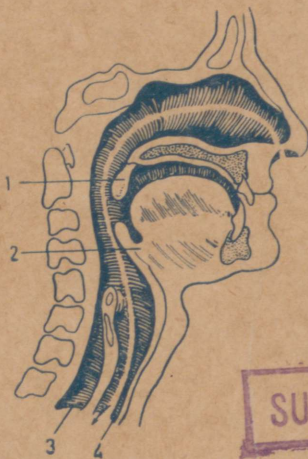


A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA

JA

FÜSIOLOOGIA



SUNDEKSEMPLAR

RK

PEDAGOOGILINE KIRJANDUS

TALLINN

A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA
JA
FÜSIOLOOGIA

R K

PEDAGOOGILINE KIRJANDUS

TALLINN 1941

SISSEJUHATUS.

Anatoomia ja füsioloogia. Anatoomia õpetab tundma niihästi kogu organismi kui ka ta üksikute osade — elundite, kudede ja rakkude ehitust. Füsioloogia õpetab tundma organismis toimuvaid elulisi protsesse ehk, nagu öeldakse, organismi elulisi funktsioone. Füsioloogia ülesandeks on avastada seadusi, mis määravad kogu organismi elutegevuse. Seepärast füsioloogia ei või rahulduda organismi üksikute osade, ta üksikute elundite, kudede ja rakkude eluliste funktsioonide uurimisega. Et mõista füsioloogilisi protsesse, mis toimuvad kogu organismis, tuleb uurida kõigi ta elundite ja kudede tegevust nende vastastikusel seoses ja sõltuvuses; tuleb meeles pidada, et samuti nagu tervik ei või olla ilma osadeta, mis kuuluvad ta koostisse, nõnda pole osad mõeldavad ilma tervikuta.

Organismi ehituse ja ta eluliste funktsioonide vahel valitseb tihe vastastikune seos. Iga muutus elundi ehituses tingib temas toimuvate protsesside muutuse. Elulised protsessid omakorda mõjutavad elundi kuju, põhjustades neid või teisi muutusi ta ehituses. Seepärast, et mõista, kuidas töötavad hingamis- või toitumiselundid, kuidas töötavad lihased, teiste sõnadega, et mõista organismis toimuvaid elulisi protsesse, tuleb tunda keha ehitust. Ümberpöörduvalt, et mõista keha ehitust, tuleb tunda ta elulisi funktsioone.

Seega siis on mõlemad teadused — anatoomia ja füsioloogia — teineteisega tihedasti seotud.

See raamat on pühendatud inimese anatoomiale ja füsioloogiale. Vaevalt on tarvis üksikasjaliselt tõestada vajadust tunda oma keha ehitust ja elutegevust. Nende teadmiste tähtsus on iseenesest arusaadav. Moodsa arstiteaduse määratu suured praktilised saavutused on kahtlemata seotud anatoomia ja füsioloogia arenemise eduga. Teadmistele anatoomiast ja füsioloogiast on tähtsal määral rajatud isikliku ja ühiskonna tervishoiu reeglid, mille täitmine on vajalik tervise kaitseks. Füsioloogiat tuleb teada ka selleks, et osata otstarbekalt kasutada oma jõudu. Lõpuks anatoomia ja füsioloogia, vaadeldes inimest ühe lülina loodusnähtuste pidevas ahelikus, soodustavad teadusliku materialistliku maailmavaate kujundamist ja vabanemist religioosest ebasust.

Iseäranis sotsialistliku ülesehituse ajastul on inimese füsioloogia tundmaõppimisel suur tähtsus. Meile on inimese füsioloogia teiste teaduste kõrval üheks vahendiks, mis meid relvastab looduse vallutamisel ja sotsialistliku ühiskonna ülesehitamisel. Füsioloogia tundmine on meile vajalik, et õigesti ja ratsionaalselt organiseerida sotsialistlikku tööd, et õigesti korraldada töötava rahva toitlustamist, võidelda elukutsest tingitud hädadega, ratsionaliseerida kehakultuuri ja üldiselt tervendada töö- ja elutingimusi.

Teadmiste tekkimine inimese organismi ehitusest ja tööst. Vanal ajal katsed ravida haigusi erinesid vähe „nõidumisest“, mis oli levinud veel hilja aja eest tsaari-Venemaal. Esimesteks „arstideks“ olid preestrid. Haiged, kes otsisid paranemist, ruttasid templeisse. Preestrid hakkasid ohverdamiste, loitsimiste ja palvete kõrval pikkamööda kasutama ka muid haigete ravimise viise. Arvurikkad tähelepanekud ohverdamisel lahatud loomade kui ka haigete juures õpetasid pikkamööda tundma kõrgemate loomade ja inimese ehitust ning elutegevust. Kuid kauaks ajaks jäi arstiteadus preestrite asjaks. Enam kui 2300 aastat tagasi, kui juba arstimiskunst oli küllalt arenenud, elas Kreekas kuulus arst Hippokrates, keda tänini ülistatakse „arstiteaduse isana“. Ta andis oma teoseis kõrge ravimiskunsti kõrval mõningaid

andmeid anatoomiast ja füsioloogiast. Kuid ka tema oma arstlikus tegevuses teenis tervise ja arstiteaduse jumalust Asklepiost (Eskulaapi).

Mida enam arstiteadus vabanes preestrite mõju alt ja asus iseseisvale teele, seda rohkem veendusid targimad ja andekaimad arstid selles, et tuleb tundma õppida mitte ainult inimese organismi ehitust, vaid ka elutegevust. Pannes tähele inimese ja kõrgemate loomade ehituse sarnasust, hakkasid arstid lahkama elusloomi ja vaatlema üksikute kehaosade tegevust. Rooma arst Galenus, kes elas umbes 500 aastat pärast Hippokratesi, korraldas mitmesuguseid katseid loomadega, lahkas ahve, keda ta nimetas „inimese naljakaiks jäljendeiks“. Oma teoseis väljendab ta otsest mõtet, et õpetus haigustest peab tuginema anatoomia ja füsioloogia tundmisele.

Tuleb siiski märkida, et edasine anatoomia ja füsioloogia arenemine jäi kauaks ajaks soiku. Keskajal oli loodusteadus, eriti aga teadus inimese ja loomade organismi ehitusest ja tegevusest, kiriku keelu all. Igaüht, kes julges korraldada katseid loomadega või lahata inimlaipu, peeti jumalasalgajaks, süüdistati nõidumises ja karistati julmalt, isegi põletamisega tuleriidal.

Alles keskaja lõpu poole hakkasid anatoomia ja füsioloogia endale võitma eluõigust. Vajadus omandada teadmisi inimese organismi ehitusest ja tegevusest sundis kirikumehi tahes-tahtmata loobuma tagakiusamistest inimlaipade lahkamise pärast.

XVI ja XVII sajandil tegi inimese kehaehituse tundmaõppimine kiireid edusamme. Kaugele jõudis edasi ka füsioloogia. Kuid suuremat edu saavutas füsioloogia alles XIX sajandil seoses füüsika ning keemia arenemisega. Asi seisneb selles, et ilma füüsikaliste ja keemiliste teadmisteta on võimatu mõista organismis toimuvaid protsesse. Mainitud teaduste saavutused võimaldasid tundma õppida füsioloogiliste protsesside füüsikalist ja keemilist külge ning sellega süvendada neist arusaamist.

Füüsikaliste ja keemiliste teadmiste arenemisega sai ikka selgemaks, et puudub ületamatu piir elava ja elutu looduse nähtuste vahel. Näidati, et mitmeid orgaanilisi aineid, mille tekkimine on seotud eluprotsessidega, võib saada laboratooriumis anorgaanilistest ainetest. Samuti tehti kindlaks, et looduse algseadused, näit. aine ja energia jäävuse seadused, on kehtivad niihästi eluta kui ka elava looduse kohta. Elunähtuste füüsikaline ja keemiline uurimine andis võimsa relva võitluseks mingi tundmatu, arusaamatu „elujõuga“, mis pidavat juhtima organismi elutegevust. Siiski aga säärane, kirikuõpetusega tihedasti seotud idealistlik vaade on tänapäevani veel laialt levinud kodanlike füsioloogide hulgas.

Püüdes seletada elunähtusi ilma „elujõu“ ehk hinge abita, hakkasid paljud füsioloogid kõiki neid protsesse pidama füüsika ja keemia nähtusteks. Teiste sõnadega, nad püüdsid tõestada, et elunähtuste ja elutu looduse nähtuste vahel puudub igasugune erinevus. Näit. püüdsid nad neerusid, mis eritava^{di} kust, vaadelda kui lihtsaid kurnasid, toidu imendumist püüdsid nad seletada ainult difusiooni ja osmoosi füüsikalise-keemiliste protsesside abil jne.

Edasine süvenemine füsioloogiasse näitas aga, et säärane lihtsustatud arusaamine elulistest nähtustest on suuresti ekslik, ta varjab meie silme eest eluliste nähtuste kogu omapära. Uksikud õpetlased veel tänini püüavad seletada elunähtusi kas „elujõu“ abil või füüsika ja keemia abil. Kuid mõlemad teed on ebaõiged. Avastades looduse üldseadusi, peab teadus samal ajal näitama seaduspärasusi ja omapära, mille poolest erinevad ühed nähtused teistest. Anatoomia ja füsioloogia põhiülesandeks jääb tungida neisse loodusseadustesse, mis on omased ainult elunähtustele, neisse seadustesse, mis reguleerivad organismis toimuvaid elulisi protsesse. Kuid neil füsioloogilistel korrapärasustel pole midagi ühist üleloomulike, tunnetamatute jõududega, nagu seda on hing või „elujõud“.

Katsete tähtsus loomadega. Organismi elutegevuse tundmaõppimisel on vaatlemise kõrval suur tähtsus k a t s e i l e h k e k s p e r i m e n t i d e l. Katse ajal me muudame oma soovi järgi tingimusi, milles toimub organismi elutegevus, ja vaatleme, missugused on nüüd tagajärjed. Näiteks on võimalik avada koera rindkere ning erilisel viisil toetades tema hingamist vaadelda siis südame talitlust. Võib katsetada kehast isoleeritud (eraldatud) südamega või mõne teise isoleeritud elundiga ja vaadelda, kuidas see elund töötab, kuidas muutub ta töö seoses tingimuste muutustega, näit. välistemperatuuri muutumisega. On endastmõistetav, et ammuigi mitte iga katset ei saa korraldada inimesega. Aga siin tuleb abiks looma organismi tundmaõppimine.

Inimese ja kõrgemate loomade keha võrdlus näitab, et inimese ja looma sarnasus on väga suur. Inimese luude, lihaste, siseelundite ehitus ja asetus on väga sarnane koera, lehma, sea ja teiste loomade, eriti ahvide keha samade elun-

dite ehituse ja asetusega. Vähe sellest, üksikasjaline uurimine näitas, et füsioloogilised põhiprotsessid, mis toimuvad inimese ja looma kehas, on ühesugused. Ja mitmeid inimese organismi elutegevuse protsesse suudeti lahendada alles pärast seda, kui olid korraldatud erilised katsed loomadega. Sellest on selge, et katsed loomadega annavad määratu hulga materjali inimkeha uurimiseks.

Kuid sellega veel ei piirdu looma füsioloogia tähtsus inimese füsioloogia mõistmiseks.

Ei tohi unustada, et inimesel on loomariigis kindel koht, et inimene on üks elu arenemise lülidest maakeral. Nende loomade võrdleva anatoomia ja füsioloogia tundmaõppimine, kes seisavad loomariigi arenemise erinevail astmeil, pakub rikkalikku materjali inimese esiajaloo¹ õppimiseks ja ühes sellega inimese organismi anatoomiliste ja füsioloogiliste erinevuste mõistmiseks. Engels ütleb: „Ilma selle esiajaloota jääb inimese mõtleva aju olemasolu imeks.“

„Kuidas ka lugu oleks, õppides tundma võrdlevat füsioloogiat,“ kirjutab Engels Marxile, „hakkad kogu hingega põlgama idealistlikku ülistust, et inimene seisab kõrgemal kõigist teistest loomadest. Igal sammul paistab silma inimese ja teiste imetajate kehaehituse täielik ühtimine, üldjoontes valitseb sarnasus kõigi selgroogsete ja isegi — veidi vähem ilmselt — putukate, vähilaadiliste, usside ja teiste juures.“

Teiste sõnadega, nii ehituse kui ka füsioloogiliste protsesside ajaloolise arengu uurimisel on suur tähtsus, et mõista inimese anatoomiat ja füsioloogiat, et aru saada inimese asendist loomariigis, ta põlvnemisest ning arenemisest.

Kas võib siiski inimese organismi tundmaõppimisel piirduda katsetega loomade juures? Kas võib ütelda, et uurides loomade füsioloogiat me õpime tundma samal ajal ka ini-

¹ Inimese esiajalugu on tema esivanemate põlvnemislugu kogu elu kestuse ajal maakeral.

mese füsioloogiat? Muidugi mitte. Hoolimata sarnasusest loomadega on inimorganismi tegevusel omad erinevused.

Kõik inimese põhierinevused — püstikäik, tema käe täielikkus, silpidest koosnev kõne, kõrgelearenenud teadvus, oskus valmistada tööriistu — kõik need erinevused üheskoos nagu tõstaksid inimese kõrgemale üle kogu muu loomariigi. Tööprotsessis kujunevad suhted inimeste vahel loovad selle ühiskondliku ehk, nagu öeldakse, sotsiaalse keskkonna, milleta pole mõeldav inimeste elu. Ühiskonna arenemine sünnib oma seaduste järgi.

Et füsioloogia ei irduks tegeliku elu nõudeist, peab ta inimese organismi ehituse uurimisel arvestama neid põhiomadusi, mille poolest inimene erineb loomadest.

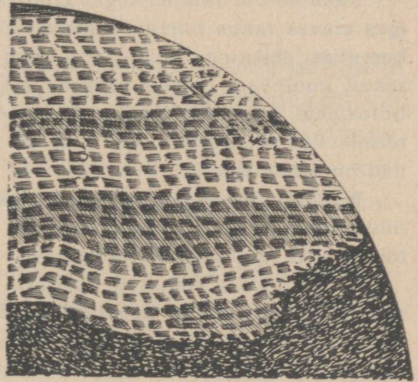
See on põhjuseks, miks inimese organismi ei saa tundma õppida, ilma et me seejuures ei paneks tähele ta tööprotsessi. Ei saa otsustada aju, südame või mõne muu elundi talitluse üle ainult nende katsete ja vaatluste põhjal, mida toimetati organismi tegevusetuse ajal. Ei saa lõpuks tundma õppida organismi füsioloogilist tööd, kui me jätame seejuures kõrvale inimese psüühilise seisukorra. Inimest tuleb õppida tundma olekus, nagu ta harilikult esineb — tema töös ja ühiskondlikus tegevuses. Asudes küsimuse lahendamisele sääraselt seisukohalt pole karta teaduse eraldumist praktikast, ja inimese füsioloogia osutab suurt abi sotsialistlikule ülesehitamistöele.

Rakud ja koed.

§ 1. ORGANISMIDE RAKULISE EHITUSE UURIMISE AJALUGU.

Nagu on teada botaanika- ja zooloogiakursusest, koosnevad kõik taim- ja loomorganismid, alates kõige algelisemaist ja lõpetades kõige kõrgemalt organiseeritute, paljudest rakkudest.

Raku avastamise ja tema tundmaõppimise algus. Organismide rakulise ehituse avastamine on seotud mikroskoobi leiutamisega ja selle rakendamisega loom- ja taimorganismide osade uurimistööle. Inglise õpetlane Robert Hooke tegi 1667. aastal suurima tähtsusega avastuse: ta avastas esimesena taimede rakulise ehituse, olgugi et ta veel ei mõistnud avastatud faktide määratu suurt tähtsust. Vaadeldes korgi õhukesti lõikeid pani ta tähele, et kork koosneb aruurikkaist üksteisest seintega lahutatud põiekestest (joon. 1). Ta nimetas neid „rakukesteks“. See nimetus sobis neile põiekestele, mida Hooke nägi esmalt korgis ja pärastpoole leedripuu



Joon. 1. Hooke'i joonis, mis kujutab õhukest korgilõike mikroskoobi all.

säsis ning mitmesuguste teiste taimede puidus. See nimetus säilis teaduses tänapäevani, sellest hoolimata et harilikult organismide algosad, mida nüüdki kutsutakse „rakkudeks“, sugugi ei sarnane nende „rakukestega“, mida Hooke nägi korgis ning taimede teistes surnud osades; ta vaatles ainult surnud rakkude korgistunud ja puitunud kesti.

Hooke'i kaasaegsed, inglane Grew ja itaallane Malpighi uurisid süstemaatiliselt taimede mikroskoopilist ehitust ja panid aluse taime anatoomiale. Nad ei mõistnud veel kõike rakkude tähtsust organismis, kuid nende peened vaatlused andsid palju materjali, et selgitada rakkude osa taime elutegevuses. Nende vaatlejate silme eest ei jäänud varjule ka see asjaolu, et elavad rakud on täidetud vedelikuga.

Õpetus organismide rakulisest ehitusest. Alles XIX sajandi 30-ndail aastail kõrvaldati mikroskoobi tähtsaimad optilised puudused, ning mikroskoop kujunes tõeliseks teaduslikuks tööriistaks ning kõlvuliseks paljale silmale nägematute loom- ja taimorganismide moodustavate osakeste uurimiseks.

Alles siis kaks õpetlast — botaanik Schleiden ja anatoom Schwann panid aluse organismide rakulise ehituse õpetusele. Nad näitasid, et niihästi taim- kui ka loomorganismid, alates alamaist ja lõpetades kõige kõrgemalt organiseeritute, koosnevad rakkudest. Iga rakk Schwanni ja Schleideni seletuse järgi kujutab mikroskoopilise suurusega kambrikest, mis on kaetud kestaga ja täidetud vedelikuga; viimases leidub väga sageli väike kerajas või munajas tuum.

Rakuteooria rajajad tegid kindlaks selle äärmiselt tähtsa tõiga, et igas elavas rakus toimuvad samad elu põhiprotsessid, mis on omased keerulise ehitusega taim- või loomorganismile, mille koostisse need rakud kuuluvad. Nimelt võtavad rakud oma ümbrusest mitmesuguseid toiteaineid, neis toimub liikumine, nad sigivad, nad reageerivad ühel või teisel viisil muutustele, mis tekivad neid ümbritsevas keskkonnas, s. t. nad on ärritatavad.

Niihästi Schleiden kui ka Schwann pidasid raku vajalikemaks ja tähtsaimaks osiseks tema kesta; nad arvasid, et ainult viimase osavõtul toimuvadki raku elulised protsessid.

Varsti pärast mainitud õpetlaste teoste ilmumist tehti kindlaks, et noortel taimerakkudel puudub kest; hakati arvama, et rakkude elulised protsessid on seotud peamiselt selle raku veniva teralise ainega, mida nimetati *protoplasma*ks¹. Raku sisu, s. t. *protoplasma*t hakati

¹ Kreekakeelsest sõnast „protos“, mis tähendab esimene ehk esmane, ja „plasma“ — koostis.

pidama raku eluprotsessi kandjaks. Vähe sellest, mitmed õpetlased (M. Schultze, Virchow jt.) näitasid, et loomarakkudel, välja arvatud üksikud erandid, puudub eriline kest ja nad kujutavad protoplasma tombukesti. Tolle aja õpetlaste kujutluse järgi on protoplasma ainus raku eluomaduste kandja, kuna tuumal on kõrvaline ülesanne ja ta võib isegi puududa.

XIX sajandi 60-ndail aastail tulid õpetlased otsusele, et iga taime- ja loomarakk tekib teise, nn. emaraku pooldumisest. Seejuures pooldub nii emaraku protoplasma kui ka tuum.

Seega, nagu väljendas tolle aja kuulus õpetlane R. Virchow, „iga rakk tekib rakust“.

Virchovi ajal vaadeldi iga hulkrakset organismi kui rakkude „ühiselu“, „asundust“ (kolooniati). Organismi peeti teatud üheskoos elunevate üksuste — rakkude — summaks. Seejuures jäeti tähele panemata, et organism esineb teda moodustavate osade liitse tervikuna, kusjuures need osad on omavahel alaliselt ja tihedasti seotud. Peeti kõiki organismis toimuvaid nähtusi teda moodustavate rakkude avaldusteks ja seega kalduti kõrvale organismi kui terviku osade vastastikuste suhete tundmaõppimisest. Teiste sõnadega, ei hinnatud seda tööka, et organismi iga osa, seega ka iga raku elutegevus on tihedasti seotud kõigi teiste osade, kõigi teiste selle organismi rakkude elutegevusega. Sugugi ei arvestatud seda, et organismi osade vastastikuse seose ja sõltuvuse kohta on suur tähtsus ka rakkudevahelistel osadel, rakkudevahelistel moodustistel.

Rakkude ehituse ja elutegevuse edasine hoolas uurimine selgitas, et tuumal, rakuprotoplasmal ja ta pindmisel kihil on väga keeruline ehitus ja liitne keemiline koostis. Sai selgeks, et tuumal ja tuumaainel on protoplasma ja pindmise kihi kõrval tähtis ülesanne rakkude elulistes talitlustes, muu hulgas ka sigimisprotsessis.

Nüüdisajalgi jätkub teaduses põhjalik süvenemine raku ehituse ja elu üksikasjadesse. Rakkude organisatsioon, nende üksikute osiste füüsiline ehitus ja keemiline koostis, neis toimuvate eluliste protsesside käik ja olemus — kõik need küsimused peavad heitma valgust ka kogu organismi tööle.

§ 2. RAKU PROTOPLASMA JA TUUMA ULESANNE.

Raku osiste tähtsus. Et selgitada raku mõlema peaosise — tuuma ja protoplasma — ülesandeid, korraldati rida katseid elavate rakkude tükeldamisega. Nii näit. õnnestus lihtsaimat elusolendit amööbi tükeldada kaheks osaks, millest üks oli tuumaga, teisel aga see puudus.

Selgus, et tuumata osa algul elas nagu normaalne amööb — liikus, haaras toitu. Kuid juba 15—20 minuti pärast ta liikumine muutus korratuks ja lõpuks lakkas täielikult. Pärast seda tuumata protoplasmatombe tõmbus kokku keraks, ta eluavaldused soikusid ja lõpuks hakkas ta lagunema.

Samal ajal aga see amööbi osa, kuhu jäi tuum, ei erinenud sugugi normaalsest amööbist; ükski eluline funktsioon temas ei lakanud.

Edasised uurimused näitasid, et amööbi tuumata osa, kuigi ta haaras endasse toitu, polnud suuteline seda seedima ja omastama. Ka selgus, et samal ajal, kui tuumaga amööbi osa jätkas vigastamata amööbi taoliselt lima eritamist, mis on vajalik tahkete esemete külge kleepumiseks, tuumata osa oli selle võime kaotanud. Teisest küljest gaasidevahetus, s. t. hingamine jäi tuumata osas kauaks häirimata ja ei lakanud.

Neist katseist võib järeldada, et tuumal on tähtis osa täita raku ainetevahetuse protsessis. Teiselt poolt ka tuum, millel puudub protoplasma täielikult, pole suuteline iseseisvaks eluks nagu protoplasmagi. Mõningate suurte rakkude raku-tuumaga õnnestub operatsiooni teel raku protoplasmast eraldada. Selle tulemusena selgub, et tuum, kuigi ta operatsiooni juures jäi vigastamata, hävib teatud aja möödumisel ega väljenda kõige vähematki võimet tekitada enda ümber uut protoplasmakihti.

Rakkude eksperimentaalne uurimine selgitas võrdlemisi hiljuti selle tähtsa osa, mida täidab raku elutegevuses tema protoplasma õhuke pindkiht. Selle koostis ja füüsilised omadused muutuvad kogu aja sõltuvalt raku ümbritseva keskkonna tingimustest ja raku teiste osiste elutegevusest; teatud tingimustel see protoplasmakiht võib muutuda ja isegi kaduda kui protoplasma eriosis. See protoplasma pindkiht, mille ehitus ja koostis alaliselt muutub, kujundab tähtsal määral organismi ja väliskeskkonna vastastikuseid suhteid, etendades eriti tähtsat osa nende vahelises ainetevahetuses.

Elav rakk kui ühtne tervik. Esitatud katseist ja vaatlustest selgub küllaldaselt, et tuum ja protoplasma on mõlemad vajalikud raku eluks, s. t. nad mõlemad võtavad osa tema elutegevusest. Peab arvama, et tuuma ja protoplasma vahel toimub vastastikune ainetevahetus, millela ei või püsida pikemat aega kumbki neist raku osistest. Elav rakk esineb seega ühtse tervikuna.

§ 3. PROTOPLASMA JA TUUMA KOOSTISEST JA E HITUSEST.

Protoplasma ja tuuma keemiline koostis. Keemiline analüüs näitab, et ained, mis moodustavad loomarakkude protoplasma ja tuuma, sisaldavad järgmisi elemente: süsinikku, vesinikku, hapnikku, lämmastikku, väävlit, fosforit, kloori, fluori, räni ning mõnikord joodi; metallidest on seal leitud naatriumi, kaaliumi, kaltsiumi, rauda jt. Mingeid erilisi elemente, mis oleksid omased ainult protoplasmale ja tuumale, ei ole olemas.

Loeteldud elemendid esinevad rakus arvurikkais ühendes. Suurem osa neist ühendeist on omased ainult protoplasmale ja tuumale ega esine elutus looduses. Neid ainult orga-

nismidele omaseid ühendeid võib liigitada kolme rühma:
1) valkained, 2) rasvad, 3) süsivesikud.

Valkained, rasvad ja süsivesikud kuuluvad raku aine koosseisu ühes veega ja mitmesuguste soolade lahustega.

Valkainete näitena, mis esinevad taim- ja loomorganismides, võib tuua linnumuna valku, jahu liimainet; rasvade näitena — taimeõlisid, rasva, võid; süsivesikute näitena — mitmeid suhkruliike (näit. viinamarja-, piima-, pilliroosuhk-
rut), tärklist, tselluloosi, puitu.

Neist kolmest aineterühmast on tähtsaim osa valkudel, millega on seotud protoplasma ja tuuma elulised funktsioonid. Valgud on väga keerulised ühendid, mille koostisse kuuluvad järgmised elemendid: süsinik (C), vesinik (H), hapnik (O), lämmastik (N), väävel (S), mõnikord veel fosfor (P), raud (Fe) ja mõned teised. Valkude molekulid on võrreldes neid teiste ühendite molekulidega väga suured. Nad koosnevad sadadest aatomeist ja on väga muutlikud. Neis toimuvad pidevalt ühed või teised keemilised reaktsioonid, mille tagajärjel tekivad osalised muutused ka valkude molekules.

Rasvade koostisse kuulub kõigest kolm elementi: süsinik, vesinik ja hapnik. Rasvad vees ei lahustu. Mõningais tingimustes jagunevad nad nõnda väikesteks tilkadeks, et neid ei saa näha palja silmaga. Säärast rasva pihustatud olekut nimetatakse rasva emulsiooniks.

Süsivesikute koostisse kuuluvad samad elemendid, millest koosnevad rasvadki, need on süsinik, vesinik ja hapnik. Igas süsivesiku molekulis on vesinikuaatomeid kaks korda rohkem kui hapnikuaatomeid, s. t. nad on siin samas vahekorras nagu vees (H_2O). Sellest tuli süsivesikute nimigi. Nõnda on näiteks veres leiduva viinamarjasuhkru koostis järgmine: $C_6H_{12}O_6$.

Valkude, rasvade ja süsivesikute koostise ja ehituse uurimine on jõudnud nii kaugemale, et on õnnestunud saada mit-

meid süsivesikuid ja rasvu kunstlikult anorgaanilistest ainetest. Kuigi veel tänini pole õnnestunud saada kunstliku sünteesi¹ teel valke, on siiski ka siin saavutatud suuri edusamme: kuulsa keemiku Emil Fischeri laboratooriumis õnnestus valmistada sünteetiliselt nn. polüpeptiide — aineid, mis on valkudele väga lähedased.

Niisiis ei kuulu protoplasma ja tuuma koostisse ainustki elementi, mis poleks omane elutule loodusele, kuid neid iseloomustavad ühendid — valgud, rasvad ja süsivesikud — on omased ainult elavaile organismidele. Elutu ja elava looduse elementaarne keemiline koostis on ühtlane, kuid liitühendid, mis iseloomustavad elusainet, on viimase omapära.

Kolloidlahuste mõiste. Enamik valkaineid lahustub vees, kuid siiski ei tekita nad pärislahuseid. Pärislahuses on lahustunud aine (näit. suhkur) lagunenu molekuleks. Suuremal osal juhtudest läheb lagunemine veel kaugemale: teatud osa molekule lahuses jaguneb (dissotseerub) ioonideks. Valkainete lahuses kujutab iga osa tervet molekulide rühma. Et eraldada neid tõelistest ehk pärislahustest, kutsutakse valkainete lahuseid kolloidlahusteks.

Kuigi kolloidlahus on väliselt ühesugune ja läheb läbi kurnpaberist, erineb ta siiski harilikest lahuseist. Vaadeldes kolloidlahust vastu valgust näib ta sogasena, langevas valguses on ta selge. Soga on siin nii peenike, et ta ei sadestu, hoolimata ajast, kui kaua lahus seisab, või sadestub väga pikkamisi. Tõelistest lahustest erinevad kolloidlahused lahuses hõljuvate osakeste suuruse poolest. Kolloidlahuste osakeste läbimõõt on alla 0,0001 mm, kuid ületab 0,00001 mm. Neid võib näha ainult eriliselt selleks kohandatud mikroskoobi — ultramikroskoobi abil. Kolloidlahuses on

¹ Sünteetiks nimetatakse liitainete saamist lihtsamaist aineist.

valkainemolekulid ühendatud rühmadeks. Need liitunud molekulide koondised on nõnda suured, et nad ei või tekitada tõelisi lahuseid.

Protoplasma ja tuum koosnevad tähtsal määral aineist, mis on kolloidses olekus.

Lihtsaimal juhul kolloidlahuses lahustunud aine osakesed hõljuvad lahustajas. Kuid laialipillutatud osakesed võivad üksteisele läheneda ja asetuda korrapäraselt, tekitades nagu üldise võrgu. Säärasel korral võib kolloidlahust kujutella kahe teineteisest läbipõimitud ainete võrguna, millest üks on lahustunu, teine lahustaja.

On arusaadav, et kui kolloidlahuse koostisse kuulub mitu ainet, siis võib lahuse üldehitus muutuda väga keeruliseks. Kolloidlahuste struktuur võib väga kergesti muutuda mitmesuguseil põhjustel: temperatuuri tõusmisel või lange misel, keemilisel toimel jne. Säärase muutuse näitena võib tuua kanamuna valku: soojendamisel see, nagu öeldakse, kalgastub, s. t. muutub valgeks ja omandab tahke aine omadused, muutub kerkseks, teda võib kergesti lõigata.

Protoplasma ja tuuma füüsiline ehitus. Protoplasma põhjaliku uurimise tagajärjel mikroskoobi tugeval suurendusel tulid õpetlased XIX sajandi lõpul ja XX sajandi algul mitmesuguseile järeldustele tema füüsilise ehituse kohta. Ühed tõendasid, et protoplasmal on kiuline ehitus, teised leidsid, et tal on võrgutaoline ehitus, kolmandad pidasid teda teraliseks, neljandad vahutaoliseks, kärjeliseks jne. Kuid niikaua, kui polnud selge protoplasma kolloidne iseloom, küsimuse lahendamise kaldus kord ühele, kord teisele poole.

Protoplasma moodustab keerulise ja muutliku kolloidlahuste süsteemi. Ühel või teisel välisel mõjutusel, temas alaliselt toimuvate keeruliste keemiliste ja muude protsesside toimel muudab protoplasma kogu aja oma peenehitust. Ta võib muutuda kord kiuliseks, kord teraliseks,

kord kärjeliseks. Protoplasma ehitus võib olla ühes osas võrguline, teises osas vahuline jne. Pindmine kiht võib erineda oma keemilise koostise ja füüsilise ehituse poolest muust protoplasmast, ta võib aga ka liituda selle massiga.

Tuum esineb üsna teravasti piiritletud moodustisena protoplasma sees. Tuuma füüsiline ehitus on samasugune, mis protoplasmalgi, kuid tema keemiline koostis erineb protoplasma omast. Tuuma iseloomustavaiks aineiks on liitvalgud nukleiinid.

Nagu me näeme, on rakul väga keeruline füüsiline struktuur ja keemiline koostis. Mitmesugused elulised protsessid, mis temas alaliselt toimuvad, on seotud ta keerulise ehitusega.

§ 4. RAKU KAUDNE POOLDUMINE.

Rakkude otsene ja kaudne pooldumine. Organismi moodustavad rakud sigivad pooldumise teel. Noores, kasvavas organismis toimub kasv peamiselt teda moodustavate rakkude alalise pooldumise tagajärjel. Organismis, mille kasv on lakanud, toimub surnud rakkude asendamine uute rakkudega, mis tekkisid elavate rakkude pooldumisest. Säärast lihtsat jagunemist, mis, nagu meil on teada zooloogiakursusest, toimub algloomadel, nimetatakse *otseseks* pooldumiseks, ta esineb väga harva. Sel teel võivad sigineda ainult mõned ainuraksed organismid; hulkraksete juures esineb otsene pooldumine väga harva erandina. Et tutvuda hariliku pooldumise käiguga, s. t. *kaudse pooldumisega*, peatume enne üksikasjaliselt rakutuuma ehituse juures.

Tuuma ehitus. Raku tuum on keerulise ehitusega moodustis (joon. 2). Temas võib tugeval suurendusel näha õhukest kesta, mis ümbritseb tuuma ja eraldab teda protoplas-



Joon. 2. Raku tuum tugeval suurendusel.

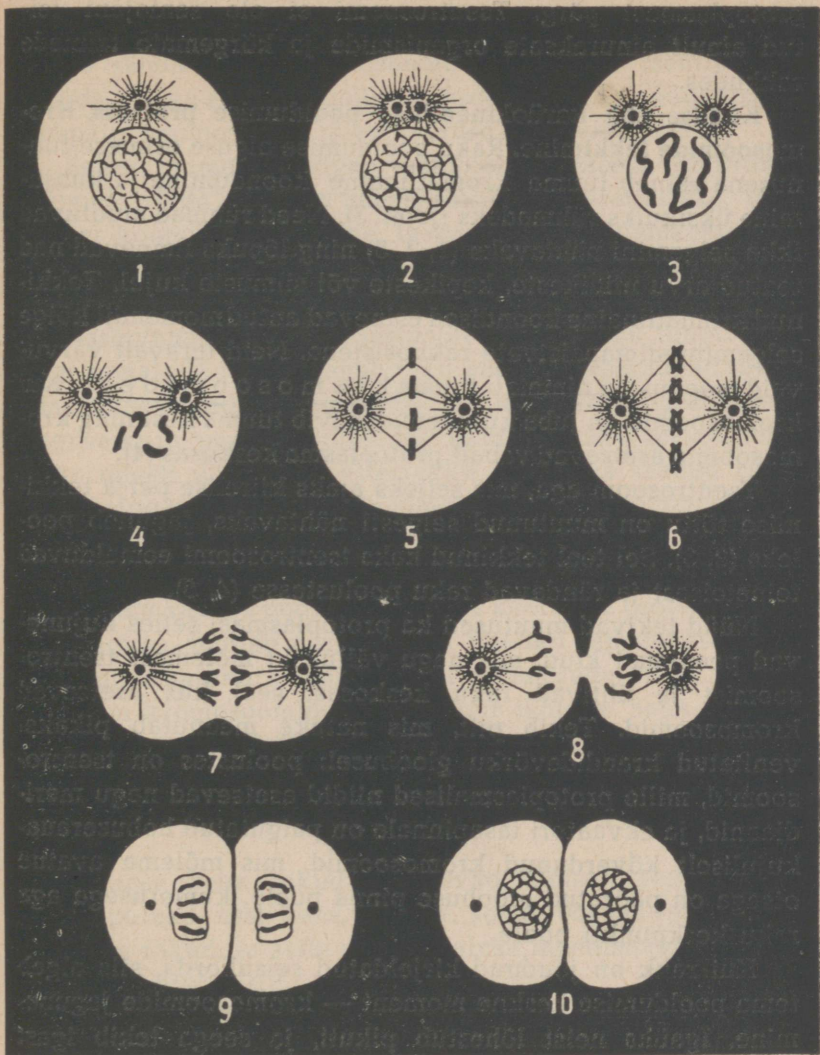
mast. Seda kõlukest läbivad tuuma ja protoplasma vahelised ainetevahetuse saadused. Kogu tuum on läbi põimitud peenikeste heledate niidikestega, mis moodustavad nn. tuumalise ehk akromatiinvõrgu. Selle võrgu silmuseis ja kiududel asetsevad erilise aine — kromatiini terakesed ehk killukesed.

Kromatiinaine värvub rea värvide toimel. Sellest tulebki nimi „kromatiin“, mis on tuletatud kreekakeelsest sõnast „chroma“, mis tähendab värvi. Peale selle leidub tuumas üks-kaks, mõnikord ka mitu kerajat või munajat kehakest — t u u m a k e s t, mis on asetatud tuumavõrgu niitide ühenduskohtadel või niitidel. Kõik vahed kirjeldatud tuumaosiste vahel on täidetud vedela ja pealtnäha ühetaolise ainega, mida nimetatakse tuuma mahlaks.

Rakkude kaudsel pooldumisel sünnivad tuumas omapärased protsessid.

Esmalt tutvume veel ühe raku koosteosisega, millest pole varem juttu olnud. Igas rakus võib märgata tuuma läheduses väga tugeval suurendusel ühte või kahte pisikest terakest, mis ei värvu värvide toimel. Need on nn. keskkehakesed ehk t s e n t r o s o o m i d.

Meie kasutada olevate parimate mikroskoobiliste uurimisvahendite abil võib märgata, et tsentrosoomil on kerajas, munajas või pulgataoline kuju ja et temas leidub veel üks veel väiksem, vaevalt nähtav terake. Harilikult muutub tsentrosoom selgemini nähtavaks alles enne raku pooldumist, sest et teda selleks ajaks ümbritseb heledam kiirtekujuline



Joon. 3. Uksteisele järgnevad faasid raku pooldumisel (skeem).

protoplastmast pärg. Tsentrosoomi ei ole seniajani leitud ainult ainuraksete organismide ja kõrgemate taimede rakkudes.

Kaudse ehk kariokineetilise pooldumise protsess. Kromosoomide tekkimine. Raku pooldumise alguse esimese tunnusena esineb tuuma kromatiinaine koondumine ja kuhjumine üksikuiks rühmadeks (joon. 3). Need rühmad muutuvad ikka selgemini nähtavaks (1, 2, 3) ning lõpuks ilmnevad nad teatud arvu niidikeste, kepikeste või silmuste kujul. Tekkinud kromatiinaine koondised esinevad antud momendil kõige selgemini silmapaistvate rakuosistena. Neid teravalt värvuvaid moodustisi nimetati tuuma k r o m o s o o m i d e k s. Kui kromosoomid on juba kujunenud, hävib tuuma kest ning kromosoomid asetsevad vabalt protoplasma keskosas (4).

Tsentrosoom aga, mis selleks ajaks kiirelise pärja tekkimise tõttu on muutunud selgesti nähtavaks, jaguneb pooleks (2, 3). Sel teel tekkinud kaks tsentrosoomi eemalduvad teineteisest ja rändavad raku poolustesse (4, 5).

Nüüd tekivad muutused ka protoplasmas; selles kujunevad peenimad kiud, mis nagu väljuksid mõlemast tsentrosoomist ja ühtivad raku keskosas, seal, kus asetsevad kromosoomid. Tekib pilt, mis natuke meenutab pikaksvenitatud kraadidevõrku globusel: poolustes on tsentrosoomid, mille protoplasmalised niidid asetsevad nagu meridiaanid, ja ekvaatori tasapinnale on paigutatud hobuserauakujuliselt kõverdunud kromosoomid, mis mõlema avatud otsaga on pööratud globuse pinna poole, kumerusega aga raku keskpunkti poole.

Kui rakk on jõudnud kirjeldatud seisukorda, siis algab tema pooldumise keskne moment — kromosoomide jagunemine. Igaüks neist lõhestub pikuti, ja seega tekib igast kromosoomist kaks ühetaolist poolset (6). Tekkinud poolmed hakkavad kohe liikuma tsentrosoomide suunas pinguli-

tõmmatud protoplasmaliste niitide kaudu, kusjuures üks poole rändab ühe tsentrosoomi, teine teise tsentrosoomi juurde. Seega siis iga pooluse juurde tuleb raku pooldumisel ühepalju kromosoomi täiesti võrdse ainehulgaga (7, 8).

Sellest momendist algab vastupidine protsess. Iga kromosoomide rühm jaguneb uuesti üksikuiks terakesteks, tema ümber koondub tuumaaaine, ta kattub uue tuumakestaga ja sel teel tekib igas jaguneva raku vastaspooles uus tütar-tuum (9). Samal ajal protoplasma nagu nõõruks ekvatoriaal-ses tasapinnas (7—9), väljastpoolt tekkiv vagu tungib ikka sügavamale ja lõpuks jagab raku pooleks. Ka kaovad pro-toplasmalised niidid, ning nõnda omandab kõik uuesti sama-suguse kuju, nagu see oli algul, kuid ühe raku asemel tekib kaks täiesti ühesugust tütar-rakku (10). Igas saadud raku tuumaaaine hulk kasvab täie määrani, ja siis tütar-rakud oma-korda poolduvad uuesti kirjeldatud viisil.

On täiesti selge, et meie silme ees toimub äärmiselt tähtis tõik. Raku kaudse pooldumise kogu keeruline protsess, nagu me nägime, taotleb eesmärki, et täieliku täpsusega jagada võrdselt emaraku kromosoomi tütar-rakkude vahel. Nähta-vasti on kromosoomidel mingi suur tähtsus. Seda veendu-must kinnitab veel üks tähtis asjaolu — raku kaudse pooldu-mise protsessid toimuvad kõigi organismide, nii taimede kui ka loomade juures, peajoontes alati ühe ning sama šablooni järgi.

Inimese keha rakud jagunevad üldiselt samuti nagu linnu, putuka, ussi, kase, võilille, seene või iga teise looma ja taime rakud, ja selle nähtuse aluse moodustavad tuumas toimuvad protsessid.

Kromosoomide arvu püsivus. Jagunemisel toimuvate protsesside hoolas üle 50 aasta kestnud uurimine on avasta-nud rea uusi fakte. Üheks tähtsamaks avastuseks sel alal on tõsiasi, et igale looma- ja taimeliigile on omane kindel

arv kromosoomide poolduvais rakkudes. Nii näit. on hiirtel alati 40 kromosoomi, salamandril 24, tulisiidilbiblikal 62, puuviljakihulasel (drososüütil) 8, ühel solkmeliigil (parasiituss) 4, teisel 2, liilial 24, hernel 14, ühel nisusordil 14 jne.

Inimese kromosoomide arv pole täpselt selgunud. Selle põhjuseks tuleb pidada äärmisi raskusi vaatlemisel. Kromosoomide arv loomadel ja taimedel üldiselt väike, olgugi et mõnel vähilisel ulatub nende arv 180-ni, ja ainurakseil loomadel — radilaaridel (kiirelistel) on neid üle 1000.

Peale selle, et igale looma- ja taimeliigile on omane kindel ning püsiv arv kromosoomide, on ka viimaste kuju igal liigil iseloomulik. Näiteks on salamandril ja liilial kummalgi 24 kromosoomi, kuid nende kuju organismis on erinev.

Seega siis on igale organismile omane erinev kromosoomide kogu, ja kui vaatleme rakkude mikroskoopilisi preparaate neis esinevate kromosoomidega, siis võib kindlaks teha, missugusele organismile vaadeldavad rakud kuuluvad.

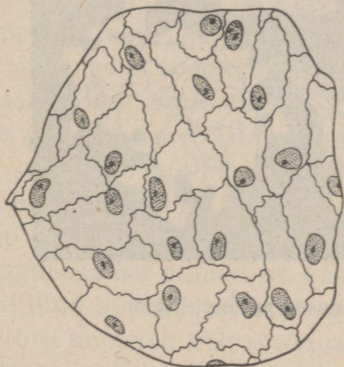
§ 5. LOOMAKOED.

Kudedeks nimetatakse loomade elundite osi, mis koosnevad rakkudest ja rakkudevahelisest ainest ning on kohandatud kogu organismi või tema üksiku elundi ühe või mitme kindla elulise funktsiooni täitmiseks.

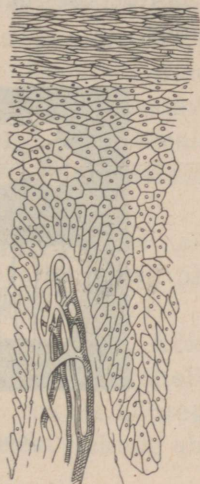
Nagu on teada zooloogiakursusest, rühmituvad rakud, mis moodustavad kõige alamate hulkraksete organismide — õõsloomade — keha, kahte koesse — *e n t o d e r m i* ja *e k t o d e r m i*. Nende kudede rakkudel on erinev ehitus ja väliskuju seoses nende funktsioonide erinevusega, mida nad peavad täitma; ektoderm esineb õõsloomadel peamiselt kateja kaitsekoena, entoderm aga seedekoena.

Õõsloomadest kõrgemini organiseeritud loomadel muutub üksikute kudede spetsialiseerumine veelgi kitsamaks. Ja see tähendab, et mitmesuguste kudede hulk neil kasvab.

Uhes sellega muidugi mitmesuguste kudede rakud erinevad üksteisest teravamini ja rakkude vastastikune sõltuvus muutub ikka kindlamaks.



Joon. 4. Uhekihiline epiteel (keskmine suurendus — ülalt vaadates).



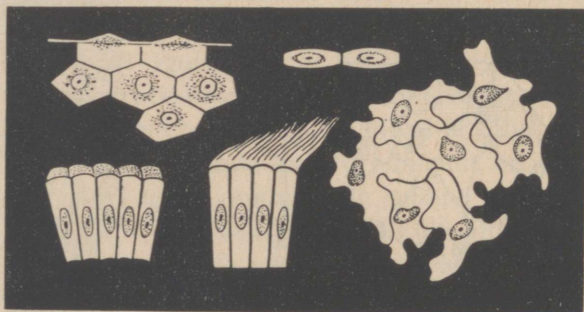
Joon. 5. Mitmekihiline epiteel (pilt külje poolt). All näha veresooni.

Säärasel kõrgelt organiseeritud olesel, kui seda on inimene, on kudede hulk väga suur. Harilikult liigitatakse nad nelja koerühma: 1) epiteelkude (katekude), 2) sidekude, 3) lihaskude, 4) närvikude (ergukude).

Epiteelkude. Epiteelkude vooderdab keha ja tema siseõõnte pinda. Epiteelis teostub rakkudevaheline side peente protoplasmaliste ühenduste kaudu, mis asetsevad rakkude vahel ja seovad rakud üheks tervikuks.

Epiteel on vahendajaks organismi ja väliskeskkonna vahel: tema ülesandeks on kaitsta keha mitmesuguste välismõjutuste vastu, mis võivad teha organismile kahju; kuulus meelteelundite koosseisu on ta väliskeskkonnast tulnud ärrituste esimeseks vastuvõtjaks. Soolte seinte epiteelkate on laboratooriumiks seeditud toidumaterjali omastamisel.

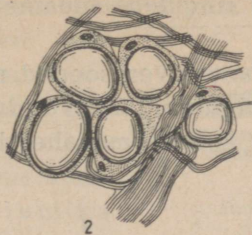
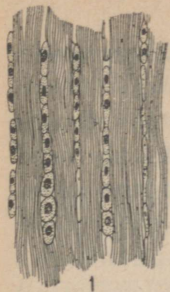
Epiteelkoe rakkudel on erinev kuju mitmesuguseis kehaosades.



Joon. 6. Mitmesugused epiteeli-liigid.

Kõigepealt võivad tema rakud olla asetatud ühe kihina (ühekihiline epiteel, joon. 4) või mitme kihina (mitmekihiline epiteel, joon. 5). Peale selle erinevad epiteelrakud ka oma kuju poolest (joon. 6).

Mõned epiteelrakkude rühmad on kohanenud ainete valmistamisega, mida organism vajab mitmesugusteks protsessideks, näit. seedimiseks. Seda epiteeli kutsutakse näärmeepiteeliks. Ta on näärmete peakude. Säärased on näit. süljenäärmed, mis eritavad sülge, mida valmistavad nende näärmete epiteelrakud, siis näärmed, mis eritavad mao seedimismahla, ning kõhunääre, mis eritab peensoole alguses seedemahla.



Joon. 7. Sidekude:
1 — elastseist kiududest rikas sidekude; 2 — siderasvkude (rakkudes on näha rasvatilku).

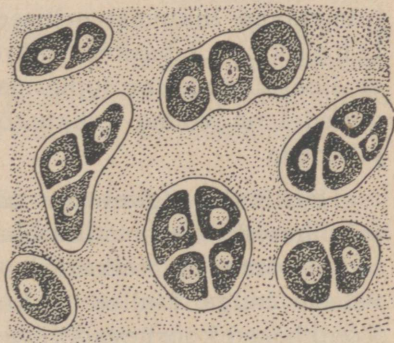
avad lihased luude külge; temast koosnevad ka sitked side-
med, mis seovad luustiku luid omavahel, jne.

Vastandina epiteelkoele, kus rakkudevaheline aine
esineb nõrgalt, moodustab viimane sidekoes harilikult pea-
massi ja tekitab siin peenimaid elastseid kiude (joon. 7).

Kõhrkude. Kõhr- ja luukude on sidekoe liigid. Kõhre
leiame paljudes kehaosades. Liikuvate luude omavahelise
kokkupuutumise pinnad on kaetud kerkse läikiva kõhrega;
mõned luud kinnituvad üksteise külge kõhrest jätkude abil;
hingetoru koosneb kõhre rõngastest jne.

Kõhrkoe rakud asetsevad
rühmadena hästiarenenud
kerkses rakkudevahelises ai-
nes (joon. 8).

Luukude. Rakkudevaheli-
ne aine esineb suurel määral
ka luukoes, millest koosne-
vad luustiku luud. Siin koos-
neb vaheaine üksikuist mik-
roskoopilise paksusega luu-
õhikuist, mis on läbi immuta-
tud mineraalsooladega ja

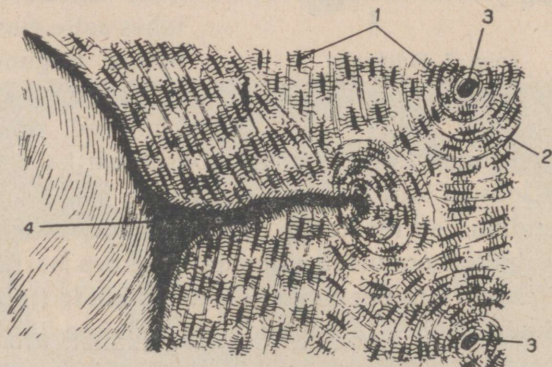


Joon. 8. Kõhrkude.

Sidekude. Sidekude
kuulub peaaegu keha
kõigi elundite koossei-
su ja täidab siin tähtsat
osa. Näit. asetub side-
koe kiht naha all; side-
kude esineb ka nahas,
tehes selle elastseks; te-
mase koguneb rasva;
sidekoest koosnevad
kõõlused, mis kinnita-

asetsevad kontsentriliste ringidega luuainet läbivate kanalite ümber.

Neis kanalikeses asetsevad veresooned, mis toovad luule verd. Luukoe rakud on paigutatud üksikult luuõhikute vahel olevaisse koopakestesse ja on omavahel harudega ühendatud (joon. 9).



Joon. 9. Luukude:
1 — luurakud; 2 — luuõhikud; 3 — luukanalid; 4 — ava
luupinnal, temast läbivad luusse sooned ja närvid.

Lihaskude. Enamikul hulkrakseist loomadest ja inimesel toimetavad liikumist erilised lihaskiud, mis moodustavad lihaskoe. Lihaskoe mikroskoobilisel uurimisel selgub, et lihaskiudude protoplasma sisaldab peenimaid kiukesi, millel on võime kokku tõmbudes lüheneda ja lõtvudes pikeneda.

Harilikult liigitatakse lihaseid siseorganite lihaseiks (silelihaseiks) ja luustiku lihaseiks (vöötlihaseiks). Silelihased koosnevad väikestest pikergustest rakkudest ühes vähese hulga kiulise rakkudevahelise ainega (joon. 10). Vöötlihased koosnevad väga suurtest kiududest, mis ulatuvad sageli 10—12 cm pikkuseni. Vöötlihase kiul on palju

tuumi: ta nagu koosneks hulgast rakkudest, mis pole eraldunud üksteisest. Sääraseid keerulisi moodustisi, milles pole võimalik eraldada üksikuid rakke, nimetatakse süntsüütsiumiks (laatrakustikuks).



Joon. 10. Silelihaskiud:
1 — protoplasma; 2 — tuumad.

Luustiku lihaste kiud on peaaegu täiesti täidetud ülipeenikeste kiukestega, millel on väga keeruline ehitus. Mikroskoobiga vaadeldes paistab, et need kiud koosnevad vahelduvaist tumedaist ja heledaist vöötidest. Et kõigi kiukeste tumedad ja heledad osakesed on vastavalt samal ristpinnal, siis näib kogu kiud kirjatud risti kriipsukestega. Silelihaste rakud ei ole vöödilised (joon. 11).



Joon. 11. Vöötilihastekiud:
1 — protoplasma; 2 — lihaskiudude tuumad.

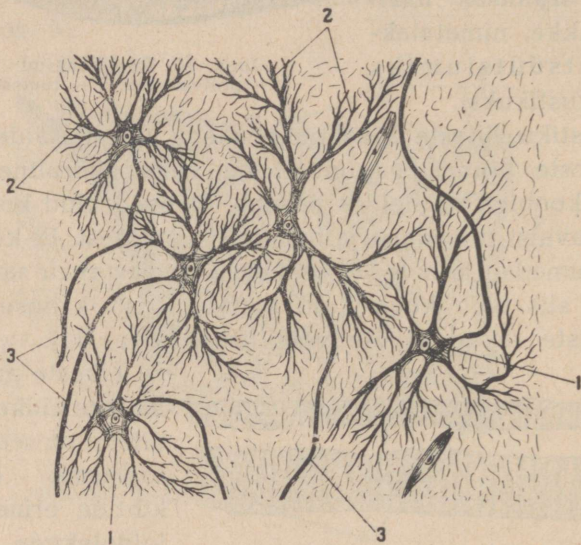
Lihaste protoplasmalike kiukeste vöödilisus on seotud protoplasma üksikute kihtide erineva kolloidolekuga.

Närvikude. Kõrgemate loomade ja inimese närvisüsteem

koosneb keskosast, s. t. pea- ja seljaajust, sellest kõigisse keha elundeisse väljuvaist närvidest ja närvitähtedest, mis leiduvad kehas mitmel pool.

Närvikoe mikroskoobiline uurimine näitas, et ta koosneb mitmesuguse kujuga närvirakkudest. Iga rakku iseloomustab kahe või mitme haru olemasolu. Kõik need närviraku harud, peale ühe, on lühikesed ja harunevad puutaoliselt; mitteharunev närviharud on väga pikk (kuni 1 m) ja moodustab närvikiu (joon. 12).

Närvirakkude põõsasharude keerulisus on mitmesuguste loomade juures erinev; mida kõrgemalt on loom organiseeritud, seda keerulisemalt ja külluslikumalt harunevad ta närvirakkude põõsasharud.



Joon. 12. Närvikude.

On näha närvirakke (1) tuumadega, harunevad rakkude harud (2) ja pikad mitteharunevad harud (3).

Mitme närviraku kiud ühinevad ühte kimpu, mis väljub nööri ajast, — see on närv. Seega siis on närvid närvikiudude kimbud, ning närvirakud, millest need kiud väljuvad, kuuluvad peamiselt kesknärvisüsteemi (s. t. pea- ja seljaajju).

Närvikoe põhiomaduseks on erutuse edasisuhtimine, mis tekkis ärrituse tagajärjel. Ühed närvid juhivad erutusi keha elundeist kesknärvisüsteemi, teised saadavad erutusi kesknärvisüsteemist töötavasse elundeisse.

Esimesi närve nimetatakse tundenärvideks ehk t s e n t r i p e t a a l s e i k s, teisi liigutusnärvideks ehk t s e n t r i f u g a a l s e i k s. Harilikult toimuvad liigutused vastavate tsentripetaalsete närvide otste ärrituste tagajärjel. Kui näit. näpistada konna koiba, siis tõmbab ta selle ära. See toimub järgmiselt: näpistamine ärritab koivanaha tundenärvi (tsentripetaalse närvi) otsa; tekkinud erutus juhitakse närvi kaudu kesknärvisüsteemi; siin antakse erutus edasi liigutusnärvile (tsentrifugaalsele närvile) ja selle kaudu koivaliha-seile; lihased tõmbuvad nüüd kokku; ja koib tõmmatakse ära. Et lugu tõesti on säärane, näitab järgmine katse. Konna tagumine koib eraldatakse kehast, kuid mitte täiesti, vaid nõnda, et ta ripuks närvide otsas, mis teda ühendavad kesknärvisüsteemiga. Niipea kui näpistame selle koiva otsa või tilgutame sellele hapet, hakkab konna koiba kramplikult tagasi tõmbama.

Niisugust närvi talitlust, mis algab tsentripetaalsete ehk tundenärvide otste ärritamisega (näit. nõelapistega tundenärvi otsa ärritamisega teel happega, soolaga jne.) ja lõpeb organismi vastava tegevusega (näit. liikumisega), nimetatakse r e f l e k s i k s.

Organismi sisemine keskkond. Nagu me teame, toimub organismi ja teda ümbritseva keskkonna vahel katkestamatu vahetus. Ainurakseil organismidel võib see vahetus toimuda vahenditult välismaailma ja protoplasma vahel. Hulkrakseil loomadel iga koerakk on ümbritsetud rakkudevahelise vedelikuga. Seda vedelikku valmistab organism veest ja teistest ainetest, mida annab talle väliskeskkond. Iga koerakk oleks nagu pandud sellesse vedelikku, mis täidab kõiki rakkudevahelisi pilusid ja vahesid. Keha kudedes toimub vahetus rakkude ja rakkudevahelise vedeliku vahel. Seepärast võib viimast pidada organismi sisemiseks keskkonnaks.

Sellest hoolimata et rakkudevaheline vedelik esineb keskkonnana, milles toimub keha rakkude elu, sünnib tema ja vere kaudu ühendus rakkude vahel; sisemine keskkond ühes närvisüsteemiga korraldab keha elundite ja kudede tööd.

Seepärast ei tule imestada, et näit. 65-kg raskusega inimesel rakkudevaheline vedelik ühes verega kaalub umbes 30 kg.

Hulkrakse organismi rakkude ja kudede normaalseks elutegevuseks on väga tähtis, et sisemisel keskkonnal oleksid teatud keemilised omadused, et ta sisaldaks teatud aineid vastaval määral. Iga muutus ümbritseva keskkonna koostises mõjutab kohe rakkude ja kudede tööd.

Edaspidi, tutvudes inimese keha mitmesuguste elundite tööga, me näeme, kuidas säilib sisemise keskkonna koostise suhteline püsivus, mis on organismi elutegevuseks väga tähtis.

Vereringe.

§ 6. VERERINGE TAHTSUS.

Vereringe avastamise ajalugu. Juba ammu vanal ajal arvati meile juba tuntud kuulsa arsti Galenuse õpetuse järgi, et veri tekib toidust maksas; maksast voolab veri südamesse ja sealt levib ta kogu kehasse.

Säärane ebaõige kujutlus vereringest valitses teaduses kaua. Kaua aega pidasid arstid ja teadlased vastuvaidlematuks tõeks kõike seda, mida õpetasid vanal ajal looduseuurijad ja arstid — Hippokrates, Aristoteles, Galenus. Ülikooli lõpetamisel andsid arstid vandetõotuse kõigis asjus jälgida Galenuse ja teiste vanaaja teaduse esindajate õpetust. Alles XVI sajandil tehti esimesi katseid vanaaja teadlaste kujutluste revideerimiseks ja parandamiseks. Aegamisi kogunes üha rohkem fakte, mis ebaõigeid vaateid ümber lükkasid; kuid need endised tõekspidamised valitsesid ikka edasi.

Otsustav hoop anti vanale Galenuse füsioloogiale XVII sajandil — teaduse hoogse uuestisünni ajal pärast sajandeid kestnud langust. „Tuleb õppida mitte raamatuist, vaid looduse töökojas,“ rääkis inglise arst, anatoom ja füsioloog H a r v e y. Ja tolle aja teadlased näitasid, kui palju võib pakkuda „looduse töökoda“. Lahates inimese ja teiste

loomade laipu, katsetades (eksperimenteerides) loomadega, jälgides lindude ja teiste loomade loote arenemist, vaadeldes inimest haigevoosis, löid õpetlased uue eksperimentaalse (katselise) füsioloogia.

Nüüdisaja kujutlusele vereringest pandi alus Harvey' ajal. Kuid Harvey' kuulsa raamatu tähtsus vereringest ei piirunud ainult sellega, et seal anti uus ja täiesti õige õpetus südame tööst ja vere liikumisest. Harvey' raamat kutsus vabanema vanaaja õpetlaste pimesi jälgimisest. Harvey näitas ühes teiste tolle aja suurte õpetlaste ja filosoofidega, et „loodusnähtused ei kummardu vanaaja ees“ ja et iga teadus vajab katseid ning vaatlusi. „Korraldamata katseid ning vaatlusi,“ ütleb Harvey, „ei või keegi õppida ei mingit loodusteaduse haru.“

Käies näidatud teed, vaatluste ja katsete teed, hakkas teadus kiiresti arenema. Mikroskoobi rakendamise tõttu uurimistööle, füüsika ja keemia edusammude tõttu ning kasutades ikka uuemaid uurimisviise, on nüüdisaegne füsioloogia kaugelt ületanud Harvey'-aegse füsioloogia. Harvey' ajal oli teadlastel üsna väär kujutus vereringest ning neil puudusid täiesti teadmised vere koostise kohta. Nüüd aga seoses mikroskoobi leiutamise ja selle edasise täiendamise ja füsioloogilise eksperimendi arenemisega, samuti seoses füüsika ja keemia edusammudega on vere koostis hästi läbi uuritud ning ühenduses sellega selgitatud ka vereringe tähtsus.

Vere ja lümfi tähtsus. Veri voolab kinnistes torukestes — veresoontes —, järelikult puudub tal otsene kokkupuude elundite ja kudede ja isegi peenimais, õhimais veresoontes on vere ja teda ümbritsevate kudede vahel rakkude kiht, mis moodustavad sooneseina.

Keskkonnaks, mis vahetult ümbritseb meie keha rakke ja kudesid, on vedelik, mis täidab kõiki rakkudevahelisi ja

kudedevahelisi pilusid ja vahesid. Seda vedelikku nimetakse koemahlaks ehk lümfiks. Mõnikord naha väikese vigastuse puhul tuleb vere asemel naha kriimustusele selge vedeliku tilgake. See ongi lümf.

Vesi tungib verest rakkudevahelistesse piludesse õhukeste juussoonte seinte kaudu. Peale selle tungivad juussoonte seintest läbi rakkudevahelistesse piludesse rakudele vajalik hapnik, toiteained ja mõned teised veres lahustunud ained. Sel teel tekib lümf. Siiski mitte kõik lahustunud ained ei läbista ühesuguse kergusega juussoonte seinu. Teiste sõnadega, juussoonte läbivus on erinev mitmesuguste ainete suhtes. Sel põhjusel erineb lümf oma koostiselt verest. Nii näiteks puuduvad lümfis valgud peaaegu täiesti, samal ajal on veres umbes 7% valke.

