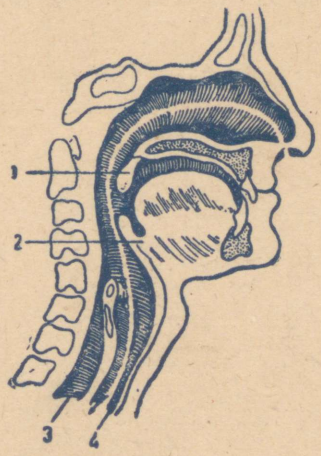
E-15656

A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA



RK
»PEDAGOOGILINE KIRJANDUS«

TALLINN

A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA

SUNDEKSEMPLAR

2797

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"

TALLINN 1945

2

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis
(1945: 0305)
25051

A-15656

SISSEJUHATUS.

Anatoomia ja füsioloogia. Anatoomia õpetab tundma niihästi kogu organismi kui ka ta üksikute osade — elundite, kudede ja rakkude ehitust. F ü s i o l o o g i a õpetab tundma organismis toimuvaid elulisi protsesse ehk, nagu öeldakse, organismi e l u l i s i f u n k t s i o o n e. 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 vastastikuses 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. Ümberpöördult, 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 religioossest ebausust.

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 Hippokratest, korraldas mitmesuguseid katseid loomadega, lahkas ahve, keda ta nimetas „inimese naljakaiks jäljendeiks". Oma teoseis väljendab ta otseselt 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 on säärane, kirikuõpetusega tihedasti seotud idealistlik vaade veel tänapäevani 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 eritavad kust, vaadelda kui lihtsaid kurnasid, toidu imendumist püüdsid nad seletada ainult difusiooni ja osmoosi füüsikalis-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. Üksikud 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 katseil ehk eksperimentidel. 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 ammugi 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 esiajaloo[1] 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 kehaehituse 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 täiuslikkus, sõnadest 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 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 ülesehitamistööle.

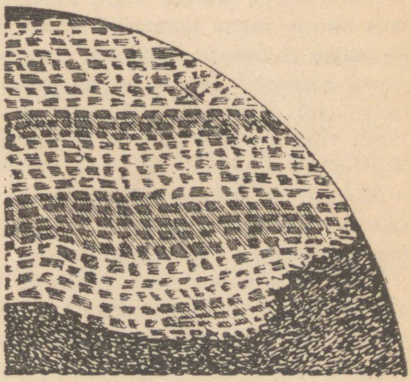
I PEATÜKK.

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 organiseeritutega, 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 õhukesi lõikeid pani ta tähele, et kork koosneb arvurikkaist 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 korgilõiku mikroskoobi all.

säsis ning mitmesuguste teiste taimede puidus. See nimetus säilib 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 taimorganisme 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 organiseeritutega, 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 protoplasmaks[1]. Raku sisu, s. t. protoplasmat hakati

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

pidama raku eluprotsessi kandjaks. Vähe sellest, mitmed õpetlased (M. Schultze, Virchov jt.) näitasid, et loomarakkudel, välja arvatud üksikud erandid, puudub eriline kest ja nad kujutavad protoplasma tombukesi. 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. Virchov, „iga rakk tekib rakust".

Virchovi ajal vaadeldi iga hulkrakset organismi kui rakkude „ühiselu", „asundust" (kolooniat). 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 tõika, 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 tuumainel 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 ÜLESANNE.

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 protoplasmatombuke 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 rakutuuma 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 rakku 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 nendevahelises 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 ainevahetus, milleta ei või püsida pikemat aega kumbki neist raku osistest. Elav rakk esineb seega ühtse tervikuna.

§ 3. PROTOPLASMA JA TUUMA KOOSTISEST JA EHITUSEST.

Protoplasma ja tuuma keemiline koostis. Keemiline analüüs näitab, et ained, millest koosnevad loomarakkude protoplasma ja tuum, 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 ühendeis. Suurem osa neist ühendeist on omased ainult protoplasmale ja tuumale ega esine elutus looduses. Neid ainult organis-

midele 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-, pilliroosuhkrut), 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 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 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 kaugele, et on õnnestunud saada mit-

meid süsivesikuid ja rasvu kunstlikult anorgaanilistest ainetest. Kuigi tänini veel pole õnnestunud saada kunstliku sünteesi[1] 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) lagunenud 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 0,0 001 mm, kuid ületab 0,00 001 mm. Neid võib näha ainult eriliselt selleks kohandatud mikroskoobi — ultramikroskoobi abil. Kolloidlahuses on

[1] Sünteesiks 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 aine 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 langemisel, 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 lahendamine 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 kärje-

liseks. 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 piiriteldud moodustisena protoplasma sees. Tuuma füüsiline ehitus on samasugune, mis protoplasmalgi, kuid tema keemiline koostis erineb protoplasma omast. Tuuma iseloomustavaiks aineiks on liitvalgud n u k l e i i n i d.

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. Noor, arenev organism kasvab peamiselt teda moodustavate rakkude alalise pooldumise teel. 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 o t s e s e k s 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. k a u d s e p o o l d u m i s e g a, 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-



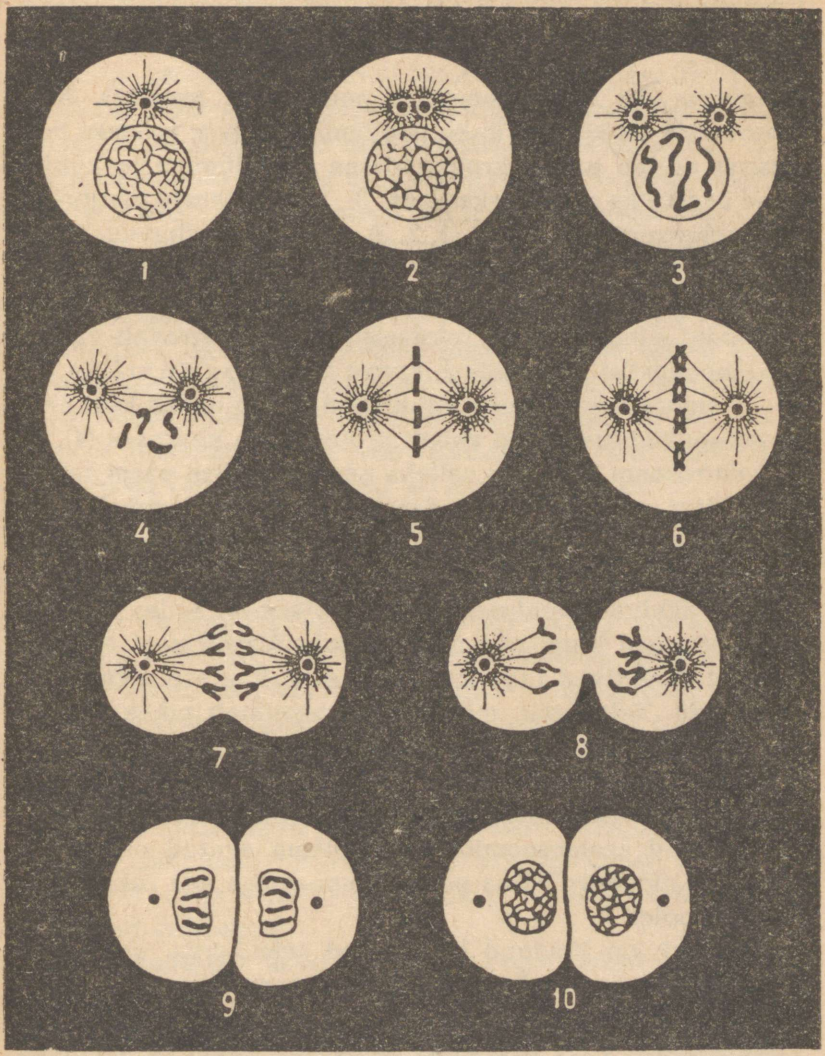
Joon. 2. Raku tuum tugeval suurendusel.

mast. Seda kõlukest läbivad tuuma ja protoplasma vahelised ainevahetuse 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 ja 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 — tuumakest, mis asetsevad 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 tsentrosoomid.

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 kiirte-



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

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

Kaudse ehk karüokineetilise 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 nimetatakse 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 gloobusel: poolustes on tsentrosoomid, mille protoplasmalised niidid asetsevad nagu meridiaanid, ja ekvaatori tasapinnale on paigutatud hobuserauakujuliselt kõverdunud kromosoomid, mis mõlema avatud otsaga on pööratud gloobuse 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 poolet (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 kromosoome täiesti võrdse ainehulgaga (7, 8).

Sellest momendist algab vastupidine protsess. Iga kromosoomide rühm jaguneb uuesti üksikuiks terakesteks, tema ümber koondub tuumaaine, ta kattub uue tuumakestaga ja sel teel tekib igas jaguneva raku vastaspooles uus tütartuum (9). Samal ajal protoplasma nagu nööruks ekvatoriaalses tasapinnas (7—9), väljastpoolt tekkiv vagu tungib ikka sügavamale ja lõpuks jagab raku pooleks. Ka kaovad protoplasmalised niidid, ning nõnda omandab kõik uuesti samasuguse kuju, nagu see oli algul, kuid ühe raku asemel tekib kaks täiesti ühesugust tütarrakku (10). Igas saadud rakus kasvab tuumaaine hulk täie määrani, ja siis poolduvad tütarrakud omakorda 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 kromosoome tütarrakkude vahel. Nähtavasti on kromosoomidel mingi suur tähtsus. Seda veendumust kinnitab veel üks tähtis asjaolu — raku kaudse pooldumise 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 avastanud rea uusi fakte. Üheks tähtsamaks avastuseks sel alal on tõsiasi, et igale looma- ja taimeliigile on omane kindel

arv kromosoome poolduvais rakkudes. Nii näit. on hiirtel alati 40 kromosoomi, salamandril 24, tulisiidiliblikal 62, puuviljakihulasel (drosofüülil) 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. Kromosoome on siin umbes 48. Nagu toodud arvud näitavad, on kromosoomide arv loomadel ja taimedel üldiselt väike, olgugi et mõnel vähilisel ulatub nende arv 180-ni, ja ainurakseil loomadel — radiolaaridel (kiirelistel) on neid üle 1000.

Peale selle, et igale looma- ja taimeliigile on omane kindel ning püsiv arv kromosoome, 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.

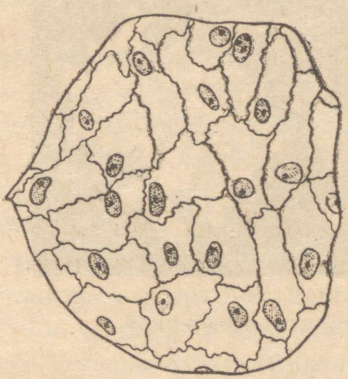
§ 5. LOOMAKOED.

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.

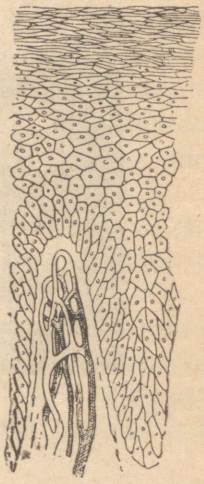
Nagu on teada zooloogiakursusest, rühmituvad rakud, mis moodustavad kõige alamate hulkraksete organismide — õõsloomade — keha, kahte koesse — entodermi ja ektodermi. Nende kudede rakkudel on erinev ehitus ja väliskuju seoses nende funktsioonide erinevusega, mida nad peavad täitma; ektoderm esineb õõsloomadel peamiselt kate- ja kaitsekoena, entoderm aga seedekoena.

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

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



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



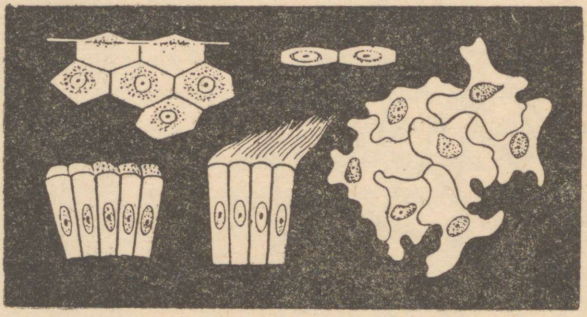
Joon. 5. Mitmekihiline epiteel (pilt külje poolt). All näha veresooni.

Säärasel kõrgelt organiseeritud olevusel, 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; kuuludes meelteelundite koosseisu on ta väliskeskkonnast tulnud ärrituste esimeseks vastuvõtjaks. Soolte seinte epiteelkate on laboratooriumiks seeditud toidumaterjali omastamisel.

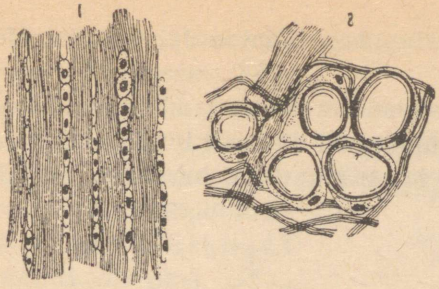
Epiteelkoe rakkudel on erinev kuju mitmesuguseis kehaosades.



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).

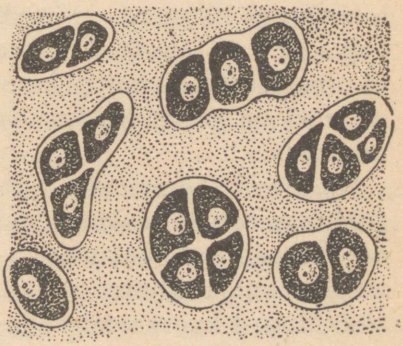
Sidekude. Sidekude kuulub peaaegu keha kõigi elundite koosseisu ja täidab siin tähtsat osa. Näit. asetub sidekoe kiht naha all; sidekude esineb ka nahas, tehes selle elastseks; temasse koguneb rasva; sidekoest koosnevad kõõlused, mis kinnitavad lihased luude külge; temast koosnevad ka sitked sidemed, mis seovad luustiku luid omavahel, jne.

Vastandina epiteelkoele, kus rakkudevaheline aine esineb nõrgalt, moodustab viimane sidekoes harilikult peamassi 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 ainес (joon. 8).

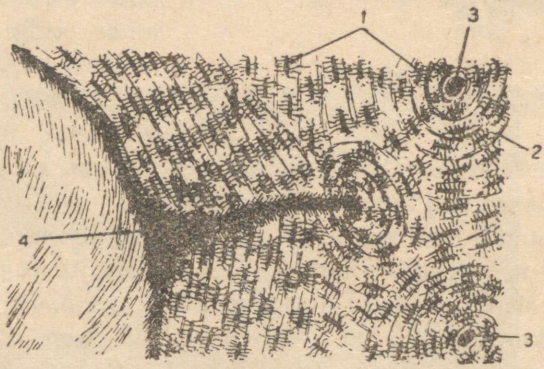
Luukude. Rakkudevaheline aine esineb suurel määral ka luukoes, millest koosnevad luustiku luud. Siin koosneb vaheaine üksikuist mikroskoopilise paksusega luuõhikuist, mis on läbi immutatud mineraalsooladega ja



Joon. 8. Kõhrkude.

asetsevad kontsentriliste ringidena luuainet läbivate kanalite ümber.

Neis kanalikestes 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 l i h a s k o e. Lihaskoe mikroskoobilisel uurimisel selgub, et lihaskiudude protoplasma sisaldab peenimaid kiukesi, milledel on võime kokku tõmbudes lüheneda ja lõtvudes pikeneda.

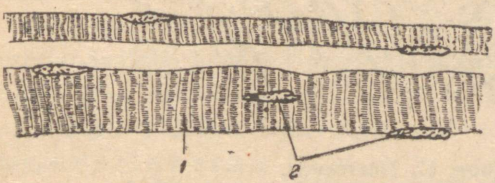
Harilikult liigitatakse lihaseid siseorganite lihaseiks (silelihaseiks) ja luustiku lihaseiks (vöötlihaseiks). Silelihased koosnevad väikestest pikergustest rakkudest ühes vähese hulga kiulise rakkudevahelise ainega (joon. 10). Vöötlihased koosnevad väga suurtest kiududest, mis ulatuvad sageli 10—12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



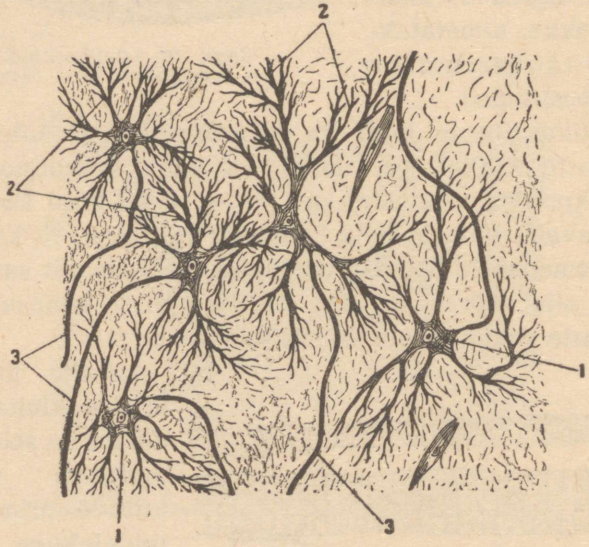
Joon. 11. Vöötlihaste kiud:
1 — protoplasma; 2 — lihaskiudude tuumad.

