseil aastail uuris I. P. Pavlov inimeste käitumist ja tegi kindlaks, et inimese „hingeline“ tegevus oleneb peaaegu koostisest toimivaist füsioloogilistest protsessidest.

Seega I. M. Setšenovi idee, et psüühiliste protsesside aluseks on reflektorsed reaktsioonid, tõestas I. P. Pavlov katsete korraldamise teel loomadega ja otseste vaatlustega inimeste juures.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas seletavad inimese psüühilist tegevust idealistid ja materialistid? 2. Millega saab tõestada psüühilise tegevuse olemevust peaaegust? 3. Kuidas käsitas inimese psüühilist tegevust I. M. Setšenov? 4. Miks raamat „Peaaegu refleksiid“ kutsus esile I. M. Setšenovi tagakuulsa? 5. Missugustes teostes on esitatud I. P. Pavlovi õpetus loomade kõrgemast närvitalitlusest? 6. Kuidas seletas I. P. Pavlov loomade psüühilist tegevust?



Joon. 140. „Vaikimistorn“ — laboratooriumid, kus I. P. Pavlov hakkas uurima loomade kõrgemat närvitalitlust.



Joon. 141. Koltuši (praegu Pavlovo) — „tingitud reflekside pealinn“. Instituut, mis ehitati nõukogude võimu ajal I. P. Pavlovi töö jaoks.

## § 55. Tingitud reflekside kujunemine loomadel.

**Tingimatud refleksid.** Organismi reaktsioonid väliskeskkonna mõjudele võivad avalduda kas tingimatute või tingitud reflekside kujul (vt. lk. 102).

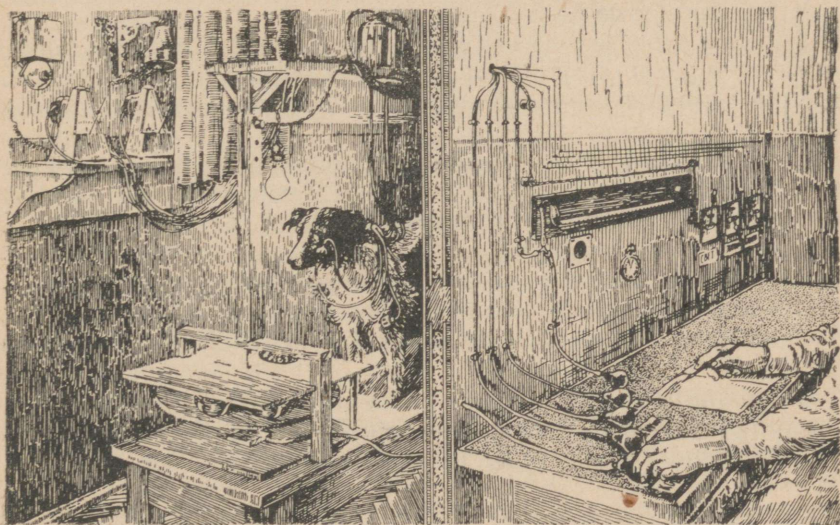
*Tingimatute reflekside* arv loomadel on väga suur. Nende seas eristatakse toite-, kaitse-, orienteerumis- ja teisi reflekse. *Toite-reflekside* hulka kuuluvad mälumis-, imemis-, neelamis-, süljenõristusrefleks ja paljud teised. *Kaitserefleksid* avalduvad näiteks selles, et koer põgeneb või paljastab hambaid, kui teda kepiga lüüakse, tõmbab ära käpa, kui seda torgatakse. *Orienteerumis-reflekside* hulka, mida I. P. Pavlov nimetas piltlikult „mis see on refleksiks“, kuuluvad õhu nuusutamine uue lõhna puhul, kõrvade teritamine ja pea pööramine valguse — või heliallika poole, tundmata toiduaine proovimine jne.

Tingimatud refleksid on liigipärased, s. o. igaüks neist on olemas kõigil liigi isenditel. Nad on kaasasündinud, p ä r a n d a t a k s e e d a s i ja tulevad vältimatult nähtavale igal tervel normaalsel loomal tema elu teatud hetkel, kui toimib neid esilekutsuv ärritaja (toit, oht jne.). Nende reflekside teostumine on seotud kesknärvisüsteemi alamate osade — seljaaju, peaaju tüve ja ajukese — talitlusega.

**Tingitud refleksid.** Tingitud reflekside näiteks võib olla sülje- ja maomahlanõristus toidu nägemisel koeral (vt. lk-d 102, 106). *Tingitud refleksid* erinevad tingimatuist selle poolest, et nad on individuaalsed, isendipäraseid: liigi ühtedel isenditel neid võib olla, teistel nad puuduvad. Need reaktsioonid on omandatud, s. o. nad tekivad looma elukogemuste tulemusena. Tingitud refleksid imetajail on peaaegu poolkerade koore funktsioonideks; koore kõrvaldamisel operatsiooni teel nad kaovad.

Tingitud reflexi kujundamiseks mõnele ärritajale on vaja, et selle toime langeks mitu korda ühte mõne tingimatut reflexi esilekutsuva ärritaja toimega. Nii näiteks koeral, kes pole saanud liha ega leiba, ei põhjusta nende nägemine ja lõhn toitereaktsiooni. Kuid nende toiduainete nägemine ja lõhn hakkavad esile kutsuma süljenõristust, kui nende täitmisega on mitu korda kaasnenud söötmine (vt. lk. 102).

Tingitud ärritajaid, mis kutsuvad esile omandatud refleksid, nimetatakse sageli *signaalideks*: nad otsekui signaliseeriksid toidu, ohu jm. olemasolekust.



Joon. 142. Kamber süljenõristusreflexi uurimiseks:

Vasakul — helikindel kamber katsealuse loomaga. Paremal — ruum, milles töötab katsetaja, kes on loomast täiesti isoleeritud. Katsetaja töölaual on seadmed, mille abil ta paneb käiku mitmesuguseid koeraga ühes ruumis asetsevaid ärritajaid ja lükkab tema ette nõu toiduga, mis toetab tingitud reflexi. Katsetaja käsutuses on aparaadid, mis märgivad ja registreerivad pöörleval silindril koera reaktsioone. Töölaual kohal paikneb horisontaalne klaastoru. See on pneumaatiliselt ühendatud väikese klaasnõuga, mis enne katse algust kleebitakse koera põse külge nahapinnale juhitud süljenäärmejuha vastu. Skaala järgi, millele on kinnitatud klaastoru, loetakse väga täpselt süljehulka, mille koer nõristab selle või teise ärritaja toimel. Koera kambrit ja katsetaja ruumi eraldavasse seinu paigutatud periskoobi kaudu on võimalik vaadelda katsealuse koera kõiki liigutusreaktsioone.

Tingitud refleksid kujunevad ka niisugustele ärritajaile, mis ei ole orgaaniliselt seotud tingimatute ärritajatega, kuid mingisugustel põhjustel kaasnevad nendega. Nii näiteks, kui enne koera söötmist süüdata lamp või sügada tal käppa, siis saavad lambivalgus ja käpa sügamine pärast mõnekordset söötmisega kaasnemist süljenõristust esilekutsuvaiks tingitud refleksideks ehk signaalideks (joon. 142).

Tingitud refleksid kujunevad ka siseelundite ärritustele. Vee viimine looma makku ja selle pärastine imendumine verre suurendab kuseeritust. Vesi on neerudele tingimatuks ärritajaks. Kui vee sisseviimisega kombineerida püsivalt kellahelinat, siis saab see heli tingitud ärritajaks ja kutsub iseendast välja suurenenud kuseerituse.

**Ajutiste sidemete kujunemine.** Tingitud reflexi kujunemiseks on vaja ajutise närvisideme kujunemist peaaegu koore nende piirkondade vahel, mis tingelise ja tingimatu ärritaja toimel erutuvad. Nende piirkondade vahel peab toimuma, nagu rääkis I. P. Pavlov, lülitumine. Ainult siis tekibki tee, mida mööda tingitud ärritaja toimel tekkinud erutus võib minna tingimatute reflekside tsentrumiteni ja kutsuda esile organismi selle või teise tegevuse. Seletame seda näite varal.

Kui koer sööb, ärritab toit keele retseptoreid. Viimastes tekkiv närvierutus jõuab süljeeritustsentrumini piklikus ajus. Siit läheb ta süljenäärmesse ja kutsub esile selle talitluse. See on tingimatu refleks.

Igal ajutüves asetseval tsentrumil on side ajupoolkerade koorega. Seepärast kutsub pikliku aju süljeeritustsentrumi ärritus esile erutuse ka ajukoore toitumistsentrumis (värv. tab XVI, I).

Koera ees süüdatud elektripirni valgus ärritab silma retseptoreid. Viimastes tekkinud erutus kandub ajupoolkerade kuklasagara nägemistsoonidesse ja siin tekib erutuskolle (värv. tab. XVI, II). Seejuures täheldatakse orienteerumisreflexi (liigutust, pea pöörämist).

Lambi süütamine üheaegselt koera söötmisega põhjustab kahe erutatud piirkonna tekkimise tema ajupoolkerade kooses; üks asetseb nägemispiirkonnas, teine toitumistsentrumis (värv. tab. XVI, III).

Kui valgusärritaja toime ühendatakse korduvalt söötmisega, kujuneb ajukoore kahe erutunud piirkonna vahel ajutine side, s. o. toimub lülitus. Seejuures läheb närvierutus silma retseptoritelt nägemistsentrumisse; sealt läheb ta üle ajukoore toitumistsentrumisse; toitumistsentrumist kandub erutus süljenõristustsentrumisse ja jõuab süljenäärmeini, kutsudes esile nende töö. Nüüd hakkab süljeeritus toimuma juba üksinda lambi süütamisel, sest selle valgus on muutunud tingitud ärritajaks, toidu signaaliks (värv. tab. XVI, IV).

Lülitus tingitud ja tingimatuid ärritajaid aistivate piirkondade

vahel toimub ajukooses. Seepärast kaovad pärast ajukoore eemaldamist kõik elu jooksul kujunenud tingitud refleksid.

Tingitud reflekside kujunemist põhjustavate ajutiste närvisidemete kujundamine on kõrgemal selgroogseil ja inimesel suurte ajupoolkerade koore põhitalitluseks.

**Ulesandeid.** 1. Analüüsige kassi või koera käitumist päeva jooksul; leidke selles tingitud reflekside avaldusi. 2. Looge koeral tingitud liigutusrefleksid kausi näitamisele. Selleks andke talle süüa ühest ja samast kausist, mis pärast söömist ära koristage.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mille poolest erinevad tingitud refleksid tingimatuist? 2. Mida on vaja tingitud reflekside kujunemiseks? 3. Kuidas kujuneb ajutine side ajupoolkerade koore kahe piirkonna vahel (seletada värv. tab. XVI järgi)?

## § 56. Loomade käitumine.

**Toidu hankimine.** Kui kiskja viib oma pojad jahile, siis langeb nendel tingimatu ärritaja — toit — alati ajaliselt ühte terve rea sellele eelnevate ärritajatega. Nende hulka kuuluvad veel nägemata tagaetava looma lõhn, tema hääliksused, tema liigutuste tekitatav kahin, temast jäänud jäljed, viimaks looma nägemine. Nende ärritajate korduvad kombineerumised hangitava toiduga põhjustavad nendel tingitud reflekside kujunemise. Need tingitud refleksid aitavad noorel loomal otsida oma saaki üles iseseisvalt.

Lõhnad, hääled ja muud ärritajad, mis on seotud loomaga, kellele peab jahti kiskja, sunnivad teda olema valvas, peituma, varitsema, valmistuma kiireks ja jõuliseks hüppeks. Niisuguses käitumises nähakse sageli kiskja mõistuse ja kavaluse avaldust, tehakse mõnikord oletusi tema elamuste, tundmuste ja muu kohta. I. P. Pavlovi õpetus tingitud refleksidest annab kõigele sellele sootuks teistsuguse, rangelt teadusliku seletuse.

Kiskja retseptoreis tekib närvierutus, mis ajupoolkerade vastavate tsentrumite kaudu kandub üle lihastesse. Saabunud erutuse mõjul lihased tõmbuvad kokku; see põhjustab mitmesuguseid liigutusi, mis moodustavad looma käitumise.

Elu jooksul tingitud reflekside arv suureneb ning mida rohkem neid kujuneb, seda kergemini kiskja hangib endale toitu.

**Kaitse vaenlaste vastu.** Vaenlase kallaletungiga seotud valuärritused kutsuvad loomal esile tingimatuid kaitsereflekse, mis avalduvad liigutustes. Uheaegselt tugevneb südame tegevus, ahevad veresooned ja tõuseb vererõhk, väheneb kuseeritus jne. Kõik need muutused siseelundite tegevuses viivad organismi seisukorda, mis on kaitseks kõige kasulikum.

Samasugused muutused toimuvad organismis ka igasuguste valuaistingutega kombineeruvate ärrituste mõjul. Nii näiteks on kiskja nägemine, tema hääliksused, lõhn, jäljed maapinnal ärritajad, mis kutsuvad taimtoidulistel loomadel esile tingitud kaitsereflekse. Sellised refleksid avalduvad liigutusreaktsioonides ja kõigi siseelundite tegevuses. See aitab loomal hoiduda kohtumi-

sest vaenlasega (põgeneda) või valmistab tema organismi ette kaitseks.

Siin, nagu ka kiskja tingitud toitereflekside puhul, ei tingi taimtoidualise looma käitumist mitte tema tundmused, elamused, hirm või millegi ootamine. Looma liigutusreaktsioone, muutusi vereringes ja erituses kutsuvad esile närvierutus. Erutus tekib nägemis-, kuulmis- ja haistmisretseptoreis, kandub ajupoolkerade kooreni ja juhitakse selle poolt üle mitmete siseelundite poole suunduvaile närviteedele.

**Refleksid — loomade käitumise alus.** Mistahes muutused väliskeskkonnas ja organismi talitlustes võivad saada tingitud ärritajaks, kui nad kombineeruvad tingimatu ärritajate toimega. Iga sugused värvused, lõhnad, helid, esemete mitmesugune valgustus, maastik, õhutemperatuur, muutused lihaskonna ja siseelundite seisukorras ning teised kõige mitmekesisemad tegurid, saades toidu ja ohu signaalideks, määravad loomade käitumise.

Tingitud ärritajaks võib olla ka aeg. Kui anda koerale iga 10 minuti tagant portsjon kuivikuid, siis pärast niisugust korduvat perioodilist toiduandmist hakkab loom nõristama sülge ja maomahla täpselt 10 minuti möödumisel viimast toiduandmisest isegi toidu puudumisel. Füsioloogiliseks ärritajaks on antud juhul see erutuse järg keskärrisüsteemis, mis jääb pärast söötmist. See jälg väheneb pikkamööda ning tema teatud tugevus on 10 minutit pärast söömist tingitud refleksiks.

Iga refleksi, mis on kujunenud tingitud refleksi tingimatu refleksiga toetamise tulemusena, nimetatakse *esimest järku tingitud refleksiks*. Kellahelin, mida alati kombineeritakse koera söötmisega, põhjustab niisuguse refleksi tekimist. Kui nüüd enne kella helisemist sügada koera nahka, siis toimub nende kahe ärritaja korduva kombineerimise tulemusena süljenõristus juba sügamisel, veel enne kella kasutamist. See on *teist järku refleks*, kuna sügamist toetab mitte tingimatu ärritaja, vaid esimest järku tingitud ärritaja. Teist järku tingitud refleksil kui alusel on võimalik kolmandat järku refleksi kujundamine.

Seega looma elu jooksul kujunevate tingitud reflekside arv on äärmiselt suur. Mida rohkem neid loomal on, seda keerukam on tema käitumine ja seda paremini on ta kohanenud oma elutingimustega ja olemusvõitluses.

Loomade käitumist seletati mitte ainult nende tundmuste ja elamustega. Idealistid arvasid, et seda määrab eriline materias sõltumatu „elujõud“. See seletus liitus juba puhtreligioosete kujutlustega maailma juhtivast jumalast.

I. P. Pavlovi suurim teene on selles, et ta lükkas ümber kõik need idealistlikud ja religioossed käsitused. Rangelt teaduslikult, tohutu suure hulga katsete korraldamisega ta tõestas, et loomade käitumist määravad ajupoolkerade koore funktsioonid. Need funktsioonid väljenduvad ajutiste sidemete loomises välismaailma nähtuste ja mitmesuguste elundite funktsioonide vahel.

**Loomade dresseerimine.** Loomade dresseerimine on rajatud tingitud reflekside loomisele nendel mitmesugustele signaalidele, mis eelnevad tingimatu ärritajale (toitumis-, kaitseärritusele).