Samuti nagu ühed ained lähevad verest lümf, tulevad teised ained, läbistades juussoonte seinu, lümfist verre. Nii-suguste ainete hulka kuuluvad lümfisse kogunenud süsi-happegaas ja teised raku vahetussaadused. See asjaolu säilitab lümf koostise püsivuse.

Verest ja lümfist saavad meie keha rakud ja koed mitmesuguseid elulisteks protsessideks vajalikke aineid. Verre ja lümf tuleb alaliselt kudedest ja rakkudest nende ainete vahetuse saadusi.

Elavas organismis toimub pidev vere ja lümf liikumine. Läbi voolates organismi ühest või teisest osast annab veri ära ühed ained ja rikastub teiste ainetega. Verre kogunev süsihappegaas ja teised vahetussaadused eemaldatakse alaliselt väliskeskkonda; süsihappegaas eritatakse peamiselt kopsude kaudu, enamik teisi aineid — neerude ja osalt naha kaudu. Samal ajal saab veri väliskeskkonnast (soolte, kopsude kaudu) üha uusi hulki toiteaineid ja hapnikku. Seega siis teostub vere ja lümf kaudu ainetevahetus organismi kudede ja väliskeskkonna vahel.

Seoses üksikute elundite ja kudede ehituse ja funktsioonide erinevusega on ka nende vahetuse saadused erinevad. Sageli ühe elundi tegevuse saadustel on tähtis ülesanne mõne teise elundi tegevuses. Nii näiteks mõned ained, mida eritab kõhunäär, on väga vajalikud maksa tegevuseks. Kõhunäärme eemaldamise, samuti selle näärme haigestumise tagajärjel, on maksa tegevus järsult häiritud. Seega on veri ühes lümfiga selleks keskkonnaks, mille abil teostatakse vastastikune ainetevahetus organismi üksikute kudede ja rakkude vahel. See vastastikune ainetevahetus, elundite ja kudede vastastikune side on tähtsamaid momente, mis kindlustab organismi kui terviku katkestamatut tegevust. Seega on veresoonte ja lümfisüsteem üheks teeks, mille kaudu teostub inimese organismi ühtsus.

§ 7. VERELIBLED JA NENDE TÄHTSUS.

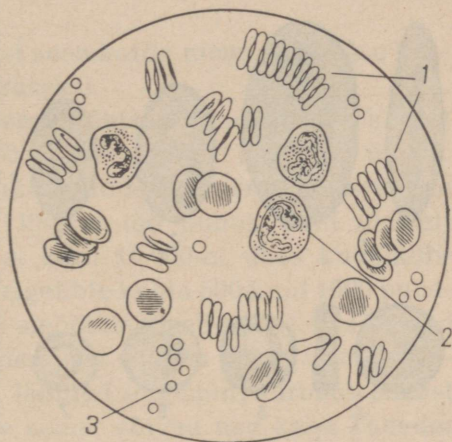
Verepuna. Veri koosneb selgest, peaaegu värvitust vedelikust, milles on palju vereliblesid. Neid võib näha, kui vaatleme verd mikroskoobi abil (joon. 13). Liblede suurel enamikul on keskelt õhemate sõõrikete kuju, need on nn. vere punalibled ehk erütrotsüüdid. Punaste vereliblede koostise peamise osa moodustab keeruline punast värvi orgaaniline aine — hemoglobiin. Hemoglobiini molekul sisaldab umbes 2—2½ tuhat aatomit ja on valgu ühend erilise värvainega, mis sisaldab rauda. Et veres on punaliblesid väga palju (4½—5 miljonit ühes kuupmillimeetris), siis annavad nad verele punase värvuse.

Hemoglobiinil on omadus kergesti ühineda hapnikuga ja niisama kergesti temast vabaneda. Kui veri kopsudest läbi voolates rikastub hapnikuga, siis peaaegu kogu see hapnik ühineb vere punaliblede hemoglobiiniga. Säärast hapnikuga

küllastatud verd nimetatakse arteriaalseks vereks. Kui aga veri satub elundeisse, kus rakud on hapniku juba ära kasutanud ja kus teda on vähe, siis annab punaliblede hemoglobiin hapniku rakkudevahelise vedeliku kaudu nende elundite rakkudele, mille tagajärjel veri vaesub hapnikust, seda verd nimetatakse nüüd venoosseks vereks. Seega siis vere punaliblede hemoglobiin on hapnikukandjaks ja selles ongi tema osa organismi elus.

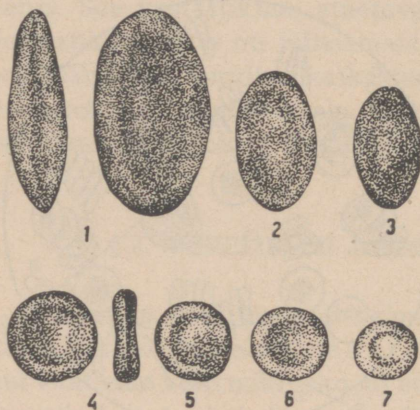
Inimese ja kõrgemate loomade vere kuivatatud punalibled koosnevad peaaegu täielikult hemoglobiinist. Teiste sõnadega, peaaegukogu punaliblede aines võtab osa hapniku edasikandmisest. Hapniku omastamine hemoglobiini poolt sünnib arusaadavalt punaliblede pinna kaudu. Seepärast, mida suurem on punaliblede pindala, mida lähemal pinnale asetseb hemoglobiin, seda täielikumalt ja kiiremini küllastub hapnikuga punaliblede hemoglobiin. Ei ole raske endale kujutella, et mida pisemad on libled, seda suurem on nende pindala ruumalaga võrreldes. Terve raudkivi pind on väiksem kui tema lõhkumisel saadud üksikute tükkide pindala.

Mida peenemad on need tükid, seda suurem on nende tükkide üldine pindala, milleks pihustati raudkivi. Joonis nr. 14 näitab mitmesuguste loomade punaliblesid, nende



Joon. 13. Inimese veri mikroskoobi all. 1 — punalibled; 2 — valgelibled; 3 — vere-liistakud (tugev suurendus).

hulgas näeme ka inimese omi. Nagu joonisel näha, on imetajate loomade punalibled märksa väiksemad kui lindudel, kaladel ja kahepaikseil. Teiste sõnadega, imetajate punalibledel on suurem pindala (joon. 15) ja nad on rohkem kohastunud hapniku saamisele ja äraandmisele, sest et neis iga hemoglobiini osake asetseb punalible pinnale palju lähemal. Imetajate loomade punaliblede suur kohastumine, mis on arenenud evolutsiooni protsessis, väljendub mitte ainult



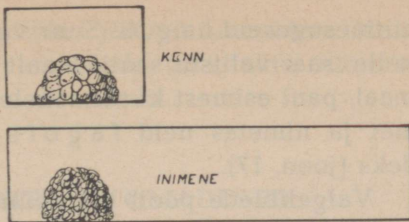
Joon. 14. Inimese ja mitmesuguste loomade vere punalibled: ülemine rida — punalibled rakutuumadega: 1 — konna; 2 — kala (linask); 3 — kana; alumine rida: punalibled, mis ei sisalda rakutuumi: 4 — inimene; 5 — siga; 6 — hobune ja lehm; 7 — kits (suurendus kõigil ühesugune).

nende suuruses, vaid ka nende ehituses. Konna, kala ja linnu punalibled sisaldavad mitte ainult hemoglobiini, vaid ka tuumi, mis täidavad punalibledes teatud osa ruumalast. Imetajate loomade punalibledes puudub tuum, nad on muutunud organismis ainsaiks tuumata rakkudeks. Seoses sellega on imetajate punaliblede iga äärmiselt lühike. Igaüks neist püsib ainult mõne nädala ja hävib siis. Kuid selle tagajärjel, et neis tuum puudub, on imetajate punalibled hemoglobiini pool-

lest võrdlemisi rikkamad, ja seega nad küllastuvad hapnikuga suuremal määral.

Kehvveresus. Pärast haigust, puuduliku toitumise, verekaotuse ja teiste ebasoodsate tingimuste tagajärjel väheneb vere punaliblede hulk sageli tunduvalt. Mõnikord jääb küll punaliblede hulk endiseks, kuid hemoglobiini sisaldus igas

libles langeb. Nii ühel kui ka teisel juhul väheneb vere võime küllastuda hapnikuga. Selle tulemusena ei saa organismi rakud küllaldaselt hapnikku. Hapendumisprotsessid nõrgenevad. Selle tagajärjel tekib üldine nõrkus ja loidus, isu väheneb, inimene väsib kiiresti. Säärast seisukorda nimetatakse *kehveresuseks* (verevaesuseks).



Joon. 15. Sama hulga punaliblede pindala konnal (ülal) ja inimesel (all).

Vere valgelibled ja nende tähtsus. Punaliblede kõrval leidub veres valgeliblesid ehk leukotsüüte. Vere valgeliblede ehk leukotsüütide hulk on ebapüsiv. See kasvab seedimise puhul, lihaste töö puhul, kuid üldiselt kõigub nende hulk 5000-st kuni 10 000-ni ühes kuupmillimeetris. Seega tuleb iga valgelible kohta 500 kuni 1000 punaliblet. Vere valgelibled on amööbitaalised rakud, mis võivad iseseisvalt liikuda, kulgedes igas suunas (isegi vastu verevoolu), kuid mõnel juhul, läbinud (õigemini surudes ennast läbi) kapillaaride õhukese seina, võivad nad keha kudedes ümber rännata (joon. 16).



Joon. 16. Valgeliblede väljumine veresoontest rakkudevahelistesse vahedesse.

Oma kulendite liigutuste abil võivad valgelibled haarata ja tõmmata endasse mitmesuguseid tahkeid aineid, neid oma kehas lahustades ja ära seedides. Samal viisil valgelibled haaravad ja seedivad pisikuid, mis satuvad kehasse ja tekitavad

mitmesuguseid haigusi. Suur vene õpetlane *Metšnikov*, kelle tsaarivalitsus saatis maalt välja ja kes töötas Prantsusmaal, pani esimest korda tähele seda vere valgeliblede võimet ja nimetas neid *fagotsüütideks*, s. t. õgirakkudeks (joon. 17).

Valgeliblede poolt kinnipüütud pisikud sageli mürgistavad neid ning libled hävivad. Mäda, mis tekib paisetes, koosneb peaaegu täiesti vere hävinud valgelibledest.

Kuid tuleb siiski märkida, et on olemas niisuguseid haigusi tekitajaid pisikuid, mis mitte ei tõmba enda juurde valgeliblesid, vaid isegi nagu tõukavad neid endast eemale. Nõnda näiteks jäävad kangestus-kramptõve pisikud, mis leiduvad mullas ja satuvad siit mõne kriimustuse kaudu kehasse, kauemaks ajaks samale kohale, raskesti mürgistades organismi mürgiste ainetega, mida nad eritavad. Nende mürgiste ainete mõjul võib inimene mõne päeva jooksul hukkuda, kuid verelibled ei pea



Joon. 17. Fagotsütoos: ülal vere valgelible haarab endasse kord-korralt mikroobi; allpool valgelible temas leiduvate tuberkuloosipisikutega.

nendega võitlust. Kangestus-kramptõve pisikute läheduses pole valgeliblesid sugugi rohkem, vaid isegi vähem kui harilikult.

Peale võime haarata ja seedida pisikuid on valgelibled võimelised valmistama erilisi aineid, mis on nagu *vastumürgiks* ühe või teise, organismi sattunud kahjuliku mürkaine vastu.

Verelibled tekkimine. Niihästi valgelibled kui ka punalibled hävivad, lagunevad. Kuidas aga asendatakse neid kaotusi? Mis puutub valgelibledesse, siis sigivad nad pooldumise teel peamiselt nn. lümfinäärmeis, põrnas ja luuüdis. Vere punalibled tekivad luuüdis eriliste rakkude pooldumisel. Noored, äsjatekinud punalibled sisaldavad tuumi. Siis

aga tuumad hävivad ja punalibled jäävad tuumadeta. Neid elundeid, milledes toimub vereliblede tekkimine, nimetatakse veretekiitajaks elundeiks.

§ 8. PLASMA KOOSTIS JA OMADUSED.

Vere vedelat ainet, milles asetsevad valge- ja punalibled, nimetatakse *vereplasmaks* (ka *vereleemeks*).

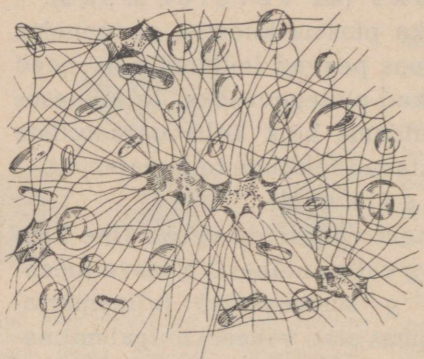
Plasma koostis. Kui me ka plasma koostist ei tunneks, võiksime kohe ütelda, et temas peavad leiduma kõik need ained, mida vajavad keha rakud elutegevuseks. Ja esimeses järjekorras peab plasma sisaldama kõik kolm orgaaniliste ainete pearühma, mis moodustavad rakkude toitematerjali — valke, rasvu ja süsivesikuid.

Ning tõesti kõiki neid aineid võib leida veres. Uhe liitri plasma kohta tuleb umbes 80 g valke, umbes 3 g rasvu (peenemulsiooni kujul) ja 1—2 g süsivesikuid (viinamarja-suhkruna). Peale selle on plasmas alati vähesel hulgal mitmesuguseid rakkude elutegevuse saadusi.

Peale orgaaniliste ainete sisaldab veri mineraal- ehk anorgaanilisi sooli. Uhe liitri plasma kohta tuleb 5—6 g anorgaanilisi sooli — peamiselt kloornaatriumi (keedusoola), süsihappenaatriumi (soodat) ja mõnesuguseid teisi sooli. Ka leidub veres gaase, eeskätt hapnikku ja süsihapet.

Vere hüübimine. Üks vere tähtsamaid omadusi on ta hüübimisvõime. Veri hüübib, kui ta kas haava puhul või mõnel muul põhjusel veresoonest välja voolab. Seejuures sadestuvad lahusest erilise valkaine peenimad niidid. Seda lahusest sadestunud valkainet nimetatakse *fibriiniks*. Fibriininiidid loovad tiheda võrgu, mille silmuseisse jäävad kinni verelibled, ja sel teel tekib koorik, mis suleb haava (joon. 18). Fibriini võib kergesti saada, kui pIRRUGA verd

segada, mis äsjatapetud looma haavast välja voolas; püürule koguneb fibriini kiuliste niitude mass. Veri, millest sel teel fibriin on eemaldatud, kaotab hüübimisvõime. Verehüübimisest võtavad osa erilised kehakesed, millega me seni pole veel tutvunud, — nn. vereliistakud (joon. 13). Nad on valge- ja punalibledest väiksemad; neid on ühes kuupmillimeetris 300—500 tuhat. Veresoone seinte vigastamisel vereliistakud lagunevad, mille tagajärjel üks vere valkaineist



Joon. 18. Vere hüübimine.

On näha üksteise külge kleepunud vereliistakuid, millest väljuvad fibriininiidid. Fibriininiitude vahel verelibled.

(nn. fibrinogeen) muutub mittelahustuvaks. Seda valku mittelahustuvas olekus nimetatakse, nagu seda juba teame, fibriiniks.

Et veri võiks hüübida, selleks on veel tarvis lubjasooli; neid leidub alati veres. Mõne keemilise aine (näiteks oblikahappe- või sidrunihappenaatriumi) lisamisel verre lubjasoolad sadestuvad, mille tulemusena veri kaotab hüübimisvõime. Neil juhtudel, kui

tahetakse vältida soonest väljalastud vere hüübimist, lisatakse talle veidi ühte mainitud keemilistest ainetest.

Vere hüübimise tähtsus on silmanähtav; kui koorikut ei tekiks vere väljumisel soonest, põhjustaks juba väike haav suurt verevoolu ja selle tagajärjel surma.

Pärast fibriini eemaldamist sadestuvad järelejäänud veres verelibled; siis esineb vere ülemine kiht selge kollaka vedelikuna, mis pole suuteline enam hüübima. Seda vedelikku nimetatakse vereseerumiks ehk verevadaks; ta erineb plasmast ainult seepoolest, et temas puudub fibriin.

§ 9. IMMUUNSUS.

Iga aine, mis on sattunud verre, kantakse ühes verrega kergesti ja kiiresti igale poole kehasse laiali. On endastmõistetav, et niisama kiiresti ja kergesti levivad ühes verrega ka sinna sattunud pisikud või nende poolt eritatud mürgid. Sellest on arusaadav vere nende eriliste omaduste suur tähtsus, mis soodustavad võitlust nakkushaigustega.

Selles suhtes, nagu me juba teame, on suur ülesanne täita fagotsüütidel. Siiski ka mitte väiksem tähtsus ei ole vere vedelal osal: see sisaldab alati mitmesuguseid aineid, mis kas hävitavalt mõjuvad pisikuile või muudavad kahjutuks pisikute poolt eritatud mürgid.

Vastuvõtlikkus haigusele on suurel määral seotud vere mainitud omadustega. Nagu teada, pole kõik inimesed ühesuguselt vastuvõtlikud mitmesuguseile nakkushaigustele. Mõned jäävad terveks, kuigi nad puutuvad haigetega kokku ning hoolitsevad nende eest. Säärane organismi vastupanujõud nakkushaigustele on **i m m u u n s u s**.

Loomulik immuunsus. Mõnikord on inimene juba sündides teatud haiguste, näiteks tähnilise soetõve vastu kindel. Kuid sagedamini omandab organism kindluse ehk immuunsuse teatud haiguse vastu alles pärast selle haiguse põdemist. Kes kord on põdenud tähnilist soetõbe (tüüfust) või rõugeid, see harilikult enam teist korda ei haigestu neisse haigustesse. Temas tekib immuunsus antud haiguse vastu. Peab siiski tähendama, et on niisuguseid nakkushaigusi, millest paranemisel organismil immuunsust ei ole (näit. gripi puhul). Nii sünnipärane kui ka haiguse põdemisel omandatud immuunsus on **l o o m u l i k i m m u u n s u s**.

Kunstlik immuunsus. Mõne nakkushaiguse vastu võib immuunsust tekitada kunstlikult vastavate kaitsepoogete abil. Säärast **k a i t s e p o o g e t** toimetatakse näiteks rõu-

gete vastu. Selleks nakatatakse vasikas rõugetesse, võetakse ta rõugevillide vedelikku ja kantakse see inimese nahasse tehtud kriimustusse. Vasikas haigestub rõugeisse kergelt, ta organismis muutuvad rõugepisikud nõrgaks. Need nõrgestatud pisikud ei suuda põhjustada inimese raskelt haigestumist; pärast kaitsepookimist tekib nahale kaks-kolm villikest, mõnikord ilmuvad kerge roidumus ja keha temperatuuri tõus, kuid varsti on kõik möödas. Kuid sääraسته nõrgestatud pisikute süstimisel omandab organism võime võidelda seda liiki pisikutega, need pole talle enam kardetavad, isegi sel juhul mitte, kui neid pole nõrgestatud. Seda nähtust võib seletada seigaga, et organism omandas võime kiiresti valmistada aineid, mis pisikuile mõjuvad hävitavalt.

Samal viisil toimetatakse kaitsepookimist ka mitme teise haiguse vastu, näit. difteeria, siberi katku, kõhusoetõve (tüüfuse), sarlaki ja teiste vastu. Kõigil neil juhtudel süstitakse inimese organismi kas nõrgestatud või surmatud pisikuid.

Raviseerumid. Inimest võib teha haiguskindlaks veel teisel teel: tema organismi süstitakse raviseerumit. On teada, et difteeria pisikud sagedamini elutsevad kurgumandleil ja harilikult võib neid sealt leida. Jäädes kurku nad mürgistavad kogu organismi, sest nad eritavad väga kangeid mürke. Väga tiheda kurna (filtri) abil võib bakterid eraldada vedelikust, milles nad arenesid. See kurnatis, mis baktereid sugugi ei sisalda, on niisama mürgine kui bakterid ise. Organismi süstimisel ta tekitab samasuguse haiguse pildi kõigi raskete tagajärgedega nagu see tekib bakterite süstimisel. Sellest järeldame, et difteeria bakterid eritavad erilist mürki, nn. **toksiini**, mis kutsub esile organismis rasked haigestumisnähud. Samal ajal, kui mürk on sattunud organismi, hakkab haige keha valmistama erilisi aineid, mille toimel difteeria toksiin muutub kahjutuks. Neid erilisi aineid, mida valmistab organism, leidub veres, neid nimetatakse vastumürkideks ehk **antitoksiinideks**.

Kui antitoksiinide valmistamine sünnib küllalt kiiresti ja energiliselt, siis õnnestub organismil nõrgestada ja isegi hävitada difteeria mürgi (toksiini) kahjulikku toimet.

Difteeriasse haigestunud inimesele võib süstida naha alla raviseerumit, mis sisaldab juba valmisolevaid antitoksiine. Lümfi ja vere kaudu

süstitud seerum levib kogu organismis. Nüüdisajal valmistatakse seerumit mitte üksi difteeria vastu, vaid ka teiste haiguste tõrjeks.

Et saada valmisolevaid antitoksiine, selleks immuniseeritakse loom (harilikult hobune või küülik), teiste sõnadega, loomale tekitatakse kunstlik immuunsus, süstides tema organismi kas nõrgestatud või surmatud pisikuid või pisikute poolt valmistatud toksiine enne väikestes, siis ikka suuremais annuseis. Selle tagajärjel tekivad looma veres vastumürgid (antitoksiinid). Kui nüüd haigestunud organismi süstida sellelt loomalt saadud seerumit, siis ühes seerumiga saab haige juba valmisolevaid antitoksiine.

Passiivne ja aktiivne immuunsus. Immuniseeritud looma vereseerumit võib süstida ka tervele inimesele, et teda kaitsta haigestumise eest. Pärast seerumi süstimist tekib sel inimesel immuunsus. Kuid selle immuunsuse tekitamisest inimese organism osa ei võta: ta saab looma organismis juba valmistatud antitoksiine.

Säärane passiivne immuunsus, mille tekitamisest organism osa ei võta, osutub harilikult lühiajaliseks ega säili üle ühe kuu; kuid seevastu tekib ta kohe pärast seerumi süstimist. Kunstlik immuunsus, mida tekitatakse juba meile tuntud kaitsepookimise teel, tekib organismis iseisvalt ja aktiivselt.

Selle aktiivse immuunsuse tulemusena organism omandab võime ise valmistada vastumürke. Säärane aktiivne immuunsus säilib tunduvalt kauem — keskmiselt aasta, kaks, mõne haiguse, näit. rõugete vastu isegi mõne aasta. Kuid aktiivne immuunsus ei teki kohe, möödub enne paar nädalat ja rohkem pärast toimetatud kaitsepookimist, kui organism omandab immuunsuse.

Kaitsepookest hoolimata nakatub mõnikord inimene siiski ja haigestub. Niisuguseil juhtudel möödub haigus hulga kergemini, sageli piirdub ta kerge roidumusega. See näitab, et haigusohutus ei ole alati täielik. See sõltub sellest, kui hästi organism suudab vastu panna pisikute hävitavale toimele ja kui suur on organismi võime valmistada vastumürke ja hävitada mikroobe.

See võime samal inimesel ei jää alati ühesuguseks, teiste sõnadega — haiguste vastuvõtlikkus võib muutuda. Ta võib tõusta või langeda seoses inimese organismi seisukorraga ja nende tingimustega, milles ta elab. Selle kohta võib tuua

palju näiteid. Nõnda on teada, et üliväsimus ja jahenemine, mis organismi elutegevust kahandab ja tema jõude nõrgendab, vähendab inimese vastupanuvõimet nakkushaigustele. Sellega on seletatav asjaolu, et inimene võib palju kergemini haigestuda grippi, kopsupõletikku või mõnda teise nakkushaigusse, kui organism on kurnatud ülejõukäiva tööga. Külmemendamise toimet haigustele vastuvõtlikkuse suhtes on tõestatud loomadega korraldatud katsete abil. Nõnda nakatas kuulus prantsuse õpetlane P a s t e u r kanu nn. kanakoole-
raga. Seejuures paigutati kana jalad külma vette. Selgus, et nende kanade hulgas, keda külmendati, oli haigestumise protsent tunduvalt kõrgem.

Arvurikkad vaatlused tõendavad, et kõrgema närvisüsteemi tegevus, hingeline seisukord mõjutab ka haigustele vastuvõtlikkust. Et kõrgema närvisüsteemi tegevus, eriti inimese hingeline tegevus mõjutab teiste elundite tegevust ja kogu organismi, on üldiselt tuntud tõsiasi. Näiteks, on teada, et ärrituse puhul muutub hingamine sagedamaks, süda töötab tugevamini. Niisuguse toime näidetega me tutvume sageli edaspidi.

Meeleolu langus, norutunne, rasked painajalikud mõtted, mis on aju muutunud ja pärsitud tegevuse väljendused, ei jäta mõjutamata teistes elundites ja kudedes toimuvaid elu-
protsesse ja järelikult kogu organismi seisukorda, eriti ta vastuvõtlikkust haigustele. Seega seletatakse ka sageli tähelepandud haiguste vastuvõtlikkuse kasvamist seoses hingelise seisukorra langusega. Siit on selge, et kõik need tingimused, mis rõhuvad inimest, mis suruvad alla hingeelu, põhjustavad haigustele vastuvõtlikkuse tõusu. Kuid ei tule arvata, et kogu asi seisneb ainult töö ja eluviisi hügieenilistes tingimustes.

Inimese närvisüsteemi kõrgemat talitlust, ta hingelist seisukorda ja järelikult kogu organismi üldseisukorda mõju-

tab tugevasti see sotsiaalne keskus, see ühiskondlik kord, milles inimene elab ja töötab. Töö ekspluateerimine kapitalistlikes maades mitte üksi surub alla tööliste elutaset, mitte üksi kurnab neist välja jõudu ja nõrgendab neid, vaid see rõhub ka nende hingeelu.

Kõik see üheskoos peegeldub ka haiguste vastuvõtlikkuses. Pole midagi imestada, et kapitalistlikes maades haigestumine ja suremus proletariaadi hulgas on palju suurem kui kodanlaste hulgas. Mõned haigused möllavad peaaegu eranditult tööliste hulgas. NSVL-s, võidukal sotsialismimaal me näeme hoopis teist pilti. Kurnajate klass on hävitatud, ühes sellega on hävitatud töö ekspluateerimise võimalus. Iga päevaga laienevad ja muutuvad kindlamaks need sotsiaalsed tingimused, mis soodustavad tervise karastamist ja kahandavad haiguste vastuvõtlikkust. Selle tulemusena on meie maal haigestumine ja suremus järsult langenud, võrreldes enne-revolutsiooniaegse olukorraga.

§ 10. VERERINGE ULDSKEEM.

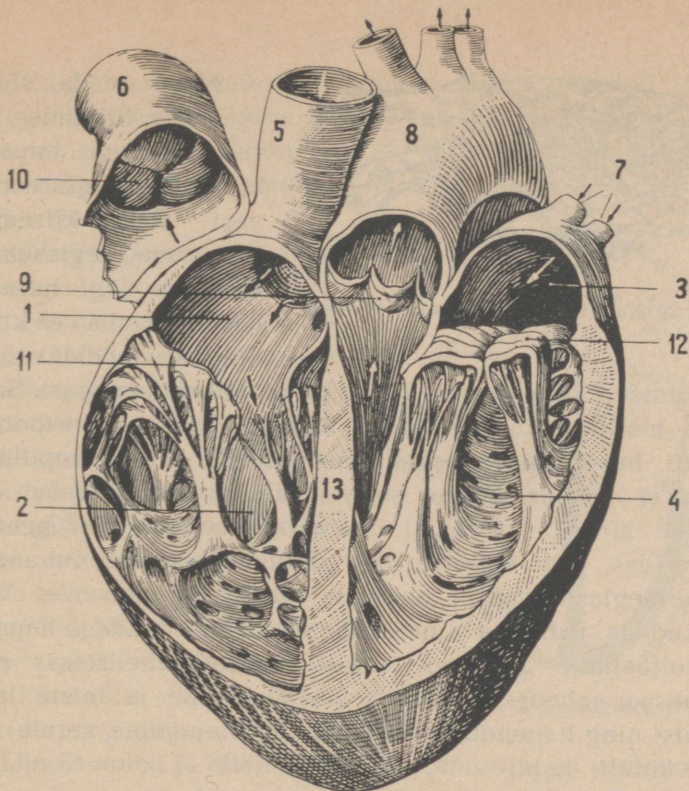
Vereringe tähtsus. Ligi 2¹/₂ tuhande aasta eest avastas kreeka õpetlane Aristoteles hauduva kana alt võetud munas „hüpleva täpi“. Aristoteles ei aimanud, et „hüplev täpp“ on kana loote südame esimene alge. See alge tekib lootel väga vara, umbes 25—30 tundi pärast haudumise algust, kui lootel pole veel veresooni, verd ega närve. Teda võib vaadelda vaevata hariliku luubi abil. Seejärel ilmuvad lootel ühes südame arenemisega veresooned, mille kaudu liigub veri. Vereringe süsteem areneb kana-poja lootel samuti nagu ka imetajate looteil väga vara. See on arusaadav. Veri ju peab alaliselt liikuma, et varustada loote arenevaid elundeid ja kudesid toitematerjali

ja hapnikuga, et eemaldada rakkude elutegevuse saadusi. Sellest momendist, kui vere liikumine on alanud, ei lakka ta enne kui surma puhul.

Vere liikumine, nagu teada, toimub südame töö tagajärjel. Süda töötab nagu pump ning paneb vere torudes — v e r e - s o o n t e s liikuma.

Arteerid. Kapillaarid. Veenid. Veresooni, mille kaudu veri voolab südamest eemale, nimetatakse a r t e e r i d e k s ehk t u i k s o o n t e k s. Suured arteerid harunevad kord-kordalt peenemaiks arteerideks. Kõige peenemad arteerid jagunevad väga peenikeste kapillaaride ehk j u u s - s o o n t e tihedaks võrguks. Kapillaarid (juussooned) on nii peened, et iga nende läbilõike keskmine pindala ei ületa 0,00008 ruutmillimeetrit, teiste sõnadega, kapillaarid on 50 korda peenemad inimese juuksekarvast. Kapillaari pikkus on samuti väga väike — alla ühe millimeetri. Uhinedes üksteisega tekitavad kapillaarid suuremaid sooni — v e e n e ehk t õ m b s o o n i. Peened veenid omavahel liitudes tekitavad ikka suuremaid ja suuremaid veene. Veenide kaudu voolab veri tagasi südamesse.

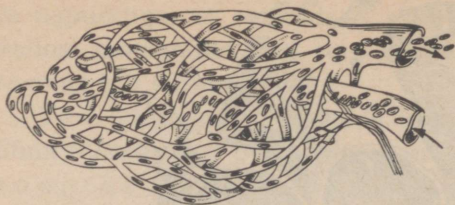
Süda. Inimesel, nagu kõigil imetajail, on süda jagatud vaheseinaga paremaks ja vasakuks pooleks (joon. 19). Igaüks neist pooltest omakorda koosneb omavahel ühenduses olevaist kambreist. Südamesse voolav veri satub esmalt ülemistesse kambritesse, mida nimetatakse k o d a d e k s, ja siis alumistesse kambritesse — v a t s a k e s t e s s e. Veri, mis voolab välja südame vasakust poolest, läheb vasakust vatsakesest peaarteri, mida nimetatakse a o r d i k s; aordist väljuvad kõrvalharudena arteerid, mis varustavad verrega mitmesuguseid kehaosi: pead, käsi, siseelundeid, jalgu. Jätkates harunemist varustavad arteerid verega kõiki meie keha elundeid ja kudesid. Peenimad arteerid, nagu meil juba teada, harunevad kapillaarideks.



Joon. 19. Inimese süda läbilõigatult; vaade eestpoolt. Nooled näitavad verevoolu suunda.

1 — parem koda; 2 — paremad vatsakesed; 3 — vasak koda;
 4 — vasak vatsake; 5 — ülemine õõnesveen; 6 — kopsuarterid;
 7 — kopsuveenid; 8 — aort; 9 — poolkuuklapid; 10 — poolkuuklapid vatsakeste lõtvumise momendil; 11 — hõlmane klapp kodade kokkutõmbe momendil; 12 — hõlmane klapp vatsakeste kokkutõmbe momendil; 13 — südame paremat ja vasakut poolt lahutav vahesein.

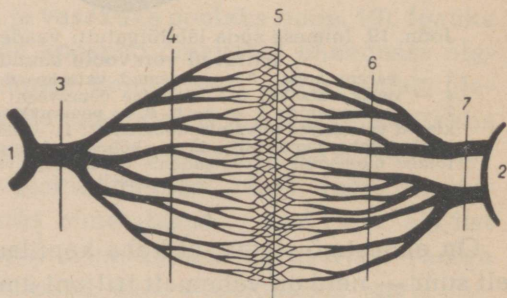
On endastmõistetav, et keha kapillaaride hulk on äärmiselt suur — neid on vähemalt triljoni ümber. Tiheda võrguna põimivad nad läbi kõik keha koed (joon. 20). Iga kapillaari ristlõik on üliväike, aga kõigi nende ristlõikude pindalade summa on umbes 500 korda aordi ristlõigu pindalast suurem.



Joon. 20. Kapillaaride võrk nahas (skeem).

Nagu teada, sõltub jões vee liikumise kiirus jõesängi laiuselt: kitsas jõesängis voolab vesi alati kiiremini, laias aga aeglasemalt. Kui aga jõgi haruneb harudeks, siis vee kiirus onoleb vaadeldaval kohal üldiselt kõigi harude läbilõigu pindalade summast. Sama võib märkida ka verevoolu kiiruse kohta veresoontes. Aordi harunemisel esmalt arterideks ja siis kapillaarideks ei vähene üldine soonte läbilõikude pindala, vaid tõuseb järsku (joon. 21). Seepärast voolab veri peentes arterides, eriti kapillaarides palju aeglasemalt kui aordis. Vere aeglasel voolul on suur tähtsus organismile. Vere ja kudede vaheline ainetevahetus, teiste sõnadega hapniku ja toiteainete üleminek verest rakkudevahelistesse piludesse ja vahedesse, samuti ka süsihappe ja teiste lagunemis- ning hapendumissaaduste tagasiandmine verele sünnib ainult kapillaarides. See vahetus toimub hulga kergemini ja täielikumalt iseäranis vere aeglase voolu puhul.

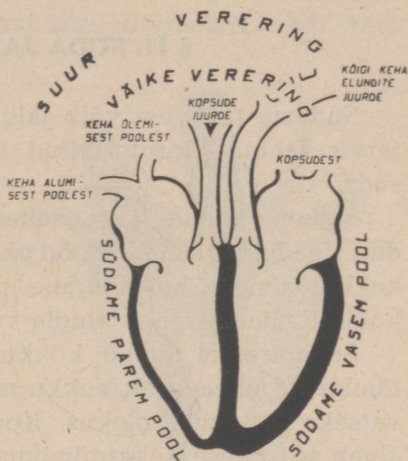
Suur ja kopsu (väike) verering.
 Ühinedes üksteisega kapillaarid moodustavad veene, mille kaudu



Joon. 21. Veresoone harunemise skeem:
 1 — südame vatsakesed; 2 — koda; 3 — aort;
 4 — arterid; 5 — kapillaarid; 6, 7 — väikesed ja suured veenid.

veri kõigist kehaosadest südamesse tagasi pöördub ja ni-
melt — ta paremasse kotta. Seda vereringe teed südame vasa-
kust pooldest arteride, kapillaaride ja veenide kaudu südame
paremasse poolde nimetatakse suureks vereringe-
eks (joon. 22).

Südame paremast vatsa-
kesest voolab venoosne veri,
mis on vaene hapnikust ja
rikas süsihappesest, kopsu ar-
teeride kaudu kopsudesse ja
siis, rikastudes hapnikuga ja
andes ära ülearuse süsihappe,
pöördub südamesse tagasi —
nüüd juba vasakusse kotta.
Seda vere liikumisteed sü-
dame paremast pooldest kop-
sude kaudu südame vasa-
kuse poolde nimetatakse
väikeseks ehk kopsu
vereringeks.



Joon. 22. Vereringe skeem.

Lümfisooned ja lümfi liikumine. Samuti nagu veri, voolab
ka lümf pidevalt, eemaldades rakkudevahelistest piludest
eriliste soonte kaudu.

Lümfisooned saavad alguse rakkudevahelistes piludes ja
vahedes. Lümfialgsooned, ühinedes omavahel, tekitavad
kord-korralt suuremaid sooni. Lõppude-lõpuks suubub lümf
kahe lümfisoone kaudu suure vereringe veenidesse südame
läheduses.

Lümfisoonte teedel asetsevad nn. l ü m f i - ehk m a h l a -
n ä ä r m e d. Need esinevad soonte kerakujuliste laiendus-
tena ja koosnevad sidekoest, mille silmuseis leidub suurel
hulgal vere valgeliblesid. Lümfinaärmeis vere valgeliblede
tegevuse tõttu peetakse kinni pisikud ja mitmesugused,

sageli kahjulikud ained, mis siia tungisid ühes lümfiga keha elundeist ja kudedest. Peale selle on lümfinäärmete tegevus seotud keha immuniseerumisega.

§ 11. SUDA JA TEMA TÖÖ.

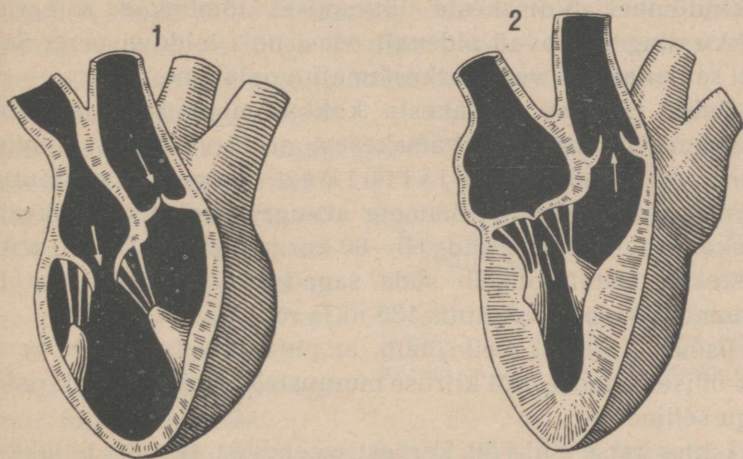
Südame tegevust võib jälgida konna juures. Selleks on tarvis lahata kloroformitud konna rindkere ja paljastada süda.

Südame kodade ja vatsakeste kokkutõmbumiste rütm ja vaheldus. Vaadeldes südame tööd paistab kõigepealt silma südame kokkutõmmete korrapärane perioodsus (r ü t m). Iga uus kokkutõmme järgneb kindla vaheaja järel eelmisele.

Seejuures ei tõmbu kokku korraga kogu süda. Esmalt tõmbuvad üheaegselt kokku mõlemad kojad. Samal ajal on vatsake lõtvunud olekus. Kodade kokkutõmbumiste järel algab vatsakese kokkutõmbumine (konna südamel on kaks koda ja üks vatsake). Kõrgemal loomil, kellel on kaks vatsakest, toimub mõlemate vatsakeste kokkutõmbumine korraga. Kojad sel ajal lõtvuvad. Siis lõtvuvad vatsakesed — järgneb kogu südame lõtvumine, pärast seda tõmbuvad kojad uuesti kokku.

Südameklapid. Et mõista südame tööd, tuleb tutvuda ta ehituse mõningate iseärasustega (joon. 23). Kui lahkame vasika või mõne teise imetaja looma südame, siis võib kergesti näha kodade ja vatsakeste vahel õhukesi klappide hõlmakesi. Klappide hõlmakeste sulgemisel on kodade ja vatsakeste vahelised avad täiesti kinni. Altpoolt kinnituvad vatsakeste siseseinte lihaskühmude külge klappide hõlmakeste kõõluselised niidid. Säärase ehituse tagajärjel klapp võib avaneda ainult ühele poole — vatsakese poole. On arusaadav, et kodade kokkutõmbumisel veri surutakse vabalt

kodadest vatsakestesse. Vatsakeste kokkutõmbumisel surutakse veri arteridesse. Kodadesse ta tagasi ei pääse, sest et klappide hõlmakesed vere rõhumisel suletakse. Kodade poole nad ei saa pöörduda — seda takistavad pingulitõmmatud kõõluselised niidid. Vatsakeste lõtvumisel võib veri



Joon. 23. Südame töö skeem:

1 — südame kodade kokkutõmbumise ja vatsakeste lõtvumise moment; 2 — vatsakeste kokkutõmbumise ja kodade lõtvumise moment.

neisse pääseda ainult kodadest. Vere pääsu arteridest tagasi vatsakestesse takistavad nn. poolkuujad klapid, mis asetsevad taskukestena aordis ja kopsuarteris kohe nende vere-soonte südamest väljumise kohal. Vere voolamisel vatsakestest arteridesse surutakse klapid soonte seinte vastu ja veri läheb vabalt läbi. Veri tagasivoolamisel täidab klappide taskukesed — need lähevad laiali, puutuvad tihedasti üksteise vastu ja takistavad sel teel vere tagasipääsu arteridest vatsakestesse.

Täiskasvanud inimese süda saadab igal kokkutõmbel välja suurde ja kopsu vereringesse keskmiselt 80 kuupsentimeetrit verd.

Olgugi et vatsakeste lõtvumisel südamest verd arteeridesse ei voola, liigub ta soontes siiski katkestamatult. Seda põhjustab soonte elastsus, mis venitatakse laiali igal südame kokkutõmbel. Vatsakeste lõtvumisel tõmbuvad arterid kokku ning lükkavad pidevalt edasi neis leiduva vere. Sel teel saavutatakse vere katkestamatu voolamine.

Pulss. Südame vatsakeste kokkutõmbumisele ja vere paiskumisele vasakust vatsakesest aorti vastavad kõigile meile tuntud tuiked, *p u l s i t u i k e d*. Tuigete arv minutis võrdub südame kokkutõmmete arvuga. Keskmiselt tuksub täiskasvanud inimese süda 60—80 korda minutis. Lastel, eriti väikestel lastel, tuksub süda sagedamini. Imikuil ulatub südamelöökide arv minutis 130-ni ja rohkem.

Esimesel pilgul meile näib, et pulsituiked tekivad vere liikumise vahedest või kiiruse muutustest. Kuid tõeliselt pole lugu selline.

Lihtsa katse abil võib kergesti veenduda, et pulss ei lakka ka sel puhul, kui verevool arteris katkestati. Katsume sel kohal, kus harilikult loetakse pulsituikeid, leida arteri, teda ühe sõrmega tugevasti kinni pigistada ja sel teel verevoolu takistada. Kuid siin kõrval, kinnipigistatud kohast kõrgemal (s. t. südamele lähemal) võime pulssi selgesti tunda. Samasugusele järeldusele viib katse kummitoriga. Kui veega täidetud kummitoru ühendame kummipirniga (pumbaga), siis kummitoru väljavoolu ava sulgemisel tekitab iga pirni pigistus toru mööda leviva tõuke, mis sarnaneb pulsituikega arterides. Siit on selge, et pulsituiked on tingitud arteride kerksate seinte lainetaolistest liikumistest seoses südame lihaste kokkutõmmetega. Need lainetused levivad suure kiirusega, mis mitu korda ületab verevoolu kiiruse. Nad sarna-

nevad värinaga, mis kiiresti läbib kogu puu, kui lüüakse kirvega vastu tüve.

Et tõugata verd läbi vereringe, on vaja märksa rohkem jõudu, kui seda on tarvis vere liikuma panemiseks kopsu vereringes. Seepärast pumpab vasak vatsake verd suurema jõuga või, teiste sõnadega, teeb suurema töö kui parem. Seoses sellega on arusaadav parema ja vasaku vatsakese lihastest seinte erinev paksus (joon. 24). Kodade töö on võrreldes vatsakeste tööga äärmiselt väike. Ja seepärast ongi kodade lihastest sein palju õhem vatsakeste seintest.

Tehes määratu suurt tööd ei väsi süda kunagi seetõttu, et iga kokkutõmbe järel jääb ta mõneks ajaks lõtvunud olekusse. Seda momenti nimetatakse pausiks. Pausi ajal südamelihas puhkab ning süda täitub verega, mis tuleb veenidest.



Joon. 24. Südame vatsakeste põikilõik: vasakul — vatsakesed lõtvunud olekus; paremal — vatsakesed kokkutõmbunud. Selgesti on näha parema ja vasaku vatsakese paksuse vahe.

Südame töö iseseisvus. Konna süda võib tuksuda isegi siis, kui ta on kehast välja lõigatud ja paigutatud klaasi nn. füsioloogilise lahusega, mis sisaldab vastava hulga veres leiduvaid põhisooli¹.

Teatud tingimustel võib imetaja looma väljalõigatud südame panna uuesti tuksuma. Selleks tuleb süda varustada hapniku ja tähtsaimate toiteainete loomuliku juurdevooluga.

¹ Harilikult võetakse füsioloogilise lahuse valmistamiseks kloornaatriumi, kloorkaaliumi, kloorkaltsiumi ja soodat, mõnikord lisatakse veel juurde magneesiumsooli ja mõnd teist soola. Paljudel juhtudel lisatakse säärasesse lahusesse veidi viinamarjasuhkrut. Siiski tarvitatakse ka palju lihtsamat füsioloogilist lahust, võttes ainult ühte soola — kloornaatriumi. Et konna vere soolasisaldus erineb imetajate loomade vere omast, siis on füsioloogilised lahused erinevad. Nõnda võetakse konna tarvis näiteks 0,6% kloornaatriumi, imetajate tarvis 0,9%.

Eriliselt valmistatud toitevedelik, mis asendab verd, küllastatakse enne hapnikuga, soojendatakse teatud temperatuurini ja juhitakse südamelihase veresoontesse.

Mõnikord õnnestub „elustada“, s. t. tuksuma panna mitte üksi loomast väljalõigatud südant, vaid ka inimese südant. Nõnda õnnestus elustada imiku südant isegi 20 tundi pärast ta surma.

Kõigi meie elundite tööd korraldab närvisüsteem. Miks siis väljalõigatud süda, mis on eraldatud kesknärvisüsteemist, jätkab tööd? Nähtavasti tuleb südametuksumiste põhjust otsida südames endas. Ja tõepoolest, südameseintes asetsevad närvirakkude rühmad (närvitängud), millest närvi kiudude kaudu lähevad erutused südamelihasesse ja panevad nad kokku tõmbuma. Alates ülemise õõnesveeni suubumiskohast levib erutuslaine esmalt kodadele ja siis erilise juhtkimbukese kaudu vatsakestele.

Seepärast, juhtides südamesoontesse toitevedelikku, võib looma väljalõigatud südant uuesti tuksuma panna.

§ 12. SUDAME TÖÖ JA ELUNDITE TAITUMINE VEREGA ORGANISMI PUHKEAJAL JA MITMESUGUSE TEGEVUSE PUHUL.

Täiskasvanud inimese vere üldhulk harilikult ei ületa 5 liitrit. Kas inimene töötab või puhkab, verehulk organismis ei muutu. Kuid keha elundite varustamine verega ei jää ühesuguseks.

Südame töö muutub seoses organismi tarvetega. Mida rohkem töötab meie keha üks või teine elund, seda enam vajab ta hapnikku ja toiteaineid, ja järelikult seda rohkem verd peab temasse voolama. Terve inimese süda on alati täpselt kohandatud organismi tarvetega. Uleminek lamavast

olekust istuvasse või istuvast püstiseisundisse põhjustab kohe ka südame töö muutuse. Seejuures muutub nii löökide arv kui ka kokkutõmbe jõud. Une ajal tuksub süda 50—60 korda minutis; raske füüsilise töö puhul löökide arv tõuseb 150-ni ja rohkem minutis.

Vaadeldes iseennast võib kergesti veenduda, et ärritus, füüsiline töö, pärastlõunane toiduseedimine, uni — see kõik mõjutab tugevasti südame tegevuse iseloomu.

Kuidas teostub pidev ja organismile äärmiselt tähtis seos südame ja keha teiste elundite töö vahel?

Mitmesuguste elundite ja kudede tegevuse kooskõla toimub närvisüsteemi abil. Närvikiudude kaudu tulevad südamesse pidevalt ärritused ja muudavad tema tööd. Nõnda nõrgendab ja aeglustab südame tööd peaaugust väljuv u i t - n ä r v, kuna nn. s ü m p a a t i l i n e n ä r v seevastu tugevdab ja kiirendab südame tuksumist. Selle tulemusena muutub nii südame kokkutõmmete jõud kui ka sagedus.

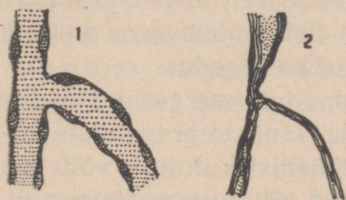
Iga kokkutõmbe puhul võib sama inimese vasak vatsake välja saata väga erineva verehulga. Jõuliste ja tugevate inimeste juures, kes harrastavad füüsilist kultuuri, võib see hulk muutuda ligikaudu 60-st kuni 150 kuupsentimeetrini. Teiste sõnadega, südame iga kokkutõmbe puhul võib aorti tungiv verehulk raske töö korral kasvada $2\frac{1}{2}$ -kordseks. Pulss võib töö puhul samuti sägeneda 2— $2\frac{1}{2}$ korda. Sellega siis ühes südame kokkutõmmete tugevnemisega ja nende sageduse kasvamisega suureneb ka verehulk, mis südamest minutis välja paisatakse, ligikaudu viis ja isegi rohkem korda. Teiste sõnadega, viis korda suuremaks kasvab ka keha elundite varustamine verega.

Vere jaotus elundite vahel. Keha iga elund vajab töö ajal vere suurendatud juurdevoolu. Ja mida hoogsamalt töötab teatud elund, seda suurem hulk verd peab temast läbi voolama. Organismis juhtub harva, et kõik kehaosad korruga

teevad suurt tööd. Kord töötavad tugevamalt seede-elundid, kord luustiku lihased, ja enamasti mitte kõik lihased, kord langeb tähtsaim töö ajule.

Niisuguseil juhtudel vajavad keha töötavad osad suuremat hapniku ja toitesoolade juurdevoolu, kusjuures teised osad neid ei vaja ega nõua suuremat vere juurdevoolu kehaosadesse.

Arvurikkad katsed loomadega ja ka inimesega näitasid, et töötavasse elundisse voolab alati rohkem verd kui mitte-töötavasse. See tuleb selle tagajärjel, et töötavate elundite veresooned laienevad ja nende siseruum läheb suuremaks. Ja selle tagajärjel kasvab töötavast elundist läbivoolava vere hulk mitu korda.



Joon. 25. Kapillaarid laienu-
nud (1) ja ahenunud (2) seisukorras.

Soonteahendajad ja soontelaiendajad närvid. Arteeride seintes on lihaskiht, mis koosneb peamiselt soontesse rõngasena asetatud kiududest. Kapillaaride seinad koosnevad ainult ühest lamedast rakkude kihist, neis puuduvad lihaskiud. Siiski asetsevad silmustena kapillaaride ümber rakud, mis on võimalised kokku tõmbuma. Kokku

tõmbudes pigistavad need rakud kapillaare ja ahendavad neid või sulevad täiesti neist läbipääsu (joon. 25).

Arteeride ja kapillaaride ahenemine sünnib soonteahendajate närvide mõjul, mis tulevad soonte lihaste juurde.

Soonte seintesse tulevad ka soontelaiendajad närvid. Nende närvide erutusel sooned laienevad ja seega kasvab ka nende kaudu vere juurdevool. Teiste sõnadega, soonte seinte nagu ka südame juurde tulevad kahesugused närvid,

mille tegevuse tagajärjel soonte õõne laius võib mitmel viisil muutuda.

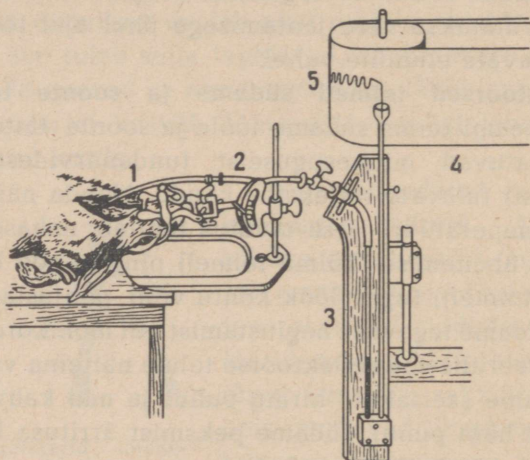
Seega näeme, et südame tööd ja vere jaotust organismis reguleerib närvisüsteem. Säärasel korraldusel on väga suur tähtsus, sest see teostab jõudude kokkuhoidu: vereringe elundite töö toimub äärmiselt kokkuhoidlikult ega ületa organismi tarbeid. Et südame tööd mitte suure hulga verega üle koormata, rahuldub organism kõigest 4—5 kg verega; seda saavutatakse vere jaotamisega ühel ajal töötavate ja mittetöötavate elundite vahel.

Reflektorsed toimed südame ja soonte tegevusele. Närvisüsteemi toime südame tööle ja soonte täitumine verega teostuvad mitmesuguseist tundenärvidest (tsentripetaalseist) tulevate reflekside kaudu. Nõnda näiteks ümbritseva temperatuuri järsk muutus tekitab nahasoonte reflektorse ahenemise (külma toimel) ning nende laienemise (soojuse toimel); tugev löök kõhtu võib põhjustada reflektorset südame tegevuse aeglustamist või mõnikord isegi lakkamist. Keerulisema reflektorse toime näiteina võiks nimetada südame „seisakut“ hirmu puhul ja näo kahvatust, punastumist häbi puhul, südame peksmist ärrituse korral jne.

Need näited tõendavad, kui suur on inimese hingelise seisukorra mõju südame tegevusele ja soonte täitumisele verega. Kuid mitte üksi säärastel juhtudel ei väljendu hingelise seisukorra mõju. Olenevalt sellest, kas inimesel on hea või halb meeleolu, kas ta töötab meeeldi või kepi ähvardusel, saab ta südamesoonte süsteem erinevaid erutusi kesk-närvisüsteemilt. Teiste sõnadega, inimese südamesoontesüsteemi töö sõltub alati tema hingelisest seisukorrast.

§ 13. LIHASTE TEGEVUSE MÕJU SÜDAME VERERINGE- SUSTEEMILE.

Vererõhk arterides ja veenides. Poolekslõigatud arteerist purskab veri joana. See näitab, et veri on arterides suure rõhu all. Suur vererõhk arterides on südamete töö tulemus, mis jõuga paiskab välja ikka uued ja uued portsjonid



Joon. 26. Vererõhu mõõtmine loomal:
1, 2 — kummivoolik, mis ühendab veresoonde pistetud klaastoru manomeetriga (3); 4 — liikuv paberipind, millele registreeritakse vererõhu muutused (5).
Harilikult on saadud laineline joon tahmatud paberi mustal taustal, kuid võib märkida ka valgele paberile erilise tindisulega.

verd. See rõhk on vajalik selleks, et suruda verd läbi veresoonestiku ja eriti läbi peenimate kapillaaride. On täiesti arusaadav, et suurem osa vere liikumise jõudu kasutatakse vere surumiseks läbi kapillaaride, sest viimased moodustavad raskeima osa teest.

Veenides on vererõhk väga väike — ainult natuke kõrgem vererõhust kodades. Selles pole raske veenduda, kui jälgime verevoolu vigastatud veenist. Isegi suure veeni haavast voolab veri ühtlase vaikse nirena.

Loomadel võib vererõhku täpselt kindlaks määrata. Selleks tuleb loom (näit. küülik või koer) narkoosi abil uimastada. Veresoon, milles me tahame mõõta vererõhku, lõigatakse pooleks, pistetakse temasse klaastoruke nõnda, et torukese ots oleks suunatud verevoolu vastu. Teine toruots ühendatakse kummivooliku abil harilikult elavhõbemanomeetriga. Et veri ei puutuks kokku õhuga ega hüübiks, täidetakse klaas- ja kummitorud erilise lahusega (harilikult väävelhappemagneesiumi küllastatud lahusega). Elavhõbeda tasapinna vahe järgi mõlemas manomeetri torus otsustatakse vererõhu suuruse üle.

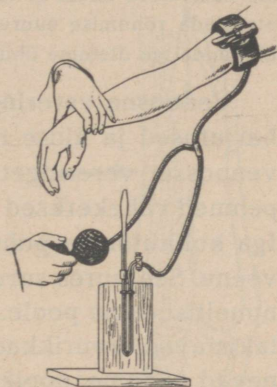
Kui manomeetri teise toru paneme korgikesse pistetud varda (korgike peab ujuma elavhõbeda pinnal), siis, nagu näitab joonis 26, võib vererõhu suurust graafilisel märkida tahmatud paberi liikuvale pinnale. Selleks kasutatava erilise riista nimetus on k ü m o g r a a f.

Kümograaf koosneb metallsilindrist, mis pannakse ühetaoliselt liikuma kellamehhanismi või väikese elektrimootori abil. Kümograafi silindrile kleebitakse tahmatud paber. Varda ots, puudutades tahmatud paberi pinda, jätab sinna valge jälje. Kümograaf on üks füsioloogia põhiaparaate, mille abil võib registreerida terve rea mitmesuguseid organismis toimuvaid protsesse.

Kui registreerime kümograafil arteri vererõhku, siis veendume kergesti, et ta ei jää muutumata — ta kõigub pidevalt, suureneb südame kokkutõmbe puhul ja väheneb tema lõtvumise momendil.

Mõned õpetlased, kasutades kirurgilisi operatsioone, mis puhul tuli pooleks lõigata suuri veresoone, mõõtsid samal viisil inimese vererõhu suurust.

On endastmõistetav, et säärane vererõhu määramine inimesel on võimalik mõnel erandjuhul. Kuid vererõhu mõõtmisel meditsiinilisteks



Joon. 27. Inimese vererõhumise mõõtmine.

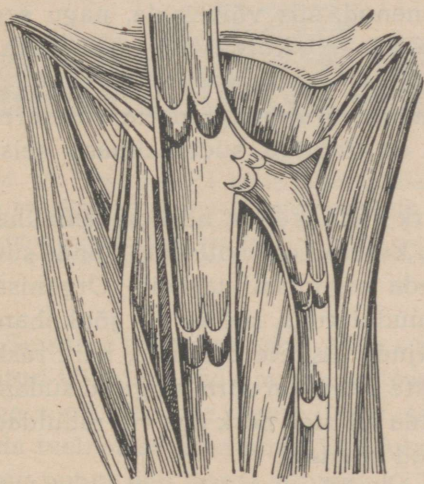
otstarveteks on määratu suur tähtsus. Viimasel ajal on leiutatud mitu erisugust riista, mis võimaldavad valuta registreerida inimese vererõhku.

Üheks enam levinud aparaadiks on joonisel 27 kujutatud elavhõbe-manomeeter, mis on kummivooliku abil ühendatud erilise mansetiga. Vererõhu määramisel pannakse manset õlavarre ümber; mansetti pumbatakse õhku, mille tagajärjel manset pigistab õlavart. Lihaste kaudu kantakse see rõhumine veresoontele. Sel momendil, kui rõhumine muutub küllaldaseks, et pigistada kinni arteri ja katkestada temas verevoolu, me käsivarres enam ei tunne pulssi. Manomeetri näitamise järgi võime otsustada rõhumise suuruse üle ja sellega ka soonte vererõhu suuruse üle, mida me ületame õhusurvega mansetis.

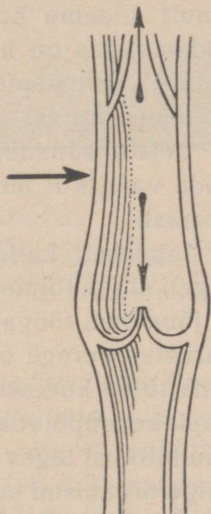
Venoosne vereringe. Tööliigutused, käimine, võimlemis-harjutused ja üldse igasugune lihaste tegevus sõodustavad venoosset vereringet. Veenidel, vastandina arteridele, on pehmed vähekerksed seinad; neid võib kergesti kinni suruda. Iga kokkutõmbe puhul rõhub lihas temas pikuti asetsevaid veene. Seejuures surutakse veri ainult ühes suunas edasi, ja nimelt südame poole. Vastassuunas veri ei saa liikuda. Seda takistavad arvurikkad taskukeste-taolised klapid, mis sarnanevad südame poolkuuklappidega aordi ja kopsuarteride suudmes (joon. 28). Niisuguseid klappe leidub kõigis enam-vähem suuremais veenides. Klappide talitlust selgitab joonisel 29 antud skeem.

Jämedam nool näitab rõhumist, mida tekitab kokkutõmbuv lihas teda pikuti läbivale veenile. Nooled soone sees näitavad, et veri tungib veeni pikisihis nii ühele kui ka teisele poole. Seejuures ülemine klapp, mis on südamele lähemal, ei takista vere liikumist, sest verevool lükkab klapi hõlmad laiali ja surub nad sooneseinte vastu. Alumine klapp seevastu läheb kinni. Klapi taskukesed täituvad verega, nende hõlmad paisuvad ja surutakse teineteise vastu, mille tagajärjel veri selles suunas ei saa edasi minna. Nagu jooniselt näha, paisub veen suletud klapi juures tunduvalt jämedamaks.

Lihaste tegevuse mõju lümfiringele. Samal viisil soodustavad lihaste kokkutõmbed lümfi liikumist lümfisoontes, mis nagu veenidki on varustatud poolkuuklappidega. Vähe-liikuv, istuv eluviis, samuti keha liikumatu hoiak töö ajal, loob ebasoodsad tingimused lümfi- ja venoosse vere ära-voolule. Sel puhul areneb sageli verepais, mis mõjutab üldist tervislikku seisukorda.



Joon. 28. Reie ülemise osa veenide pikilõik.
On näha arvurikkaid klappe.



Joon. 29. Skeem, mis kujutab veeniklappide toimet.

Lihaste tegevuse mõju südamele. Lihaste tegevus avaldab mõju ka südame tööle. Me teame juba, et südame töö peab igal antud momendil vastama organismi tarbeile. Mäele ronides või järsust trepist ülespoole minnes, kiire jooksu puhul, raske füüsilise töö juures on südamel määratu suur töö teha. See töö on mitu korda suurem kui südame töö puhkeajal. Samasugust suurt tööd peab süda tegema raskete haiguste

puhul kudede suurenenud tegevuse tagajärjel, kui temperatuur tõuseb mõne kraadi võrra.

Südame varujõud. Kas iga süda on suuteline sääraselt töötama? Rasket füüsilist tööd võib teha ainult see, kellel on tugevad, hästitreenitud lihased. Samuti ka süda võib suure koormatusega ainult siis toime saada, kui ta hästi töötab. Nõrk süda võib suurendada oma tööhulka peaaegu ainult südame kokkutõmmete kiirendamise teel. Kui aga südamelihase on hästi arenenud, siis võib süda, nagu seda teame, suurendada oma tööd 2—2¹/₂ korda sama arvu kokkutõmmete juures.

Teiste sõnadega, südame varujõud, mida ta võib arendada vajalikul momendil, on tingitud südamelihase seisukorrast.

Inimesed, kellel on nõrk süda, kel on nõrk südamelihase, sageli ei saa toime suure ja kestva koormatusega. Nende süda ei jõua oma tööga rahuldada organismi tarbeid. Organismi varustus verrega osutub puudulikuks, töö ei ole jõukohane, seda tuleb katkestada. Paljude raskete haiguste, näit. raske gripi, kopsupõletiku ja teiste puhul on surm tingitud südame puudulikust tegevusest, süda on liiga nõrk ega või rahuldada haige organismi suurenenud nõudeid.