Lihaste protoplasmaliste 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 närvitänkudest, 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 närviharu 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 nöörina ajust, — 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 edasijuhtimine, mis tekkis ärrituse tagajärjel. Ühed närvid juhivad erutusi keha elundeist kesknärvisüsteemi, teised saadavad erutusi kesknärvisüsteemist töötavaisse elundeisse.

Esimesi närve nimetatakse tundenärvideks ehk tsentripetaalseiks, teisi liigutusnärvideks ehk tsentrifugaalseiks. 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 koivalihaseile; 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 koib kramplikult tagasi tõmbuma.

Niisugust närvi talitlust, mis algab tsentripetaalsete ehk tundenärvide otste ärritamisega (näit. nõelapistega, tundenärvi otsa ärritamise teel happega, soolaga jne.) ja lõpeb organismi vastava tegevusega (näit. liikumisega), nimetatakse refleksiks.

Organismi sisemine keskkond. Nagu me teame, toimub organismi ja teda ümbritseva keskkonna vahel katkestamatu ainevahetus. Ainurakseil organismidel võib see 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 ainevahetus 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 TÄHTSUS.

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 vastuvaieldamatuks 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 hoogsa uuestisünni ajal pärast sajandeid kestnud langust. „Tuleb õppida mitte raamatuist, vaid looduse töökojas," rääkis inglise arst, anatoom ja füsioloog Harvey. Ja tolle aja teadlased näitasid, kui palju võib pakkuda „looduse töökoda". Lahates inimese ja

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

Nüüdisaja kujutlusele vereringest pandi alus Harvey' ajal. Kuid Harvey' kuulsa raamatu tähtsus vereringest ei piirdunud 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 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 kujutlus vereringest ning neil puudusid täiesti teadmised vere koostise kohta. Nüüd aga seoses mikroskoobi leiutamisega ja selle edasise täiustamisega, 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 kudedega. 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 nimetatakse 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 rakkudele 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 lümfi, tulevad teised ained, läbistades juussoonte seinu, lümfist verre. Niisuguste ainete hulka kuuluvad lümfisse kogunenud süsihappegaas ja teised raku vahetussaadused. See asjaolu säilitab lümfi koostise püsivuse.

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

Elavas organismis toimub pidev vere ja lümfi 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 lümfi kaudu ainevahetus 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 kõhunääre, 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 ainevahetus organismi üksikute kudede ja rakkude vahel. See vastastikune ainevahetus, elundite ja kudede endivaheline side on tähtsamaid momente, mis kindlustab organismi kui terviku katkestamatut tegevust. Seega on veresoonte- ja lümfisüsteem üheks teeks, mille kaudu teostub inimese organismi ühtsus.

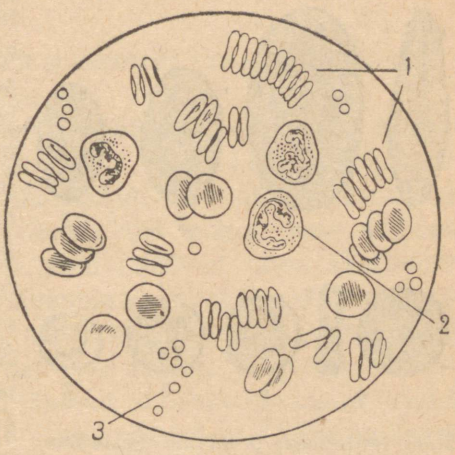
§ 7. VERELIBLED JA NENDE TÄHTSUS.

Verepuna. Veri koosneb selgest, peaaegu värvitust vedelikust, milles on palju v e r e l i b l e s i d. Neid võib näha, kui vaatleme verd mikroskoobi abil (joon. 13). Liblede suurel enamikul on keskelt õhemate sõõrikeste kuju, need on nn. v e r e p u n a l i b l e d ehk e r ü t r o t s ü ü d i d. Punaste vereliblede koostise peamiseks osaks on keeruline punast värvi orgaaniline aine — h e m o g l o b i i n. 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, peaaegu kogu 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.



Joon. 13. Inimese veri mikroskoobi all: 1 — punalibled; 2 — valgelibled; 3 — vereliistakud (tugev suurendus).

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

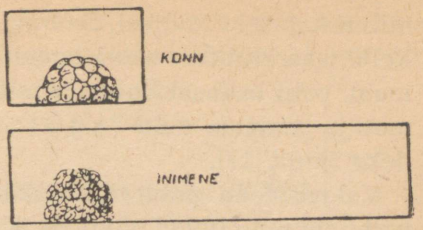
hulgas näeme ka inimese omi. Nagu joonisel näha, on imetajate loomade punalibled märksa väiksemad kui lindudel, kaladel ja kahepaikseil. Teiste sõnadega, imetajate punalibledel on suurem pindala (joon. 15) ja nad on rohkem kohastunud hapniku saamisele ja äraandmisele, sest et neis iga hemoglobiini osake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



Joon. 14. Inimese ja mitmesuguste loomade vere punalibled: ülemine rida — punalibled rakutuumadega: 1 — konn; 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).

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 k e h v - v e r e s u s e k s (verevaesuseks).



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

Vere valgelibled ja nende tähtsus. Punaliblede kõrval leidub veres v a l g e l i b l e s i d ehk l e u k o t s ü ü t e. 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 amööbitaolised rakud, mis võivad iseseisvalt liikuda, kulgedes igas suunas (isegi vastu verevoolu), kuid mõnel juhul, läbinud (õigemini surunud 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 mürgitavad neid ning libled hävivad. Mäda, mis tekib paisetes, koosneb peaaegu täiesti vere hävinud valgelibledest.



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

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 mürgitades organismi mürgiste ainetega, mida nad eritavad. Nende mürgiste ainete mõjul võib inimene mõne päeva jooksul hukkuda, kuid verelibled ei pea 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.

Vereliblede 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, äsjatekkinud punalibled sisaldavad tuumi. Siis

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

§ 8. PLASMA KOOSTIS JA OMADUSED.

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

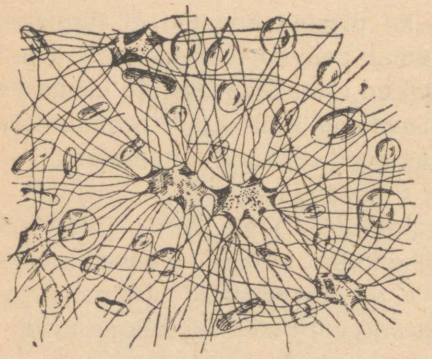
Plasma koostis. Kui me ka plasma koostist ei tunneks, võiksime kohe ütelda, et temas peavad leiduma kõik need ained, mida vajavad keha rakud elutegevuseks. Ja esimeses järjekorras peab plasma sisaldama kõik kolm orgaaniliste ainete pearühma, mis moodustavad rakkude toitematerjali — valke, rasvu ja süsivesikuid.

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

Peale orgaaniliste ainete sisaldab veri mineraal- ehk anorgaanilisi sooli. Ühe 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; pirrule koguneb fibriini kiuliste niitide mass. Veri, millest sel teel fibriin on eemaldatud, kaotab hüübimisvõime. Verehüübimisest võtavad osa erilised kehakesed, millega me seni pole veel tutvunud, — nn. v e r e l i i s t a k u d (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 (nn. f i b r i n o g e e n) muutub mittelahustuvaks. Seda valku mittelahustuvas olekus nimetatakse, nagu seda juba teame, fibriiniks.



Joon. 18. Vere hüübimine. On näha üksteise külge kleepunud vereliistakuid, millest väljuvad fibriininiidid. Fibriininiitide vahel verelibled.

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 v e r e s e e r u m i k s ehk v e r e v a d a k u k s; ta erineb plasmast ainult seepoolest, et temas puudub fibriin.

§ 9. IMMUUNSUS.

Iga aine, mis on sattunud verre, kantakse ühes verega kergesti ja kiiresti igale poole kehasse laiali. On endastmõistetav, et niisama kiiresti ja kergesti levivad ühes verega 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 sääraste 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 mürgitavad 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 juba looma organismis valmistatud antitoksiine.

Säärane passiivne immuunsus, mille tekitamisest organism osa ei võta, osutub harilikult lühiajaliseks ega säili üle ühe kuu; kuid selleeest tekib ta kohe pärast seerumi süstimist. Kunstlik immuunsus, mida tekitatakse juba meile tuntud kaitsepookimise teel, tekib organismis iseseisvalt 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 üleväsitus ja jahenemine, nõrgendades organismi elutegevust kahandab tema jõude ja 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. Külmendamise toimet haigustele vastuvõtlikkuse suhtes on tõestatud loomadega korraldatud katsete abil. Nõnda nakatas kuulus prantsuse õpetlane P a s t e u r kanu nn. kanakooleraga. 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 mõjutuse 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 eluprotsesse ja järelikult kogu organismi seisukorda, eriti ta vastuvõtlikkust haigustele. Seega seletatakse ka sageli tähelepandud haiguste vastuvõtlikkuse kasvamist seoses rõhutud meeleoluga. 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 ei suru alla tööliste elutaset, mitte üksi ei kurna neist välja jõudu ega nõrgenda 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 vastuvõtlikkust haigustele. Selle tulemusena on meie maal haigestumine ja suremus järsult langenud, võrreldes ennerevolutsiooniaegse olukorraga.

§ 10. VERERINGE ÜLDSKEEM.

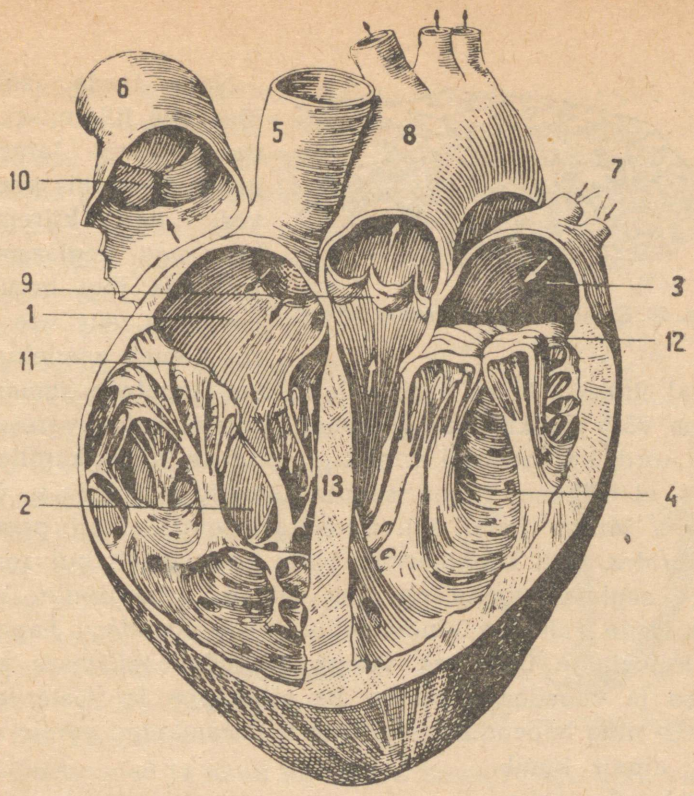
Vereringe tähtsus. Ligi 2½ tuhande aasta eest avastas kreeka õpetlane Aristoteles hauduva kana alt võetud munas „hüpleva täpi". Aristoteles ei aimanud, et „hüplev täpp" on kana loote südame esimene alge. See alge tekib lootel väga vara, umbes 25—30 tundi pärast haudumise algust, kui lootel pole veel veresooni, verd ega närve. Teda võib vaadelda vaevata hariliku luubi abil. Hiljem ilmuvad lootel ühes südame arenemisega veresooned, mille kaudu liigub veri. Vereringe süsteem areneb kanapoja 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.

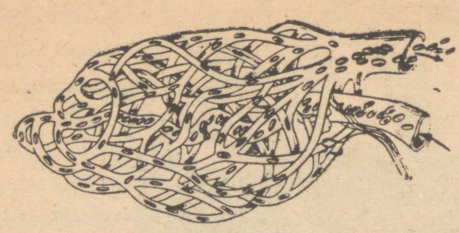
Arteerid. Kapillaarid. Veenid. Veresooni, mille kaudu veri voolab südamest eemale, nimetatakse a r t e e r i d e k s ehk t u i k s o o n t e k s. Suured arteerid harunevad kord-korralt peenemaiks arteerideks. Kõige peenemad arteerid jagunevad väga peenikeste k a p i l l a a r i d e ehk j u u s s o o n t e tihedaks võrguks. Kapillaarid (juussooned) on nii peened, et iga nende läbilõike keskmine pindala ei ületa 0,00 008 ruutmillimeetrit, teiste sõnadega, kapillaarid on 50 korda peenemad inimese juuksekarvast. Kapillaari pikkus on samuti väga väike — alla ühe millimeetri. Ühinedes 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 peaarteeri, mida nimetatakse a o r d i k s; aordist väljuvad kõrvalharudena arteerid, mis varustavad verega 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.



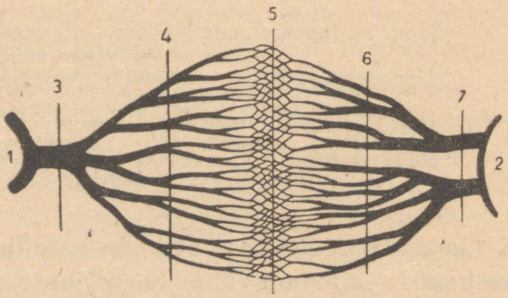
Joon. 19. Inimese süda läbilõigatult; vaade eestpoolt. Nooled näitavad verevoolu suunda.
1 — parem koda; 2 — paremad vatsakesed; 3 — vasak koda; 4 — vasak vatsake; 5 — ülemine õõnesveen; 6 — kopsuarteerid; 7 — kopsuveenid; 8 — aort; 9 — poolkuuklapid; 10 — poolkuuklapid vatsakeste lõtvumise momendil; 11 — hõlmklapp kodade kokkutõmbe momendil; 12 — hõlmklapp 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 ristlõige on üliväike, aga kõigi nende ristlõigete pindalade summa on umbes 500 korda aordi ristlõike pindalast suurem.



Joon. 20. Kapillaaride võrk nahas (skeem).

Nagu teada, sõltub jões vee liikumise kiirus jõesängi laiusest: kitsas jõesängis voolab vesi alati kiiremini, laias aga aeglasemalt. Kui aga jõgi haruneb harudeks, siis vee kiirus oleneb vaadeldaval kohal üldiselt kõigi harude läbilõike pindalade summast. Sama võib märkida ka verevoolu kiiruse kohta veresoontes. Aordi harunemisel esmalt arteerideks ja siis kapillaarideks ei vähene üldine soonte läbilõigete pindala, vaid tõuseb järsku (joon. 21). Seepärast voolab veri peentes arteerides, eriti kapillaarides palju aeglasemalt kui aordis. Vere aeglasel voolul on suur tähtsus organismile. Vere ja kudede vaheline ainevahetus, 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.

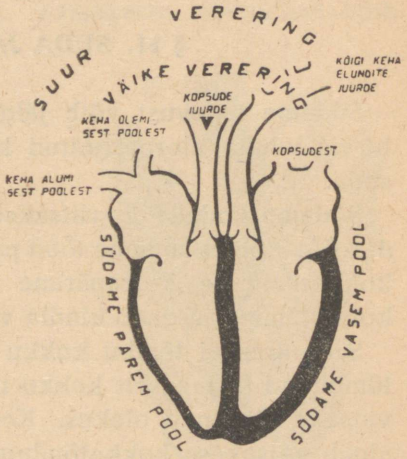


Joon. 21. Veresoone harunemise skeem:
1 — südame vatsakesed; 2 — koda; 3 — aort; 4 — arteerid; 5 — kapillaarid; 6, 7 — väikesed ja suured veenid.

Suur ja kopsu (väike) vereringe. Uhinedes üksteisega kapillaarid moodustavad veene, mille kaudu

veri kõigist kehaosadest südamesse tagasi pöördub ja nimelt — ta paremasse kotta. Seda vereringe teed südame vasakust poolest arteeride, kapillaaride ja veenide kaudu südame paremasse poolde nimetatakse suureks vereringeks (joon. 22).

Südame paremast vatsakesest voolab venoosne veri, mis on vaene hapnikust ja rikas süsihappest, kopsu arteeride kaudu kopsudesse ja siis, rikastunud hapnikuga ja andnud ära ülearuse süsihappe, pöördub südamesse tagasi — nüüd juba vasakusse kotta. Seda vere liikumisteed südame paremast poolest kopsude kaudu südame vasakusse poolde nimetatakse väikeseks ehk kopsu vereringeks.



Joon. 22. Vereringe skeem.

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

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

Lümfisoonte teedel asetsevad nn. lümfi- ehk mahlanäärmed. Need esinevad soonte kerakujuliste laiendustena ja koosnevad sidekoest, mille silmuseis leidub suurel hulgal vere valgeliblesid. Lümfinäärmeis 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. SÜDA JA TEMA TÖÖ.