Näiteks koera püstitõusmine tagumistele jalgadele käskluse järgi „valvel“ on tingitud refleks. See kujuneb käskluse kõla korduvast kombineerimisest looma pea kohale tõstetud toidu andmisega.

Teine näide. Tsirkuse areenile etteantud rongi jooksevad hiired. Sinistesse vagunitesse lähevad hallid, punastesse valged hiired. Dresseerimist korraldatakse nõnda, et halle hiiri söödetakse sinistes, valgeid punastes vagunites. Pärast niisugust korduvat söötmist kujuneb hiirtel tingitud refleks vagunite teatud kujule ja värvusele.

Dresseerimisel on suur majanduslik tähtsus. Hobuseid näiteks õpetatakse välja koormate vedamiseks ja põllul töötamiseks, koeri söitmiseks, jahipidamiseks, valvamiseks jne.

**Ulesandeid.** 1. Tuletage meelde teile tuntud loomade bioloogiat. Katsuge leida nende käitumises tingitud reflekside avaldumist, 2. Tuletage meelde dresseeritud loomi, keda olete näinud. Rakendage I. P. Pavlovi õpetust tingitud refleksidest nende dresseerimise seletamiseks.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Kuidas seletati loomade käitumist enne I. P. Pavlovi tööde avaldamist? 2. Kuidas saab seletada I. P. Pavlovi õpetuse alusel kiskja ja selle looma käitumist, kellele ta jahti peab? 3. Kuidas kujunevad teist ja kolmandat järku refleksid? 4. Millest oleneb loomade käitumise keerukus? 5. Mida kujutab endast loomade dresseerimine?

## § 57. Tingitud reflekside pidurdumine.

**Tingimatu pidurdumine.** Mitmesugused organismile mõjuvad ärritajad võivad kutsuda närvisüsteemis esile mitte ainult erutuse, vaid ka pidurduse (vt. lk. 80).

Tingitud ärritajaga samaaegselt tekkinud heli häirib sageli koeral kujunenud tingitud refleksi ja võib kutsuda esile selle ajutise kadumise. See nähtus on seletatav *pidurdusprotsessi* arenemisega aju poolkerade koos (värv. tab. XVI, V).

Metsloom lakkab toitu otsimast ja poeb peitu, kui haistab kiskja lõhna. See nähtus on ärritaja, mis kutsub esile pidurduse toiterefleksidega seotud ajupoolkerade koore rakkudes.

Samasugune nähtus esineb ka väga tugevate tingitud reflekside rakendamise juhul. Näiteks kui paljugi püütakse toetada söömisega teravat kärsti heli, ei saa paljudel koertel luua sellele tingitud toiterefleksi. Tugeva ärritaja toimel tekib ajupoolkerade koos mitte erutus, vaid pidurdus.

Pidurdust, mis tekib korraga, ärritaja esimesel toimel, nimetas I. P. Pavlov *tingimatuks*.

Tingimatu pidurduse osatähtsus loomade elus on äärmiselt suur. Surudes alla looma üht talitlust, annab ta võimaluse teise avaldamiseks. Näiteks ilvese lõhn pidurdab põdra toiduhankimisega seotud talitlemist, see-eest aga ilmneb täies ulatuses orientatsioonireaktsioon. Põder jääb seisma, teritab kõrvu, tõmbab sõõrmeisse õhku, kuulatab, vaatab ringi. See võimaldab talle õigeaegselt märgata ohtu ja sellest ära pääseda.

Liiga tugevate ärritajate toimel tekkival pidurdusel on tähtsus *kaitkena*. Ta kaitseb neil juhtudel närvirakke võimalikust kurtumusest.

**Tingitud pidurdus.** Tingimatust pidurdusest tuleb eristada *tingitud pidurdust*, mis nõuab väljakujundamist ja tekib peaaegu kooses aeglaselt ning vähehaaval, Vaadeldgem niisuguse pidurduse mõningaid juhte.

Koortel loodi kindel süljeeristusrefleks käpa sügamisele. Kui kasutada tingitud ärritajat (sügamist), ilma et sellega käiks kaasas toit, siis igal temaga mõjutamise puhul on süljeeritus üha väiksem ja lõpuks lakkab. See on seletatav asjaoluga, et areneb aeglane tingitud pidurduse kujunemine. Iga katsega pidurdus suureneb, kuni ta lõplikult surub alla refleksi.

Kiskjal, kes hangib oma toitu teatud metsaosas, on rida tingitud reflekse, mis on seotud tema jahipidamise kohaga. Kui loomad, kelle peale ta jahti peab, muudavad oma asupaika, siis tingitud pidurduse tõttu varem olnud refleksid pikkamööda kaovad ja ta lakkab käimast endisel jahipaigal.

Kui mõnd helitooni, näiteks do'd kombineerida tingimatu ärritaja toimega ja teist temale lähedast tooni re'd jätta toetamata, siis esialgu kutsuvad mõlemad toonid esile ühesuguseid tingitud reflekse. Kuid katse mitmekordsel kordamisel jätkab toon „do“ kutsumast esile normaalset refleksi, toonile „re“ vastav reaktsioon aga nõrgeneb üha enam ja viimaks lõpeb. Käesoleval juhul toimub kahe nõrga ärritaja *eristamine* (analüüs). Selle tõttu on ühe, varem erutust esile kutsunud (toetamata) ärrituse kasutamise tagajärjeks tingitud pidurduse järkjärguline arenemine.

Pisut varem oli kõnet sellest, kuidas noorel kiskjal kujunevad tingitud refleksid (vt. lk. 175). Need ei omanda lõplikku kuju korraga. Algul reageerib loom positiivselt kõige mitmesugusemaile lõhnadele, helidele, kahinatele ja jälgedele, millest loodus kubitseb. Kuid mõnesid neist ärritajaist toetab pidevalt hangitud toit, teised aga, vahest neile väga lähedasedki, sellise toetuse osaliseks ei saa, kuna nad ei kuulu jahiobjekti juurde. Mõne aja pärast jäävad kiskjal püsima tingitud refleksid ainult nendele lõhnadele, helidele, kahinaile ja jälgedele, mis on seotud tema ohvriga. Ülejäänud lõhnadele, helidele, kahinaile ja jälgedele kujuneb kiskjal pikkamööda pidurdus.

Tingitud pidurduse tõttu loom lakkab reageerimast signaalidele, millega ei käi enam kaasas tingimatu ärritaja ja mis on järelikult oma tähtsuse loomale kaotanud.

Tingitud pidurdus võimaldab loomal eristada mitmesuguseid ärritajaid ning reageerida neist nendele, mis signaliseerivad ohust või toidu käepärasusest, teistele aga, mis on esimestele lähedased, kuid pole seotud ohu või toiduga, mitte reageerida.

Kui tingitud pidurdust poleks olnud, oleks looma kogu tegevus korratu ja koosneks hulgast kasutuist ja isegi kahjulikest reaktsioonidest.

Kui tingitud reflekside kujunemine looma elus suurt osa etendab, siis pole ka nende pidurdumine vähema tähtsusega. Tingitud

reflekside kujunemine ja nende pidurdumine on vastupidised ning samal ajal teineteisega seotud protsessid. Ainult nende mõlemate olemasolek kindlustab organismi täpse ja üksik asjalise orienteerumise alatiselt muutuvais olelustingimustes.

**Ulesandeid.** 1. Koera söötmise ajal laske tuppa võõras kass. Missugused muutused koera käitumises tekivad ja kuidas saab neid seletada?

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid pidurduse liike eristas I. P. Pavlov; mis kumbagi neist iseloomustab? 2. Missuguse tähtsusega on tingimatu pidurdus (seletage näidete varal)? 3. Missuguse tähtsusega on tingitud pidurdus (seletage näidete varal)? 4. Miks loomade tegevus oleks pidurdusprotsessi puudumisel korratu?

## § 58. Inimese kõrgem närvitalitus.

**Tingitud reflekside kujunemine ja pidurdumine.** Inimesel hakkavad tingitud refleksid kujunema alates teisest kuust. Näiteks, kui võtta imik sülle selles asendis, milles teda hoiab ema, hakkab ta tegema imemisliigutusi; kui laps saab emapiima kindlate ajavahemike järel, ärkab ta nende möödudes ja muutub rahutuks. Lapsel on tingitud reflekse häälele, valgusele jne.

Mistahes väliskeskkonnast pärit ärritaja kombinatsioon tingimatu reaktsiooniga loob inimesel nagu loomadelgi ajutise sideme kahe erutuskolde vahel ajupoolkerade koos, s. o. tekitab tingitud refleksi. Tingitud reflekside hulk on seepärast inimesel väga suur.

Inimesel toimub ka reflekside pidurdumine. Oletagem, et käterätik, mis alati asetseb paremal pool veekraanist, on riputatud ümber vasakule. Algul hakkab inimene pärast pesemist sirutama kätt paremale. Varsti siiski see tingitud refleks pidurdub. Inimene hakkab ilma mõtlemata võtma rätikut selle uuest asukohast.

Nõnda toimub tingitud reflekside abil inimese tegevuse kohanemine talle mõjuvatele väliskeskkonna teguritele.

Tingitud reflekside kujunemine ja pidurdumine tõendavad, et inimesel nagu loomadelgi tekib ajupoolkerade koos alatasa kaks närviprotsessi — *erutus* ja *pidurdus*.

**Sõna tingitud ärritajana.** Erinevalt loomadest kujunevad inimesel tingitud refleksid mitte ainult looduslikust keskkonnast pärit ärritajaile, vaid ka neid tähistavaile *sõnadele*. Süljeeritus toimub inimesel näiteks mitte ainult toidu nägemise ja lõhna puhul, vaid sellest kõnelemisel.

Tingitud reflekside tekkimine sõnadele on seletatav sellega, et kõnelema õppimisel kombineeruvad inimesel esemed ja nähtused nende tähistustega sõnade abil. Seejuures inimene, erinevalt loomast, ei reageeri sõna kõlale, vaid *mõttele*, sellele, mida sõna *üldistab*. Nii näiteks inimesel kujunenud süljeeritusrefleks saia nägemisele avaldub nii sõna „sai“ kui ka mõnd saia liiki tähen-

dava sõna („stritsel“) puhul. Seejuures on täiesti ükskõik, kas neid sõnu öeldakse või on nad kirjutatud. Tagumistele jalgadele sõna „sitsi!“ puhul tõusev väljaõpetatud koer ei reageeri kuidagi käsklusele „tõuse püsti!“

Tingitud reflekside kujunemine sõnale on seotud ühiskondliku tööga, mis kutsus inimestel esile artikuleeritud kõne. Sõnade suur hulk, millele inimene nii või teisiti reageerib, oleneb tema suurte ajupoolkerade koore väga ulatuslikust arenemisest: selles kujunevad ajutised sidemed, mis on vajalikud tingitud reflekside kujunemiseks.

Sõna kui ärritaja põhjustab inimesel lõpmatult suure hulga tingitud reflekside kujunemise. Nendel põhineb õpetus, kasvatamine, distsiplineerimine, töövõtete, iga päev korduvate tegude, harjumuste omandamine. Need refleksid määravad inimese käitumise, kui talle mõjuvad sotsiaalse keskkonna tegurid: nõuded, mida esitavad perekond, kool, ümbruskond, milles ta elutseb, käitis jne.

**Abstraktne mõtlemine.** Inimene võib abstraherida esemete eriomadusi ja leida nende üldomadusi. Need omadused ta üldistab mõisteiks, mida ta väljendab ühe või teise sõna abil. Näiteks abstraherides vahet kase ja pärna vahel, mis maja ees kasvavad, avastab inimene nende ühiseid omadusi ja loob mõiste, mida väljendab sõnas „puu“. Abstraherides vahesid jõe, mäeaheliku, oru ja künka vahel üldistab inimene nende omadused mõistes, mida väljendab sõnades „maakoha pinnamood“. Seega iga sõna on üldistus.

Üldistades mitmesuguste nähtuste omadusi, on inimene võimeline avastama seadusi, millede alusel nad toimuvad. Toome ainult ühe näite. Võimalike keemiliste reaktsioonide arv on lõpmatu. Mitmesugused on nendest osa võtvad ained, nende puhul toimuvad nähtused ja lõpptulemusena moodustuvad saadused. Ent inimene on avastanud selle ühise, mis kõiki keemilisi nähtusi ühendab. See on selles, et reaktsiooni astuvate ainete kaal on alati võrdne moodustuvate ainete kaaluga. Nii avastas M. V. Lomonossov juba XVIII sajandil mateeria jäävuse seaduse.

Avastades looduses ja ühiskonnas valitsevaid seadusi võib inimene ette näha eelseisvaid sündmusi, valmistudes nendeks, kasutada neid enda huvides.

Inimese üldistusvõime on teda loomadest eristava *abstraktse mõtlemise* põhিতunnuseks.

**Käitumine.** Inimese käitumine, mis on lahutamatult seotud kõrgelt arenenud abstraktse mõtlemisega, koosneb sihikindlaist tegudest. K. Marx väljendas seda nõnda: „Ämblik sooritab operatsioone, mis sarnlevad kangru omadega, ja mesilane oma vahakärgede ehitusega teeb häbi mõnedele inimesest ehitusmeistrile. Mis aga juba algusest peale tõstab halvima ehitusmeistri kõrgemale parimast mesilasest, on see, et enne kärje ehi-

tamist vahast on ta selle oma peas juba valmis ehitanud. Tööprotsessi lõpul saadakse tulemus, mis juba selle protsessi algul oli olemas töölise kujutluses."

Seaduste avastamise võime tõttu alistab inimühiskond tööprotsessis endale loodust, valitseb selle üle, kohandab seda enda ainelistele vajadustele. Selles on inimese käitumise kvalitatiivne erinevus loomade käitumisest.

Paljut, mis on seotud inimese psüühilise tegevusega, pole teadus veel selgitanud. Kuid I. M. Setšenov ja I. P. Pavlovi töödega on kindlaks tehtud peamine: inimeste käitumist ei määra „jumalik tunnetamatu hing“. Ta on peaaegu kõrgestiorganiseeritud aine funktsioon. Nagu iga teinegi loodusnähtus allub inimese käitumine kindlaile seadustele ja on uuritav.

**Ulesanded.** 1. Tuletage meelde oma toimingud päeva jooksul. Leidke tingitud reflekside avaldumine asemelt tõusmisel, rõivastumisel, pesemisel, kooliminekuks ettevalmistumisel. Missugused tingitud refleksid määravad teie käitumist klassis, tänaval, kodus? Tooge näiteid tingitud reflekside kujunemise kohta kirjutamise õppimisel, maakaardi tundmaõppimisel jne. Kas pole teil tingitud reflekse ajale? 2. Tooge näiteid tingitud reflekside kohta, mis kutsuvad esile mõnd tegevust ja pidurdavad seda.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused protsessid toimuvad inimese ajupoolkerade kooses, mida ühist on loomade ja inimese närvitallitluses? 2. Kuidas reageerivad sõnale inimene ja loom? 3. Mis iseloomustab inimese abstraktset mõtlemist? 4. Mille poolest erineb inimese käitumine looma omast?

## § 59. Närvisüsteemi tervishoid.

**Päevarežiim.** Närvisüsteem reguleerib kõiki füsioloogilisi funktsioone, kindlustab organismi sidemeid keskkonnaga, määrab tema töövõime. Närvisüsteemi talitluse häired võivad põhjustada mitmesuguseid haigestumisi, olla vigastuste põhjuseks töö juures, mõjutada inimese käitumist ja töövõimet. Seepärast on väga tähtis luua närvisüsteemi talitlusele soodsaid tingimusi. Neist tingimustest tähtsaimaks on range kinnipidamine päevarežiimist. Töö, aktiivse puhkuse ja une korrapärane vaheldumine tekitab hulga üksteisega seotud tingitud refleksse, mis märgatavalt kergendavad kõigi eluprotsesside kulgemist ning järelikult vähendavad ka närvisüsteemi koormust.

**Töö.** Iga liiki töö mõjutab inimese närvisüsteemi positiivselt, sellal kui tegevusetus seda lõpptulemusena kängu viib. Ent töö peab olema kindlal viisil korraldatud. Selle normaalne kestus täiskasvanud inimesel on 8 tundi. Õpilased töötavad olenevalt vanusest 4 kuni 8 tundi päevas, kusjuures ligikaudu  $\frac{2}{3}$  sellest ajast langeb õppetööle koolis ja  $\frac{1}{3}$  kodus.

Tööd tuleb tingimata katkestada puhkamiseks ja söömiseks. Tehastes ja asutistes korraldatakse tööpäeva kestel lõunavaheaeg. Õpilaste tööpäeva katkestatakse igal tunnil mitmesuguse pikkusega vaheaegadega, mis on määratud puhkuseks. Vaheaega-

del ei tohi lugeda, lahendada ülesandeid, korrata koduseks õppimiseks ülesantud tükke, vaielda eelseisva õppetunni teemadel jne.