Et omada tugevat tervet südant, tuleb teda arendada, tuleb harjutada südamelihast, samuti nagu me harjutuste teel arendame luustiku lihaseid. Mis teel saavutame südamelihase tugevdamist? Milles seisneb südame treening?

Sellele pole raske vastust anda: tuleb südamele sagedamini esitada suuremad nõuded, teda tuleb panna tegema raskemat tööd. Selleks peab olema liikuv eluviis: puhketundidel tuleb rohkem jalutada, harrastada sporti, võimlemist. Suur tähtsus südame tugevdamiseks on järjekindlal hommikusel võimlemisel. Paljudel juhtudel soodustavad südamelihase tugevdamist tööprotsessid, kuigi peab tähendama, et seda ei

või ütelda kaugeltki iga tööprotsessi kohta. Mitmed töötamisviisid, eriti istuv asend, ei esita suuremaid nõudmisi südamele, ja järelkult ei treeni teda. Sel juhul on eriti tähtis hoolitseda südamelihase harjutuste eest spordi, võimlemise jne. abil. Siiski tuleb meeles pidada, et südame treenimise viis peab vastama eale ja tervise seisukorrale. Seepärast, kui alatakse südame treenimisega, tuleb enne pöörduda arsti poole.



Joon. 30. Treenitud ja mittetreenitud südame reaktsioonid töö suhtes. Ülal märgitud arvud näitavad südamelöökide arvu minutis; arvud all — vere ruumala kuupsentimeetreis, mida paiskab süda välja iga löögi puhul. Vasakul — treenitud inimesel puhkuse ajal (1) ja töö ajal (2); paremal mittetreenitud inimesel puhkuse ajal (3) ja töö ajal (4). Töö on mõlemal juhul peaaegu võrdne.

Suurima tööhulga vahe, mida suudab teha füüsiliselt koolitatud võimleja süda ja nõrga, treenimata inimese süda, on väga suur. Niisama suure pulsi sageduse juures tööhulk, mida teeb süda ühes minutis, osutus treenitud inimesel ühe katse puhul neli korda suuremaks kui mittetreenitud isikul. Füüsilist kultuuri harrastaja tugev süda paiskab iga kokkutõmbega $2\frac{1}{2}$ korda rohkem verd välja kui mittetreenitud inimese nõrk süda. See on arusaadav, sest mittetreenitud süda võib suurendada oma tööd ainult oma rütmi muutmise, s. t. kokkutõmmete kiirendamise arvel (joon. 30). Seepärast ongi füüsilise kultuuri harrastaja südame varujõud palju suuremad kui need on väetel, istuva eluviisiga isikul, kes ei pea hoolt oma tervise eest.

§ 14. SÜDAME ÜLEVÄSITUS.

Südame tegevuse nõrgendamine üleväsitusel. Kui töö ei ole südamele jõukohane, siis väsis süda kiiresti, ta kokkutõmbed muutuvad üha nõrgemaks, ning südamest aorti paisatava vere hulk väheneb. Lihaste ja aju varustamine verega muutub puudulikuks, mille tagajärjel väheneb lihaste jõud, tekib loidustunne, mõnikord kaotab inimene ka teadvuse. Võistluste puhul, iseäranis pikamaajooksul, on korduvalt tähele pandud juhtumeid, et võistlusest osavõtja, kes juba suure osa teest oli läbi joosnud, minestas südame tegevuse järsu nõrgenemise tõttu.

Südamelihase liigne pingutus mitte üksi ei soodusta südame tugevdamist, vaid koguni mõjutab väga kahjulikult tema tööd ning organismi üldist seisukorda. Sagedase ülekoormatuse tagajärjel süda laieneb, ta ruumala kasvab ja südamelihase muutub lõdvaks ning jõuetuks. Üleväsitatud süda pole suuteline tegema rasket tööd. Üleväsitatud südamega inimesed lähevad suure vaevaga trepist üles ja, mis sugune asjaolu on eriti tähtis, nad ei suuda vastu panna raskeile haigustele. Sääraseid inimesi võib tabada surm südame tegevuse lakkamise tõttu (rabandus) või, nagu vahel räägitakse, südame „lõhkemine“.

Tingimused, mis põhjustavad südame tegevuse nõrgenemist. Südame tegevuse nõrgenemist võib soodustada ülejõukäiv füüsiline töö, liigne sportimine, liigne vaimne töö, mis on seotud uneta öödega; väga sageli südame korrapärase tegevuse häired on seotud alkoholsete jookide tarvitamisega ja tubaka suitsetamisega. Alkoholil alatine tarvitamine tekitab sageli südamelihase rasvumist, mispuhul lihaskude aegamööda asendub rasvkoega. Rasva kogumine nõrgendab südame tegevust, mille tagajärjel südame töö osutub puudulikuks.

Süda kasvuaeg. Lapse süda on palju nõrgem täiskasvanud inimese südamest. Kuni organism kasvab ja kuni füüsiline areng pole jõudnud küpseaa seisukorda, tuleb hoolega vältida kõike seda, mis võib tekitada südame üleväsitust ja nõrgenemist. See on äärmiselt tähtis seepärast, et lastel ja noortel ülemineku-aastail, eriti kiire kasvu perioodidel, ei ole täielikku kooskõla südame ja kõige muu vereringesüsteemi arenemise vahel. Südame väikese suuruse tagajärjel on verehulk, mis iga kokkutõmbe puhul välja paisatakse, väga väike. Et varustada organismi küllaldase verehulgaga, peab lapse süda tuksuma palju sagedamini. Nõnda ulatub imiku pulsituigete arv sageli 150-ni minutis ja 5—6-aastase eas pulss lööb kuni 100—120 korda minutis. Lapse südame varujõud pole suured ja ta ülekoormamine mitte üksi takistab südame normaalset arengut, vaid võib põhjustada ka tõsisid südame tegevuse häireid.

Hingamine.

§ 15. HINGAMISELUNDITE TÄHTSUS.

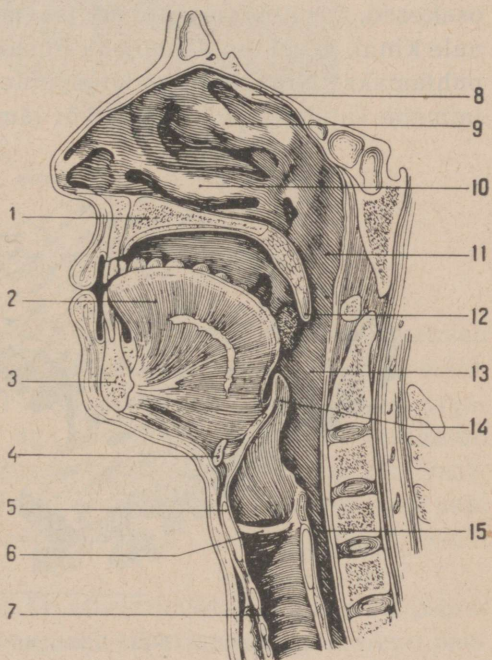
Voolates läbi kapillaaride rikastub veri kõigis keha elundeis ja kudedes süsihappegaasiga ja kaotab suurema osa hapnikust. See gaasidevahetus vere ja keha kudede vahel on kogu organismi elutegevuse vajalikuks tingimuseks. Toimuvad ju meie keha igas rakus, igas koes alaliselt hapendumisprotsessid. Teiste sõnadega, iga rakk, iga kude tarvitab hapnikku. Hapendumisprotsessid ongi organismile üheks tähtsaimaks energiaallikaks. Peale selle hapendumisprotsesside tõttu muutuvad kahjutuks mitmesugused vahepealsed lagusaadused, mis tekivad keha rakkude elutegevuse tagajärjel. Orgaaniliste ainete hapendumise peamise saadusena esineb süsihappegaas. Iga 10 l hapniku kohta, mida koed tarvitavad, eritatakse harilikult 7 kuni 10 l süsihappegaasi.

Venoosne veri, see tähendab veri, mis on vaene hapniku ja rikas süsihappegaasi poolest, annab kopsudest läbi voolates suurema osa süsihappegaasi seal leiduvale õhule ja saab õhust vastu hapnikku. Teiste sõnadega, venoosne veri muutub kopsudest läbi voolates arteriaalseks. On endastmõistetav, et gaasidevahetus vere ja kopsudes leiduva õhu vahel võib normaalselt toimuda ainult niikaua, kuni inimene teeb hingamisliigutusi. Hingamise tõttu asendub õhk kopsudes

pidevalt välisõhuga ja veri võib katkestamatult omandada üha uusi hapnikuhulki ja saata ümbritsevasse õhku temasse kogunenud süsihappegaasi.

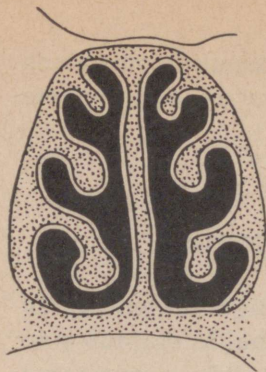
§ 16. HINGAMISELUNDITE EHITUS.

Hingamiskulgla, s. t. tee, mida mööda liigub sissehingatav õhk, algab n i n a õ õ n e g a (joon. 31). Ninaõõs eraldub suuõõnest vaheseinaga, mis on eespool kõva (kõva suulagi) ja tagapool pehme (pehme suulagi). Ninaõõne välisosas, nina-avade ehk sõõrmete alguses, on karvakesed, mis puhastavad sissehingatavat õhku suuremaist tolmukübe-



Joon. 31. Ülemised hingamisteed:

1 — suulagi (vahesein, mis lahutab ninaõõne suuõõnest);
 2 — keel; 3 — alalõualuu esikülj; 4 — keelealune luu;
 5 — kilpkõhr; 6 — keelepaelad;
 7 — hingetoru; 8, 9, 10 — ninakarvikud; 11 — nina neeluruum; 12 — pehme suulae tagumine osa (kurgunibu); 13 — neel; 14 — kõrikaas; 15 — söögitoru.

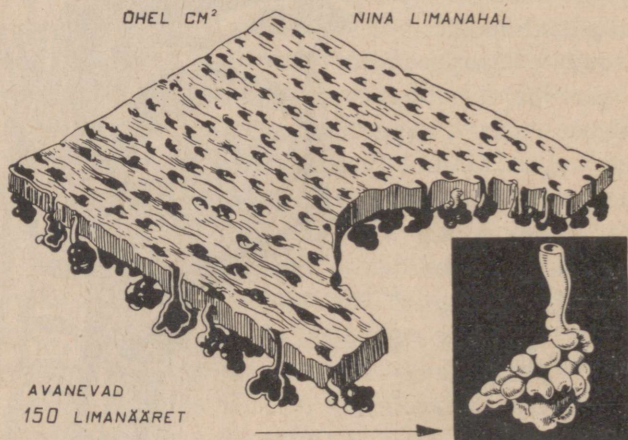


Joon. 32. Ninaõõne põikilõik.

meist ja muudest niisuguseist osakesetest. Vahesein lahutab ninaõõne kaheks pooleks.

Ninaõõnte välisseintel asetsevad nn. kõrkmehed, mis jagavad ninaõõne reaks kitsaiks piludeks, mille vahelt läheb läbi sissehingatav õhk (joon. 32). Kogu ninaõõne sisepind on kaetud limanahaga. Sissehingamisel läheb õhk läbi ninaõõne kitsaste pilude, limanahk on siin alati soe veresoonte rohkuse tõttu: külm välisõhk soojeneb siin kergesti ja kiiresti peaaegu keha temperatuurini.

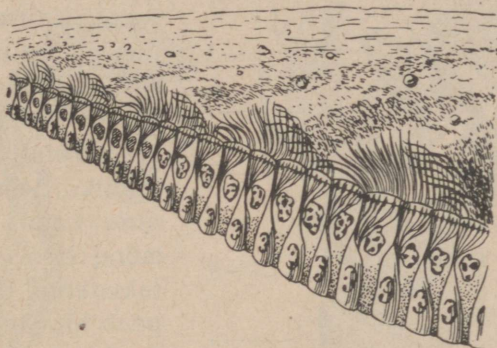
Peened tolmukübemed, pisikud ja muud õhus hõljuvad osakesed, mis ninasse sattusid, jäävad limanaha niiskele pinnale kinni, ja sel teel läheb õhk ninaõõnest läbi minnes palju puhtamaks. Ninakäikude laius pole alati ühesugune. Kui inimene satub väga tolmuse või lämmatava õhuga ruumi,



Joon. 33. Nina limanaha näärmed.

laienevad ninaõõne veresooned märgatavalt, limanahk tursub, mille tagajärjel nina pilud ahenevad ja õhk puhastub täielikumalt kahjulikest lisandeist.

On huvitav, et lima, mida eritavad limanaha arvurikkad näärmed (joon. 33), etendab suurt osa organismi kaitses pisikute kahjuliku toime vastu. Lima nõrgendab pisikute tegevust, vähendab nende sigimisvõimet ja nende mürgisust; mõned pisikud isegi hukuvad, sattudes limanahale. Limanaha pinnale tuleb veresoontest rakkudevaheliste pilude ja

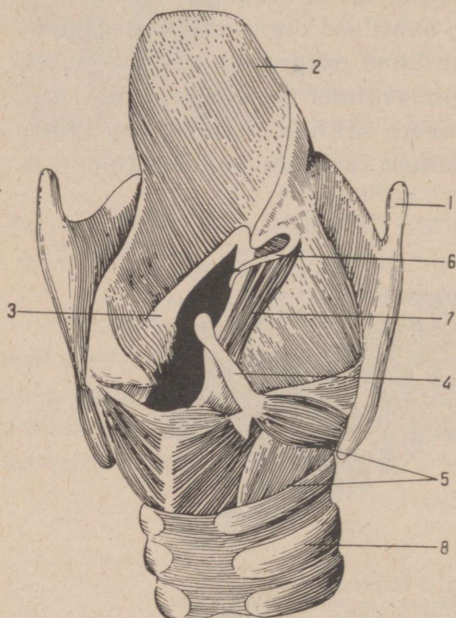


Joon. 34. Virve-epiteel.
Võib näha tolmukübemeid ja teisi osakesi, mis liiguvad virvete lainetamise tagajärjel.

vahede kaudu väga palju vere valgeliblesid, mis haaravad pisikuid ja hävitavad neid. Mõned neist libledest, olles mõne aja rännanud limanahal ringi, pöörduvad uuesti tagasi organismi sisemusse, teised aga hävivad, olles sageli ülitäidetud pisikutega ja mitmesuguste tahkete osakestega. Kui vaatleme mikroskoobi all ninast erituvat lima, siis võib alati seal näha suure hulga nn. „mädakehakesi“, s. t. vere valgeliblede laipu.

Enamik limanaha rakke on varustatud liikuvate ripsmetega, kusjuures igal niisugusel rakul on mitukümmend pee-

nimat ripset (joon. 34). Need ripsmed voogavad vahetpidamata lainetena, nagu hällib viljapõld tuule käes. Nina-ava suunas painduvad ripsmed kiiresti, vastassuunas aga pikka-



Joon. 35. Kõri (tagantpoolt):

1 — kilpkõhr; 2 — kõrikaas; 3 — häälepaelad (nende vahel häälepilu); 4 — pilkkõhr; 5 — lihased, mis pööravad pilkkõhre ja sel teel muudavad häälepilu suurust ja häälepaelte pinget; 6 — kurd, mille tekitab limanahk häälepaeltest ülalpool; 7 — häälepaela pingutaja lihas; 8 — hingetoru.

asetseb ninaõõne ja suuõõne taga. Ta alumisest osast (neelust) saavad alguse kaks toru: eespool — hingetoru, tagapool — söögitoru.

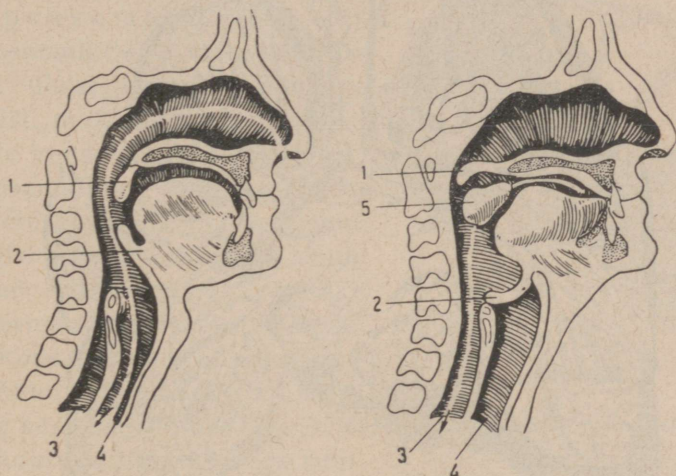
Kõri. Hingetoru ülemine osa on kõri (joon. 35). Kõriseintes on mitu omavahel liikuvalt ühendatud kõhre.

mööda. Selle tagajärjel liigub aegamööda lima ja sellega koos tolmu-kübemed ja pisiosakesed ning lõppude-lõpuks heidetakse välja ninaõõnest.

On arusaadav, milline määratu suur tähtsus on hingamisel nina kaudu. Terve inimene hingab alati nina kaudu. Mõnikord on hingamine nina kaudu nohu või mõne teise haiguse tõttu takistatud, ja inimene peab hingama suu kaudu. Seejuures ei soojene õhk küllaldaselt ega puhastu küllaldaselt temas hõljuvaist osakekestest.

Nina-neeluruum. Sisesehingata õhk, läbinud ninaõõne, läheb nina-neeluruumi, mis

Suurim neist — kilpkõhr — tungib kõri esiküljel tugevasti ettepoole, teda on kerge kaelal tunda. Kõri esiküljel kilpkõhrest kõrgemal asetseb kõrikaas (kõripealise kõhr), mis suleb pääsu kõrisse toidu neelamise puhul. Samal ajal tõuseb neelamisel ülespoole nn. kurgunibu, s. t. allapoole rippuv pehme suulae tagumine ots. Nõnda siis toit ei satu neelamisel ei ninaõõnde ega kõrisse (joon. 36).

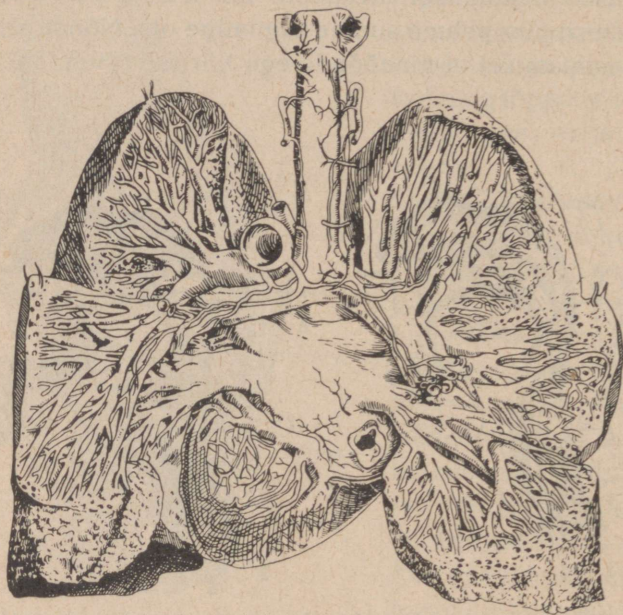


Joon. 36. Ninaneelu õõs ja kõri hingamisel (vasakul) ja neelamisel (paremal):
 1 — kurgunibu; 2 — kõrikaas; 3 — söögitoru; 4 — hingetoru;
 5 — toidutomp.

Kõriõõnes asetsevad häälepaelad — kaks suurt kurdu mõlemal pool. Häälepaelte paksus, pikkus ja pinge võib lihaste toimel muutuda. Sellega seoses muutub ka häälepaelte-vahelise pilu — häälepilu suurus.

Õhk, läbides häälepilu, põhjustab pingulitõmmatud häälepaelte võnkumist. Sel teel tekivad nagu viiulikeele võnkumisel õhus helilained ja me kuuleme heli. Inimese hääle heli-

kõrgus muutub sõltuvalt häälepaelte paksusest, pikkusest ja pingest. Seega siis on kõri hääleelundiks. Inimese silbilise kõne juures kõri kõrval on suur tähtsus nina ja kurguõõnel, keelel ja huultel.



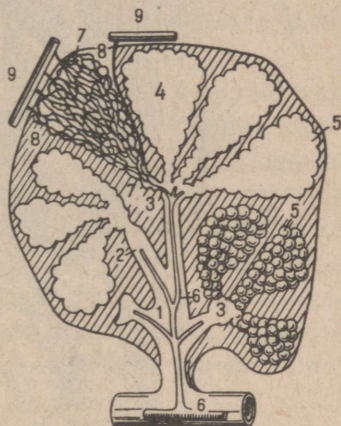
Joon. 37. Süda ja kopsud (tagantpoolt).
On näha harunevaid bronhe ja veresooni.

Trahhea ja bronhid. Hingetoru, mis algab kõri alumise otsaga, nimetatakse trahheaks. Ta haruneb kaheks bronhiks, millest üks viib paremasse, teine vasakusse kopsu (joon. 37). Iga bronh haruneb kopsus mitmekordselt. Hingetoru ja bronhide seintes asetsevad kõhrest rõngad teevad need torud kerkseks ega lase neil kokku vajuda, mille tagajärjel õhk läheb neist kergesti läbi. Kogu hingamis-

kulgla — kõri, hingetoru, bronhide sisepind — nagu ninaõõne sisepindki on kaetud limanahaga ja omab palju virverakke.

Kopsumullid. Peenimad bronhid, mille läbimõõt on umbes 1 mm, lõpevad kopsu mullide rühmaga. Kui vaadelda kopsumulle väljastpoolt, siis on nad üle külvatud ümmarguste kühmudega. Seespool vastavad nendele kühmudele sopid — need on nõnda nimetatud alveoolid ehk kopsusombud (joon. 38). Kopsumullide seinad koosnevad ühest lamedate rakkude kihist, mille all asetseb peenimate veresoonekete tihe võrk. Kopsumullides toimub gaaside vahetus vere ja kopsuõhu vahel, millist protsessi ei takista nende vahel asetsev õhuke kõluke (kopsumulli ja veresoone sein).

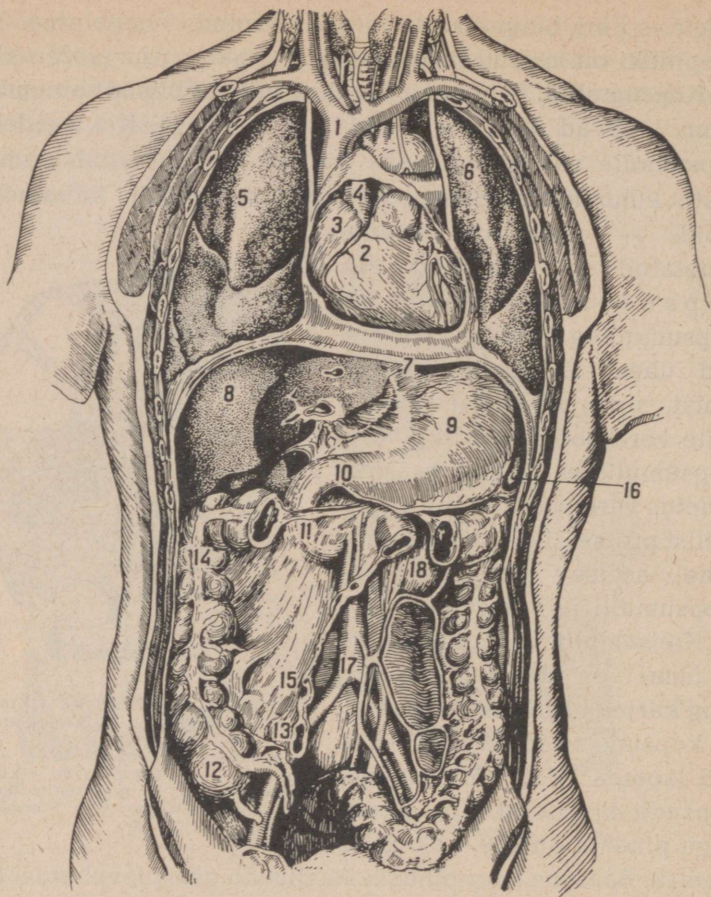
Kopsumullide rohkuse (nende üldarv on umbes 3 miljonit) ning kärjelise ehituse tagajärjel on kopsude sisepind väga suur. Kui laotada laiali kõik inimese kopsude alveoolid, siis nende kogu pindala on 200—300 ruutmeetrit. Säärane suur pindala soodustab gaasidevahetust õhu ja vere vahel.



Joon. 38. Kopsu osake (skeem):
 1 — bronhid; 2 — väiksem bronh;
 3 — kopsumulli sissepääs; 4 — kopsumull; 5 — alveoolid; 6 — artereid; 7 — kapillaaride võrk alveoolides; 8 — peenimate kopsuveenide algus; 9 — veenid.

§ 17. HINGAMISE LIIGUTUSED.

Rindkere ja tema ruumala muutumine. Nagu teada, kujundavad rindkere roided, mis on tagantpoolt lülidega liikuvalt liigestatud, eestpoolt aga kõhrede abil ühendatud rinna-



Joon. 39. Hingamiseldundite asetus rindkeres; samal joonisel on näha siseelundite üldasetus:

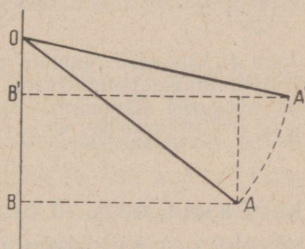
- 1 — ülemine õõnesveen; 2 — südame parem vatsake; 3 — parem koda;
 4 — aort; 5 — parem kops; 6 — vasak kops; 7 — diafragma;
 8 — maks; 9 — magu; 10 — mao viimaosa; 11 — kaksteistsõrmik;
 12 — pimesool temast väljuva ussjätkega; 13 — peensool tema suubumiskohal jämesoolde; 14 — jämesoole tõusev ja langev osa; 15 — soolekeskmed; 16 — põrn; 17 kõhuaort, mis haruneb kaheks alajäsemeid toitvaks arterriks; 18 — vasak neer, mis on kaetud kõhukelmega; 19 — kilpnääre. Peensooled ja osa jämesooldest on eemaldatud.

kuga. Kõhuõõnest on rinnaõõs lahutatud vaheseinaga, mis võlvitaoliselt tungib rinnaõõne poole, see on v a h e l i h a s ehk d i a f r a g m a, mis servades koosneb lihaseist, kuna keskosa on tal kõõluseline. Rinnaõõne sisepind, samuti ka kopsude välispind on vooderdatud erilise sileda, kuid alati niiske kelmega — pleuraga, kusjuures need mõlemad pinnad puutuvad tihedasti teineteise vastu. Seega kopsud täidavad kogu rindkere õõne, olles tihedasti surutud selle seinte vastu ning jättes ainult südamele vaba ruumi (joon. 39).

Rindkere lahkamisel vajuvad kopsud kokku ja täidavad vaid väikese osa rindkere ruumalast, ja suur osa õhku surutakse neist välja. Seda põhjustab kopsukoe suur elastsus: kopsukude on kergesti venitav, niisama kergesti omandab ta algseisukorra. Kokkuvajunud seisukorras on kopsud ka lootel ja äsjasündinud lapsel, kes veel ei hinga. Kuid lapse esimese hingetõmbega (nõnda nimetatud esimese kisaga) täituvad tema kopsud õhuga, venitatakse suureks ja jäävad kogu eluks venitatud olekusse, olles tihedasti surutud rindkere seinte vastu.

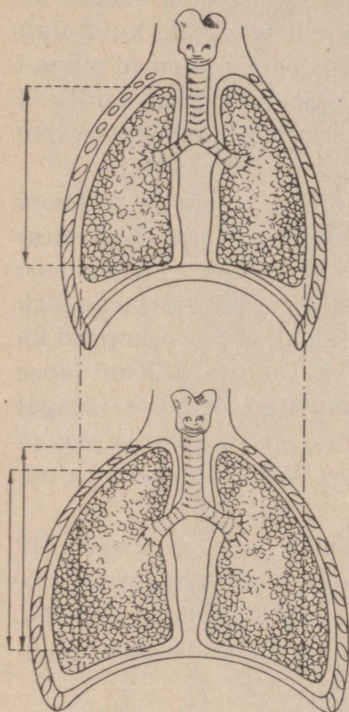
Diafragma lihaste kokkutõmbumisel muutub tema võlv lamedamaks, ja rindkere ruumala suureneb. Rindkere ruumala ei sõltu mitte üksi diafragma, vaid ka roiete asendist. Roided eemalduvad selgroost viltusihis ülalt allapoole, suundudes algul külgede poole ja siis ette. Roiete liikuva seose tõttu lülidega võivad roided vastavate lihaste kokkutõmbumisel kerkida veidi ülespoole ja vajuda allapoole. Roiete tõusmisel rindkere läbimõõt suureneb, langemisel kahaneb.

Selles aitab meid veenda joonisel 40 kujutatud skeem. Püst-



Joon. 40. Skeem, mis selgitab rindkere ruumala muutumist roiete liikumisel.

joon tähendab selgroogu; O — roide ja selgroo liigese kohta, joon OA vastab langetatud roide asendile. Kui roie tõuseb ülespoole, siis võtab ta asendi OA¹. Seejuures



Joon. 41. Rindkere ruumala muutumine hingamisliigutuste juures (skeem): ülal — väljahingamine; all — sissehingamine.

kord sama, nagu ta on rahulikul väljahingamisel. Rahulikul sissehingamisel diafragma lihased tõmbuvad kokku ja tema

punkt A, tõmmates kaare AA¹ ja asudes punkti A¹, eemaldub püstijoonest, mil põhjusel joon A¹B¹ on pikem joonest AB, teiste sõnadega: rindkere läbimõõt läheb roiete tõusmise puhul suuremaks.

Igal rindkere ruumala muutumisel kopsud järgnevad lihaste ja diafragma liikumisele, kord paisudes, kord kokku vajudes ning tervenisti rinnaõõnt täites (joon. 41). Seoses rindkere laienemisega kopsud laienevad ja neisse tungib välisõhk samuti, nagu ta tungib sepalõõtsa selle laialitõmbamisel. Rindkere allavajumisel kopsude ruumala väheneb ja liigne õhk väljub kopsust. Seega siis nii sissehingamise kui ka väljahingamise põhjuseks on rindkere ruumala muutumine.

Rahulik ja sügav hingamine.

Lõtvunud hingamislhaste¹ puhul on roiete ja diafragma seisukord

¹ Hingamislhasteks nimetatakse kõiki neid lihaseid, mis võtavad osa rindkere ruumala muutmisest.

võlv muutub lamedamaks. Samal ajal tõmbuvad kokku ka sissehingamislihased, mis asetsevad roiete vahel, samuti ka roiete ja selgrootülide vahel. Seejuures roided tõusevad ülespoole, pingutades kõhri, mis neid ühendavad rinnakuga. Niipea kui sissehingamislihaste kokkutõmbumine lakkab, kumerdub diafragma kõhuelundite surve tagajärjel ülespoole ning roided vajuvad kõhre pinge tagajärjel allapoole. Nõnda siis rahulikul hingamisel toimivad lihased ainult sissehingamisel. Väljahingamine sünnib rindkere pöördumise teel endisesse seisukorda rõhumise tõttu diafragmale altpoolt ja ülespoole tõmmatud roidekõhrede tungi tõttu oma loomulikku seisukorda.

Sügaval sissehingamisel peale mainitud lihaste tõmbuvad kokku täiendavad sissehingamislihased (näit. kaelalihased ja lihased, mis ühendavad abaluid ja õlavarreluid roietega).

Sügaval väljahingamisel peab diafragma suuremal määral tõusma ülespoole ning roided tugevasti tõmbuma allapoole. Seda saavutatakse roietevaheliste väljahingamislihaste, samuti ka täiendavate väljahingamislihaste kokkutõmbumise tagajärjel, s. t. peamiselt kõhuseinte lihaste abil. Kõhulihasel on oma ülemiste otstega kinnitatud rindkere alumise ääre külge. Seepärast tõmbavad nad lühenedes rindkeret allapoole. Peale selle nad vähendavad kõhuõõnt („kõht tõmbub sissepoole“), sundides diafragmat enam kumerduma rinnaõõnde.

Kunstlik hingamine. Õnnetuste puhul, näit. inimese uppumisel või jälle lämmatavate gaaside toimel, jääb hingamine sageli seisma. Et elustada säärast arvatavat surnut, tuleb talle kohe hakata tegema kunstlikku hingamist. Seda toimetatakse mitmel viisil, kuid kõigi nende võtete sisuks on laiendada ja kokku suruda rindkeret 12—15 korda minutis. Rindkere laienemise puhul sünnib sissehingamine, kokkusurumisel — väljahingamine.

Hingamisliigutuste muutused. Teatud tingimustel, harilikult mõnede tsentripetaalsete närvide otste ärritamisel, seega siis reflektorse erutuse mõjul hingamine võib muutuda. Säärase hingamise muutusena esinevad köha, aevastus, naer, nutt. Kõigil neil juhtudel võtavad neist nähtustest aktiivselt osa häälepaelad. Nagu teada, võivad nad säärases asendis olla, et häälepilu on täiesti suletud. Köhimisel ja aevastamisel pärast enne toimunud sissehingamist häälepilu suletakse, väljahingamislihaste kokkutõmbumisel surutakse kopsudes asetsev õhk kokku (kuna kopsuõhu rõhumine ületab atmosfäärilise rõhumise). Siis avaneb häälepilu järsku. Kui sel juhul suu on kinni, tungib kokkusurutud õhk jõuliselt väljapoole läbi nina, tekitades aevastuse. Kui aga suu on avatud ja kurgunibu (s. t. pehme suulae tagumine osa) tõuseb ülespoole, tungib õhk suure jõuga suu kaudu välja, mille tulemuseks on köha.

Naer tekib häälepilu vahelduva avanemise ja sulgumise tagajärjel väljahingamisel ja nutt (nuuksumine) sissehingamisel.

§ 18. GAASIDEVAHETUS KOPSUDES JA KUDEDES.

Sissehingatava ja väljahingatava õhu koostis. Sissehingatav õhk erineb sellest õhust, mida me välja hingame. Et atmosfääriõhu hapnikusisaldus ulatub 21⁰/₀-ni ja süsihappegaasi-hulk ei ületa mõnd sajandikku osa protsendist, on väljahingatava õhu koostis hoopis teissugune. Väljahingatavas õhus langeb hapnikuhulk umbes 16⁰/₀-ni, kuid seevastu kasvab süsihappegaasi-sisaldus 4—4¹/₂⁰/₀-ni. Need muutused on tingitud asjaolust, et kopsus olevast õhust läheb hapnik verre ja kantakse viimasega üle kogu keha laiali, aga süsihappegaas, mida toob veri kõigist keha elundeist, tungib verest kopsumullides asetsevasse õhku.

Gaaside difusioon. Mil teel aga toimub gaasidevahetus õhu ja vere vahel? Seda füsioloogilist nähtust põhjustab suures määral see gaaside omadus, et iga gaas levib ühtlaselt kogu ümbritsevas ruumis ja tungib ka kõige peenemaisse pooridesse. Nagu teada füüsikakursusest, nimetatakse seda nähtust **g a a s i d e d i f u s i o o n i k s**.

Gaaside difusiooni näitena võib tuua vingugaasi levimist. See gaas tekib ahju suitsulõõri enneaegse sulgemise puhul, kuid ei jää ahju, vaid levib aegamööda kogu ruumis.

Gaaside difusioon sünnib ka vedelikus. Kui vedelikus on mõnd gaasi suurel määral ja õhus on seda vähe, siis väljub see gaas vedelikust ja läheb õhku. Meil on küllalt sääraseid nähtusi igapäevases elus. Näiteks sisaldavad karastavad jookid suurel hulgal süsihappegaasi, õhk sisaldab teda, nagu teada, vähe. Seepärast, kui valada kalja või limonaadi klaasi, võib näha, kuidas süsihape gaasimullidena sealt välja tuleb. Kui aga mõnd gaasi on ümbritsevas õhus palju, aga vedelikus on seda vähe, siis difusioon sünnib vastassuunas, see tähendab, gaas läheb õhust vedelikku.

Gaasidevahetus kopsudes ja kudedes. Kopsu voolavas veres on rohkem süsihappegaasi ja vähem hapnikku kui kopsuõhus. Seepärast läheb hapnik õhust verre, süsihappegaas aga verest õhku.

Arteriaalne veri aga, mis kopsudest eemale voolab, sisaldab hapnikku tunduvalt rohkem, kui see on võimalik difusiooni seaduste järgi. Asi on selles, et verre tulnud hapnik ei jää seal täielikult vabaks: ta ühineb siin kohe osaliselt vere punaliblede hemoglobiiniga. Vere vedelas osas väheneb hapnikuhulk uuesti ja seetõttu võivad uued hapnikuannused difundeerida verre. Vere aeglase voolamise tõttu kopsukapillaarides ja hemoglobiini-sisalduse tõttu võib veri siin imada suure hulga hapnikku.

Süsihappegaasi-sisaldus veres ka ei vasta sellele, mida võiks oodata difusiooni seaduste järgi. Selle põhjuseks on asjaolu, et veres on süsihape keemiliselt ühendatud: vereplasmas naatriumiga ja punalibledes kaaliumiga.

Niinimetatud koeline hingamine, s. t. gaasidevahetus vere ja keha kudede vahel toimub põhiliselt samuti difusiooni seaduste järgi nagu gaasidevahetus kopsudes.

Iseendast on arusaadav, et iga gaas, mida leidub õhus, tungib difusiooni seaduste kohaselt verre. Seepärast leiame veres alati lämmastikku. Et vaba gaasiline lämmastik ei astu organismis mingisse ühendisse, kusagil teda ei vajata ega imata, siis jääb tema hulk veres muutmata, tal ei ole täita mingit ülesannet organismi elutegevuses.

Vingugaasmürgistus. Gaaside hulgas, mis võivad leiduda meid ümbritsevas õhus, on eriline tähtsus süsinikhapendil (CO), mis moodustab vingugaasi peamise koosteosa ja mis tekib orgaaniliste ainete mittetäielikul põlemisel. Et süsihape (CO₂) sugugi ei ühine punaliblede hemoglobiiniga, ühineb süsinikhapend temaga kergesti, tekitades palju püsivama ühendi kui hemoglobiini ühend hapnikuga.

Süsinikhapend, mis difusiooni teel tungib verre, ühineb hemoglobiiniga ja kaob sel teel vere vedelast osast. Seetõttu difusioon ei lakka, süsinikhapend jätkab verre sissetungimist ja ühinedes hemoglobiiniga vabastab vere vedela osa uute süsinikhapendi-annuste tarvis. Seetõttu isegi väga vähese vinguhulga puhul õhus koguneb seda aegamööda suuremal hulgal verre.

See hemoglobiini osa, mis ühines süsinikhapendiga, ei või enam võtta vastu hapnikku. Seepärast vingugaasmürgistus vähendab vere hapnikusisaldust, ühtlasi rakkude ja kudede varustamist hapnikuga. Raskeil juhtudel vingugaasmürgistus võib tekitada teadvuse kaotuse ja põhjustada isegi surma.

§ 19. HINGAMISELUNDITE TALITLUS MITMESUGUSEIS TINGIMUSTES.

Õhuvahetus kopsudes mitmesuguseis tingimustes. Samuti nagu vereringe-elundite töö ei jää ühesuguseks, vaid muutub olenevalt tarbeist, nõnda ka hingamiselundid peavad oma töös kohanema organismi vajadustega. Keha rahuliku oleku puhul, eriti lebamisel, on hingamisliigutuste arv väga väike, harilikult 13—15 korda minutis. Niisuguse rahuliku hingamise puhul vahetub iga hingetõmbega võrdlemisi väike osa kopsuõhust ja nimelt umbes 500 kuupsentimeetrit, sageli aga

veel vähem. Kuid tõustes jalgadele püsti ja asudes tööle, muutub kohe hingamise iseloom: see muutub sagedamaks ja sügavamaks, järelilikult õhuvahetus läheb energilisemaks.

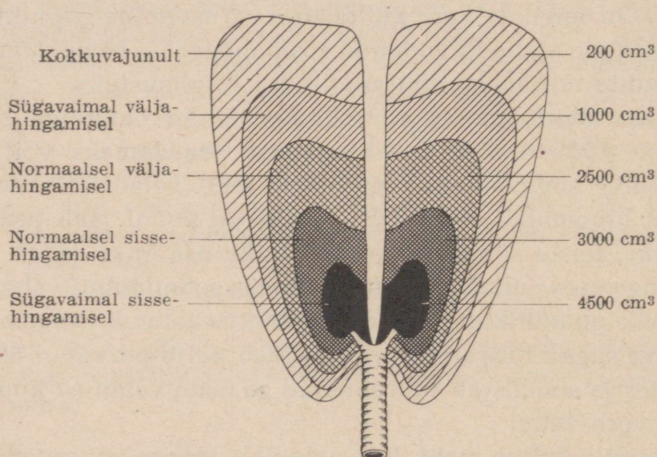
Meil on see nähtus juba selge. Me ju teame, et iga elund vajab töö puhul suuremat hulka toiteaineid ja hapnikku kui puhkeajal. Meie keha tööhulga kasvamisega suureneb ka hapniku tarvitamine. Samaaegselt suureneb veres ka hapendumissaaduste sisaldus, nende hulgas eeskätt süsihappegaasi rohkus. On selge, et vere küllaldane varustamine hapnikuga ja samaaegne sinna kogunenud süsihappegaasi eemaldamine on elundite normaalse töö vajalikeks tingimusteks.

Kopsu ventilatsioon, s. t. kopsu läbiva õhuhulga suurenemine võib sündida kas hingamise sagedamaks või iga hingetõmbe sügavamaks muutumise teel. Tuleb siiski märkida, et hingamine liiga suure sageduse puhul jääb pealiskaudseks, teiste sõnadega, ainult väike osa õhku läheb iga sissehingamise puhul hingamiselundesse. Sel puhul vahetub kopsuõhk puudulikult ja gaasidevahetus toimub halvemini. Seevastu sügav hingamine värskendab palju paremini õhku kopsudes ja soodustab suurendatud gaaside vahetust kopsuõhu ja vere vahel.

Kopsude eluline maht. Kopsude õhustamise suurenemine sama hingamise sageduse juures võib sündida sisse- ja väljahingamise sügavamaks muutumise teel (joon. 42).

Seda õhku, mida me võime veel suruda kopsust välja pärast rahulikku väljahingamist, nimetatakse v a r u õ h u k s, selle ruumala on umbes 1500 kuupsentimeetrit. Seda õhku, mida me võime tuua kopsudesse (pärast rahulikku sissehingamist) sügava sissehingamisega, nimetatakse t ä i e n d u s - õ h u k s, selle ruumala on ka umbes 1500 kuupsentimeetrit. Õhu üldhulka, mida võib inimene sisse hingata pärast sügavaimat väljahingamist, nimetatakse k o p s u d e e l u l i - s e k s m a h u k s.

Inimese kopsude elulise mahu määramiseks tarvitatakse joonisel 43 näidatud riista. Seda riista nimetatakse spiromeetriks. Kui sellesse puhuda toru kaudu (4) väljahingatavat õhku, siis kerkib sisesilinder (2) ülespoole. Selle silindri kerkimise tõusu järgi võib otsustada, kui palju hingati õhku välja. Avades korgi (6) võib õhu silindrist välja lasta ja seda endisse asendisse tagasi seada.



Joon. 42. Kopsudes asetseva õhu ruumala seoses kopsude mitmesuguse laialivenitamise ulatuse juures (diagramm).

Spiromeetri abil toimetatud uurimised näitasid, et kopsude eluline maht on inimestel erinev. Harilikult kõigub see 3000 ja 5000 kuupsentimeetri vahel. Pärast sügavaimat väljahingamist jääb hingamiselundesse veel umbes 1000 kuupsentimeetrit õhku. See on nn. j ä ä k õ h k. Seega siis on kopsudes alati õhku, ja järeltõlke gaasivahetus võib toimuda katkestamatult.

Hingamislihaste arenemise tähtsus. Hingamis- elundite normaalse tege- vuse vajalikuks tingimu- seks on kõigi nende lihaste tubli areng, mis võtavad osa hingamisliigutustest.

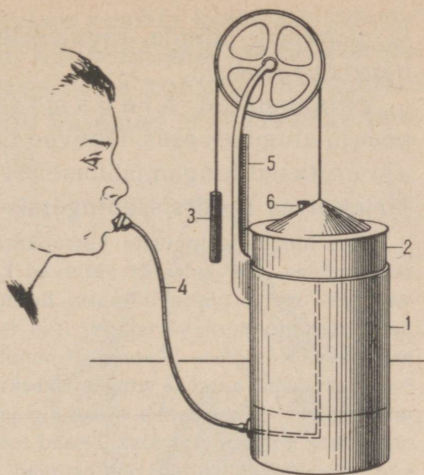
Nõrkade lihastega ja puudulikult arenenud rind- kerega inimene väsib töö- tamisel hulga rutemini, sest ta kopsud õhustuvad nõrgemini ja gaasideva- hetus ei suuda organismi tarvetega sammu pidada. Väsimus tekib kiiresti kõi- gil neil juhtudel, kui min- gil põhjusel hingamisliigu- tused on raskendatud (näit.

keha kõssis hoiaku, nohu puhul) või kui haigestumise taga- järjel (näit. tuberkuloosi puhul) osa kopsu lakkab töötamast.

Suur tähtsus hingamislihaste arenemisele on võimlemis- harjutustel (eriti nn. hingamisvõimlemisel), jooksumängudel ja spordil vabas õhus (eriti aerutamisel, ujumisel, suusata- misel ja uisutamisel). Peab tähendama, et mõned spordiliigid sugugi ei soodusta rindkere arenemist, vaid isegi häirivad hingamisliigutusi. Säärasesse spordiliiki kuulub ratsutamine, sõit kiirsõidu-jalgrattal, kui selg on tugevasti kõverdunud olekus.

Hingamise reguleerimine. Mil teel hingamislihased ko- handavad oma töö organismi muutuva hapnikuvajadusega?

Samuti nagu südame tegevust reguleerib kesknärvisüs- teem, s. t. need erutused, mis tulevad närvide kaudu selja-



Joon. 43. Spiromeeter:

1 — veega täidetud välissilinder, mille sees on teine silinder (2); 3 — koormis, mis tasakaalustab sisesilindrit; 4 — kum- mivoolik; 5 — astrik, mille järgi võib otsustada spiromeetrisse väljahingatud õhu ruumala üle; 6 — kork.

ja peaajust, nõnda reguleerib ka hingamiselundite tööd närvisüsteem.

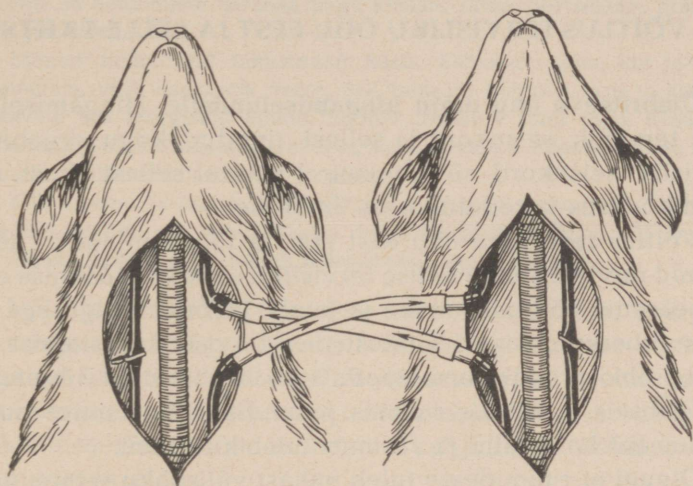
Niinimetatud hingamiskeskusest, mis asetseb peaaaju alumises osas, lähevad närvikiudude kaudu läbi seljaaju erutused hingamisliahaseisse. Seejuures erutuvad kindlas järjekorras kord sissehingamis-, kord väljahingamisliahased.

See hingamisliigutuste korrapärane rütm on tähtsal määral seotud refleksidega, mis pidevalt väljuvad kopsudest endast. Kopsudesse tulevad juba meile tuntud uitnäarvi harud. Neis harudes asetsevad tsentripetaalsed (tunde-) närvikiud. Osa tsentripetaalsete närvikiudude otsi erutatakse kopsukoe laienemise puhul (teiste sõnadega sissehingamisel). Need erutused antakse hingamiskeskusest liigutusnärvide kaudu hingamisliahaseile, põhjustades sissehingamisliahaste lõtvumist ja väljahingamisliahaste kokkutõmbumist. Teised tsentripetaalsete närvide otsad erutuvad väljahingamisel ja põhjustavad seega sissehingamisliahaste reflektorset kokkutõmbumist.

Hingamisliigutuste rütmi ja iseloomu võivad reflektorselt mõjutada mitmesugused närvide erutused, mis tulevad hingamiskeskusse keha mitmesuguseilt kohtadelt tsentripetaalsete (tunde-) närvide kaudu. Nõnda hakkab inimene kõdi puhul ninas aevastama, aga kaenla alt kõdistades hakkab ta naerma. Aevastus ja naer, nagu teame, on omapäraselt muutunud hingamisliigutused. Ajutine hingamise seismajäämine äkilisel külma vette sattumisel võib ka olla näiteks, kuidas mõjutatakse reflektorselt hingamisliigutusi. Sel puhul refleksi alguseks tuleb pidada naha tunde närvide ärritust.

Süsihappe mõju hingamiskeskuse erutuvusele. Loomadega toimetatud arvurikkad katsed näitasid, et hingamisliigutuste reguleerimisel etendab tähtsat osa hingamiskeskuse erutuvus, kusjuures hingamiskeskusest väljuvate erutuste jõud ja sagedus on seotud selle erutuvuse määraga. Väga huvitava katse tegi üks teadlane, kes lõi ka pooleks kahel koeral, kummalgi ühe unearteri, mis viib verd pähe. Torude abil ühendati poolekslõigatud arteride otsad sel viisil, et esimese koera unearterist läks veri teise koera unearteri ja ümberpöördult (joon. 44). Kui surume mõlemal koeral, kellel on nüüd eespool kirjeldatud ristlev vereringe,

teise unearteri kinni, siis hakkab kumbki koera pea saama mitte oma, vaid võõrast verd. Kui nüüd ühel koeral suleme hingetoru ja sel teel katkestame tema kopsude õhustamise, siis teisel koeral ilmuvad palju kiiremad ja sügavamad hingamisliigutused (hingeldamine).



Joon. 44. Katse ristleva vereringega.

See katse tõendab näitlikult, et hingamiskeskus võib erutada vere toimel. Edasised uurimised selgitasid, et seejuures on suur tähtsus veres leiduval süsihappe hulgal. Mida rohkem koguneb verre süsihapet (näit. kiire töö puhul ja lämbumisel), seda tugevamini erutab ta hingamiskeskust ja järelikut seda sagedamini ja sügavamalt toimuvad hingamisliigutused. Ümberpöörduvalt, mida vaesemaks muutub veri süsihappegaasist (puhkeajal), seda vähemaks muutub hingamiskeskuse erutuvus ja hingamisliigutused muutuvad harvemaks ning nõrgemaks.

Hingamiseldite juures näeme, et eluliste protsesside reguleerimisel on närvisüsteemi kõrval suur tähtsus verre sattuvail organismi ühe või teise koe või rakkude elutegevuse saadustel.

§ 20. VÕITLUS TERVISLIKU ÕHU EEST JA SELLE TAHTSUS.

Ümbritseva õhu mõju hingamiseldutele. Hingamiseldite tervislik seisukord ja sellest tingitud kogu organismi tervislik seisukord sõltub suurel määral sellest õhust, mis meid koduses ja tööolukorras ümbritseb.

Võitlus tervisliku õhu eest elu- ja tööruumides on tähtsamaid relvi võitluses üldise tervisliku olukorra tõstmise eest ja iseäranis võitluses raske ja laialt levinud haigusega — kopsutuberkuloosiga. Soodustades tervise karastamist on puhas õhk produktiivse tootmistöö olulisemaid tingimusi.

Ümber ja kitsais ruumes puuduliku õhustamise puhul toimub töö halvemini ja väsimus tuleb kiiremini.

Olgugi et ruumidesse tuleb puhas välisõhku seinte, uste, põranda ja lae kaudu ning rikitud õhk läheb välja, osutub säärane loomulik õhustamine harilikult puudulikuks, isegi kui ruum on küllalt avar. Tuleb kasutada eriliselt korraldatud kunstlikku õhustamist.

Seda enam on õhustamist vaja tööruumides, kus õhk sageli on täidetud suitsuga, nõega, tootmisel tekkiva tolmu ja mitmesuguste gaasidega, millest mitmed on tervisele väga ohtlikud.

Suitsu- ja nõe-allikaks on harilikult ahjude avad, põlevad tukid jne. Sageli osutub suitsu- ja nõe-allikaiks halvasti korraldatud kütmine (näit. raudahjud).

Tööruumide õhku rikuvad mitmesugused gaasid ja aurud väga paljudes tööstustes. Enamik gaase, mis töö juures tekivad, on organismile kahjulikud ning mürgised.

Eriti sageli rikub õhku tolmu. Palju tolmu tekib sageli mitmesuguste materjalide töötlemisel. Näit. tekib söekaevandustes kivisöetolm, kivitööstustes kivitolm, mitmesuguste metallide töötlemisel metallitolm (vase-, raua- jt. metallide tolmu), tekstiilvabrikus — kiutolm (puuvillast, villast jne.), harjaste töötlemisel peenimate kiukeste tolmu, tubakavabrikus tubakatolmu. Iseäranis ohtlikud on tervisele kõvad tolmuühendid teravate ja hambuliste äärtega, nagu klaasi-, raua-, portselani-, graniidi-, räni- jm. tolmu.

Mõned tolmuühendid lahustuvad hästi. Lahustuv tolmuühend, kui ta satub limanahale, võib imenduda verre. See tolmuühend on kahjulik, kui ta sisaldab sööbivaid või mürgiseid aineid. Sööbiv lahustuv tolmuühend (näit. kloorlubi) ärritab mitte ainult hingamiselundeid, vaid ka nahka. Sööbiva tolmu mõjul võivad nahale tekkida lööbed ja paised.

Plii, arseeni ja mõne teise mürgise aine tolmuühend, imendudes verre kas hingamiselundite või soolte kaudu, kuhu ta satub toiduga, või tungides verre naha kaudu, võib tõsiselt mürgistada kogu organismi.

Võitlus tervisliku õhu eest tähendab võitlust mürgiste aurudega, gaasidega, tolmuühendiga sel teel, et ehitame otstarbekohased õhustusseadeldised, kasutame erilisi tolmuimejaid, mis kõrvaldavad tolmuühendi tekkimiskohalt, et täiendame ja mehhaniseerime tööd, asendame kahjulikud töötamisviisid kahjututega jne.

§ 21. RÜNDEAINED JA VAHENDID NENDEGA VÕITLEMISEKS.

Ründeainete¹ kasutamine sõjas. Imperialistliku maailmasõja ajast hakkasid kapitalistlikud riigid tarvitama mitmesuguseid mürgiseid aineid, et mürgistada nendega õhku ja sel teel vaenlast rivist välja lüüa. Suured balloonid kokkusurutud klooriga pandi rindele ning pärituulega lasti kloor vaenlase poole. Sattudes vaenlase kaevikusse külvas kloor kõigjal surma.

Kloori järel hakati tarvitama ka teisi sõjalisi ründeaineid. Paljud neist aineist pole gaasilised, vaid on vedelad ja isegi tahked ained. Neid

¹ Ründeaineid märgitakse lühendatult SG, sõnast — sõjagaasid.

pihustatakse õhku kas äärmiselt peente piiskadena, tekitades udu, või peenimate kübemetena, tekitades suitsu. Sõjas levitatakse neid enamasti gaasipommidega.

Ründeainete toime organismile. Ründeained liigitatakse oma toime järgi mitmeks rühmaks.

Pisaraained tekitavad rikkalikku pisaratevoolu ja valu silmis, mis ei lase silmi avada. Kapitalistlikes maades, nagu näiteks Ameerikas, kasutatakse pisargaase mitte ainult sõjas, neid kasutab ka politsei tööliste ja talupoegade rongkäikude laialiajamiseks.

Aevastusained mõjuvad nina limanahale ja põhjustavad tagasihoidmatut aevastamist. Kestval toimel mõjuvad nad ka hingamiselu- deile, tekitades kõha ja lämbumist. Aevastusainete hulka kuulub terve rida vedelaid ja tahkeid ründeaineid, mis sisaldavad arseeni.

Lämmastavad ained vigastavad hingamiselu- deid, tekitades lämbumist, raskemail juhtudel verevoolu, oksendamist, teadvuse kaotust ja surma. Mõnda neist kasutatakse ka väljaspool sõjandust. Näiteks tarvitatakse kloorgaasi vee desinfitseerimiseks koolera või kõhutüüfuse taudi puhul. Suslikute tõrjeks kasutatakse väävelsüsinikku, milleks nende käikudesse topitakse väävelsüsinikuga niisutatud vatti ja suletakse augud; väävelsüsiniku aurud lämmatavad suslikuid.

Nahkasööbivad ained ärritavad nahka ja tekitavad seal ville ja raskesti paranevaid haavandeid.

Mürgised ained mürgistavad verd ja vigastavad närvisüsteemi. Sääraste mürgiste ainete näitena võib tuua süsinikhapendit ja sinihapet.

Ründeainete kaitsevahendid. Igaüks peab tundma põhivahendeid, kuidas kaitsta ennast ründeainete vastu, sest keemiline rünne on tule- viku-sõja tähtsamaid relvi. Visates lennukilt alla keemilisi pomme püüab vaenlane hävitada vastase tagalat. Keemiline rünne ähvardab samal ajal nii rinnet kui ka tagalat.

Suurem osa ründeaineist mõjub ennekõike hingamiselu- deile. See- pärast on üheks tähtsaimaks kaitsevahendiks gaasitorbik, mis, olles varustatud erilise kurnaga, imab mürgiseid aineid.

Viimasel ajal on laialist tarvitamist leidnud villast ja iseäranis söest kurnad. Nende kurnamisvõime on rajatud nähtusele, et õhuga segatud gaasid nagu kleepuksid tahkete kehade pinna külge. Kui see pind on suur, siis võib ta kinni pidada küllalt suurt hulka gaasi.

Villasel riidel ja hästi poorsel söel on määratu suur pindala. Näiteks on arvestatud, et 1 g poorse söe pindala on 200—1000 m². Seepärast imabki süsi suurepäraselt ründeaineid ja kaitseb sel teel mürgistuse eest.

Esmaabi ründaaine-mürgistuse puhul. Kui kannatanu on suuteline veel kasutama gaasitorbikut, siis tuleb see viibimata talle pähe panna. Gaasitorbiku pähepanekut tuleb toimetada kiiresti ja osavalt ja seepärast tuleb juba varem teha gaasitorbiku kasutamise harjutusi. Olles seadnud gaasitorbiku pähe, tuleb kannatanul võimalikult vähem teha liigutusi, et mitte suurendada hingamist.

Kui gaasitorbikut ei ole, tuleb kannatanul hingata märja käterätiku või riide läbi. Siis tuleb kannatanu võimalikult kiiresti ründaainetega mürgistatud piirkonnast eemale viia.

Kui kannatanu on toodud kas gaasivarjendisse, haiglasse või säära-
sesse kohta, kuhu ei ole ründaained tunginud, siis tuleb ta kohe lahti riietada, sest riietes leidub sageli mürgiseid ründaaineid. On iseendast arusaadav, et nahamürgistuse puhul, nagu me edaspidi kuuleme, ei jätku mainitud kaitsevahendeist.

Toitumine.

§ 22. TOITUMISE TAHTSUS.

Toiteained ehitusmaterjalina ja energiaallikana. Igas elavas koes toimub rakuaine osaline lagunemine ja hapendumine. Nende lagunemis- ja hapendumisprotsesside puhul vabaneb see talletatud potentsiaalne energia, mille arvel organism töötab. Selle protsessiga seotud rakuaine kaotus peab taastuma uue aine omastamise teel, toiteainete moondumise teel rakukeha aineks. Nõnda siis on elavais rakkudes ainete lagundamine katkestamatult seotud nende pideva taastumisega.

Iga elund, iga kude, iga rakk meie kehas vajab oma elutegevuseks, kasvamiseks ja sigimiseks toiteaineid.

Toiteained, mida veri laiali kannab ja mis leiduvad mitmesuguseis kudedes ja elundeis varuainetena, omastatakse keha rakkude ja kudede poolt, nad osutuvad neile seega ainsaks ehitusmaterjaliks ja samal ajal ainsaks energiaallikaks. Kui inimene katkestab toitumise, s. t. toiteainete varude täiendamise, siis toiteainete kulutamise jätkamisel ta läheb kõhnaks, kaal väheneb ja lõppude-lõpuks ta hukkub kurnatusest, teiste sõnadega — keha rakkude ja kudede eluks vajalike toiteainete puudusest organismis.

Toitumine on iga elusolendi olulisemaid tarbeid. Ta peab rahuldama kõiki organismi põhitarbeid. Juba ammugi sai sel-

geks, kui suur tähtsus karjanduses on koduloomade õigel ja otstarbekohasel söötmisel. Et suurendada loomakasvatustliku majapidamise tulukust, edendatakse kõigis maades loomade söötmise teaduse arengut, samal ajal aga kodanlik teadus muretseb äärmiselt vähe töötavate hulkade ratsionaalse toitlustamise eest. Piiritaguseis maades ei tegele toitlustamisteadus sugugi nende küsimustega, mil on suur tegelik tähtsus laiade masside suhtes. Selle tulemusena esinevad seal sageli mitmesugused eelarvamused ja ebateaduslik suhtumine toitumisküsimustesse. Ainult meil pööratakse tööraha toitumisküsimustele suurt tähelepanu.

Küsimusel, kuidas toituda ja millega toituda, on määratu suur tähtsus inimese tervise ja tema tegevuse kohta. Parandades ja organiseerides toitlustamist teaduslikul alusel me soodustame tööviljakust ja vähendame haiguse pärast töölt puudumist. Vähe sellest, õigesti korraldatud toitlus, mis loob soodsamad tingimused organismi normaalse töö tarvis, tugevdab ja suurendab ühes sellega inimese tegevusvõimet.

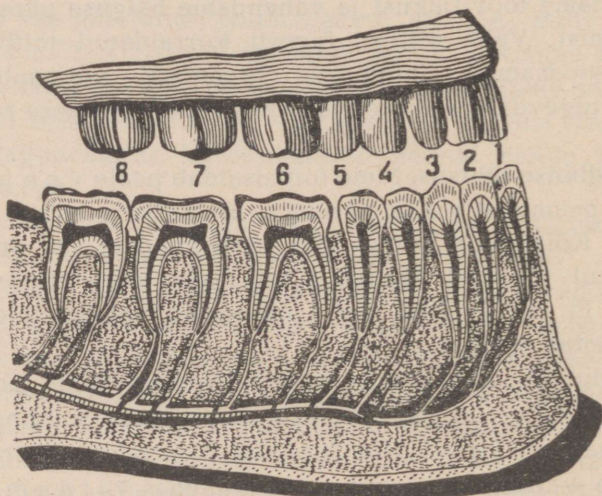
Seedimise tähtsus. Meie toit sisaldab peale vee ja soolade peamiselt valkaineid, rasvu ja süsivesikuid. Kõiki neid kolme liiki toiteaineid ei saa organism enamikul juhtudel kasutada sel kujul, nagu nad leiduvad toidus. Et nad sooltest verre pääseksid, selleks tuleb neid enne ümber töötada.