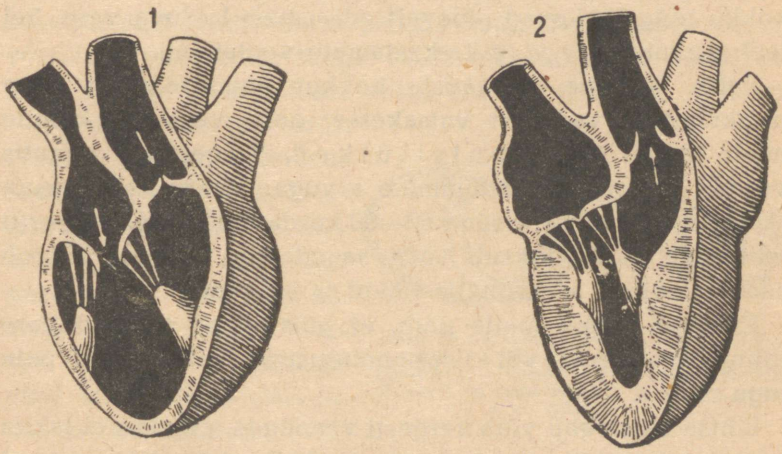
Südame tegevust võib jälgida konna juures. Selleks on tarvis lahata kloroformitud konna rindkere ja paljastada süda.

Südame kodade ja vatsakeste tuksumiste rütm ja vaheldus. Vaadeldes südame tööd paistab kõigepealt silma südame kokkutõmmete korrapärane perioodsus (rütm). 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). Kõrgemail 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 sulgumisel 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 aru-

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



Joon. 23. Südame töö skeem:
1 — südame kodade kokkutõmbumise ja vatsakeste lõtvumise moment; 2 — vatsakeste kokkutõmbumise ja kodade lõtvumise moment.

veri neisse pääseda ainult kodadest. Vere pääsu arteeridest tagasi vatsakestesse takistavad nn. poolkuujad klapid, mis asetsevad taskukestena aordis ja kopsuarteeris kohe nende veresoonte südamest väljumise kohal. Vere voolamisel vatsakestest arteeridesse surutakse klapid soonte seinte vastu ja veri läheb vabalt läbi. Tagasi voolates täidab veri klappide taskukesed — need lähevad laiali, puutuvad tihedasti üksteise vastu ja takistavad sel teel vere tagasipääsu arteeridest 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 arteerid 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 sellîne.

Lihtsa katse abil võib kergesti veenduda, et pulss ei lakka ka sel puhul, kui verevool arteeris katkestati. Katsume sel kohal, kus harilikult loetakse pulsituikeid, leida arteeri, 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 kummitoruga. Kui veega täidetud kummitoru ühendame kummipirniga (pumbaga), siis kummitoru väljavoolu ava sulgemisel tekitab iga pirni pigistus toru mööda leviva tõuke, mis sarnaneb pulsituikega arteerides. Siit on selge, et pulsituiked on tingitud arteeride elastsete 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 lihasest seinte erinev paksus (joon. 24). Kodade töö on võrreldes vatsakeste tööga äärmiselt väike. Ja seepärast ongi kodade lihasest 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 põikilõige: vasakul — vatsakesed lõtvunud olekus; paremal — vatsakesed kokkutõmbunult. 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 põhisooli [1].

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 närvikiudude kaudu lähevad erutused südamelihaseisse 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. SÜDAME TÖÖ JA ELUNDITE VARUSTAMINE 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. Üleminek 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 kooskõlastamine toimub närvisüsteemi abil. Närvikiudude kaudu tulevad südamesse pidevalt ärritused ja muudavad tema tööd. Nõnda nõrgendab ja aeglustab südame tööd peaajust väljuv uitnärv, kuna nn. sümpaatiline närv seevastu tugevdab ja kiirendab südame tuksumist. Selle tulemusena muutub nii südame kokkutõmmete jõud kui ka sagedus.

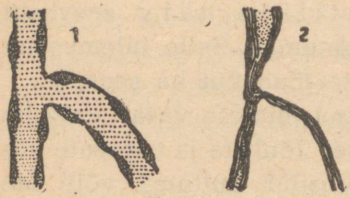
Iga kokkutõmbe puhul võib sama inimese vasak vatsake välja saata väga erineva verehulga. Jõuliste ja tugevate inimeste juures, kes harrastavad füüsilist kultuuri, võib see hulk muutuda ligikaudu 60-st kuni 150 kuupsentimeetrini. Teiste sõnadega, südame iga kokkutõmbe puhul võib aorti tungiv verehulk raske töö korral kasvada $2^1/_2$-kordseks. Pulss võib töö puhul samuti sageneda 2—$2^1/_2$ 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 korraga

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 mittetöötavasse. 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 laienenud (1) ja ahenenud (2) seisukorras.

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

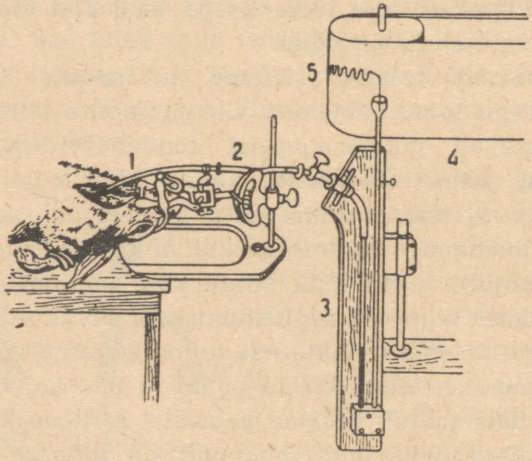
Seega näeme, et südame tööd ja vere jaotust organismis reguleerib närvisüsteem. Säärasel korraldusel on väga suur tähtsus, sest see teostab jõudude kokkuhoidu: vereringe elundite töö toimub äärmiselt kokkuhoidlikult ega ületa organismi tarbeid. Et südame tööd mitte suure hulga verega üle koormata, rahuldub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

Reflektoorsed toimed südame ja soonte tegevuses. Närvisüsteemi toime südame tööle ja soonte täitumine verega teostuvad mitmesuguseist tundenärvidest (tsentripetaalseist) tulevate reflekside kaudu. Nõnda näiteks tekitab ümbritseva temperatuuri järsk muutus nahasoonte reflektoorse ahenemise (külma mõjul) ning nende laienemise (soojuse mõjul); tugev löök kõhtu võib põhjustada reflektoorset südame tegevuse aeglustumist või mõnikord isegi lakkamist. Keerulisema reflektoorse 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 meeleldi või kepi ähvardusel, saab ta südamesoonte süsteem erinevaid erutusi kesknärvisüsteemilt. Teiste sõnadega, inimese südamesoontesüsteemi töö sõltub alati tema hingelisest seisukorrast.

§ 13. LIHASTE TEGEVUSE MÕJU SÜDAME VERERINGE-SÜSTEEMILE.

Vererõhk arteerides ja veenides. Läbilõigatud arteerist purskub veri joana. See näitab, et veri on arteerides suure rõhu all. Suur vererõhk arteerides on südame töö tulemus, mis jõuga paiskab välja ikka uued ja uued portsjonid

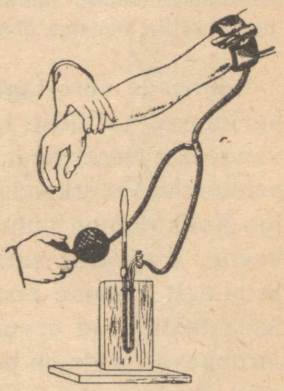


Joon. 26. Vererõhu mõõtmine loomal:
1, 2 — kummivoolik, mis ühendab veresoonde pistetud klaastoru manomeetriga (3); 4 — liikuv paberipind, millele registreeritakse vererõhu muutused (5). Harilikult on saadud laineline joon tahmatud paberi mustal taustal, kuid võib märkida ka valgele paberile erilise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



Joon. 27. Inimese vererõhu mõõtmine.

Kui manomeetri teise torru paneme korgikesse pistetud varda (korgike peab ujuma elavhõbeda pinnal), siis, nagu näitab joonis 26, võib vererõhu suurust graafiliselt märkida tahmatud paberi liikuvale pinnale. Selleks kasutatava erilise riista nimetus on kümograaf.

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 arteeri 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 läbi lõigata suuri veresooni, mõõtsid samal viisil inimese vererõhu suurust.

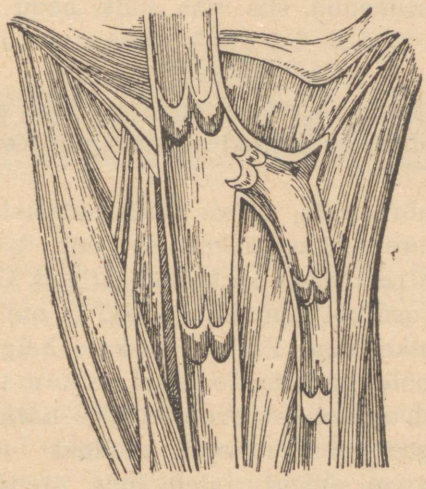
On endastmõistetav, et säärane vererõhu määramine inimesel on võimalik mõnel erandjuhul. Kuid vererõhu mõõtmisel meditsiinilisteks ots-

tarveteks 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 elavhõbemanomeeter, 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 arteeri 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.

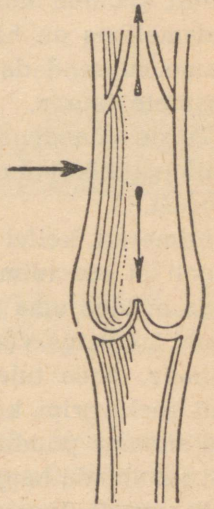
Venoosne vereringe. Tööliigutused, käimine, võimlemisharjutused ja üldse igasugune lihaste tegevus soodustavad venoosset vereringet. Veenidel, vastandina arteeridele, on pehmed vähekerksed seinad; neid võib kergesti kinni suruda. Iga kokkutõmbe puhul rõhub lihas temas pikuti asetsevaid veene. Seejuures 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 kopsuarteeride 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 äravoolule. Sel puhul areneb sageli verepais, mis mõjutab üldist tervislikku seisukorda.



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



Joon. 29. Skeem, mis kujutab veeni-klappide tegevust.

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 südamelihas on hästi arenenud, siis võib süda, nagu seda teame, suurendada oma tööd 2—2½ korda sama arvu kokkutõmmete juures.

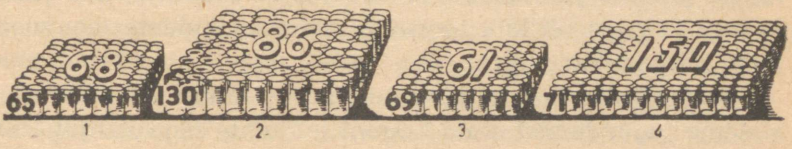
Teiste sõnadega, südame varujõud, mida ta võib arendada vajalikul momendil, on tingitud südamelihase seisukorrast.

Inimesed, kellel on nõrk süda, kel on nõrk südamelihas, sageli ei saa toime suure ja kestva koormatisega. Nende süda ei jõua oma tööga rahuldada organismi tarbeid. Organismi varustus verega 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 suuremaid nõudeid, 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 tähen-

dama, et seda ei või ütelda kaugeltki iga tööprotsessi kohta. Mitmed töötamisviisid, eriti istuv asend, ei esita suuremaid nõudmisi südamele, ja järelikult 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 osutus tööhulk, mida teeb süda ühes minutis, treenitud inimesele ühe katse puhul neli korda suuremaks kui mittetreenitud isikul. Füüsilist kultuuri harrastaja tugev süda paiskab iga kokkutõmbega $2^1/_2$ 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 väetil, istuva eluviisiga isikul, kes ei pea hoolt oma tervise eest.

§ 14. SÜDAME ÜLEVÄSITUS.

Südame tegevuse nõrgenemine üleväsitusel. Kui töö ei ole südamele jõukohane, siis väsib 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 ainult ei soodusta südame tugevdamist, vaid koguni mõjutab väga kahjulikult tema tööd ning organismi üldist seisukorda. Sagedase ülekoormatuse tagajärjel süda laieneb, ta ruumala kasvab ja südamelihas muutub lõdvaks ning jõuetuks. Üleväsitatud süda pole suuteline tegema rasket tööd. Üleväsitatud südamega inimesed lähevad suure vaevaga trepist üles ja, missugune 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. Alkoholi alatine tarvitamine tekitab sageli südamelihase rasvumist, mispuhul lihaskude aegamööda asendub rasvkoega. Rasva kogunemine nõrgendab südame tegevust, mille tagajärjel südame töö osutub puudulikuks.

Süda kasvueas. Lapse süda on palju nõrgem täiskasvanud inimese südamest. Kuni organism kasvab ja kuni füüsiline areng pole jõudnud küpse ea 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 ainult ei takista südame normaalset arengut, vaid võib põhjustada ka tõsiseid südame tegevuse häireid.

III PEATÜKK.

Hingamine.

§ 15. HINGAMISELUNDITE TÄHTSUS.

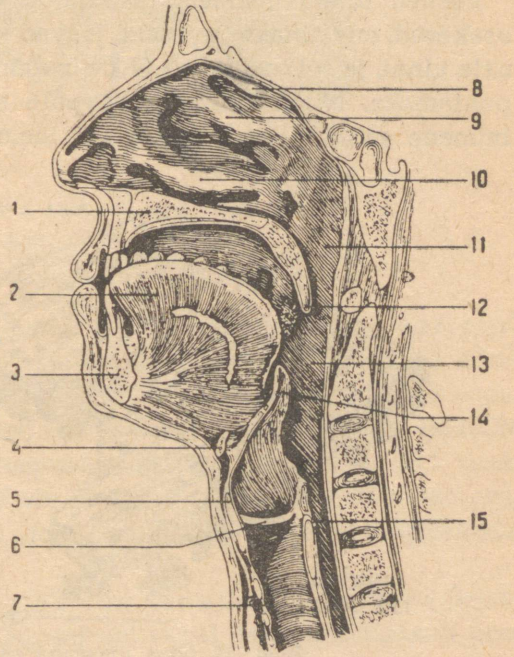
Voolates läbi kapillaaride rikastub veri kõigis keha elundeis ja kudedes süsihappegaasiga ja kaotab suurema osa hapnikust. See gaasidevahetus vere ja keha kudede vahel on kogu organismi elutegevuse vajalikuks tingimuseks. Toimuvad ju meie keha igas rakus, igas koes alaliselt hapendumisprotsessid. Teiste sõnadega, iga rakk, iga kude tarvitab hapnikku. Hapendumisprotsessid ongi organismile üheks tähtsaimaks energiaallikaks. Peale selle hapendumisprotsesside tõttu muutuvad kahjutuks mitmesugused vahepealsed lagunemissaadused, 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

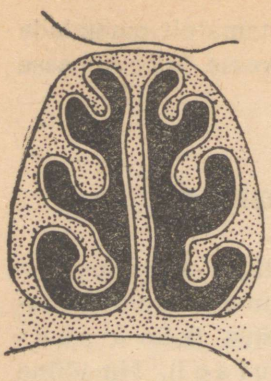
pidevalt välisõhuga ja veri võib katkestamatult omandada üha uusi hapnikuhulki ja saata ümbritsevasse õhku temasse kogunenud süsihappegaasi.

§ 16. HINGAMISELUNDITE EHITUS.

Hingamistee, 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 (k õ v a s u u l a g i) ja tagapool pehme (p e h m e s u u l a g i). Ninaõõne välisosas, nina-avade ehk sõõrmete alguses, on karvakesed, mis puhastavad sissehingatavat õhku suuremaist tolmukübe-



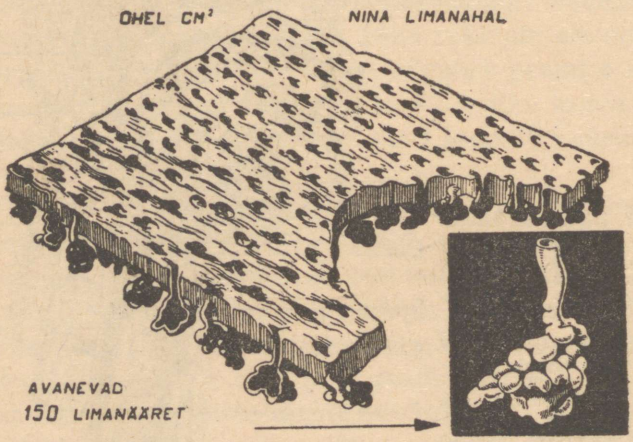
Joon. 31. Ulemised hingamisteed:
1 — suulagi (vahesein, mis lahutab ninaõõne suuõõnest); 2 — keel; 3 — alalõualuu esikülg; 4 — keelealune luu; 5 — kilpkõhr; 6 — keelepaelad; 7 — hingetoru; 8, 9, 10 — ninakarbikud; 11 — nina neeluruum; 12 — pehme suulae tagumine osa (kurgunibu); 13 — neel; 14 — kõrikaas; 15 — söögitoru.



Joon. 32. Ninaõõne põikilõige.