**Puhkus.** Puhkus võtab enda alla kutselisest tööst või õppimisest vaba aja. Puhkust ei tule kujutleda täieliku rahu ja tegevusetusena. Suurepäraseks ja sunduslikuks puhkuse viisiks on jalutamine. Õpilaste jaoks on see 3—4 tundi päevas. Vaimse töö inimestele, samuti õpilastel on kasulik tegelda jõudeajal värskes õhus mitte väga väsitava kehalise tööga. Aktiivseks puhkuseks võib olla sport. Raamatukogude, klubide, kultuuripaleede, teatrite, pioneerimajade, tehniliste ja noorte naturalistide jaamade lai võrk võimaldab nii täiskasvanuile kui ka lastele veeta jõudeaega suurima kasuga puhkuseks ja kultuuriliseks enesearendamiseks. Tuleb silmas pidada, et teatrite ja kinode sagedasel külastamisel võib olla soovimata tagajärgi — närvisüsteemi ülierutamine.

**Uni.** I. P. Pavlovi õpetuse järgi on uni üks pidurduse liike. Ta haarab peaaegu koort ja alamalasetsevad närvi tsentrumeid. Pidurduse laiaulatuslikule levimisele aitavad eriti kaasa nõrgad ärritajad, mis mõjutavad korduvalt ühtesid ja samu vastuvõtvaid närvilõpmeid. Inimene uinub kergesti monotoonse hääle, kellatikkumise, langevate vihmatilekade kõla saatel.

Pidurdust esilekutsuvate ärritajate osas esinevad ka mitmesugused toimingud, mis iga päev enne magamaminekut korduvad. Siia kuuluvad toa tuulutamine, aseme valmistamine, näo ja käte pesemine, hammaste puhastamine jne.

Suur tähtsus on ajal. Mida rangemini inimene peab kinni magama minekuks määratud ajast, seda kiiremini ja kergemini ta uinub.

Une ajal puhkavad kõige tundlikumad ja kergesti väsivad ajukoore rakud, kuid mitmesuguste talitluste tsentrumid peaaegu tüvi-osas jätkavad tööd, ehkki mitte nii tugevasti nagu ärkveloleku ajal — inimene hingab, tema süda tõmbub kokku jne.

Selleks, et närvisüsteem saaks talle vajalikku puhkust, peab uni olema sügav ja normaalse kestusega.

Ebaküllaldaselt sügava une tunnuseks on *unenäod*. Nad teki-  
vad sel juhul, kui pidurdus ei haara kogu ajukoort. Ajukoore pidurdamata piirkondade tegevus kutsub esile elamusi, mida tajutakse unenäguna. Nähtuste kummaline kombineerimine, mis sageli ei vasta tavalisele elus esinevale olukorrale, on seletatav erutunud piirkondade vahel tekkivate sidemete juhuslikkusega. Nende piirkondade tegevus une ajal ise oleneb ärritustest, mis nad on kunagi vastu võtnud. Seepärast peegeldavad unenäod alati minevikku; nad ei saa ennustada tulevikku, nagu arvavad ebausklikud inimesed.

Une normaalne sügavus saavutatakse suurte ajupoolkerade koostes pidurduse tekkimist takistavate ärritajate kõrvaldamisega. Selleks pimendatakse ruum, kõrvaldatakse võimalust mööda kõik kärad ja teravad lõhnad, võetakse seljast riided jne.

Igal inimesel peab olema oma ase. Ei ole hea, kui ase on liiga pehme. Ka peapadi peab olema keskmise kõvadusega. Ta peab olema madal, et ei tekiks kaela soonte kinnipigistumist. Tuleb tarvitada kergelt tekki. Peab hoolitsema linade ja padjapüüri puhutuse ja värskuse eest. Kõige parem on magada paremal küljel, pannes vasaku käe teki peale.

Une normaalne kestus oleneb east. Vastsündinud magavad peaaegu kogu aja, välja arvatud need lühikesed ajavahemikud, millal neid toidetakse. Viieteistkümneaastased õpilased peavad magama umbes 9 tundi. Täiskasvanud inimene vajab kaheksatunnist und.

Igasugune une kestuse või sügavuse vähendamine mõjub kesknärvisüsteemile negatiivselt, põhjustades selle talitluse häireid ja isegi haigusi.

**Mürkide mõju närvisüsteemile.** Kogu organismile ja eriti närvisüsteemile mõjuvad väga kahjulikult niisugused mürgid nagu alkohol ja nikotiin.

**Alkoholi mõju** all olev inimene kaotab kontrolli enda üle; rahulikud ja ennast valitsevad inimesed muutuvad mürgeldajaks, kes ei suuda hoida tasakaalu, vaevalt püsivad jalgel, kuid kipuvad kaklema; tagasihoidlikud ja vaikivad hakkavad lakkamatult lobisema, kiitlema, igasuguseid mõttetusi rääkima. Kõik see tõendab, et alkohol tekitab suuri häireid suurte ajupoolkerade kooses, millega on seotud kõrgem närvitalitus.

Alkoholi alatise tarvitamise mõjul halvenevad mälu ja loogilise mõtlemise võime, nõrgeneb tahe, langeb järsult töövõime. Kõigi nende muutuste aluseks on pidurdusprotsessi häired kesknärvisüsteemis ning järelikult ka erutuse ja pidurduse vahelise vastastikuse toime korratus.

Alkoholi liigtarvitamine põhjustab mitmesuguseid haigusi. Inimene võib näiteks haigestuda deliiriumi. Siis satub ta viirastuste mõju alla. Inimesele näib, et tema kallale ronivad fantastilise välimusega putukad, ämblikud, kärnkonnad, metsloomad, ta kaitseb end; mõnikord ta kuuleb hüüdeid, pauke, teda sõimuga ülevälavaid ja temaga arveid õiendada ähvardavaid häáli jne.

Alkoholi süstemaatiline tarvitamine hävitab inimese moraali aluseid.

**Nikotiin** satub inimorganismi suitsetamisel. See on tugevamaid mürke. Kui 200 g tubakas sisaldub nikotiin (mõned tilgad) viia inimese organismi korraga, võib järgneda surm. Alatise suitsetamise puhul põhjustab see mürk terve rea funktsionaalseid häireid närvisüsteemis, mis lõpevad sageli töövõime alanemisega, mälu ja tähelepanu halvenemisega ning tunduvalt arenenud ärrituvusega.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missuguseid tervishoiuõudeid esitatakse töö, puhkuse ja une suhtes? 2. Miks toimub une ajal närvisüsteemi töövõime taastumine? 3. Missugused mürgid ja kuidas mõjuvad närvisüsteemile?

## KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.

1. Missugune on närvisüsteemi üldehitus ja tähtsus?
2. Missugused on seljaaju ehitus ja talitlused?
3. Missuguseid osi eristatakse peaja ju tüves, missugused tsentrumid selles asetsevad, kuidas nad on seotud organismiga?
4. Missugune ehitus on aju poolkeradel, missuguseid piirkondi ja tsentrumeid neis eristatakse, miks kindlustab aju poolkerade koore talitus organismi kohanemist väliskeskkonna alatiselt muutuvaile tingimustele?
5. Mis on retseptorid, milles avaldub nende spetsiifilisus, mis tähtsus neil on organismis; milles seisab I. P. Pavlovi õpetus analüsaatoritest?
6. Missugune ehitus on silmal; kuidas toimub valgusärrituste vastuvõtmine ja analüüs?
7. Missugused on tervishoiunõuded nägemise suhtes; missugune tähtsus töötöotlikkusele on valgustusel; kuidas on korraldatud tööstuslike ettevõtete valgustamine; kuidas saab kaitsta silma vigastuste ja nakkuste vastu?
8. Missuguse ehitusega on kuulmisaparaat ja kuidas see töötab; kuidas mõjub organismile müra; kuidas võideldakse müra vastu?
9. Kuidas saab inimene maitsmis-, haistmis-, kompimis- ja temperatuuriaistinguid?
10. Missugune tähtsus on liigutusanalüsaatoritel?
11. Missuguse panuse närvisüsteemi füsioloogia arengusse tegid I. P. Pavlov ja I. M. Setšenov.
12. Milles erinevad tingitud refleksid tingimatuist, kuidas kujunevad ja pidurdavad tingitud refleksid, missugune tähtsus on neil loomade elus?
13. Missugused iseärasused on omased inimese kõrgemale närvitalitlusele; mis iseloomustab tema käitumist; miks alistab ta endale loodust?
14. Kuidas peab kaitsma närvisüsteemi väsimise eest?

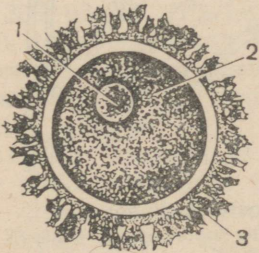
IX PEATUKK.

ORGANISMI ARENEMINE.

§ 60. Loote arenemine.

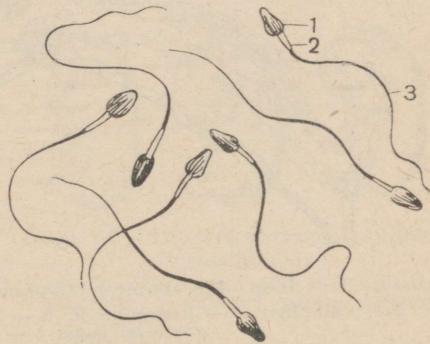
**Sugurakud.** Inimese nagu ka suurema osa loomade paljune- mine toimub sugurakkude abil, mis arenevad sugunäärmeis: *munasarjades* naistel ja *seemnesarjades* meestel.

Munasari paikneb vaagnaõõnes. *Munarakud* valmivad seal perioodiliselt: iga 28 päeva tagant üks. Need on organismi kõige suuremad rakud: nende läbimõõt on 0,2 mm (joon. 143). Muna- rakk koosneb *protoplasmast* ja *tuumast*. Munarakk on väljastpoolt ümbritsetud *hatuse kestaga*, mis kergendab tema kinnitumist *emaka seinale*, s. o. elundi seinale, milles loode areneb.



Joon. 143. Munarakk:

1 — tuum; 2 — protoplasma;  
3 — hatuse kest.

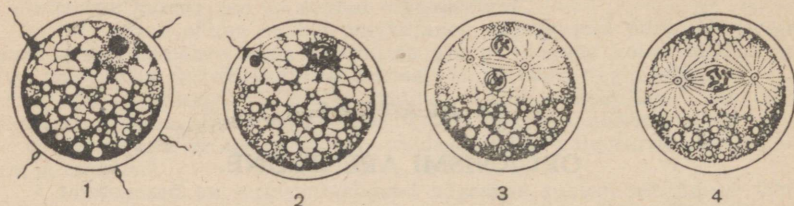


Joon. 144: Seemnerakud:

1 — pea; 2 — kael; 3 — saba.

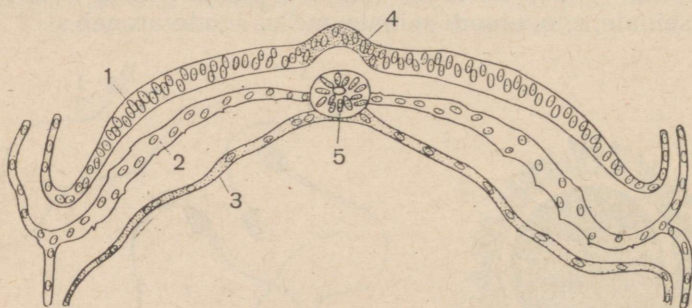
Seemnesarjades arenevad *seemnerakud* ehk *spermatozoidid* on munarakkudest märksa pisemad. Seemnerakkudes eristatakse *pead*, mis kujutab endast raku *tuuma*, ning *kaela* ja *saba* (joon. 144). Selle väljavenitatud kujuga raku üldpikkus on 7 mikronit. Seemneraku kuju on kõige paremini kohanenud liikumiseks vedelas keskkonnas. Oma saba abil suudab ta liikuda 2—3 mm sekundis.

**Viljastus.** Valminud munarakk satub munasarja juhasse — *munajuhasse*. Siia tungivad ka seemnerakud. Kohtudes muna-  
rakuga seemnerakk ühtib temaga, s. o. toimub viljastus  
(joon. 145).



Joon. 145. Seemne- ja munaraku ühtimine viljastamisel (skeem).

Muna- ja seemnerakk on kahe, erinevais tingimustes arenenud organismi elutegevuse saadused. Selle tõttu ained, mis moodustavad isas- ja emassuguraku, erinevad teineteisest. Viljastus kujutab endast keerukat füsioloogilist protsessi. Selle tulemusena tekib kvalitatiivselt uus rakk. Sellest areneb organism, millel võivad olla isa, ema ja kaugemate eellaste omadused.



Joon. 146. Inimese 18-päevase loote ristlõige:  
1 — välimine; 2 — keskmine ja 3 — sisemine looteleht; 4 — närvisüsteemi süge; 5 — seljakeelik.

**Elundite arenemine.** Nagu loomadelgi, nii algab inimese loote arenemine viljastatud munaraku lõigustumisega, mis korduvate keerukate jagunemiste teel moodustab üha suuremat arvu rakke. Need rakud moodustavad kolm kihti, mida nimetatakse *lootelehtedeks* (joon. 146). Neist kujunevad mitmesugused koed ja elundid. Inimesel nagu ka selgroogseil kujunevad *välimisest* lootelehest katted, närvisüsteem ja seedeelundid, *sisemisest* lootelehest tekib seedesüsteem koos selle näärmetega ja hingamis-  
elundid, *keskmisest* lootelehest tekib skelett, lihased, vereringe-, eritus- ja paljunemis-  
elundid.

Teise arenemiskuu lõpuks on loote välisvormid selgesti välja kujunenud. Ebaproportsionaalselt suurel peal on selgesti eristatavad nina, suu, kõrvad ja silmad. Jäsemed on juba jagunenud kolmeks osaks (reieks, sääreks, põiaeks; õlavarreks, küünarvarreks, käelabaks).

Arenemise algul on inimese lootel sedavõrd suur sarnasus selgroogsete loodetega, et nende üksteisest eristamiseks läheb vaja väga tähelepanelikku uurimist (joon. 147). Kõige kauemini säilib inimese lootel sarnasus inimahvide loodetega.

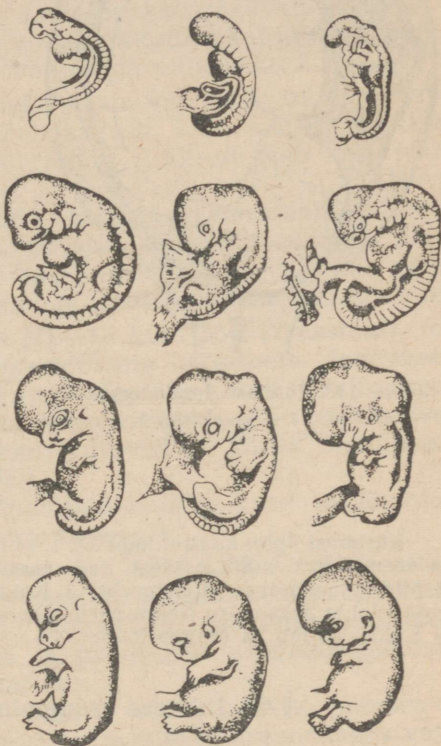
Viljastus, munaraku lõigustumine, lootelehtede moodustumine, mis alati toimub nii nagu loomadelgi, inimese ja loomade loodete väline sarnasus — see kõik tunnistab, et inimene oma ajaloolises arenemises põlvneb loomaeellastest.

**Loote toitumine.** Loote arenemine emaihus, mis kestab 280 päeva (10 lunarakuud), toimub emakas. Emakas on vaagnaõõnes asetsev lihaserikka koti kujuline elund.

Inimese munarakul on väga väike toitainete tagavara. Seepärast moodustab osa lõigustumisel tekkivaid rakke loote ümber *kesti*, mille kaudu tekib ühendus emaka limaskestaga. Sellest hetkest peale toimub loote toitumine emaorganismi kaudu.