Toidu ümbertöötamine sünnib seedeelundeis. Siin toit peenendatakse ja muudetakse keemiliselt mitmesuguste seedemahlade toimele. Nõnda näiteks keerulise süsivesiku — tärklise — osakesed muutuvad lagunedes viinamarjassuhkru (glükooosi) osadeks. Valkaine keeruline molekul laguneb palju vähem keerulisteks osadeks — nn. amiinohappeiks. Rasvad lagunevad kõigile tuntud glütseriiniks ja rasvahappeiks.

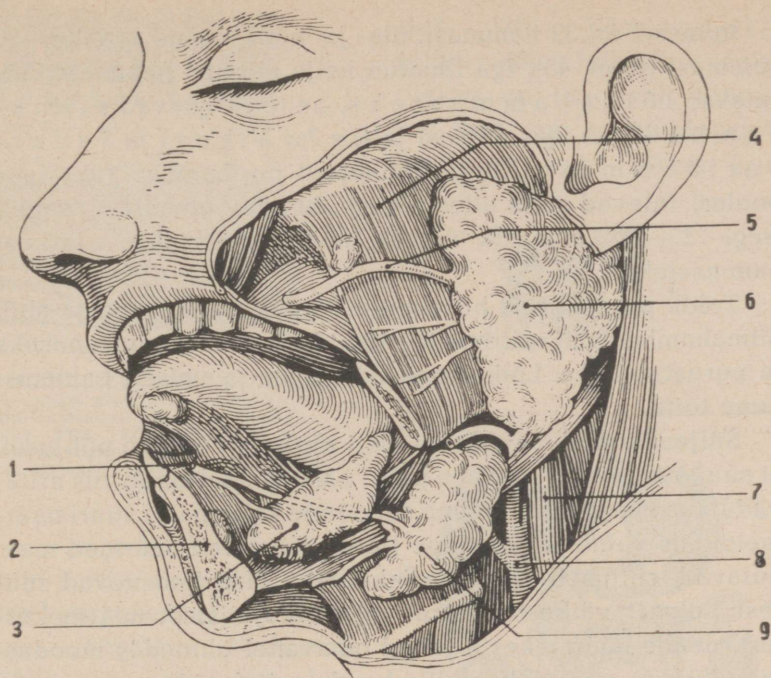
Ilma nende lagunemisprotsessideta, seedimiseta ei või toiteained imenduda verre, ja järelkult neid ei saa organism kasutada.

§ 23. SEEDEELUNDITE EHITUS.

Suuõõs. Hambad. Seedekulga alguseks on suuõõs. Siin peenendatakse toit hammaste abil. Hambad on asetatud üla- ja alalõualuu erilistesse aukudesse. Hamba sisemuses asetseb pehme kude (säsi), mis sisaldab rikkalikult veresooni ja närve. Veresooned ja närvid tulevad hambaõõnde hammaste juuri läbivate peente kanalite kaudu. Pehme koe ümber on väga tihe kude, mida nimetatakse *d e n t i i n i k s*.



Joon. 45. Inimese alalõua pikilõik:
 1, 2 — lõikehambad; 2 — silmahambad; 4, 5 — väikesed purihambad; 6, 7, 8 — suured purihambad; 8 — tarkushammas; pikilõigul on näha, et hammaste sees on pehme hambakude, mis on rikkalikult varustatud närvide ja veresoontega.



Joon. 46. Inimese süljenäärmed:

1 — lõualuuluse ja keealuse näärme juha suue suuõnde; 2 — alalõua põiki-
lõik; 3 — keealune näärre; 4 — mälumislihas; 5 — kõrvasüljenäärme juha;
6 — kõrvasüljenäärre; 7 ja 8 — veen ja arter; 9 — lõuaalune näärre.

Hambakrooni, s. t. lõualuust väljaulatuva osa pind on kaetud väga vastupidava, nn. h a m b a v a b a kihiga. Säärase ehituse tõttu on hambad väga vastupidavad. Sellegipoolest puudulik hooldamine hammaste eest, kõvade esemete, näiteks pähklite närimine, külma ja kuuma toidu kiire vaheldumine (näit. jäätis pärast kuuma teed) jne. — võivad põhjustada hambavaaba rikkeid ja hamba pidevat hävimist.

Nagu teada, on mitmesuguseil loomadil hammaste arv ja kuju erinev, olles seoses selle toidu liigiga, millega vaadeldav loom toitub.

Inimesel on 32 hammast, üla- ja alalõualuus igaühes 16 hammast (joon. 45). Iga lõualuu nelja eesmist hammast kut-
sutakse l õ i k e h a m m a s t e k s, neile järgnevad s i l m a -
h a m b a d (üks igas pooles) ja siis 2 v ä i k e s t ja 3 s u u r t
p u r i h a m m a s t. Kõige tagumised purihambad (üks igas
pooles) tulevad suhu alles pärast 20-ndat eluaastat, sageli
isegi 25—30 eluaasta ümber, neid nimetatakse „tarkus-
hammasteks“.

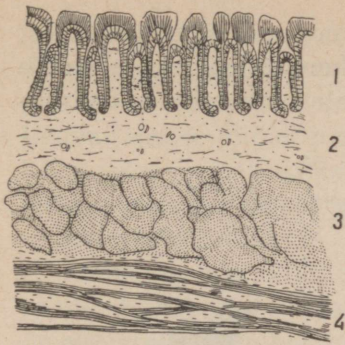
Toidu puremine ja hõõrumine sünnib purihammaste abil.
Silmahambad on suuremate tükide katkihammustamiseks
ja purustamiseks. Lõikehammastega me peamiselt hammus-
tame toitu.

Süljenäärmed. Suuõõs on alati niiske. See tuleb põhjusel,
et suuõõne seintes on väga palju väikesi näärmeid, mis erita-
vad lima. Peale selle suubub suuõõnde kolm paari suuri näär-
meid, mis valmistavad sülge (joon. 46). Need näärmed mee-
nutavad ehituselt viinamarjakobarat. Nad koosnevad suu-
rest hulgast väikestest kera- või kotikujulistest näärmeke-
test, nende näärmekeste juhad omavahel ühinedes moodus-
tavad üldise viimajuha, mille kaudu eritub sülge.

Inimene eritab öö-päeva jooksul 600—700 kuupsentimeet-
rit sülge. Sülge niisutab kuiva toitu, uhab ära suu limanahalt
kahjulikud ning mittevajalikud ained ja võtab osa toidus
leiduva tärklise seedimisest.

Söögitoru. Puretud ja süljega immutatud toit lükatakse
keele ja suuõõne lihaste liigutuste abil neelu ja sealt satub
ta s ö ö g i t o r u s s e. Söögitoru kujutab seestpoolt lima-
nahaga vooderdatud toru. Tema seintes on silelihaskiud.
Nende kiudude kokkutõmbumise tagajärjel surutakse toit
maku. Samasugused lihaskiud asetsevad mao ja soolte
seintes.

Magu. Magu on seedekulgla kõige laiem osa. Nii m a o -
l ä v i s kui k a m a o l u k u t i on harilikult suletud lihaskiu-

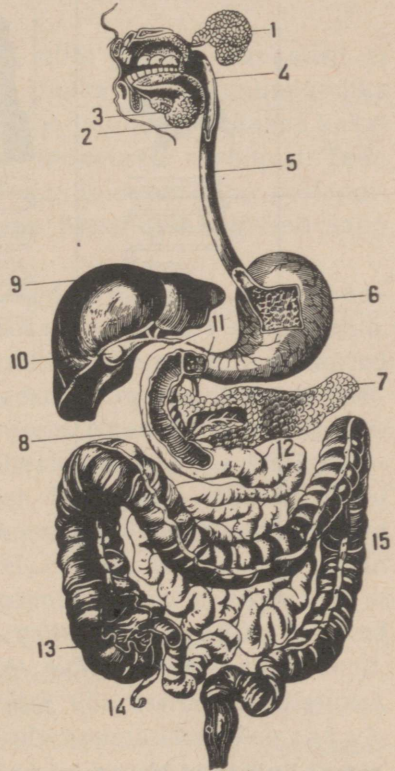


Joon. 47. Mao seina põkilõik: 1 — seina sisekiht (limanahk), on näha maonäärmed; 2 — limanahalune kiht, mis sisaldab palju sooni ja närve; 3 ja 4 — lihaskiht, mis koosneb piki- ja põikilihaskiududest.

dude kokkutõmbumise tagajärjel, mis asetsevad rõngas-tena söögitoru suubumiskohal makku ja soolte alguses. Toidutombu läbimisel lihas lõtvub ja pääs avaneb. Mao limanahas on umbes 5 miljonit väikest näaret, mil on harunevate torukeste kuju (joon. 47). Need näärmed eritavad ööpäeva jooksul umbes 2 l mahla, mille abil seeditakse toidu valkaineid.

Sooled, kõhunääre ja maks. Maost läheb toit soolde ja kulgeb pikka teed esmalt läbi peensoole ja pä-

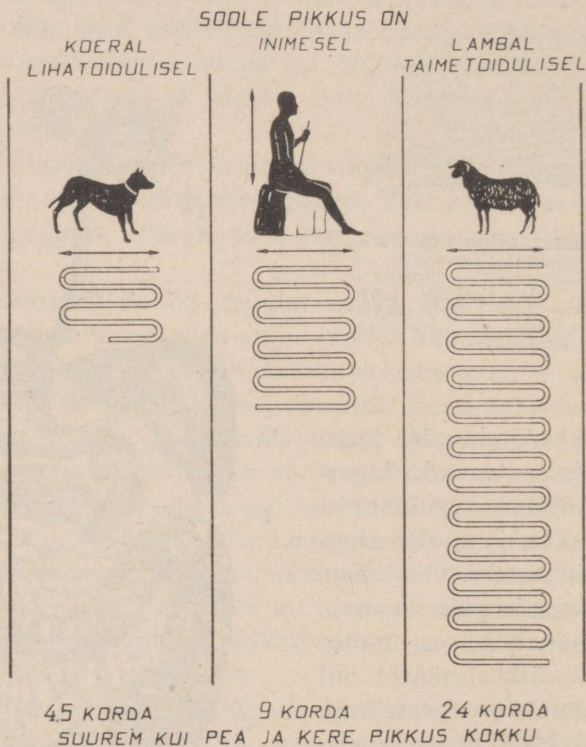
rast läbi jämesoole (joon. 48). Inimese soole pikkus on tunduvalt lühem kui see on taimtoidulistel loomadel, kuid pikem kui



Joon. 48. Skeem, mis kujutab seedeelundite üldist asetust:

- 1, 2, 3 — süljenäärmed; 4 — neel; 5 — söögitoru; 6 — magu; 7, 8 — kõhunääre; 9 — maks; 10 — sapipõis; 11 — sapijuha; 12 — peensooled; 13 — pimesool; 14 — ussjätke; 15 — jämesool.

lihatoidulistel (joon. 49). See on seotud toidu iseloomuga, sest on teada, et taimne toit sisaldab vähem toiteaineid ja seedib aeglasemalt kui loomne toit, siis tuleb taimtoitu võtta suu-



Joon. 49.

remal hulgal ja kauemini hoida sooltes. Seega võib soole pikkus olla üheks organismi olemasolu tingimustega kohastumise näiteks.

Peensoole algosa kutsutakse kaksteistsõrmik u k s. Kaksteistsõrmikusse suubuvad kõhunäärme- ja

m a k s a juhad. Need mõlemad elundid nagu süljenäärmedki on tihedasti seotud seedekulgla, mitte üksi kui seedimisprotsessist osavõtjad, vaid ka oma arengu poolest: looteil tekivad nende elundite algmed seedimistoru sopiste kujul. Kõhunääre esineb samasuguse keerulise harunenud näärmena nagu on süljenäärmed. Tema mahl seedib kõiki kolme toiteainete põhiliiki.

Maks on väga oluline elund, mille tähtsus kaugeltki ei piirdu osavõtuga seedimistööst. Uheks maksa funktsiooniks on sapi valmistamine, mis sapijuha kaudu saadetakse kaksteistsõrmikusse. Sapp soodustab toiteainete seedimist. Teda valmistab maks pidevalt, kuid soolde satub sapp perioodiliselt seoses seedimisprotsessiga. Muul ajal koguneb sapp s a p i p õ i d e.

Peensoole limanahas on väikesed torulised s o o l e n ä ä r m e d, mis eritavad öö-päeva jooksul umbes 2 l seedemahla.

Kui lahata äsjatapatud, või mis veel parem, kloroformitud looma kõhuõõs, siis võib kergesti märgata pikaldasi ussitaolisi liigutusi peensoole silmuseis. Need liigutused toimuvad soole seintes asetsevate lihaste perioodilise kokkutõmbumise ja lõtvumise tagajärjel. Sooleseina lihased, nagu enamik siseelundite lihaseid, koosnevad silelihasrakkudest ega alistu oma töös meie taatele. Need lihased tõmbuvad kokku aeglaselt ja lõtvuvad samuti aeglaselt, kusjuures ei tõmbu kokku mitte kogu sool, vaid ainult ta väike piiratud osa; aegamööda nagu liiguks kokkutõmme piki soolt. Sääraseid sooleseinte lainetaolisi või ussitaolisi liigutusi, mis harilikult järgnevad üksteisele, nimetatakse p e r i s t a l t i k a k s ehk p e r i s t a l t i l i s t e k s liigutusteks. Peristaltikat võib tähele panna ka kehast väljalõigatud soole-tükikesel, kui teda paigutada füsioloogilisse lahusesse. Säärane sooleliigutuste iseseisvus (autonoomsus) on tingitud sooleseinas leiduvaist närvitänkudest.

Mitteseeditud ja järelikult ka mitteimendatud toiduosad lähevad jämesoolde. Jämesoole kõige laiem algusosa on p i m e s o o l. Pimesoole ülesanne ei ole seni veel küllaldaselt selgunud. On teada, et pimesooles, eriti mõnel loomal (näit. hobusel võib pimesool mahutada 30—40 l), toimub taimetselluloosi seedimine käärimise teel, mida tekitavad pisikud. Inimesel, võrreldes teda teiste loomadega, eriti taimtoitlastega, on pimesool väga nõrgalt arenenud. Tema külge kinnitub peenike ussjätke, mille seintes leidub suur hulk lümfinäärmeid.

Täiseas kasvab ussjätke ava sageli täiesti kinni. Inimese organismi elutegevuse tarvis pole ussjätket nähtavasti sugugi vaja. Väga sageli toob see jätke suurt kahju. Sinna koguneb toitu ja hakkab siin roiskuma, või solkmed valivad ta oma elupaigaks, mille tulemusena inimene haigestub (apenditsiit ehk ussjätke-põletik). Niisuguseil juhtudel tuleb sageli teha operatsioon jätke täielikuks kõrvaldamiseks.

§ 24. FERMENDID.

Fermentide mõiste. Protsesse, mis sarnanevad toidu seedimisega, me võime kunstlikult jäljendada harilikes keemia katseklaasides või kolbides. Kuid selleks tuleb meil kasutada kangeid happeid või leelisi. Nii näiteks, toimides tärklisele kange happega kõrges temperatuuris, me võime teda lagundada, lammutada lihtsamaiks osadeks, ja nimelt glükoosi ehk viinamarjasuhkru osadeks.

Kuidas toimuvad siis toiteainete lagundamisprotsessid seedekulglas? Kunagi ammu, Galenuse õpetuse kohaselt, arvati, et organismi vastuvõetud toit lahustub soojuse abil. Alles XVI saj. tehti selgeks, et soojusest üksi toidu seedimiseks on vähe. Ja siis hakati esimest korda rääkima mingist

erilisest seedimisainest, mida leidub maomahlas ja mis võtab osa käärimisprotsessidest. Seda ainet nimetati fermendiks, s. t. käärrolluseks.

Nüüdisajal on kindlaks tehtud, et fermentid on keerulised orgaanilised ühendid, mida valmistavad elava organismi rakud, ja et fermentide osa organismi elus on üpris suur. Mitte üksi seedimisprotsessid, vaid ka rõhuv enamus teisi keemilisi protsesse toimub organismis tingimata fermentide osavõtul.

Fermentide toime väljendub selles, et nende juuresolekul arenevad mõned keemilised protsessid hulga kiiremini; fermentide osavõtuta toimuvad nad äärmiselt aeglaselt. Tähtlis võib moonduda suhkruks ka ilma kangete hapete toimeteta ja kõrge temperatuurita, kuid selleks läheb tarvis väga pikka aega — kümned ja isegi sajad aastad. Fermenti olemasolul toimub tähtlise moondumine suhkruks mõne minuti kestel.

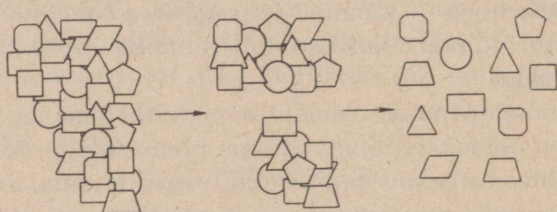
Üks tähelepanuväärsemaid fermentide omadusi on see, et nad, nagu öeldakse, toimivad oma olemasoluga. Keemilistes protsessides esinevad nad otsekui vahendajaina, nende hulk reaktsiooni ajal peaaegu sugugi ei muutu. Seepärast jätkubki ühest grammist fermentist, et muuta suhkruks kümned kilogrammid tähtlist.

Organismis on terve rida mitmesuguseid fermente, kusjuures igaüks neist võib tekitada ainult teatud keemiliste ainete moondumist ja seda ainult teatud viisil. Nii näiteks need fermentid, mis toimivad valkudele, ei mõju rasvadele ja süsivesikuile. Seejuures üks ferment lagundab valkaineid esialgseiks lagumissaadusteks, teine ferment lammutab need esialgsed saadused veel vähem keerulisteks osadeks.

Soodsamini toimivad fermentid keha temperatuuri juures. Temperatuuri langemisel fermentide toime nõrgeneb. Keetmine põhjustab fermentide lagunemist. Seega siis fer-

mendid on organismi poolt valmistatud ained, mis kergesti hävivad kõrge temperatuuri mõjul; nad toimivad kui teatud keemiliste reaktsioonide kiirustajad, mis ise otseselt sellest reaktsioonist osa ei võta, kusjuures fermentide parim toime ilmneb keha temperatuuri juures. Tekkides elusrakkude tegevuse tulemusena, teiste sõnadega, esinedes eluliste protsesside saadustena, esinevad fermentid samal ajal nende protsesside vajalike osalistena ja tingimustena.

Seedefermentid. Seedemahlad sisaldavad terve rea mitmesuguseid fermente. Inimese sülje koostisse kuulub ferment ptüaliin, mis soodustab tärklise moondumist nn. linnasesuhkruks. Teine süljes leiduv ferment jätkab algatatud lagundamist ja muudab linnasesuhkru viinamarja-suhkruks.



Joon. 50. Skeem, mis näitab valgu molekuli lagunemist seedimisel:

vasakul — molekul, mis koosneb suurest hulgast amiinohappeist; keskel — esialgsed lagunemisaadused, mis koosnevad vähemast arvust amiinohappeist; paremal — üksikud amiinohapped. Amiinohappeile on antud mitmesugune kuju.

Fermentide hulgas, mis leiduvad maomahlas, on põhiline tähtsus pepsiinil, mis soodustab valkainete lagunemist ja nende moondumist nn. albumoosideks ja peptonideks.

Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis toimivad kõigile kolmele toidu tähtsamale kooste-ainele: valkudele, rasvadele ja süsivesikuile. Ferment trüpsiin toimib valkudele.

Valkude lammutamine trüpsiini toimetel läheb palju kaugemale kui maos; siin tekivad mitte ainult albumoosid ja peptonid, vaid ka edasise lagunemise saadused — *amino-happed* (joon. 50). Teine kõhunäärme-nõre ferment (diastaas) muudab tärglise suhkruks nagu ptüaliingi.

Ferment *l ü p a a s* lõhestab rasvad glütseriiniks ja rasvahappeiks. Rida fermente on ka soolte mahlas. Nende hulgas on ferment, mis lõhestab pilliroo- (peedi-) suhkrut.

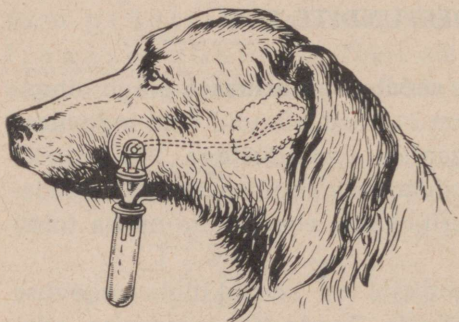
§ 25. SEEDEELUNDITE TÖÖ.

Fistlid ja nende tähtsus seedimise uurimisel. Nagu hingamis- ja vereringeelundid, on ka seedeelundid oma tegevuses alaliselt kohandatud organismi vajadustega. Nii näiteks mitmesuguste toiduainete söömisel osutub eritatavate seedemahlade koostis ja hulk erinevaks; ebaühtlane on ka toidu liikumiskiirus sooles.

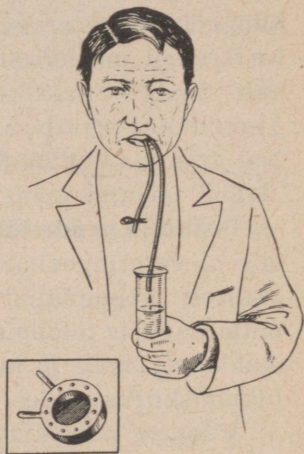
Viimase poolsajandi jooksul on seedekulglä tegevuse uurimine saavutanud suurt edu. Teadusliku uurimise edusammud sõltuvad tähtsal määral töömeetodi valikust ehk ühe või teise nähtuse uurimisviisist. Leida õige tee küsimuse lahendamisele, osata korraldada katset nii, et ta annaks võimaluse tabada uuritava protsessi üksikasju, — see tähendab juba suurema osa küsimuse lahendamist. Seedimise füsioloogia alal selgus uurimismeetodi tähtsus väga varakult.

XVII sajandi keskpaiku, peaaegu kolmesaja aasta eest, õnnestus ühel uurijal teostada koera juures huvitav operatsioon. Ta tegi sülje- ja kõhunäärme *f i s t l i* (uuriskäigu), s. t. juhtis välja nende näärmete viimajuhad ja sai seega võimaluse koguda allaseatud anumasse juhast sülge ja puhast kõhunäärme mahla. Palju hiljemini, XIX saj. esimese poole lõpul, õpiti uurima mao sisaldust fistlite abil, s. t. tehti ava

maoseina, sellesse avasse pisteti metalltoru, mille teine ots ulatus väljapoole. Akadeemik P a v l o v i l (1849—1936) ja paljudel ta õpilastel õnnestus niivõrd parandada ja täiendada mitmesuguste seedekulglu fistlite kasutamist, et nad tekitasid töötulemusena täieliku pöörde seedimisfüsioloogias. Nad näitasid, et fistlite abil võib põhjalikult ja üksikasjaliselt tundma õppida seedeelundite tööd.



Joon. 51. Koer kõrvasüljenäärme fistliga. Koera põse külge, kohal, kuhu on välja toodud näärmejuha, on kinnitatud kirjalaki abil eriline kõver klaaslehter, mille kaudu erituv sülg voolab katseklaasi.



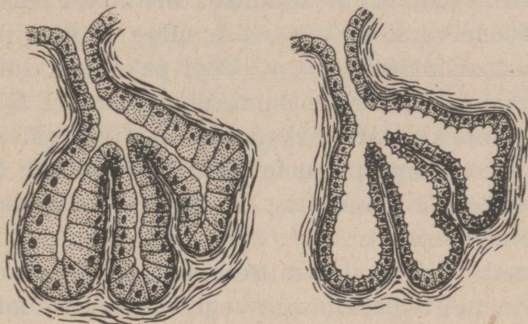
Joon. 52. Iminapp, mida kasutatakse inimese süljenõristamise uurimiseks.

Süljenäärmete töö. Seedenäärmete töö põhiliste erinevustega tutvume ennekõike süljenäärmete juures. Süljenäärmete töö uurimiseks kasutame looma süljenäärme fistlit (joon. 51). Et uurida inimesel sülje eritamist, kasutatakse iminappe, mis kinnitatakse suuõõnes süljenäärme-juha väljumiskohale (joon. 52).

Uurimised näitasid, et tähtsamad süljenäärmed inimesel ja loomadel eritavad sülge reflektorselt, s. t. vastuseks tsentripetaalsete närvide otste ärritustele, näit. maitse-

haistmis- ja teiste närvide otste ärritustele. Nagu meil teada, antakse niisugusest ärritamisest tekkinud närvierutus edasi kindlaine peaaegu piirkondadesse ja sealt läheb ta teiste (tsentrifugaalsete) närvide kaudu näärme juurde, mille tagajärjel näärme hakkab eritama sülge.

Veel möödunud sajandi keskel arvati, et näärmed on nagu kurnad, mille kaudu imuvad veresoontest välja eritatava näärmemahla koosteosad. Arvati, et mahla eritumine sõltub nääret läbiva vere hulgast. Saksa õpetlane H e i d e n h a i n



Joon. 53. Tükike seedenääret mikroskoobi all. Paremal — pärast mahla eritamist rakkude ruumala on tugevasti vähenenud.

tõestas esmakordselt enam kui kuuekümne aasta eest, et näärme tegevus on seotud tema rakkude mikroskoopilise ehituse muutumisega (joon. 53). Ta näitas, et kuigi võib tekitada näärme veresoonte tunduvalt laienemist ja sel teel märksa suurendada näärme varustamist verega, mahla siiski ei eritu. Heidenhain korraldas oma katsed mitte ainult sülje-, vaid ka mitme teise näärmega.

Seega tehti kindlaks, et sekretsioon, s. t. mahla nõristamine, pole lihtne kurnamistoiming või mõni teine puhtfüüsikaline nähtus; sekretsioon on füsioloogiline

protsess, mis on seotud näärmerakkude aktiivse tegevusega, teiste sõnadega, see on protsess, mis on seotud näärmekoe ainetevahetusega.

Mitmesuguseist süljenäärmeist eritav mahl ei ole ühesugune. Vähe sellest, isegi sama süljenääre eritab erineva koostisega sülge ja mitmesugusel hulgal, sõltuvalt ärrituse iseloomust. Kui koguda sülge, mis eritub pärast seda, kui suhu valasime väga nõrka soolhapet, siis on tema hulk küll üsna suur, kuid ta on väga vedel ja sisaldab rohkem leelist kui harilikult. Kuivikute söömisel eritub ka palju vedelat sülge. Pehme leiva söömisel eritub sülge väga väikesel hulgal, kuid see on palju paksem. Veel paksemat sülge eritub keedetud kartulite ja tahke munarebu söömisel. Sülje toime seedimisel ei ole ka alati ühesugune. Nii näiteks sisaldab sülg kartuli söömisel väga palju fermenti, mis mõjub tärklisele. Teiste saaduste (näit. puuvilja, kompvekkide) söömisel sisaldab sülg fermente vähe.

Nagu teada, eritub sülg mitte ainult toidu suhu sattudes. Toidu nägemine, tema lõhn ja isegi kõnelus söömisest, erutades vastavate närvide (nägemis-, haistmis- või kuulmisnärvide) otsi, võib tekitada samasugust tulemust. On vaja ainult meenutada maitsvat rooga, kui kohe läheb „suu vesiseks“. Huvitavalt on sülje eritamise iseloom mõne toidu nägemisel samasugune kui selle söömisel.

Üksikute ärritajate mõjul erituva sülje hulga ja koostise mitmekesisus on selgeks näiteks, kuidas elundi töö on kohandatud organismi tarvetega igal antud momendil. Kuid ei ole siiski tarvis arvata, nagu oleks süljenäärmete töö alati otsarbekohane.

Paljudel juhtudel erituva sülje hulk ja koostis ei vasta sugugi sellele, mida võiks oodata süljenäärmete otstarbekohase töö puhul. Nõnda näiteks eritub munarebu või piima sattumisel suhu sülge suure hulga fermentiga, mis mõjub

tärklisele. Aga kas on see otstarbekohane? Ei sisalda ju munarebu ega piim tärklis ja näärme valmistatud ferment osutub praegusel juhul täiesti liigseks. Võib tuua palju sääraseid näiteid süljenäärmete otstarbetu töö kohta.

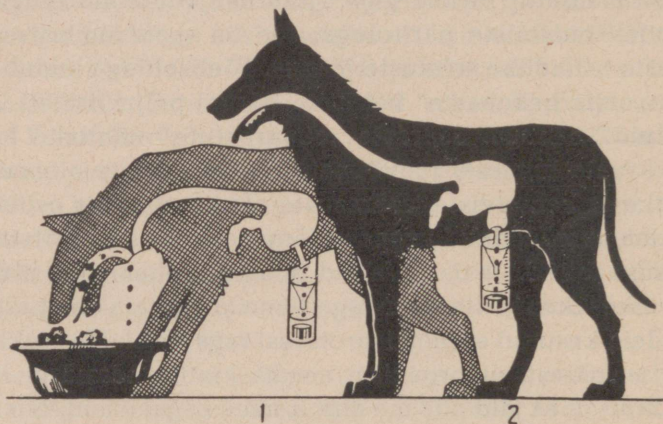
Kui idealistid kõnelevad „otstarbekohasusest“, siis on nad seisukohal, et iga nähtus sünnib „millegi tarvis“, mingi „varem määratud eesmärgiga“. Säärane vaade on religioosete tõekspidamiste päritoluga, see on meid ümbritsevate nähtuste usundlike seletuste jäänus. Tõeliselt aga leidub looduses „otstarbekohaste“ nähtuste kõrval palju ilmselt „otstarbetuid“ nähtusi. Sääraste „otstarbetute“ nähtuste hulka tuleb arvata inimesel töövõimetute kõrvalihaste olemasolu, ussjätke ja keha teiste iseärasuste olemasolu, mis osutuvad nagu ammumöödunud aegade jäänusteks. Üksikud otstarbekohasuse faktid, üksikud faktid inimese kohanemisest ümbritseva keskkonna tingimustega ilmusid pikaajalise, paljusid sajandeid kestnud arenemisprotsessi tagajärjel. Nad tekkisid mitte seepärast, et organism seadis kindla eesmärgi, vaid sel põhjusel, et jäid püsima ainult need organismid, mis kõigile organismidele omase muutuvuse tõttu omandasid omausi, mis neile kasulikeks osutusid võitluses olemasolu eest.

Toidu läbimine söögitorust. Suuõõnes toit kaua ei peatu. Ta läheb neelu kaudu söögitorru. Söögitoru seintes asetsevad silelihaskiud; aeglaselt kokku tõmbudes tekitavad need kiud söögitoru rõngataolisi kokkutõmbeid. Seejuures ei tõmbu kokku mitte kogu söögitoru korruga. Esmalt tõmbub kokku söögitoru ülaosa, siis kokkutõmbumine nagu liiguks söögitoru kaudu edasi kuni maoni. Sääraseid ussitaolisi kokkutõmbeid, nagu me juba teame, näeme ka sooltes. Nende kokkutõmmete tagajärjel juhatakse neelatud toit maku.

Mao töö. Maos hoidub toit enamasti mõne tunni, alistudes maomahla toimele. See mahl eritub neist väikesist näärmeist, mis suurel hulgal leiduvad maoseinte limanahas.

Maomahl sisaldab soolhapet. Selle olemasolu on vajalik valkainete seedimiseks maomahla-fermendi (pepsiini) abil.

Sattunud makku, püsib toit harilikult seal rahulikult, olles kokkutõmbunud maoseinte poolt kokku surutud. Hapu maomahl, mis toimib pinna poolt, tungib ainult järk-järgult ning seejuures väga aeglaselt toidumassi. Sel asjaolul on suur



Joon. 54. Mao seedimise uurimiseks tehtud mõnede operatsioonide skemaatiline kujutamine:

1 — maofistel ja söögitoru läbilõik; 2 — nn. väike isoleeritud magu, mis on pärismaost eraldatud osa ja millel on viima-ava väljapoole.

tähtsus tärglise seedimisele süljefermendi abil, mis lakkab toimimast soolhappe olemasolul. Sel viisil pika aja kestel, niikaua kui hapu maomahl ei ole veel läbinud kogu toidumassi, jätkub maos süsivesikute seedimine süljefermentide abil.

Maoseedimise uurimise otstarbel tehakse loomadele operatsiooni teel mitmesuguseid fistleid, millest mõned on näidatud joonisel 54. Lihtsa vahendi abil võib otsustada maonäärmete töö üle ka inimesel, millisel asjaolul on suur täht-

sus, kui arst teeb haiguse diagnoosi. Harilikult antakse inimesele, kelle maomahlahulka ja koostist tahetakse uurida, teatud einet. Mõne aja möödumisel juhitakse selle inimese makku suu kaudu eriline kummivoolik, nn. maosond; selle sondi abil pumbatakse välja maosisu. Samal viisil, kasutades eriti peeni sonde, võib saada seedemahla ka kaksteistsõrmikust.

Uurides mao tööd kasutas Pavlov mitut menetlust. Üks neist operatsioonidest, mille tegi Pavlov, oli järgmine. Koerale (joon. 54) tehti maofistel, s. t. pisteti makku metalltoru, mille teine ots väljus kõhuseinast väljapoole. Fistlitoru otsa avamisega võis igal momendil uurida maosisu. Pärast seda lõigati pooleks sama koera söögitoru. Mõlemad söögitoru läbilõikamisel tekkinud otsad kasvatati naha külge. Säärase koera söötmisel langeb toit, olles läbinud söögitoru ülemise osa, kaela pealt välja ega pääse makku.

Mõni minut pärast säärast „ebasöötmist“ hakkab tühjast maost erituma mahla. Mahla eritumine kestab 1—2 tundi. Kui panna koera suhu mittesöödavat või mõru ainet (näit. kivikesi või kiniini), siis isegi sel puhul, kui sundida koera tegema neelamisliigutusi, me ei saavuta mahla nõristamist. Samal ajal „meeldiva“ söödava aine nägemine või selle lõhn põhjustab mahla nõristamist. Pärast makku sisenevate närvide läbilõikamist mahlade eritumine katkeb.

Kõik see tõendab, et maomahl, samuti nagu sülgki, eritub reflektorselt. Edasised katsed näitavad, et maonäärmete töötamist ei põhjusta mitte üksi makku sisenevate närvide erutused. Kui koera makku juhtida fistli kaudu toitu nõnda, et koer seda ei näe, siis hakkab mahla erituma, ehk küll kaugeltki mitte iga toidu puhul. Nõnda võib leib makku jääda mitmeks tunniks, ilma et ta seediks, kuna maomahla ei eritu. Teised saadused aga, näiteks vesi, liha ja eriti liha-rammuleem, tekitavad üsna suurt mahla nõristumist; peab siiski

tähendama, et mahla nõristumine ei alga mitte kohe pärast toidu sattumist makku, vaid harilikult 15—20 minuti möödumisel. Mõne aasta eest NL õpetlane Razenkov tõestas katseliselt, et maomahla hakkab erituma ka sel puhul, kui süstida mõnd ainet, ka liha-rammuleent, koerale verre või naha alla. Seejuures eritub mahla isegi makku sisenevate närvide läbilõikamisel.

Kõik need katsed tõestavad, et maomahl võib erituda maonäärmete vahenditu erutamise teel mõnede keemiliste ainete abil, mis on verre sattunud. Kui me paneme makku toorest liha, siis mõned ained, mis kuuluvad lihamahla koostisse, imenduvad, lähevad verre ja põhjustavad maonäärmete erutumist, sundides neid sel teel mahla eritama. Mahla eritumine kestab niikaua, kuni veel leidub veres erutusaineid. Seepärast hakkabki pärast söömist mahla erituma esmalt reflektorselt, kuna pärastpoole jätkub mahla eritumine mingite veres leiduvate erutusainete tõttu. Niisugune eritumine kestab mõne tunni.

Normaalse seedimise suhtes on maomahla reflektorsel eritamisel suur tähtsus: sellega on seotud isutunne, ta kiirendab tunduvalt toidu seedimisprotsessi. Seepärast ongi arusaadav, et normaalse seedimise otstarbel peab toit olema maitsev, hästi valmistatud; vähe sellest, toitu tuleb pakkuda puhtalt, sest on teada, et ümbritsev olukord, samuti ka meeleolu mõjutavad seedekulgla reflektoorset tegevust. Meelepaha, mure, viha — kõik nad võivad tekitada isegi seisakut, pärssida juba alanud mahla eritamist.

Toit sooles. Selle järgi, kuidas toit on seedinud, läheb ta mao alumisse lukutiossa. Siin maoseinad tõmbuvad lainetetaoliselt kokku, samuti nagu sooled. Seejuures toidupuder segatakse läbi ja saadetakse väikeste annustena soolde. Nagu teada, sisaldab maomahl soolhapet. Seepärast on maomahlaga immutatud toidupudrul hapu reaktsioon.

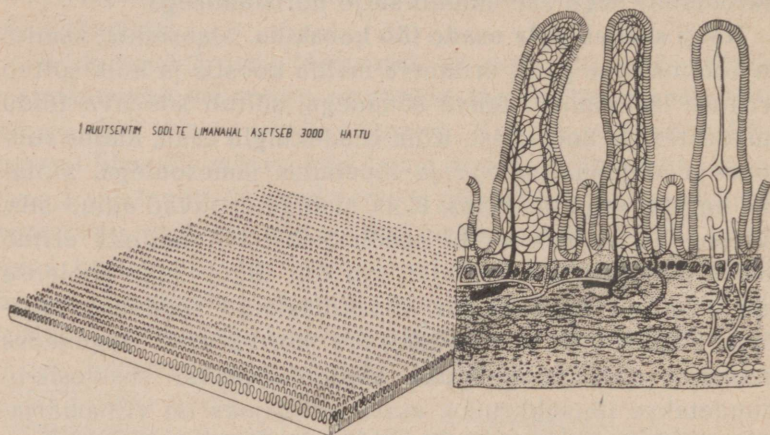
Puutudes kokku soole limanahaga põhjustab hape sooleseinas erilise aine — sekretiini tekkimist. See aine tungib verre ning kantakse kogu kehasse laiali. Sattudes verega kõhunäärmesse erutab ta seda ja sunnib ta hoogsalt tööle. Selle kõrval kõhunäärme nõre eritamine võib sündida ka reflektoorselt, nagu see sünnib sülje nõristamisega.

Kõigi seedekulgla osade töö kooskõla. Maoseinte, samuti ka kõhunäärme poolt eritatava mahla koostis ja hulk sõltub ärrituse iseloomust, teiste sõnadega, sõltub söödava toidu omadustest ja koostisest. Kõik seedekulgla osad, alates suuõõne ja süljenäärmetega ja lõpetades jämesoolega, töötavad haruldaselt kooskõlas. Kõik mahlad erituvad ainult siis, kui see on vajalik toidu seedimiseks. Nii näiteks eritub sooltemahl parajasti sel ajal, kui toit liigub selle sooleosa kaudu. Kogu seedekulgla kooskõlastatud tegevuse tagajärjel seedib toit: toidu valkained kord-korralt lagunedes muudetakse lõppude-lõpuks amiinohappeiks; süsivesikud muudetakse lihtsuhkruiks, mille esindajaks on viinamarja-suhkur (glükoos); rasvad lõhestatakse glütseriiniks ja rasvahappeiks. Seeditud toiteained imendatakse sooleseinte kaudu verre ja lümfi, kuna seedimatud toidujäänused saadetakse jämesoolde ja heidetakse pärasoole kaudu kehast välja.

§ 26. IMENDUMINE.

Hatud. Kui vaatleme luubiga peensoole sisepinda, siis võib seal kergesti näha suurt hulka peenimaid niiditaolisi moodustisi — hatte, mille kaudu sünnib imendumine (joon. 55). Hattude tõttu soolte pindala suureneb tunduvalt ja sel teel kiirendub toiteainete imendumine. Igas hatu leiam peenimate veresoonte võrgu. Ka algab hatust lümfi-soon, mis sellest väljumisel suubub sooleseina lümfisoonde.

Imendumine on füsioloogiline protsess. Juba hattude rakkudes toimub osaliselt rasva süntees glütseriinist ja rasvahappeist. Nagu teada, võivad rasvad olla erinevad. Nii näiteks erineb lambarasv lehma- või searasvast. Ka taime-
 rasvad ei ole ühesugused. See rasv aga, mis tekib hatuseinas



Joon. 55. Hattude ehituse skeem.

seedimissaadustest, osutub alati samaks — see rasv on omane vaadeldavale organismile. Siinsamas hatu rakkudes tekivad osaliselt mitmesuguste valkude amiinohappeist valkained, jällegi valgud, mis on omased sellele organismile. Need faktid räägivad veenvalt, et imendumisprotsess, analoogiliselt mõne näärme nõre eritamisprotsessiga, ei ole lihtne läbiimbumine, vaid rakkude töö tulemus.

Tuleb siiski tähendada, et hattude rakud võivad haarata osaliselt rasva peenimaid tilgakesi seedimatus olekus ja need võivad ilma muutuseta sattuda verre. Sel teel võivad ilmuda kehas rasvade kõrval, mis on omased teatud organismile, ka võõra päritoluga rasvad.

Katsed, mis on tehtud loomadega, näitavad, et organismis talletatud rasvade koostis teatud määral sõltub toidurasvade-dest: koera söötmisel lambarasvaga koguneb kehasse tahke-
mat rasva kui vedelate taimeõlidega söötmisel.

Milline on aga imendatud ainete edasine saatus? Imendu-
nud rasvad lähevad lümfi, sealt jõuavad nad lümfisoonte
kaudu vereringvoolu-süsteemi. Liigne rasv kogutakse varuks
rasvkoe rakkudesse, näiteks nahaalusesse koesse (rasva-
padjandisse). Amiinohapped ja glükoos satuvad vahenditult
verre. Nagu teada, ei lähe veri, mis maost ja sooltest eemale
voolab, otseselt südamesse, vaid pöördub enne maksa. Seega
siis satuvad imendunud amiinohapped ja glükoos kõige enne
maksa. Liigne viinamarjasuhkur peetakse maksas ja isegi
lihaseis kinni ja moondatakse eriliseks tärkliiseliigiks —
loomatärglikseks ehk glükogeeniks. Tervete
kohaselt muutub osa glükogeeni maksas tagasi suhkruks, mis
uesti saadetakse verre keha elundite ja kudede toitmiseks.

Süsivesikute varude kogumisest võtab osa ka kõhunäärre.
Ta valmistab erilist ainet (nn. insuliini), mis soodustab
suhkru moondumist loomatärglikseks. Seda ainet ei saadeta
näärme viimajuhasse, ja järelikult ta ei satu soolde. See
läheb vahenditult verre, mis kõhunäärrest nagu ka sooltest
esialt maksa voolab, ja siis alles südamesse. Kui kõhunäärre
lakkab saatmast verre vajalikku insuliinihulka, siis maks
kaotab omaduse kinni hoida suhkrut, mille tagajärjel suhkru-
sisaldus veres tõuseb. Sel puhul hakkavad neerud eritama
liigset suhkrut ühes kusega:

Kõhunäärre tegevuse häiret võib põhjustada asjaolu, et
kogu toidusuhkur, mida maks enam kinni ei pea, eritatakse
ühes kusega välja (see on nn. suhkruhaigus). See haigus on
väga raske ja sageli toob surma. Suhkruhaigele süstitakse
verre insuliini; viimane muudab suhkru glükogeeniks ja
organism saab uuesti võimaluse toidusuhkrut kinni pidada.

Valkaineid ei koguta varuks peaaegu sugugi. Harilikult peetakse valgud organismis kinni kasvuaeas ja seoses lihaste kasvamisega (näit. füüsiliste harjutuste, sportimise puhul). Valkude rohkusel nad muudetakse maksas süsivesikuiks, kusjuures lämmastik, mis kuulub valkude koostisse ja puudub süsivesikuis, eritatakse kusega kusiaine, ammoniaagi ja teiste ühendite kujul. Süsivesikute vastupidist moonustumist valkudeks inimese ja loomade organismis ei toimu. Seda protsessi võib tähele panna ainult roheliste taimede juures.

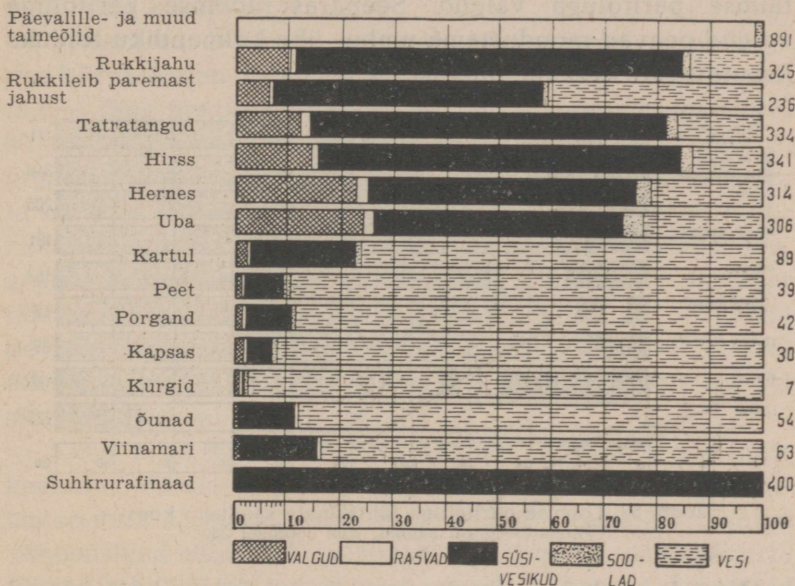
Mis puutub rasvadesse ja süsivesikuisse, siis võivad nad organismis (peamiselt maksas) teineteiseks ümber moonuda. Seepärast võibki organism koguda rasva mitte ainult rasvase toidu puhul, vaid ka neil juhtudel, kui toit on rikas süsivesikuist (tärkliis, suhkur) ja vaene rasvadest.

Maksa kaitsetõkke ülesanne. Maksale, peale osavõtu valkude, rasvade ja süsivesikute vahetusest, langeb veel teine tähtis ülesanne. Tinutamata vasknõudest võivad paljale silmale nägemata vaseosakesed sattuda söömisel seedekulglasse, muutuda maomahlahappe toimel lahustuvaks (soola kujul) ning pääseda verre. Sama võib ütelda ka plii (seatina), tsingi, arseeni ja terve rea teiste ainete kohta, mis on tervisele kahjulikud ja esinevad mõnes tööstuses tekkiva tolmu lisandina. Organismile kahjulike ainete hulk, mida alati leidub meid ümbritsevas keskkonnas, on äärmiselt suur. Peab arvama, et neid alati leidub sooltest eemalduvas veres, olgugi väga väikesel määral. Maksas nad peetakse kinni ja muudetakse kahjutuks. Seega on maks üheks kaitsetõkkeks (barjääriks) organismi välis- ja sisekeskkonna vahel.

Muutes suure osa kahjulikke aineid kahjutuks või viies nad lahustumata olekusse, eritab maks neid ühes sapiga. Sattudes uuesti, kuid juba mittelahustunult, seedekanalisse, eemaldatakse nad kehast ühes roojaga.

§ 27. TOIDUSAADUSTE TOITEVÄARTUS.

Valkude, rasvade ja süsivesikute sisaldus. Üksikud toidusaadused erinevad suuresti oma koostise poolest (joon. 56 ja 57). Ühed neist, näit. liha, sisaldavad palju valke, kuid seevastu on nad vaesed süsivesikute poolest. Teised (kartul,



Joon. 56. Tähtsaimate taimse päritoluga saaduste koostis. Arvud paremal näitavad kalorite hulka 100 g saaduste kohta.

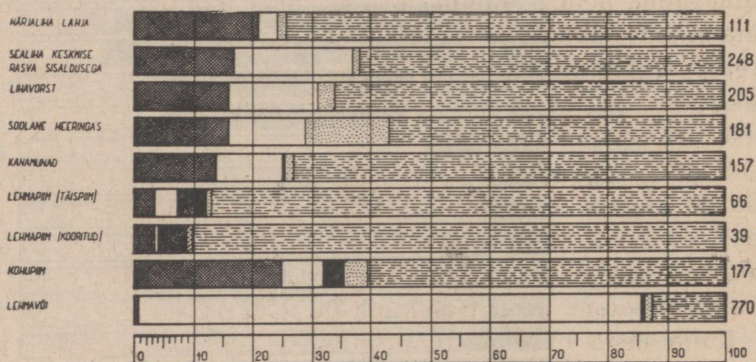
puuvili, juurvili) koosnevad peaaegu ainult süsivesikuist. Kolmandad (jahu, tangud) sisaldavad suure hulga süsivesikute kõrval ka valke jne.

Kuid toidusaaduse väärtus ei sõltu üksi temas leiduvate valkude, rasvade ja süsivesikute hulgast.

Kõik rasvad ei ole kaugeltki ühesugused. Mõnes rasvas, näiteks koorevõis, on erilised, fosforirikad r a s v a t a o l i -

s e d ained. Meie kehas kuuluvad need rasvataolised ained närvirakkude koostisse ja täidavad organismis suuri ülesandeid.

Valgud ei ole ka mitte kõik ühesugused. Üldiselt peab tähendama, et loomse päritoluga valgud (s. t. lihavalgud, piimasaaduste valgud jne.) on palju väärtuslikumad kui taimse päritoluga valgud. Seepärast loomse päritoluga valgud peavad moodustama umbes ühe kolmandiku toiduks kasutatavate valkude hulgast.



Joon. 57. Loomse päritoluga tähtsamate saaduste koostis. Tähenähtused on samad, mis joonisel 56.

Vesi ja soolad. Valkude, rasvade ja süsivesikute kõrval on toidukoostise vajalikeks aineiks vesi ja mineraalained (anorgaanilised soolad). Normaalne veesisaldus organismis on väga tähtis rakkude elutegevuseks. Tuvidena toimetatud katsed näitasid, et normaalse veesisalduse 11%-ne kaotus võib tekitada mitmesuguseid haigusnähtusi; 22%-se vee-kaotuse puhul tuvid hukuvad.

Naha ja kopsude kaudu toimuva auramise teel, samuti ka kuse ja roojaga kaotab inimene iga päev mitu liitrit vett. On arusaadav, et kõiki neid kaotusi tuleb taastada.

Mineraalaineist leidub inimese ja loomade kehas mitmesuguste ühendite kujul naatriumi, kaaliumi, magneesiumi, kaltsiumi, rauda, fosforit, kloori, väävlit jt. elemente.

Kaltsiumi, fosforhapet, magneesiumi läheb tarvis lihaste, aju, luude ja teiste elundite ehitamiseks. Raud kuulub vere punaliblede koostisse. Kloornaatrium (keedusool) on tähtsmaid vere koosteosi.

Vitamiinid. Valkude, rasvade, süsivesikute, soolade ja vee kõrval vajab organism erilisi täiendavaid aineid — vitamiine. Ilma nende aineteta ei saa elada inimene ega loom. Vitamiinide puudulik tarvitamine tekitab järske muutusi organismi tegevuses, häirides ainetevahetust keha rakkudes ja kudedes ja põhjustades töövõime vähenemist, kiiret väsimist, organismi üldist nõrgenemist ja sääraseid raskeid haigestumisi nagu rahhiiti, skorbuuti jt. Vitamiinidel on suur tähtsus kudede kasvamise ja taastumise suhtes. Seepärast peab kooliealiste ja väikelaste, rasedate naiste, imetajate emade ja rasket haigust põdenud ja paranejate isikute toit sisaldama vitamiine eriti rikkalikult.

Kaua aega ei õnnestunud tundma õppida vitamiinide keemilist ehitust, sest isegi vitamiinidest rikkaimais saadustes on neid äärmiselt vähe. Peale selle on enamik vitamiine vähepüsivad ained. Kõrge temperatuuri mõjul, päikesekiirte toimel ja ka lihtsalt kauaaegsel seismisel hävivad vitamiinid osaliselt või täielikult.

Viimaste aastate jooksul on vitamiinide uurimisel saavutatud suurt edu. On kindlaks tehtud umbes 20 erineva vitamiini olemasolu, millest enamik on tingimata vajalik inimese organismi normaalseks elutegevuseks. Tähtsamaid vitamiine on saadud puhtal kujul, nende keemiline valem on hästi uuritud. Mõnda vitamiini õnnestus saada kunstlikult.

Vitamiinid tekivad taimedes ja ühes taimetoiduga satuvad nad looma organismi. Taimesaaduste vitamiinide sisaldus on

väga erinev. See sõltub mitte ainult taimeliigist ja -sordist, vaid tema küpsemismäärast, saagi kogumise ajast, kliimast, pinnasest ja muudest tingimustest. Suuresti mõjutab vitamiinide sisaldust saaduse säilitamise kestus, samuti tema konservimisviisi ja kulinaarne töötlemine.

Sattunud ühes toiduga looma organismi, võivad vitamiinid koguneda väikesel hulgal keha mitmesuguseisse elundesse ja kudesse. On kindlaks tehtud, et paljude vitamiinide sisaldus loomse päritoluga saadustes sõltub tähtsal määral looma toidu koostisest. Nii näiteks on suvine piim palju vitamiinirikkam kui talvine, sest lehmad saavad suvel värsket toitu, talvel nad aga toituvad heintest, mis sisaldavad vitamiine tunduvalt vähem.

Üksikuid vitamiine märgitakse ladina tähtedega.

Vitamiini A tekib loomade organismis kollasest pigmendist karotiinist, mida leidub paljudes taimedes. Eriti rikkad karotiinist on porgand, salat, spinat, hapuoblikas, lehtkapsas, kibuvitsamarjad ja sööda- ja taimedest ristikehin ning lutsern. Vitamiini A sisaldus loomse päritoluga saadustes sõltub suurel määral looma toidu koostisest. Kõige rikkem on vitamiini A kalarasvas; vitamiinist A on rikkad maks, rööskkoorevõi, munarebu ja mõned teised saadused. Täiskasvanud inimene peab saama öö-päeva jooksul umbes 3—5 mg vitamiini A või karotiini. Nende ainete puudumisel või mitteküllaldasel määral leidumisel toidus häiritakse nägemine ja tekib raske silmade haigestumine, mis võib põhjustada pimedaksjäämist; organism muutub tundlikuks nakkushaiguste ja iga-suguste vigastuste vastu; kõikide elundite ja kudede elutegevus langeb.

See, mida varem nimetati vitamiiniks B, on vitamiinide segu. Mõned neist on hästi läbi uuritud. Neid leidub suurel hulgal kõrreliste ja liblikõieliste seemneis, metspähkleis, samuti kapsas, peedis, salatis, spinatis, porgandis, kreekides ja rosinais. Eriti palju vitamiine on õllepärmis. Loomseist saadustest on võrdlemisi rikkad vitamiini B poolest munarebu, kalamari, maks, neerud, süda, sink, piim. Öö-päevane vajadus vitamiini B järele ei ületa mõnd milligrammi.

Maades, kus rahvas toitub peamiselt riisiga, tunti juba ammu haigust, mida nimetati beri-beri (mis tõlkes tähendab jalarauad). Selle hai-

guse puhul areneb lihaste nõrkus, tekivad halvatused ja lõppude-lõpuks hävib haige äärmise kurnatuse tagajärjel. Juba ammu oli kindlaks tehtud seos beri-beri haiguse ja riisiga toitumise vahel. Nõnda soikus beri-beri levimine Jaapani laevastiku madruste hulgas alles siis, kui peaaegu puhta riisitoidu asemel madrused hakkasid saada segatoitu. Asi seisneb selles, et beri-beri eest kaitsvat vitamiini leidub enamikul kõrrelistest ainult tera iduosas. Terade töötlemisel eemaldatakse harilikult ühes kestaga tera iduosa ja tulemusena saadakse hästi puhastatud, kuid vitamiinist ilmajäänud saadus. Rukkiterades on vitamiin ühetasaselt jaotatud kogu teras.

Meie maal beri-beri haigust peaaegu ei esine, kuid siiski vitamiini liiga vähesel leidumisel toidus tekivad sageli haiguse alg tunnused (väsimus, isu puudus, kalduvus kõhukinnisusele jne.).

Viimaseil aastail on kindlaks tehtud, et vitamiini, mis kaitseb beri-beri eest (vitamiin B₁), leidub fermentis, mis soodustab süsivesikute hapendumist meie keha kudedes. Sellest nähtavasti ongi vitamiini B₁ peamine tähtsus.

Teine sama rühma vitamiin (vitamiin B₂) on ühe väga tähtsa fermenti tekkimise allikaks, mis kindlustab meie keha rakkudes normaalse ainetevahetuse käiku. Seda vitamiini nimetatakse sageli kasvuvitamiiniks, sest et ta puudumisel toidus lakkab kasvamine.

Lõpuks samasse vitamiinide rühma kuulub vitamiin, mis kaitseb raske haiguse — pellagra eest (sõna pellagra tähendab „krobeline nahk“). Selle haiguse puhul ühes naha muutustega häiritakse seedeelundite ja närvisüsteemi, eriti ta kõrgemate osade tegevus. Haigel esinevad unepuudus, loidus, ükskõiksus ümbruskonna vastu; mälu läheb nõrgaks, sageli tekivad viirastused, tekivad ka teised hingelise tegevuse häired.

Vitamiini C, mis on kõige vähem püsiv kõigi tuntud vitamiinide hulgas, leidub peamiselt elavais taimerakkudes. Eriti palju on teda kibuvitsamarjades, kapsas, tomatid, rohelistes sibulad, rohelistes hernestes, sidrunes, apelsinides, mandariinides, sõstrais, maasikais, tikrites ja teistes taimedes. Üsna palju vitamiini C sisaldavad mõned õunasordid (näit. antonovka). Kuivatatud ja konservitud saadustes hävib vitamiin C täielikult või osaliselt. Ööpäevane vitamiini C tarvidus on 30—50 mg. Tema liiga vähesel määral leidumisel toidus areneb skorbuudahaigus: kapillaaride seinad katkevad, nahas, limanahas ja siseelundites tekivad verevalu mid, igemed paistetavad üles ja neist tuleb verd; luuüdi veretekomise funktsioon häiritakse ning tekib verevaesus. Skorbuudahaigus võib tuua surma.

Vitamiini D leidub kalarasvas, kala ja teiste loomade maksas, munarebus, rööskkoorevõis, piimas, kalamarjas. Teda peaaegu ei leidu taimesaadustes, kuid mitmes taimes leidub erilist rasvades lahustuvat ainet — ergosterooli. Kui ergosteroolile mõjuda päikese- ja eriti ultravioletsete kiirtega, siis muutub ta osaliselt vitamiiniks D. Nii taimsed kui ka loomsed saadused, mis sisaldavad ergosterooli, võivad kiiritamise teel rikastuda vitamiiniga D. Vähe sellest, kui kiiritada loomi, kelle toit sisaldab ergosterooli, kuid milles puudub vitamiin D, siis ergosterool muutub kiiritatava looma organismis (peamiselt nahas) vitamiiniks D. Kui lehma peetakse valges laudas või kui ta käib karjamaal, siis kasvab vitamiinihulk piimasaadustes tunduvalt.

Vitamiini D mitteküllaldase hulga puhul või puudumisel toidus häiritakse mineraalainete vahetus, muuseas väheneb luudes kaltsiumi- ja fosforisisaldus, mis põhjustab luude pehmenemist, hammaste rikkeid ja rea teisi korratusi. Varases lapsepõlves (eriti kuni ühe aasta vanuseni) vitamiini D puudus toidus on rahhiidi põhjuseks.

Vitamiin E mõjub vahenditult siginemisele. Tema puudumisel häiritakse loomal järglaste soetamise võime. Vitamiini E leidub lihas, maksas, piimas, munarebus, salatis, nisus ja teistes saadustes.

Toidusaaduste omastuvus. Toidusaaduste toiteväärtus sõltub mitte üksi nende koostisest, vaid ka sellest, mil määral organism omastab nende koostisse kuuluvaid toitaineid, teiste sõnadega, kuivõrd kasutab organism neid aineid. Nii näiteks mitmesuguseid valkaineid ei omasta organism kaugeltki ühesuguselt. Üldiselt loomse päritoluga valkained omastatakse palju täielikumalt kui taimsed valgud. See on tingitud asjaolust, et esimeseks taimsed valgud seedivad halvemini ning järelikult imenduvad ka halvemini, kuna taimerakkudel, mis neid valke sisaldavad, on tihe kest raskesti seeditavast tselluloosist. Teiseks on see tingitud loomsete valkude koostise lähedusest inimese keha valkude koostisele.

Toidu kulinaarse töötlemise tähtsus. Peale selle toidu omastuvus sõltub tema valmistamisviisist. Kui valmistada toitu herneist püree kujul, siis ta valgud seedivad tunduvalt paremini ja järelikult imenduvad ja omastatakse organismi

poolt paremini. Sedasama võib ütelda ka mitme teise toidu kohta. Siiski toidu kulinaarse töötluse tähtsus ei piirdu eelmainituga. Paljud vitamiinid hävivad kergesti ühel ja teisel saaduste töötlemisel, näiteks konservimisel, kestval keetmisel. Lõpuks ka toidu maitselised omadused, mil ei ole väike tähtsus organismile, samuti sõltuvad tema töötlemisest. Seega toiduvalmistamise viisisse ei saa sugugi suhtuda ükskõikselt. Paljudel juhtudel võib ta tunduvalt mõjutada saaduste toiteväärtust.

§ 28. TOITLUSNORMID.

Valgud, rasvad ja süsivesikud on organismile ainsaks energiaallikaks. Et kindlaks määrata toitlusnorme, peab teadma, kui palju energiat tarvitab organism öö-päeva kestel. Energiat võib mõõta, nagu teada, soojusühikutega — k a l o r i t e g a. Suureks kaloriks ehk lihtsalt kaloriks nimetatakse seda soojushulka, mida läheb tarvis selleks, et 1 kg vett soojendada 1° võrra C järgi.

Mitmesuguste toiteainete põletamisel 1 g põleva aine kohta vabaneb 4 kuni 9 suurt kalorit. Suurima hulga kaloreid annavad rasvad — keskmiselt 9 kalorit 1 g rasva kohta. Valkude ja süsivesikute hapendumisel meie kehas vabaneb näiteks 4 kalorit 1 g kohta. Kui arvestada päevas söödud valkude, rasvade ja süsivesikute hulka, siis võib täpselt teada saada, missuguse energiahulga saime selle toiduga.

On endastmõistetav, et sõltuvalt elamistingimustest ning tehtud töö hulgast on energiakulutus mitmesugune.

Inimese organismi öö-päevane energiakuju. Mittetöötav inimene kulutab öös-päevas umbes 2 000—2 400 kalorit. Keskmise töö puhul energiakulu tõuseb, ulatudes 2 600—3 000 kalorini öös-päevas.

Võttes arvesse, et toiduga võetud toiteainest jääb umbes 10% omastamata, tuleb lugeda toitlusnormiks keskmise töö puhul vähemalt 3 000 kalorit öös-päevas.

Raske füüsilise töö puhul energiakulu on 2—3 korda suurem kui puhkeajal.

Energiakulu näited, sõltuvalt elukutsest, on toodud tabelil (vt. allpool). Vastavalt energiakulule peab toiduportsjon sisaldama kaloreid.

Keskmine öö-päevane energiakulu sõltuvalt elukutsest.

Elukutsete nimetused	Öö-päevane energiakulu kaloreis
Terve inimene, kes ei tee kindlat tööd	2400
Raamatupidaja, kontorist jt.	2500
Õmbleja ja rätsep (käsitöö)	2700
Naismasinakirjutaja (ümbekirjutaja)	2800
Raamatuköitja	3000
Rätsep ja õmbleja (kasutades jalaga õmb- lusmasinat)	3000
Töoline põllumajanduse viljakoristamis- töödel	3200
Töoline metallist, maaler, traktorist	3300
Pesunaine	3400
Kaevur	3900
Sepp	4100
Müürsepp	4500
Kündja	5000
Puuraiuja	6000
Laadija	8000

Järgmises tabelis (vt. allpool) on toodud energiakulu suurenemine ühes tunnis ühe või teise tegevuse puhul võrdlevalt puhkusega.