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

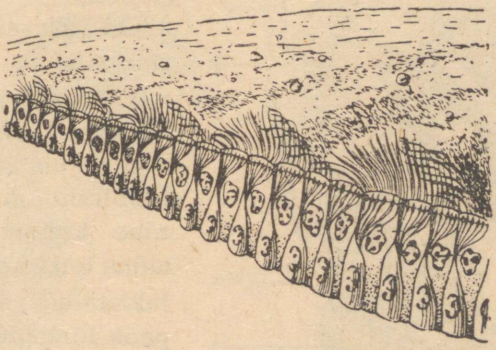
Ninaõõnte välisseintel asetsevad nn. k õ r k m e d, mis jagavad ninaõõne reaks kitsaiks piludeks, mille vahelt läheb läbi sissehingatav õhk (joon. 32). Kogu ninaõõne sisepind on kaetud limanahaga. Sissehingamisel läheb õhk läbi ninaõõne kitsaste pilude, limanahk on siin alati soe veresoonte rohkuse tõttu: 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 hukkuvad, sattudes limanahale. Limanaha pinnale tuleb veresoontest rakkudevaheliste pilude ja

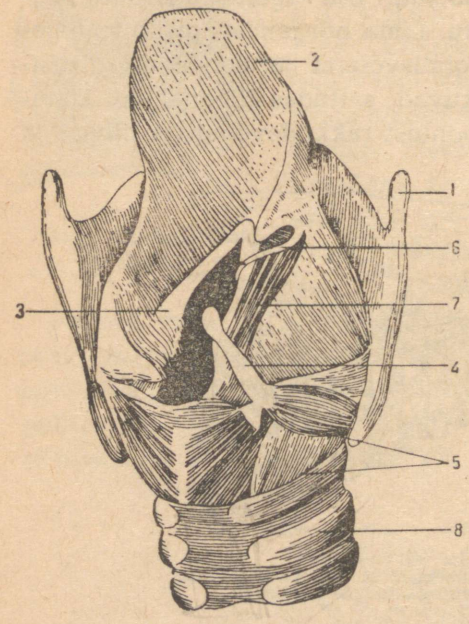


Joon. 34. Virve-epiteel.
Võib näha tolmukübemeid ja teisi osakesi, mis liiguvad virvete lainetamise tagajärjel.

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 üle täidetud 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 pikkamööda. Selle tagajärjel liigub aegamööda lima ja sellega koos tolmukübemed ja pisiosakesed ning lõppude-lõpuks heidetakse välja ninaõõnest.



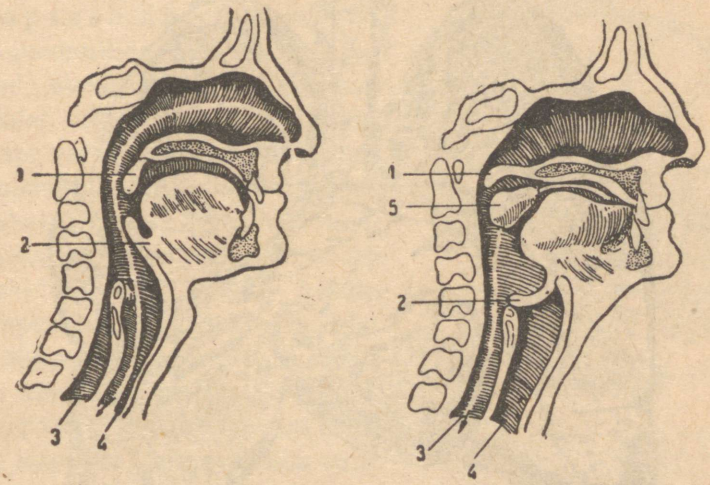
Joon. 35. Kõri (tagantpoolt): 1 — kilpkõhr; 2 — kõrikaas; 3 — häälepaelad (nende vahel häälepilu); 4 — pilkkõhr; 5 — lihased, mis pööravad pilkkõhre ja sel teel muudavad häälepilu suurust ja häälepaelte pinget; 6 — kurd, mille tekitab limanahk häälepaeltest ülalpool; 7 — häälepaela pingutaja lihas; 8 — hingetoru.

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 osakestest.

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

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).

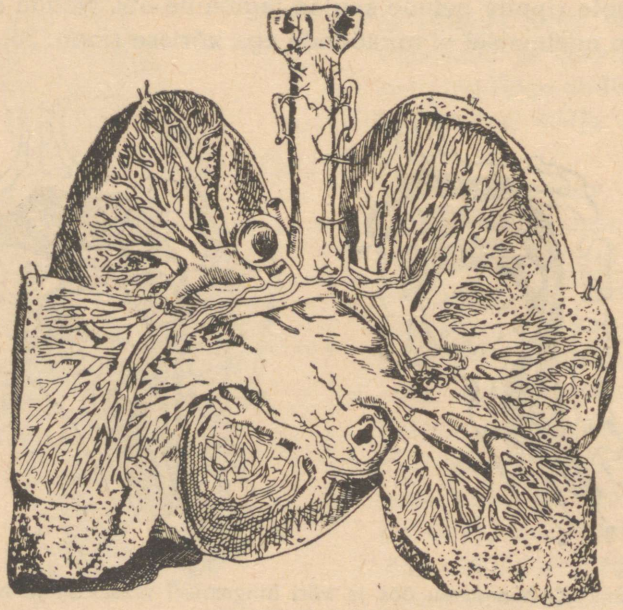


Joon. 36. Ninaneelu õõs ja kõri hingamisel (vasakul) ja neelamisel (paremal):
1 — kurgunibu; 2 — kõrikaas; 3— söögitoru; 4 — hingetoru; 5 — toidutomp.

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

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

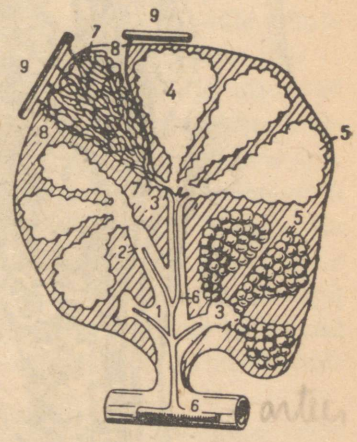


Joon. 37. Süda ja kopsud (tagantpoolt).
On näha harunevaid bronhe ja veresooni.

Trahheed ja bronhid. Hingetoru, mis algab kõri alumise otsaga, nimetatakse t r a h h e e k s. Ta haruneb kaheks b r o n h i k s, 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-

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

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

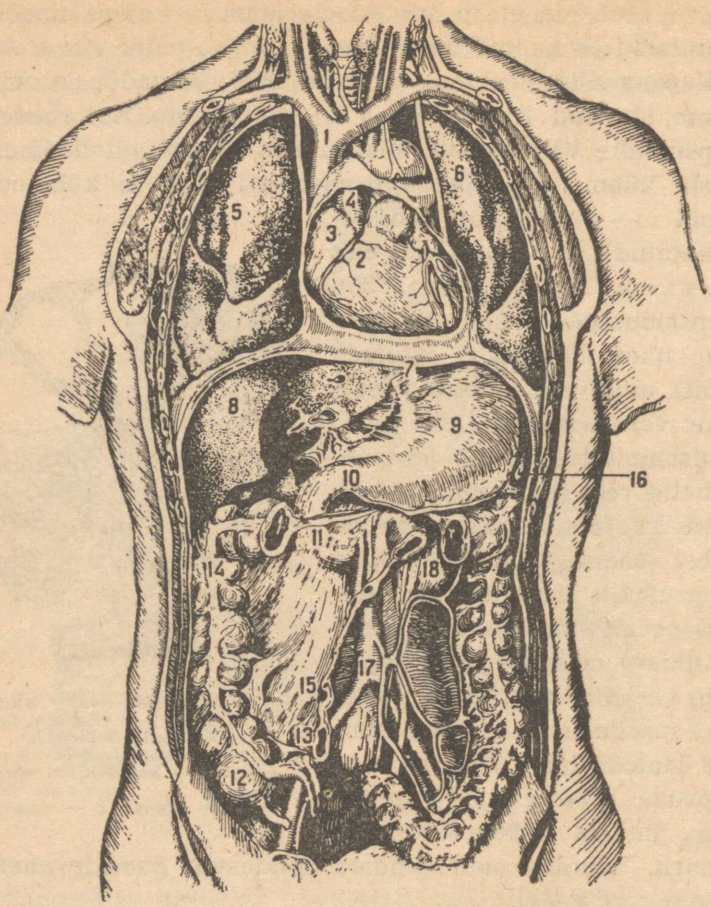


Joon. 38. Kopsu osake (skeem): 1 — bronhid; 2 — väikseim bronh; 3 — kopsumulli sissepääs; 4 — kopsumull; 5 — alveoolid; 6 — arteerid; 7 — kapillaaride võrk alveoolides; 8 — peenimate kopsuveenide algus; 9 — veenid.

Kopsumullide rohkus (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.

§ 17. HINGAMISLIIGUTUSED.

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

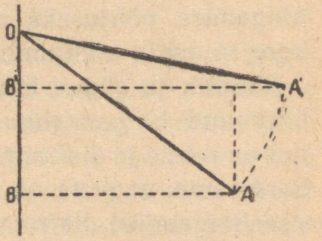


Joon. 39. Hingamiselundite asetus rindkeres; samal joonisel on näha siseelundite üldasetus:
1 — ülemine õõnesveen; 2 — südame parem vatsake; 3— parem koda; 4 — aort; 5 — parem kops; 6 — vasak kops; 7 — diafragma; 8 — maks; 9 — magu; 10 — mao viimaosa; 11 — kaksteistsõrmik; 12 — pimesool temast väljuva ussjätkega; 13 — peensool tema suubumiskohal jämesoolde; 14 — jämesoole tõusev ja langev osa; 15 — soolekeskmed; 16 — põrn; 17 — kõhuaort, mis haruneb kaheks alajäsemeid toitvaks arteeriks; 18 — vasak neer, mis on kaetud kõhukelmega; 19 — kilpnääre. Peensooled ja osa jämesoolest on eemaldatud.

kuga. Kõhuõõnest on rinnaõõs lahutatud vaheseinaga, mis võlvitaoliselt tungib rinnaõõne poole, see on *vahelihas* ehk *diafragma*, 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 venitatav, 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 olekússe, 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.

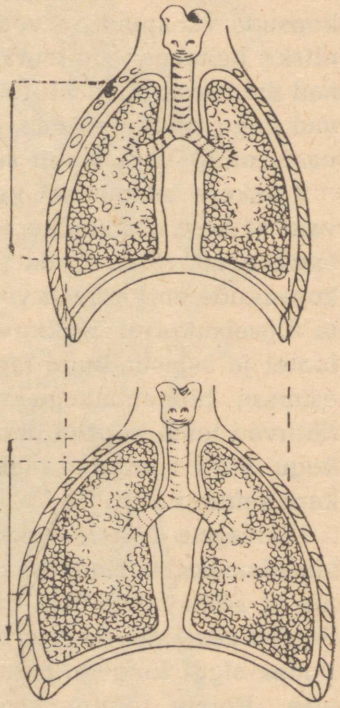


Joon. 40. Skeem, mis selgitab rindkere ruumala muutumist roiete liikumisel.

Selles aitab meid veenda joonisel 40 kujutatud skeem. Püst-

joon tähendab selgroogu; O — roide ja selgroo liigese kohta, joon OA vastab langetatud roide asendile. Kui roie tõuseb ülespoole, siis võtab ta asendi OA^1. Seejuures punkt A, tõmmates kaare AA^1 ja asudes punkti A^1, eemaldub püstjoonest, mil põhjusel joon A^1B^1 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.



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

Rahulik ja sügav hingamine. Lõtvunud hingamislihaste[1] puhul on roiete ja diafragma seisukord sama, nagu ta on rahulikul väljahingamisel. Rahulikul sissehingamisel diafragma lihased tõmbuvad kokku ja tema

[1] Hingamislihasteks nimetatakse kõiki neid lihaseid, mis võtavad osa rindkere ruumala muutmisest.

võlv muutub lamedamaks. Samal ajal tõmbuvad kokku ka roietevahelised ja selgroolülide ning roiete vahel olevad sissehingamislihased. 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 töötavad 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 tõmbuvad peale mainitud lihaste 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. Kõhulihased 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 näiliselt surnut, tuleb talle kohe hakata tegema k u n s t l i k k u h i n g a m i s t. 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 reflektoorse 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 peale 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 sulgemise 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 21%-ni ja süsihappegaasi-hulk ei ületa mõnd sajandikku osa protsendist, on väljahingatava õhu koostis hoopis teistsugune. Väljahingatavas õhus langeb hapnikuhulk umbes 16%-ni, kuid seevastu kasvab süsihappegaasi-sisaldus 4—4½%-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 suurel 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 joogid 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.

Ka süsihappegaasi-sisaldus veres 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 k o e l i n e h i n g a m i n e, 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.

Vingugaasmürgitus. 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. Süsinikhapend ühineb hemoglobiiniga 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 vingugaasmürgitus vähendab vere hapnikusisaldust, ühtlasi rakkude ja kudede varustamist hapnikuga. Raskeil juhtudel vingugaasmürgitus 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 inimese püsti tõustes ja tööle asudes, muutub kohe hingamise iseloom: see muutub sagedamaks ja sügavamaks, järelikult läheb õhuvahetus energilisemaks.

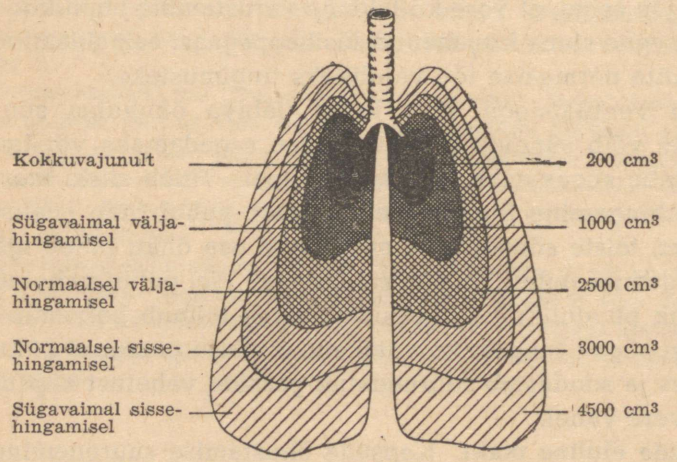
Meil on see nähtus juba selge. Me ju teame, et iga elund vajab töö puhul suuremat hulka toiteaineid ja hapnikku kui puhkeajal. Meie keha tööhulga kasvamisega suureneb ka hapniku tarvitamine. Samaaegselt suureneb veres ka hapendumissaaduste sisaldus, nende hulgas eeskätt süsihappegaasi rohkus. On selge, 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 hingamiselundeisse. 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 *varuõhuks*, selle ruumala on umbes 1500 kuupsentimeetrit. Seda õhku, mida me võime tuua kopsudesse (pärast rahulikku sissehingamist) sügava sissehingamisega, nimetatakse *täiendusõhuks*, selle ruumala on ka umbes 1500 kuupsentimeetrit. Õhu üldhulka, mida võib inimene sisse hingata pärast sügavaimat väljahingamist, nimetatakse *kopsude eluliseks mahuks*.

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.

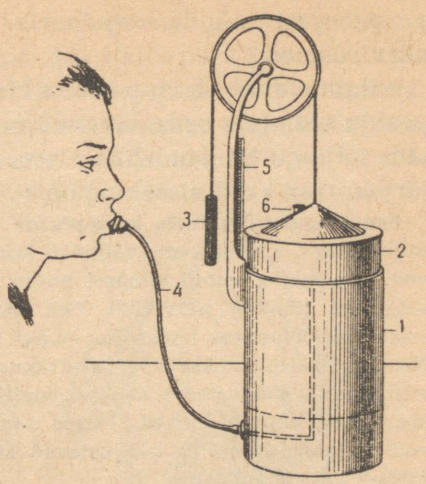


Joon. 42. Kopsudes asetseva õhu ruumala seoses kopsude mitmesuguse laialivenitamise ulatuse juures (diagramm).

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

Hingamislihaste arenemise tähtsus. Hingamiselundite normaalse tegevuse vajalikuks tingimuseks on kõigi nende lihaste tubli areng, mis võtavad osa hingamisliigutustest.

Nõrkade lihastega ja puudulikult arenenud rindkerega inimene väsib töötamisel hulga rutemini, sest ta kopsud õhustuvad nõrgemini ja gaasidevahetus ei suuda organismi tarvetega sammu pidada. Väsimus tekib kiiresti kõigil neil juhtudel, kui mingil põhjusel hingamisliigutused on raskendatud (näit. keha kössis hoiaku, nohu puhul) või kui haigestumise tagajärjel (näit. tuberkuloosi puhul) osa kopse lakkab töötamast.



Joon. 43. Spiromeeter:
1 — veega täidetud välissilinder, mille sees on teine silinder (2); 3 — koormis, mis tasakaalustab sisesilindrit; 4 — kummivoolik; 5 — astrik, mille järgi võib otsustada spiromeetrisse väljahingatud õhu ruumala üle; 6 — kork.

Suur tähtsus hingamislihaste arenemisel on võimlemisharjutustel (eriti nn. hingamisvõimlemisel), jooksumängudel ja spordil vabas õhus (eriti aerutamisel, ujumisel, suusatamisel 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 kohandavad oma töö organismi muutuva hapnikuvajadusega?

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

ja peaajust, nõnda reguleerib ka hingamiselundite tööd närvisüsteem.