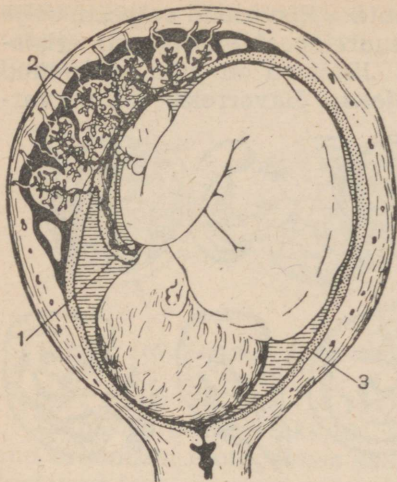
Kolmandal arenemiskuul kujuneb emaka seina sisemisel pinnal *emakook* ehk *platsenta*. Sellel on 15—20-cm-se läbimõõduga ketta kuju. Sidet loote ja emakoogi vahel loovad kaks arterit ja üks veen, mida nimetatakse *nabaarteriteks* ja *-veeniks*. Nende veresoonte kaudu viib veri ema organismist loote organismi toitaineid ja hapnikku ning kannab loote organismist ema organismi süsihappegaasi ja teisi lagusaadusi (joon. 148).

Loodet emakoogiga ühendavad kolm veresoont moodustavad *nabaväadi*. See siseneb lootesse kõhuõõne eesmise seina kaudu; selles kohas nõoritakse ta kinni ja lõigatakse läbi vastsündinul.



Joon. 147. Loodete varasemad arenemisstaadiumid:

meriseal (vasak püstrida), ahvil (keskmine püstrida), ja inimesel (parem püstrida).



Joon. 148. Inimese loode emakas:  
1 — nabaväät; 2 — emakook; 3 — emaka  
seinad läbilõikes.

Nabaväädi lõikamisega katkeb lapse side emaorganismiga, kuid selle jälg — naba — jääb püsima eluajaks.

Uheaegselt loote arenemisega toimub ka tema kasv nende toitainete arvel, mis temasse koos ema verega sisenevad.

Neljandal kuul tekivad lootel esimesed liigutused, mis vähehaaval nõnda tugevaks muuduvad, et ema neid juba viiendal kuul tunneb. Emakasisene arenemine lõpeb kümnenda kuu lõpupoole.

Vastsündinud laps on umbes 50 cm pikk ja kaalub ligikaudu 3,5 kg. Ta on täielikult ette valmistatud elamiseks väljaspool ema organismi, hoolimata sellest, et tema kopsud pole veel teinud hingamisliigutusi ja seedekanal pole seedinud toitu.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Mille poolst erinevad teineteisest muna- ja seemnerakk, mille poolst nad sarnanevad organismi teiste rakkudega? 2. Mida nimetatakse viljastuseks? 3. Kuidas toimub loote arenemine? 4. Missugused loote arenemise iseärasused tõendavad inimese põlvnemist loomadest? 5. Kuidas toitub ja hingab loode?

## § 61. Inimese arenemine pärast sündimist.

**Ealised perioodid.** Inimese sündimisega tema arenemine ei peatu. See kestab kuni organismi täie küpsuse saabumiseni, mis jõuab kätte 25-ndaks eluaastaks, kusjuures eri elundid saavutavad küpsuse eri ajal. Seaduspärane seos organismis toimuvate muutuste ja kindla ea vahel võimaldab määrata laste arenemiskäigus neli perioodi: imiku-, sõime-, koolieelse ja kooliperioodi.

**Imikuperiood** algab lapse sündimisega ja on seotud teda ümbritseva keskkonna järsu muutumisega. Last mõjutavate ärritajate hulk suureneb märksa. Tema organismi võime vastu panna välismõjudele on aga väga tähtsusetu. Seepärast ei tohi toas, kus hoitakse vastsündinut, lubada temperatuuri ja õhuniiskuse järske kõikumisi, tõmbetuult, eredat valgust, võõraste isikute viibimist jne.

Kohe pärast sündimist teeb laps esimese sissehingamise ja hakkab toituma suu kaudu. Algul on lapse ainsaks toiduks emapiim. Alates kahe kuu vanusest antakse lapsele puuviljamahlu ning 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> kuu vanusest peale hakatakse talle lisatoitu andma.

Aasta jooksul suureneb normaalselt areneva lapse kaal kolmekordselt (kuni 10 kg-ni) ja tema kasv saavutab 75 cm.

*Sõimeperioodis* (1 kuni 3 aasta vanuseni) viiakse laps pikka-mööda harilikule toitumisele. Tal areneb liigutusaparaat ja ta hakkab kõndima. Aju suureneb, vaod ja käärud suurtel ajupoolkeradel kujunevad selgemini välja. Laps hakkab rääkima.

Organismi vastupanuvõime väliskeskkonna kahjulikult mõjuvate tegurite suhtes jääb ikka veel väga väikeseks.

*Koolieelses perioodis* (3 kuni 7 aasta vanuseni) toimub kasvu ja kaalu suurenemine veel küllalt kiiresti, kuid märksa aeglasmalt kui sõime- ja eriti imikuperioodis. Üldiselt õpib laps valitsema oma liigutusi ja kõnet.

*Kooliperioodi* esimesel poolel (7 kuni 11—13 aastani) arenevad jõudsasti skelett ja lihastik. Laps õpib tegema peenemaid liigutusi. Kõne areneb edasi. Tugevneb organismi kohandatus väliskeskkonna tingimustele. Suureneb mitmesuguste harjumuste hulk.

Kooliperioodi teisel poolel (11—13 kuni 16—17 aastani) toimub sügavaid muutusi sisesekretoorsete näärmete tegevuses. Samal ajal keerustub tugevasti ajupoolkerade koore närvirakkude ehitus; tema piirkondi omavahel ühendavate kiudude hulk kasvab märksa. Noorukite närvisüsteemi erutuvus on kõrge. Nende iseloom muutub sageli märgatavalt.

17. ja 20. eluaasta vahel lõpeb pikkamööda kasv ja jõutakse täisealise inimese kehalise arengu tasemele.

**Hoolitsus kasvava sugupõlve eest NSV Liidus.** Mitte ainult sünnihetkel, vaid ka järgnevate aastate jooksul ei ole laps kohanenud iseseisvaks eluks. Ainult pideva tähelepaneliku hoolitsuse puhul jõuab laps selle kehalise ja psüühilise arenemistasemeni, mis on vajalik iseseisvaks elamiseks.

Töötajate raske aineeline seisukord kapitalistlikes maades ei võimalda neile asetada oma lapsi normaalseks arenemiseks vajalikesse tingimustesse. See põhjustab tohutu suurt laste suremust. Tsaari-Venemaal näiteks suri 33% sündinuist enne oma esimese eluaasta lõppu.

Nõukogude Liidus kasvab pidevalt töötajate aineeline seisukord ja tõuseb kultuuriline tase ning hoolitsus kasvava sugupõlve eest avaldub terves riiklike abinõude süsteemis. Seepärast langeb ka laste suremus ja oli 1953. aastal kolm korda väiksem kui 1940. aastal.

Rasedate nõuandlad, eripuhkekodud nende jaoks ning puhkesed enne ja pärast sünnitamist näitavad riigi hoolitsust lapse eest juba enne tema sündi.

Selliste asutiste, nagu piimaköögid, laste nõuandlad, sõimed, lasteaiad, tihe võrk loob parimaid tingimusi lapse arenemiseks enne tema kooli astumist.

Koolid, eriõppeasutised ja tehnikumid, lasteklubid ja spordistaadionid, pioneeride paleed ja teised seda laadi asutised loovad

tingimusi laste, noorukite, noormeeste ja neidude igakülgseks kehaliseks ja vaimseks arenemiseks.

Terve süsteemi tervishoiuasutiste — koolide suvi-mängumurude, pioneerilaagrite, vabaõhukoolide, ambulatooriumide, nõuandlate — ülesandeks on mitmesuguste haiguste ärahoidmine ja ravimine.

Laste töö, mida kasutatakse kapitalistlike maade tehastes ja mis põhjustab kasvava organismi kiiret kehalist kurnamist, on Nõukogude Liidus keelatud. Raskeile ja kahjulikele töödele noorukeid ei lasta. Nende tööd kaitsevad seadused lühendatud tööpäeva, lisapuhkuse, tervisliku seisukorra süstemaatilise arstliku kontrolli ning sanatooriumide ja puhkekodude eelistatud kasutamise kohta.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Missugused on lapse arenemise iseärasused enne kooli astumist? 2. Missugused muutused toimuvad lastel koolieas? 3. Milles avaldub riigi hoolitsus kasvava sugupõlve eest?

#### *KÜSIMUSI PEATUKI KORDAMISEKS.*

1. Mida ühist on inimese ja loomade arenemises?
2. Kuidas toimub inimese loote toitumine?
3. Miks vajab inimene pikemat aega pärast sündimist perekonna ja riigi hoolitsust?

## LÖPPSÕNA.

### Inimese normaalse arenemise ning tema tervise ja töövõime säilitamise tingimused.

Pärast inimese kehaehituse ja talitluste tundmaõppimist on loomulik esitada küsimus: missugustest tingimustest olenevad organismi normaalne arenemine, tervis ja töövõime?

Neist tingimustest tähtsaim on töö ja puhkuse õige korraldus.

Igasuguse tegevuse puhul kulutatakse energiat, mis vabaneb dissimilatsioonil. Seejuures toimub orgaaniliste ainete vähene mine rakkudes ja areneb väsimus. Lakkamatult lagunevate ainete taastamiseks ja töövõime jaluleseadmiseks peab inimesel olema perioodiline puhkeaeg, millal on ülekaalus assimilatsiooniprotsessid. Kõige täielikumat ja kestvamat puhkust saab organism ainult une ajal. Selle kestus peab viieteistkümnepäevastel noorkeil olema 9 tundi ööpäevas. Seega saab VIII klassi õpilane iga laadi tegevusele pühendada mitte üle 15 tunni.

Töö koolis on reguleeritud tunniplaaniga. Aja koduste ülesannete täitmiseks peab õpilane planeerima ise. Kogusummas, vaheajad kaasa arvatud, peab töö peale langema umbes 9 tundi.

Umbes 6 tundi ööpäevas jäetakse puhkamiseks. Puhkamist ei tohi võtta tegevusetusena (vt. lk. 182), seepärast tuleb selle korraldamisele pöörata kõige tõsisemat tähelepanu.

Umbes pool puhkuseks ettenähtud ajast tuleb veeta vabas õhus. Kaks ja pool tundi on kõige parem paigutada ajavahemikku koolitundide lõpu ja koduste ülesannete täitmise vahel. Ligi kaudu pool tundi tuleb jätta jalutuskäiguks enne magamaheitmist.

Õhu käes viibimine ei tohi kujuneda lihtsaks tänaval „tolkne miseks“. Seda aega peab täitma jõukohase kehalise tööga: koristada hoovi, lõhkuda puud, tuua vett, parandada koduseid tarbe esemeid; teha vajalikke töid ilu- ja köögiviljaaias, istutatud puude ja põõsaste juures jne. Õhu käes viibimist tuleb kasutada ka mitmesuguste spordialade harrastamiseks: uisutamiseks, suusatamiseks, ujumiseks, sõudmiseks jms. Väga kasulikud on liikumiseks seotud mängud, näiteks võrkpall. Kehaline töö, sport ja

mängud arendavad luude-lihaste süsteemi, treenivad südant, suurendavad kopsude elulist mahtu ja on samal ajal suurepäraseks puhkuseks vaimsest tööst.

Kinnises ruumis veedetud puhkusetunnid tulevad pühendada ühiskondlike ülesannete täitmisele, ilukirjanduse lugemisele, rahulikele mängudele (kabele, malele), käsitööle ja mitmesuguste tööde sooritamisele majapidamise alal. Seda aega kasutatakse ka toitlustamiseks, mis peab olema allutatud kindlale režiimile.

Kogu päevase tegevuse kohta tuleb koostada kindel päevakord, õppetunnikava taoliselt. Loetavad raamatud, kehalised tööd ja mängud võivad iga päev olla teised, kuid üht laadi tegevus peab alati langema ühele ja samale kellaaajale.

Pühapäevaks tuleb koostada eripäevakava. Sel päeval ei ole klassitunde ega nendeks ettevalmistumist. Pühapäeval tuleb vabas õhus viibimise aega pikendada. See võimaldab linnast välja sõita, teha ekskursioon loodusse, korraldada suusaretki. Eri tunnid võib pühendada kinode, teatrite, muuseumide ja loengute külastamisele.

Range kinnipidamine terveks aastaks koostatud päevarežiimist kindlustab organismi õige koormamise.

Organismi normaalse arenemise ja tervise teiseks tingimuseks on kõigi tervishoiunõuete vankumatu täitmine. Hõmmikvõimlemisest ja kehalise kasvatus tundidest kõrvalehoidumine, spordi ignoreerimine, koolipingis istumise eeskirjadest mittekinnipidamine, organismi karastamisest keeldumine ja teiste tervishoiunõuete täitmata jätmine on alati halbade tagajärgedega. Tõsi küll, nad ei ilmne kohe. Skeleti ebaõige arenemine, häired südame tegevuses jne. selguvad mõnikord alles aastate pärast.

Mittekinnipidamine tervishoiunõuetest võib põhjustada ka haigestumist nakkushaigustesse. Sel juhul ei kannata ainult süüdlane, vaid ka kõik talle lähedased isikud, kellele ta võib haiguse tekitajaid edasi anda. Tehakse kahju ka riigile: see kulutab raha inimeste ravimiseks.

Oeldust järgneb, et hoolitsemine oma tervise eest ei ole iga inimese oma isiklik asi. See on ühiskondlik kohustus. Selle mittetäitja paneb toime kuriteo ühiskonna vastu.

### **Tervise- ja töökaitse NSV Liidus.**

Nõukogude riik loob kõik tingimused, mis on vajalikud inimeste tervise tugevdamiseks ja nende töö kaitsmiseks. Riigi hoolitsus inimese eest algab juba enne tema sündimist ja jätkub kogu tema elu kestel.

Riik ehitab suurel hulgal elamuid, mis rahuldavad kõiki tervishoiunõudeid ja kindlustavad soodsaimaid tingimusi töötajate eluks ja puhkuseks. Sama eesmärki taotleb ka linnade heakorramine: veevärgi ja kanalisatsiooni sisseseadmine, elektrijaamade

ja gaasivabrikute ehitamine, tänavate asfalteerimine, elamukvartalite haljastamine jne.

Suure tähtsusega töötajate tervisele on riigi hoolitsus kehakultuuri eest. Nõukogude valitsus kulutab suuri summasid spordi arendamisele. Töötajate kehakultuurist osavõtmise massilisuse poolest on NSV Liit esimesel kohal maailmas. Nõukogude sportlaste saavutuste üle võib otsustada nende maailmarekordite järgi, mida nad igal aastal püstitavad.

NSV Liidu seadused piiravad kodanike tööpäeva, kehtestavad reaktiivabinõusid, näevad ette erilised töötingimused tervistkahjustavail tööaladel. Riik suurendab igal aastal kapitalimahutusi tootmise mehhaniseerimiseks, hermetiseerimiseks ja mitmel viisil parandamiseks. See vähendab vigastusi ja kutsehaigusi ning kergendab töölise tööd. Töötajad saavad igal aastal puhkust, mida võivad mööda saata puhkekodudes, sanatooriumides ja kuurortides.

Kõik see loob tingimused, mille puhul töölise organism ei kulu, nagu see leiab aset kapitalistlikes riikides, vaid muutub tugevaks ja vastupidavamaks mitmesuguste haiguste suhtes.

Kapitalistlikes maades ei suuda haigestunud tööline saada isegi lihtsat arsti nõuannet, sest tal pole raha selle eest tasumiseks.

Nõukogude riik jätab haigele inimesele märgatava osatema töötasust ja annab talle tasuta arstiabi. Seda abi annavad arvukad polikliinikud, mida teenindavad mitmesuguse erialaga arstid. Tuberkuloosi, närvi-, vaimu- ja mõnesid teisi haigusi põdevad inimesed on arvel nõuandlaid, mis pidevalt nende tervise järele valvavad. Haiged, kelle ravimine kodustes tingimustes võimalik ei ole, saavad koha haiglais, mis on varustatud uusimate aparaatide ja täiuslikemate ravimpreparaatidega.

Arvukad teadusliku uurimise instituudid otsivad raskete haiguste parimaid ravimisviise, töötavad uute ravimpreparaatide loomise alal. Arstiabi töötajaile täiustub seetõttu NSV Liidus pidevalt.

Töölisklubide ja -paleede, teatrite, raamatukogude ja lektoriumide võrgu lai arendamine aitab kaasa töötajate kultuurilisele arenemisele.

Suurt osa kultuuriasutiste töös etendab ka tervise tugevdamise abinõude propaganda. Samal eesmärgil on viidud keskkooli sanitaar-hügieeniliste eeskirjade õppimine. See algab esimestes klassides ja lõpeb VIII klassi anatoomia ja füsioloogia kursuses. See kursus varustab õpilasi teadmistega, mis on täiesti piisavad teadlikuks suhtumiseks oma tervisesse. Peab ainult meeles pidama, et teadmised omandatakse mitte heaks vastamiseks klassis ja kõrgete hinnete saamiseks, vaid nende alatiseks kasutamiseks elus.