Nagu tabelist näha, tarvitatakse vaimse töö puhul täiendavalt (võrreldes puhkusega) väga väike hulk kaloreid. Füüsilise tegevuse puhul energiakulu on üldiselt seda suurem, mida suurem hulk lihaseid võtab osa kehaliigutustest.

Energiakulu tunni jooksul sõltuvalt elukutsest.

Elukutsete nimetused	Energiakulu kaloreis tunni jooksul
Puurija töö kaevanduses	443
Puude saagimine	420
Käimine 5,5—6 km tunnis	140—250
Kerged kodused tööd	100
Valaja töö	70
Laduja töö	47
Rätsepa töö	32—36
Naismasinisti töö	21—80
Kõneleja töö	58
Kontoristi töö	35
Kirjutamine	20
Raskete arvude peast korrutamine	16,3
Raske raamatu lugemine	7,9

Võimatus tööd hinnata energiakulu järgi. Õpetlased ja praktikud on korduvalt püüdnud hinnata inimese tööd energiakulu järgi, kuid säärane hindamine ei ole sugugi

õige. „Katsugu,“ kirjutas Engels, „väljendada mõnd meisterlikku tööd kilogramm-meetris ja arvutada selle alusel töötasu.“ Seda katset luges Engels võimatuks. Sellest ajast on möödunud ligi 60 aastat, teadus on tunduvalt edasi jõudnud. Nüüdisaegne teaduste olukord kinnitab täiesti Engelsi vaadet. Kuigi Engelsi arvamise järgi „lõppkokkuvõttes tekiks ainult arusaamatus“, tõstavad mõned õpetlased säärased küsimused päevakorrale: veel mõne aasta eest püüti Ukrainas energiakulu arvestuse järgi koostada tariifide tabelit mitmesuguste põllumajanduslike tööde tarvis.

Ei ole kahtlust, et lihaste tööl ja selle tööga seotud energiakulul on küllalt tähtis osa tööprotsessis. Kuid mitte üksi lihased, mitte üksi närvisüsteem — kogu organism tervikuna, kõik ta elundid ja koed võtavad osa tööprotsessist. Sellest hoolimata näitavad organismi füsioloogiline töö ja eriti energiakulu ainult tööprotsessi üht külge, sest töö on inimese teadvuslik, ühiskondlikult kasulik tegevus. Seda tegevust ei ole võimalik väljendada kaloritega.

Valkainete, rasvade ja süsivesikute sisaldus öö-päevases toiduportsjonis. Normaalseks toitumuseks on, nagu teada, tarvis, et toit sisaldaks kõiki kolme põhitoiteainet: valkaineid, rasvu ja süsivesikuid. Kui inimene toituks ainult süsivesikute või rasvaga ja sugugi ei saaks valke, siis peaks ta paratamatult surema; valgud on selleks ehitusmaterjaliks, milleta rakud ei saa taastada oma igapäevaseid kulutusi. Kuid siiski on valgurikas või ainult valkaineist toit tervisele kahjulik.

Harilikel tingimustel peab täiskasvanud inimene saama öö-päeva jooksul keskmiselt järgmise hulga põhitoiteaineid:

Valke	80—100 g
Rasvu	50— 80 g
Süsivesikuid	400—500 g

See annab umbes 3 000 kalorit.

Kui inimese või looma kaal harilikul toitumisel ei kasva ega kahane, siis tähendab see, et ainete hulgad, mida keha saab ja endast välja saadab, on võrdsed. Täpne arvestus, mida on toimetanud mitmed õpetlased, näitas, et sääraseil juhtudel energiatulu ja -kulu on samuti omavahel võrdsed.

Liigne ja puudulik toitumine. Liigsel toitumisel osa toidusaadusi jääb omastamata. Imendatud toiteainete ülejääk osalt hävitatakse kiiresti ja eemaldatakse organismist, osalt (süsi- vesikud ja rasvad) kogutakse varuna maksa, rasvakoosse ja keha mõnda muusse kohta. Seejuures keha kaal kasvab.

Rasvumine, mis sageli esineb liigsöömise tagajärjel, pole sugugi kasulik, vaid — vastupidi — nõrgendab organismi tegevust, raskendab südame ja teiste tähtsate elundite tööd, häirib korralikku ainetevahetust, põhjustab sageli podagrat ja teisi tõsiseid haigestumisi.

Kui inimene hakkab kulutama rohkem energiat kui ta saab, siis selle ülekulutatud energia allikaks on kehasse kogutud toiteainete varud. Kaalu langus on tõenduseks, et organism hakkas toituma oma varude arvel. 30—40% -se esialgse kehakaalu kaotusel tuleb surm näljast.

Keegi saksa õpetlane võttis kaks kassi ühesuguse kaalu ning vanusega, mõlemad samast soost. Teatud aja kestel said kassid sama toitu, siis tapeti üks kass, kuna teine jäeti toiduta: 13-ndal nälgimispäeval ta suri.

Kaaludes mõlema kassi mitmesuguseid elundeid leidis see õpetlane, et nälginud kassil kaalusid mõned elundid ja koed tunduvalt vähem kui normaalselt toidetud kassil. Näiteks, nälginud kassi lihased kaalusid umbes ühe kolmandiku võrra vähem, maks isegi kaks korda vähem kui esimesel kassil. Rasvkude oli täiesti kadunud; nälginud kassi rasvkoe kaal moodustas kõigest 3% teise kassi rasvkoe kaalust. Eluks tähtsaimad elundid, eriti kesknärvisüsteem ja süda olid peaaegu täiesti oma kaalu säilitanud.

See huvitav katse näitab, et nälgimise ajal organism eeskätt tarvitab ära toiteainete varud (näit. rasvavarud). Sel määral, kuidas need varud kaovad, hakkab organism, võiks ütelda, iseennast sööma. Tähtsaimate elundite (näiteks südame ja närvisüsteemi) elutegevuse säilitamiseks kulutatakse neid aineid, mis kuuluvad eluks vähem tähtsate elundite (näit. lihaste) rakkude ja kudede koostisse. Seega toituvad ühed elundid teiste, eluks vähem tähtsate elundite arvel.

Kasvava organismi toitumine. Täiskasvanud inimene peab toiduga saama umbes 35—40 kalorit oma kaalu iga kilogrammi kohta. Kasvu ajal on toitumistarve ühe kilogrammi kohta arvatult palju suurem. Lapsel on suurendatud toitumistarve seotud kasvamise nähtustega. Mida noorem on laps, seda suurem on ta toitumistarve. 2—3 aasta vanune laps peab saama ühe kilogrammi kehakaalu kohta 80 kalorit, esimestel kuudel 90 kalorit ja isegi rohkem.

Iseäranis suur on lapseas valkude tarve; need ained, nagu teame, moodustavad meie rakkude ja kudede põhilise ehitusmaterjali.

§ 29. ÜHISKONDLIK TOITLUS.

Õigesti organiseeritud ühiskondlikul toitusel on suur majanduslik ja poliitiline tähtsus. NSV Liidus kui sotsialismimaal on ühiskondliku toitluse tähtsus eriti suur. Elu sotsialistlik ümberkorraldamine ei ole mõeldav ilma ühiskondliku toitluse arenemiseta.

Õigesti korraldatud ühiskondlik toitlus on parem ja odavam kui see on kodus. Ainult ühiskondliku toitluse tingimustes võib saavutada toidusaaduste ratsionaalset valikut ja kasutamist, võib teostada tarvitatavate saaduste tunduvat kokkuhoidu, teha odavamaks kogu toidu töötlemis- ja valmistamissüsteemi, võib paremini täita sanitaar-hügieenilisi nõudeid. Ühiskondliku toitluse õigel korraldamisel võib arvestada organismi tarbeid sõltuvalt east, elukutsesest, tervislikust olukorrast, andes igale elanike rühmale väärtuslikemat ja otstarbekohasemat toitu.

Juba nüüd on meil reas sööklais dieedilised osakonnad, kus haiged kodanikud võivad toituda ravinõuete kohaselt.

Õigel toitlusel on määratu suur tähtsus töövõime ja töoviljakuse tõstmises. Ja mida paremini on korraldatud ühiskondlik toitlus, seda enam abistab ta töoviljakuse tõstmist, sotsialistliku ülesehitamise edukat arengut.

Luude-lihastesüsteem.**§ 30. LUUDE-LIHASTESUSTEEMI TAHTSUS.**

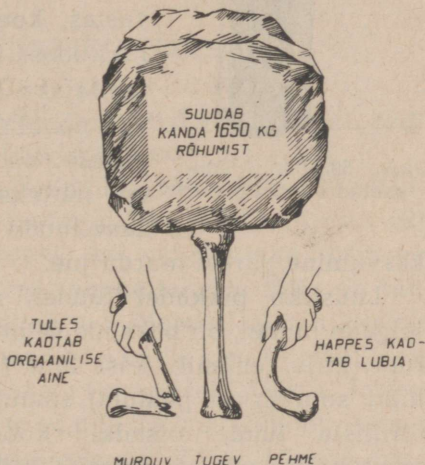
Iga elund, iga kude, iga rakk kehas täidab üht või teist ülesannet. Vaadeldud elundite, hingamis-, toitumis- ja vere- ringe-elundite ülesandeks on varustada organismi toiteainete ja hapnikuga. Hapniku ja toiteainete peatarbijaiks on lihased. See on ka arusaadav, sest lihased moodustavad vähemalt ühe kolmandiku kehakaalust. Luude-lihastesüsteemi tööst, s. t. luustiku ja selle luudega seotud lihaste tööst on tingitud need arvurikkad keha liigutused, mida me teeme töö- ja puhketundidel. Lihased on liigutajad, mis teevad tööd, ja luud on lihaste tugipunktideks ja nagu tööriistadeks.

Kuid luustiku tähtsus ei piirdu ainult keha liigutamisaparraadi ülesannetega; ta on toeks ja ka kaitseks mitmele tähtsale siseelundile, näiteks kesknärvisüsteemile, südamele ja teistele, ta kaitseb löökide, rõhumise vastu, mis sageli tabavad looma või inimest.

Esmalt tutvume luustikuga ja siis selgitame lihastesüsteemi juures, mis esineb organismis peamise ainete ja energia tarbijana, neid põhilisi protsesse, mis toimuvad töötavais rakkudes ja kudedes, sest mitmesuguseis elundeis ja kudedes toimuvail protsessidel on põhilaadilt palju ühist.

§ 31. LUUDE KOOSTIS JA EHITUS.

Luu anorgaaniline ja orgaaniline aine. Nagu teada, areneb luukude ainult aegamööda, asendades esialgse kõhrkoe. Vastsündinud lapsel koosneb suurem osa luustikust kõhrkoest. Umbes 20. eluaasta ümber lõpeb skeleti (luustiku) luustumine. Selleks ajaks muutub luustik väga vastupidavaks. Luustiku vastupidavus on tingitud asjaolust, et luukude koosneb kahe-
sugusest aineest — painduvast, elastsest orgaanilisest aineest, peamiselt nn. osseiinist, ja kõvast, kuid haprast aineest, eeskätt lubjamassist. Nende kahe aine esinemine koos teebki luu nõnda tugevaks. Kui eemaldame luust põletamise teel orgaanilise aine, siis muutub luu hapraks ja pudeneb kergel puudutamisel. Kui hoida luu soolhappelahuses ja sel teel lahustada temas kogu lubi, siis muutub luu nõnda painduvaks, et teda võib siduda sõlme (joon. 58).



Joon. 58. Sääreluu tugevus.

sel teel lahustada temas kogu lubi, siis muutub luu nõnda painduvaks, et teda võib siduda sõlme (joon. 58).

Noore täiskasvanud inimese luust moodustavad kaks kolmandikku soolad (peamiselt lubi) ja ühe kolmandiku orgaaniline aine. Lapseas on luud palju rikkamad orgaanilisest aineest, kuid vaesemad sooladest. Sellega seoses on lapse luud palju painduvamad, kuid vähem haprak kui täiskasvanu luud. Vanaduses luud imuvad läbi üha rohkem lubjaga, kusjuures orgaanilise aine sisaldus kahaneb. Luud muutuvad



Joon. 59. Pikuti läbi-
saetud reieluu ots.

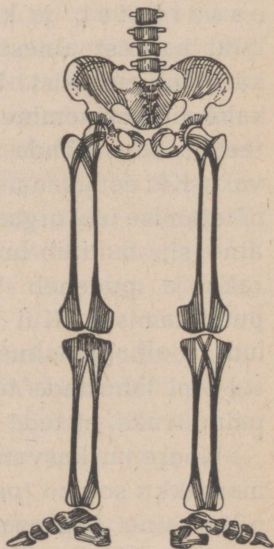
kasvamine pärast murdu jne.

Luustiku pikkadel luudel, näiteks jalgade luudel, on paksude seintega torude kuju, enamik teisi luid (roided, lülid, suurem osa pealuid), samuti nagu toruliste luude otsadki, koosnevad seest käsнатаolisest massist, milles on palju õhukesi lehekesi — luuõhikuid (joon. 59). Säärase ehituse tagajärjel on luud kerged, ja kogu luustik osutub palju kergemaks kui juhul, kus luud täiesti koosneksid luuainest. Kuid kas ei vähene selle tagajärjel luustiku vastupidavus?

Mehaanikast on teada, et toru on peaaegu niisama vastupidav painutamise suhtes kui niisama jäme ja samast materjalist massiivne kepp. Selle taga-

kõvemaks, kuid palju hapramaks. Seoses selle asjaoluga on arusaadav, miks raukadel langemisel ja vigastustel palju sagedamini tekib luumurre.

Luu-ehitus. Väljastpoolt on kõik luud kaetud sitke luuga kokkukasvanud kõlukesega. See on luuümbris. Luuümbrise aluskiht, mis asetseb luu vastas, koosneb elavaist, tegutsevaist rakkudest. Need rakud on uue luuaine tekitajaks. Need luuümbrise rakud sigivad pooldumise teel, nende elutegevusest on tingitud näiteks luude kasv, luude kokku-



Joon. 60. Luu-
õhikute asetuse
skeem luustiku
alumises osas.

järjel, et luud ei koosne ühtlasest tihedast ainest, vaid on rohkem või vähem seest õõnsad, on kogu luustik võrdlemisi kerge, tema vastupidavus jääb aga endiseks. Mis puutub luuõhikusse, siis annavad nad oma asetuse tõttu luule suurima vastupidavuse: luuõhikute asetuse jooned ühtivad rõhumis- ja pingutusjoontega, meenutades ehituselt sildu, tõstekraanasid ja muid sääraseid ehitisi (joon. 60).

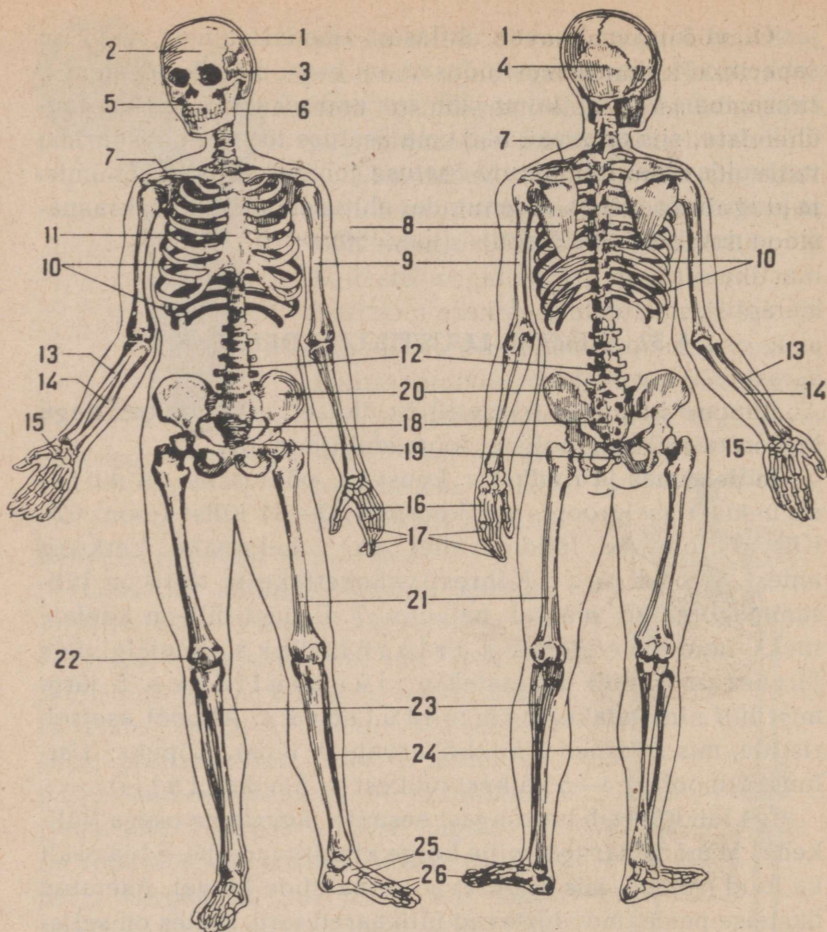
§ 32. INIMESE LUUSTIKU ULDEHITUS.

Inimese luustikul (skeletil) on üldiselt sama ehitus, nagu see on teistel selgroolistel loomadel (joon. 61).

Lüli-samm ja rindkere. Luustiku põhiosaks on lüli-samm (selgroog), mis koosneb 33—34 lülist (joon. 62). Kõrvuti olevate lülide vahel on vahekettake kerksest ainest — kõhrest. Kõhrest vahekettakeste tõttu on lüli-samm teatud määral painduv. 7 ülemist lüli on kaelale toeks, neid nimetatakse kaelalülideks. Kaelalülidele järgnevaid 12 lüli nimetatakse rinnalülideks. 5 järgmist lüli nimetatakse nimmelülideks. Allpool asetseb ristluu, mis koosneb 5 kokkukasvanud lülist. Lõpuks, ristluust allpool on 4—5 väikest luukest — õndralülid.

Iga lüli kujutab luurõngast eesmise jämedama osaga (lüli-keha) ja mõne haruga, mille külge kinnituvad lihased ja osalt ka luud (roided, mis kinnituvad rinnalülide külge). Asetatud üksteise peale, moodustavad lülিকাared toru, milles on seljaaju. Seljaaju toru lõpeb ristluus.

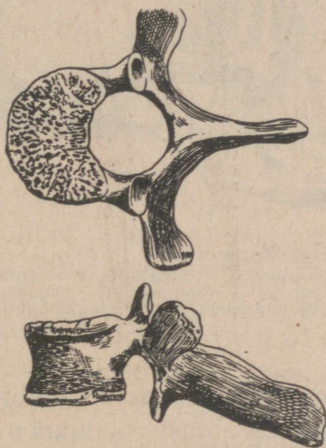
Rinnalülide juurest lähevad mõlemale poole 12 paari nendega liikuvalt seotud roiet. Roiete eesmised otsad on kõhrede abil ühendatud rinnakuga. Roideist moodustatud rindkere kaitseb löökide ja vigastuste eest mitte üksi kopsu ja südant, vaid ka kõhuõõne ülemise osa elundeid.



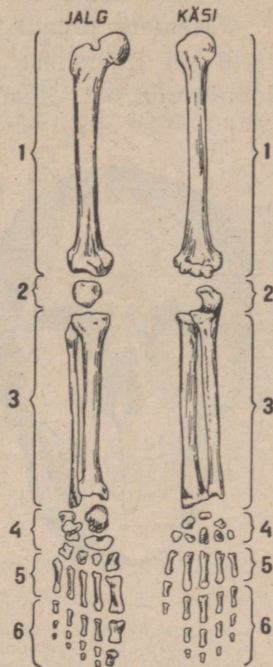
Joon. 61. Inimese luustik:

- 1 — kiiruluu; 2 — laubaluu; 3 — oimuluu; 4 — kuklaluu; 5 — ülalõualuu;
 6 — alalõualuu; 7 — rangluu; 8 — abaluu; 9 — õlavarreluu; 10 — roided;
 11 — rinnak; 12 — lülisammas; 13 — kodarluu; 14 — küünarluu; 15 — ranne;
 16 — kämmal; 17 — sõrmeluid; 18 — ristluu; 19 — õndraluu; 20 — puusaluu;
 21 — reieluu; 22 — põlvekeder; 23 — sääreluu; 24 — pindluu; 25 — põiapära;
 26 — põialaba ja varvasteluid.

Õlavöö ja vaagnavöö. Selja ülemises osas asetseb kaks laperikku kolmnurkset luud — a b a l u u d, mis kinnituvad lülisamba ja roiete külge lihaste abil. Kumbki abaluu on ühendatud r a n g l u u g a, mille teine ots toetub rinnakule. Mõlemad abaluud ja mõlemad rangluud moodustavad, nagu seda näha luustikust (joon. 61), midagi vöötmetaolist, mis ümbritseb kere ülemist osa, neid nimetatakse seepärast õ l a v ö ö t m e luudeks. Abaluude siledais ümmargustes liigesõõntes asetsevad käte õlavarte pead.



Joon. 62. Uksik lüli küljelt ja ülalt.

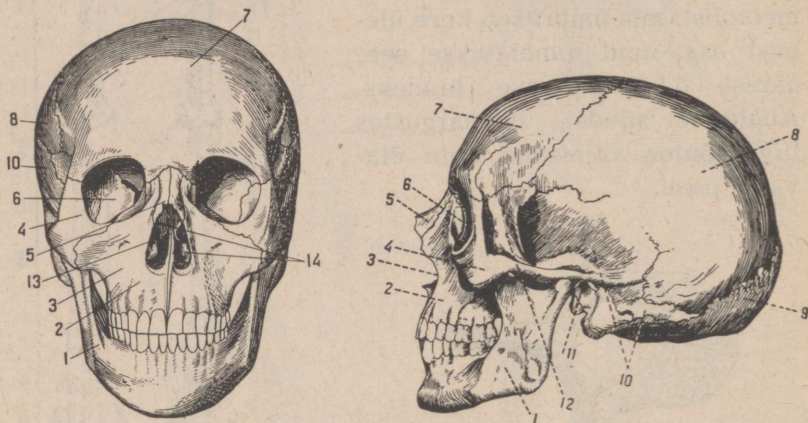


Joon. 63. Ülemiste ja alumiste jäsemete luud:
 1 — reie- ja õlavarreluu;
 2 — põlvekeder ja talle vastav küünarluu haru; 3 — säär ja käsivars; 4 — põialaba ja kämmal; 5 — põialaba ja varvaste ja sõrmede luud.

Kui õlavööde on ülemiste jäsemete vöötmeks, siis alumiste jäsemete vöötmeks on v a a g n a v ö ö d e. Vaagnaluud on liikumatult seotud lülisamba ristluuosaga. Lapsel

koosneb iga vaagnaluu kolmest üksikust luust, täiskasvanud inimesel on need luud kindlasti kokku kasvanud. Vaagnaluudes on nagu abaluudes liigeslohud, milles asetsevad jalgade reieluude pead.

Jäsemete luustik. Ülemiste ja alumiste jäsemete luustikul on mõnedest erinevustest hoolimata palju ühiseid jooni (joon. 63). Ülemine jäse (käsi) koosneb järgmistest pea-



Joon. 64. Inimese kolju:

- 1 — alalõualuu; 2, 3 — ülalõualuu; 4 — põseluu; 5 — ninaluud; 6 — silmaõõs;
 7 — laubaluud; 8 — kiiruluud; 9 — kuklaluu; 10 — oimuluud; 11 — kuulmeauk;
 12 — põhiluu külgmise osa; 13 — sõelluud ja sahkluud; 14 — ninakarbid.

osadest: 1) õlavars, mis on liikuvalt ühendatud abaluuga, 2) käsivars, mis koosneb kahest luust — küünarluust ja kodarluust, 3) labakäsi, milles on randme-luukesed, viis pikka kämbelaluud ja sõrmede luukesed. Needsamad põhiosad leiame ka alumistel jäsemetel: 1) reis, 2) sääreluu, mis koosneb sääreluust ja pindluust; 3) põid. Pöias on põiapära, põialaba ja varvasteluud. Reis moodustab ühes

sääreluuga põveliga, mida eespoolt kaitseb põlve-
keder.

Pealuustik (kolju). Kolju koosneb esimeseks ajukol-
ju ja teiseks näoluudest (joon. 64). Ajukoljus aset-
seb peaaju.

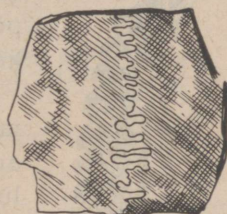
Ajukolju moodustavad järgmised luud: otsmikuluu
(7), kaks kiiruluud (8), kuklaluu (9), kaks oimuluu
ja põhiluu (koljukarbi all).

Kuigi koljuluud ei ole üksteisega
kokku kasvanud, nagu näiteks vaagna-
luud, on nad siiski omavahel ühendatud
liikumatuult: ühe luu hambad asetsevad
teise luuääre lõikeis (joon. 65). Niisugust
luude ühendust nimetatakse õmb-
luseks.

Kuklaluu suure augu kaudu ühineb
peaaju seljaajuga. Koljuluudes on terve
rida väikesi augukeisi, mida läbivad vere-
sooned ja närvid.

Kolju kujutab karpi, mis kaitseb peaaju vigastuste eest,
näoluud moodustavad luust aluse hingamis- ja seede-
lunde ülemise osa tarvis.

Ülalõualuud (2, joon. 64) ja suulaeluud moodustavad
nn. kõvasuulae, mis on nina- ja suuõõne vahe-
seinaks. Need luud ühes ninaluudega (5) moodustavad
ninaõõne külgeinad. Sahkluu ühes väga hapra nn.
sõelluuga jagab ninaõõne paremaks ja vasakuks poo-
leks. Sõelluu ülemine osa kuulub ajukarbi luude hulka. Sõel-
luu kaudu väljuvad haistmisnärvid koljuõõnest ninaõõnde.
Sama sõelluu harud moodustavad ülemised ja keskmised
ninakarbikud. Alumised ninakarbikud koosnevad omaette
luudest. Põseluud (4) nagu tugevdaksid näoluid, sidudes
neid lauba- ja oimuluudega.



Joon. 65. Koljuluude
liikumatu seos.

Alalõug on ainus liikuv koljuluu. Alalõualuus on kanal hammaste veresoonte ja närvide tarvis.

Inimese keha püstine asend. Inimese luustiku põhi-erinevused, mispoolest ta erineb loomade luustikust, on seotud keha püstise asendiga. Loomad, nende hulgas ka ahvid, toetuvad käies neljale jäsemele; inimene kulgeb ainult jalgadel, kuna käed jäävad vabaks. Loomade keha on rõhtsas (horisontaalses) asendis, inimene seisab püsti (vertikaalselt). Kuidas peegeldub püstikäik inimese luustiku ehituses?

Kere ja pea tugi — lülisammas — on loomadel peaaegu täiesti sirge, kui me ei võta arvesse kaela kõverdust ja seda, et sabalülid võivad painduda igale poole. Inimese lülisambal on peale kaela kõverduse kõverdused veel rinna-, nimme- ja ristluu osas. Lülisambal on veidi tähte S meenutav kuju (joon. 66).

Inimese lülisamba kõverduste tagajärjel kantakse keha raskuse keskpunkt tahapoole, nii et inimese seismisel ta asetseb põidade vahekojal, kandadele lähemal. Niisugune raskuskeskpunkti asend kergendab tunduvalt kahel jalal käimist; peale selle teeb lülisamba kõverdus ta kerkseks ja hulga painduvaks; temal asetseb pea nagu vedrul, kaitses pead põrutuste eest käimisel, jooksmisel ja hüppamisel.

Püstikäik on mõjutanud ka inimese vaagnaluude kuju. Inimese vaagen on lai, laiem kui loomadel ja kausikujuline (joon. 67). Kerge on mõista, miks see on nõnda. Loomadel toetub kõhu sisikond kogu oma raskusega kõhuseintele, ini-



Joon. 66. Inimese lülisammas.

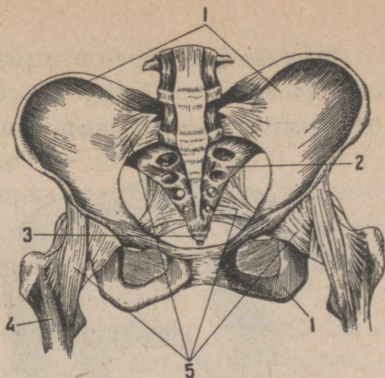
mesel vaagnaluudele. Seega on inimese vaagnaluude kuju seotud püstikäimisega.

Eriti tugevasti mõjutab keha vertikaalne seis käte luustiku ehitust. Kui võrdleme inimese esijäset loomade esijäsemega, siis märkame inimeste liigeste suuremat liikuvust ja laia luud tekitavate randme- ja kämbaluude tublit arengut, pöidla

(esisõrme) suuremat liikuvust ja vastandavust kõigile teistele sõrmedele. Need esijäsemete ehituse erinevused on seotud funktsioonide erinevusega. Samal ajal, kui loomade esijäsemed on neile ainult käimiseks, ronimiseks, ujumiseks ja lendamiseks (lindudel), on inimese käed vabad neist funktsioonidest: nad omandasid võime teha mitmesuguseid ja peeni liigutusi, mille tagajärjel nad on töö „põhielundeiks“.

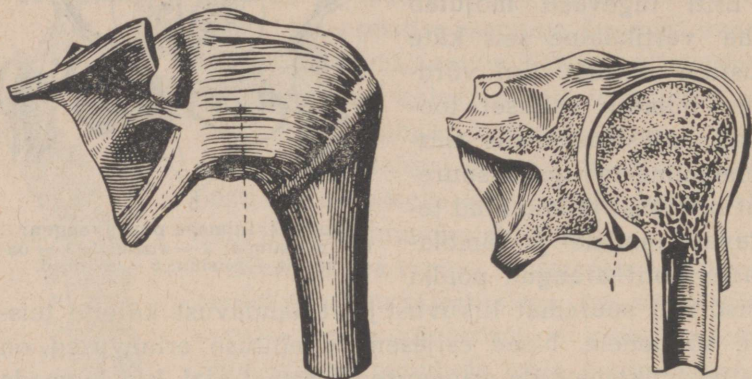
Töötegemine on see, mis inimese täielikult eraldab kõigi teiste loomade hulgast. Inimene loob ühiskondlikult kasulikke väärtusi. Töö on inimese elu alus. Võib ütelda, et töö lõi inimese, lõi inimühiskonna. Ilma tööle kohastumata käteta, ilma käimisest vabastatud jäsemeteta oleks inimese töötav tegevus võimatu. Inimese jalad on talle ainsaks toeks seismisel ja käimiseks. Seoses sellega on jalgade luud massiivsemad käte luudest; inimese pöid moodustab kindla ja laia toe tema kehale püstiasendis.

Loomadel on näoluude ruumala ja kaal palju suuremad kui koljuluudel. Rasked näoluud kisuvad pea allapoole. Arvates juurde loomadel arenenud lõualuude kaalu, selgub, miks pea hoidmiseks on vajalikud tugevad kuklalihased. Need lihased lähevad loomadel kaela- ja esimeste rinnalülide juurde.



Joon. 67. Inimese puusavaagen:
1 — puusaluu; 2 — ristluu; 3 — õn-
nar; 4 — reieluu; 5 — sidemed.

Inimese pea tugi on otse allpool; näoluud ja eriti lõualuud on arenenud hulga nõrgemini, ka pea hoidmiseks ei ole tarvis nii tugevaid lihaseid nagu loomadel.



Joon. 68. Abaluu ja käe-õlavarreluu vaheline liiges. Paremalt on sama liiges, kuid pikuti läbi saetud; 1 — liigesekihnn.

§ 33. LUUDE OMAVAHELINE SEOS.

Luude liikuvad ja liikumatud seosed. Inimese kehas on ainult mõned luud liikumatult üksteisega seotud kokkukasvamise teel või õmbluste abil. Enamik luid on seotud üksteisega liikuvalt. Mõnikord saavutatakse väike liikuvus luude vahele asetatud kõhrkettakeste abil (näit. lülisammas). Teistel juhtudel luud ühendatakse liigeste abil (joon. 68).

Liigesed. Liigestel mitmesuguste luude vahel on erinev ehitus ja seepärast on ka nende liikuvus erinev. Nõnda võib sõrmi painutada ja sirutada ainult ühel tasapinnal. Liigestes abaluu ja õlavarre vahel, samuti vaagna ja reieluu vahel võivad liigutused toimuda igas suunas.

Liigese ümber on pinguli tõmmatud tugevad ja kerkised kõõluselised sidemed. Igaüks neist on kasvanud ühe otsaga

ühe liigese luu külge, teise otsaga teise luu külge. Säärase ehituse tõttu on liigespinnad tihedasti teineteise vastas.

Peale mainitud sidemete on iga liiges ümbritsetud kõõlulise liigesekihnu nagu kotiga.

Selle tagajärjel, et liigesekihn katab liigest hermeetiliselt, tekib temas venitamisel negatiivne rõhumine, mis takistab väljavenitamist ja annab sel teel liigesele väga suure kindluse. Kui torgata liigesekihn läbi, siis liigese väljavenitamisel tungib õhk kihnu ja negatiivset rõhumist seal ei teki. Säärast läbitorgatud kihnuga liigest võib keegesti välja venitada ja luude liigese pinnad ei asetse enam tihedasti teineteise vastas.

Liigesekihnu sisepinnalt eritub pidevalt veidi liigesevõiet, mis nagu määre vähendab hõõrdumist luude liigese pindade vahel.

§ 34. LIHASTE EHITUS JA TÕO.

Lihaskoe erutuvus ja kokkutõmbuvus. Kui elavat kude ärritada elektriga, happega või tekitada talle mehaanilist vigastust (piste, löök), siis koes tekib tema tegevuse erutus (tugevnemine) või pärssimus (nõrgenemine). Teiste sõnades, iga elav kude reageerib nii või teisiti ärritusele. Erutuvus, s. t. reageerimisvõime ärritusele on elavate rakkude ja kudede põhiomadusi.

On endastmõistetav, et mitmesugused koed ei reageeri ärritustele ühesuguselt. Kui näiteks ärritada kõhunääret, siis hakkavad ta rakud eritama mahla. Lihaskude reageerib igale ärritusele lühemaks muutumisega ehk, nagu öeldakse, **k o k k u t õ m b u m i s e g a**. Nimelt kokkutõmbumisvõimes väljendub lihaskiudude erutuvus.

Lihaskoega oleme juba mitu korda tegemist teinud. Me nägime, et lihaskude leidub suuremas osas siseelundeis.

Siiski on meil juba teada, et siseelundite lihased erinevad oma ehituselt luustiku lihaseist. Ennekõike on luustiku lihaste kiud hulktuumalised „laatrakustikud“ (süntsuütsiumid). Peenimail niitidel ehk kiukestel, mis täidavad nende laatrakustikkude protoplasmat, on väga keeruline ehitus: nad koosnevad korrapäraselt vahelduvaist kettakestest, millest ühed on mikroskoobiga vaadeldes heledad, aga teised tumedad. Säärase heledate ja tumedate triipude vaheldumise tõttu nimetatakse luustiku lihaseid vöotlihaseiks. Teiseks erinevuseks on lihaskiudude pikkus. Vöotlihaste kiud lähevad sageli pikuti mööda kogu lihast, saavutades 10—12 cm-st pikkust. Silelihaste kiud on väga lühikesed, nende asetus lihases on näidatud joonisel 69. Ka toimub erinevalt sile- ja vöotlihaste kokkutõmbumise protsess.



Joon. 69. Silelihaskude.

Erinevalt silelihaseist tõmbuvad vöotlihased kokku väga kiiresti. Nõnda ei ületa luustiku lihaste kokkutõmbumise kestus 0,1 sekundit. Silelihaste kokkutõmbumise kestus, näit. seedeelundite lihaseil, on 100 ja isegi mitusada korda suurem.

Siseelundite hulgast koosneb ainult südamelihaseid vöotlihastest kiududest. Siiski nad erinevad mõnevõrra oma kuju poolest luustiku lihaste kiududest. Südamelihaseid tõmbub kokku hulga kiiremini kui silelihased, kuid aeglasemalt luustiku lihaseist.

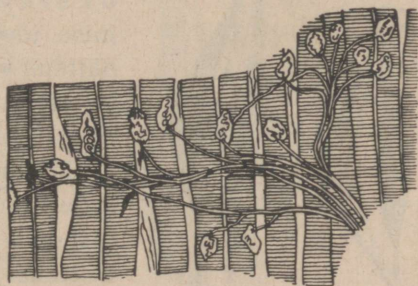
Lihaste kinnitumine luude külge. Kui vaadelda luustiku lihast, mis on täiesti eraldatud luudest, siis võib märgata, et ta on pinnalt kaetud õhukese kerkse kõlukesega. Otste pool

läheb lihas üle väga sitkeks valgeks paelaks — kõõluseks. Kõõluste otsad on kasvanud luuümbriste külge.

Kui kõigi lihaskiudude kokkutõmbumine toimub üheaegselt, siis kogu lihas tervikuna tõmbub kokku, läheb lühemaks. Nõnda siis lihase kokkutõmbumine on kõigi teda moodustavate kiudude või nende enamiku kokkutõmbumise tulemus.

Kui lihaskiud läheb lühemaks, siis ta seejuures jämendub, samuti nagu jämendub kumminöör, kui teda pärast välja venitamist lahti lasta. Nüüd on arusaadav, miks ka kogu lihas kokkutõmbumisel jämendub.

Närvierutus lihase normaalse ärritajana. Lihaskiud võib sattuda erutatud olekusse (teiste sõnadega kokku tõmbuda), reageerides mitmesuguseile ärritustele. Selles võib veenduda, katsetades konna kehast väljalõigatud lihasega: ta tõmbub kokku, reageerides mehaanilisele, soojuselisele, elektrilisele ja keemilisele ärritusele.



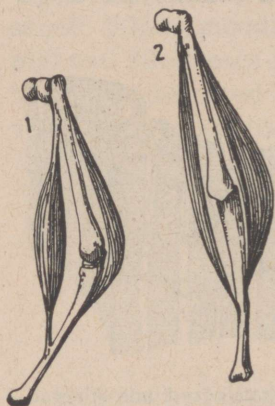
Joon. 70. Närviharukesed, mis lähevad üksikute lihaskiudude juurde.

Normaalsel viisil elava looma luustiku lihased hakkavad töötama, s. t. kokku tõmbuma nende erutuste toimel, mis tulevad närvide kaudu. Iga luustiku lihase juurde tulevad närvid, mis saavad alguse kesknärvisüsteemist. Lihases närv haruneb kord-korralt ikka peenemaiks harudeks. Lõppudelõpuks iga närvi oksake läheb üksiku lihaskiu juurde ja lõpeb siin erilise otsplaadikesega (joon. 70). Nõnda tuleb igasse lihaskiudu peenim närviharuke. Närvi kaudu liikuvale erutusele iga kiud reageerib kokkutõmbega.

Üksik ja tetaaniline lihase kokkutõmbumine. Luustiku lihase kokkutõmbumine kestab väga lühikest aega — alla 0,1 sekundit. Kui lihasesse tulevad erutused järgnevad üksteisele küllaldase sagedusega, siis ei jõua lihas pärast iga kokkutõmbumist lõtvuda, mille tulemusena tekib üks kauakestev kokkutõmbumine. Säärast kokkutõmbumist nimetatakse **tetaaniliseks**. Need luustiku lihaste kokkutõmbumised, mida me harilikult näeme igasuguste kehaliigutuste puhul, ongi tetaanilised kokkutõmbumised, s. t. nad on

kestvad kokkutõmbumised, mis tekiavad kiiresti üksteisele järgnevate üksikute kokkutõmbumiste liitumise teel. Üksiku kokkutõmbumise näitena võivad olla kramplikud tõmblemised, mida mõnikord üksikute lihaste juures võib tähele panna.

Liikumised liigestes. Iga lihas on kinnitunud ühe otsaga ühe luu, teise otsaga teise luu külge. On arusaadav, et lihas kokku tõmbudes paneb liikuma vastavad luustikuosad. Iga liigese juures on lihased, mis kokkutõmbumisel tekitavad vastandliigutusi. Näiteks küünarliigese painutamine ja sirutamine toimub kahe vastupidi tegutseva lihase abil (joon. 71). Niinimetatud kahepeane



Joon. 71. Lihaste-antagonistide (vastandtoimega lihaste) töö:

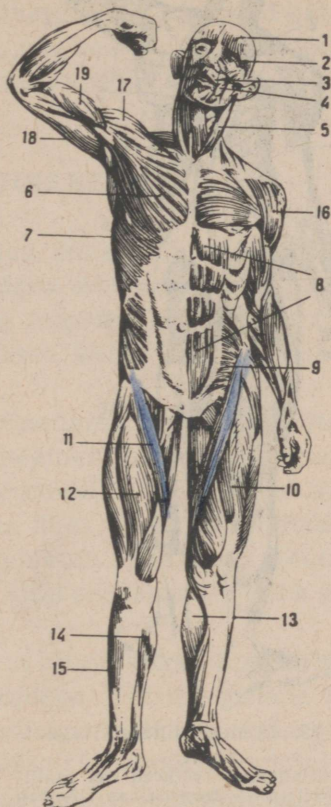
1 — lihase kokkutõmbumine, mis painutab liigest; 2 — lihase kokkutõmbumine, mis sirutab liigest.

lihas (biceps) painutab liigest, kuna õlavarreluu tagapinnal asetsev kolmepeane lihas sirutab teda.

Vastandliku toimega lihaste üheaegsel kokkutõmbumisel ei teki liikumist, sel puhul hoitakse liiges kindlas asendis.

Harilikult asetseb liigese ümber mitu lihast. Need võivad kokku tõmbuda kas üksikult või ühes ja teises kombinatsioo-

nis korruga, nagu see on enamikul juhtudel. Meie liigutuste mitmekesisus on seotud mitmesuguste lihaste üheaegse

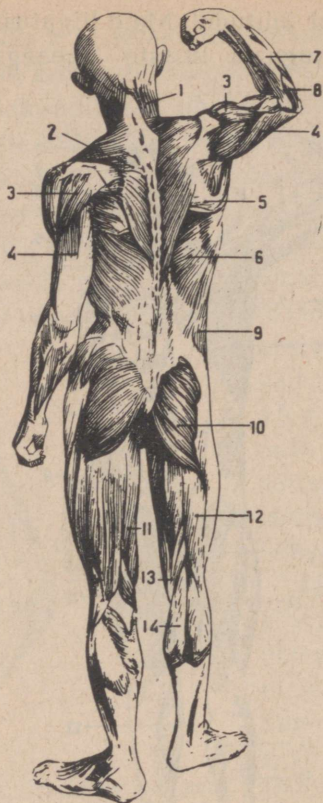


Joon. 72. Inimese lihased eestpoolt:

1 — laubalihas, mis tekitab laubnahale põikikortse; 2 — silma sõõrlihas, mis suleb silma; 3 — suu sõõrlihas, mis suleb suu; 4 — mälumislihas (ühes teiste lihastega võtab osa mälumisliigutustest); 5 — rinnaku-rangluurinnalihas (nende lihaste kokkutõmbumisel mõlemal pool pea painutatakse allapoole, ühe lihase kokkutõmbumisel pea painutatakse poolviltu selle lihase poole); 6 — suur rinnalihas (tõmbab käe alla- ja ettepoole; käe liikumatus olekus tõstab ta rinda); 7 — saagilihas (suurendatud sissehingamisel tõstab rindkere ülespoole); 8 — kõhu sirgelihas, mis painutab kere ettepoole ja tõmbab rinna allapoole; 9 — kõhu põiklihas (painutab kere ettepoole ja pöörab ta külje poole); 10, 12 — neljapeane reiesirutajalihas; 11 — rätsepalihhas, painutab jalga põlvest ja pöörab säärt sissepoole; 13, 14 — sääremarjalihhas (painutab säärepöialigest, s. t. pöörab põia eesmist osa allapoole ja tagumist osa ülespoole, toimetab tõusmist kikivarballe); 15 — eesmine sääreluulihhas (sirutab säärepöialigest); 16, 17 — deltalihas (tõstab kätt); 18 — kolmepeane lihas (sirutab kätt küünarliigendis); 19 — kahepeane lihas (painutab kätt).

kokkutõmbumise kombinatsioonide mitmekesisusega. Seejuures on suur tähtsus antud keha liigutusest osavõtja lihase iga kokkutõmbumise jõul.

Joon. 72 ja 73 on näidatud inimese luustiku lihaste üldasetus. Pealihaste hulka kuuluvad mälumislihased, samuti



Joon. 73. Inimese lihased tagant-
poolt:

1 — kaelalihased (võtavad osa pealiigutustest); 2 — trapetslihas (tõmbab abaluu lülisambale lähemale); 3 — deltalihas; 4 — õla kolmepeane lihas; 5 — abaluu; 6 — lai seljalihhas (pöörab käe sissepoole ja viib ta tahapoole); 7 — ümarlihas (painutab kämmalt); 8 — käevarre sirutaja; 9 — kõhu põiklihas; 10 — suur tuharalihas (pöörab reit väljapoole); 11 — reie peenlihas (pöörab reit sissepoole); 12 — reie kahepeane lihas (painutab jalga põlvest); 13 — poolkõõluseline lihas (painutab põlve); 14 — sääremarjalihhas.

ka lihased, mille kokkutõmbumise ja lõtvumisega on seotud näo miimika. Kaelalihased painutavad ja pööravad pead. Seljalihased ajavad sirgeks lülisamba ja painutavad teda tahapoole ja külgedele. Rinna- ja kõhulihasd painutavad oma kokkutõmbumisel kere ettepoole ja külgedele. Jäsemete liigutuste mitmekesisus toimub suure hulga lihaste osavõtul; mõned neist on joonisel näha.

Lihaste töö. Lihased teevad kokkutõmbumisel tööd. Iga lihase töö liitub kõigi lihaskiudude tööst, millest ta koosneb. Sel põhjusel, mida jämedam on lihas, seda enam on temas kiude ja seda võimsamat ja suuremat tööd võib ta teha.

See töö väljendub kas üksikute luustikuosade liikumises või ühe või teise kehaosa hoidmises teatud kindlas asendis. Tööd, mis väljendub liikumises, näiteks raskuse ülestõstmises, nimetatakse *dünaamiliseks*.

Tööd, mis ei ole seotud liikumisega, näiteks raskuse

hoidmine sirutatud käes, nimetatakse *staaatiliseks*. Harilikult võib iga töö protsessis tähele panna nii dünaamilist kui ka staatilist lihaste tööd. Nõnda näiteks viiliga töötades teevad dünaamilist tööd need lihased, mis tekitavad käte liigutusi, samal ajal need lihased, mis hoiavad kere ja osalt ka käsi kindlas asendis, teevad staatilist tööd.

§ 35. LIHASTE TÖÖ KEMISM.

Juba ammu on möödunud aeg, mil arvati, et närvid nagu nõõrid tõmbavad lihaseid ja nõnda tekivad keha liigutused. Kuid alles viimasel ajal hakkas selguma, missugused protsessid toimuvad töötavas lihases, kuigi veel palju on siin alles uurimata.

XIX saj. keskpaiku arvasid õpetlased, et lihased töötavad soojuse arvel, mis vabaneb toiteainete põlemisel (hapendumisel). Lihase tööd võrreldi aurumasina tööga. Kuid aastat kolmkümmend tagasi õnnestus ühel teadlasel selgitada, et lihas võib töötada ka ilma hapnikuta. Seejuures töötavas lihases süsihappegaasi ei teki, kuid seevastu koguneb sinna suur hulk nn. *p i i m a h a p e t*.

Viimasel ajal on selgunud, et lihase kokkutõmbumine ei ole seotud hapendumisprotsessidega. Kui mürgistada lihas tsüankaaliumiga, siis lakkavad temas täiesti igasugused hapendumisprotsessid. See on täpselt kindlaks tehtud. Sellegipoolest võib säärane tsüankaaliumiga mürgistatud lihas kokku tõmbuda.

Missugused keemilised protsessid on seotud lihase kokkutõmbumisega? On teada, et lihases leidub alati glükogeeni (loomatärklist). Osa glükogeeni moondub viinamarjasehkeks — glükosiks, mis omakorda astub ühendusse fosforhappega. Lihase kokkutõmbumise puhul see ühend

laguneb fosforhappeks ja kaheks piimahappe osakeseks. Kui võrdleme glükoosi $C_6H_{12}O_6$ koostist piimahappe $C_3H_6O_3$ koostisega, veendume kergesti, et glükoosi osakese lagumisel kaheks piimahappe molekuliks ei toimu hapniku ega mõne teise aine tarvitamist.

Ühes sellega toimub mõnede teiste lämmastikku sisaldavate ainete lagunemine, teiste sõnadega, toimub valgu-päritoluga ainete lagunemine. Nagu on selgunud viimaseil aastail, on neil aineil eriti tähtis ja nähtavasti isegi juhtiv osa lihase kokkutõmbumisel. Ülalkirjeldatud süsivesikute moondumisel on abistav tähtsus.

Selle tulemusena tekivad lihases keerulised protsessid, mis ka põhjustavad lihase kokkutõmbumist. Puhkeajal ühineb osa tekkinud piimahapet hapnikuga, muutudes süsihappeks ja veeks. Kuid hapendub ainult väike osa piimahapest (umbes $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ temast). Seejuures vabanev energia läheb piimahappe pöörduvaks taastamiseks viinamarjasuhkruks. Taastuvad ka mõned teised ained, muu hulgas valkude päritoluga ained, mis lõhestusid lihase kokkutõmbumise puhul.

Lihase tööd ei saa samastada masina tööga. Seega siis puhkavas lihases toimuvad taastumissüntheesi protsessid, ja suuremat osa lagusaadusi võib lihas uuesti kasutada. Kõik need lihases toimuvad protsessid — nii lagunemis- kui ka sünteesiprotsessid — sünnivad fermentide osavõtul ja esinevad ainult nende keeruliste füsioloogiliste protsesside üksikute momentidena, mis on seotud lihasrakkude elava protoplasma talitlusega. Lihaste tööd ei saa seletada üksi füüsikaliste ja keemiliste protsessidega, mis sarnanevad mõnes masinas toimuvate protsessidega.

Uusimatel avastustel lihaste kokkutõmbumise füsioloogia alal on suur praktiline tähtsus. Kui varem räägiti, et füüsilise töö tegijad vajavad peamiselt süsivesikuid ja valgud on neile liigseks toreduseks, siis teame nüüd kindlasti, et

lihaste valkude mõned lagusaadused on lihase kokkutõmbumisel vajalikud. Ja seepärast liha, mune ja teisi väärtuslikke toidusaadusi vajavad mitte ainult vaimse töö tegijad, nagu seda tänini veel sageli kinnitavad kodanlikud füsioloogid, vaid need on niisama vajalikud füüsilise töö tegijaile.

§ 36. LIHASTE VÄSIMUS.

Lihaste normaalse tegevuse tingimused. Töötav lihas vajab hapniku ja toiteainete juurdevoolu, samal ajal peavad temast eemalduma lagunemis- ja hapendumissaadused. Seepärast ongi lihaste normaalse töö vajalikuks tingimuseks vereringeelundite küllaldane talitlus ja sellega ühtlasi vere õigeaegne rikastumine hapniku ja toiteainetega ning lagunemis- ja hapendumissaaduste eemaldamine temast. Mida hoogsamalt lihas töötab, mida kiiremini sünnib protoplasma osade lagunemine, seda rohkem voolab temasse verd, seda täielikumalt taastuvad tööks kulutatud ained.

Lihase hoogsal töötamisel ei suuda teda läbiv verevool küllaldaselt tuua hapnikku ega eemaldada täiel määral lagusaadusi. Selle tagajärjel koguneb aegamööda lihase hooga töö puhul temasse üha rohkem rakkudele kahjulikke aineid. Kogunedes lihasesse nad pidurdavad tema elutegevust ja võivad põhjustada lihase täielikku jõuetust.

Kui aga laseme lihast veidi puhata, siis omandab ta normaalse seisukorra; hapnik hapendab lagusaadused, verevool viib nad ära ning lihase töövõime taastub.

Keegi õpetlane tegi järgmise katse. Ta kinnitas väljalõigatud konnalihase külge koormise ja sundis teda seda koormist tõstma lihast läbiva elektrivoolu sisse- ja väljalülitamise teel. Mõne aja pärast lihase kokkutõmbumised muutusid kord-korralt vähemaks ning lõpuks lakkasid: lihas väsis

ära. Siiski, kui läbi lihase veresoonte lasti hapnikuga küllastatud füsioloogilist lahust, mis viis kahjulikud lagusaadused endaga kaasa, taastus lihase töövõime ja lihas hakkas uuesti elektrivoolu toimel kokku tõmbuma ja koormist üles tõstma. Muidugi ei tule arvata, nagu seisneks siin kogu asi lagunemis- ja hapendumissaaduste kogunemises lihasesse. Asi on siin palju keerulisem: lihases toimuvad protsessid muutuvad, muutub ka tema tegevuse laad.

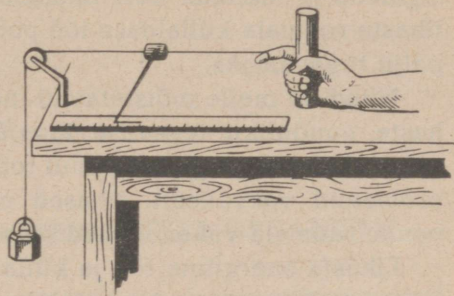
Lihaste tööritmi tähtsus. Süda töötab väsimatult kogu eluaja. See on võimalik ainult selle asjaolu tõttu, et igale südamelihase kokkutõmbumisele järgneb tema lõtvumine, puhkeaeg, mis kestab umbes kaks korda kauemini kui kokkutõmbumine. Südamelihase tööperiood vaheldub puhkeperioodiga. Kokkutõmbumiste korrapärane vaheldumine ehk tööritm võimaldab südamele töötada väsimatult. Üksikute kokkutõmbumiste vaheajal tarvitatud ained asendatakse ja lagusaadused eemaldatakse. Keha loomulike liigutuste puhul (näit. kõndimisel), töötamisel (puude raiumisel, töötades viiliga, töötades jalgõmblusmasinal, kirjutamisel jne.) tõmbuvad kokku mitmesugused lihased järgemööda, kusjuures üksikute lihaste või lihasrühmade kokkutõmbumine vaheldub korrapäraselt nende lõtvumisega. Töö suhtes on säärasel liigutuste rütmil suur tähtsus.

Kui mõne lihase või lihasrühma töö toimub katkestamatult, siis järgneb kiiresti nende järsk väsimus. See asjaolu ongi põhjuseks, miks on nõnda raske külje poole sirutatud käel hoida isegi mõnd väikest koormist. Käelihased väsivad väga ruttu ja kõigist püüdeist hoolimata hoida kätt samas asendis vajub ta siiski alla. Sama koormist võib tõsta ja langetada kehtvalt erilise pingutuseta. Siis tõmbuvad lihased kokku rütmiliselt, puhates kokkutõmbumiste vaheaegadel.

Sama lihastööd võib teha kiiremini või aeglasemalt: teiste sõnadega, tema rütm võib muutuda. Rütmi aeglustamisel

väheneb tehtud töö hulk; rütmi kiirenemisel tööhulk kasvab. Väga suur rütmi kiirenemine võib põhjustada lihase väsimust ja siis tööhulk mitte sugugi ei kasva, vaid seevastu võib järsku väheneda.

Koormise tähtsus. Tööhulgale, mida lihas teeb, mõjub arusaadavasti ka koormise suurus. Koormise suurenemisel kasvab esmalt tehtud töö hulk ja siis see hakkab langema; lõpuks võib koormis muudatuda nõnda suureks, et lihas ei suuda seda tõsta, ning sel puhul tehtud töö hulk langeb nullini.



Joon. 74. Lihase väsimuse nähtuste uurimisriist (ergograaf).

Igaks lihase tööks võib leida vastava rütmi ja vastava koormise, et tööhulk oleks suurim vähima lihase väsituse juures.

Inimese lihaste töö uurimiseks tarvitatakse mitmesuguseid riistu. Üks sääraseist riistadest lihtsustatud kujul on näidatud joonisel 74. Selle riistaga uuritakse sõrmi painutavate lihaste tööd ja väsimust.

§ 37. LIHASTE TEGEVUSE MÕJU ORGANISMILE.

Need füsioloogilised lagunemisprotsessid, mis toimuvad lihaseis töö ajal, põhjustavad ühtlasi nende kiirendatud taastumist. Tegutsevad lihaskiud omandavad energilisemalt vajalikke toiteaineid verest, kui nad seda teevad tegevuseta olekus. Seejuures vere suurendatud juurdevool töötavasse lihasesse toob talle toiteaineid küllaldasel määral. Töötavate

lihaste energilise elutegevuse tulemuseks on nende ruumala suurenemine, paisumine. Peale selle lihaste energilisel elutegevusel võivad neis asetsevad erilised rakud poolduda, sigineda ja tekitada uusi lihaskiude. Sel põhjusel kasvabki lihaste ruumala küllaldase töö puhul ja nad muutuvad seega palju tugevamaks.

Nüüd on meile mõistetavad nähtused, mis esinevad lihaste puuduliku tegevuse tagajärjel, väheliikuva eluviisi puhul. Lihaste nõrga töö puhul toimuvad neis füsioloogilised protsessid vaevaliselt: lihased mitte üksi ei kasva, vaid nende ruumala väheneb, nad jäävad nõrgaks.

Lihaste energiline töö ja küllaldane puhkus on lihastesüsteemi õige arenemise vajalikud tingimused.

Ühes sellega tugevdab lihaste töö hingamis- ja vereringeelundite talitlust, ja järelkult rindkere lihaseid ja südamelihast. Vähe sellest, lihaste tegevus (muidugi mitte liigne tegevus) põhjustab kogu organismi elutegevuse tõusu. Sel põhjusel lihaste töö äratab isu, tekitab üldist värskustunnet ja tõstab meeleolu.

Eritus.**§ 38. MISSUGUSEID AINEID ERITAB ORGANISM?**

Kõigi meie keha elundite ja kudede elutegevus on seotud, nagu teada, verest rakkude protoplasmasse tulnud toiteainete lagunemise ja hapendumisega. Me teame ühtlasi, et rakkude toitumiseks vajatakse süsivesikuid, rasvu ja valkaineid. Peale selle saavad rakud verest vett ja mõningaid sooli.

Mainitud ainete hulgast võivad rakkudes hapenduda ainult süsivesikud, rasvad ja valkained. Nende lagunemine ja sellele järgnev hapendumine verest tuleva hapnikuga on selle energia allikaks, mille arvel inimese keha töötab, elab.

Hapendumis- ja lagusaadused. Süsivesikud ja rasvad koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Nende täielikul hapendumisel organismis tekib süsihappegaas ja vesi, s. t. samad ained, mis tekivad põlemisel õhus.

Valkudega on lugu teissugune. Valgud, nagu teada, on väga keerulise ehitusega ja koosnevad samuti süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Kuid peale selle leidub nende koostises tingimata lämmastikku ja väävlit, väga sageli fosforit ja mõnesid teisi elemente. Valkude lagunemisest ja hapendumisest organismis tekivad peale süsihappegaasi ja vee lõppude-lõpuks veel k u s i a i n e ja k u s i h a p e, millest

mõlemad sisaldavad lämmastikku, siis veel väävelhappe- ja fosforhappe-soolad ja mõned teised sageli mürgised lagusaadused.

Keharakud saadavad kõik need ained verre. On selge, et veri peab organismist välja viima kõik need kahjulikud ühendid ja ka liigse vee. Lagu- ja hapendumissaaduste eemaldamist organismist nimetatakse **erituseks**.

Erituselundeiks on neerud ja nahk. Meil on juba teada, et süsihape eemaldatakse kopsude kaudu. Mis puutub aga teiste kahjulike elutegevuse saaduste eemaldamisele, siis toimub see eriliste **erituselundite** — **neerude** ja **osalt naha** kaudu.

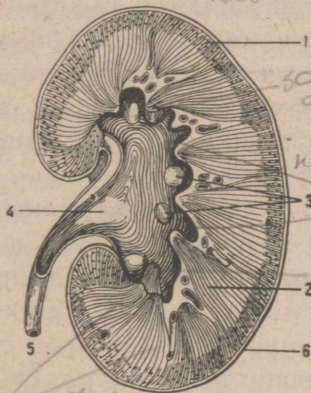
Kõik elutegevuse kahjulikud saadused peale süsihappegaasi eritatakse vees lahustunult. Vesi on seega neerude ja naha eritiste peamine koosteos. Seega siis vesi, mil on üldse täita määratu suur ülesanne inimese organismi elus, viib peale selle kehast välja elutegevuse kahjulikud saadused.

§ 39. KUSEELUNDITE EHITUS JA TÖÖ.

Neerud ja nende talitus. Neerud asetsevad kõhuõõne tagumises osas lülisamba mõlemal pool küljel. Nad valmistavad ja eritavad kust. Kusi koosneb veest, milles on lahustunud kusiaine, kusihape, mõned soolad ja muud lagusaadused. Kui lõigata neer pikuti pooleks, siis võib näha seal kahte kihti: väliskiht on tume, sisekiht hele (joon. 75). Väliskihis võib näha luubi abil palju tumedaid täppe. Need on verekapillaaride päsmakesed. Iga päsmake asetseb väikeses õõnes — kihnus. Kihnust saavad alguse peened torukesed. Uhinedes üksteisega läbivad nad neeru sisekihi ja suubuvad siin erilisse õõnde, mida nimetatakse **neeruvaagna**ks. Kusi tekib kihnudes ja neis torukeste osades, mis asetsevad

neeru väliskihis. Tekkiv kusi voolab neerutorukeste kaudu neeruvaagnasse ja sealt läheb ta kusejuhadesse (joon. 76).

Kusepõis. Kusejuhade kaudu voolab kusi kusepõide. Ta seintes on lihased. Põie viimaavas on sulgurlihas. Niipea kui sulgurlihas avab väljapääsu, tõmbuvad seinte lihased kokku ja saadavad temast kuse kusiti kaudu kehast välja.



Joon. 75. Neeru pikilõik:
1 — koorikiht; 2 — sisekiht;
3 — näsad, milles avanevad
kusetorukesed; 4 — neeruvaagen; 5 — kusejuhad; 6 — kest.



Joon. 76. Kuseelundid:
1 — neerud; 2 — kusejuhad;
3 — kusepõis; 4 — veresooned (artereid ja veenid).

Kuse valmistamine ei ole kurnamine ega difusioon. Enam kui üks kord olème tutvunud katsetega pidada füsioloogilisi protsesse füüsikalisteks ja keemilisteks nähtusteks. Nii-sugune on näiteks katse seletada näärmete nõre tekkimist filtrimisega ja difusiooniga verest.

Ei ole midagi imestada, et ka kuse tekkimise protsessi püüdsid mõned õpetlased seletada ainult füüsikaliste sea-

duste abil. Sageli vaadeldi neere kui lihtsaid kurnasid ja kuse tekkimist võrreldi kurnamisega. Säärased katsed pidada füsioloogilisi protsesse füüsikalisteks ja keemilisteks protsessideks on viljatud. Nad ei suuda tuua selgust organismi, ta elundite ja kudede elutegevuse seadustesse. Nad juhivad teadust valeteedele. Varem või hiljem teaduses kogutud faktid lükkavad ümber sääraised katsed ja näitavad selgesti, et füsioloogilist protsessi ei saa pidada füüsikaliseks ja keemiliseks protsessiks. See väide maksab täiesti ka kuse tekkimise protsessi kohta. Ainult see tõik, et mitte kõik veres lahustunud ained ei lähe kusesse ja et mitmesugused ained ei lähe verest kusesse ühesuguseis vahekordades, sunnib eitama väidet, nagu oleks siin tegemist ainult niisuguste füüsikaliste nähtustega nagu kurnamine ja difusioon.