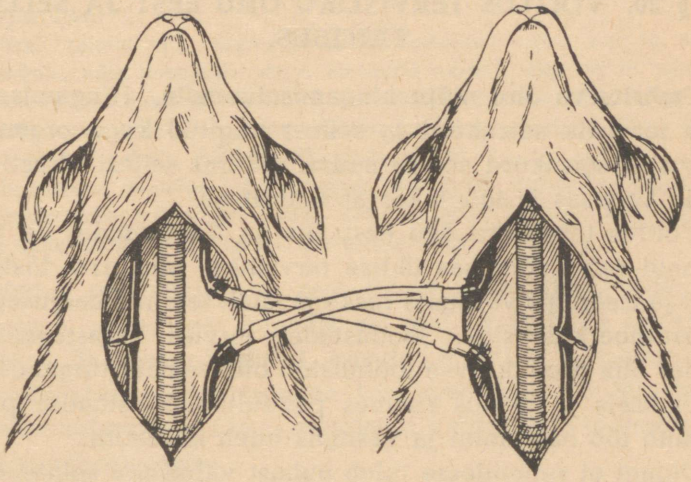
Niinimetatud h i n g a m i s k e s k u s e s t, mis asetseb peaaju alumises osas, lähevad erutused närvikiudude kaudu läbi seljaaju hingamislihaseisse. Seejuures erutuvad kindlas järjekorras kord sissehingamis-, kord väljahingamislihased.

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

Hingamisliigutuste rütmi ja iseloomu võivad reflektoorselt mõjutada mitmesugused närvide erutused, mis tulevad hingamiskeskusse keha mitmesuguseilt kohtadelt tsentripetaalsete (tunde-) närvide kaudu. Nõnda tekitab nina-õõne kõditamine aevastamist, aga kaenla alt kõditamine ajab naerma. Aevastus ja naer, nagu teame, on omapäraselt muutunud hingamisliigutused. Ajutine hingamise seismajäämine äkilisel külma vette sattumisel võib ka olla näiteks, kuidas mõjutatakse reflektoorselt hingamisliigutusi. Sel puhul refleksi alguseks tuleb pidada naha tundenärvide 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 lõikas pooleks kahel koeral, kummalgi ühe unearteeri, mis viib verd pähe. Torude abil ühendati poolekslõigatud arteeride otsad sel viisil, et esimese koera unearteerist läks veri teise koera unearteeri ja ümberpöördult (joon. 44). Kui surume mõlemal koeral, kellel on nüüd eespool kirjeldatud ristlev vereringe,

teise unearteeri 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 erutuda 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 järelikult seda sagedamini ja sügavamalt toimuvad hingamisliigutused. Ümberpöördult, mida vaesemaks muutub veri süsihappegaasist (puhkeajal), seda vähemaks muutub hingamiskeskuse erutuvus ja hingamisliigutused muutuvad harvemaks ning nõrgemaks.

Hingamiselundite 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 TÄHTSUS.

Ümbritseva õhu mõju hingamiselundeile. Hingamiselundite 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.

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

Olgugi et ruumidesse tuleb puhast välisõhku seinte, uste, põranda ja lae kaudu ning rikutud õhk läheb välja, osutub säärane l o o m u l i k õ h u s t a m i n e harilikult puuduli-kuks, isegi kui ruum on küllalt avar. Tuleb kasutada eriliselt korraldatud k u n s t l i k k u õ h u s t a m i s t.

Seda enam on õhustamist vaja tööruumides, kus õhk sageli on täidetud suitsuga, nõega, tootmisel tekkiva tolmuga 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-allikaks 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 tolm. Palju tolmu tekib tihti mitmesuguste materjalide töötlemisel. Näit. tekib söekaevandustes kivisöetolm, kivitööstustes kivitolm, mitmesuguste metallide töötlemisel metallitolm (vase-, raua- jt. metallide tolm), tekstiilvabrikuis — kiutolm (puuvillast, villast jne.), harjaste töötlemisel peenimate kiukeste tolm, tubakavabrikuis tubakatolm. Iseäranis ohtlikud on tervisele kõvad tolmukübemed teravate ja hambuliste äärtega, nagu klaasi-, raua-, portselani-, graniidi-, räni- jm. tolm.

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

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

Võitlus tervisliku õhu eest tähendab võitlust mürgiste aurudega, gaasidega, tolmuga sel teel, et ehitame otstarbekohased õhutusseadeldised, kasutame erilisi tolmuimejaid, mis kõrvaldavad tolmu tema tekkimiskohalt, et täiustame ja mehhaniseerime tööd, asendame kahjulikud töötamisviisid kahjututega jne.

§ 21. RÜNDEAINED JA VAHENDID NENDEGA VÕITLEMISEKS.

Ründeainete[1] kasutamine sõjas. Imperialistliku maailmasõja ajast hakkasid kapitalistlikud maad tarvitama mitmesuguseid mürgiseid aineid, et mürgitada 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 kõikjal 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 nende toime järgi mitmeks rühmaks.

Pisarained 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 hingamiselundeile, tekitades kõha ja lämbumist. Aevastusainete hulka kuulub terve rida vedelaid ja tahkeid ründeaineid, mis sisaldavad arseeni.

Lämmastavad ained vigastavad hingamiselundeid, 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.

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

Mürgised ained mürgitavad 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 tuleviku-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 hingamiselundeile. Seepärast 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 m^2. Seepärast imabki süsi suurepäraselt ründeaineid ja kaitseb sel teel mürgituse eest.

Esmaabi ründeaine-mürgituse 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 ründeainetega mürgitatud piirkonnast eemale viia.

Kui kannatanu on toodud kas gaasivarjendisse, haiglasse või säärasesse kohta, kuhu ei ole ründeained tunginud, siis tuleb ta kohe lahti riietada, sest riietes leidub sageli mürgiseid ründeaineid. On iseendast arusaadav, et nahamürgituse puhul, nagu me edaspidi kuuleme, ei jätku mainitud kaitsevahendeist.

IV PEATÜKK.

Toitumine.

§ 22. TOITUMISE TÄHTSUS.

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 lagunemine 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 ajas 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

selgeks, kui suur tähtsus karjanduses on koduloomade õigel ja otstarbekohasel söötmisel. Et suurendada loomakasvatusliku 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 töörahva 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.

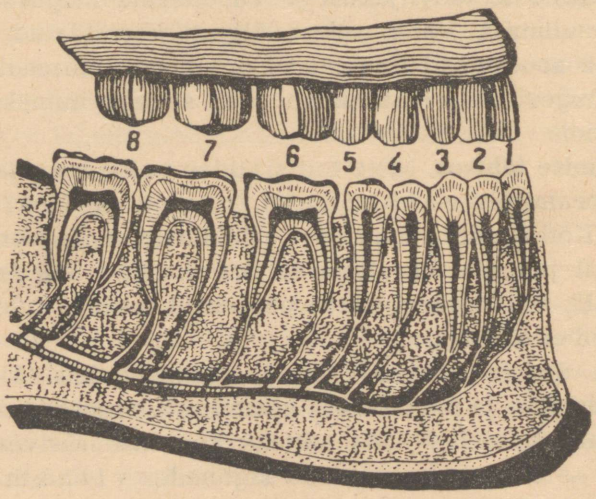
Seedimise tähtsus. Meie toit sisaldab peale v e e ja s o o l a d e peamiselt v a l k a i n e i d, r a s v u ja s ü s i v e s i k u i d. Kõiki neid kolme liiki toiteaineid ei saa organism enamikul juhtudel kasutada sel kujul, nagu nad leiduvad toidus. Et nad sooltest verre pääseksid, selleks tuleb neid enne ümber töötada.

Toidu ümbertöötamine sünnib seedeelundeis. Siin toit peenendatakse ja muudetakse keemiliselt mitmesuguste seedemahlade toimel. Nõnda näiteks keerulise süsivesiku — tärklise — osakesed muutuvad lagunedes v i i n a m a r j a s u h k r u (g l ü k o o s i) osadeks. Valkaine keeruline molekul laguneb palju vähem keerulisteks osadeks — nn. amiinohappeiks. Rasvad lagunevad kõigile tuntud g l ü t s e r i i n i k s ja r a s v a h a p p e i k s.

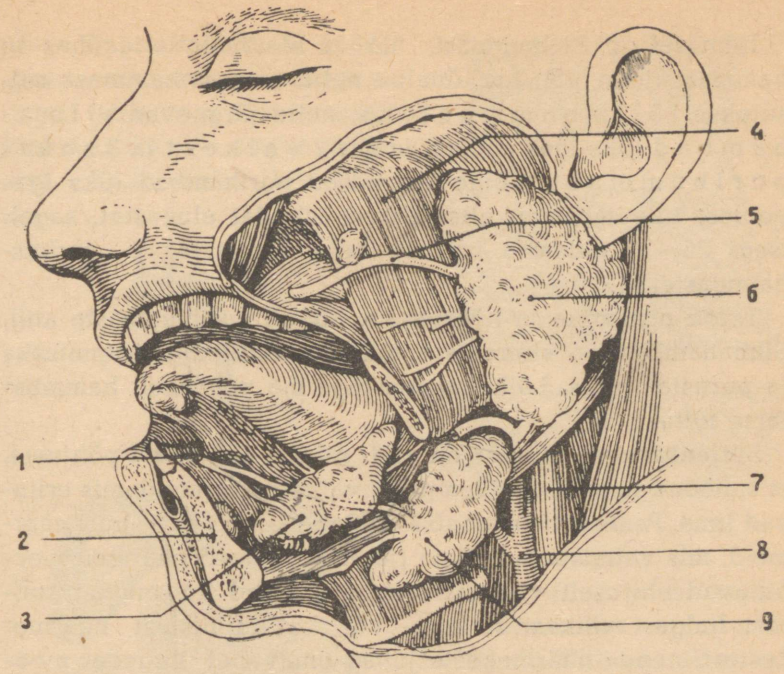
Ilma nende lagunemisprotsessideta, seedimiseta ei või toiteained imenduda verre, ja järelikult neid ei saa organism kasutada.

§ 23. SEEDEELUNDITE EHITUS.

Suuõõs. Hambad. Seedekanali 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 dentiiniks.



Joon. 45. Inimese alalõua pikilõige:
1, 2 — lõikehambad; 3 — 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 — lõualuualuse ja keelealuse näärme juha suue suuõõnde; 2 — alalõua põikilõige; 3 — keelealune nääre; 4 — mälumislihas; 5 — kõrvasüljenäärme juha; 6 — kõrvasüljenääre; 7 ja 8 — veen ja arteer; 9 — lõuaalune nääre.

Hambakrooni, s. t. lõualuust väljaulatuva osa pind on kaetud väga vastupidava h a m b a v a a b a kihiga. Säärase ehituse tõttu on hambad väga vastupidavad. Vaatamata sellele puudulik hoolitsemine 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 loomadel 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 kutsutakse lõikehammasteks, neile järgnevad silmahambad (üks igas pooles) ja siis 2 väikest ja 3 suurt purihammast. Kõige tagumised purihambad (üks igas pooles) tulevad suhu alles pärast 20-ndat eluaastat, sageli isegi 25—30 eluaasta ümber, neid nimetatakse „tarkushammasteks".

Toidu puremine ja hõõrumine sünnib purihammaste abil. Silmahambad on suuremate tükkide katkihammustamiseks ja purustamiseks. Lõikehammastega me peamiselt hammustame toitu.

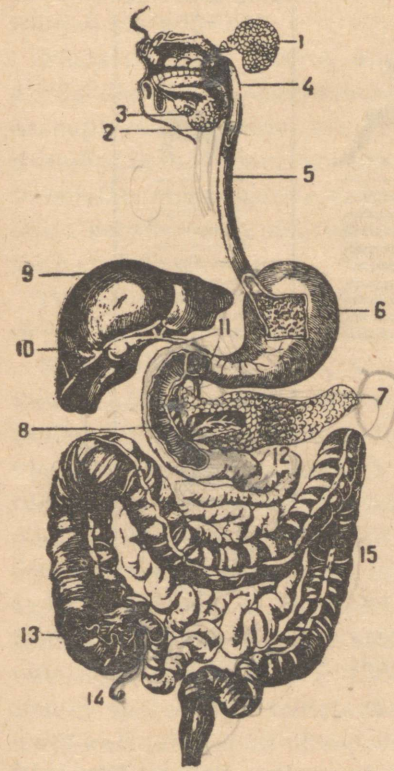
Süljenäärmed. Suuõõs on alati niiske. See tuleb põhjusel, et suuõõne seintes on väga palju väikesi näärmeid, mis eritavad lima. Peale selle suubub suuõõnde kolm paari suuri näärmeid, mis valmistavad sülge (joon. 46). Need näärmed meenutavad ehituselt viinamarjakobarat. Nad koosnevad suurest hulgast väikestest kera- või kotikujulistest näärmekestest; nende näärmekeste juhad omavahel ühinedes moodustavad üldise viimajuha, mille kaudu eritub sülg.

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

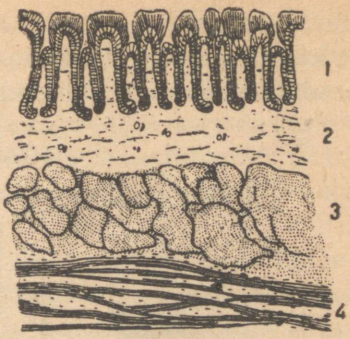
Söögitoru. Puretud ja süljega immutatud toit lükatakse keele ja suuõõne lihaste liigutuste abil neelu ja sealt satub ta söögitorusse. Söögitoru kujutab seestpoolt limanahaga vooderdatud toru. Tema seintes on silelihaskiud. Nende kiudude kokkutõmbumise tagajärjel surutakse toit makku. Samasugused lihaskiud asetsevad mao ja soolte seintes.

Magu. Magu on seedekulgla kõige laiem osa. Nii maolävis kui ka maolukuti on harilikult suletud lihaskiu-

dude kokkutõmbumise tagajärjel, mis asetsevad rõngastena söögitoru suubumiskohal makku ja soolte alguses. Toidutombu läbimisel



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 — usspõie; 15 — jämesool.

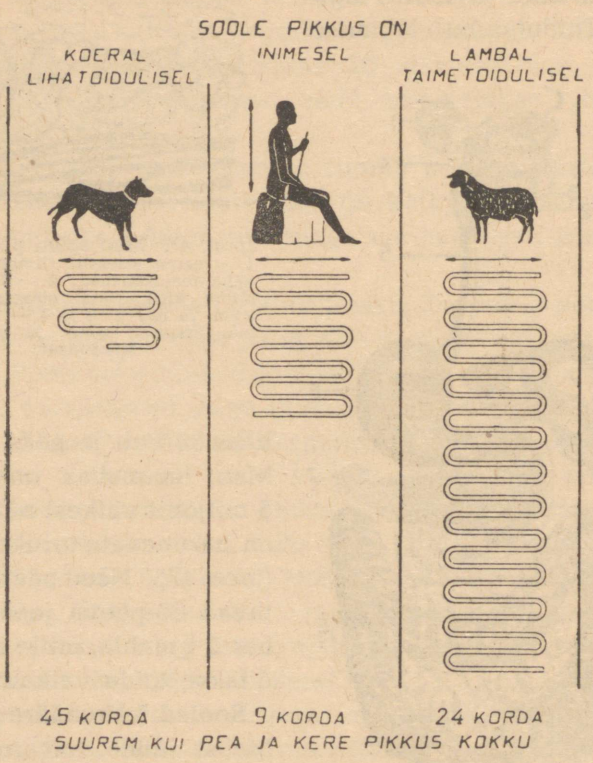


Joon. 47. Mao seina põikilõige: 1 — seina sisekiht (limanahk), on näha maonäärmed; 2 — limanahaalune kiht, mis sisaldab palju sooni ja närve; 3 ja 4 — lihaskiht, mis koosneb piki- ja põiklihaskiududest.

lihas lõtvub ja pääs avaneb. Mao limanahas on umbes 5 miljonit väikest nääret, mil on harunevate torukeste kuju (joon. 47). Need näärmed eritavad öö-päeva 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 pärast läbi jämesoole (joon. 48). Inimese soole pikkus on tunduvalt lühem kui see on taimtoidulistel loomadel, kuid pikem kui

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



Joon. 49.

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

Peensoole algosa kutsutakse k a k s t e i s t s õ r m i k u k s. Kaksteistsõrmikusse suubuvad k õ h u n ä ä r m e- ja

maksajuhad. Need mõlemad elundid nagu süljenäärmedki on tihedasti seotud seedekanaliga, 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. Üheks 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 sapipõide.

Peensoole limanahas on väikesed torulised soolenäärmed, mis eritavad öö-päeva jooksul umbes 2 l seedemahla.

Kui lahata äsjatapetud, 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 tahtele. 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 peristaltikaks ehk peristaltilisteks liigutusteks. Peristaltikat võib tähele panna ka kehast väljalõigatud sooletükikesel, 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 pimesool. 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 loomadega, eriti taimetoitlastega, 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 seal 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 tärklisesse kange happega kõrges temperatuuris, me võime teda lagundada, lammutada lihtsamaiks osadeks, ja nimelt glükoosi ehk viinamarjasuhkru osadeks.

Kuidas toimuvad siis toiteainete lagunemisprotsessid seedekanalis? 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. käärolluseks.

Nüüdisajal on kindlaks tehtud, et fermendid 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. Tärklis võib moonduda suhkruks ka ilma kangete hapete toimeta ja kõrge temperatuurita, kuid selleks läheb tarvis väga pikka aega — kümned ja isegi sajad aastad. Fermendi olemasolul toimub tärklise moondumine suhkruks mõne minuti kestel.

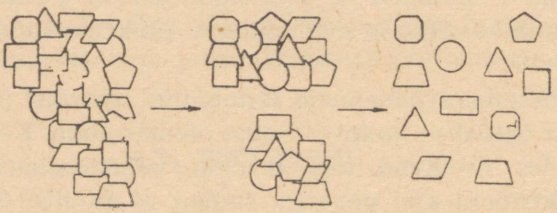
Üks tähelepanuväärsemaid fermentide omadusi on see, et nad, nagu öeldakse, toimivad oma olemasoluga. Keemilistes protsessides esinevad nad otsekui vahendajaina, nende hulk reaktsiooni ajal peaaegu sugugi ei muutu. Seepärast jätkubki ühest grammist fermendist, et muuta suhkruks kümned kilogrammid tärklist.