Isiklik hoolitsemine oma tervise eest ühendatuna riigi poolt rakendatavate abinõude süsteemiga loobki need tingimused, mis on vajalikud kommunistliku ühiskonna ülesehitajate terve, reipa ja elurõõmsa sugupõlve kujundamiseks.

**Ulesanne.** Jaotage kogu oma päevane tegevus tundide järgi ja koostage selle kindel tunnikava.

**Küsimusi õpitu kontrollimiseks.** 1. Millest olenevad inimese normaalne arenemine ja tervis? 2. Miks hoolitsus oma tervise eest on iga kodaniku ühiskondlik kohustus? 3. Milles avaldub riigi hoolitsus kodanike tervise ja töökaitse eest.

#### *KÜSIMUSI KURSUSE KORDAMISEKS.*

1. Missuguseid andmeid saab tuua inimeste loomadest põlvnemise tõestuseks?
2. Missugused kvalitatiivsed omadused eristavad inimest loomadest?
3. Missugused on elundi ehituse ja tema talitluse vahelised suhted?
4. Milles avaldub organismi kui terviku ühtsus ja kuidas see alal hoidub?
5. Kuidas kujuneb organismi ja tema elutingimuste ühtsus loomadel ja inimesel?
6. Kuidas toimub ainevahetus inimese organismi ja väliskeskkonna vahel?

# SISUKORD.

## SISSEJUHATUS.

Anatoomia ja füsioloogia (3). Anatoomia ja füsioloogia seos teiste inimese organismi uurivate teadustega (3). Inimese vajadus tunda oma organismi ehitust ja talitlusi (5).

### I PEATUKK. ÜLDLEVAADE ORGANISMI Ehitusest JA TALITLUSTEST.

- § 1. Inimese keha ehitus. Keha katted ja õoned (7). Elundkonnad (7). Organism kui tervik (9).
- § 2. Rakk. Ehitus (10). Keemiline koostis (11). Elutegevus (11).
- § 3. Epiteel- ja sidekude. Koed (12). Epiteelkude (12). Sidekude (13).
- § 4. Lihas- ja närvikude. Lihaskude (15). Närvikoe ehitus (16). Närvikoe omadused (17).
- § 5. Refleks. Retseptorid (18). Närvid (18). Organismi reageerimine ärritusele (19).

### II PEATUKK. LUUDE-LIHASTESUSTEEM.

- § 6. Luude ehitus ja omadused. Skelett ja tema tähtsus (22). Luude ehitus (22). Luude keemiline koostis (24). Luumurrud (25).
- § 7. Lihaste ehitus ja omadused. Lihaste ehitus (26). Lihaste kokkutõmbumine (27). Lihaste kokkutõmbumise põhjus (28). Lihaste töö olenevus kogu organismi tegevusest (29).
- § 8. Pea ja kaela skelett ja lihased. Kolju ehitus (30). Kolju vanuselised iseärasused (32). Lihased (33).
- § 9. Kere skelett ja lihased. Lülisammas (34). Rindkere (34). Lihased (37).
- § 10. Ülemiste jäsemete skelett ja lihased. Õlavööde (38). Käsi (38). Liigesed (39). Lihased (40).
- § 11. Alumiste jäsemete skelett ja lihased. Vaagnavööde (41). Jalg (41). Luude kuju ja nende talitlus (43). Lihased (43).
- § 12. Kehaline töö. Lihaste töö (44). Kehalise töö ja spordi mõju organismile (46).

### III PEATUKK. VERERINGE-ELUNDID.

- § 13. Veri ja lümf. Veri (49). Lümf (50). Organismi sisekeskkond (50).
- § 14. Vere hüübimine ja võitlus verekaotusega. Vere hüübimine (50). Esimene abi verejooksude puhul (51). Vereülekanne (52).
- § 15. Vererakud. Punased verelibled (53). Valged verelibled (53). Vereloome-elundid (54).
- § 16. Immuunsus. Nakkushaigused (55). Sünnipärane immuunsus (55). Omandatud immuunsus (56).
- § 17. Vere- ja lümfiringe. Vereringesüsteemi elundid (58). Suur vereringe (60). Väike vereringe (61). Lümfiringe (61).
- § 18. Südame ehitus ja töö. Südame ehitus (62). Südame kokkutõmmete rütm (63). Südame töö (64). Südame treenimine (65).
- § 19. Südame tegevuse mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel. Mõjutamine närvide kaudu (66). Mõjutamine humoraalsel teel (67).

- § 20. **Elundite varustamine verega.** Vere ja lümfi liikumise põhjused (68). Vere liikumise kiirus (68). Vere ümberjaotus organismis (69). Veresoonte valendikule närvide kaudu ja humoraalsel teel avaldatavad mõjud (69).

#### IV PEATUKK. HINGAMISELUNDID.

- § 21. **Hingamiselundite ehitus.** Hingamiselundite tähtsus (71). Ninaõõs (71). Kõri (72). Trahhea ja bronhid (72). Kopsud (73).
- § 22. **Gaasivahetus.** Gaasivahetus kopsudes (74). Gaasivahetus kudedes (75).
- § 23. **Hingamisliigutused.** Normaalne hingamine (76). Sügav hingamine (77). Hingamine puhkeolekus ja tegevuse ajal (78). Kunstlik hingamine (79).
- § 24. **Hingamise mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel.** Hingamisliigutuste reflektorsus (80). Humoraalsed mõjud (81).
- § 25. **Hingamise tervishoid.** Ruumide õhustamine (82). Ventilatsioon (83). Tööstustolm (84). Linnade haljastamine (86).
- § 26. **Tuberkuloos.** Tuberkuloosi tekitaja (86). Tuberkuloosikepikestega nakatumine (86). Võitlus tuberkuloosi vastu NSV Liidus (88).

#### V PEATUKK. SEEDE-ELUNDID.

- § 27. **Toidu ja seedimise tähtsus.** Toidu tähtsus (89). Toiduainete keemiline koostis (89). Seedimise tähtsus (92).
- § 28. **Seedekanali ehitus.** Suuõõs (93). Neel (95). Söögitoru (95). Magu (95). Peensool (96). Jämesool (96). Seedekanali sein ehitus (97).
- § 29. **Seedenäarmete töö uurimine.** Uurise-meetod (98). Süljenäärmete tegevuse uurimise meetodika (98). Operatsioonid mao juures (99). Kõhunäärme funktsioonide uurimine (100). Seedimise uurimine inimesel (101).
- § 30. **Toidu muutumine suuõõnes.** Füüsilised muutused (102). Keemilised muutused (102). Süljenõristuse reflektorsus (102). Inimese süljenõristuse iseärasused (103). Neelamine (103).
- § 31. **Seedimine maos.** Toidu siirdumine maku (104). Toidu muutumine maoõõnes (105). Näarmete nõristuse mõjutamine närvide kaudu ja humoraalsel teel (106).
- § 32. **Toitainete muutumine peensooles.** Kõhunäärme mahl (107). Sapp (109). Soolemahl (109).
- § 33. **Toitainete imendumine ja toidu mitteseditavate jääkide kõrvaldamine.** Toitainete imendumine (110). Maksa tähtsus (111). Seedimata jäänud toidujääkide kõrvaldamine (112).

#### VI PEATUKK. AINE- JA ENERGIAVAHETUS.

- § 34. **Ainete muundumine organismis.** Valkude omastamine (113). Süsivesikute omastamine (113). Rasvade omastamine (114). Mineraaloolade ja vee omastamine (114). Assimilatsioon (114). Dissimilatsioon (114).
- § 35. **Ainevahetus.** Elusolendite põhiomadus (115). Aine jäävuse ja energia jäävuse seadus (116). Ainevahetuse mõjutamine närvide kaudu (117).
- § 36. **Soojuse reguleerimine.** Keha temperatuur (117). Soojakaotus (117).
- § 37. **Võitlus organismi jahtumise ja ülekuumenemisega.** Elamu ja rõivad (119). Spetsiaalrõivad (120). Võitlus organismi ülekuumenemisega käitises (120).
- § 38. **Sisesekretoorsete näarmete mõju ainevahetusele.** Sisesekretoorsed näärmed (122). Kilpnäärre (122). Ajuripats (123). Neerupealised (124). Kõhunäärre (124).
- § 39. **Ainevahetus ja toitlusnormid.** Ainevahetus puhkuse ja töö ajal (125). Toiduannus (125). Vitamiinid (127). Võitlus avitaminoosidega (130).
- § 40. **Toitumise tervishoid.** Toitumisrežiim (130). Isu (131). Mao-sooltehaigused (131). Toidumürgitused (132).
- § 41. **Laguainete eritumine.** Erituselundid ja nende tähtsus (132). Neeru ehitus (133). Uriini tekkimine (133). Uriini väljajuhimine (134).

## VII PEATUKK. NAHK.

- § 42. Naha ehitus ja talitus. Naha tähtsus (136). Näärmed, karvad ja küüned (137).
- § 43. Naha tervishoid ja organismi karastamine. Naha tervishoid (137). Naha haigused (138). Külmetused ja põletused (138).

## VIII PEATUKK. NÄRVISUSTEEM.

- § 44. Närvisüsteemi tähtsus. Elundite tegevuse reguleerimine (141). Elundite tegevuse kooskõlastamine (141). Organismi tegevuse kohandamine keskkonna tingimustega (142).
- § 45. Närvisüsteemi ehitus. Kesknärvisüsteem (142). Piirdenärvisüsteem (143).
- § 46. Seljaaju. Ehitus (145). Seljaajunärvid (146). Seljaaju funktsioonid (147). Juhteteed (147).
- § 47. Peaaju tüvi ja ajuke. Ajutüve ehitus (148). Ajutüve funktsioonid (149). Juhteteed (150).
- § 48. Peaaju poolkerad. Ajupoolkerade arenemine loomadel (151). Ajupoolkerade ehitus inimesel (153). Ajupoolkerade koore piirkonnad (154).
- § 49. Retseptorid ja analüsaatorid. Retseptorid ja meele-elundid (156). I. P. Pavlovi õpetus analüsaatoritest (157).
- § 50. Nägemisanalüsaator. Silmamuna (158). Abiaparaadid (159). Valguse murdumine silmas (160). Valguse aistimine (161).
- § 51. Nägemise tervishoid. Lühinägevuse ärahoidmine (162). Valgustus töös- tuses (162).
- § 52. Kuulmisanalüsaator. Väliskõrv (164). Keskkõrv (164). Sisekõrv (165). Heli- ärrituste vastuvõtmine (165). Kuulmise tervishoid (166).
- § 53. Haistmis-, maitsmis-, naha- ja liigutusanalüsaator. Haistmisanalüsaator (166). Maitsmisanalüsaator (167). Nahaanalüsaator (168). Liigutusanalüsaator (168).
- § 54. I. M. Setšenov ja I. P. Pavlov — teadlased, kes rajasid materialistliku õpetuse kõrgemast närvitalitlusest. Psüühiline tegevus (169). I. M. Setšenov (169). I. P. Pavlov (170).
- § 55. Tingitud reflekside kujunemine loomadel. Tingimatud refleksid (172). Tingitud refleksid (173).
- § 56. Loomade käitumine. Toidu hankimine (175). Loomade dresseerimine (176).
- § 57. Tingitud reflekside pidurdumine. Tingimatu pidurdumine (177). Tingitud pidurdumine (178).
- § 58. Inimese kõrgem närvitalitus. Tingitud reflekside kujunemine ja pidurdumine (179). Sõna tingitud ärritajana (179). Abstraktne mõtlemine (180). Käitumine (180).
- § 59. Närvisüsteemi tervishoid. Päevarežiim (181). Töö (181). Puhkus (182). Uni (182).

## IX PEATUKK. ORGANISMI ARENEMINE.

- § 60. Loote arenemine. Sugurakud (185). Viljastus (186). Elundite arenemine (186). Loote toitumine (187).
- § 61. Inimese arenemine pärast sündimist. Ealised perioodid (188). Hooldatus kasvava sugupõlve eest NSV Liidus (189).

## LÖPPSÕNA.

Inimese normaalse arenemise ning tema tervise ja töövõime säilitamise tingimused (191). Tervise- ja töökaitse NSV Liidus (192).

Рубен Бахшиевич Гарибьян  
Николай Георгиевич Марков

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебник для 8 класса средней школы  
На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство  
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja J. Metsar

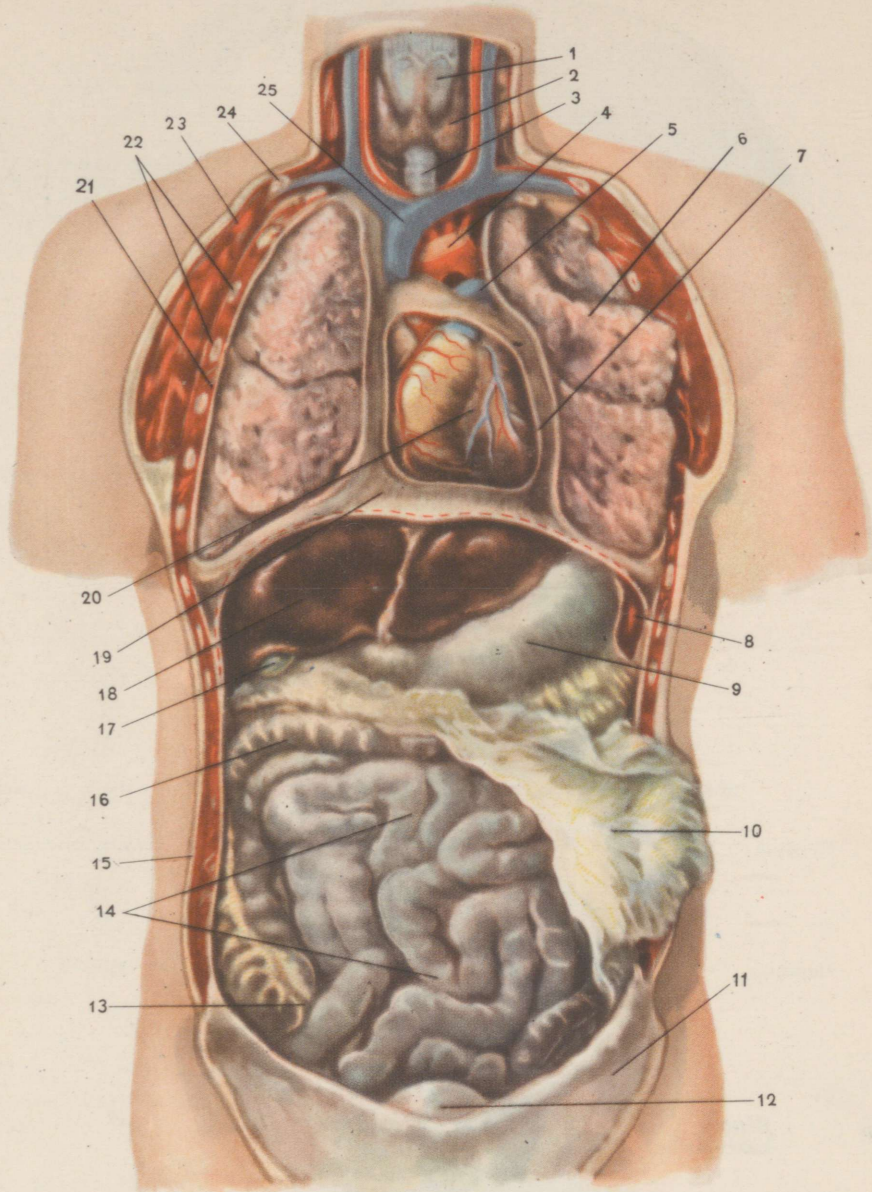
Tehniline toimetaja M. Aardma

Korrektorid L. Golberg ja E. Kask

Ladumisele antud 27. III 1957. Trükkimisele antud 15. V 1957. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 12,5 + värvilisi tahvleid 1 trükipoogen. Arvutuspoognaid 14,54. Trükiarv 9000. Tell. nr. 609. Trükikoda «Punane Täht», Tallinn, Pikk t. 54/58.