Ja tõeliselt kuse tekkimisest võtab osa neerukude — päsmakeste ja torukeste rakud. Seejuures lähevad mõned ained, mida verre süstitakse (näiteks värv metüleensinine), üsna kiiresti täielikult verest kusesse. Liikudes torukestes muutub tekkinud kusi rohkem kontsentreerituks, sest et osa vett imendub torukeste seinte kaudu verre tagasi. Et kuse tekkimine on seotud neerukoe elutegevusega, siis selle tagajärjel erineb kuse koostis täielikult vere koostisest.

Vitalistide seletus elunähtuste kohta. Tuleb siiski märkida, et ebaõnnestunud katsed seletada lihtsustatult elunähtusi ja pidada neid füüsikalisteks ja keemilisteks nähtusteks, andsid uut hoogu nn. v i t a l i s t i d e laagrile. Nagu teada, püüavad paljud kodanlikud õpetlased kõiki organis- mis toimuvaid eluprotsesse seletada mingite mitteaineliste jõudude abil, mida nad nimetavad „elujõuks“, „rakkude hingedeks“ jne. Nad loobuvad täielikult eluprotsesside teaduslikust seletusest. Neid õpetlasi kutsutakse vitalistideks.

Eluteaduse ülesandeks on elavate rakkude elutegevuse seaduste uurimine, ilma et ta neid seadusi lihtsustaks või

varjaks väljamõeldistega mittemidagi selgitavast saladuslikust „elujõust“.

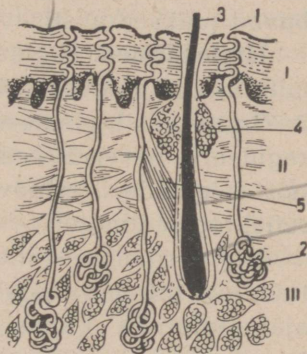
§ 40. NAHK.

Nahaehitus. Nahk on keha väliskate. Ta kaitseb organismi kahjulike välismõjutuste eest. Vigastamata naha kaudu ei saa nakkushaigused tungida kehasse. Ühtlasi võtab nahk osa eritusprotsessidest ja keha soojuse reguleerimisest.

Nahk koosneb kolmest kihist (joon. 77). Naha ülemine kiht, nn. marrasknahk koosneb surnud, sarvestunud rakkudest, mille all asetseb elavate rakkude kiht. Viimase rakud poolduvad pidevalt, kusjuures osa tekkinud rakke aegamööda sureb, tekitades uusi sarvestunud rakkude kihte nahapinnalt pudenenud rakkude asemel. Marrasknaha alumisse kihti võib koguneda eriti päikesekiirte mõjul pigmenti, mis nahale annab teatud värvuse.

Keskmine, paksem nahakiht on pärisnahk. See kiht koosneb sidekoest, milles on palju elastseid, kerkseid kiude; selle tagajärjel nahk on sitke, venitatakse kergesti välja liigutuste puhul ja hoiab ühetasaselt pingul keha pinda. Pärisnahk sisaldab rikkalikult vere- ja lümfisooni. Siin asetsevad ka närvide otsad, karvade juured, rasu- ja higinäärmed.

Kolmas kiht koosneb rasvkoest, mida nimetatakse nahaaluseks rasvpadjandiks. Nahaalune pad-



Joon. 77. Nahaehitus:
I — marrasknahk; II — pärisnahk; III — nahaalune rasvpadjand; 1 — higinäärme viimajuhu ava; 2 — higinääre; 3 — karv; 4 — rasunääre; 5 — lihas, mis tõstab karva.

6 - nahajätkend, millel on loom
võrk
7 - rasvkoest mood
8 - jumele ja

jand kaitseb siseelundeid vigastuste eest ja vähendab soojuse kaotust. Ta on organismis peamiseks kohaks, kuhu koguneb varuks rasva.

Rasunäärmed. Rasunääre, mis kujult meenutab väikest, mõnikord harunenud kotikest, eritab naharasu. Naharasu katab õhukese korrana nahka ja juukseid, tehes neid pehmeks ja mittemärguvaks. Harilikult avanevad rasunäärmete juhad nahatupekestesse, nagu see on näha joonisel 77. Siin asetsevad ka silelihaste kiudude peened kimbukesed, mis kokku tõmbudes pigistavad rasu näärmeist välja ning tõmbavad juuksed püsti.

Higinäärmed. Higinääre kujutab kokkukeritud torukest, mille rakud pidevalt eritavad higi. Inimese nahas on umbes 2—3 miljonit higinääret. Nende poolt eritatava higi hulka reguleerib närvisüsteem, kusjuures ka siin, nagu ka kõigis teistes elundeis, esinevad keha mitmesuguste piirkondade reflektorsed mõjud.

Higi eritamise reflektorse suurenemise näitena võib tuua higi eritamise järsku suurenemist vee joomisel palaval ajal, samuti ka „külma higi“, mis tekib laubale hirmu puhul. On arusaadav, et erituva higi hulk võib järsku muutuda sõltuvalt neist tingimustest, milles on organism, kuid harilikult kõigub higi öö-päevane hulk 1—2 liitri vahel.

Higi koosneb veest, milles on lahustunud veidi tahkeid aineid, näiteks nagu kusiainet ja teisi lagusaadusi, keedusoola jt.

§ 41. NAHA JA HIGINÄÄRMETE ULESANNE KEHA TEMPERATUURI REGULEERIMISEL.

Erituselundina on nahal neerudega võrreldes teisejärguline tähtsus. Selles ei ole raske veenduda, kui meenutame, et

külma käes ja keha rahulikus olekus higi eritumine väheneb järsult.

Keha temperatuuri püsivus. Palju tähtsam on higi eritamine meie keha püsiva temperatuuri säilitamiseks. Kõigil on teada, et terve inimese keha temperatuur on alati palavuse ja külma käes samal kõrgusel — 36⁰-st—37⁰-ni (kaenla all mõõtes). Samal ajal tekib kehas soojust pidevalt toimuvate lagunemis- ja hapendumisprotsesside tagajärjel. Eriti palju soojust tekib lihaste suurendatud töö puhul. Näib, et meie keha peaks kiiresti muutuma liiga soojaks, mille tagajärjel vere ja rakkude valkained kalgastuksid ning tuleks surm. Kuid niisama pidevalt nagu sünnib soojuse tekkimine, toimub ka tema kaotamine keha pinna, see on naha kaudu. Nahk puutub kokku ümbritseva õhuga ja annab talle soojust edasi, nagu annab soojust köetud ahju pind.

Kuidas on siis nahk kohandatud sellega, et keha ei jahtuks külma käes alla normi ega läheks liiga kuumaks ümbritseva õhu kõrges temperatuuris, teiste sõnadega, kuidas piirab ta oma soojuse kaotust külma käes ja suurendab teda sooja käes?

Nahakapillaaride laienemise ja ahenemise tähtsus. Nahas, nagu meil teada, haruneb suur hulk veresoonte kapillaare. Kui õhu temperatuur tõuseb, laienevad nahasooned ja nende kaudu hakkab voolama suurem kogus verd.

Veri, voolates nahka, soojendab seda ja soojuse kaotus ümbritsevasse õhku marrasknaha kaudu sünnib palju kiiremini kui nahasoonte hariliku laiuse puhul. Seevastu, kui ümbritseva õhu temperatuur langeb, ahenevad veresooned, ja nõnda veresoojuse kaotus väheneb, piiratakse.

Sama nähtus toimub ka lihaste töö puhul, kui tõuseb vajadus soojust suuremal määral ära anda: nahasooned laienevad, verevool nahas suureneb ja soojuse äraandmine kasvab.

Nagu meil juba teada, korraldatakse nahasoonte laiendamine ja ahenemine soontelaiendajate ja soonteahendajate närvide harude kooskõlastatud töötamise teel.

Alkohol halvab soonteahendajaid, veresooned jäävad laienenud olekusse hoolimata ümbritsevast madalast temperatuurist, teiste sõnadega, häiritakse loomulik soojuste äraandmise korraldus (regulatsioon) — ja nahk jääb kogu aja kuumaks. Sellega ka seletatakse kõigile tuntud asjaolu, et jooanud isik harilikult ei tunne külma; ta samamugav pakasel päeval hõlmad laiali, uinub rahulikult pakase käes. Samal ajal aga soojuste suurendatud kaotuse tõttu jooanu keha temperatuur langeb, mõnikord isegi mitme kraadi võrra. Keha temperatuuri langus nõrgendab organismi elutegevust, suurendab haiguste vastuvõtlikkust ja võib tuua surma. Sellega siis on alkoholi soojendav toime rajatud enesepettusele.

Higi erituse ülesanne keha temperatuuri reguleerimisel. Higinäärmete osavõtt keha temperatuuri reguleerimisest on eriti suur õhu temperatuuri tunduva tõusu puhul või lihaste suurendatud töö puhul. Eritunud higi aurab keha pinnalt. Kuuma ilma puhul lihaste suurendatud töö tagajärjel higi eritumine võib muutuda nõnda rikkalikuks, et ta ei suuda aurata. Seevastu külma käes ja keha rahulikus olekus higi eritumine langeb järsult.

Nende nähtuste mõtte saab meile selgeks, kui meenutame, et vesi neelab auramisel palju soojust. Nahapinnale eritunud higi aurab, võtab ära liigse soojuste ja selle tagajärjel keha temperatuur ei tõuse isegi 40—50-kraadilises kuumuses.

Muidugi on sel puhul väga tähtis, et õhk ei oleks liiga niiske. Väga soojas ja niiskes õhus on higi eritusest vähe kasu: teda eritub küll suurel hulgal, kuid niiske õhk soojust ei neela, higi ei aura ja jääb nahapinnale ning soojuste äraandmine osutub puudulikuks. Niisuguseil juhtudel võib tek-

kida organismi ülekuumenemine. Külma õhku võib kergemini välja kannatada vähese niiskuse puhul. Asi seisneb selles, et niiske õhk juhib soojust paremini kui kuiv. Seepärast tõuseb niiske ja külma ilma puhul soojuse kaotus, ja organism võib kergesti liigselt jahtuda.

§ 42. NAHA PUHTUSE HOIDMISE TAHTSUS.

Naha korrapäraseks tööks on vajalik tema puhtus. Alaliselt keha lahustele osadele sattuv tolm, marrasknaha pudenevad sarvestunud rakud, naha rasu ja lõpuks higi anorgaanilised ja orgaanilised osad, mis jäävad nahale pärast ta auramist — kõik see koguneb alaliselt nahale ja takistab ta korralikku tegevust. Kõik see mustus koguneb eriti naha kurdudesse, kortsudesse ja lohkudesse.

Mustuse kogunemise tagajärjel ummistuvad rasunäärmete avad ja higi eritumine on takistatud. Et naha eritised sisaldavad, kuigi vähesel hulgal, orgaanilisi aineid (kusiainet, rasva, valkaineid), siis varsti algab nende lagunemine, mille kaasas käib lenduvate, halvalõhnaliste ainete tekimine.

Nahale sattuvad pisikud. Peale selle loob nahale kogunenud mustus seal soodsad tingimused arvurikaste bakterite ja teiste pisikute eluks ning sigimiseks. Nahale sattuvad pisikud on väga mitmesugused. Siin leiame süütute pisikute kõrval mädanikubaktereid¹, tuberkuloosibaktereid, ning taudide puhul koolera, kõhutüüfuse, düsenteeria ja teiste haiguste baktereid. Räpaseil isikuil ulatub bakterite hulk nahal hiiglarvudeni: sääraseil isikuil leiti kuni 40 tuhat bakterit ühe-ruutsentimeetrilisel nahapinnal, nahapinna üldise suuruse 1,5 m² kohta tuleks seega kuni 600 miljonit mitmesugust bakterit.

Mürgid, mis tungivad naha kaudu organismi. Mõnedel ainetel on omadus tungida organismi vigastatud naha kaudu. Sääraste ainete hulka kuuluvad elavhõbe ja aniliin, mida laialdaselt kasutatakse mitmesuguseis tööstustes, eriti keemiatööstuses. Nii elavhõbe kui ka aniliin on mõlemad kanged mürgid, mis hävitavalt mõjuvad organismile. On arusaadav,

¹ Mõned mädanikubakterid, sattudes kriimustuse kaudu nahasse, põhjustavad ta haigestumisi (näit. roosi), mis võib lõppeda üldise mürgistuse ja surmaga.

et nende mürkide sattumine nahale on eriti ohtlik. Rápáne inimene on kardetav mitte ainult endale, vaid ka teistele. Määrduud riideid võib vahetada, nahka aga vahetada ei saa ning tema hoidmine puhtana on vajalikuks tingimuseks, et kaitsta enda ja kaasanimeste tervist.

§ 43. MURKAINED, MIS TOIMIVAD NAHA KAUDU.

Nahkasöövítavad ained. Ründeainete hulka, mida kasutasid imperiahistlikud riigid sõja ajal, kuuluvad nn. nahkasöövítajad ained. Nad ärrítavad nahka ja põhjustavad haavandite tekkimist, mis ei taha paraneda. Tuntuimad neist on ipriit ehk sinepigaas, sest tal on sinepi lõhn, ja lüsiit (levisiit), millel on geraaniumi (kurereha) lõhn.

Ipriit on õline vedelik, ta on püsiv ründeaine. Ta võib nädalate viisi püsida maapinnal ja esemeil, kuhu ta sattus. Peale selle, et ipriit tekitab ville ja raskeid haavandeid, põhjustab ta veel silmapõletikku, lämbumist ja üldist mürgistust. Rasked mürgitusjuhud ipriidiga lõpevad surmaga. Lüsiit (levisiit) on samuti nahkasööviv ja lämmatav aine. Ta tungib kergesti läbi riide ja toimib ipriidist kangemalt.

Kaitseriided. Ipriidi ja teiste ründeainete vastu, mis mõjuvad nahale, kasutatakse kaitseriietust. See koosneb kummisaapaist, kummikindaist ja kindlalt nõõbitavast kostüümist, mis ei lase ründeaineid läbi. Et teha riiet ründeainete-kindlaks, immutatakse teda sageli linaõli või värnitsaga.

Võitlusabinõud püsivate ründeainete vastu. Kui ipriiditilgad satuvad nahale, siis tuleb nad pulgakese otsa keeratud puuvillatopiga eemaldada. Eemaldamisel ei tohi teda laiali määrida, vaid teda tuleb lasta imbuda puuvillatopikesse (kogu aeg tuleb puuvilla vahetada). Siis pestakse keha hoolega seebiveega või hõõrutakse teda hoolsasti petrooleumi, bensiini või piiritusega niisutatud lapiga. Nahkasöövítava aine mürgistus on väga ohtlik. Seepärast igaüks, kes on sattunud nende ainete toime piirkonda, peab kiiresti pöörduma arsti poole, isegi sel juhul, kui ta tunneb ennast täiesti tervena.

Ipriidiga mürgistatud pinnasele tuleb riputada kloorlupja ja teda siis ümber kaevata; riiet desinfitseeritakse aurukambris või tuulutatakse teda mõni päev päikese käes; pesu keedetakse leeliselega vähemalt üks tund; jalanõud hõõrutakse kloorlubjaga; eluruume tuleb hoolsasti õhutada.

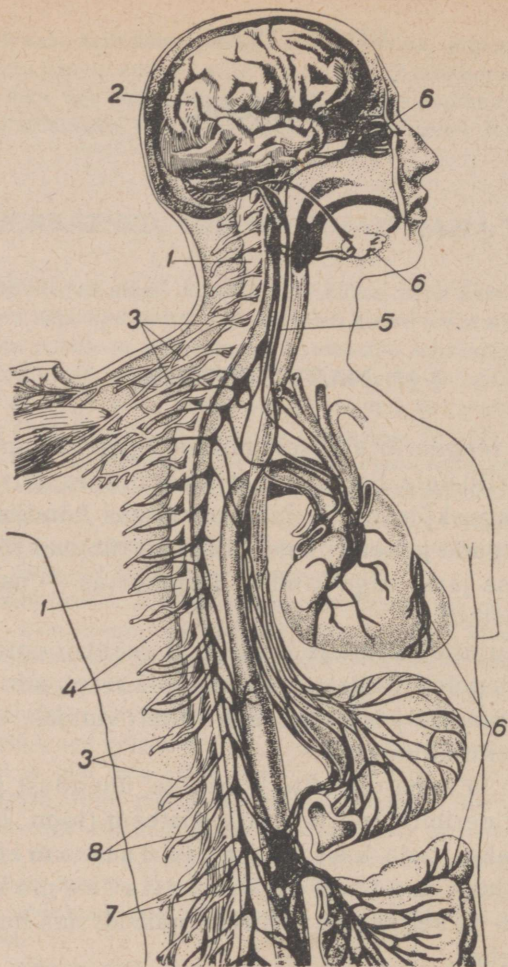
Närvisüsteem.**§ 44. NÄRVISUSTEEM.**

Organism reageerib alaliselt mitmesuguseile ümbritseva keskkonna ärritustele. Seejuures toimub mitmesuguste kehaelundite töö kooskõlastatult. Nõnda näiteks kõndimisel või jooksmisel jalgade ja kere lihaste üksikud rühmad tõmbuvad kokku üksteise järel väga kindlas järjekorras — nad töötavad kooskõlastatult.

Mil teel kujuneb säärane organismi reaktsioonide kooskõlastus ärritustele? Kuidas tuleb seletada sidet, mis valitseb üksteisest eemalseisvate kehaosade vahel? Kuidas reguleeritakse iga üksiku elundi töö?

Organismi ja tema elundite kooskõla, ühendust ja reaktsioonide reguleerimist teostab närvisüsteem (joon. 78). Harilikult liigitatakse teda kesk-närvisüsteemiks, s. o. pea- ja seljaajuks, ja piirde-närvisüsteemiks, kuhu kuuluvad pea- ja seljaajust väljuvad närvid, mis harunevad laiali kogu kehas.

Mitte väike tähtsus organismi, eriti ta siseelundite elutegevuses, on teatud määrani autonoomsel, nn. vegetatiivsel närvisüsteemil. Vegetatiivsesse süsteemi kuulub kaks süsteemi: sümpaatiline ja parasümpaatiline süsteem.

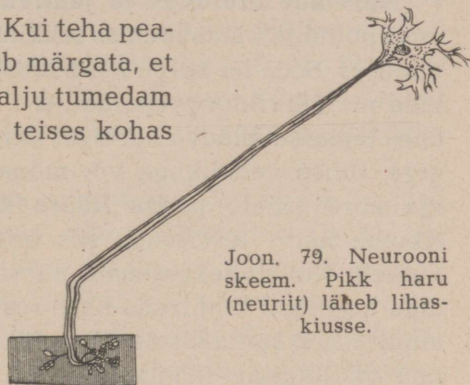


Joon. 78. Inimese närvisüsteem (skeem):
 1 — seljaaju; 2 — peaju; 3 — seljaajust väljuvad
 närvid; 4 — sümpaatilise süsteemi piirtüvi; 5 — para-
 sümpaatiline (uit-) närv; 6 — sümpaatiliste ja para-
 sümpaatiliste närvide harunemine elundeis; 7 —
 sümpaatilised närvitüngud aordil (päikjaspõimik);
 8 — närviharud, mis ühendavad kesknärvisüsteemi
 sümpaatilise süsteemiga.

§ 45. NÄRVIRAKUD JA NÄRVID.

Närvirakud. Enamikul närvirakkudel, nagu meil juba teada (vaata lk. 28), on mitu lühikest harunevat haru ja üks pikk haru. Harunevaid harusid nimetatakse põõsasharudeks ehk dendriitideks. Üksikut pikka haru nimetatakse neuriidiks. Närvikiud on neuroiidid, mis on ümbritsetud erilise kestaga.

Aju hall- ja valgeollus. Kui teha peavõi seljaajast läbilõik, võib märgata, et ajuaine on mõnes kohas palju tumedam (see on nn. hallollus), teises kohas aga palju heledam (valgeollus). Nõnda näiteks peaju suurte poolkerade koor, see tähendab pindminekiht, koosneb hallollusest, kuna sügavamal asetseb valgeollus. See aju üksikute piirkondade värvide erinevus on tingitud asjaolust, et



Joon. 79. Neurooni skeem. Pikk haru (neuriit) läheb lihaskiuisse.

et närvirakkude kehal on hall värvus, närvikiududel on erilise kesta tõttu valge värvus. Teiste sõnadega, aju hallollus koosneb peamiselt määratu suurest hulgast närvirakkudest. Närvirakkudest väljuvad kiud koonduvad tiheda massina ja tekitavad aju valgeolluse.

Närvid. Väljunud ajust, ühinevad närvikiud suurteks kimpudeks ja kulgevad üheskoos pikkade valgete niitide kujul, mida nimetatakse närvideks. Seega iga närv koosneb paljudest närvikiududest. Sellest hoolimata et igal kiul on kest, on kogu närv ümbritsetud üsna paksu ümbrisega.

Neuroon. Närvirakku kõigi tema harudega, s. t. neuroiidi ja põõsasharudega, nimetatakse neurooniks (joon. 79).

Kogu närvisüsteem koosneb peaaegu täielikult tohutust hulgast neuroonidest ja nende vahel asetsevaist nn. tugikoerakudest ja -kiududest.

§ 46. NÄRVIDE OMADUSED.

Närvikoe erutuvus ja juhtivus. Iga närv erutub ärritamise puhul ja saadab temas tekkinud erutuse edasi kogu oma ulatuses. Seda on kerge näha lihtsa katse juures, kui valmistada nn. närvilihaspreparaat, s. t. lõigata kehast välja lihas ühes temasse mineva närviga. Ärritades närvi elektriga, löögiga, tulise vedelikuga või mõne keemilise ainega, võime iga kord tähele panna lihase kokkutõmbumist. Kui aga rikume närvi terviklust, siis erutuse edasiandmine temas katkeb. Kui näiteks seome närvilihaspreparaadi närvi niidiga tugevasti kinni, siis lihas reageerib kokkutõmbumisega ainult närvi ärritamisele altpoolt kinniseotud kohta, s. t. osas, mis on lihasele lähemal; seotud kohast kõrgemalt närvi ärritades mingit kokkutõmbumist ei teki.

Erutuse juhtivusvõime on närvikoe põhiline ja tähtsaim omadus.

Tsentrifugaalsed ja tsentripetaalsed neuroonid. Harilikult iga neuroon, s. t. iga närvirakk ühes oma harudega, juhib erutusi ainult ühes suunas. Neuroonid, mis juhivad erutusi kesknärvisüsteemist, s. t. pea- ja seljaajust lihaseisse või teistesse elunditesse, nimetatakse *tsentrifugaalseiks* ehk *liigutusneuroonideks*. Neid neuroone, mille kaudu nahast või keha teistest kohtadest saadud erutused saadetakse edasi ajusse, nimetatakse *tsentripetaalseiks* ehk *tundeneuroonideks*.

Seljaajust väljuvad neuroonid sisaldavad mõlemat liiki kiude, nii tsentrifugaalseid kui ka tsentripetaalseid. Pea-

ajust väljuvad närvid on ka peaaegu kõik seganärvid, s. t. nad koosnevad tsentrifugaalseist ja tsentripetaalseist kiududest.

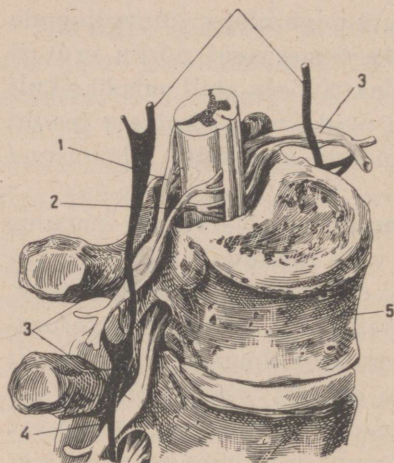
Erutuste liitumine. Erutused, mis tekivad mõnes mistahes neuroonis, antakse harilikult edasi teisele, sellelt kolmandale neuroonile jne. Seejuures erutuste ühelt neuroonilt teisele edasiandmise tähtsa omadusena esineb erutuste nn. summearumine ehk liitumine. Närvirakul nagu oleks võime koguda endasse erutusi. Võib kasutada niisuguseid nõrku erutusi (näiteks ärritused väga nõrga elektrivoolu abil), mis üksikult ei kutsu esile erutusi. Kui aga neid ärritusi korrata teatud sagedusega mitu korda järgemööda, siis selle tulemusena tekib närvis erutus.

Närvirakkude erutuvuse muutused. Närviraku omadus võtta vastu ja juhtida erutust võib tunduvalt muutuda. On arusaadav, et protsesside käik on erinev sõltuvalt sellest, kas närvirakkudel on suurendatud või vähendatud erutuvust. Närvirakkude erutuvuse muutus ilmneb väga selgesti mõnede mürkide toimel. Nõnda näiteks alkohol pärast erutuvuse esialgset lühiajalist tõusu põhjustab tema tunduvat langust. Strühniin tekitab nii tugevat erutuvuse kasvamist, et strühniiniga mürgistatud loom kergeimale puudutamisele reageerib tugevaimate krampidega.

Erutuse juhtivuse kiirus. Oma ajal arvati, et närvi erutus on olemuslikult elektriline nähtus. Tegelikult ei ole lugu nii. Erutuse juhtimine on äärmiselt keeruline füsioloogiline protsess, mil ei ole midagi ühist elektrivoolu juhtimisega. Selle väite üheks tõenduseks võivad olla närvi kaudu toimuvate erutuse juhtimise kiiruse uurimused. Üks suurimaid füsiolooge — *H e l m h o l t z* — näitas möödunud sajandi keskpaiku, et erutus levib närvi kaudu kõigest ainult mõnekümne meetrilise kiirusega sekundis, elektrivoolu levimiskiirus on aga mitu korda suurem.

Seljaaju. Seljaajul on pika nõõri kuju, mis kahe vaoga on jagatud paremaks ja vasakuks pooleks. Ta asetseb luukanalis, mille tekitavad lülisamba lülrikaared. Seljaaju põiklõigu vaatlemisel võib kergesti tähele panna, et äärtel asetseb

valgeollus (s. t. närvikiudude kogum), keskel hallollus (närvirakkude kogum) (joon. 80). Põiklõigu keskpaias võib näha kanalit, mis kulgeb pikuti läbi kogu selja- ja ka peaaju. Ta sisaldab vedelikku, mis sarnaneb koostiselt lümfiga. Iga kõrvuti asetseva lülipaari vahelt väljuvad seljaajust paremale ja vasakule poole seljaaju seganärvid (kokku 31 paari).



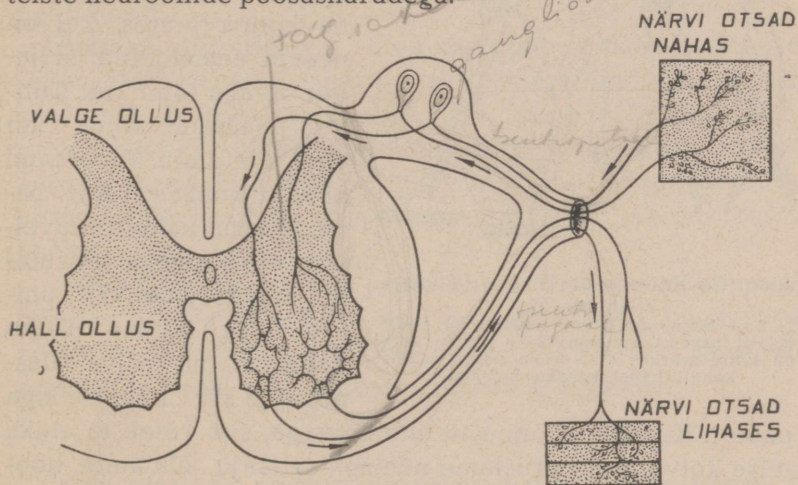
Joon. 80. Seljaaju (lülisambakanalis):

- 1 — tagumine juur; 2 — eesmine juur;
3 — lülidevaheline tänk; 4 — sümpaatiline piirtüvi; 5 — lüli.

tagumise juure kaudu aga tsentripetaalsed närvikiud. Juured liituvad pärast seljaajust väljumist üheks närviks.

Tsentripetaalsed neuroonid. Tsentripetaalsete kiudude ja tagumiste juurte kaudu lähevad erutused seljaajusse, kus ka lõpeb tsentripetaalne närv. Tsentripetaalseil neuroonidel, mille kiud sisenevad seljaajusse keha mitmesuguseist kohtadest, puuduvad põõsasharud, kuid seevastu on neil kaks pikka haru. Nende neuroonide rakud asetsevad tagumistes

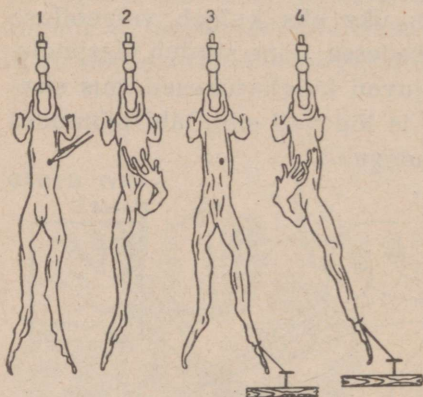
juurtes, tekitades siin tänke, mida nimetatakse lülidewahe-
listeks tänkudeks. Üks pikk haru juhib rakukehasse erutusi,
mis tulevad tema tundlikest otstest nahas, lihaseis ja mujal;
teist pikka haru mööda saadetakse erutus rakust seljaajusse.
Seljaajus see haru haruneb: üks oks kulgeb valgeolluse
kaudu seljaaju alumistesse osadesse, teine siirdub ülespoole.
Neist mõlemaist okstest väljuvad külgharukesed, mis sise-
nevad seljaaju hallollusesse ja lõpevad siin, läbi põimudes
teiste neuroonide põõsasharudega.



Joon. 81. Refleksikaare skeem.

Tsentrifugaalsed neuroonid. Joonisel 81 on näidatud eru-
tuse üleminekut tsentripetaalsest neuroonist tsentrifugaal-
sesse neurooni, mille rakk asetseb hallolluse eesmistes nuk-
kides ehk, nagu neid harilikult nimetatakse, hallolluse ees-
mistes sarvedes. Siit kulgeb tsentrifugaalse neurooni pikk
haru (närvikiud) eesmise juure ja siis seljaaju närvi kaudu
töötavasse elundisse, näiteks lihasesse või näärmesse. Nõnda

siis erutus, mis tekkis tundenärvide otste ärritamisest, siirdub seljaajusse ja sealt läheb ta teist neurooni kaudu näiteks lihasesse ja sunnib viimast kokku tõmbuma.



Joon. 82. Katse peata konna happega ärritamisega.

1, 2 — konn pühib happe paremalt poolt seljalt parema koivaga; 3 — parem koib on kinni seotud; 4 — konn pühib sellelt kohalt hapet vasaku koivaga.

paberi. Kui see ei õnnestu ühe koivaga, siis võtab ta abiks teise koiva. Kui purustame nõelaga seljaaju, siis konn, hoolimata näpistustest või ärritamisest happega, jääb endiselt liikumata — ta ei reageeri enam ühelegi ärritusele.

Nagu toodud katse näitab, ärritab hape nahka ja ühes sellega ärritab ta nahas asetsevaid tsentripetaalsete kiudude otsi. Tsentripetaalseis kiududes tekkinud erutused antakse edasi meile juba tuntud teed mööda seljaaju kaudu koivalihasesse ning need hakkavad tegutsema. Närvisüsteemi osavõtul toimuvat organismi vastusreaktsiooni ärritusele nimetatakse, nagu teame, **r e f l e k s i k s**, ja selle juures toimuvaid liigutusi — **r e f l e k t o o r s e i k s l i i g u t u s t e k s**.

Katse konnaga, kelle pea on ära lõigatud. Nähtust, kuidas erutused antakse edasi tsentripetaalseilt neuroonidelt tsentrifugaalseile, võib hästi näha konna juures, kel on peaju eemaldatud, seljaaju on aga täielikult säilinud. Säärane konn elab veel mõne aja. Riputanud konna konksu otsa, paneme tema nahale väävel- või soolhappega niisutatud paberi (joon. 82). Lühikese aja pärast tõstab konn lähima koiva ülespoole ja kõrvaldab sellega

Refleksikaar. Närvi erutuse levimisteed, mis koosneb tsentripetaalseist ja tsentrifugaalseist neuroonidest ja kulgeb selja- või peaaaju ühe või teise piirkonna kaudu, nimetatakse *r e f l e k s i k a a r e k s*. Lihtsaima refleksikaarega me juba tutvusime. Kuid sääraseid refleksikaari, mis koosnevad ainult kahest neuroonist, ei ole tegelikult peaaegu olemas. Võib-olla tuleb sääraseks kaareks pidada nn. „põlve-refleksi“¹. Enamik reflekse on palju keerulisemad. Nende kaared koosnevad kolmest, neljast ja veel suuremast arvust neuroonest.

Seljaaju liitrefleksid. Nagu meil juba teada, tekitavad seljaajusse sisenenud tsentripetaalsed närvikiud harusid, mis siirduvad nii üles- kui ka allapoole. Seega võib sama neurooni erutus kanduda seljaaju mitmesugusesse „kordadesse“. Täpselt samal viisil võib erutus lisaneurooni kaudu kanduda vastaspoolde, näiteks seljaaju paremast pooldest vasakusse poolde.

Seepärast hakkavadki peata konna ärritamisel happega liikuma nii tagumised kui ka eesmised koivad, kuna väga nõrga ärritamise puhul koivad jäävad liikumatuks ja ainult ärritamise kohal võib märgata lihaste tõmblemisi.

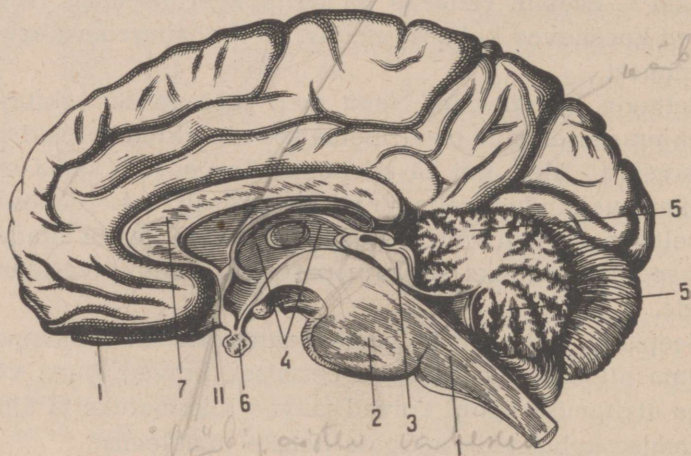
§ 48. PEAAJU UKSIKUTE OSADE EHITUS JA TÖÖ.

Seljaaju närvide tsentripetaalsed kiud kulgevad piki seljaaju ja tungivad peaaajuni. Täpselt samuti kulgevad ka arvurikkad tsentrifugaalsed kiud peaaaju üksikuist osadest seljaajusse. Nõnda siis pea- ja seljaaju moodustavad ühise terviku, on tihedasti teineteisega seotud ja töötavad ühiselt

¹ Et saada põlverefleksi, tuleb istuda, panna üks jalg teisele põlvele ja lüüa nüüd kämbla äärega või väikese haamriga kõõlust allpool põlvetetra. Kohe kargab jalg ülespoole.

ning kooskõlastatult. Peaaju alguseks peetakse seda kohta, kus seljaaju läheb ajukolju õõnde.

Lootel tema arenemise varasemas järgus kujutab kesk-närvisüsteem pikka toru, mis on laienenud keha eesmises osas. Soondumiste tagajärjel see laiendus moodustab kolmn. a j u p õ i t. Hiljemini tagumise põie alumisest seinast are-



Joon. 83. Peaaju pikilõik:

I — haistmisnärv; II — nägemisnärv; 1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — neliküngastik; 4 — kühm; 5 — ajuke; 6 — aju-ripats; 7 — mõhnkeha, mis tähendab suuraju poolkerasid.

neb piklik aju (1 — joonisel 83 ja 2 — joonisel 84), eesmisest osast — ajusild (2 — joon. 83 ja 3 — joon. 84) ja ajuke (5 — joon. 83 ja 4 — joon. 84). Keskmise ajupõie moodustab inimesel ja kõrgemal loomil võrdlemisi väikese osa peaajust. Sellesse ajuossa kuulub neliküngastik (3 — joon. 83), mis kujutab nelja väikest kühmu aju tagumisel pinnal ajukese ja aju suurte poolkerade vahel.

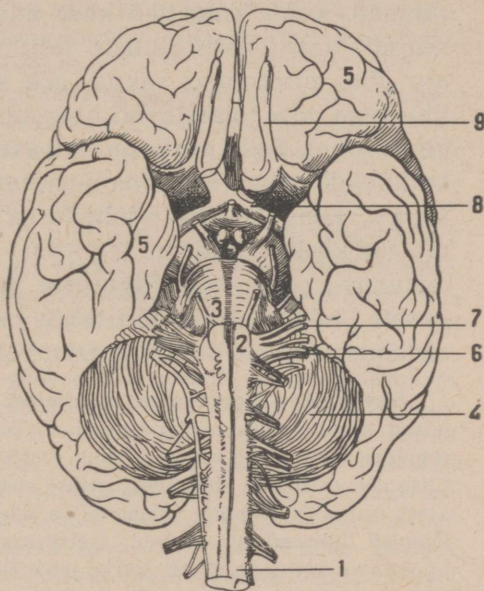
Eesmine ajupõis, kasvades laiali, tekitab kõrgemal loomil ja eriti inimesel peaaju põhimassi. Tema tagumisest osast tekivad hallolluse kogumid — nn. kühmud (4 — joon. 83), juttkeha, kuna eesmisest osast tekivad suuraju poolkerad.

Pikuti mööda peaaju tüve, piklikust ajust kuni poolkeradeni, kulgeb kanal, mis kohati laieneb (ajuvatsakesed) ja esineb seljaaju kanali pikendusena.

Peaaju mitmesuguseis osades ei ole hall- ja valgeollus kaugeltki mitte ühetaoliselt asetatud. Nõnda tekitab hallollus piklikus ajus ja ajusillas terve rea mitmesuguseisse kohtadesse paigutatud kogumeid, mida nimetatakse tuumadeks. Neliküngastik ja kühmud koosnevad peamiselt hallollusest. Ajukeses ja suuraju poolkerades hall-

ollus asetseb pinnal, mis on kirjatud arvurikaste v ag u d e g a. Peale selle ajukeses ja suuraju poolkera pindmise kihi ehk, nagu öeldakse, a j u k o o r e all leidub samuti hallolluse kogumeid.

Peaaju närvid. Peaajust väljub 12 paari närve (haistmis-, nägemis-, kuulmis-, näo-, keeleneelu-, uit- ja teised närvid).



Joon. 84. Peaaju (altpoolt vaadates):
 1 — seljaaju; 2 — piklik aju; 3 — ajusild;
 4 — ajuke; 5 — suuraju poolkerad; 6 — uit-
 närv; 7 — kuulmisnärv; 8 — nägemisnärv;
 9 — haistmisnärv.

On arusaadav, et peaju teatavais piirkondades asetsevad närvirakkude kogumid, mille kiud kuuluvadki mainitud närvide koostisse.

Piklikuaju kesked. Peaaju üksikuil piirkondadel on eri tähtsus. Nõnda on piklikuaju hallolluses närvirakkude rühmad, kuhu kulgevad kõik need refleksikaared, mis on seotud tähtsaimate eluliste talitlustega. Nõnda on piklikuaju ühes piirkonnas rakud, mis seljaaju kaudu on seotud lihastega, mis toimetavad hingamisliigutusi (sisse- ja väljahingamine). Selle piirkonna vigastamisel hingamisliigutused katkevad, mispärast teda nimetatakse *hingamiskesk*. Hingamiskeske läheduses piklikus ajus on ka teised tähtsad kesked: südame tegevust reguleeriv kese, neelamis-, mälumis-, oksendamislüigutuste kesked ja teised. Üksikute kesete hävitamisel häiritakse vastavate elundite tööd: südame, neelamislihaste ja teiste elundite talitlust.

Siseelundite tegevuse reguleerimine. Mitte ükski piklikaju, vaid ka teised kesknärvisüsteemi piirkonnad võtavad osa siseelundite talitluse reguleerimisest. See reguleerimine teostub sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi abil. Sümpaatilise süsteemi närvikiud väljuvad seljaajust rinna- ja ülemiste nimmelülide kõrguselt. Nende kiudude kimpud lähevad lülisambast eespool asetsevasse sümpaatilisse piirtüvesse (vt. joon. 78, lk. 160 ja joon. 80, lk. 164). See kujutab ahelikku, mis koosneb reast närvitähtedest, mis on omavahel ühendatud närvikiudude kimpudega. Sääraseid närvitähte võib leida suurte soonte seintes, samuti ka mitmes siseelundis. Sümpaatilised närvikiud, väljudes seljaajust, siirduvad mõne sümpaatilise süsteemi tängu närvirakkudesse. Neist närvirakkudest saavad alguse uued kiud, mis katkestamatult lähevad ühte või teise elundisse. Viimasel ajal on selgunud, et sümpaatilised kiud lähevad mitte ainult siseelundisse, vaid kõigisse kehaosadesse.

Parasümpaatilised närvikiud väljuvad peaju tüveosast kui ka seljaaju alumisest osast (ristluu kõrguselt). Üks peamisi parasümpaatilisi närve on uitnärv, mis siirdub siseelundite enamikusse, muuseas südamesse, makku, sooltesse ja teistesse.

Vegetatiivne närvisüsteem erineb oma ehituselt ja oma füsioloogilistelt omadustelt neist närvidest, mis lähevad luustiku lihaseisse ja

põhjastavad nende kokkutõmbumisi. Nii näiteks on vegetatiivsed kiud palju peenemad kui luustiku lihaste närvide kiud; erutus liigub vegetatiivsete kiudude kaudu mitu korda aeglasemalt.

Siseelundite tegevust mõjutavad vegetatiivse närvisüsteemi mõlemad osad vastandlikult. Näiteks parasümpaatiline närv (uitnärv) aeglustab südame kokkutõmmete rütmi, kuna sümpaatiline närv seevastu kiirustab südame kokkutõmbeid. Kahekordse innervatsiooni tagajärjel, s. o. vastandlikult toimivate närvide olemasolu tõttu siseelundite töö reguleerimine sünnib palju täpsemalt.

Kesknärvisüsteemist tulevad pidevalt sümpaatiliste ja parasümpaatiliste närvide kaudu erutuslained ehk impulsid, mis nagu häälestavad elundi tööd määratud suunas. Seega siis igal antud momendil sõltub siseelundite töö nende impulsside vahelkordadest, mis tulevad kesknärvisüsteemist vegetatiivse süsteemi mõlema osa närvide kaudu.

Liigutuste koordineerimine. Rida katseid, mis on tehtud viimasel ajal loomadega, kel kõrvaldati peaaegu üksikud osad, on näidanud, et keha tasakaal ning õige asend ja säärase keeruliste liigutuste, nagu kõndimise, jooksmise, hüppamise ja teiste reguleerimine sõltub pikliku aju, ajukese, neliküngastiku ja teiste, nii aju tüveosa kui ka suurte poolkerade koorealuste kesete piirkondade terviklusest. Liigutuste koordineerimine ja keha õige asendi säilitamine mistahes liikumise puhul on ainult võimalik sel juhul, kui kesknärvisüsteemi vastavasse piirkondadesse tulevad erutused tsentripetaalsete närvide kaudu meelteelundeilt, mis abistavad liigutuste reguleerimist, samuti ka lihaseist endist kõigis kehaosades. Erutustel, mis tulevad lihaseist, on täita seejuures suur ülesanne — nad justkui signaliseerivad igal antud momendil inimese keha asendist ruumis ja kutsuvad esile vastavad reflektorsed liigutused. Mitte väiksem tähtsus ei ole ka neil erutustel, mis tulevad nägemis- ja kuulmiselundeist. Nõnda asetseb neliküngastikus kese, mis reguleerib nägemis- ning kuulmismuljeid ja silmade liigutusi ühes keha kõigi osade liigutustega. Neliküngastiku tegevuse häired ei tekita nägemise ja kuulmise kaotust, küll aga on liigutuste koordineerimine takistatud niivõrd, kui sellest koordineerimisest võtavad osa kuulmis- ja nägemiselundid. Keha õige asendi säilitamisel on suur tähtsus neil erutustel, mis tulevad aju tüveosasse otoliitelundist sisekõrvas (vt. lk. 194). Tasakaalu säilitamiseks liikumisel on tähtsad need erutused, mis tulevad poolringikanalitest (vt. lk. 194). Ajukesel on samuti lähim suhe liigutuste juhtimisega. Ajukese kõrvaldamise puhul loomad ei pea nende liigutused enam küllaldaselt mõõtu ega saavuta sel põhjusel kohe eesmärki: niitelda liigutuste „töötlemine“ on kadunud.

Inimesel võtavad osa keeruliste liigutuste koordineerimisest ka need koorealused keskused, mis asetsevad poolkerades (kühmud, juttkeha).

Instinktid. Nende koorealuste keskuste vigastamisel rikutakse loomade keerulised reflektorsed liigutused, mis on seotud instinktidega: näiteks kallaletungi-, enesekaitse-, toiduotsimis- ja teiste instinktidega. Seega siis kogu peaju tüvel on tähtis ülesanne nende keeruliste liigutuste reguleerimisel, mis määravad üldjoontes loomade käitumise.

Igasugu keerulised liigutused (kõndimine, jooks, hüpped) kujutavad pikka rida üksteisega seotud ja korrapäraselt üksteisele järgnevaid reflekse. Samasugusel refleksi pikal real ehk ahelikul on suur tähtsus instinktide väljendumisel. Tuleb aga tähendada, et kõrgemal loomadel, seda rohkem inimesel, on instinktid ja teised käitumise väljendused peaju kõrgemate piirkondade, võiks ütelda, kontrolli all.

Poolkerade koore ülesanded. Suuraju poolkerade suuremate või vähemate piirkondade vigastused toovad inimesele harilikult surma. Koer võib jääda ellu isegi pärast kogu koore täielikku kõrvaldamist; kuid ta käitumine muutub järsult. Niinimetatud orienteerimisrefleks on tal säilinud: ta reageerib igale uuele ärritajale. Nii näiteks pöörab ta pea tugeva heli poole, reageerib valgusele. Kuid sellest hoolimata suhtub koer, kel on poolkerade koor kõrvaldatud, osavõtmatult kogu ümbrusesse. Ta sööb, kui pista ta nina söögikausi, kuid sööki ei suuda ta enam leida. Näidates talle toitu, jääb ta täiesti rahulikuks — isegi sülg ei eritu. Ta ei reageeri ka niisuguste loomade juuresolekule, nagu kass, küülik või lind; ta ei vasta teiste koerte haukumisele, tahab igaüht hammustada, kes teda puudutab, kuigi see on isik, kes teda alatiselt söödab.

Kõrgemate loomade normaalse elutegevuse vajalikuks tingimuseks on poolkerade koore terviklus. Poolkerade koore tegevus annab organismile võimaluse peenelt ja täpselt kohaneda välistingimustega, leida toitu, kus seda on, vältida ohte jne.

§ 49. TINGREFLEKSID.

Tingita ja tingrefleksid. Toitumis-, kaitse- ja muud refleksid, mis on säilinud koeral, kel on poolkerade koor kõrvaldatud, on sünnipärased ja neil on muutumatu iseloom. Nii täiskasvanud koeral kui ka koerakutsikal, kes iialgi ei ole liha maitsenud, algab seedemahlade eritumine, kui paneme

talle liha suhu. Käpa ärritamisel elektrivooluga tõmbab koer selle tagasi. Neid sünnipäraseid (alalisi) reflekse nimetas Pavlov tingita refleksideks, sest nad ilmnevad alati ega vaja mingeid täiendavaid tingimusi. Tingita reflekside kaared ei läbi mitte poolkerade koort, vaid läbivad peaaegu alamal asetsevaid osi ja seljaaju.

Normaalsel koeral tekib toitumisrefleks (seedemahlade eritamine, lakkumine, suu avamine jne.) mitte üksi toidu sattumisel suhu, vaid ka talle toidu näitamisel kaugelt: koer reageerib toidu nägemisele ja selle lõhnale; mõnikord jätkub tühja sööginõu kättevõtmisest, et tekitada kodukoeral toitumisrefleksi. Kaitserefleksi võib näha normaalse koera juures mitte üksi looma vahenditu puudutamise korral, vaid ka hädaohu ähvardusel. Teiste sõnadega, normaalne koer, erinevalt koerast, kel on poolkerade koor kõrvaldatud, reageerib väga mitmesuguseile ärritajaile, mis tulevad väliskeskkonnast. Need ärritajad on nagu signaalid, mis teatavad vaenlase lähenemisest, toidu olemasolust jne. Mida rohkem on loomal niisuguseid signaalreflekse, seda õigemalt ja täpselt on ta kohanenud ümbritseva keskkonna mitmesuguste tingimustega.

Signaalrefleksid, mis määravad normaalse koera käitumise, omandatakse looma poolt kogu elu kestel. Vastsündinud loomal nad puuduvad. Et eraldada neid sünnipäraseist tingita refleksidest, nimetas Pavlov neid uusi reflekse, mida omandatakse ja arendatakse välja looma kogu elu kestel, **tingrefleksideks**.

Tingreflekside kujunemine. Tingrefleksi näiteks võib olla sülje eritamine liha nägemisel. Sülje eritamist võib jälgida suure täpsusega, kui oleme teinud süljenäärme fistli (vt. lk. 102). Kui kutsikas veel kordagi elus ei ole liha söönud, siis liha näitamine ei kutsu kutsikal esile sülje eritumist. Et tekiks sülje eritamise tingrefleks liha nägemisel, tuleb kutsi-

kale mitu korda näidata liha ja seejuures ühtlasi sööta lihaga. Selle tulemusena liha näitamine, kuigi ei järgne söötmist, hakkab põhjustama sülje eritumist — on tekkinud tingrefleks. Sülje eritamise tingrefleks kujuneb koeral mitte ainult toidu nägemisel või selle lõhna puhul, vaid ka selles olukorras, milles koer harilikult saab toitu.

Kõige mitmesugusemad, pealt näha loomale täiesti ükskõik missugused väliskeskkonna ärritajad võivad muutuda tingita ärrituste signaalideks, s. t. niisuguseiks ärritajaiks, mis kutsuvad esile tingita refleksi. Selleks on vaja üht väga tähtsat tingimust: ükskõik missugune ärritaja võib muutuda signaalärritajaks (tingärritajaks), kui teda on saatnud (või, nagu öeldakse, on toetanud) küllaldane arv kordi tingärritaja.

Kui näiteks mõni heliline ärritaja (olgu näiteks pasunahääl), millesse loom suhtub ükskõikselt, iga kord käib kaasas looma söötmisega, siis sel tingimusel ta juba lakkab olemast sääraseks ärritajaks, millesse loom suhtub ükskõikselt, — ta muutub tingärritajaks, teiste sõnadega, ta tekitab tingrefleksi: tarvitseb ainult kord puhuda pasunat, kui juba hakkab sülje erituma. Harilikult mõjutakse esmalt tingärritajaga ja $1/2$ minuti pärast tingärritajale lisandatakse tingita ärritaja. Antud juhul tingrefleksi mõõdetakse selle süljehulga abil, mis eritub esimese $1/2$ minuti jooksul, s. t. enne tingita ärritaja juurdetulekut.

Sama ärritaja (pasunahääl) võib esile kutsuda kaitsetingrefleksi, kui ainult see hääl käib kaasas vastava tingita ärritaja toimega, näiteks koera käpa ärritamisega elektrivoolu abil. Elektrivoolu mõjul tõmbab koer käpa tagasi ja hakkab kiunuma — see on tingita refleks. Kaastades pasunahäält elektrivoolu sisselülitamisega võib lõpuks saavutada seda, et mõne aja pärast koer hakkab kiunuma ja käppa tagasi tõmbama ainult pasunahäält kuuldes.

Kui mitu korda järgemööda kasutada tingärritajat, ilma et me talle lisandaksime tingita ärritajat, siis tingrefleks soigub. Oletame, et koerale tekkis sülje eritamise tingrefleks ta vasaku reie sügamisel. Teiste sõnadega, iga reienaha sügamise puhul hakkab koeral sülge erituma. Kui kasutame iga mõne minuti järel neid tingärritajaid, ilma et me seda toetaksime söötmisega, siis algul $\frac{1}{2}$ minuti jooksul erituva sülje hulk väheneb ja lõpuks sülje eritumine lakkab.

Seega tingrefleksid, erinevalt tingita refleksidest, on mitte üksi omandatud, vaid ka ebakindlad, ajutised refleksid. Elu jooksul kujunevad nad tingita reflekside abil (tingärritaja „toetamise“ teel tingita ärritaja poolt), nad võivad soikuda ja uuesti taastuda. Igal loomal tekivad oma isendlikud tingrefleksid sõltuvalt ümbritseva keskkonna tingimustest. Kõrgemal loomil ühendatakse tingreflekside kaared mitmesuguseis poolkerade koore piirkondades.

Tingreflekside pärssimine. Tingreflexi kustumisel vastavas ajukoore piirkonnas tekib erutatud oleku asemel pärsitud olek. Pärssimine kujutab säärast närvirakkude olekut, mille puhul erutus ei või nende kaudu edasi kanduda. Seepärast nõrgenevad need refleksid, mille teel tekkis pärssimiskolle, või kaovad kogu pärsitud seisukorra kestuse ajaks.

Oleks siiski vale arvata, et pärsitud seisukord ei ole muud kui puhke, tegevusetuse seisukord. Selle väite tõenduseks, et pärssimine on samasugune aktiivne seisukord kui erutuski, võib olla katse kustuva refleksiga. Kui ülalmainitud viisil saavutada tingreflexi soikumist, siis peaks ka järgmisel päeval see refleks puuduma. Kuid tegelikult ta puhkeb uue jõuga: jälle võib märkida sülje eritamist vastuseks ainult sügamisele. Soikunud refleks taastus iseendast, ilma et teda oleks toetanud tingrefleks. Soikunud reflexi taastumine tekkis sel põhjusel, et vastavas ajukoore piirkonnas kujunenud pärsitud seisukord lõppes.

Erutus ja pärssimus on närvisüsteemi ühise, väga kee-
rulise talitusprotsessi väljendamise kaks külge. Mitme-
suguseis poolkerade koore piirkondades, samuti nagu kõigis
teistes närvisüsteemi osades, võib tekkida kord erutatud,
kord pärstitud seisukord. Pavlov ja teised füsioloogid tegid
kindlaks, et erutuse ja pärssimuse nähtuste alaline koostöö
on kogu kesknärvisüsteemi tegevuse aluseks. Igal antud
momendil on erutused ja pärssimused mitmesuguseis närvi-
süsteemi piirkondades erinevad.

Sellega on seletatav see reaktsioonide mitmekesisus, mida
me märkame sama looma reageerimisel ühele ning samale
ärritusele: kui lüüa koera kepiga, siis ta kas ajab hambad
irevile või hakkab haukuma, või kargab pealetungija kallale,
või jookseb minema, või lõpuks ei tee ta sellest väljagi.

Pärssimise nähtuste tähtsus. Tingreflekside pärssimise
tähtsus on väga suur. Kujutleme endile, et loom sattus
mingil põhjusel teistesse elutingimustesse, teise olukorda,
kus ta saab toitu hoopis teisel viisil, hoopis erinevate toidu
olemasolu signaalide juures. Võtame näiteks kas või toa-
koera, kel on välja kujunenud rida kindlaid toitumis- ja
kaitse-tingreflekse. Mis sünnib selle koeraga, kui ta kaotab
oma kodu ja muutub hulkujaks? Mõne aja pärast selle koera
harilikud tingrefleksid kustuvad, pärsitakse ja nende asemel
tekib rida uusi tingreflekse sõltuvalt neist uutest tingimus-
test, millesse koer sattus. Seega siis ühe osa tingreflekside
pärssimine ja teiste tekkimine on loomade kohanemise taga-
tiseks alaliselt muutuvate olemistingimustega. Ning alati
igale väliskeskkonna muutusele reageerib närvisüsteem uute
tingreflekside kujundamisega ja nende tingreflekside pärssi-
misega, mis uues olukorras ei saa toetust tingita refleksi
poolt.

Paljude aastate jooksul uuris Pavlov, kuidas sünnivad
ajukoores erutus- ja pärssimisprotsessid. Ta tegi kindlaks, et

tugeva erutuse või pärssimuse kolde ilmumine mõnes koore piirkonnas põhjustab vastandseisukorra tekkimist teistes närvisüsteemi piirkondades.

Sel põhjusel võib äkiline, järsk hääl, mis kutsub esile ühes ajukoore piirkonnas tugeva erutuse kolde, viia pärsitud seisukorda teised ajukoore piirkonnad, mille tulemusena kõik tingrefleksid soiguvad ajutiselt. Kui ajal, mil seedimine on intensiivsem, tuua kass koera juurde, kel oli tehtud maofistel, katkeb maomahla eritamine. See katse näitab, et tugev ärritaja võib pärssida ka tingita reflekse.

Akadeemik I. P. Pavlov pani tähele veel üht väga tähtsat erutus- ja pärssimusprotsessi omadust: ühes või teises ajukoore piirkonnas tekkinud erutus- või pärssimusprotsess ei jää liikumatuks; ta levib ajukoores ja koondub siis uuesti piiratud alasse.

Ärrituste analüüs ja selle tähtsus. Erutus- ja pärssimusprotsessi omadus levida koores või koonduda selle piiratud alasse annab loomale võimaluse äärmiselt peenelt tunda, analüüsida ärritust. Ütleme näiteks, et koeral on kujunenud tingrefleks pasunahäälele. Kui pärast selle refleksi tugevdamist samades tingimustes, mis olid varem, anda signaali sarvepuhumisega, siis koeral algab samuti sülje eritamine. See katse näitab, et erutusprotsess, levides koores, haarab endasse ka naaberpiirkonnad.

Kui aga jätkame koera söötmist ainult pärast pasunahääle ning sarvesignaali ei toeta söötmisega, siis mõne aja pärast ta lõpetab sülje eritamise sarvehääle puhul.

Ta teeb vahet mõlema hääle vahel, teisele häälele toimuv refleks pärsitakse nüüd. Nüüd juba erutusprotsess ei levi koores, vaid koondub vähemasse piirkonda, samal ajal kui naaberpiirkondades tekib pärssimuse seisukord. Võib saavutada sel teel üksteisele väga lähedaste muusikaliste helide äratundmist, a n a l ü ü s i m i s t, isegi säärast peent ana-

lүүsi, mida on võimelised tegema ainult isikud hästiarenenud muusikalise kuulmisega.

Samal viisil võib saavutada seda, et koer suudab analüüsida ka valgussignaale, liigutussignaale jt. Võib arendada sääraseil koertel võimet, et nad suudavad näiteks eraldada ovaali sõõrist ja teistest sääraseist kujutustest, eraldada lähedasi temperatuure üksteisest, eraldada üksikute kehaosade puudutamist jne.

Säärane välismaailma nähtuste analüüsi eluline tähtsus on täiesti selge. Tuleb ainult meenutada metsloomade käitumist, kes elavad vabaduses. Neile on iga krabin, iga vari, peenim lõhn, väikseim tuulepuhang toidu või hädaohu läheduse signaaliks ning niisuguse peene vahetegemise tõttu tekivad vastavad kaitse või kallaletungi keerulised reaktsioonid.

Uni ja hüпноos. Ajukoos tekkiiva erutus- ja pärssimisprotsessi uurimine andis Pavloville ainet, et seletada une ja hüпноosi nähtusi.

Sääraseil juhtudel, kui pärssimisprotsess vallutab koos tunduva piirkonna, muutub koer uniseks. Katsetades koertega pani Pavlov tähele, kuidas pärssimisprotsess vallutas ühe aju piirkonna teise järel ja kuidas koeral pikkamööda kadusid tingrefleksid. Kui pärssimus vallutab ka koore selle piirkonna, millega on seotud tahtelised liigutused, jääb koer sööginõu andmisel täiesti rahulikuks. Kuid see ei ole veel päris uni. Üheks und iseloomustavaks tunnuseks on kogu luustiku muskulatuuri lõtvumine. Nagu öeldakse, une ajal nõrgeneb järsku luustiku lihaste *tonus*, s. t. pinge. Lihastetoonus ei sõltu mitte poolkerade koosrest, vaid aju tüveosade närvikesetest.

Päris une algus on seotud pärssimuse levikuga neisse ajus alamalasetsevate osade närvikesetesse. Seni normaalses asendis püsinud koer langetab nüüd pea, tõmbab jalad alla ja jääb varsti rippuma kandepaeltesse. Kui sügav uni ka oleks, jätkab süda tuksumist. Ka teised siseelundid töötavad normaalselt. Järgemööda tõmbuvad kokku sisse- ja väljahingamislihased. Järelikult mitte kogu kesknärvisüsteem ei ole pärsitud olekus. Väga levinud pärssimuse taustal on säilinud ka erutus-kolded. Une puhul need erutuskolded võivad tekkida ka aju mitmesuguseis piirkondades — nii seljaajus, ajutüves kui ka poolkerade koosrest.

Sääraste erutuskollete olemasolu ongi une ajal tekkivate liigutuste, mõnikord isegi väljahüppamise ja kõnelemise põhjuseks.

Selle tõenduseks, et une puhul võivad poolkerade kooses tekkida erutuskolded ja sel või teisel määral levida üksikuis koore piirkondades, on unenäod. Sagedaimini on meie unenäod seotud nende nähtuste või sündmustega, mis toimusid meie silme ees või mille üle me enne uinumist mõtlesime. Une ajal kõige kergemini erutatakse need aju piirkonnad, mis sagedamini erutusid enne uinumist või mis üldse kergemini erutuvad. Mitmesuguseil inimestel ei ole unenäod ühesugused, sest nende ajutöö ei ole ühesugune, ei ole ühesugused nende mälestused, huvid ja mured.

Unenägude iseloom sõltub tähtsal määral nii kogu organismi kui ka tema üksikute elundite seisukorrast. Painavad unenäod — tulekahjudega, röövimistega ja tapmistega — on kõige sagedamini seotud ülitäidetud kõhuga, mille tagajärjel diafragma tõuseb ülespoole ja sel teel rõhub südant ja raskendab hingamist. Mida rohkem närvisüsteem päeval oli ärritatud, seda pöörasemad ja korratumad on harilikult unenäod.

Sageli ka ärkvel olekus hüppavad mõtted ühelt asjalt teisele, kuid magaja inimese suhtes on säärane mõtete hüplemine eriti iseloomustav. Sel teel ka seletatakse, miks inimene unes võib näha kõige võimatumaid ja mõttetumaid asju.

Hüпноosi seletab Pavlov samalt vaatekohalt, nagu ta seletab ka und. „Hüпноos,“ ütleb Pavlov, „on osaline uni.“ Kui pärssimus on vallutanud ainult koore liigutamispiirkonna, siis inimene näeb, kuuleb, vastab küsimustele, kuid kätt üles tõsta või püsti tõusta ta ei saa — koore vastavad piirkonnad on pärsitud olekus.