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

Soodsaimini toimivad fermendid keha temperatuuri juures. Temperatuuri langemisel fermentide toime nõrgeneb. Keetmine põhjustab fermentide lagunemist. Seega siis fermendid

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 fermendid samal ajal nende protsesside vajalike osalistena ja tingimustena.

Seedefermendid. Seedemahlad sisaldavad terve rea mitmesuguseid fermente. Inimese sülje koostisse kuulub ferment p t ü a l i i n, mis soodustab tärklise moondumist nn. l i n n a s e s u h k r u k s. Teine süljes leiduv ferment jätkab algatatud lagundamist ja muudab linnasesuhkru viinamarjasuhkruks.



Joon. 50. Skeem, mis näitab valgu molekuli lagunemist seedimisel:
vasakul — molekul, mis koosneb suurest hulgast amiinohappeist; keskel — esialgsed lagunemissaadused, mis koosnevad vähemast arvust amiinohappeist; paremal — üksikud amiinohapped. Amiinohappeile on antud mitmesugune kuju.

Fermentide hulgas, mis leiduvad maomahlas, on põhiline tähtsus p e p s i i n i l, mis soodustab valkainete lagunemist ja nende moondumist nn. a l b u m o o s i d e k s ja p e p t o o n i d e k s.

Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis mõjuvad kõigisse kolmesse toidu tähtsamasse kooste-ainesse: valkudesse, rasvadesse ja süsivesikuisse. Ferment t r ü p s i i n toi-

mib valkudesse. Valkude lammutamine trüpsiini toimel läheb palju kaugemale kui maos; siin tekivad mitte ainult albumoosid ja peptoonid, vaid ka edasise lagunemise saadused — a m i i n o h a p p e d (joon. 50). Teine kõhunäärme-nõre ferment (diastaas) muudab tärklise 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.

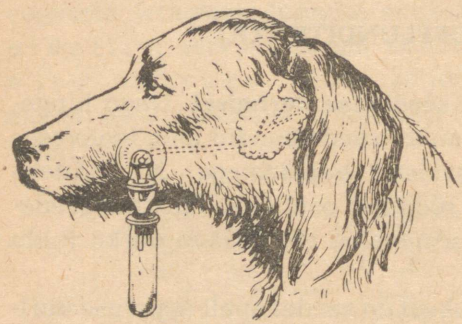
§ 25. SEEDEELUNDITE TÖÖ.

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.

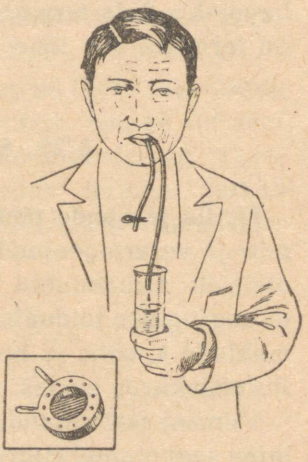
Viimase poolsajandi jooksul on seedekanali tegevuse uurimine saavutanud suurt edu. Teadusliku uurimise edusammud sõltuvad tähtsal määral töömeetodi valikust ehk ühe või teise nähtuse uurimisviisist. Leida õige tee küsimuse lahendamisele, osata korraldada katset nii, et ta annaks võimaluse tabada uuritava 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 puhast 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 Pavlovil (1849—1936) ja paljudel ta õpilastel õnnestus niivõrd parandada ja täiendada mitmesuguste seedekanali 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.



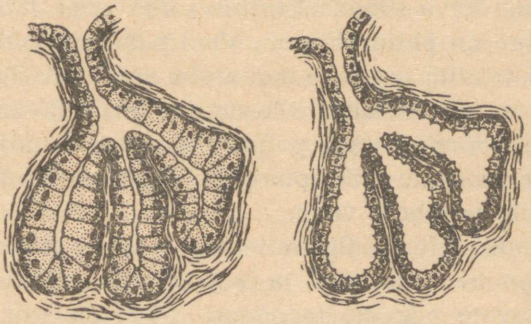
Joon. 52. Iminapp, mida kasutatakse inimese süljenõristamise uurimiseks.

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 reflektoorselt, s. t. vastuseks tsentripetaalsete närvide otste ärritustele, näit. maitse-,

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

Veel möödunud sajandi keskel arvati, et näärmed on nagu kurnad, mille kaudu imbuvad veresoontest välja eritatava näärmemahla kooste-osad. 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 tunduvat 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 s e k r e t s i o o n, s. t. mahla nõristamine, pole lihtne kurnamistoiming või mõni teine puhtfüüsikaline nähtus; sekretsioon on f ü s i o l o o g i l i n e

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

Mitmesuguseist süljenäärmeist eritatav 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 otstarbekohane.

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 fermendiga, mis mõjub

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

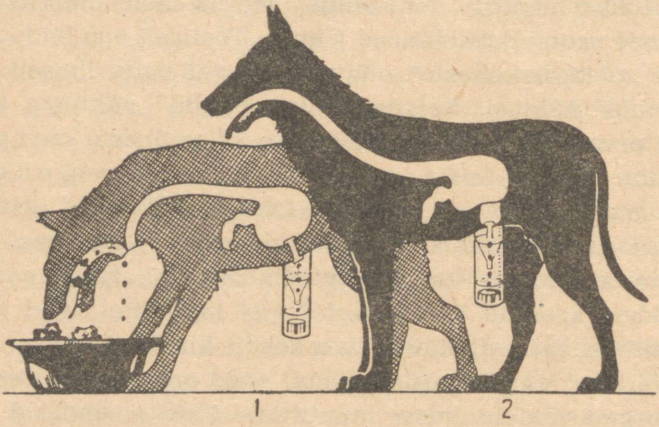
Kui idealistid kõnelevad „otstarbekohasusest", siis on nad seisukohal, et iga nähtus sünnib „millegi tarvis", mingi „varem määratud eesmärgiga". Säärane vaade on religioossete tõekspidamiste päritoluga, see on meid ümbritsevate nähtuste usundlike seletuste jäänus. Tõeliselt aga leidub looduses „otstarbekohaste" 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 omadusi, 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 korraga. 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 juhitakse neelatud toit makku.

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

tähtsus tärklise 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.

Mao seedimise 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 maomahla hulka 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, mida 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 alt 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 reflektoorselt. 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 Liidu 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 reflektoorselt, kuna pärastpoole jätkub mahla eritumine mingite veres leiduvate erutusainete tõttu. Niisugune eritumine kestab mõne tunni.

Normaalse seedimise suhtes on maomahla reflektoorsel 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.

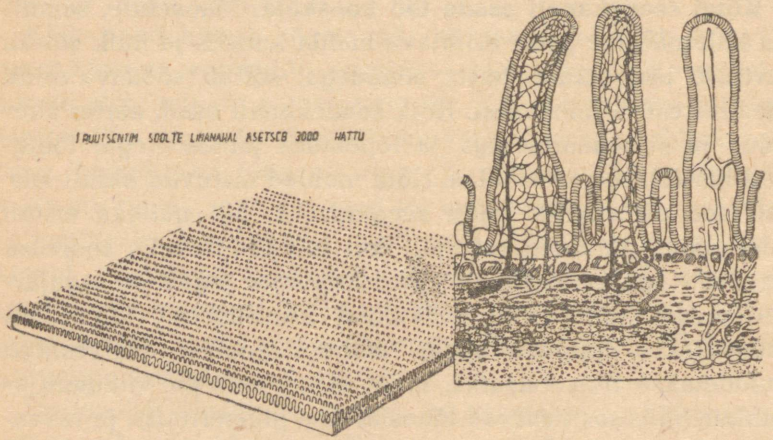
Puutudes kokku soole limanahaga põhjustab hape sooleseinas erilise aine — sekretiini tekkimist. See aine tungib verre ning kantakse kogu kehasse laiali. Sattudes verega kõhunäärmesse erutab ta seda ja sunnib ta hoogsalt tööle. Selle kõrval kõhunäärme nõre eritamine võib sündida ka reflektoorselt, nagu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

Kõigi seedekanali 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 seedekanali 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 seedekanali kooskõlastatud tegevuse tagajärjel seedib toit: toidu valkained kord-korralt lagunedes muudetakse lõppude-lõpuks amiinohappeiks; süsivesikud muudetakse lihtsuhkruiks, mille esindajaks on viinamarjasuhkur (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 hatus leiame peenimate veresoonte võrgu. Ka algab hatust lümfisoon, 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 taimerasvad 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 toidurasvadest: koera söötmisel lambarasvaga koguneb kehasse tahkemat rasva kui vedelate taimeõlidega söötmisel.

Milline on aga imendatud ainete edasine saatus? Imendunud rasvad lähevad lümfi, sealt jõuavad nad lümfisoonte kaudu vereringvoolu-süsteemi. Liigne rasv kogutakse varuks rasvkoe rakkudesse, näiteks nahaalusesse koesse (rasvapadjandisse). 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 tärkliseliigiks — loomatärkliseks ehk glükogeeniks. Tarvete kohaselt muutub osa glükogeeni maksas tagasi suhkruks, mis uuesti saadetakse verre keha elundite ja kudede toitmiseks.

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

Kõhunäärme 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 kasvueas 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 moondumist valkudeks inimese ja loomade organismis ei toimu. Seda protsessi võib tähele panna ainult roheliste taimede juures.

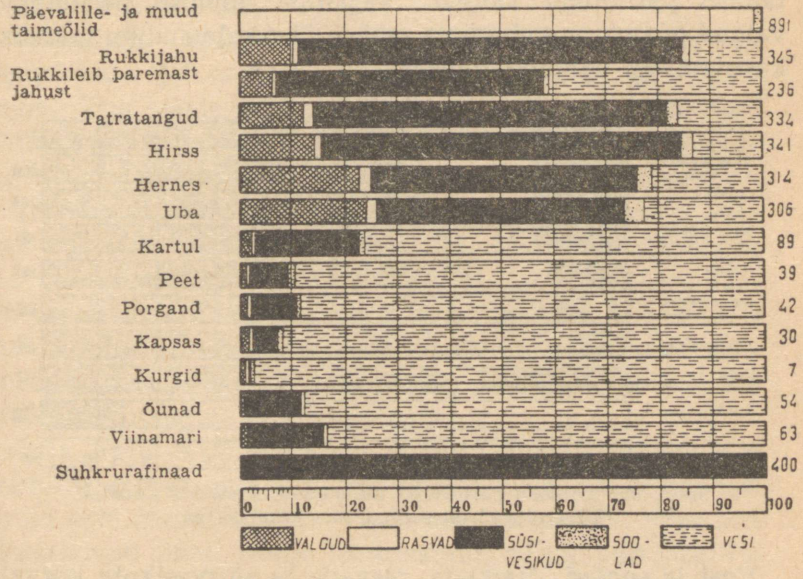
Mis puutub rasvadesse ja süsivesikuisse, siis võivad nad organismis (peamiselt maksas) teineteiseks ümber moonduda. Seepärast võibki organism koguda rasva mitte ainult rasvase toidu puhul, vaid ka neil juhtudel, kui toit on rikas süsivesikuist (tärklis, suhkur) ja vaene rasvadest.

Maksa kaitsetõkke ülesanne. Peale osavõtu valkude, rasvade ja süsivesikute vahetusest, langeb maksale veel teine tähtis ülesanne. Tinutamata vasknõudest võivad paljale silmale nägemata vaseosakesed sattuda söömisel seedekanalisse, 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 TOITEVÄÄRTUS.

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.

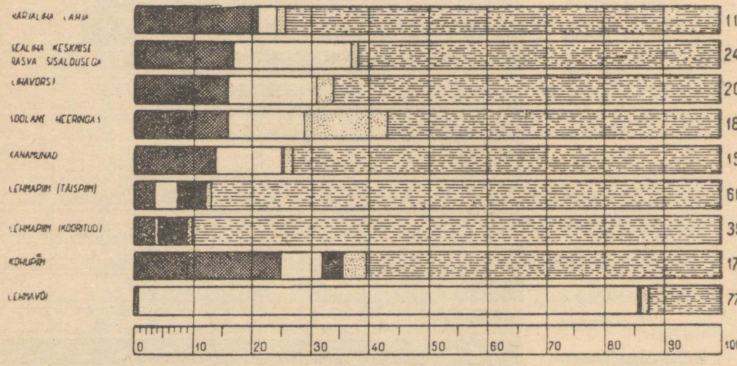
puuvili, juurvili) koosnevad peaaegu ainult süsivesikuist. Kolmandad (jahu, tangud) sisaldavad suure hulga süsivesikute kõrval ka valke jne.

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

Kõik rasvad ei ole kaugeltki ühesugused. Mõnes rasvas, näiteks koorevõis, on erilisi, fosforirikkaid r a s v a t a o -

lisi aineid. 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. Tähendused 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. Tuvidega toimetatud katsed näitasid, et normaalse veesisalduse 11%-ne kaotus võib tekitada mitmesuguseid haigusnähtusi; 22%-se veekaotuse puhul tuvid hukkuvad.

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 tähtsamaid vere kooste-osi.

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 ainevahetust 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 koolieaiste 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 konservimisviis ja kulinaarne töötlemine.

Sattunud ühes toiduga looma organismi, võivad vitamiinid koguneda väikesel hulgal keha mitmesuguseisse elundeisse ja kudedesse. 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 söödataimedest ristikhein ning lutsern. Vitamiini A sisaldus loomse päritoluga saadustes sõltub suurel määral looma toidu koostisest. Kõige rohkem on vitamiini A kalarasvas; vitamiinist A on rikkad maks, rõõskkoorevõi, 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 igasuguste 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 saama 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 algtunnused (väsimus, isu puudus, kalduvus kõhukinnisusele jne.).

Viimaseil aastail on kindlaks tehtud, et vitamiini, mis kaitseb beriberi eest (vitamiin B_1), leidub fermendis, mis soodustab süsivesikute hapendumist meie keha kudedes. Selles nähtavasti ongi vitamiini B_1 peamine tähtsus.

Teine sama rühma vitamiin (vitamiin B_2) on ühe väga tähtsa fermendi tekkimise allikaks, mis kindlustab meie keha rakkudes normaalse ainevahetuse 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 hulgast, leidub peamiselt elavais taimerakkudes. Eriti palju on teda kibuvitsamarjades, kapsas, tomatis, rohelises sibulas, rohelistes hernestes, sidruneis, apelsinides, mandariinides, sõstrais, maasikais, tikrites ja teistes taimedes. Usna palju vitamiini C sisaldavad mõned õunasordid (näit. antonovka). Kuivatatud ja konservitud saadustes hävib vitamiin C täielikult või osaliselt. Öö-päevane vitamiini C tarvidus on 30—50 mg. Tema liiga vähesel määral leidumisel toidus areneb skorbuudihaigus: kapillaaride seinad katkevad, nahas, limanahas ja siseelundeis tekivad verevalumid, igemed paistetavad üles ja neist tuleb verd; luuüdi veretekitamise funktsioon häiritakse ning tekib verevaesus. Skorbuudihaigus võib tuua surma.

Vitamiini D leidub kalarasvas, kala ja teiste loomade maksas, munarebus, rõõskkoorevõis, 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 toiteaineid, teiste sõnadega, kuivõrd kasutab organism neid aineid. Nii näiteks mitmesuguseid valkaineid ei omasta organism kaugeltki ühesuguselt. Üldiselt omastatakse loomse päritoluga valkained palju täielikumalt kui taimsed valgud. See on tingitud asjaolust, et esiteks 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 sõltub toidu omastuvus 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 energiakulu. 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 (ümberkirjutaja) . .	2800
Raamatuköitja	3000
Rätsep ja õmbleja (kasutades jalaga õmblusmasinat)	3000
Tööline põllumajanduse viljakoristamistöödel	3200
Tööline 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
Trükiladuja töö	47
Rätsepa töö	32—36
Masinakirjutaja 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. „Katsutagu," kirjutas Engels, „väljendada mõnd meisterlikku tööd kilogramm-meetreis 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 sääraseid küsimusi 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 3000 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 (süsivesikud ja rasvad) kogutakse varuna maksa, rasvakoesse 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 ainevahetust, 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 lapseeas valkude tarve; need ained, nagu teame, moodustavad meie rakkude ja kudede põhilise ehitusmaterjali.

§ 29. ÜHISKONDLIK TOITLUSTAMINE.

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

Õigesti korrastatud ühiskondlik toitlustamine on parem ja odavam kui see on kodus. Ainult ühiskondliku toitlustamise 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 toitlustamise õigel korraldamisel võib arvestada organismi tarbeid sõltuvalt east, elukutsest, tervislikust olukorrast, andes igale elanike rühmale väärtuslikemat ja otstarbekohaseimat toitu.

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

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

Luude-lihastesüsteem.

§ 30. LUUDE-LIHASTESÜSTEEMI TÄHTSUS.