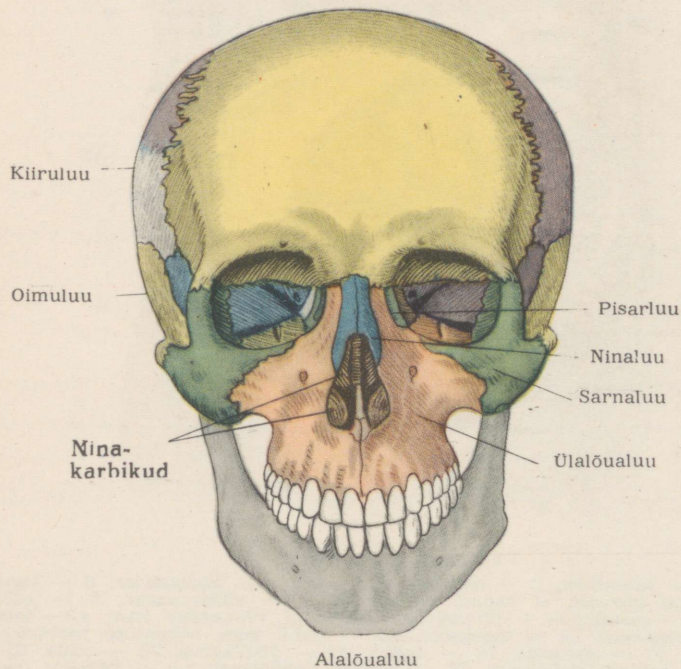
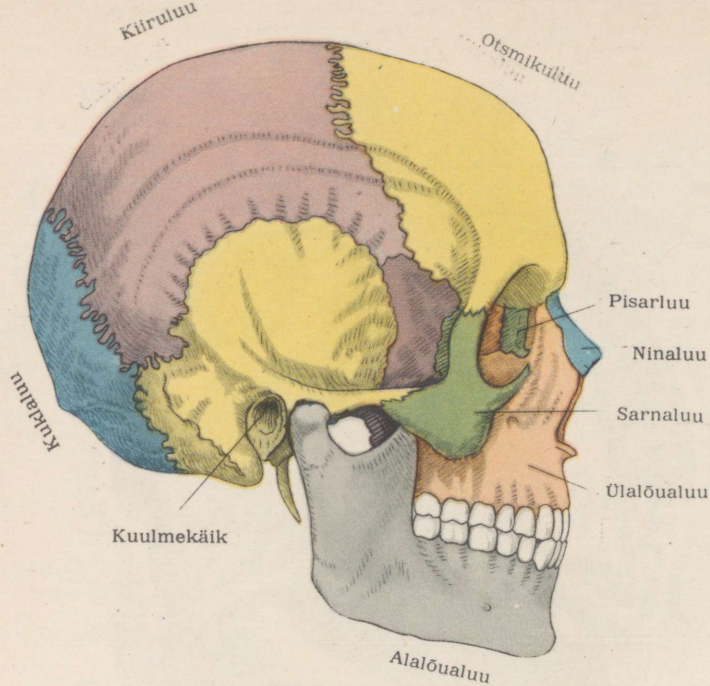
6—6

Hind rbl. 4.25

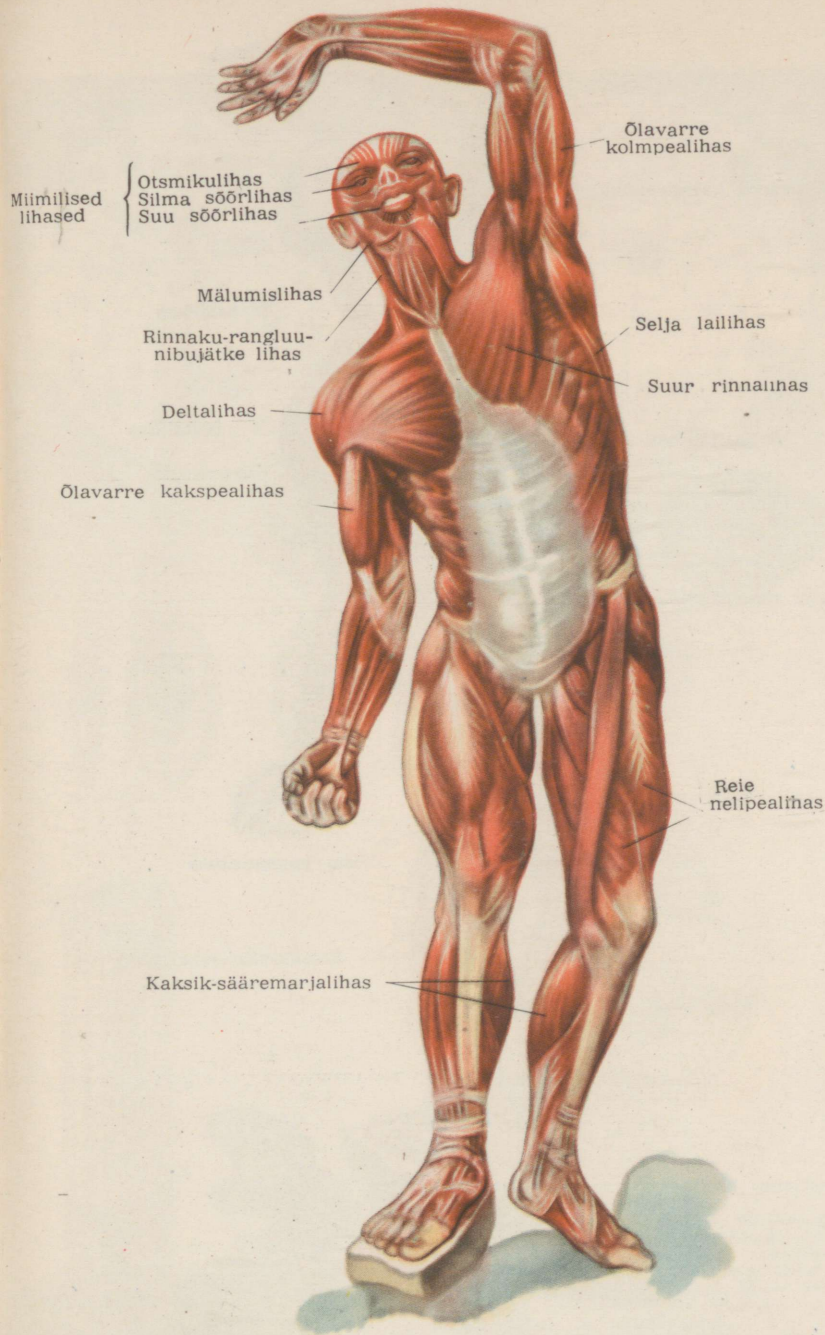


Tabel I. Siseelundid.

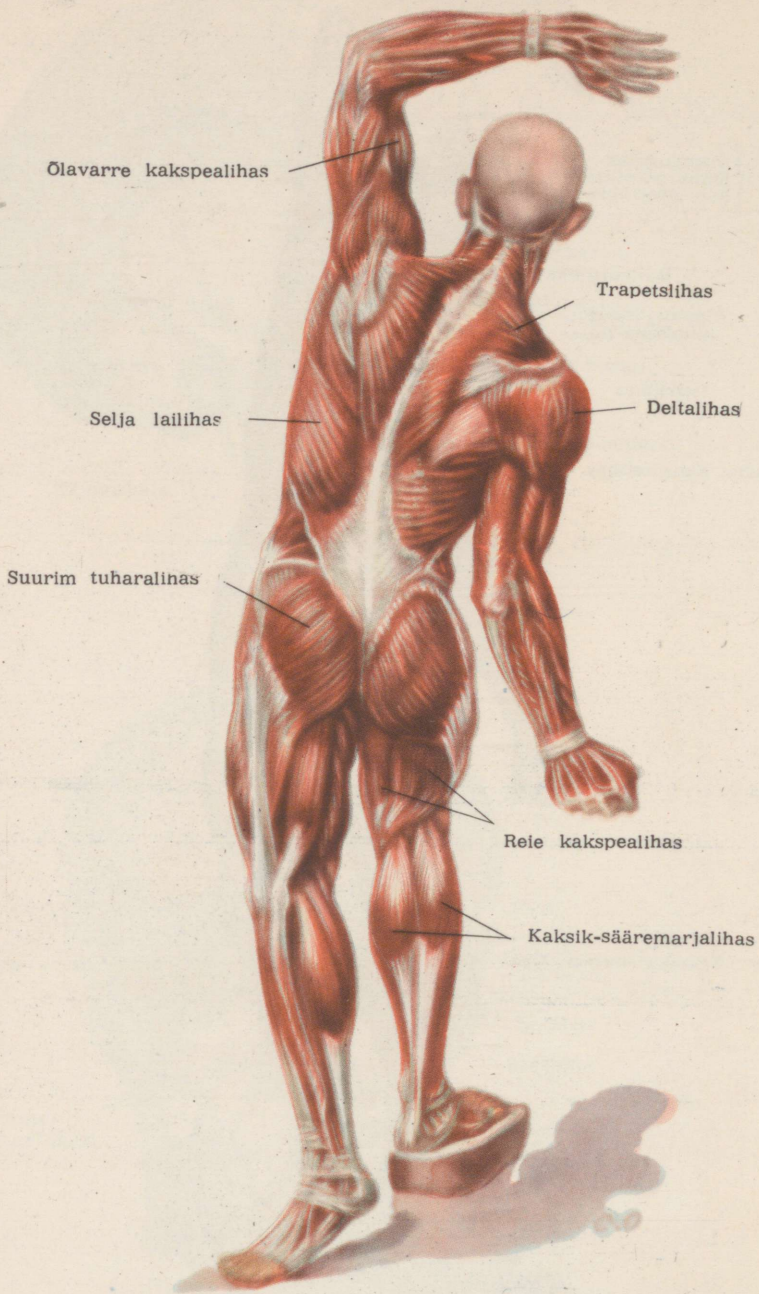
1 — kõri; 2 — kilpnääre; 3 — trahhea; 4 — aort; 5 — kopsarter; 6 — vasak kops (tõmmatud kõrvale, et südant paljastada); 7 — südamepaun; 8 — põrn; 9 — magu; 10 — rasviki; 11 — kõhukelme — kõhuõõnt vooderdav kate; 12 — küse-põis; 13 — pimesool; 14 — peensool; 15 — nahk koos nahaaluse rasvkoega; 16 — jämesool; 17 — sapipõis; 18 — maks; 19 — diafragma; 20 — süda; 21 — pleura; 22 — roided (ristlõikes); 23 — lihased (lâbilõikes); 24 — rangluu (rist-lõikes); 25 — ülemine õnesveen.



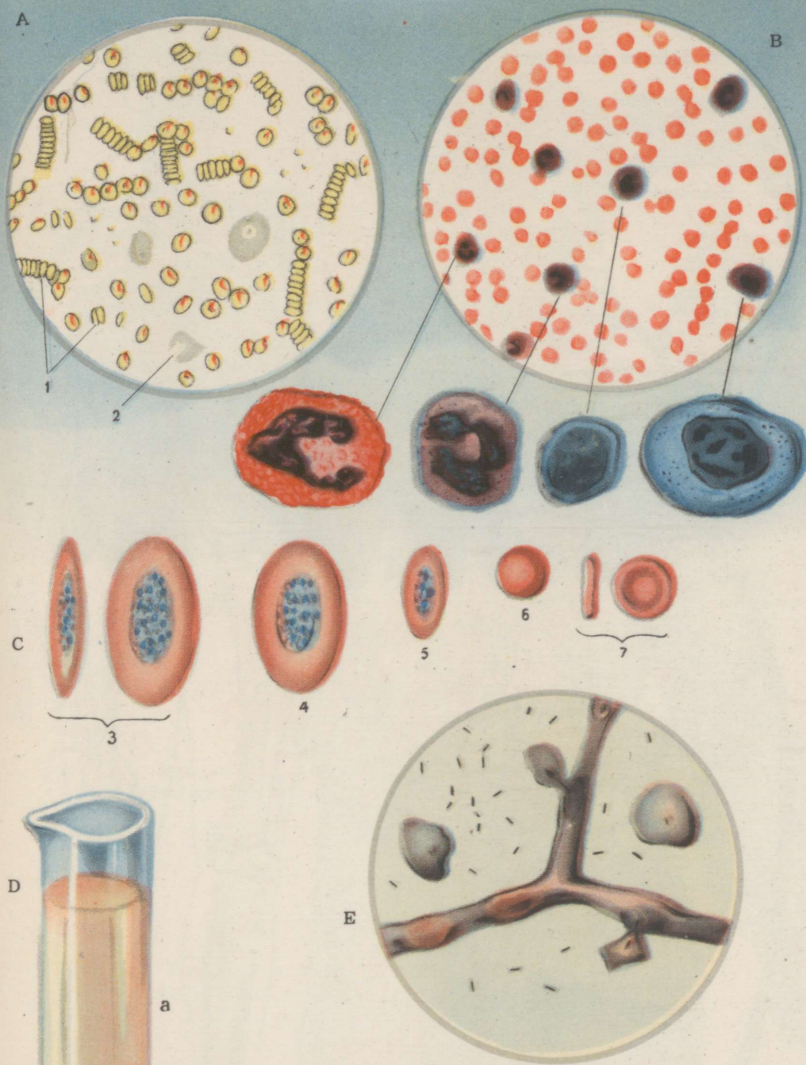
Tabel II. Kolju külgvaates (ülal) ja eestvaates (all).



Tabel III. Keha eeskülje lihased.



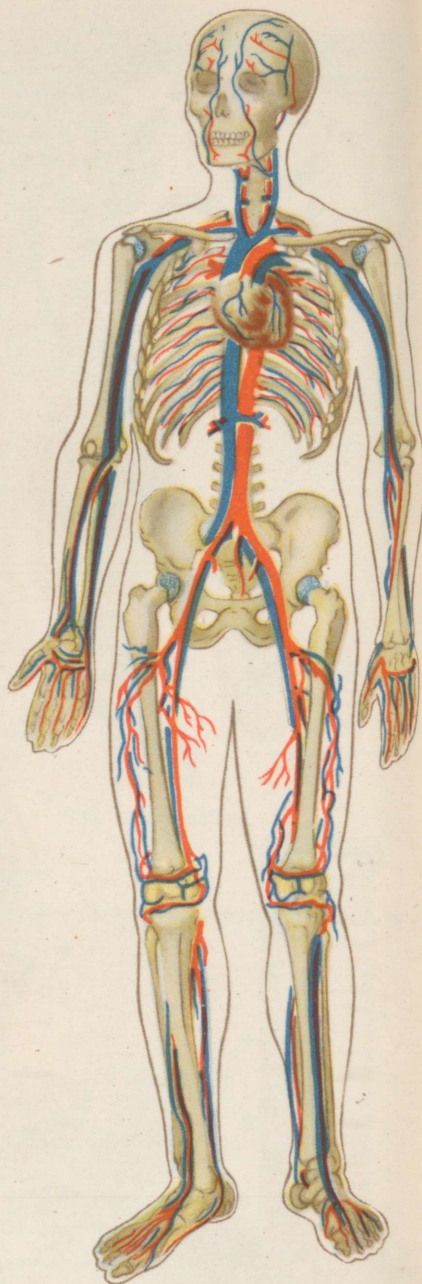
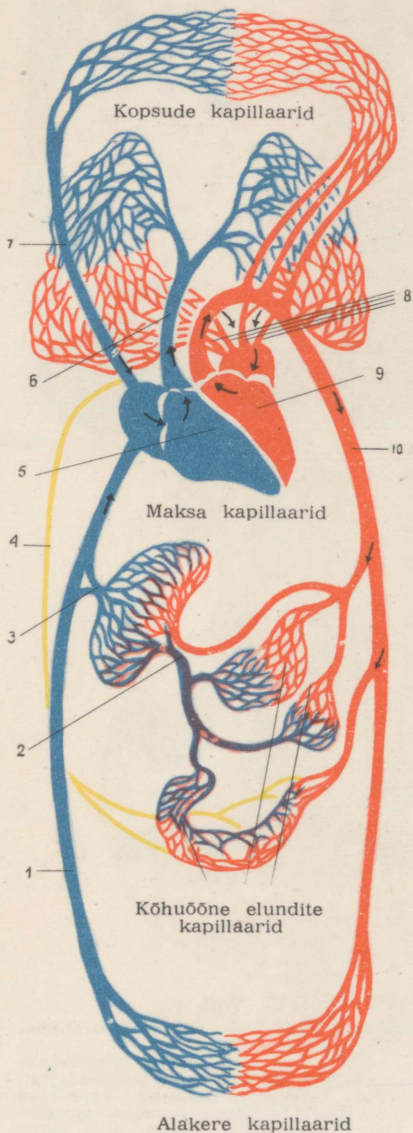
Tabel IV. Keha tagakülje lihased.



Tabel V. Veri.