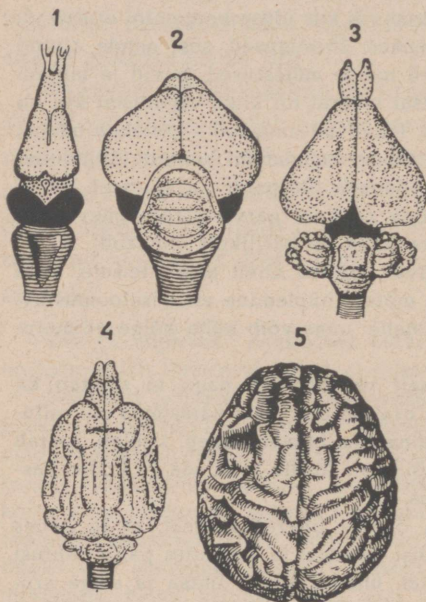
Seepärast ongi tähtis Pavlovi õpetus tingrefleksidest, et ta, tehes kindlaks rea kesknärvisüsteemi üldisi omadusi ja seletades palju nähtusi närvisüsteemi kõrgema talitluse alal, ühtlasi annab lihtsa ja selge arusaamise une ning unenägude nähtustest, hüпноosist ja mõnedest vaimuhaigustest. Samal ajal lükkab Pavlovi õpetus ümber religioossed väljamõeldised „ennustavaist“ ja „prohvetlikest“ unedest, inimestest, kes olla „vaevatud kurjadest vaimudest“, terveksaamisest „ime teel“ ja muist sääraseist asjust.

§ 50. INIMESE NÄRVISUSTEEMI KÕRGEM TALITLUS.

Inimese aju ja loomade aju. Loomade ja inimese närvisüsteemi ehituses ja töös on palju ühist. Kuid sellegipoolest on inimese ja loomade närvisüsteemi vahel sääraseid suured

erinevused, mistõttu inimese närvisüsteemi talitlus o m a d u s t e l t erineb loomade närvisüsteemi talitlusest ja mis inimese tõstavad hulga ettepoole loomade-maailma ridadest.

Kui võrdleme inimese peaaju teiste imetajate peaajuga, siis paistab silma aju suurus ja eriti aga tema suurte pool-



kerade suurus. Inimesel on peaaju näiteks 3% kehakaalust, ahvidel alla 0,5%, enamikul teistest loomadest aju kaal ei ületa 0,1% kehakaalust. Poolkerad moodustavad inimesel peaaju peamise massi, samal ajal isegi kõrgemal loomadel on poolkerad võrdlemisi nõrgalt arenenud (joon. 85). Keskaju on madalamal loomadel üsna tugevasti arenenud, inimesel omab ta aga vähest ruumala.

Poolkerade koor. Eriline tähtsus on sel tõigal, et poolkerade koor, s. t. hallollus on suuresti arenenud. Inimese ajukoore pindala on keskmiselt 1250 ruut-

sentimeetrit, samal ajal näiteks hobusel see ei ulatu 350 ruutsentimeetrit. Säärane suur pindala tekib seetõttu, et koor on nagu paindunud arvurikkaiks kurdudeks-käärudeks, mis on üksteisest lahutatud vagudega (joon. 86 ja 87).

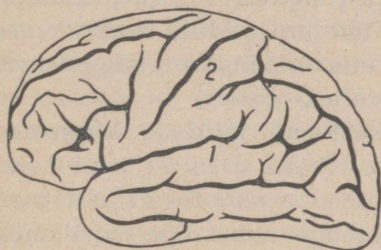
Kõigist arvurikkaist vagudest, mis künnavad läbi inimese peaaju suurte poolkerade pinna, on suurimad ja sügavamad

Joon. 85. Peaaju:

- 1 — konnal; 2 — tuvil; 3 — kütülikul;
4 — koeral; 5 — inimesel.

kaks: üks neist kulgeb kummalgi poolkeral eest tahapoole ja lahutab oimusagara teistest osadest, teine läheb põiki ülalt alla ja on laubasagara ning kiirusagara vahepiiriks.

Suuraju poolkerade koore kesked. Vaadeldes inimesi, kel haigusprotsesside tagajärjel ajukoore üksikud piirkonnad on hävinud, õnnestus kindlaks teha, et üksikute piirkondade koore kesete funktsioonid ei ole ühesugused. Nõnda asetsevad ajukoore kuklasagarais nägemiskesked, mis on seotud nägemiselunditega. Kuulmiskesked asetsevad koore oimusagarais. Mõlemal pool vagu, mis lahutab laubasagarad kiirusagaraist, asetsevad kõrgemad liigutuskesked ja naha ning lihaste tundlikkuse kesked.



Joon. 86. Suuraju poolkerade vaod:
1 — oimuvagu; 2 — keskvagu.



Joon. 87. Osa poolkera läbilõik. On näha vaod ja hall- ning valgeolluse asetus.

Katsed loomadega näitasid, et ärritades paljastatud aju kindlaid piirkondi, võib kutsuda esile teatud kehaliigutusi, näiteks esijäseme painutamise. Inimestel, kel olid vigastatud liigutuste kesete piirkonnad või naha ja lihaste tundlikkuse kesete piirkonnad, võis tähele panna vastavate kehaosade tundlikkuse kaotust või tahteliste liigutuste lakkamist.

Tingrefleksid inimesel. Poolkerade koor on selleks kesk-närvisüsteemi piirkonnaks, mille rakkude kaudu, nagu meil teada, teostuvad elu kestel üha uuemad mitmesugused när-

vide ühendused; teiste sõnadega; ajukoos ühinevad tingreflekside reflektorsed kaared. Seni, kui me kõnelesime tingrefleksidest, pidasime silmas peamiselt kõrgeimaid loomi. Siiski tingreflekside tekkimisel, nende pärssimisel ja analüüsil on suur ülesanne ka inimeste elus. Seejuures poolkerade koore määratu suure arenemise tõttu inimesel tingreflektoorne tegevus ja sellele rajatud analüüs toimub palju peenemalt ja keerulisemalt kui loomadel.

Närvisüsteemi tingreflektoorsele talitlusele on antud meie elus väga tähtis koht. Me veendume selles, kui jälgime kas või osa meie tegutsemisest ühe päeva jooksul, alates ülestõusmisega hommikul ja lõpetades öise unega (ülestõusmine äratajakella kõlina või mõne teise signaali tagajärjel, riietumine, pesemine, einestamine, töö jne.). Mitte väikese osa meie harilikest tegutsemistest, mis on mõnikord väga keerulised, me teeme alateadlikult, reflektorselt.

Inimese ja loomade närvisüsteemi talitluse kõrgemad vormid. Siiski poolkerade koore tähtsus ei piirdu mainituga. Juba kõrgemal imetajail kujunevad ajukoos erilised piirkonnad, kuhu nagu kinnitused looma elus kõige sagedamini esinevate sündmuste ja nähtuste reaktsioonid. Siia kinnituvad ümbritsevast keskkonnast tulnud mitmesuguste ärrituste keerulised kombinatsioonid. Need ei ole enam lihtsad tingrefleksid. See on loomade närvisüsteemi kõrgema talitluse keerulisem aste.

Inimesel on need suurte poolkerade koore uued piirkonnad (lauba- ja oimusagarad) eriti tugevasti arenenud. Nende areng on tingitud inimese sääraseist erinevustest, nagu on kõndimine kahel jalal, käte vabanemine ja silbilise kõne võime. Nende koore piirkondade talitlusega on seotud mõistete tekkimine, mõtlemine. On arusaadav, et nende piirkondade areng on tihedasti seotud inimese tööga, ühiskondlike suhete arenemisega. Seoses koore võimsa arenguga

mitte üksi tingreflekside tekkimise võimalused, vaid ka närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide avaldumise võimalused ületavad tunduvalt neid võimalusi mistahes looma juures.

§ 51. TÖOVÕTETE KUJUNDAMINE.

Tingreflekside ja töövõtete kujundamise tähtsus. Suur osa vilunud tööliste liigutusi tööpingi juures toimub reflektorselt. Selles või teises hoobis haamriga, selles või teises viilivajutuses, selles või teises kangipöördes, — kogu selles vilunud töölise liigutuste peenes reguleerimises on määratu suur tähtsus keerulistel tingrefleksidel, mis on välja kujunenud õppimis-, harjutamisprotsessis. Sepa, treiali, puusepa ja teiste töös on keerulistel tingrefleksidel ja nendega seotud reflektorsel analüüsil täita määratu suur ülesanne. Mida kindlamad on need tingrefleksid, mida peenem on reflektorne analüüs, seda kindlamad on tööprotsessid, seda kiiremini teostavad neid töölisel. Vilunud tööline, kes töötab mehaanilise tööpingi taga, tunneb peenelt oma masina vähi- maid muudatusi ja reguleerib teda harilikult reflektorselt nende või teiste liigutuste abil.

Need keerulised töövõtted ilmnevad töölisel mehaanilise tööpingi taga, sepal ja teistel teatavasti alles pärast pikka õppust ja praktikat, mille tulemusena kujunevadki arvurikkad väga keerulised tingrefleksid ja nendega seotud analüüs. Kuid see oleks hoopis ebaõige vaade, kui me kujutleksime endale, et töövõtete õppimine seisneb ainult tingreflekside tekkimises ja nende kujundamises. Nii töövõtete kujunemise ajal kui ka töö edasises protsessis etendab suurt osa see närvisüsteemi talitluse kõrgem vorm, mis väljendub teadvuses.

Vaatame esmalt, kuidas toimub lihtsaimate töövõtete kujunemine, mis muutuvad pärast väljaõpet reflektorseiks.

Õppuse protsess. Kujutleme õpipoissi-ladujat, kes hakkab õppima tähtede ladumist. Et ta tutvuks ladumislauaga ja trükitähtedega, antakse talle ülesandeks valmisolev kirjaladu lammutada, s. t. tinatähti kastidesse laiali panna. Algul töötab ta väga aeglaselt, ta peab iga kord mõtlema, taipama, kuhu iga täht panna, ta eksib sageli, ta peab tähti ümber asetama. Kuid aja jooksul, pärast teatud väljaõppust, pärast rida harjutusi, muutub töö kiiremaks ja vigadeta: teatud tähe nägemisel käsi siirdub juba masinlikult tarviliku kasti juurde, tööliigutused muutuvad suurel määral reflektorseiks.

Sama lugu on ka kirjutusmasinal kirjutamise õppimisega. Algul inimene otsib silmadega masinasõrmistel vajalikku tähte, meenutab, kus see on, rõhub sõrmega leitud sõrmist ja siis asub järgmise tähe otsimisele. Sääraseis tingimustes läheb töö äärmiselt aeglaselt. Pärast igat lööki sõrmisele järgneb pikk vaheaeg. Siiski aegamööda selle töö tagajärjel tekivad teadvuse osavõtul uued närvide ühendused. Seoses õppimise eduga sõrmed nagu õpiksid tundma üksikute tähtede asetust ning ikka harvemini tuleb tarvitada silmade abi; sõrmed ise, ilma kontrollita, jooksevad sõrmistel ja löövad välja vajalikud sõnad. Ei ole tarvis enam mõtelda, kus asetsevad üksikud tähed: sõrmede liigutused toimuvad teadvuse osavõtuta, automaatselt. Teiste sõnadega, hääldatud sõnade ja sõrmede liigutuste vahel kujunevad pikaajalise harjutamise tagajärjel (või, nagu öeldakse, paljude ühendluste tagajärjel) erilised keerulised tingrefleksid.

Et hinnata tingreflekside kujundamise tähtsust, jätkub näitest, et inimene, kes ialgi ei ole masinal kirjutanud, teeb kõigest 20—40 lööki minutis, samal ajal vilunud masinakirjutaja suudab teha 200 ja mõni isegi 450 lööki.

Lukksepa-õpipoiss, kes hakkab töötama viiliga, peab algul kõik oma liigutused läbi mõtlema ning igal üksikul juhul kohandama nii või teisiti oma käsi ja viili, tal tuleb teha palju liigseid liigutusi. Pärast mõne aja kestnud õppust nende liigsete liigutuste hulk väheneb, kuna vilunud meistritel säärased liigutused puuduvad peaaegu täiesti. Tööliigutused muutusid suurel määral reaks tingreflektorseiks liigutusteks, ja lihastunnete peene analüüsi tõttu kõik liigsed liigutused langesid välja tööprotsessist.

Tingreflekside kujunemine loomadel ja inimese õpetamise protsess. Siin ilmneb selgesti sügav omaduslik erinevus tingreflekside kujunemises loomade juures — dresseerimises ja enamiku tingreflekside kujunemises inimese juures — õpetamises, väljaõppes. Loomade tingrefleksid, mis kujunevad juba olemasolevate tingita ja tingreflekside alusel, kontrollitakse hoolimata sellest, kui keerulised need ka on, vaid vähesel määral närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide poolt. Inimesel tingrefleksid, ja eriti need, mis on seotud tema tööga, kujunevad ja toimuvad nende närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide o s a v õ t u l j a k o n t r o l l i all, mida leiame loomadel ainult algelisel kujul. Samal ajal, kui loomade käitumine piirdub peaaegu instinktide ja tingrefleksidega, on inimese töö, inimese tegutsemiste aluseks teadvuse kõrgem vorm — m õ t l e m i n e.

§ 52. MÕTLEMINE KUI INIMESE NÄRVISUSTEEMI TALITLUSE KÕRDEM AVALDUS.

Suurte poolkerade koore uute osade tekkimine inimesel tõi endaga kaasa tema kõigi teiste osade töö ümberkorralduse. Vähe sellest, inimese kõrgem hingeline tegevus, mõjutades kogu organismi elutegevust, tõstab inimese organismi

uuele, kõrgemale arenemisastmele võrreldes kõige muu loomade-maailmaga. Nii instinktid kui ka tingrefleksid ei ole inimesele võõrad, kuid need ei juhi inimese käitumist. Inimese käitumise aluseks on teadvuse kõrgem vorm — mõtlemine.

Mõtlemine on inimese närvisüsteemi kõrgema tegevuse põhiline iseärasus. „Ämblik teostab operatsioone, mis meenutavad kuduja operatsioone, ja mesilane vahast kannukeste ehitamisega teeb häbi mõnedele inimestele — arhitektidele. Kuid algusest saadik ka halvim arhitekt erineb parimast mesilasest seepoolest, et ta, enne kui ehitada kannukest vahast, selle juba valmis ehitas oma peas“ (Marx).

Neis Marxi sõnades väljendub selgesti mõtlemise osa kui inimese psüühilise tegevuse põhiline erinevus, kui põhiline omaduslik omapära.

Inimese teadvuse sotsiaalne tinglikkus. Nagu meil juba teada, lõi töö inimese. Teiste sõnadega, kogü inimese areng, kõigi ta organismi põhiliste iseärasuste täienemine on seotud tema tööga. Inimese närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide areng, mõtlemise areng on seotud eriti tihedalt tööga, nende inimeste-vaheliste suhetega, mis tekivad tööprotsessis. Siit on selge, et inimese teadvus, inimese mõtlemine kannab endal ümbritseva ühiskondliku (sotsiaalse) keskkonna pitserit. Teiste sõnadega: inimese teadvus, mõtlemine on t i n g i - t u d sellest ühiskondlikust (sotsiaalsest) olukorrast, milles ta elab. Seepärast kõiges, mis on inimese mõtte tulemus, peavad paratamatult peegelduma selle ühiskondliku korra iseärasused, milles inimene elab.

§ 53. ÕPETUSE ARENEMINE NÄRVISUSTEEMI KÕRGE- MAST TALITLUSEST.

Psüühilise tegevuse omapära põhjustas juba ürgaegadel inimese mõtete ja tunnete vastuseadmist tema kehale. Seda „hinge“ ja „keha“ vastandamist, mil oli suur ülesanne religioossete kujutluste tekkimises ja arenemises, kasutasid omakorda preestrid ja teised religioossete kultuste teenijad eesmärgiga, et kindlustada kurnajate klasside mõju töötavaile massidele. Õpetust hingest, kes võib olla eraldi ja sõltumata kehast ja kellele keha on ainult väliseks ja seega ajutiseks kestaks, peeti ümberlökkamatuks.

Hinge ja keha küsimus, olles materia ja vaimu filosoofilise probleemi eriküsimuseks, kujundas mitte üksi religioossete, vaid ka filosoofiliste õpetuste aluse. Tunnustades õpetust hingest ja vaimust ühel või teisel kujul, tõstavad idealistid välja psüühilised protsessid kõigi loodusahtuste kogusest kui midagi neist absoluutselt sõltumatut, kui midagi looduse materiaalseid nähtusi valitsevat. Idealistid peavad vaimu kõige olemasoleva aluseks. Idealistide vaated on sisuliselt selle õpetuse teaduslikus vormis avaldatud väljendused, et jumal lõi maailma ja valitseb seda.

Võitlus religioossete ja idealistlike vaadetega hingest ja kehast on kõigil aegadel olnud võitluse peegelduseks valitsevate klassidega. Nõnda XVIII saj. prantsuse materialistid, kes esindasid noort, oma võimu eest võitlevat kodanlust, kasutasid selle aja teaduse edu võitluseks inimese lahutamise vastu surelikuks kehaks ja surematuks hingeks.

XIX saj. keskpaiku, seoses teaduse edasise arenemisega, tehti kindlaks palju fakte, mis tõendasid hingeelu sõltuvust närvisüsteemist, eeskätt ajukoore seisukorrast ja talitlusest. Vene füsioloog Setšenov, Euroopa tolle aja suurimate füsioloogide-materialistide õpilane, tegi katset läheneda hingeelu nähtustele füsioloogiliselt vaatekohalt. Oma kuulsas raamatus „Peaaju refleksid“ tõstis Setšenov esile õpetuse psüühikast kui närvisüsteemi reflektoorsest tegevusest. Setšenovi õpetuse positiivne tähtsus seisneb selles, et ta andis tõuke psüühilise tegevuse füsioloogiliste tingimuste uurimisele. Kuid Setšenov tõstis esile ebaõige, mehhanistliku idee sellest, et psüühilise tegevuse lahutamiseks üksikuiks elementideks — refleksideks — võib vältida vajadust uurida psüühilise tegevuse omapäraseid seaduspärasusi, mis ei lase ennast samastada reflektorsete protsesside seaduspärasustega.

Setšenovi mõtteid on eriti mitmekülgsest läbi töötanud ja suure hulga faktilise materjaliga täiendanud Pavlov ning tema õpilased. See-

juures Pavlovi õpetuse kaudu tingrefleksidest tulid veel järsemalt esile Setšenovi vaadete positiivsed ja negatiivsed küljed.

Pavlov, eriti aga ta õpilased, püüdsid seletada tingreflekside abil inimese käitumist. Selgitame seda näitega. Kui tööline kuuleb vabrikuvilet, mis kutsub teda tööle, tõuseb ta üles ja ruttab vabrikusse. Miks ta seda teeb? Tingreflekside õpetuse seisukohalt on ta tegutsemine teatud tingreflekside tulemus. Teiste sõnadega, vabrikuvile on tingärritaja, mis on seotud rea tingita ärritajatega (näiteks toitumisega). Aga kas võimaldab meile see seletus täiesti mõista seda, mis määrab ära töölise niisuguse tegutsemise kui vabrikusse minek? Selles tegutsemises, nagu inimese kogu käitumises, väljendub inimese aktiivne suhtumine teda ümbritsevasse olukorrasse. Ja see suhtumine on teadvuslik suhtumine. „Minu suhtumine minu keskkonnasse on minu teadvus“ (Marx).

Seepärast muutubki mitmesuguseis sotsiaalseis tingimustes, mis muudavad inimeste teadvust, ka nende käitumine. Uhel viisil läheb tööline sotsialistlikku vabrikusse, teisiti kapitalistlikku vabrikusse.

Õpetus närvisüsteemi kõrgemast talitlusest teeb kindlaks inimese psüühika füsioloogilised tingimused: sellega ta näitab nimelt, et psüühiline tegevus ei ole midagi säärast, mis on eraldatud muudest loodusnähtustest, see kujutab materia arenemise kõrgema astme saadust — inimese aju produkti. Ainult niisugune dialektiline lahendamisviis avab võimaluse tõeliselt uurida inimese tegevuse nii füsioloogilisi kui ka psüühilisi avaldusi.

§ 54. MEELTEELUNDID JA NENDE TAHTSUS.

Meelteelundid. Meie keha mitmesuguseis elundeis asetsevad tsentripetaalsete närvide otsad, mis võtavad vastu ärritusi välismaailmast ja saadavad erutusi kesknärvisüsteemi. Säärased on näiteks närvikiudude otsad nahas, nägemisnärvikiudude otsad silmas, kuulmisnärvide otsad kõrvas jne. Seetõttu on nahk, silmad, kõrvad nagu signaalaparaadid, mis saavad ärritusi ümbritsevast keskkonnast ja saadavad neid edasi peaaegu suurte poolkerade koorde. Neid signaalaparaate nimetatakse **m e e l t e e l u n d e i k s**.

Välismaailma iga nähtus saadab meie meelteelundeisse terve rea mitmesuguseid ärritusi. Nõnda näiteks masina

põlev kolle saadab välja terve rea valguse, heli ja soojuse ärritusi, mida võtavad vastu vastavalt silm, kõrv ja närvide otsad nahas. Siit erutused satuvad lõppude-lõpuks närvide kaudu suurte poolkerade koorde, kus teatavasti toimub nende ärrituste peen analüüs.

Ärrituste analüüs algab meelteelundeis. Kuid ärrituste analüüs algab juba meelteelundeis; juba meelteelundite abil sünnib ühtede ärrituste lahutamine teistest: valgusärrituste lahutamine heli- ja soojusärritustest jne. Asi seisneb selles, et igas meelteelundis on närvide välised lõppharud kohanenud ainult nende või teiste kindlate ärrituste vastuvõtmisega. Nii näiteks nägemiselundis, silmas, nägemisnärv lõppharud ärrituvad ainult valgusega; kuulmiselundi kõrva siseosades kuulmisnärv lõppharud võivad ärrituda ainult mitmesuguseist helidest jne.

See omadus võtta vastu ainult neid või teisi kindlaid ärritajaid ei sõltu sugugi mitte vastavate tsentripetaalsete närvide otste omadustest, vaid ainult iga antud meelteelundi ehitusest. Silma eemaldamisel operatsiooni puhul, kui tuleb nägemisnärv läbi lõigata, tunneb haige närvi läbilõikamise momendil pimestavat heledat valgust. Tugev hoop oimu kohta, mis tekitab silmapõrutuse ja seega nägemisnärv mehaanilise ärrituse, kutsub jällegi esile valguse aistingu (siit on pärit ka väljendus „lõi silmist tuld välja“). Teiste sõnadega, millega me ärritaksimegi teatud närvi, me saame ikka sama aistingu. Kuid tegelikult silma erilise ehituse tõttu ärritab nägemisnärv ainult valgus. Ja selle tulemusena me tajume teadvuses igat nägemisnärv ärritust kui valguse aistingut.

Vähe sellest: sama meelteelundi üksikud närvide otsad on kohanenud mitmesuguste ärrituste vastuvõtmisega. Nõnda asetsevad näiteks nahas eraldi närvide otsad soojuse tarvis (mis ärrituvad ainult soojusest) ja eraldi otsad kompi-

mise tarvis (mis ärrituvad ainult rõhumisest). Täpselt samuti on kuulmisnärvi eraldi otsad kohanenud erineva kõrgusega heliärrituste aistinguga: ühed aistivad enam kõrgemaid helisid, teised madalamaid.

Analüsaatorid. Kõik see näitab, et ärrituste analüüs algab meelteelundeis. See analüüs lõpetatakse aga suurte poolkerade koos, kus ärritused on alguseks reale enam või vähem keerulistele tingrefleksidele, mis osutuvad otstarbekohaseiks vastuseiks välismaailmast tulnud ärritustele. See pärast andiski Pavlov meelteelundeile ja neile ajukoore piirkondadele, kus lõpevad neist tulevad närvid, **analüsaatorite** nimetuse. Meelteelundid osutuvad analüsaatorite välisotsteks ja suurte poolkerade koore keskused nende siseotsteks.

Valguse analüsaator näiteks koosneb silmadest ja koore kuklasagaraist, mis on teineteisega seotud nägemisnärvide abil.

Meelteelundite ja peaaegu talitluse tulemusena saadakse teadvuses kujutus meid ümbritsevast maailmast.

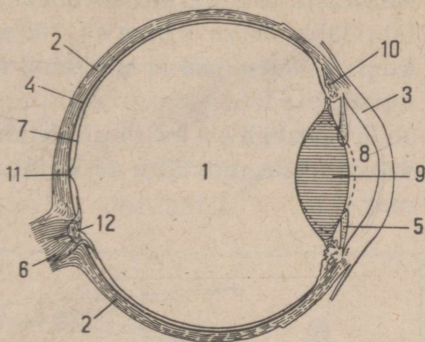
§ 55. NÄGEMISELUNDID.

Nägemiselund silm asetseb kolju koopas, mida nimetatakse **silmakoopaks**. Silmamuna (joon. 88) asetseb silmakoopas üsna vabalt ja võib eriliste silmalihaste tõttu pöörduda mitmele poole. Silmamunas on süldisarnane poolvedel selge aine, **klaskaha** (1). Silmamuna välispinda katab **kiudkest** (2). Esiküljes on kiudkesta asemel läbipaistev **sarvkest** (3).

Kiudkestast seespool on **soonkest** (4), mida põimib läbi suur hulk veresooni. Selle kesta rakkudes leidub eriline mustavärviline aine (**must pigment**), mis annab kogu

silmamuna seinte sisepinnale või, nagu öeldakse, silmapõhja le musta värvuse. Silmapõhja musta värvuse tõttu silma sattuv valgus ei haju igale poole ja esineb seepärast siin teravalt ja selgelt.

Sarvkesta taga asetsev vikerkest (5) on soonkesta pikend. Ta sisaldab suure hulga värvainet (pigmenti), millest on tingitud silma värvus. Vikerkesta keskel on tume auk — silmaava. Silmaava võib aheneda ja laieneda vikerkestas asetsevate sõõr- ja neile põiki asetatud silelihaste kokku-



Joon. 88. Silmaehitus.

tõmbumise tagajärjel. Sõltuvalt silmaava suurusest võib silma sisse pääseda rohkem või vähem valguskiiri. Eredas valguses on silmaavad tugevasti ahenedud. Nõrgal valgusel nad seevastu laienevad.

Tagapool väljub silmamunast nägemisnärv (6). Nägemisnärv peenimad kiukesed saavad alguse silmapõhja mitmesuguseis kohtades erilistest valgustundlikest rakukestest, millel on kepikeste ja kolvikeste kuju (neid nimetatakse seepärast ka kepikesteks ja kolvikesteks).

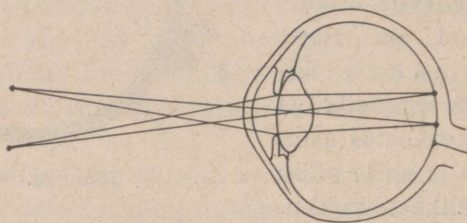
Nägemisnärv kiukesed ühes kepikeste ja kolvikestega katavad tiheda kihina soonkesta, tekitades nn. võrkkesta ehk silma sisemise kesta (7).

Et kutsuda esile nägemisnärv otste erutust, peavad valguskiired sattuma võrkkestale ja siin esile kutsuma keemilise reaktsiooni samal viisil, nagu see tekib valguse toimel fotopaberil. Seejuures ärritavad tekkivad ained kepikesi ning

kolvikesi, ning neis tekkinud erutus saadetakse siis nägemisnärvi kaudu peaju vastavaisse piirkondadesse.

Läbinud sarvkesta ja vesivedeliku (8), mis asetseb sarvkesta ja vikerkesta vahel, peavad valguskiired tungima läbi läbipaistva silmaläätse (9), mis etendab kaksik-kumera läätse osa ja murrab kiiri, nagu see on näidatud joonisel 89.

Ripslihase (10) abil silmalääts võib tõmbuda pingule või lõtvuda, mistõttu ta muutub lamedamaks või kumeramaks.



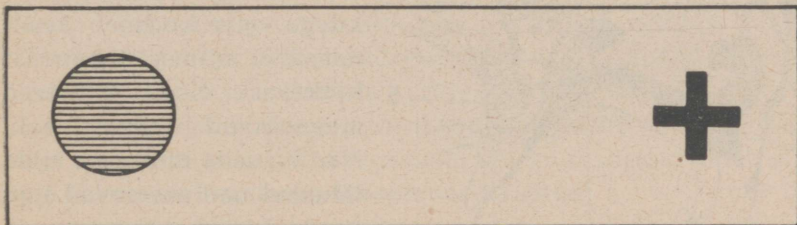
Joon. 89. Kiirte murdumine silmas.

Normaalse nägemisega inimesel tekib lõtvunud ripslihase puhul silmamuna sisepinnal kaugemal asetsevate esemete selge kujutis. Ligemal asetsevad esemed ei ole „fookuses“. Et nende kujutis võrkkestal muutuks selgeks, tuleb valguskiirte murdumist suurendada. Seda saavutatakse silmaläätse kumeramaks muutmise teel. Täiseas ja eriti raukadel silmalääts muutub vähem painduvamaks ja kaotab oma võime tunduvalt suurendada kumerust. Sääraseil juhtudel, et näha selgesti lähedasi esemeid, tuleb suurendada kiirte murdumist kaksik-kumerate klaaside abil, s. t. tuleb kanda prille.

Need võrkkesta kohad, kus on närvikiudude otsad ühes nende kepikeste ja kolvikestega asetatud kõige tihedamini, on eriti tundlikud valgusele. Säärane koht on otse silmaava taga; temas on väga tihedasti asetatud nägemiskiudude otsad ühes kolvikestega — see on nn. kollane tähn (11). See

koht on kõige valgustundlikum ning me näeme kõige selgemini neid asju, mille kujutised toimetatakse läätse abil kollasele tähnile. Kui me tahame hoolega vaadelda mõnd eset, siis suuname oma silmad silmalihaste kaudu nõnda, et kujutis tekiks silmade kollaseil tähnidel.

Võrkkestal on ka säärane koht, kus sugugi ei ole valgustundlikke kepikesi ja kolvikesi. See on nägemisnärvi väljumiskoht. Seepärast valgus ei ärrita siin võrkkesta. Seda kohta nimetatakse pimetähniks (12). Pimetähni võib kergesti lihtsa katse abil (joon. 90) üles leida.



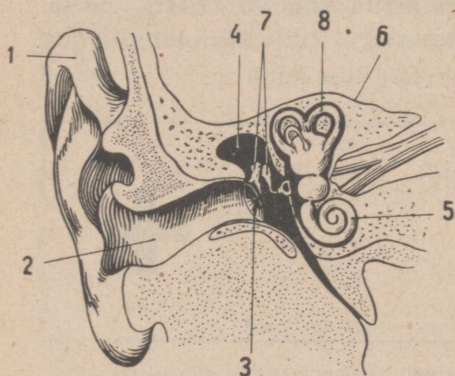
Joon. 90. Katse, mis võimaldab leida pimetähni silmas.

Kui sulgeda vasak silm ja vaadata parema silmaga sõõri, siis kaob rist nägemisväljalt (selle kujutis satub pimetähnile). Kui ühe silmaga vaadata risti, — kaob sõõr. Silma kaugus joonisest peab olema umbes 30 cm. Kui hoida raamat lähemal või kaugemal, ei satu kujutis pimetähnile ning jääb nähtavaks.

§ 56. KUULMIS-, HAISTMIS-, MAITSMIS- JA KOMPIMISELUNDID.

Kuulmiselundid. Kuulmiselundid kõrvad on kohandatud nende õhuvõngete tajumisega, mida me aistime helina (joon. 91). Kahurist laskmise mürin, viiulihelid ja inimese häälekõla, inimese kõne jne. — need kõik on mitmesugused õhuvärinad. Need värinad langevad kõige enne kõrvalestale (1) ja sealt satuvad kuulmekäiku (2). Kuulmekäigu lõpus on pingulitõmmatud trummikile (kuulmekile) (3). See pannakse võnkuma õhu heliliste värrinate toimel.

Need võnkumised antakse edasi trummikile kaudu keskkõrva (4) ja sealt sisekõrva (5, 8). Kesk- ja sisekõrv asetsevad oimuluus (6). Nagu näha joonisest, on keskkõrva õõnes kolm kuulmeluukest (7), mis hakkavad trummikilega ühes võnkuma. Viimane neist luukestest toetub sisekõrvale ja oma tõugetega kutsub esile võnkumise vedelikus, mis täidab sisekõrva.



Joon. 91. Kõrvaehitus:
 1 — kõrvalest; 2 — kuulmekäik; 3 — trummiahk; 4 — keskkõrv; 5 — oimuluu; 7 — kuulmeluukesed; 5, 8 — sisekõrv ühes temasse siseneva kuulmisnärvi (paremalt).

Tigu ja Corti elund. Sisekõrv kujutab väikest õõnt, millest algab spiraalselt keerutatud tigu (5) ühes aluskilega, mis koosneb kuulmisnärvi mitmest tuhandest kiukesest. Need kiukesed meenutavad klaverikeeli. Nad on seda lühemad, mida lähemal nad asetsevad tigu tipule. Igale helile reageerib kuulmisnärvi mitu kindlat kiukest, samuti nagu igale helile, mis tekitatakse lah-tise klaveri juures, s. t. nad hakkavad võnkuma.

Tigu aluskilel asetsevad erilisel viisil rakud, mis moodustavad nn. Corti elundi. Need rakud, analoogiliselt silma võrkkesta kepikestele ja kolviketele, ongi just kuulmiskiudude lõppaparaatideks, mida ärritavad hääle-võnkumised. Ühe või teise aluskile kiu võnkumine antakse edasi Corti elundi sellele osale, mis asetseb võnkuya kiukese kohal. Siit saadetakse heliline ärritus suuraju poolkerade koore kuulmiskeskmesse.

Poolringkanalid. Tigu kohal sisekõrvas asetseb otoliit-elund — kaks kotikest neis leiduvate väikeste lubjakivikes-

tega. Kotikeste sisepind on kaetud karvakestega, milles asetsevad tsentripetaalsete närvide otsad. Keha asendi muutmisel otoliidid (kivikesed) ärritavad neid või teisi karvakeste rühmi, tekitades nendega seotud närvikiukeste erutusi. Teisest kotikesest väljub kolm üksteisele ristiasetatud poolringkanalit (8).

Kui otoliitelund osutub tasakaaluelundiks, mis aitab säilitada keha õiget asendit, siis poolringkanalid kergendavad liigutuste koordineerimist, mis on vajalik tasakaalu säilitamiseks kõndimisel, jooksmisel, hüppamisel jne. Igal keha asendi muutmisel rõhub poolringkanaleis asetsev vedelik oma võnkumisega rakkusid, mis on seotud eriliste närvi kiudude otstega. Närvikiududes tekkivad erutused antakse edasi ajukesse ja mõnedele ajutüve piirkondade närvirakkudele ja etendavad seega tähtsat osa keha tasakaalu säilitamisel liigutuste puhul. Kui vigastada üht poolringkanaleist, siis on liikumised vastavas tasapinnas häiritud.

Haistmiselundid. Ninaõõne ülemises osas on nn. haistmisrakud, millest lähevad ajusse haistmisnärvid. Nad on üllatavalt tundlikud. Näiteks väävelvesinikugaasi lõhn on selgesti aistitav, kui teda leidub õhus säärasel vähesel hulgal kui 0,00000002 g ühes kuupsentimeetris.

Maitsemiselundid. Maitsemiselundeiks on nn. maitsemisnäsad, mis asetsevad keele pinnal. Näsasid katvate rakukeste hulgas leiduvad rakud, mis ongi aparaatideks, mille abil tajutakse nendega kokkupuutuvaist maitseaineist tekitatud ärritusi. Need rakud on peaaugust väljuva närvipaari närvikiudude otsad, mis saadavad erutusi peaaugusse. Et aine võiks mõjuda närvide maitsemisotstele, peab ta olema lahustunud olekus (vees või sülgjes): suhkru magusust hakkame aistima alles sel momendil, kui suhkur hakkab lahustuma.

Maitse on tihedasti seotud haistmisega. See, mida me nimetame sibula, keedise või õuna maitseks, osutub mitte üksi maitsemis-, vaid ka haistmisaistinguks.

Kompimiselundid. Kompimiselundiks on nahk. Niinimetatud kompimiskehakesed, mis on seotud tsentripetaalsete närvikiududega, asetsevad ebaühtlaselt mitmesuguseis nahapiirkondades. On endastmõistetav, et mida rohkem on mingis kohas nahal kompimiskehakesi,

seda tundlikum on see koht ärritustele. Inimesel on kompimine eriti arenenud sõrmede otstel, keelel ja huultel.

Puht-kompimisärrituste kõrval aistib nahk valu ärritusi ja soojust ning külma ärritusi. Puudutamise, soojuse, külma ja valu aistinguid võidakse tajuda eraldi, sest et kõigi nende aistingute tarvis on olemas mitmesugused tajumisaparaadid.

Mõned haiged ei tunne puudutamist, samal ajal on aga valutundlikkus neil säilinud. Teistel juhtudel võib valutundlikkus kaduda, puudutamise aisting aga säilib. Seda võib tähele panna väikeste operatsioonide puhul, kui tehakse nn. kohalikku narkoosi, näiteks tehakse teatud nahapiirkond tuimaks kokaiini abil: inimene tajub naha löikamist nagu puudutamist, valu ta aga ei tunne.

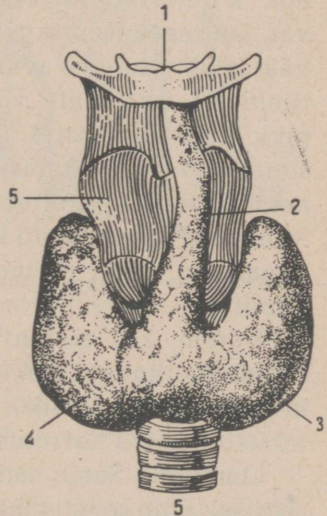
Lihaseemel. On veel olemas nn. lihaseemel. Nagu meil teada, leiduvad lihaseis, samuti kõõluseis ning sidemesis tundenärvide otsad. Igasugune lihaste, kõõluste, sidemete, liigesekihnnude pingutuse muutus tekitab nende otste ärritusi. Tekkivat ärritust, kui ta on jõudnud aju suurte poolkerade koorde, tajume kui nende või teiste kehaosade asendi aistingut.

Sisesekretsioon.

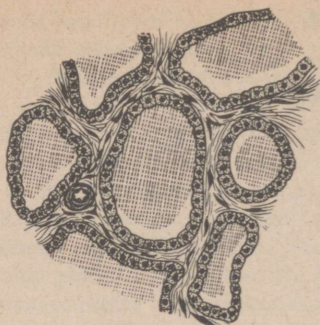
§ 57. KILPNÄÄRE.

Kaelal, kõri kilpkõhrest natuke allpool, asetseb nn. k i l p - n ä ä r e (joon. 92). Selle elundi tähtsus jäi kauaks ajaks täiesti selgusetaks. Veel möödunud sajandi keskpaiku tegid õpetlased võimatuid oletusi kilpnäärme ülesande kohta. Peeti vaidlusi, kas teeb kilpnäärme kaela ümmargusemaks ja seega ilusamaks, või reguleerib ta verevoolu pähe, või soojendab ta hingetoru ja kaitseb teda rõhumise eest, või niisutab ta häältepaelu.

Välis- ja sisesekretsiooninäärmed. Kilpnäärme meenutab ehituselt meile juba tuntud näärmeid, näiteks sülje- või kõhunääret (joon. 93). Kuid erinevalt teistest puudub kilpnäärmel viimajuhha, mille kaudu oleks pidanud mahl erituma. Seepärast väljendati arvamist, et ained, mida



Joon. 92. Inimese kilpnäärme: 1 — keelealune luu; 2 — kilpnäärme keskosa; 3, 4 — tema parem ja vasak osa; 5 — hingetoru.



Joon. 93. Kilpnäärme mikrooskoopiline ehitus. Näärme osadel puuduvad viimajuhad.

valmistab kilpnääre, lähevad vahenditult lümfi ja verre, s. t. organismi.

Et eraldada kilpnääret ja teisi selletaolisi näärmeid, milledel puudub viimajuha, välissekretsiooni näärmeist (soolte-, higi-, rasu- ja teised näärmed), nimetati eelmisi sisesekretsiooninäärmeiks.

Kretinism. Mõnedes mägimaades, näiteks Šveitsis, meil Kaukaasias, Uuralis, Kesk-Aasia mägedes, esineb sageli nn. hõõtsikhaigus

ehk kretinism. Haigus väljendub kilpnäärme tundavas suurenemises, kusjuures näärmekude järsult muutub, väärastub. Haigus avaldub kogu inimese väliskujus. Kretiinid on harilikult väikese kasvuga, kusjuures neil on pikk kere lühikestel jalgadel. Pea on sageli ebakohaselt suur, laup madal. Lihastesüsteem on kretiinidel halvasti arenenud. Närvkonna kõrgem talitus. Mõnikord läheb asi nii kaugemale, et nad ei ole suutelised kõndima, nad ainult roomavad, nad ei räägi, vaid häälitsevad ainult.

Varem, kui ei tuntud selle haiguse põhjusi, katsuti ravida kretiine sel teel, et neil lõigati välja suureks kasvanud kilpnääre — „hõõtsik“. Kuid selgus, et säärane operatsioon tekitab raskeid korratusi ja toob lõppude-lõpuks surma.

Limaturse. Samu nähteid, mis ilmuvad kilpnäärme kõrvaldamisel, võib sageli tähele panna ka ilma operatsioonita selle näärme puuduliku talitluse puhul. Haigust, mis tekib kilpnäärme puuduliku talitluse tulemusena, nimetatakse **limaturseks** ehk **müksodeemiaks**. Mõnikord on see hai-

gus sünnipärane, mõnikord tabab ta mõne aasta vanuseid lapsi, mõnikord haigestuvad sellesse täiskasvanud isikud.

Müksodeemihaiged lapsed kasvavad halvasti: nahaaluse sidekoe tursumise ja väärastumise tagajärjel omandab nahk tursunud ilme, silmad on veidi avatud, suu lai ja sageli ripub keel suust välja. Kogu organismi talitlus muutub ebanormaalset aeglaseks: süda tuksub harvemini kui terveil isikuil, keha temperatuur langeb, seedeelundid töötavad loiult. Vaimsed võimed arenevad puudulikult. Saades vanemaks muutuvad säärased lapsed värdjaiks — idiootideks, kes ei ole suutelised mingiks tööks. Harilikult on nende eluiga lühike ja nad surevad noorelt.

Kui müksodeemi haigestub täiskasvanud inimene, siis see muidugi ei väljendu tema kasvus, kuid muud nähed on samad, mida me nägime laste haigestumisel. Samuti ilmneb haiglane paksus, näo ja keha turse, silmade juurest paistetak üles, närvkonna kõrgem talitlus on häiritud. Haige kaotab huvi kogu ümbruse vastu, mälu läheb nõrgaks, vaimsed huvid langevad.



Joon. 94. Kaks koera samast pesakonnast. Uhel neist (vasakul) eemaldati kilpnääre.

Katsed loomadega. Näärme eemaldamine. Kilpnäärme eemaldamine loomil, näiteks koertel, kutsub esile samad nähed, mis müksodeemihaigeil inimestelgi. Loomad muutuvad nüriks ja loiuks, neil ilmneb kehaturse, isu kaob, hakkab are-

nema verevaesus ja kogu organismi kõhnumine. Kilpnäärme eemaldamine noortel loomadel põhjustab peale selle kasvu seisakut (joon. 94).

Kui aga jätame loomale osakese näärmest, siis kirjeldatud nähteid ei teki või nad ilmnevad väga nõrgal kujul.

Näärme siirdistutamine (transplantatsioon). Samasuguseid tulemusi saadakse, kui siirdistutada loomale, kel oli kilpnääre kõrvaldatud, mõnelt teiselt loomalt või talle väga lähedasse liiki kuuluvalt loomalt võetud kilpnääre või tükike sellest. Siirdistutatud näärme tükike kasvab väga sageli istutuskohale ja jätkab seal oma harilikke funktsioone. Säärase siirdistutatud tüki sisse kasvavad mõne aja pärast peremehe ümbritsevast koest veresooned ja isegi närvid oksakesed. Seejuures on täiesti ükskõik, kuhu nääre istutata, kas varem kõrvaldatud näärme kohale või mõnesse teise kohta. Sageli toimetatakse siirdistutamist kõhuõõnde.

Haiglased nähted kaovad ka sel puhul, kui loomale, kellelt on kilpnääre eemaldatud, lisada süüa sisse mõne teise looma kilpnäärme tükikesi.

Hormoonid. Kõik need katsed näitavad, et kilpnääre osutub eluliselt vajalikuks elundiks. Ta valmistab aineid, mis avaldavad tugevat mõju teiste elundite ja kudede tööle. Samalaladse nähtusega me juba tutvusime: me nägime nähteid, kuidas ained, mida eritavad mõned elundid verre, mõjuvad teistele elunditele. Nõnda soodustab aine, mida eritab kõhunääre verre, suhkru moondumist maksas tärgliseks, vere süsihappe tõstab hingamiskeskuse erutuvust jne.

Võib julgesti ütelda, et kõik keha elundid eritavad verre üht või teist keemilist ainet, mis mõjutab teiste kehaosade talitlust. Ained, mida eritavad mitmesugused elundid ja koed, on keemilise koostise poolest erinevad. Nende hulgas on eriline tähtsus organismi mõjutamise poolest aineil, mida nimetatakse **h o r m o o n i d e k s** (eesti k. liigutajad).

Sisesekretsiooninäärmed ongi neiks elundeiks, mille talitlus on suunatud kas täiesti või peamiselt hormoonide valmistamisele. Hormoonid, mida eritavad sisesekretsiooninäärmete rakud, satuvad verre, kantakse sellega mitmesuguseisse, ka kõige kaugemaise kehaosadesse ja mõjuvad mitmesuguseile elundeile kindlatoimeliselt: nad kas tugevdavad nende tööd või pärsivad seda. Igaüks hormoonidest, leidudes väga vähesel määral veres, toimib harilikult teatud elundeile ega avalda mingit mõju teistele.

Kilpnäärme hormoon. Mõne aasta eest selgitati kilpnäärme hormooni keemiline koostis, ka saadi seda hormooni puhtal kujul.

Seega on lõplikult kindlaks tehtud, et kilpnäärme tähtsus on seotud hormoonide valmistamisega. Kilpnäärme hormooni põhiline toime väljendub organismi ainetevahetuse tõusmises, närvisüsteemi, südame ja teiste talitluse tugevdamises. Peale selle kilpnäärme hormoonid soodustavad organismi kasvamist ja arenemist. Seda tõendab konna kullese kiirendatud moondumine konnaks kuivatatud kilpnäärme lisamise puhul vette. Teisteks tõendusteks on arvurikkad vaatlused loomade juures, kel operatsiooni teel kõrvaldati kilpnääre, samuti ka vaatlused laste juures, kes sündimisest saadik kannatavad limaturse käes.

Kilpnäärme haigestumiste ravi. Kuidas siis võidelda kilpnäärme talitluse korratusega? Kui kilpnäärme talitlus osutub puudulikuks, siis arusaadavasti tuleb organismile anda puuduvat hormooni. Sel otstarbel valmistatakse loomade peeneks hõõrutud kilpnäärmeist erilised pulbrid või tabletid. Võttes sisse sääraseid preparaate võib nendega asendada puuduvaid näärme hormoone (joon. 95). Kuid säärane haige peab kogu eluaja tarvitama neid preparaate, nagu lühinägija peab alati kandma prille või lonkur kasutama liikumisel karku.

Mõnikord annab häid tulemusi kilpnäärme või tema osade siirdistutamine haigele. Selleks harilikult võetakse nääre inimesele lähimalt loomalt — ahvilt. Mitu korda on püütud inimesele istutada koera või kitse kilpnääret. Kuid enamikul juhtudel imendatakse sääraseid näärmed, nad hävivad, ja mõne aja pärast tuleb haigus uuesti tagasi.



Joon. 95. Kretiinide ravimine kilpnäärme preparaatidega: vasakul — kretiin 2 aasta vanuselt; keskel — sama kretiin pärast 11 kuud kestnud söötmist oina kilpnäärme kuivatatud preparaadiga; paremal — kretiin 15 aasta vanuselt.

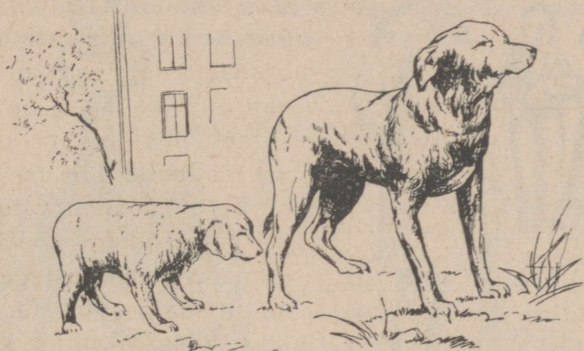
mitte üksi tegemist näärme liialdatud talitlusega, vaid ka ta e b a õ i g e tegevusega. Seepärast ei ole alati võimalik ravida inimest terveks, kui me ta organismi toome näärme preparaate või ümberpöördult — eemaldame osa näärmest. Kõige paremini õnnestub kilpnäärme preparaatide abil ravida limaturset, sest et meil selle haiguse puhul ei ole tegemist mitte näärme väärtalitlusega, vaid tema puudumisega või puudulikkusega.

§ 58. TEISED SISESEKRETSIOONINÄÄRMED.

Kilpnäärme näitel tutvusime sisesekretsiooninäärme talitlusega ja tema uurimisviisidega. Peale kilpnäärme on veel terve rida sisesekretsiooninäärmeid, s. t. sääraseid näärmeid, millel pole viimajuha.

Ajuripats. Peaaju alumisel pinnal, nägemisnärvide väljumiskoha läheduses asetseb nn. ajuripats ehk hüpofüüs (6 — joon. 83, lk. 168). Ajuripatsi eesmine osa valmistab hormoone, mis mõjuvad noore organismi kasvule ja eriti luude kasvule. Ajuripatsi kõrvaldamise tagajärjel loomadel pidurdub nende kasv järsult (joon. 96).

Ajuripatsi puudulik talitus inimestel lapseas takistab samuti kasvamist. See pidurdamine võib olla nõnda järsk, et säärase haigete pikkus täiseas ulatub kõigest 70—80 cm — nad on seega kaks korda lühemad normaalse inimese pikkusest. Sääraseid inimesi nimetatakse kääbusteks



Joon. 96. Kaks koera samast pesakonnast: ühel neist (vasakul) eemaldati ajuripats.

(joon. 97). Kretiinid, nagu meil teada, on ka madala kasvuga. Kuid kretiinidel on selle põhjuseks keha väärarenemine. Ajuripatsi puudulikkuse puhul on kääbuste kehaehitus täiesti proportsionaalne. Erinevalt kretiinidest arenevad ka nende vaimsed võimed täiesti normaalselt.

Ajuripatsi suurendatud talitluse puhul võib näha vastandpilti. Laps hakkab kasvama kiirendatud hooga ja muutub hiiglaseks, kasvuga 190—200 cm. On teada hiiglasi, kelle pikkus ulatus isegi 265 cm. Suurest kasvust hoolimata ei paista hiiglased silma oma jõuga. Harilikult on nad nõrgemad kui loomuliku pikkusega inimesed.

Täiskasvanud inimestel kutsub ajuripatsi liialdatud talitus esile raske haigestumise — akromegaalia. Sel puhul kasvavad üksikud kehaosad ebanormaalselt, peamiselt mõned luud, mille tulemusena jäsemed lähevad pikaks, rindkere paisub, näoluud suurenevad, eriti alalõug

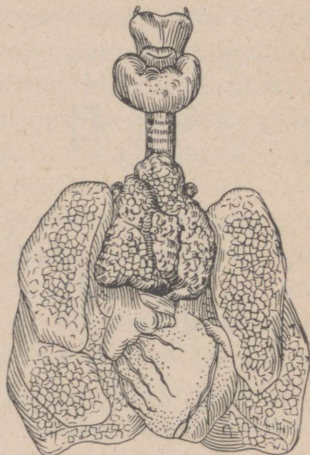
ja nina. Keel läheb nõnda suureks, et ta ei mahu suhu. Inimese keha omandab väärkuju. Haigusega käib kaasas terve rida sisemisi korratusi ja harilikult lõpeb see surmaga.

Harknääre. Harknääre (joon. 98) asetseb rindkere ülemises osas. Lapse esimesil eluaastail on selle näärmel üsna suured mõõdud, siis muutub aegamööda selle kasv aeglaseks, tema kogus isegi väheneb. 12—15



Joon. 97. Kuulsad Ameerika kääbused:

tüdruk 12 aastat vana, pikkus 72 cm, kaalub 6,6 kg; poiss 16 aastat vana, pikkus 82½ cm, kaalub 6,6 kg. Kõrval seisab poisi isa.



Joon. 98. Lapse rinnaõõne elundid:

trahhea alumist osa katab harknääre; kõrgemal (kõrist eespool) on näha kilpnääre.

aasta vanuselt hakkab harknääre kaduma, asendudes rasvkoega. Harknäärme hormoonid mõjutavad luude kasvu ja arenemist. Kui lõigata noorel loomal see nääre välja, siis rikkalikust söötmisest hoolimata ta kasvab aeglaselt, luud arenevad korratult ja muutuvad hapraks.

Neerupealised. Kõhuõõnes kummagi neeru peal asetsevad nn. neerupealised. Neerupealiste eemaldamisel langeb loomadel vere-

rõhk järsult — ja tekib äärmine lihaste nõrkus. Need nähted lõpevad üsna kiiresti surmaga.

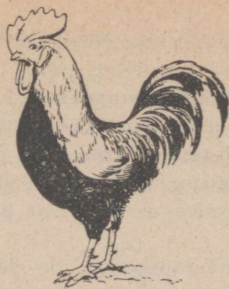
Inimestel märgati samasuguseid nähteid neerupealiste haigestumise puhul. Selle haigusega käib kaasas naha järsk tumedaks muutumine, mis pärast seda haigust nimetati *pronkstõveks*. Pronkstõve puhul suurenevad pikkamööda lihaste nõrkuse nähted, vereringe ja seedimine muutuvad korratuks, ning harilikult kahe-kolme aasta pärast lõpeb haigus surmaga.

Hormoonidest, mida valmistavad neerupealised, on hästi uuritud adrenaliin. Selle tähtsus on väga suur. Ta erutab sümpaatilist närvisüsteemi. Ta süstimine verre põhjustab veresoonte ahenemist, südame-tuksete kiirenemist ja lihaste töövõime suurenemist.

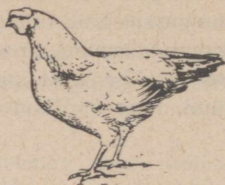
§ 59. SUGUNÄARMED.

Mõned näärmed, mil on viimajuha, on ühtlasi samal ajal ka sise-sekretsiooninäärmeiks. Teiste sõnadega, nad valmistavad erilisi hormone, mis satuvad vahenditult lümfi ja verre. Säärasteist *kahe suguse toimega*, s. t. nii välis- kui ka sisesekretsiooninäärmeist on meile juba tuntud kõhunääre. Samasuguste elundite hulka kuuluvad *kasugunäärmed*. Meestel nimetatakse neid näärmeid *raigadeks*, naistel — *munasarjadeks*. Raiad valmistavad *isassugurakke* ehk *spermatozoide*. Munasarjad valmistavad *emassugurakke* ehk *munarakke*. Sugunäärmeis tekkivate sugurakkude väljaviimiseks on erilised sugurakkude juhad: *seemnejuhad* meestel ja *munajuhad* naistel. Loote tekkimiseks vajalik *viljastumine*, s. t. munaraku ühinemine spermatozoidiga toimub munajuhas. Siis satub viljastatud munarakk *emakasse*, kus ka toimub loote arenemine. Emakal on paksude lihasteist seintega koti kuju, mille ülemisse ossa avanevad munajuhad.

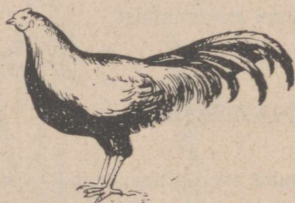
Sugunäärmete sisesekretsioon. Raiad ja munasarjad ei ole mõlemad mitte üksi sigimiselundeiks, vaid ka sisesekretsiooni elundeiks. Hormoonidel, mida valmistavad sugunäärmed, on täita väga tähtis ülesanne organismi üldises elutegevuses. Ammugi oli tähelepanekute põhjal teada inimeste ja loomade juures, et sugunäärmete eemaldamine (kastreerimine) meestel ja isastel loomadel kutsub esile järsud muutused organismis. Pärast säärast operatsiooni kaovad need tunnused, mis normaalselt iseloomustavad isasugu — need on nn. *tõisesed sugutunnused*. Vurrud ja habe ei kasva, tekivad muutused luustikus, hääl muutub



NORMAALNE KUKK



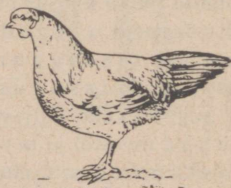
NORMAALNE KANA



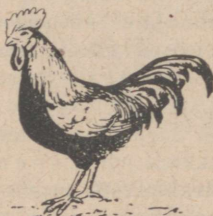
KASTREERITUD KUKK



KASTREERITUD KANA



KASTREERITUD KUKK
SIIRDISTUTATUD MUNASARJAGA



KASTREERITUD KANA
SIIRDISTUTATUD RAIAGA

Joon. 99. Sugude moondumine.

kõrgeks ja heledaks jne. Raigade eemaldamine mõjub tugevasti ka närvisüsteemi kõrgemale talitlusele.

Mitte vähem tunduv ei ole munasarjast erituvate hormoonide mõju paljudele naise organismi elutegevuse avaldustele. Munasarjade talitluse kätkestamine põhjustab mitte üksi teisest sugutunnuste kadumist, vaid organismi talitluse üldist nõrgenemist.

Loomadele toimetatud sugunäärmete siirdistutamised pakuvad huvitavaid tulemusi (joon. 99). Isas- või emassugunäärme siirdistutamise puhul kastreeritud looma naha alla arenevad vastava soo teised sugutunnused. Nõnda munasarja siirdistutamise puhul isaloomale, kellel eemaldati raiad, muutus isaloom emalooma sarnaseks. Samuti ka emaloomale, kel eemaldati munasarjad, raigade siirdistutamine kutsub esile isalooma teisest sugutunnuste arenemise.

§ 60. SISESEKRETSIOONINÄÄRMETE TAHTSUS.

Sisesekreetsiooninäärmete talitluse tõttu teostub tihe keemiline side elundite vahel.

Sisesekreetsiooninäärmete poolt valmistatud hormoonidel, olles kantud verega kogu looma kehasse laiali, on suur mõju mitmesuguste elundite tööle. Uheskoos närvisüsteemiga reguleerivad hormoonid organismi tegevust, kiirendades, tugevdades või nõrgendades, aeglustades meie keha elundeis toimuvaid protsesse. Seejuures mitmesugused näärmed mõjuvad üksteisele. Näiteks ajuripatsi hormoon tugevdab sugunäärmete talitlust; sugunäärmete hormoonid nõrgendavad harknäärme talitlust jne. Ja alles kõigi sisesekreetsiooninäärmete normaalse talitluse puhul, kui näärmed vastastikku reguleerivad teineteist, saavutatakse kogu organismi korrapärane elutegevus.

Määratu suured edusammud sisesekreetsiooninäärmete uurimisel annavad võimaluse võidelda mitmete haigustega, mida varem peeti parandamatuiks. Mitte vähemat edu ei ole saavutatud mitmesuguste hormoonide toime kasutamisel majanduslikul alal. Süstides looma organismi neid või teisi hormoone, või ümberpöörduvalt, eemaldades üksikud sisesekreetsiooninäärmed, läheb korda loomade arenemist juhtida meile soovitavas suunas. Nõnda põhjustab loomade kastreerimine (kohitsemine) nende kehasse rasva kogumist suu-

rel hulgal ja muudab looma iseloomu — loom muutub rahulikuks, sõnakuulelikuks. Süstides looma organismi ajuripatsi poolt valmistatud hormooni, õnnestub esile kutsuda looma kasvamise kiiruse tõusu, mis omakorda põhjustab suuremat liha ja rasva tekkimist.

Ainete- ja energiavahetus inimese organismis.

§ 61. ASSIMILATSIOONI JA DISSIMILATSIOONI PROTSESSID.

Toit on organismi aine- ja energia-allikas. Nagu meil juba teada, on toit aine- ja energia-allikas organismis. Seedeaparaadis töödeldud toiteained imendutakse soolte hattude kaudu organismi. Seejuures lähevad rasvad lümfi ja kantakse siis lümfisoonte kaudu vere üldisesse voolu. Viinamarjäsuhkur ja valkude lagunemissaadused — amiinohapped — satuvad vahenditult verevoolu, ilma et nad pääseksid lümfisoontesse.

Valkude, rasvade, süsivesikute, samuti ka teiste imendatud ainete (soolade, vitamiinide) edasine saatus on seotud keha elundite ja kudede talitlusega. Nagu teada, on lümf, mis täidab kõik rakkude- ja kudede vahelised pilud ja vahed, selleks keskkonnaks; millest rakud ja koed saavad kõik neile vajalikud ained.

Assimilatsioon. Rakku vastuvõetud aineid ei koguta temasse lihtsalt varuna. Nende juures toimuvad keerulised muutused, mistõttu nad moonduvad raku enda aineks. Säärast toiteainete omastamist keha rakkude poolt nimetatakse assimilatsiooniks (sarnastumiseks). Assimilatsiooni protsessi teel tekib rakuaine antud rakule või koele kõrvalis-

test ainetest. Nii näiteks toidu valkainete amiinohappeist tekivad teised valgud, mis on omased antud organismile, antud koele. Seejuures aine muutub harilikult keerulisemaks, s.t. lihtsamad ained moonduvad keerulisemaiks aineiks.

Assimileerides teatud hulga aineid saavad rakud ühes nendega neis varuna leiduvat peidetud (potentsiaalset) energiat. Seega siis assimilatsiooni tulemuseks on rakus nii aine kui ka energia tekkimine ja varumine. Kogutud potentsiaalse energia arvel võivad rakud teha tööd. Nii näiteks toimub lihaskiudude kokkutõmbumine selle potentsiaalenergia arvel, mida sai lihaskude ühes omastatud, assimileeritud toiteainetega. Seejuures potentsiaalenergia vabaneb. Ta moondub mõjusaks, kineetiliseks energiaks. On endastmõistetav, et assimilatsiooni protsessid, rakuaine tekkimise protsessid, vajavad energiakulu.

Dissimilatsioon. Missugused rakus toimuvad protsessid, teiste sõnadega, missugused rakuaine muutused on seotud raku tööga, energia kulutusega? Need muutused on vastandlikud neile, mida me näeme assimilatsiooni protsessis. Nende muutuste puhul lagunevad ja hapenduvad keerulised ained ning tekivad keerulisemaist aineist lihtsamad ained. Lihaskiududes toimub nende kokkutõmbumise puhul glükogeeni (loomatärklise) ja mõnede teiste ainete (nende hulgas ka valkude) lagunemine. Selle lagunemise juures moondub potentsiaalne energia kineetiliseks energiaks. Lagunemise tulemusena tekivad lihaskoes vahetuks aadused, näiteks piimahape, fosforhape ja teised ained. Osaliselt need lagusaadused hapendudes moonduvad lõplikult süsihappeks ja veeks, osalt võib neid organism uuesti kasutada, tekitades uuesti assimilatsiooni protsessi teel loomaraku keerulisi aineid.

Raku tööga seotud lagunemis- ja hapendumisprotsesse nimetatakse **dissimilatsioon**i protsessideks. Dissimilat-

siooni tagajärjel vähenevad rakkudes ainete- ja energia-
varud.

Fermentide ülesanne ainetevahetuses. Nagu assimilatsiooni protsessid, nõnda ka dissimilatsiooni protsessid toimuvad enamikul juhtudel mitmesuguste fermentide osavõtul, nagu need esinevad seedimisprotsessiski. Nii näiteks toimub fermentide osavõtul valkude tekkimine — protsess, mis sünnib igas keha elavas rakus. Hapendumisprotsessid toimuvad organismis samuti fermentide osavõtul. Fermentide ülesanne organismis on määratu suur. Peaaegu kõik bioloogilised protsessid on seotud nende või teiste fermentide talitlusega.