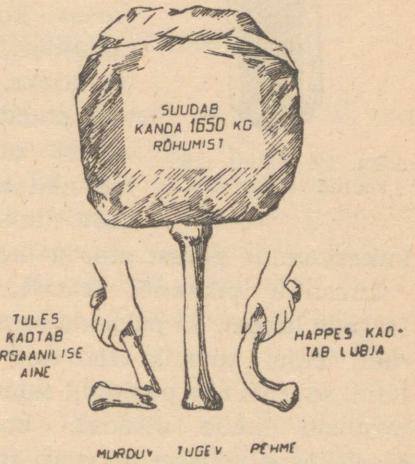
Iga elund, iga kude, iga rakk kehas täidab üht või teist ülesannet. Vaadeldud elundite, hingamis-, toitumis- ja vereringe-elundite ülesandeks on varustada organismi toiteainete ja hapnikuga. Hapniku ja toiteainete peatarbijaiks on lihased. See on ka arusaadav, sest lihased moodustavad vähemalt ühe kolmandiku 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 liigutamisaparaadi 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 kahesugusest ainest — painduvast, elastsest orgaanilisest ainest, peamiselt nn. o s s e i i n i s t, ja kõvast, kuid haprast ainest, 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.

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



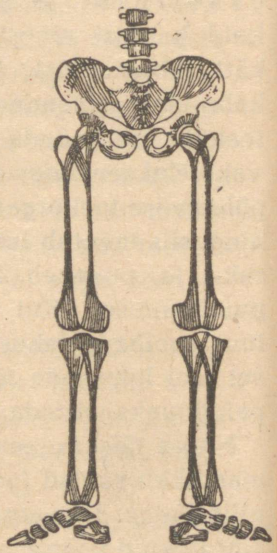
Joon. 59. Pikuti läbisaetud reieluu ots.

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 l u u ü m b r i s. 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 kokkukasvamine 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 käsnataolisest 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-



Joon. 60. Luuõhikute 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 luuõhikuisse, 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).

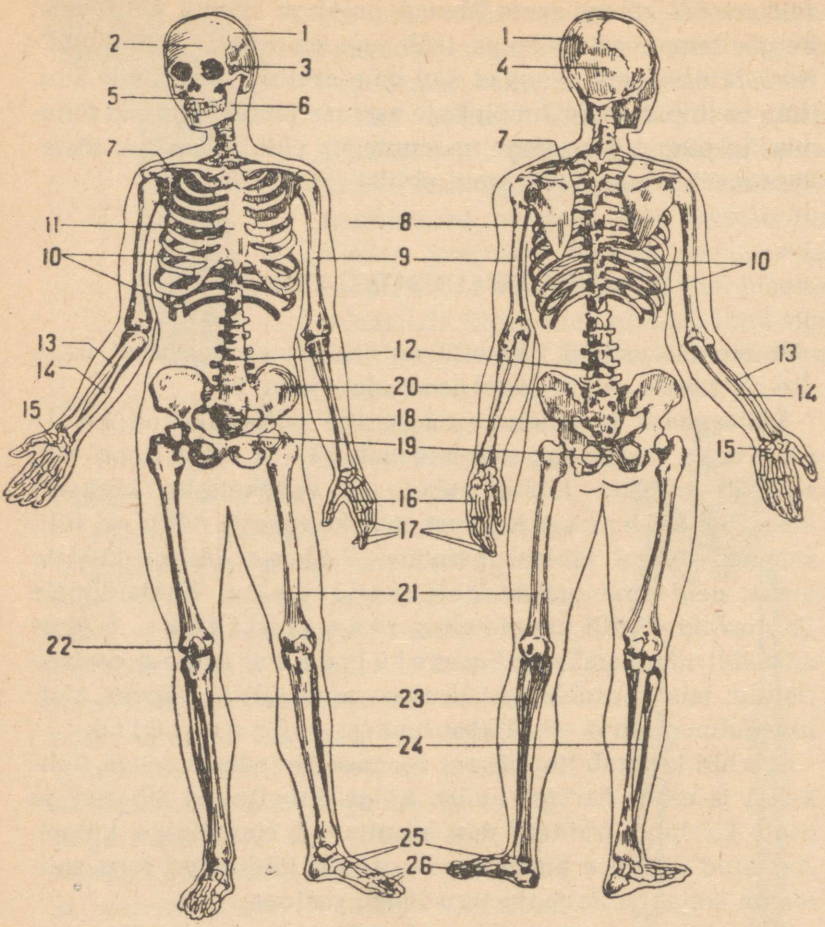
§ 32. INIMESE LUUSTIKU ÜLDEHITUS.

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

Lülisammas ja rindkere. Luustiku põhiosaks on lülisammas (selgroog), mis koosneb 33—34 lülist (joon. 62). Kõrvuti olevate lülide vahel on vahekettake kerksest ainest — kõhrest. Kõhrest vahekettakeste tõttu on lülisammas 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.

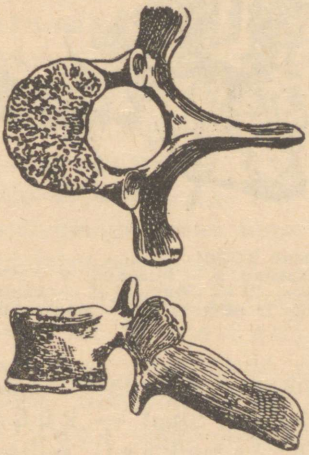
Iga lüli kujutab luurõngast eesmise jämedama osaga (lülikeha) ja mõne haruga, mille külge kinnituvad lihased ja osalt ka luud (roided, mis kinnituvad rinnalülide külge). Asetatud üksteise peale, moodustavad lülikaared toru, milles on seljaaju. Seljaaju toru lõpeb ristluus.

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 kopse ja südant, vaid ka kõhuõõne ülemise osa elundeid.

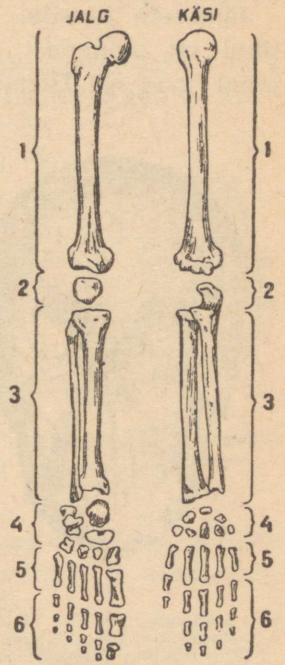


Joon. 61. Inimese luustik:
1 — kiiruluu; 2 — laubaluu; 3 — oimuluu; 4 — kuklaluu; 5 — ülalõualuu; 6 — alalõualuu; 7 — rangluu; 8 — abaluu; 9 — õlavarreluu; 10 — roided; 11 — rinnak; 12 — lülisammas; 13 — kodarluu; 14 — küünarluu; 15 — ranne; 16 — kämmal; 17 — sõrmeluud; 18 — ristluu; 19 — õndraluu; 20 — puusaluud; 21 — reieluu; 22 — põlvekeder; 23 — sääreluu; 24 — pindluu; 25 — pöiapära; 26 — pöialaba ja varvasteluud.

Õla- ja vaagnavööde. Selja ülemises osas asetseb kaks laperikku ja 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. Üksik lüli küljelt ja ülalt.

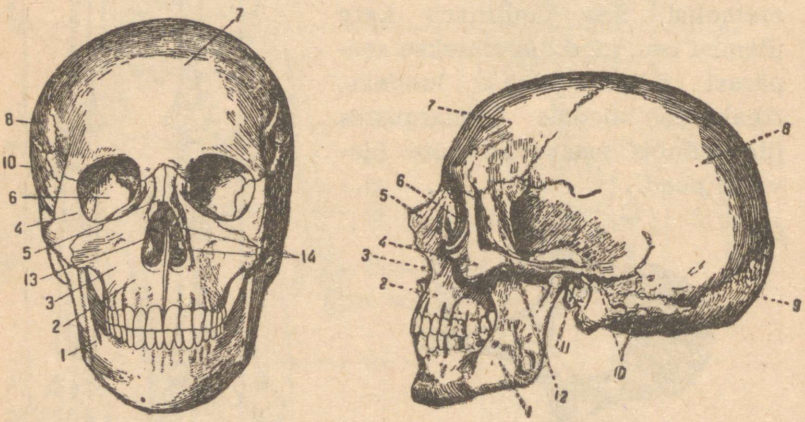


Joon. 63. Ülemiste ja alumiste jäsemete luud:
1 — reie- ja õlavarreluu; 2 — põlvekeder ja talle vastav küünarluu haru; 3 — säär ja käsivars; 4 — pöiapära ja ranne; 5 — pöialaba ja kämmal; 6 — varvaste ja sõrmede luud.

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 — laubaluu; 8 — kiiruluu; 9 — kuklaluu; 10 — oimuluu; 11 — kuulmeauk; 12 — põhiluu külgmine osa; 13 — sõelluu ja sahkluu; 14 — ninakarbikud.

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 kämblaluud ja sõrmede luukesed. Needsamad põhiosad leiame ka alumistel jäsemetel: 1) reis, 2) säär, mis koosneb sääreluust ja pindluust, 3) pöid. Pöias on pöiapära, pöialaba ja varvasteluud. Reis moodustab ühes

sääreluuga põlveliigese, mida eestpoolt kaitseb põlvekeder.

Pealuustik (kolju). Kolju koosneb esimeseks ajukoljust ja teiseks näoluudest (joon. 64). Ajukoljus asetseb peaaju.

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

Kuigi koljuluud ei ole üksteisega kokku kasvanud, nagu näiteks vaagnaluud, on nad siiski omavahel ühendatud liikumatult: ühe luu hambad asetsevad teise luuääre lõikeis (joon. 65). Niisugust luude ühendust nimetatakse õmbluseks.



Joon. 65. Koljuluude liikumatu seos.

Kuklaluu suure augu kaudu ühineb peaaju seljaajuga. Koljuluudes on terve rida väikesi augukesi, mida läbivad veresooned ja närvid.

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

Ülalõualuud (2, joon. 64) ja suulaeluud moodustavad nn. kõva suulae, mis on nina- ja suuõõne vaheseinaks. Need luud ühes ninaluudega (5) on ninaõõne külgseinteks. Sahkluu ühes väga hapra nn. sõelluuga jagab ninaõõne paremaks ja vasakuks pooleks. Sõelluu ülemine osa kuulub ajukarbi luude hulka. Sõelluu 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.

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

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



Joon. 66. Inimese lülisammas.

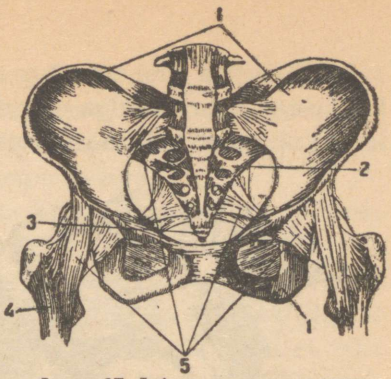
Kere ja pea tugi — lülisammas — on loomadel peaaegu täiesti sirge, kui me ei võta arvesse kaela kõverdust ja seda, et sabalülid võivad painduda igale poole. Inimese lülisambal on peale kaela-kõverduse kõverdused veel rinna-, nimme- ja ristluu osas. Lülisambal on veidi tähte S meenutav kuju (joon. 66).

Inimese lülisamba kõverduste tagajärjel kandub keha raskuse keskpunkt tahapoole, nii et inimese seismisel ta asetseb pöidade vahekohal, kandadele lähemal. Niisugune raskuskeskpunkti asend kergendab tunduvalt kahel jalal käimist; peale selle teeb lülisamba kõverdus ta kerkseks ja hulga painduvamaks; temal asetseb pea nagu vedrul, kaitstes 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-

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 moodustavate randme- ja kämblaluude 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".

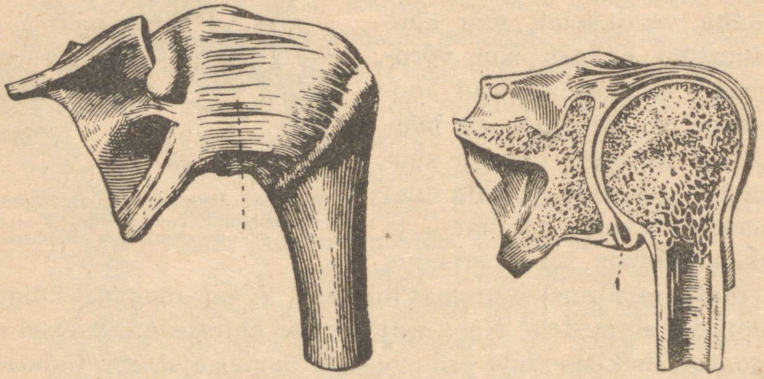


Joon. 67. Inimese puusavaagen: 1 — puusaluud; 2 — ristluud; 3 — õnnar; 4 — reieluu; 5 — sidemed.

Töötegemine on see, mis inimese täielikult eraldab kõigi teiste loomade hulgast. Inimene loob ühiskondlikult kasulikke väärtusi. Töö on inimese elu alus. Võib öelda, et töö lõi inimese, lõi inimühiskonna. Ilma tööle kohastunud 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.

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.
Paremal on sama liiges, kuid pikuti läbi saetud; 1 — liigesekihn.

§ 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. lülisambas). Teistel juhtudel luud ühenduvad 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 kerksed 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 kõõluselise liigesekihnuga 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 tungib õhk liigese väljavenitamisel kihnu ja negatiivset rõhumist seal ei teki. Säärast läbitorgatud kihnuga liigest võib kergesti välja venitada ja luude liigesepinnad ei asu enam tihedasti teineteise vastas.

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

§ 34. LIHASTE EHITUS JA TÖÖ.

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 sõnadega, 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, kokkutõmbumisega. 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" (süntsüütsiumid). 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 vöötlihaseiks. Teiseks erinevuseks on lihaskiudude pikkus. Vöötlihaste kiud lähevad sageli pikuti mööda kogu lihast, saavutades 10—12-sm-st pikkust. Silelihaste kiud on väga lühikesed, nende asetus lihases on näidatud joonisel 69. Ka toimub erinevalt sile- ja vöötlihaste kokkutõmbumise protsess.



Joon. 69. Silelihaskude.

Erinevalt silelihaseist tõmbuvad vöötlihased 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 südamelihas vöödilistest kiududest. Siiski nad erinevad mõnevõrra oma kuju poolest luustiku lihaste kiududest. Südamelihas tõmbub kokku hulga kiiremini kui silelihased, kuid aeglasemalt luustiku lihaseist.

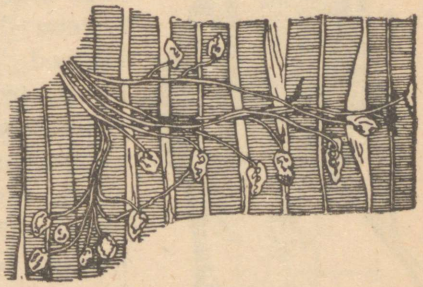
Lihaste kinnitumine luude külge. Kui vaadelda luustiku lihast, mis on täiesti eraldatud luudest, siis võib märgata, et ta on pinnalt kaetud õhukese kerkse kõlukesega. Otste pool

läheb lihas üle väga sitkeks valgeks paelaks — k õ õ l u s e k s. 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 väljavenitamist lahti lasta. Nüüd on arusaadav, miks ka kogu lihas kokkutõmbumisel jämendub.

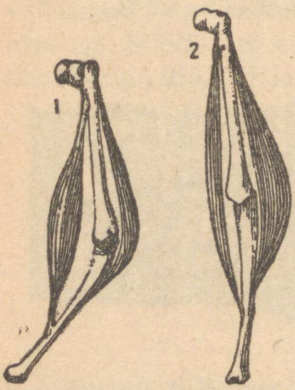
Närvierutus lihase normaalse ärritajana. Lihas võib sattuda erutatud olekusse (teiste sõnadega kokku tõmbuda), reageerides mitmesuguseile ärritustele. Selles võib veenduda, katsetades konna kehast väljalõigatud lihasega: ta tõmbub kokku, reageerides mehaanilisele, soojuselisele, elektrilisele ja keemilisele 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 tekivad kiiresti üksteisele järgnevate üksikute kokkutõmbumiste liitumise teel. Üksiku kokkutõmbumise näitena võivad olla kramplikud tõmblemised, mida mõnikord üksikute lihaste juures võib tähele panna.



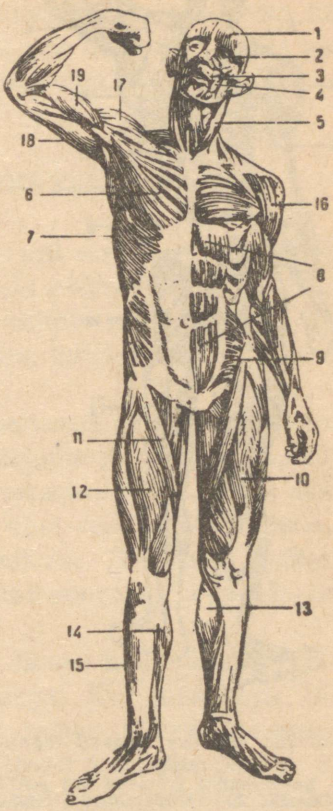
Joon. 71. Lihaste-antagonistide (vastandtoimega lihaste) töö:
1 — lihase kokkutõmbumine, mis painutab liigest; 2 — lihase kokkutõmbumine, mis sirutab liigest.