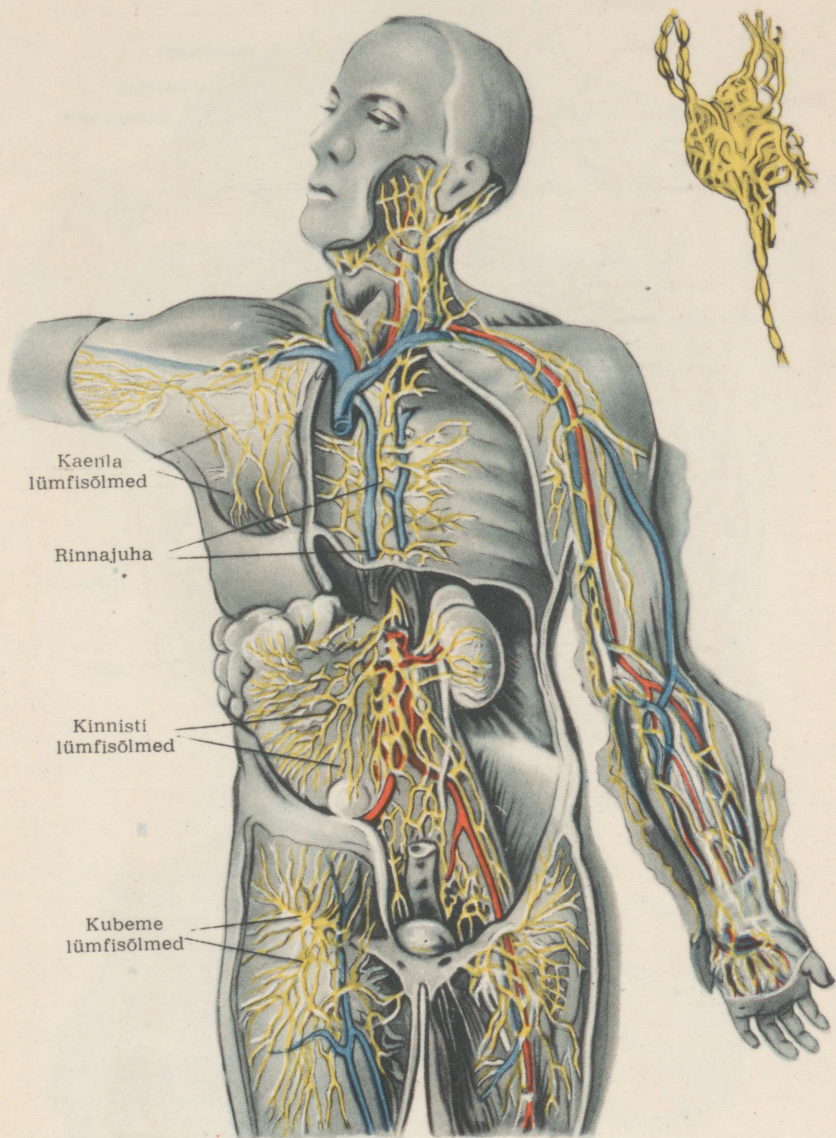
A — veri mikroskoobi all; 1 — punased verelibled ja 2 — valge verelibled.  
 B — värvitud vere preparaati; allpool mitmesugused valgete verelibled liigid tugevasti suurendatult.  
 C — mitmesuguste loomade punased verelibled (võrdset suurendatult): 3 — kala punased verelibled (külj- ja pealtvaates), 4 — konna, 5 — tuvi, 6 — hobuse punane verelibled, 7 — inimese verelibled (külj- ja pealtvaates).  
 D — hüübimise eest kaitsitud veri pärast kestvat settimist: ülemise kihi (a) moodustab plasma, keskmise (b) valged verelibled ja alumise (c) punased verelibled.  
 E — kapillaarid, millede seintest tungivad läbi valged verelibled.

Pea ja ülakere kapillaarid



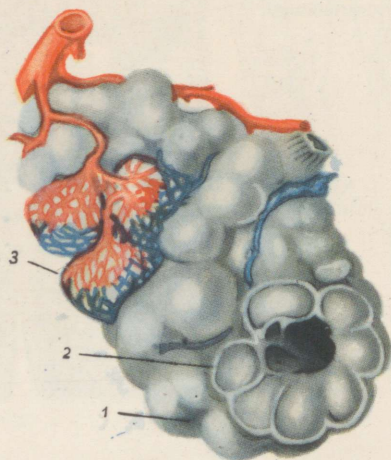
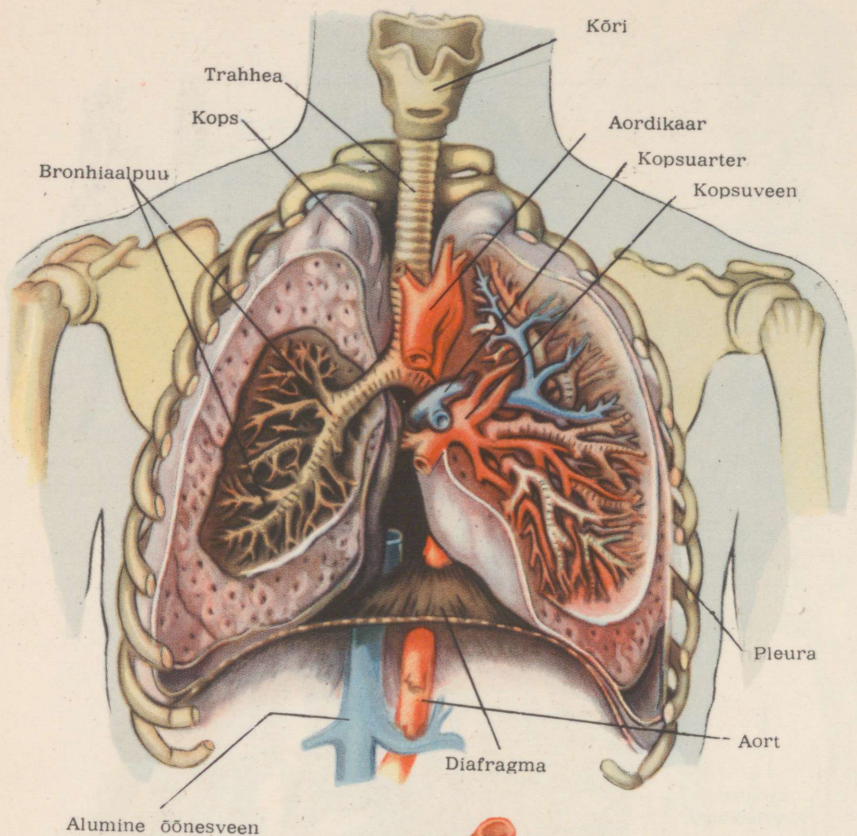
Tabel VI. Vereringe.

Vasakul vereringe skeem, paremal keha jämedamad veresooned.  
 1 — alumine õõnesveen; 2 — värativeen; 3 — maksaveenid; 4 — lümfijuha;  
 5 — südame parem pool; 6 — kopsuarter; 7 — ülemine õõnesveen; 8 — kopsuveenid; 9 — südame vasak pool; 10 — aort.  
 Punasega on märgitud arteriaalset, sinisega venoosset verd sisaldavad sooned.  
 kollasega lümfisooned, lillaga värativeen.



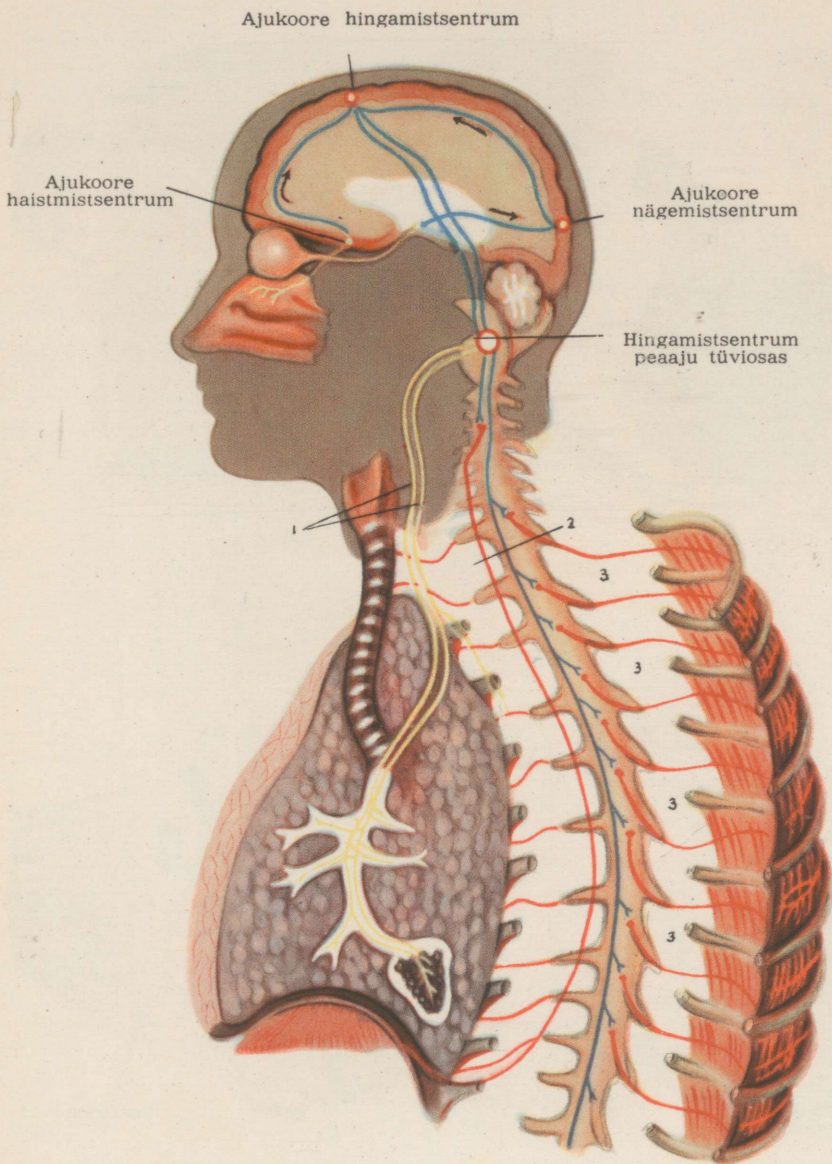
Tabel VII. Lümfiringe.

Paremal ülal lümfisõlm sisenevate ja väljuvate lümfisoontega.  
 Kollasega on märgitud keha mitmesuguste osade lümfisooned ja -sõlmed, puna-  
 sega arterid ja sinisega veenid.



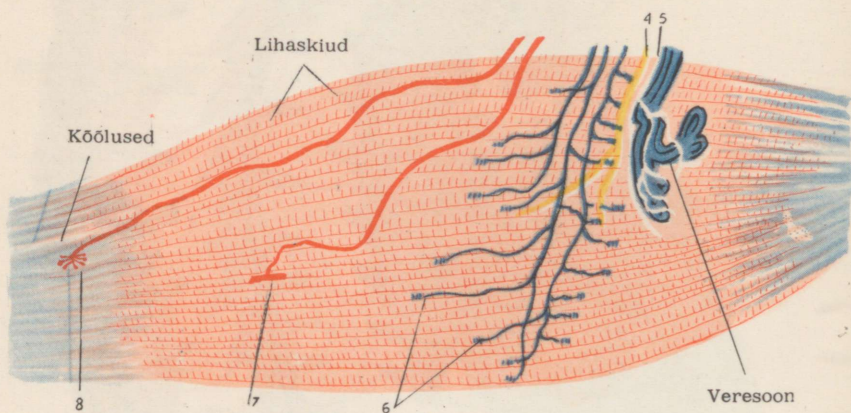
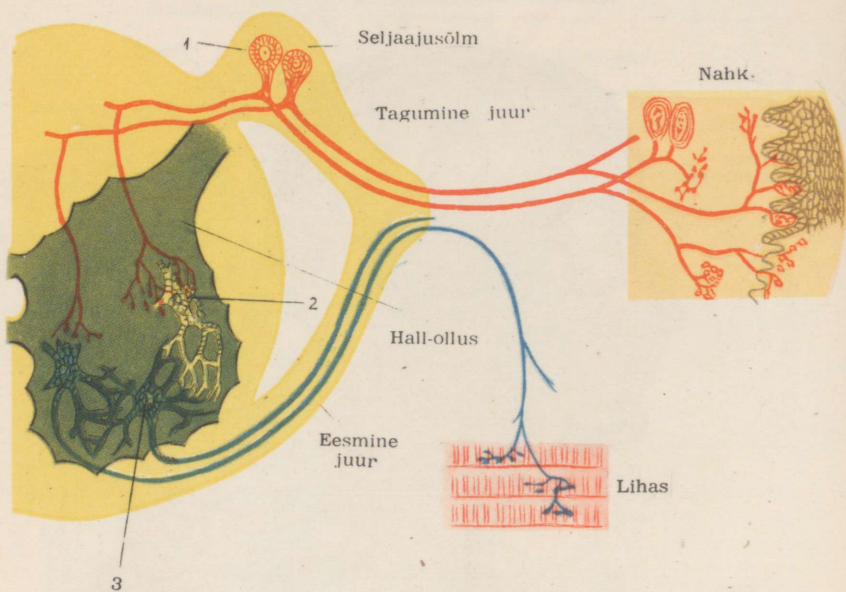
Tabel VIII. Hingamiselundid.

Üleval lahatud kopsud; all kopsumullid; 1 — kopsumulli välis- ja 2 — sise-  
 pind; 3 — kapillaaride võrk.



Tabel IX. Hingamislüigutuste reflektorsus.

1 — kopsukoes hargnevad närvid; 2 — diafragma närv; 3 — roietevaheliste lihaste närvid.  
 Kollasega on märgitud tsentripetaalsed, punasega tsentrifugaalsed närvid, sinisega kesknärvisüsteemi juhtteed.

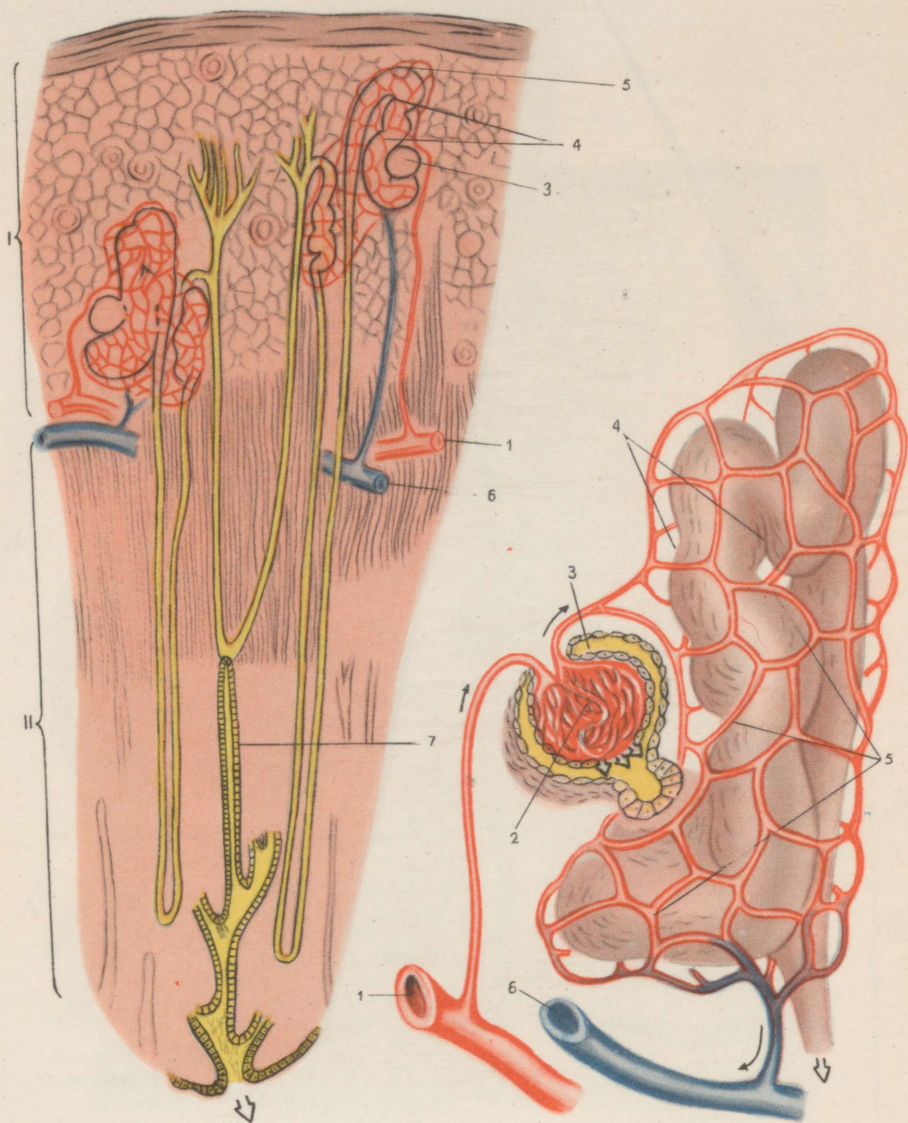


Tabel X. Seljaaju ristlõige (ülal):

1 — tunde-, 2 — vahe- ja 3 — motoorne neuron.