Assimilatsiooni ja dissimilatsiooni protsessi vastastikune seos. Assimilatsioon ja dissimilatsioon on vastandlikud protsessid, mis on teineteisega katkestamatult seotud. Mõlemad protsessid on teineteisest lahutamatud. Kui lakkaksid assimilatsiooni protsessid, lõpeks elu olemasolu: dissimilatsiooni tagajärjel laguneks rakk täielikult. Teiselt poolt assimilatsioon, vajades energia kulutust, ei või toimuda dissimilatsiooni protsessideta, mis on selle energia allikaks. Teiste sõnadega, assimilatsioon ja dissimilatsioon on sama protsessi — organismi ainete- ja energiavahetuse protsessi — kaks külge.

Ainetevahetus. Organismis toimuvate ainete pidevate muutuste kogumit nimetatakse ainetevahetuseks. Ainete vastuvõtt organismi ja nende eritamine väljapoole on ainult ainetevahetuse esimene ja viimane staadium. Ainetevahetuse põhilised protsessid on seotud assimilatsiooni ja dissimilatsiooniga, s. t. nende vahelmiste muutustega, mille tulemusena raku aine ehitatakse üles või lagundatakse.

Nagu meil teada, on rakuaine põhiliseks koosteosaks valgud. On arusaadav, et ainetevahetuse protsessides peavad valgud etendama eriti tähtsat osa.

„Elu — see on valkainete olemasolu vorm, mille oluliseks momendiks on pidev ainete vahetus neid ümbritseva välisloodusega ja mis lakkab ühes selle ainete vahetuse lakkamisega, tekitades seega valkainete lagunemist“ — nende sõnadega kriipsutas Engels alla, et ainete vahetus, mis on üks kõige iseloomustavamaid elunähtusi, on katkestamatult seotud valkainete alaliste muutustega.

§ 62. AINETEVAHETUS.

Ainete vahetuse mõnede protsessidega tutvusime juba lihaste töö tundmaõppimisel. Me nägime, et neist protsessidest võtavad osa valgud, süsivesikud ja fosforhape. Uusimad uurimused näitasid, et põhilaadilt samasugused protsessid toimuvad ka närvikoes tema talitluse puhul. Närv nagu lihaski tarvitab mitte ainult valke, vaid ka glükogeeni, lammutades seda kuni piimahappeni, ning sellest lammutamistööst võtab osa fosforhape, mis astub ühendusse viinamarja-suhkruga.

Ainete vahetuse nähtuste keerukus. On endastmõistetav, et asi ei piirdu nende väikearvuliste protsessidega, mida me juba kohtasime. Tegelikult on ainete vahetuse protsessid, mis toimuvad igas elavas rakus, palju keerulisemad. Nii valkude kui ka süsivesikutega, rasvade ja mitmesuguste sooladega toimuvad mitmesugused keemilised muutused. Mitmesugused ained, mis tekkisid kõigi nende muutuste tulemusena, lähevad lümfis ja siis verre. Mõned neist aineist (näiteks süsihape) saadetakse organismist välja. Teiste ainete kallal kestavad edasised muutused ja alles siis eemalduvad nad kehast. Näiteks võib tuua ammoniaagi. Seda tekib pidevalt valkude lagunemisel, olles mürgine aine. Osa ammoniaaki

muudetakse siinsamas, töötavas elundis teisteks vähem kahjulikeks aineiks. Ammoniaagi järelejäänud osa läheb verre. Maksas toimub eriliste fermentide osavõtul ammoniaagist ja süsihappest keerulisema, kuid seevastu vähem kahjuliku aine — kusiaine — tekkimine. Kusiaine, nagu meil teada, saadetakse kehast välja peamiselt neerude ja osaliselt naha kaudu.

Seega ainetevahetuse lõplikud saadused pärast pikka rida moondumisi, teiste sõnadega lagunemise ja hapendumise lõplikud saadused erituvad neerude, kopsude, naha ja osalt ka soolte kaudu (nõnda eritatakse soole kaudu mõned lagunemis- ja hapendumissaadused, mis kuuluvad sapi koostisse).

Lähtematerjaliks, mille arvel toimub ainetevahetus, osutuvad toiteained. Organismile on nad aine ja energia ainsaks allikaks.

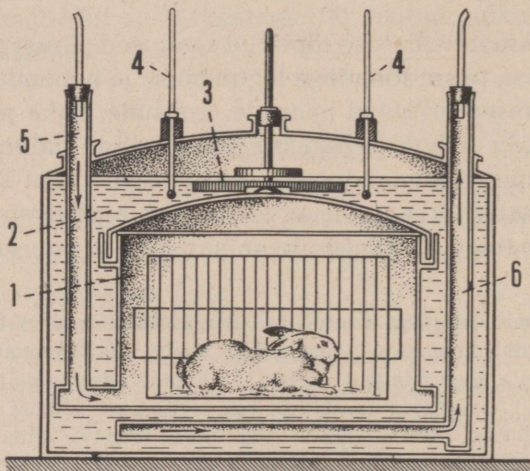
Organismis toimuva ainete- ja energiavahetuse arvestamine. Kui inimene säilitab muutmatult oma alalise kaalu, siis tähendab see, et ta organismis ei koguta mingeid varusid. Ta kaotab niisama palju, kui palju ta omandab. Arvestades täpselt öö-päeva jooksul söödud toiduainete koostist ja hulka, võib otsustada organismis toimuva ainete kulu üle. Seejuures endastmõistetavalt tuleb võtta arvesse väljaheidete toiteainete sisaldus, kuna osa (harilikult umbes 10%) toiteaineid läbib soole imendumatult ja eemaldatakse kehast pärasoole kaudu. Imendunud valkude, rasvade ja süsivesikute täpne arvestus annab võimaluse kindlaks teha energia öö-päevast kulu. Nii näiteks, kui inimene ei muuda oma kaalu ja tarvitab iga päev 80 g valku, 50 g rasva ja 500 g süsivesikuid, siis ta saab ja järelikult ka kulutab energiat järgmisel hulgal, mis väljendatakse kaloreis:

$$4 \times 80 + 9 \times 50 + 4 \times 500 = 2770 \text{ kalorit.}$$

Oletame, et imendumata valkude, rasvade ja süsivesikute kohta tuleb 270 kalorit. Teiste sõnadega, toiduga vastuvõetud toiteainete mittetäieliku imendumise tõttu saab ta kõigest ainult 2500 kalorit. 2500 kalorit on, nagu meil teada, keskmise kasvuga ja füüsiliselt mittetöötava inimese keskmine öö-päevane energia tarve.

Energiakulu võib mõõta ka teisel teel, ilma et arvestaksime, misuguste ainete lagunemise ja hapendumise arvel energia tekkis. See

energiakulu mõõtmine põhjeneb asjaolul, mille järgi kogu kulutatud energia muundub lõppude-lõpuks soojuseks, ja seda võib säärases kujus kinni püüda. Selle mõõtmisviisi puhul paigutatakse inimene või loom kalorimeetrisse. Kalorimeetriks nimetatakse erilisel viisil ehitatud kambrit, mis on igalt poolt ümbritsetud veekihiga (joon. 100). Kehast väljuv soojus soojendab vett ning vee temperatuuri muutuse järgi võib arvestada energiakulu. Seejuures peab keha temperatuur jääma muutmata.



Joon. 100. Kalorimeeter:

1 — siseruum, milles asetseb puur kütülikuga; 2 — vesi, mis täidab ruumi kambri kahekordsete seinte vahel; 3 — segaja, milles pidevalt segatakse vett (et vältida ebaühtlast soojenemist); 4 — täpsed termomeetrid, mis võimaldavad jälgida temperatuuri tõusmist; 5, 6 — torud kambri õhu õhutamiseks.

Energiakulu üle võib otsustada lõpuks gaasidevahetuse järgi, s. t. meie keha poolt tarvitatud hapniku- ja eritatud süsihappehulga järgi. Verre vastuvõetud hapnik läheb toiteainete hapendamiseks. On teada, et 1 l hapnikku annab toiteainete hapendamisel kehas umbes 5 kalorit. Järelikult, kui selgub, et inimene tarvitab töö ajal 100 l hapnikku, siis võrdus tema energiakulu 500 kaloriga.

Gaasidevahetuse uurimiseks kasutatakse erilisi aparate, mille abil määratakse kindlaks sisse- ja väljahingatava õhu koostis ja samuti väljahingatud õhu hulk.

Katseliselt on kindlaks tehtud, et süsivesikute hapendumisel tarvitatud hapniku ruumala võrdub eritatud süsihappe ruumalaga. Teiste sõnades, iga 10 l tekkinud süsihappe kohta tuleb kulutada 10 l hapnikku. Organismi rasvade hapendumisel eritatakse iga 10 l tarvitatud hapniku kohta 7 l süsihapet. Eritatud süsihappe ja tarvitatud hapniku ruumalade suhet nimetatakse *hingamiskoeffitsiendiks*. Süsivesikute hapendumisel võrdub hingamiskoeffitsient 1-ga; rasvade hapendumisel 0,7-ga, sest et

$$\frac{\text{eritatud süsihape}}{\text{tarvitatud hapnik}} = \frac{7}{10} = 0,7.$$

Valkude hapendumisel võrdub hingamiskoeffitsient 0,8-ga; teiste sõnades, iga 8 liitri eritatud süsihappe kohta tarvitatakse 10 l hapnikku.

Gaasidevahetuse tundmaõppimine annab võimaluse hingamiskoeffitsiendi kindlaksmääramise teel otsustada selle üle, missugused ained peamiselt hapendatakse — valgud, rasvad või süsivesikud.

See ülesanne muutub kergemaks, kui rööbiti gaasidevahetuse määramisega saame teada, missugusel hulgal sisaldab lämmastikku öö-päevane kusehulk. Lämmastiku sisalduse järgi kuses võib kindlaks määrata kehas lammutatud valguhulka, sest on teada, et valgus on 16% lämmastikku. Võib täpsusega arvutada, kui palju hapnikku tarvitati valgu hapendamiseks ja kui palju seejuures tekkis süsihapet. Siis tarvitatud hapniku ja eritatud süsihappe järelejäänud hulk kuulub ainult süsivesikuile ja rasvadele. Kui teame hingamiskoeffitsienti ja tarvitatud hapniku ning eritatud süsihappe hulka, siis võib arvutada, kui palju hapendati süsivesikuid ja kui palju rasva.

Kõik organismi ainete- ja energiavahetuse loeteldud arvestamisviisid annavad kujutluse ainult valkude, rasvade ja süsivesikute kulu hulgast või energiakulu hulgast. Jälgida aga, kuidas toimub ainetevahetus organismis, missugused keemilised muutused toimuvad valkude, rasvade ja süsivesikutega, — see ülesanne on tunduvalt raskem. Vere ja lümfi keemilise koostise muutuste tundmaõppimine, mida võib tähele panna mõne elundi töö puhul, annab ainult mõnesuguse, kaugelt mitte täieliku kujutluse ainetevahetuse keerulistest protsessidest. Teadus avab aegamööda, samm-sammult meile need protsessid, tungides üha sügavamale elunähtustesse.

§ 63. AINETE- JA ENERGIAVAHETUSE TASAKAAL ORGANISMIS.

Tervel täiskasvanud inimesel kujuneb harilikult t a s a k a a l ainetevahetuses, s. t. öö-päevane aine- ja energiakulu võrdub nende juurdetulekuga ja kehakaal jääb muutumatuks.

Ainetevahetuse tasakaalu häirimine. Kui organismi vastuvõetavate toiteainete hulk on väiksem või suurem sellest ainehulgast, mis kehas lagunemise ja hapendumise tõttu ära kulutatakse, siis on tasakaal häiritud ja organism hakkab elama varude arvel või seevastu hakkab kehasse varusid koguma. Esimesel juhul hakkab inimene kõhnuma, ta kehakaal langeb, teisel juhul ta kaal hakkab suurenema.

Organism alistub aine ja energia jäävuse seadusele. Kuidas ainetevahetus toimukski, alistub inimese organism alati, nagu ka mistahes looma organism, aine ja energia jäävuse seadusele. Inimese organismis toimuvad nähtused on ainult üks lüli teiste loodusnähtuste ahelikus, mis on kõik seotud üksteisega aine ja energia jäävuse seaduste abil. Aine, mis kuulub inimese keha koostisse, oli varem eluta looduse ühe või teise keha koosteosaks ja pöördub varem või hiljem sinna tagasi. Aine- ja energia-allikaks organismis võivad olla ainult need ained ja see energia, mida saadi toiduga.

Ainetevahetuse protsesside ühtsus mitmesuguseis kudedes. vahetusprotsessid mitmesuguseis elundeis ja kudedes toimuvad erinevalt. Seepärast ongi ka valgud, mis kuuluvad keha mitmesuguste kudede koostisse, erisugused, samuti on erisugused nende elutegevuse saadused. Sellegipoolest hoolimata neist erinevustest, võime kõnelda organismi üksikute elundite ja kudede ainetevahetuse protsesside ühtsusest, sest et nad alati esinevad ühelt poolt assimilatsioonina ja teiselt poolt dissimilatsioonina, mis lõppkokkuvõttes on seotud hapniku tarvitamisega ja süsihappe eritamisega.

Ainetevahetuse suurenemine. Ainetevahetus võib nende või teiste tingimuste mõjul kas kasvada või langeda. Näiteks lihase suurenenud töö puhul ta elutegevus tõuseb. Dissimilatsiooni protsesside suurenemine põhjustab assimilatsiooni tõusmist. Assimilatsiooni protsesside tõus põhjustab omakorda antud koe kasvamist. Seejuures suureneb protoplasma hulk igas rakus või rakkude sigimise tagajärjel kasvab nende arv. Säärast elundi seisukorda nimetatakse h ü p e r t r o o f i a k s.

Teinekord mõni elund, näiteks luustiku lihased või süda, suureneb oma mahu poolest mitte koe kasvu tõttu ega tema töö suurenemise arvel, vaid rasva kogumise tagajärjel. Sääraseks näiteks võib olla südame rasvumine, mida sageli võib tähele panna alkoholikute juures. On endastmõistetav, et säärane ruumala suurenemine mitte üksi ei tugevda, vaid nõrgendab organismi, ning seda ei saa nimetada tõeliseks hüpertroofiaks.

Ainetevahetuse protsesside reguleerimine. Suur ülesanne on assimilatsiooni ja dissimilatsiooni protsessides neil erustel, mida saab töötav elund närvisüsteemi või vere kaudu. Teatavasti on meil juba teada, et kesknärvisüsteem reguleerib ainetevahetust. Veel möödunud sajandi keskpaiku tegi prantsuse füsioloog C l a u d e B e r n a r d kindlaks, et nõelapiste pikliku peaaegu teatud piirkonda põhjustab glükogeeni lagunemise suurenemist maksas ja suhkru ilmumist veres. Nüüdisajal on teada, et kõiki ainetevahetuse põhiprotsesse reguleerivad kesknärvisüsteemi ühed või teised piirkonnad.

Me teame ka samuti, kui suurt mõju avaldavad ainetevahetusele sisesekretsiooni-näärmed. Piisab kilpnäärme meenutamisest, mille talitluse häirimine põhjustab järsu muutust ainetevahetuses. Tõeliselt võttes mõjutab iga sisesekretsiooni-nääre nii või teisiti ainetevahetuse protsesside käiku organismis.

Dissimilatsiooni ja assimilatsiooni protsessi vastastikune suhe. Dissimilatsiooni ja assimilatsiooni protsessi, teiste sõnadega elava aine hävimise ja ülesehitamise vastastikune suhe ei jää alaliseks ja muutumatuks. Ta muutub organismi elu mitmesuguseil perioodidel. Nõnda ületab assimilatsioon kasvuperioodil dissimilatsiooni. Edaspidi küpses eas kujuneb tasakaal ainetevahetuses. Elu viimast (raugaiga) järku, üldise ainetevahetuse langemisel, iseloomustab dissimilatsiooni protsesside alaline ülekaal assimilatsiooni protsesside üle.

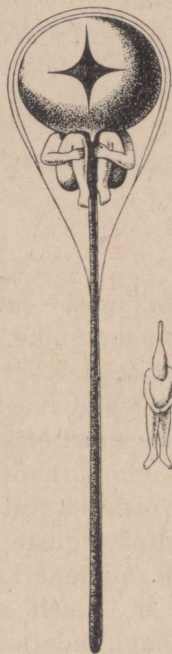
Sigimine ja arenemine.**§ 64. SUGURAKUD.**

Veel võrdlemisi hiljuti — aastat kolmsada tagasi — arvas enamik õpetlasi, et igas munarakus asetseb väga väike, aga täielikult arenenud loomake kõigi keha elunditega. XVII saj. keskpaiku õnnestus ühel õpetlasel mikroskoobi abil avastada inimese seemnevedelikus (s. t. mehe sugunäärmeist eritatud vedelikus) väikesi liikuvaid „loomakesi“, mis sarnanevad konnakullestega. Algul arvati, et need on parasiidid. Kui aga selgus, et sääraseid „loomi“ leidub väga mitmesuguste loomade seemnevedelikus, tuli kuulus hollandi õpetlane Leeuwenhoek (hääldada Lövenhuuk) otsusele, et nimelt need ongi loomade eod; muna on isasidule ehk, nagu teda hakati nimetama, spermatozoidile ainult toitematerjaliks. Varsti pärast seda hakkasid mõned õpetlased kinnitama, et nad mikroskoobi abil nägid spermatozoidis väikest inimesekest (joon. 101).

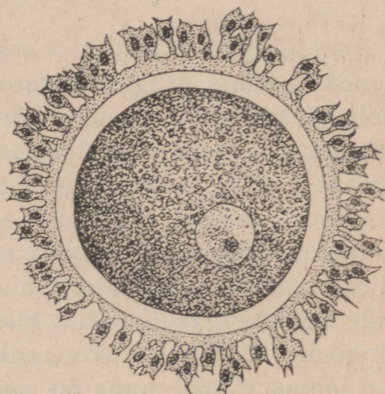
Alles XIX saj. keskpaiku, kui oli tõestatud inimese raku-line ehitus, vaibusid õpetlaste hulgas vaidlused selle üle, kas spermatozoidid on parasiidid või loomade eod. Nüüd me teame, et nii spermatozoid kui ka muna kujutavad rakke, mille ühtimisega algab eo arenemine. Teame, et alles pärast pikka arenemist saab idu looma või inimese kuju.

Muna. Emassugurakk ehk muna areneb naise sugunäär-
mes — munasarjas, tehes läbi rea keerulisi muutusi. Küps
muna, nagu iga elav rakk, sisaldab tuuma ja protoplasmat.

Muna protoplasmat nimetatakse idu-
plasmaks, ta sisaldab suuremal või vä-
hemal määral aineid, mida kasutatakse
areneva loote toitmiseks. Inimesel, sa-
muti nagu kõigil imetajail loomadel,
sisaldavad munad väga vähe toiteaineid
(joon. 102). Neil saab loode oma arene-



Joon. 101. Vana-
aegne kujutis in-
mese spermatozoi-
dist.



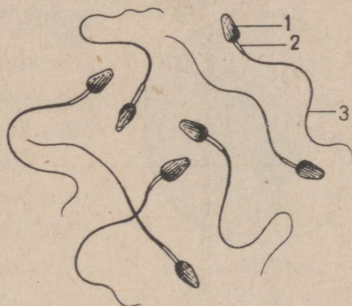
Joon. 102. Inimese muna, mis on
ümbritsetud lootekestaga. Sees on
näha tuum ühes tuumakesega.
Muna protoplasmas leiduvad toite-
ainete terakesed.

miseks vajalikke aineid vahenditult emalt. Inimese muna
suurus on väike: 0,1—0,2 mm läbimõõdus.

Spermatozoid. Spermatozoidid (isassugurakud) on tundu-
valt väiksemad munadest. Need on väga väikesed rakud,
mida võib näha ainult mikroskoobi all (joon. 103). Jämendu-

nud osas — peakeses — asetseb rakutuum, venitatud osa, mida nimetatakse sabaks, koosneb protoplasmast. Spermatozoidid on väga liikuvad. Nad kulgevad saba kiirete võnkeliste liigutuste abil. Nende liikumiskiiruse üle võib otsustada selle järgi, et mikroskoopilisest üliväiksusest hoolimata võivad nad läbi kulgeda võrreldes nende mõõtudega määratu suurt teed — 25 cm tunnis.

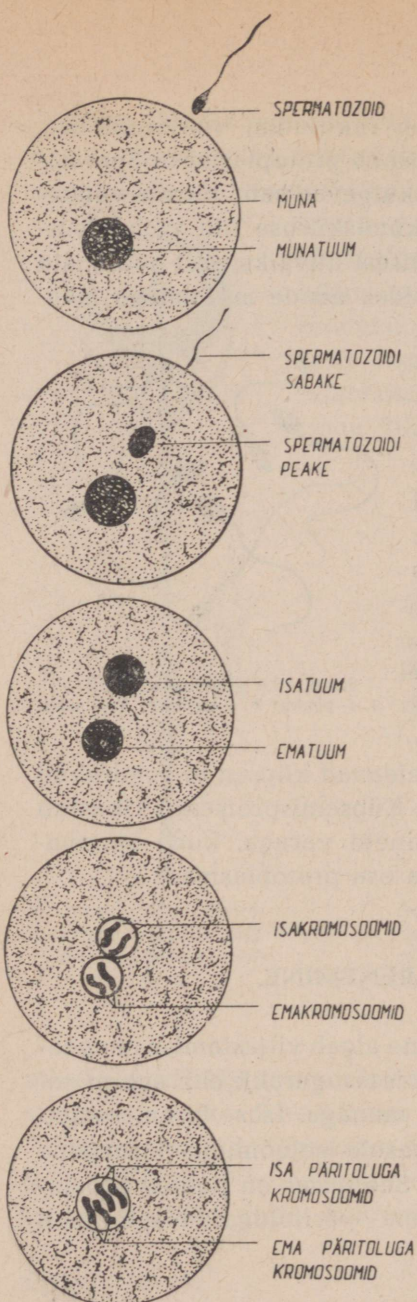
Sugurakkude küpsemine. Nagu teada, koondub raku pooldumisel kromatiinaine tuumaniitidesse ehk kromosoomidesse. Kromosoomide arv on igal loomaliigil püsiv. Sugurakud on organismis ainsad rakud, milles me leiame sellele loomale mittehariliku arvu kromosoomide. Asi on selles, et nii muna kui ka spermatozoid kaotavad küpsemise puhul poole oma kromatiinainest, ja tulemuseks sisaldavad küpsenud sugurakud ainult poole arvu kromosoomide. Küpsemisprotsessis rikastub muna protoplasmaga ja toiteainete varuga, kuna spermatozoid seevastu kaotab tunduva osa protoplasmast.



Joon. 103. Spermatozoidid:
1 — peake; 2 — kaelake; 3 — saba.

§ 65. LOOTE ARENEMINE.

Viljastamine. Loote arenemine algab viljastamise momendiga, s. t. selle momendiga, kui isassugurakk ehk spermatozoid ühtib emassugurakuga — munaga. Isas- ja emassugurakkude liitumisel taastub inimesele iseloomulik normaalne kromosoomide arv (joon. 104). Seejuures on pooled kromosoomest isa ning pooled ema päritoluga. Nagu meil



Joon. 104. Muna viljastamine.

juba teada, on kromosoomide ainega seotud pärilikkude tunnuste edasikandmine. Siit on arusaadav, et isa ja ema päritoluga tuumaaine ühetaline jaotus kindlustab pärilikkuse teel nii isa kui ka ema tunnuste võrdset edasikandmist.

Viljastatud munarakk hakkab kiiresti arenema. Esmalt ta jaguneb pooleks. Kumbki kahest tekkinud rakust pooldub uuesti. Siis kordub rakude pooldumine uuesti ja uuesti ning nende arv kasvab kogu aja.

Sellest momendist alates kuni raseduse lõppemiseni toimub raseda naise organismis rida muutusi, mis on seotud peamiselt sugunäärmete muutunud sisesekretsiooni-ga. Nende muutuste hulka kuulub piimanäärmete kasvamine ning raseduse lõpu poole — piima tekkimine.

Arenevas lootes hakkab kujunema kaks rakkude kihti: nn. sisemine ja välimine looteleht. Varsti tekib viimaste vahele uus kiht — keskmine looteleht. Nende

kolme lootelehe rakud hakkavad ikka rohkem üksteisest erinema — üha selgemini ilmneb üksikute rakurühmade ehituse erinevus, seoses tööjaotusega nende vahel. Tekivad mitmesugused koed ja elundid.

Loote toitumine. Ema munarakk sisaldab toiteainete varu, mida vajab arenev loode esimesel ajal. Ta on mitu korda spermatozoidist suurem. Kuid siiski on ta väga väike — paljale silmale vaevalt nähtav. On endastmõistetav, et säärases väikeses munas on toiteainete varud väikesed. Kust saab arenev loode vajalikke toiteaineid? Kuhu jäävad kehas tekkivad lagusaadused?

Juba oma arenemise algul tekivad loote ümber erilised kestad. Areneva loote väliskesta (kõldkest) nimetatakse hatuseks, sest ta on üleni kaetud hattudega. Selle kesta abil kinnitub loode emaka lihast seina limaskestast külge (joon. 105); selleks ajaks osutub see kest tursunuks ja nagu kohevaks. Hatud kasvavad nii kindlalt emaka limaskestasse, et sünnitamise ajal ühes hattudega kistakse emakaseintest lahti ka osa limaskestast. Hatuses kestas arenevad veresooneid.



Joon. 105. Inimese loode emakas. On näha nabaväät ja emakook.

Kõik, mis on tarvis loote arenemiseks — toiteained, hapnik jne., kõik see läheb kergesti ema verest üle lapse verre emaka seintes asetsevate emaveresoonide ja hatuses kestas rikkalikult harunevate loote veresoonte tiheda kokku puutumise tõttu. Sama teed kaudu, s. t. ema organismi kaudu vabaneb loode süsihappest ja teistest lagusaadustest. Hiljemini see emakaga kokkukasvanud kest areneb nn. emakookiks ehk päramisteks, mis on ühendatud lootega pika nõöri — nabaväädi abil.

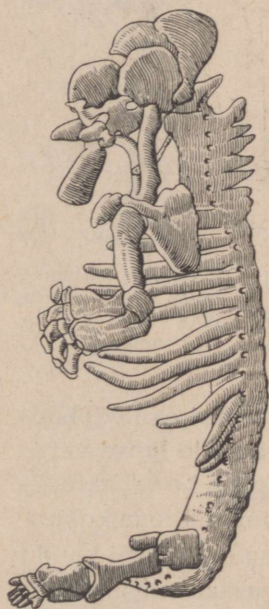
Kogu üheksa kuu kestel loode ema ihus ei hinga ega seedi toitu. Kõike seda toimetab tema eest ema. Kui rasedal naisel neerud, mille ülesandeks on eemaldada verest kõlbmatuid ja kahjulikke „läbitöötatud“ aineid, töötavad halvasti või kui rase naine toitub halvasti ja töötab üle jõu, liigselt väsitades oma organismi, siis mõjutab see kohe loote arenemist ja tervist. Seepärast osutubki hool raseda naise tervise eest ühtlasi hooleks tulevase lapse tervise eest.

§ 66. LAPSEPÕLI.

Lapse organismi arenemine. Sündimise momendil astub lapse organism otsesesse vahekorda väliskeskkonnaga: ta hingab, võtab vastu toitu, eemaldab lagusaadusi. Sellegipoolest jääb ta veel kauaks ajaks täiesti abituks ja nõuab tähelepanelikku ja õiget hoolitsemist, olgugi et iga mööduv päev, nädal ja kuu tugevdab imiku jõudu ja vähendab ohte, mis ähvardavad ta tervist ja elu.

Esimese eluaasta kestel kasvab lapse kaal kolmekordseks. Ta organism areneb ruttu. Tekib võime teha üha uusi liigutusi. Esimese aasta lõpuks hakkab laps kõndima. Et lootel oli algul kõhrest skelett (joon. 106) ja äsja-sündinud lapsel kõhrkude ainult osaliselt asendus luukoe-ga, siis esimese eluaasta jook-sul läheb luukoe arenemine kiiresti edasi, tekib inimesele iseloomulik lülisamba kõve-rus (joon. 107). Peab siiski märkima, et luus-tumine lõpeb palju hiljem, alles 20-ndaks eluaastaks.

Kiiresti arenevad ka lapse siseelundid. Nii näiteks aasta lõpuks areneb seedenäär-mete talitlus niikaugele, et laps, kes algul



Joon. 106. Inimese loote kõhrest luustik.

võis toituda ainult piimaga, nüüd üsna edukalt seedib ka rea teisi ker-
gesti omastatavaid saadusi.

Samal perioodil toimub ka psüühika kiire arenemine. Ja kui esialgu
lapse närvkonna talitluse kõrgemad avaldused peaaegu piirduvad instink-
tidega, mille hulka kuuluvad näiteks imemisliigutused, siis varsti hak-
kavad ilmneema esimesed teadvuse algmed. Laps hakkab tunnetama teda
ümbritsevat maailma. Ta astub ühendusse terve rea talle tundmatute ese-
metega. Ent pikkamööda õpib laps tajuma ümbritsevaid nähtusi, sidudes
neid mitmesuguseid aistinguid, mida ta saab oma meelteelundite kaudu.
Veel hiljem areneb tal kõnelemisvõime.



Joon. 107. Lülisamba kõverduste tekkimine seoses istu-
mise ja seismisega.

§ 67. KÜPSEMISAJAJÄRK.

12—14 aasta vanuselt algab nn. ülemineku-ajajärk ehk küpsemisaja-
järk. Selles eas väheneb liikuvus ja vallatus, mis on omased kooli esi-
meste klasside õpilastele. Tähelepanu muutub kindlamaks. Tekib tööta-
mise püsivus.

Selleks ajaks muutub luustik tugevamaks. Kõhrete luustumine toi-
mub kiiremini. Seoses sellega kõik kõverdused, mis on seotud ebaõige
istumisviisiga või mõne muu ebaõige kehaasendiga, muutuvad püsivamaks
ja raskemini parandatavaks. Kasvab mitte ainult lihaste jõud, vaid ka
nende liigutuste täpsus. Tunduvalt suureneb kasv — laps venib pikaks,
kusjuures rindkere ruumala jääb sageli kasvust maha. Suureneb südame-
kasv, suureneb veresoonte võrk. Kuid samal ajal ei arene südame ruum-

ala ja arteride jämedus ühtlaselt. Arterid jäävad maha oma arengus — nad on liiga kitsad. Süda peab kokku tõmbuma suurema jõuga, et verd kitsast arteride-kanalist läbi tõugata.

Südame töö on suur ülesanne iga füüsilise pingutuse puhul. Et ta selles eas on ebasoodsais tingimustes, tuleb väga ettevaatlikult suhtuda liigsesse füüsilisse koormatusse, et mitte tekitada südame laienemist ja tema töö korratust.

Sisesekreetsiooni-näärmete talitlus muutub järsult. Harknääre kõhertub, väärastub rasvkoeks, sugunäärmed seevastu arenevad; nende talitlus muutub intensiivsemaks ja verre hakkavad tulema uued hormoonid. Sugunäärmete talitluse arenemise ja tõusmisega tekivad nn. teisessed sugutunnused, s. t. need tunnused, mispoolest täiskasvanud inimene erineb lapsest: hääl muutub, näole ilmuvad karvad, keha vormid muutuvad jne. Sugunäärmed, nagu teame, mõjutavad suuresti kogu organismi elutegevust.

Küpsemisajajärk kestab mitu aastat, seejuures inimese keha üksikud elundid jõuavad erisugusel ajal oma arenemisega lõpule, muutuvad erisugusel ajal ka küpseks. Nõnda saavutatakse peaaegu suurim kaal 20—30 eluaasta paiku. Lülisammal lõpetab oma arengu 25-ks eluaastaks. Harilikult loetakse küpseks 20 kuni 22-aastane ja vanem iga. Selleks ajaks muutub organism küllalt püsivaks, kõigi elundite ja kudede elutegevus toimub normaalselt.

Selleks ajaks võib organismi lugeda täiesti küpseks, et täita sigimise ülesannet. Sigimine on kõigi elusolendite, nende hulgas ka inimese põhifunktsioone. Suguelu on instinkti väljendus, mis soodustab soo jätkamist. Kuid mitte instinktid, vaid teadvus, mida määrab ühiskondlik olukord, juhib inimese käitumist. Suguelu küsimustesse tuleb suhtuda teadlikult. Tuleb meeles pidada, et nende küsimuste õigest lahendusviisist on huvitatud kogu nõukogude ühiskond.

Sotsialistliku ühiskonna ülesehitustöö nõuab meilt igapähealt aktiivset võitlust tervete järglaste eest. Meie lapsed peavad kasvama terveiks ja tugevaiks. Uheks vajalikuks tingimuseks on vanemate terve ja täiesti lõpuleviidud füüsiline areng. Ainult terved vanemad annavad terveid tulevasi kommunismi ülesehitajaid.

§ 68. LASTE JA ALAEALISTE TERVISEKAITSE.

Ei ole ainust maad maailmas, mis võiks võistelda meiega kasvavate põlvete tervisekaitse alal. Nõukogude seadused hoolitsevad lapse eest juba emaihus. Tulevasel emal ei ole tarvis karta, et lapse isa jätab teda saatuse hooleks, sest isa ühes emaga on kohustatud võtma osa oma lapse kasvatamisest, sellest hoolimata, kas abielu on registreeritud või mitte. Naistöölised ja -ametnikud vabastatakse raseduse puhul 35 kalendripäeva enne sünnitamist ja 28 päeva pärast sünnitamist, kusjuures nad saavad toetust riigi arvel. Töölt vabastamise ja toetuse saamise õigus on neil, kes katkestamatult töötasid käitises (asutises) vähemalt 7 kuud. Raseduse ajal ja pärast lapse sündi võib naine saada maksuta arstlikku nõuannet, kuidas hoolitseda oma ja imiku tervise eest. Selleks on olemas erilised nõuandlad. Töölisel-emal on võimalus töö ajal jätta oma last lastesõime. Emadele, kel on üle 6 lapse, makstakse 5 aasta jooksul abiraha igalt sündivalt lapselt. Kõigi nende abinõude tõttu ema ja lapse kaitseks on laste suremus järsku langenud. Nii näiteks on Moskvas imikute suremus nüüdisajal kaks korda madalam kui 1913. aastal.

Mitte vähem tähelepanu ei pühenda nõukogude võim laste ja noorte tervisekaitsele. Meil on kogu terviseparandamise asutiste süsteem, mis teenindab lapsi ja noori: sanatooriumid, sanatoorium-koolid, metsakoolid, noorte pioneeride sanatoorium-laagrid, suvised terviseparandamise kolooniad, suvised mänguplatsid jne. Lasteaiad, koolid ja muud asutised töötavad erilise arstliku kontrolli all. Kõigis koolides antakse õpilastele sooja einet.

Kapitalistlikes maades kurnatakse odavat laste tööd juba kauemat aega. Lapse töö tuleb odavam täiskasvanu tööst. Kui on võimalik asendada täiskasvanud töölist alaealisega, teevad seda kapitalistid väga meeleldi. Säärase asendamise võimalus on seotud tehnika arenguga. „Mida rohkem masinate tarvitusele võtmisega kätetöö ja lihaste jõud asendatakse vee- ja aurujõuga, seda vähem vajab vabrikant täiskasvanud mehi“ (Engels).

Suuremas osas kapitalistlikes maades kasutatakse laste tööd alates 10. eluaastast, kuid tegelikult töötab mõnedes maades mitte vähe 6—8-aastasi lapsi. Tööpäeva pikkus on 10—12 tundi ja mõningail juhtudel isegi 14 tundi. Säärane kurnav töö põhjustab füüsilise ja vaimse arenemise kängumist. Ja olukorra tulemusena osutuvad säärased lapsed vähem terveks, mis peegeldub ka nende edukuses õppimise ajal.

Võtnud võimu enda kätte, likvideeris proletariaat täielikult igasuguse töö, selle hulgas ka laste töö ekspuateerimise. Alaealiste osavõtt tootmistööst on meil korraldatud nõnda, et töö osutub alaealistele õige ja mitmekülgse arenemise ning tervise tugevdamise vahendiks. 14. eluaastani on laste töö tööstuses seadusega keelatud. Alaealisi 14—15 aasta vanuselt võib võtta tööle ainult mõnel juhul tööinspektori loal. Nende tööpäev ei tohi ületada 4 tundi. Alaealistele 16—18 aasta vanuselt on kehtima pandud 6-tunnine tööpäev. Eriliselt kahjulikele ja raskeile töödele alaealisi ei lasta.

Kõiki koolilapsi ja alaealisi, kes töötavad käitistes, peab arst igal aastal üle vaatama. Selle ülevaatuse alusel eraldatakse need, kes vajavad erilist tervislikku ravi. Alaealistele töölistele antakse täiendavat puhkust, neid saadetakse puhkekodudesse, sanatooriumesse, kuurortidesse.

XI PEATUKK.

Lõppsõna.

§ 69. FUSIOLOOGIA ÜLESANNE TÖÖ ORGANISEERIMISEL JA RATSIONALISEERIMISEL.

Inimese elu aluseks on töö. Seepärast ei saa me mõista inimese organismi elutegevust, kui seda uurida väljaspool tööd. Inimese füsioloogia ei ole mõeldav ilma, et me ei õpiks tundma organismi tema tööprotsessis.

Tööprotsessis muutub nii või teisiti keha iga elundi, iga koe talitus. Muutub mitte ainult närvisüsteemi ja lihaste töö, vaid ka nende elundite töö, mis esinevad nagu abistajaina tööprotsessis, varustades organismi vajalike toiteainetega, eemaldades lagusaadusi ja jäänuseid jne. Nõnda muutub näiteks pingutava füüsilise töö puhul hingamine sagedamaks ja sügavamaks, süda tuksub tugevamalt ja sagedamini, veri jaotatakse teisiti, ta voolab peamiselt töötavasse elundeisse, neerude töö kasvab jne.

Nende muutuste tundmaõppimisel, mis tekivad töö ajal nii üksikuis elundeis kui ka kogu organismis, on suur tähtsus töö ratsionaliseerimise, tervendamise ja viljakuse tõstmise suhtes. Mainitud ülesannete teostamiseks on üldfüsioloogiast väljakasvanud eriharu — tööfüsioloogia. Tõeliselt iga füsioloogia osa teeb tegemist tööküsimusega. Tööfüsioloogia ülesandeks ei ole ainult see, et tundma õppida muutusi, mis teki-

vad inimese organismis töö mõjul. Tema ülesandeks osutub osavõtt töö ratsionaliseerimisest ja selle viljakuse tõstmisest. Selle eesmärgiga õpib ta ka tundma töö puhul organismis toimuvaid muutusi ja töötingimusi, sest ta teab, et selle järgi, kuidas ühed või teised tingimused mõjutavad organismi, võib leida neist tingimustest organismile kõige soodsamaid. Võib kindlaks määrata sääraseid tingimusi, mille juures ühes viljakuse tõusuga ka inimese töövõime kasvab ja väsimus langeb.

Töofüsioloogia iseseisva teadusharuna arenes võrdlemisi hilja. Ta sündis kapitalistlikes mais seoses tungiga tõsta inimese töö intensiivsust. Pärast revolutsiooni, aga eriti viimasel ajal on meie maal töofüsioloogia hakanud hoogsalt arenema.

Kuid töofüsioloogia arenemisteed NSV Liidus ja kapitalistlikes mais on lahkuminevad, kuna sotsialistlikud ja kapitalistlikud tööorganisatsiooni süsteemid on põhiliselt erinevad.

Lenin kapitalistlikust ja sotsialistlikust tööorganisatsioonist. Lenin kirjutab oma teoses „Suur algatus“: „Sundmaisuse ühiskondliku töö organisatsioon püsis kepidistsipliinil, kusjuures töötav rahvas, keda röövis ja kelle üle irvitas käputäis mõisnikke, vaevles pimeduses ja vaesuses. Kapitalistlik ühiskondliku töö organisatsioon püsis näljadistsipliinil, kuna töötava rahva suur mass, hoolimata kodanliku kultuuri ja kodanliku demokraatia edust, jäi siiski ka esirinnas sammuvais, tsiviliseeritud ja demokraatlikes vabariiges palgaorjade ja rõhutud talupoegade pimedaks ja rõhutud massiks, keda röövis ja kelle üle irvitas käputäis kapitaliste. Ühiskondliku töö kommunistlik organisatsioon, mille esimese sammuna esineb sotsialism, püsib ja mida kaugemale ta läheb, seda enam toetub ta nende töötajate eneste vabale ja teadlikule distsipliinile, kes heitsid kõrvale nii mõisnike kui ka kapitalistide ikke.“

Kapitalistlikus korras ei tööta tööline vabatahtlikult, ta teeb tööd kapitalistile; meil kehtib vaba töö enda tarvis, see töö, mille tulemusena kasvab ja laieneb tööliklassi taotlus, kasvab ja laieneb sotsialistliku ühiskonna ehitus.

Kapitalistlik töö ratsionaliseerimine. On arusaadav, et kapitalistlik töö ratsionaliseerimine ei toimu sääraselt nagu see toimub meil, selle tulemused on teissugused. Kapitalistlikul töö ratsionaliseerimisel on ainult üks eesmärk — tõsta kapitalisti tulusid. Kapitalistliku ühiskonna tingimustes võib see tulude tõus sündida ainult tööliste kurnamise suurendamise ja loodusvarade röövmaajandamise arvel.

Kodanlik teadus on osutanud suuri teeneid kapitalistlikule ratsionaliseerimisele. Töö ratsionaliseerimise küsimusi on uurinud insenerid, füsioloogid, hingeteadlased ja teised eriteadlased. Kuid nende töö tulemused soodustavad ainult tööliklassi kurnamist.

Kapitalistliku ratsionaliseerimise piltlikuks näiteks võib olla vool, mida tema suurima esindaja nime järgi nimetatakse *tailorismiks*. Mil viisil püüavad insener Taylor ja ta kaasvõitlejad ratsionaliseerida tööd? Esimesel pilgul näib, et tailori ratsionaliseerimine ei ole sugugi nõnda halb.

Vaadeldes töölist pani Taylor tähele, et nad harilikult teevad palju liigseid liigutusi, mis ei ole sugugi vajalikud ja ainult aeglustavad töö kiirust. Iga töö tarvis ta valis välja sääraseid liigutused, mis olid lühimad ja kiirendasid tööd. Samal ajal ta ratsionaliseeris tööriistade ja materjalide asetust, tegi kindlaks ettevõtjale kõige kasulikuma töökoormatise. Nii näiteks tegi ta kindlaks, et on kõige kasulikuma anda laadijale labidas, millele läheb 8 kg sütt, kuna suurema mahutusega labidas aeglustab liigutusi ja vähendab tööviljakust. Kuid see ei ole tähtsaim asi Taylori süsteemis. Peaasi on püüa kõigi võimalike abinõudega saavutada tööliselt maksimaalset viljakust, pigistada temast välja kõik, mis iganes võimalik. Võrreldes üksikute tööliste tööd, valis Taylor nende hulgast välja kõige osavama ja vastupidavama, kõige sobivama antud tööks ja tegi talle ettepaneku eriti kõrge tasu eest töötada suurima kiirusega. Säärase äärmiselt pingutava töö järgi tegi Taylor kindlaks selle normi, mille pidid teostama kõik tööliselised. Need, kelle jõud ei küündinud „nor-

maalse" töö hullumeelse temponi, vabastas ta ametist, sest ta luges neid ebasobivaiks, s. t. kurnamiseks lihtsalt mittekasulikeks.

Kui sellele juurde lisada trahvid teostamata jäänud normi eest ja preemiad selle ületamise eest ning väga valju ja keerulist tööliste kontrolli, siis saab täiesti selgeks, et säärane ratsionaliseerimine rõõvib lühima aja jooksul tööliselt jõu ning tervise, kusjuures reast väljalangenud tööline asendatakse uuega.

Sama teed läksid ka teised kapitalistlikud töö ratsionaliseerijad. Tööpäeva pikkust lühendati ainult alles siis, kui selle tagajärjeks oli ettevõtja tulude tõus. Sanitaarolude parandamist (näit. valgustuse ja õhu temperatuuri parandamist) kaaluti ainult ettevõtja huvide vaatekohalt.

Fordi süsteem on kapitalistliku töö ratsionaliseerimise klassiline näide. Ta nõuab kõrget tootmistehnikat, kuid see kõrge tehnika, selle asemel et kergendada tööd, teeb juba ilma selleta raske töö veelgi kurnavamaks, muutes töölise masina elavaks osiseks.

Taylor, Ford ja teised kapitalistliku töö ratsionaliseerijad näevad töölisel ainult „elavat inimmasinat“. Nad leiutavad vahendeid, kuidas tõsta selle masina tööviljakust ja saada temast suurimat tulu. Ei maksa rääkida, et säärasel lahendamisel töötava massi huve peaaegu kunagi ei arvestata.

Rea võtete abil sunnitakse töölist tegema üleliia rasket tööd, mille tulemusena küll tööviljakus tõuseb, kuid töölise eluiga muutub lühemaks.

Teiste sõnadega, „tehnika ja teaduse edu kapitalistlikus ühiskonnas tähendab high väljapressimise kunsti edu“ (Lenin). See high väljapressimise kunst on kapitalistliku süsteemi loomulik tulemus.

Sotsialistlik töö ratsionaliseerimine. On arusaadav, et keegi ei hakka eitama, et kodanlik teadus ja tehnika on saavutanud suuri tulemusi töö ratsionaliseerimise alal. Paljusid neist saavutistest kasutame ka meie eduga praegu ja edaspidigi. Näiteks me kasutame liikuvat töölinti, mis tundub tõstab tööviljakust. Kuid terve rea korralduste abil, mille väljatöötamisest võtavad osa ka füüsioloogid, on töölisel nõukogude liikuva töölinde taga asetatud sääraseisse tingi-

mustesse, et kurnamisest, nagu see on Fordi süsteemi juures harilik, ei saa olla juttugi. Nõnda on lugu ka teiste kapitalistliku ratsionaliseerimise saavutiste rakendamisega. On selge, et ei ole võimalik ainustki kapitalistliku töö organisatsiooni ega ratsionaliseerimist, olgu Tayloriga, Fordi või muu süsteem, mehaaniliselt üle tuua võiduka sotsialismi maale.

Nõukogudemaa ei ole töö ratsionaliseerimisest mitte vähem huvitatud kui kapitalistidki, kuid meie ratsionaliseerimine, mis on sotsialistliku töö organisatsiooni osaks, erineb täiesti kapitalistlikust töö ratsionaliseerimisest.

Sotsialistliku töö ratsionaliseerimise tulemuseks on töövõimelise töötava tõus, töö kergendamine, töötava inimese töövõime tõstmine, tema materiaalse ja kultuurilise taseme parandamine. Tema eesmärgiks on luua tööle säärased tingimused, mis annavad suurima tootmise juures vähima väsitavuse, mis ei kurnaks organismi ega põhjustaks haigusi ning vigastusi. Teiste sõnadega, meil toimub ratsionaliseerimine kogu töölisklassi huvides. Meie töö ratsionaliseerimine toimub iga töökollektiivi ja iga üksiku töölise huvides, sest see ei ole mõeldav töötingimuste tervendamiseks, ohutuse tehnika parandamiseks, tootmise kvalifikatsiooni tõstmiseks ja heaolu tingimuste parandamiseks.

Sotsialistliku tööorganisatsiooni oluliseks erinevuseks tuleb pidada uusi töövorme, mis on seotud uue, sotsialistliku suhtumisega töösse. Sotsialistlike töövormide aluseks on „vaba ja teadlik distsipliin“, millest kirjutas Lenin. Uus, sotsialistlik töösse suhtumine luuakse võitluses sotsialistliku ülesehitamise eest ja väljendub sotsialistliku võitluse ja löögirühmade hoogsas arenemises. Nüüdisajal areneb selle kõrgem vorm — stahhaanovlik liikumine. Meil muutus töö „hävitavast ja raskest koormast, milleks teda peeti varem, auasjaks, kuulsuse, vapruse ja kangelaslikkuse asjaks“ (Stalin).

Lisad.

1. TAIMSE PARITOLUGA TAHTSAIMATE TOIDU- SAADUSTE KOOSTIS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite- hulk saa- duse 100 grammis
		valke	rasvu	süsi- vesi- kuid	
1	Provanks- ja muud taimeõlid . . .	—	99,0	—	891
2	Nisujahu, peenike (püül) . . .	10,0	1,0	75,0	349
3	Nisujahu, jäme (sõelajahu) . . .	13,0	1,5	70,0	346
4	Nisuleib	7,0	0,7	53,0	246
5	Rukkijahu	10,0	1,0	74,0	345
6	Rukkileib paremast jahust	6,5	0,7	51,0	236
7	Rukkileib jämedast jahust (kliidega)	7,5	1,2	46,0	225
8	Rukkikuivikud	11,0	1,0	74,0	349
9	Riis (puhastatud)	7,0	0,5	77,0	341
10	Tatrajahu	10,0	1,5	70,0	334
11	Hirss	14,0	1,0	69,0	341
12	Manna	9,0	0,2	76,0	342
13	Pärلتangud	10,2	2,0	68,0	331
14	Odratangud	11,5	1,5	68,0	331
15	Mais	10,0	0,6	66,0	310
16	Kaerajahu	14,0	6,0	66,0	325
17	Makaronid, nuudlid	11,0	0,3	71,0	335
18	Herned	23,0	2,0	51,0	314
19	Läätsed	18,0	0,5	44,0	260
20	Oad	24,0	2,0	48,0	306
21	Sojaoad	32,0	16,0	29,0	392
22	Suhkruherned (rohelistes)	6,5	0,5	13,0	83
23	Kartul	2,0	0,1	20,0	89
24	Peet	1,0	0,1	8,5	39
25	Porgand	1,0	0,2	9,0	42
26	Kaalikas	1,3	0,2	7,0	35
27	Redised	1,0	0,1	4,0	21

Järiek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süsi- vesi- kuid	
28	Spinat	3,0	0,4	3,0	28
29	Salat	1,5	0,3	2,0	17
30	Hapuoblikas	2,0	0,4	3,0	24
31	Värske kapsas	2,0	0,2	5,0	30
32	Hapukapsas	1,0	0,2	4,0	21
33	Kurgid	0,6	0,1	1,0	7
34	Tomatid	0,7	—	3,0	16
35	Kõrvits	1,0	—	5,0	24
36	Kuivatatud juurviljad	12,0	1,5	45,0	240
37	Söödavad seemed (värsked)	3,0	0,3	5,0	35
38	Söödavad seemed (kuivatatud)	25,0	2,0	40,0	278
39	Melon	0,8	0,1	6,0	28
40	Arbuus	0,4	0,2	12,0	52
41	Õunad	0,4	—	13,0	54
42	Pirnid	0,4	—	12,0	50
43	Apelsinid	0,6	—	14,0	58
44	Sidrunid	0,5	—	13,0	54
45	Kirsid	0,8	—	13,0	55
46	Ploomid	0,6	—	16,0	66
47	Aprikoosid	1,0	—	12,0	52
48	Virsikud	0,5	—	14,0	58
49	Viinamarjad	0,7	—	15,0	63
50	Maasikad	1,0	0,3	8,0	39
51	Vaarikad	1,0	—	8,0	36
52	Mustikad	0,5	—	12,0	50
53	Viigid	3,0	1,0	58,0	250
54	Rosinad	2,0	0,3	62,0	260
55	Keedis marjadest (keskmiselt)	0,4	—	60,0	245
56	Metspähklid	17,0	62,0	7,0	654
57	Kreeka pähklid	16,0	63,0	6,0	655
58	Suhkur-rafinaad	—	—	100,0	400
59	Mesi	0,3	—	80,0	321
60	Šokolaad	3,0	20,0	68,0	472
61	Kakao	22,0	25,0	3,0	330

2. TAHTSAIMATE TAIMSE PÄRITOLUGA TOIDU- SAADUSTE VITAMIINIDE SISALDUS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	Taimeõlid	+	—	—
2	Nisu	+	+++	—
3	Nisujahu, peenike (püül)	—	+	—
4	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	+	++	—
5	Nisuleib	—	+	—
6	Rukkijahu, terviklikest teradest	+	++	—
7	Rukkileib	—	++	—
8	Tatratangud	?	+++	—
9	Hirss	+	++	—
10	Riis, terviklik	—	++	—
11	Riis, puhastatud (poleeritud)	—	—	—
12	Kliid	+	++++	—
13	Idanenud terad	++++	+++	++++
14	Mais	+	++	—
15	Sojaoad	++	++	—
16	Herned	+	+++	—
17	Suhkruherned (kuivatatud)	+++	++	++
18	Suhkruherned (värsked)	+++	++	+++
19	Läätsed	++	+++	+
20	Kartul, keedetud 13 minutit	+	++	++
21	" , keedetud 1 tund	+	++	+
22	Peet	+	++	++
23	Porgand	+++	+++	++
24	Porgand, keedetud	+	+	+
25	Kaalikas	+	++	++
26	Naeris	+	++	+++
27	Tomatid	+++	+++	++++
28	Redised	+	+	—
29	Salat	++	++	++++
30	Spinat	+++	+++	++++
31	Kurgid	—	+	+
32	Kapsas, toores	++	+++	+++
33	" , keedetud	+	++	+
34	" , hapendatud	+	+	—
35	Lillkapsas, toores	+	+	+++
36	" , keedetud	+	+	++
37	Kuivatatud juurvili	+	+	+
38	Õunad	+	++	++
39	Pirnid	—	++	+
40	Mandariinid	?	?	+++
41	Apelsinid	+	++	++++

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
42	Sidrun	+	+	++++
43	Arbuus	?	?	++
44	Melon	++	+	+
45	Viinamari	+	++	+
46	Rosinad	—	+	—
47	Kirsid	++	+	++
48	Ploomid, kuivatatud	+++	+	—
49	Vaarikad	—	—	+++
50	Maasikad (mets- ja aed-)	—	+	++
51	Mustad sõstrad	?	?	++++
52	Pihlakamarjad	?	?	+++
53	Metspähklid	+	++	+
54	Kreeka pähklid	+	++	—
55	Söödavad seemed	+	+	—
56	Õllepärm	+	++++	—
57	Kuuse- ja männiokkad	?	?	++++
58	Mesi	—	+	—
59	Suhkur	—	—	—
60	Tärklis	—	—	—

- tähendab vitamiini puudumist;
+ väike vitamiini-sisaldus;
++ küllaldane vitamiini-sisaldus;
+++ palju vitamiini;
++++ väga palju vitamiini.

3. LOOMSE PARITOLUGA TAHTSAIMATE TOIDUAINETE KOOSTIS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
Liha ja lihasaadused					
1	Loomaliha (lahja)	21,0	3,0	—	111
2	" (rasvane)	17,0	25,0	—	293
3	" (keskmine)	20,0	3,0	—	125
4	Vasikalihha	19,0	5,0	—	121
5	Sealiha	17,0	20,0	—	248
6	Lambaliha	16,0	16,0	—	210
7	Küülikuliha	20,0	7,0	0,5	145

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saa- duse 100 grammis
		valke	rasvu	süsive- sikuid	
8	Sink	22,0	20,0	—	270
9	Vorst, keedetud	14,0	15,0	4,0	210
10	" suitsetatud	17,0	14,0	—	195
11	Viini vorstid	14,0	13,0	1,0	180
12	Neerud	16,0	4,0	—	100
13	Maks (vasika-, lamba-, lehmamaks)	18,0	3,0	3,0	111
14	Vasikaajud	9,0	8,0	—	110
15	Kanaliha (lahja)	20,0	2,0	0,5	100
16	" (rasvane)	18,0	9,0	—	155
17	Haneliha (keskmine)	16,0	30,0	—	335
18	Searasv, sulatatud	—	99,0	—	891
19	Searasv, sulatamata	2,0	83,0	—	775
Kala- ja kalasaadused					
20	Tuurakala	17,0	2,0	—	86
21	Koha (värske), haug	18,0	0,3	—	75
22	" , soolane, kuivatatud	45,4	3,0	—	210
23	Heeringas, soolane	16,0	13,0	—	181
24	" , suitsetatud	19,0	8,0	—	150
25	Vobla, värske	16,0	5,0	—	110
26	" , kuivatatud	45,0	10,0	—	270
27	Kalamari	30,0	14,0	2,0	254
28	Kalarasv	—	99,0	—	891
Munad, piim, piimasaadused					
29	Kanamunad	14,0	11,0	0,4	157
30	Munavalge	13,0	—	0,7	85
31	Munarebu	16,0	30,0	0,3	336
32	Lehmapiim (täispiim)	3,5	3,5	5,0	66
33	" (kooritud)	3,5	0,5	5,0	39
34	Koor	4,0	30,0	—	290
35	Kohupiim	25,0	7,0	3,5	177
36	Hapupiim	3,0	3,8	3,0	50
37	Juust, rööskkoorest	15,0	30,0	1,0	331
38	" , rasvane (vene, šveitsi, bakstein)	25,0	20,0	3,0	385
39	" , lahja	32,0	4,0	5,0	185
40	Rööskkoorevõi	0,7	85,0	0,5	770
41	Sulatatud või	—	98,0	—	882

4. TAHTSAIMATE LOOMSE PÄRITOLUGA TOIDU- SAADUSTE VITAMIINIDE SISALDUS.

Järjek- nr	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	Loomaliha (lahja)	+	+	+
2	Konservitud liha	—	+	—
3	Sealiha	+	++	—
4	" , soolane	—	—	—
5	Lambaliha	+	++	—
6	Maks	+++	++	++
7	Neerud	+++	++	+
8	Heeringas	+	—	—
9	Kala, värsked	+	+	—
10	" , soolane või konservitud	—	—	—
11	Kalamari	+++	+	—
12	Kanamunad	+++	++	—
13	Kanamunavalge	—	—	—
14	Munarebu	++++	+++	—
15	Lehmapiim, süvine	+++	+	++
16	" , talvine	+	+	—
17	Hapupiim	+	+	+++
18	Juust, rasvane	++	+	—
19	Või, süvine (lehmi karjatatakse väljas)	++++	—	—
20	Või, talvine	+	—	—
21	Margariin, taimeraskvadest	—	—	—
22	" , loomarasvast	+	—	—
23	" , rikastatud vitamiinidega	+++	—	—
24	Kalamaksaõli (tursalt)	++++	—	—
25	Loomarasv	+++	—	—
26	Searasv	+	—	—
27	Searasv, sulatatud	—	—	—

Märkide tähendus sama, mis tabelil 2.

Sisukord.

Sissejuhatus	Lk. 3
------------------------	-------

I peatükk. Rakud ja koed.

§ 1. Organismide rakulise ehituse uurimise ajalugu	9
§ 2. Raku protoplasma ja tuuma ülesanne	12
§ 3. Protoplasma ja tuuma koostisest ja ehitusest	13
§ 4. Raku kaudne pooldumine	17
§ 5. Loomakoed	22

II peatükk. Vereringe.

§ 6. Vereringe tähtsus	31
§ 7. Verelibled ja nende tähtsus	34
§ 8. Plasma koostis ja omadused	39
§ 9. Immuunsus	41
§ 10. Vereringe üldskeem	45
§ 11. Süda ja tema töö	50
§ 12. Südame töö ja elundite täitumine verega organismi puhkeajal ja mitmesuguse tegevuse puhul	54
§ 13. Lihaste tegevuse mõju südame vereringesüsteemile	58
§ 14. Südame üleväsitus	64

III peatükk. Hingamine.

§ 15. Hingamiselundite tähtsus	66
§ 16. Hingamiselundite ehitus	67
§ 17. Hingamise liigutused	73
§ 18. Gaasidevahetus kopsudes ja kudedes	78
§ 19. Hingamiselundite talitlus mitmesuguseis tingimustes	80
§ 20. Võitlus tervisliku õhu eest ja selle tähtsus	86
§ 21. Ründeained ja vahendid nendega võitlemiseks	87

IV peatükk. Toitumine.

§ 22. Toitumise tähtsus	90
§ 23. Seedeelundite ehitus	92
§ 24. Fermendid	98
§ 25. Seedeelundite töö	101
§ 26. Imendumine	109
§ 27. Toidusaaduste toiteväärtus	113
§ 28. Toitlusnormid	119
§ 29. Uhiskondlik toitlus	124

V peatükk. Luude-lihastesüsteem.

§ 30. Luude-lihastesüsteemi tähtsus	126
§ 31. Luude koostis ja ehitus	127
§ 32. Inimese luustiku üldehitus	129
§ 33. Luude omavaheline seos	136
§ 34. Lihaste ehitus ja töö	137
§ 35. Lihaste töö kemism	143
§ 36. Lihaste väsimus	145
§ 37. Lihaste tegevuse mõju organismile	147

VI peatükk. Eritus.

§ 38. Missuguseid aineid eritab organism?	149
§ 39. Kuseelundite ehitus ja töö	150
§ 40. Nahk	153
§ 41. Naha ja higinäärmete ülesanne keha temperatuuri reguleerimisel	154
§ 42. Naha puhtuse hoidmise tähtsus	157
§ 43. Mürkained, mis toimivad naha kaudu	158

VII peatükk. Närvisüsteem.

§ 44. Närvisüsteem	159
§ 45. Närvirakud ja närvid	161
§ 46. Närvide omadused	162
§ 47. Seljaluu ehitus ja töö	164
§ 48. Peaaju üksikute osade ehitus ja töö	164
§ 49. Tingrefleksid	172
§ 50. Inimese närvisüsteemi kõrgem talitlus	179

§ 51. Töövõtete kujundamine	183
§ 52. Mõtlemine kui inimese närvisüsteemi talitluse kõrgem avaldus	185
§ 53. Õpetuse arenemine närvisüsteemi kõrgemast talitlusest . . .	187
§ 54. Meelteelundid ja nende tähtsus	188
§ 55. Nägemiselundid	190
§ 56. Kuulmis-, haistmis-, maitsmis- ja kompimis- elundid	193

VIII peatük k. Sisesekreetsioon.

§ 57. Kilpnääre	197
§ 58. Teised sisesekreetsiooninäärmed	202
§ 59. Sugunäärmed	205
§ 60. Sisesekreetsiooninäärmete tähtsus	207

IX peatük k. Ainete- ja energiavahetus inimese organismis.

§ 61. Assimilatsiooni ja dissimilatsiooni protsessid	209
§ 62. Ainetevahetus	212
§ 63. Ainete- ja energiavahetuse tasakaal organismis	216

X peatük k. Sigimine ja arenemine.

§ 64. Sugurakud	219
§ 65. Loote arenemine	221
§ 66. Lapsepõli	224
§ 67. Küpsemisajajärk	225
§ 68. Laste ja alaealiste tervisekaitse	227

XI peatük k. Lõppsõna.

§ 69. Füsioloogia ülesanne töö organiseerimisel ja ratsionaliseerimisel	229
Lisad	234

Originaali tiitel:

A. H. Кабанов. Анатомия и физиология человека. Москва 1941.

Vastutav toimetaja A. Valsiner. Tõlkija A. Veiderma. Korrektor B. Vahi. Tehniline toimetaja H. Kasemets. Laduda antud: 29. V 1941. Trükki antud: 19. VI 1941. Trükitähtede arv trükipoognas: 30 624. Trükipoognate arv: 15¼. Autori arvutuspoognate arv: 9,84. Kirjastuse arvutuspoognate arv: 11,54. Trükiarv: 5150 eksemplari. Kaust: D 5. Paber: 56:79 cm ¹/₃₂. Trükikoja tellimise nr. 783. MB-6244. Trükikoda: „Punane Täht“, Tallinn, Pikk tänav 54/58.

Печатано на эстонском языке.

ГИЗ Педагогическая Литература, Таллинн Типография „Пунане Тэхт“, Таллинн, улица Пякк 54/58.