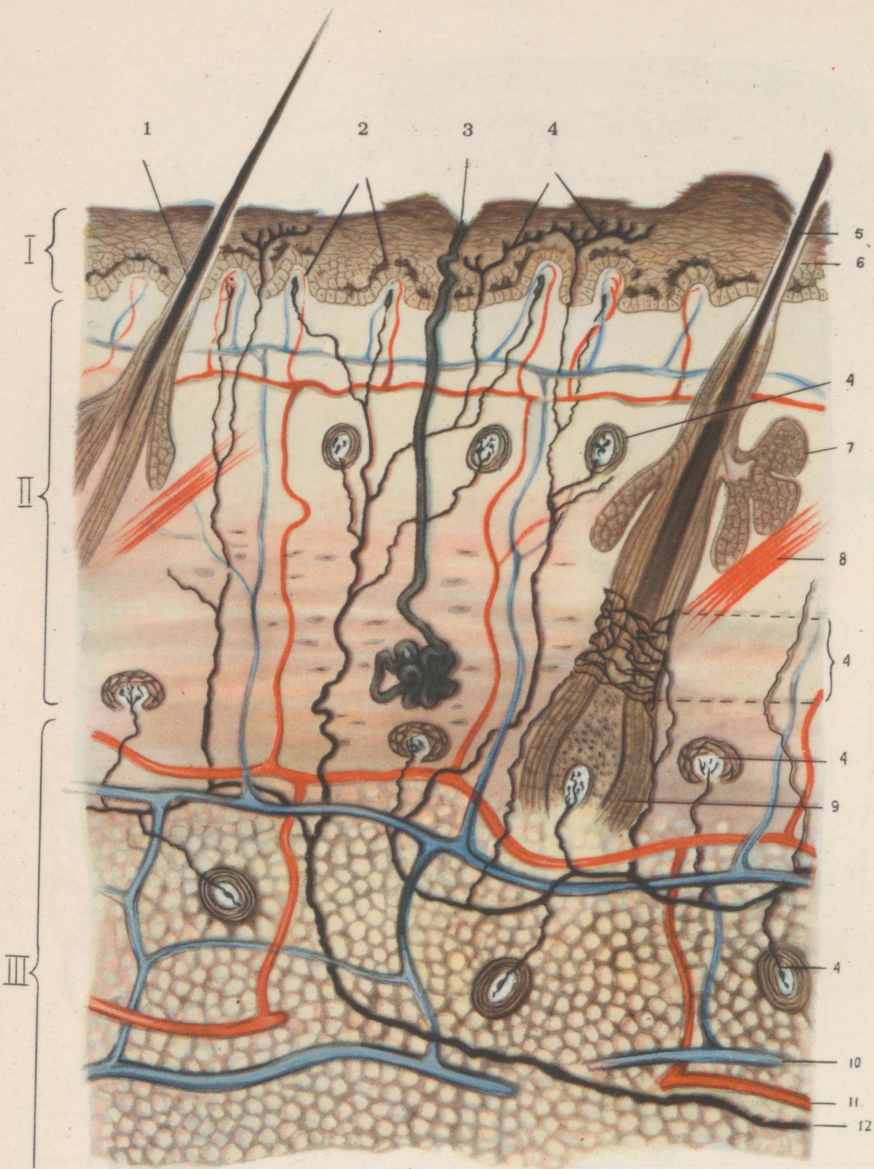
Närvilõpped skeletilihases (all):

4 — ainevahetust lihases mõjutavat impulssi edasiandev närvikiud; 5 — veresoont ahendav või laiendav motoorne närvikiud; 6 — mootorsete närvikiudude lõpped; 7 — tunde-närvikiudude lõpped lihases ja 8 — selle kõõluses.



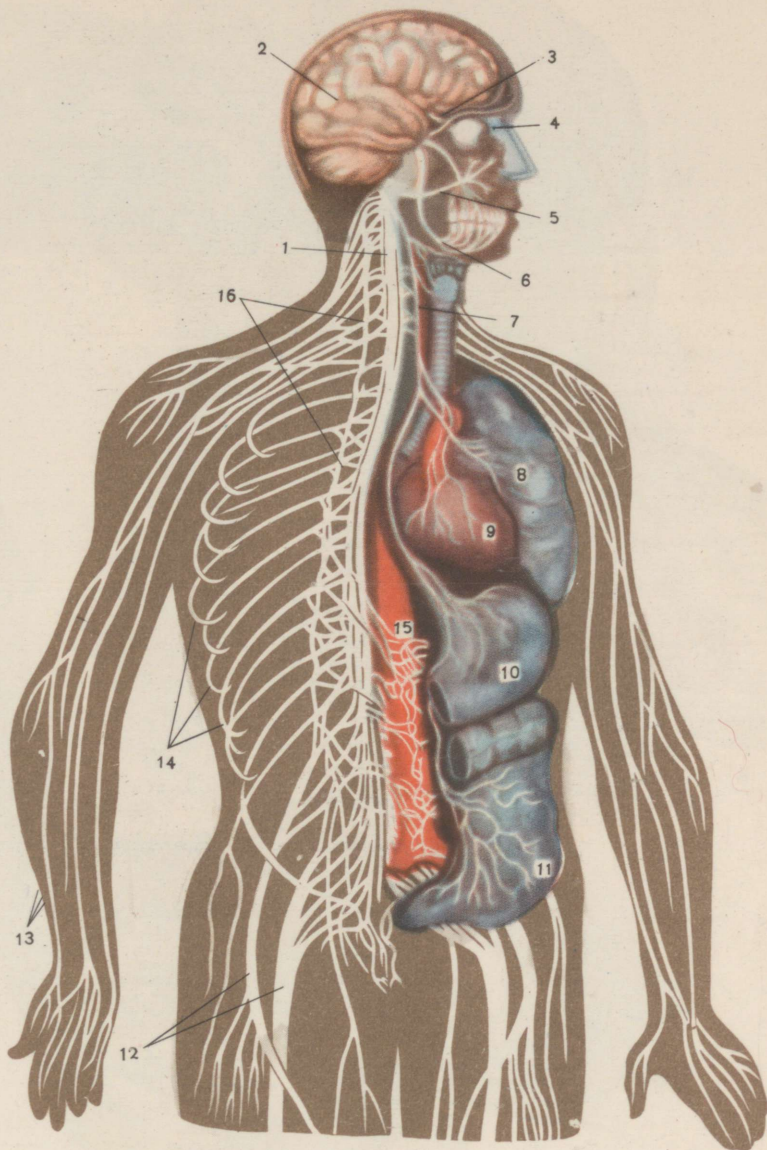
Tabel XI. Neeru mikrooskoopiline ehitus.

Vasakul'osa neeru läbilõikes; paremal kihn koos kusekanalikesse algosaga (suur suurendus); I — neeru välis- ja II — sisekiht; 1 — arter; 2 — kapillaaripäsmake; 3 — kihn (paremal lahatus); 4 — kusekanalike; 5 — kusekanalikest mähkiv verekapillaaride võrk; 6 — veen; 7 — kogumistoruke (lahatud). Mustad peened nooled näitavad vere liikumise suunda; valged laiad nooled kuse liikumist.



Tabel XII. Naha ehitus.

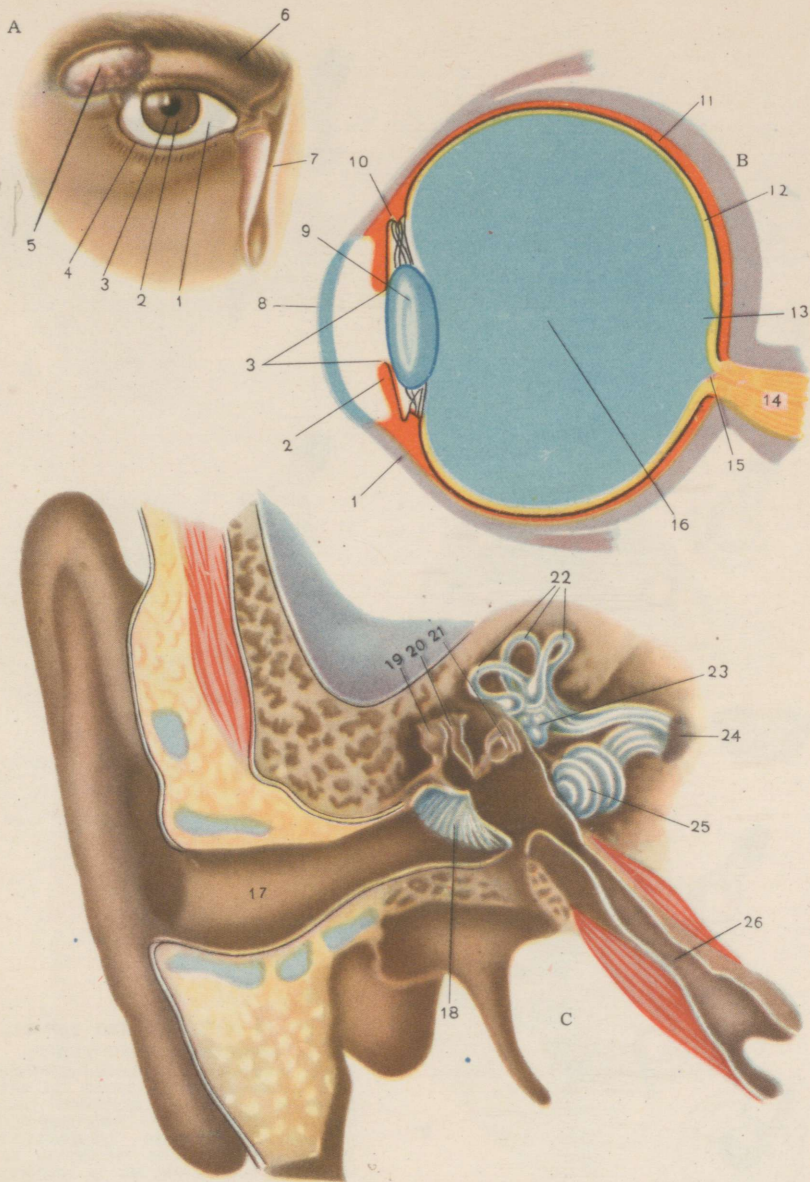
1 — marrasnahk; II — pärisnahk; III — nahaalne kohev rasvkude; 1 — juus; 2 — veresoonte ja närvilõpmete poolest rikkad pärisnaha hatud; 3 — higi-näärme juha ava; 4 — mitmesugused naha retseptorite liigid; 5 — marrasnahka sarvunud pindkiht; 6 — marrasnahka alumine kiht; 7 — rasunääre; 8 — karva-püstitaja silelihas; 9 — sidekoeline karvatupp; 10 — veen; 11 — arter; 12 — närv.



Tabel XIII. Närvisüsteem.

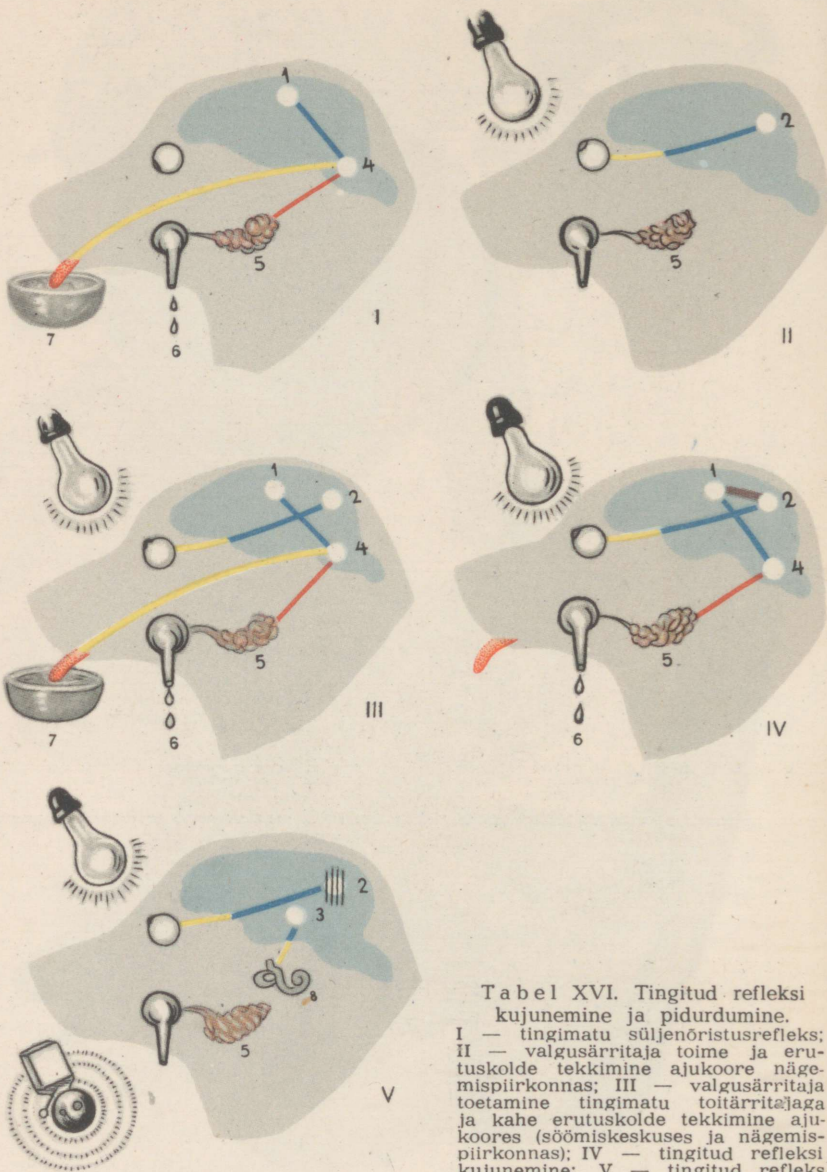
1 — seljaaju; 2 — peaaaju; 3 — nägemis-, 4 — haistmis-, 5 — näo-, 6 — kolmiknärv ja 7 — uitnärv; 8 — kops (kõrvale keeratud); 9 — süda; 10 — magu; 11 — peensool; 12 — alajäseme, 13 — ülajäseme ja 14 — kere parema poole seljaajunärvid; 15 — päikjaspõimik; 16 — piki lülisammast asetsevad perifeersed närvisõlmed.





Tabel XV. Nägemis- ja kuulmiselund.

A — silm ja selle abiaparaadid; B — silmamuna läbilõige; C — kõrva läbilõige.  
 1 — kiudkest; 2 — vikerkest; 3 — silmaava; 4 — alumine laug ripsmetega;  
 5 — pisaranääre; 6 — kulm; 7 — nina-pisara juha; 8 — sarvkile; 9 — silmaläätis;  
 10 — ripsvõõrmeke; 11 — soonkest; 12 — võrkkest; 13 — kollane tähn;  
 14 — nägemisnärv; 15 — pimetähn; 16 — klaaskeha; 17 — väliskuulmekäik;  
 18 — trummikile; 19 — vasar; 20 — alasi; 21 — jalus; 22 — poolringkanalid;  
 23 — esik; 24 — kuulmisnärv; 25 — tigu; 26 — Eustachi tõi.



Tabel XVI. Tingitud refleksi kujunemine ja pidurdumine.

I — tingimatu süljenõristusrefleks; II — valgusärritaja toime ja erutuskolde tekkimine ajukoore nägemispiirkonnas; III — valgusärritaja toetamine tingimatu toitärriajaga ja kahe erutuskolde tekkimine ajukoore (söömiskeskuses ja nägemispiirkonnas); IV — tingitud refleksi kujunemine; V — tingitud refleksi valgusele on pidurdatud erutuskolde tekkimise tõttu ajukoore kuulmispiirkonnas.

1 — aju poolkerade koore söömis, 2 — nägemis- ja 3 — kuulmistsentrum; 4 — pikliku aju süljenõristuskeskus; 5 — süljenäär; 6 — süljetilgad; 7 — toidunõu; 8 — kuulmiselund.

Kollase värviga on märgitud tsentripetaalsed ja punasega tsentrifugaalsed närviv, sinisega peaaju juhteteed. Pruuniga on näidatud tee, mida mööda kujuneb ajutine side ajukoore kahe piirkonna vahel. Erutatud tsentrumid on valged, pidurdunud tsentrum on viirutatud.

Rbl. 4.25

A-2163

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00357095 1