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 toimub küünarliigese painutamine ja sirutamine kahe vastupidi tegutseva lihase abil (joon. 71). Niinimetatud kahepeane 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-

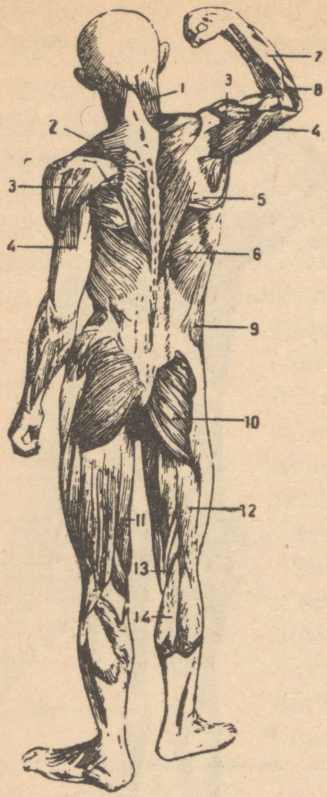
nis korraga, nagu see on enamikul juhtudel. Meie liigutuste mitmekesisus on seotud mitmesuguste lihaste üheaegse



Joon. 72. Inimese lihased eestpoolt:
1 — laubalihas, mis tekitab laubanahale 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 — saaglihas (suurendatud sissehingamisel tõstab rindkere ülespoole); 8 — kõhu sirglihas, mis painutab kere ettepoole ja tõmbab rinna allapoole; 9 — kõhu põiklihas (painutab kere ettepoole ja pöörab ta külje poole); 10, 12 — neljapeane reiesirutajalihas; 11 — rätsepalihas, painutab jalga põlvest ja pöörab säärt sissepoole; 13, 14 — sääremarjalihas (painutab säärepõialiigest, s. t. pöörab põia eesmist osa allapoole ja tagumist osa ülespoole, toimetab tõusmist kikivarbaile); 15 — eesmine sääreluulihas (sirutab säärepõialiigest); 16, 17 — deltalihas (tõstab kätt); 18 — kolmepeane lihas (sirutab kätt küünarliigendis); 19 — kahepeane lihas (painutab kätt).

kokkutõmbumise kombinatsioonide mitmekesisusega. Seejuures on suur tähtsus mingist 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 tagantpoolt:
1 — kaelalihased (võtavad osa pealiigutustest); 2 — trapetslihas (tõmbab abaluu lülisambale lähemale); 3 — deltalihas; 4 — õla kolmepeane lihas; 5 — abaluu; 6 — lai seljalihas (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 — sääremarjalihas.

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 kõhulihased 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 lihas 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 staatiliseks. 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 nöörid 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. piimahapet.

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

Missugused keemilised protsessid on seotud lihase kokkutõmbumisega? On teada, et lihases leidub alati glükogeeni (loomatärklist). Osa glükogeeni moondub viinamarjasuhkruks — glükoosiks, 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 piimahappest (umbes $^1/_4$—$^1/_6$ temast). Seejuures vabanev energia läheb piimahappe 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 taastumissünteesi 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 ainult 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 eemaldumine 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 hoogsa 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. Kui aga 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.

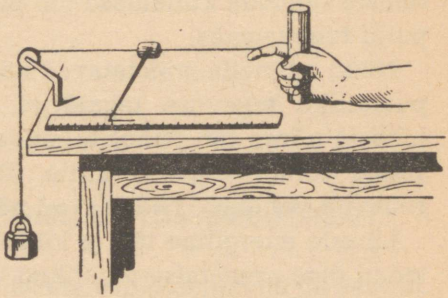
Lihaste töörütmi tähtsus. Süda töötab väsimatult kogu eluaja. See on võimalik ainult selle asjaolu tõttu, et igale südamelihase kokkutõmbumisele järgneb tema lõtvumine, puhkeaeg, mis kestab umbes kaks korda kauemini kui kokkutõmbumine. Südamelihase tööperiood vaheldub puhkeperioodiga. Kokkutõmbumiste korrapärane vaheldumine ehk töörütm 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 kestvalt erilise pingutuseta. Siis tõmbuvad lihased kokku rütmiliselt, puhates kokkutõmbumiste vaheaegadel.

Sama tööd 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 muutuda 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 lihase vähima 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 loiult: 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 järelikult 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 lagunemissaadused. 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 teistsugune. 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 e r i t u s e k s.

Erituselundeiks on neerud ja nahk. Meil on juba teada, et süsihape eemaldatakse kopsude kaudu. Mis puutub aga teiste kahjulike elutegevuse saaduste eemaldamisse, siis toimub see eriliste e r i t u s e l u n d i t e — n e e r u d e ja osalt n a h a kaudu.

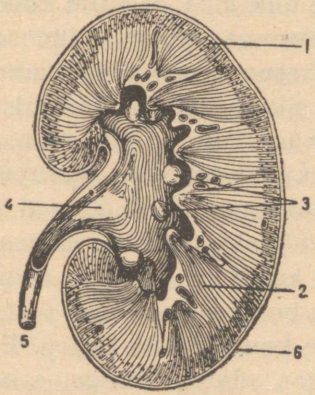
Kõik elutegevuse kahjulikud saadused peale süsihappegaasi eritatakse vees lahustunult. Vesi on seega neerude ja naha eritiste peamine koosteosa. Seega siis vesi, mil on üldse täita määratu suur ülesanne inimese organismi elus, viib peale selle kehast välja elutegevuse kahjulikud saadused.

§ 39. KUSEELUNDITE EHITUS JA TÖÖ.

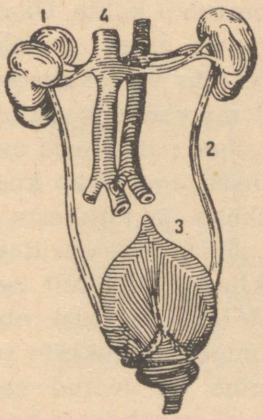
Neerud ja nende talitlus. Neerud asetsevad kõhuõõne tagumises osas lülisamba mõlemal pool küljel. Nad valmistavad ja eritavad kust. Kusi koosneb veest, milles on lahustunud kusiaine, kusihape, mõned soolad ja muud lagusaadused. Kui lõigata neer pikuti pooleks, siis võib näha seal kahte kihti: väliskiht 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. Ühinedes üksteisega läbivad nad neeru sisekihi ja suubuvad siin erilisse õõnde, mida nimetatakse n e e r u v a a g n a k s. 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. Kusejuhede 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 pikilõige: 1 — koorkiht; 2 — sisekiht; 3 — näsad, milles avanevad kusetorukesed; 4 — neeruvaagen; 5 — kusejuhad; 6 — kest.



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

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

Ei ole midagi imestada, et 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 säärased katsed ja näitavad selgesti, et füsioloogilist protsessi ei saa pidada füüsikaliseks ja keemiliseks protsessiks. See väide maksab täiesti ka kuse tekkimise protsessi kohta. Üksi see tõik juba, 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.

Tõeliselt aga võtab kuse tekkimisest 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 organismis toimuvaid eluprotsesse seletada mingite mitteaineliste jõudude abil, mida nad nimetavad „elujõuks", „rakkude hingeks" jne. Nad loobuvad täielikult eluprotsesside teaduslikust seletusest. Neid õpetlasi kutsutakse vitalistideks.

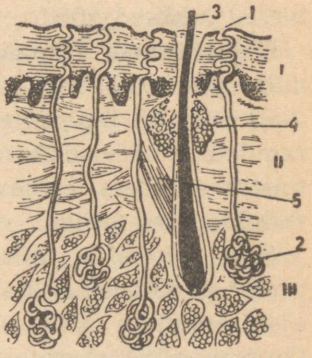
Eluteaduse ülesandeks on elavate rakkude elutegevuse seaduste uurimine, ilma et ta neid seadusi lihtsustaks või

varjaks väljamõeldistega mittemidagi selgitavast saladuslikust „elujõust".

§ 40. NAHK.

Naha ehitus. 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.



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

Keskmine, paksem nahakiht on pärisnahk. See kiht koosneb sidekoest, milles on palju elastseid, kerkseid kiude; selle tagajärjel nahk on vastupidav, venib kergesti liigutuste puhul ja hoiab ühtlaselt 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-

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 näärmeist rasu 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 reflektoorsed mõjud.

Higi eritamise reflektoorse 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 kusiainet ja teisi lagusaadusi, keedusoola jt.

§ 41. NAHA JA HIGINÄÄRMETE ÜLESANNE 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 — 36°-st—37°-ni (kaenla all mõõtes). Samal ajal tekib kehas soojust pidevalt toimuvate lagunemis- ja hapendumisprotsesside tagajärjel. Eriti palju soojust tekib lihaste suureneva 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.

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 laienemine 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 soojuse äraandmise korraldus (regulatsioon) — ja nahk jääb kogu aja kuumaks. Sellega on seletatav kõigile tuntud asjaolu, et joobnud isik harilikult ei tunne külma; ta sammub pakasel päeval hõlmad laiali, uinub rahulikult pakase käes. Samal ajal aga soojuse suurendatud kaotuse tõttu joobnu 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 võib lihaste suurendatud töö tagajärjel higi eritumine muutuda nõnda rikkalikuks, et ta ei suuda aurata. Seevastu külma käes ja keha rahulikus olekus higi eritumine langeb järsult.

Nende nähtuste mõte saab meile selgeks, kui meenutame, et vesi neelab auramisel palju soojust. Nahapinnale eritunud higi aurab, võtab ära liigse soojuse 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 soojuse 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 TÄHTSUS.

Naha korrapäraseks tööks on vajalik tema puhtus. Alaliselt keha lahtistele 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 tekkimine.

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 mädanikubaktereid[1], tuberkuloosibaktereid, ning taudide puhul koolera, kõhutüüfuse, düsenteeria ja teiste haiguste baktereid. Räpaseil isikuil ulatub bakterite hulk nahal hiiglaarvudeni: sääraseil isikuil on leitud kuni 40 000 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 mürgituse ju surmaga.

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

§ 43. MÜRKAINED, MIS TOIMIVAD NAHA KAUDU.

Nahkasöövitavad ained. Ründeainete hulka, mida kasutasid imperialistlikud riigid sõja ajal, kuuluvad nn. n a h k a s ö ö v i t a v a d a i n e d. Nad ärritavad nahka ja põhjustavad haavandite tekkimist, mis ei taha paraneda. Tuntuimad neist on i p r i i t ehk sinepigaas, sest tal on sinepi lõhn, ja l ü i s i i t (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 mürgitust. Rasked mürgitusjuhud ipriidiga lõpevad surmaga. Lüisiit (levisiit) on samuti nahkasööbiv ja lämmatav aine. Ta tungib kergesti läbi riide ja toimib ipriidist kangemini.

Kaitseriided. Ipriidi ja teiste ründeainete vastu, mis mõjuvad nahale, kasutatakse kaitseriietust. See koosneb kummisaapaist, kummikindaist ja kindlalt nööbitavast 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. Nahkasöövitava aine mürgitus 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 mürgitatud pinnasele tuleb riputada kloorlupja ja teda siis ümber kaevata; riiet desinfitseeritakse aurukambris või tuulutatakse teda mõni päev päikese käes; pesu keedetakse leelisega vähemalt üks tund; jalanõud hõõrutakse kloorlubjaga; eluruume tuleb hoolsasti õhutada.

VII PEATÜKK.

Närvisüsteem.

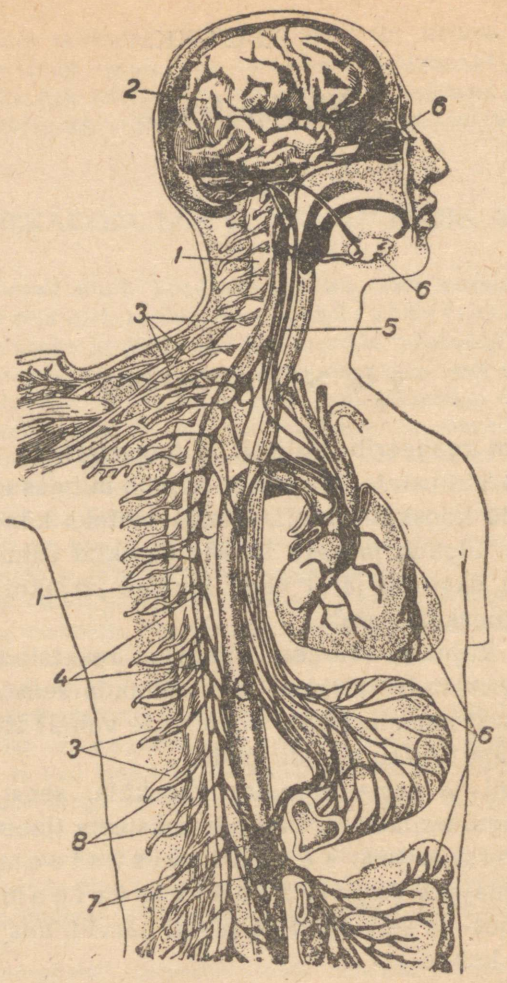
§ 44. NÄRVISÜSTEEM.

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 seost, mis valitseb üksteisest eemalseisvate kehaosade vahel? Kuidas reguleeritakse iga üksiku elundi tööd?

Organismi ja tema elundite kooskõla, seost ja reaktsioonide reguleerimist teostab närvisüsteem (joon. 78). Harilikult liigitatakse teda k e s k n ä r v i s ü s t e e m i k s, s. o. pea- ja seljaajuks, ja p i i r d e n ä r v i s ü s t e e m i k s, kuhu kuuluvad pea- ja seljaajust väljuvad närvid, mis harunevad laiali kogu kehas.

Suur tähtsus organismi, eriti ta siseelundite elutegevuses on teatud määrani autonoomsel, nn. v e g e t a t i i v s e l närvisüsteemil. Vegetatiivsesse süsteemi kuulub kaks süsteemi: s ü m p a a t i l i n e ja p a r a s ü m p a a t i l i n e s ü s t e e m.

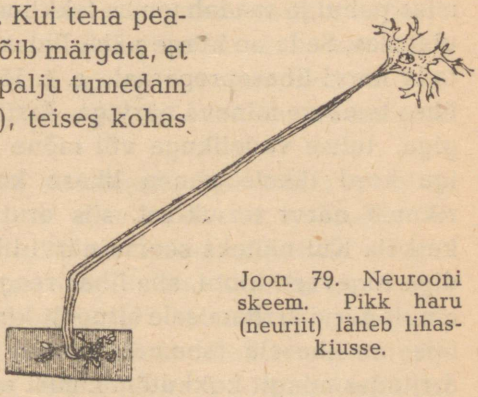


Joon. 78. Inimese närvisüsteem (skeem): 1 — seljaaju; 2 — peaaju; 3 — seljaajust väljuvad närvid; 4 — sümpaatilise süsteemi piirtüvi; 5 — parasümpaatiline (uit-) närv; 6 — sümpaatiliste ja parasümpaatiliste närvide harunemine elundeis; 7 — sümpaatilised närvitängud aordil (päikjaspõimik); 8 — närviharud, 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 neuriidid, mis on ümbritsetud erilise kestaga.

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



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

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. neuriidi ja põõsasharudega, nimetatakse neurooniks (joon. 79).

Kogu närvisüsteem koosneb peaaegu täielikult tohutust hulgast neuroonidest ja nende vahel asetsevaist nn. tugikoerakkudest 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 närvi-lihasepreparaat, 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 närvi-lihasepreparaadi 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.

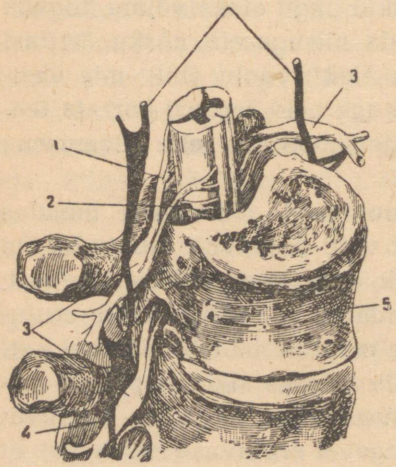
Erutuste liitumine. Erutused, mis tekivad mõnes mistahes neuroonis, antakse harilikult edasi teisele, sellelt kolmandale neuroonile jne. Seejuures erutuste ühelt neuroonilt teisele edasiandmise tähtsa omadusena esineb erutuste nn. summeerumine ehk liitumine. Närvirakul nagu oleks võime koguda endasse erutusi. Võib kasutada niisuguseid nõrku ärritusi (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 mürgitatud loom kergeimale puudutamisele reageerib tugevaimate krampidega.

Erutuse juhtivuse kiirus. Omal ajal arvati, et närvi erutus on olemuslikult elektriline nähtus. Tõeliselt 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 erutuste juhtimise kiiruse uurimused. Üks suurimaid füsioloogе — Helmholtz — näitas möödunud sajandi keskpaiku, et erutus levib närvi kaudu kõigest ainult mõnekümnemeetrilise kiirusega sekundis, elektrivoolu levimiskiirus on aga palju suurem.

§ 47. SELJAAJU EHITUS JA TÖÖ.

Seljaaju. Seljaajul on pika nööri kuju, mis kahe vaoga on jagatud paremaks ja vasakuks pooleks. Ta asetseb luukanalis, mille tekitavad lülisamba lülikaared. Seljaaju põikilõike vaatlemisel võib kergesti tähele panna, et äärtel asetseb valgeollus (s. t. närvikiudude kogum), keskel hallollus (närvirakkude kogum) (joon. 80). Põikilõike keskpaigas võib näha kanalit, mis läheb 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).

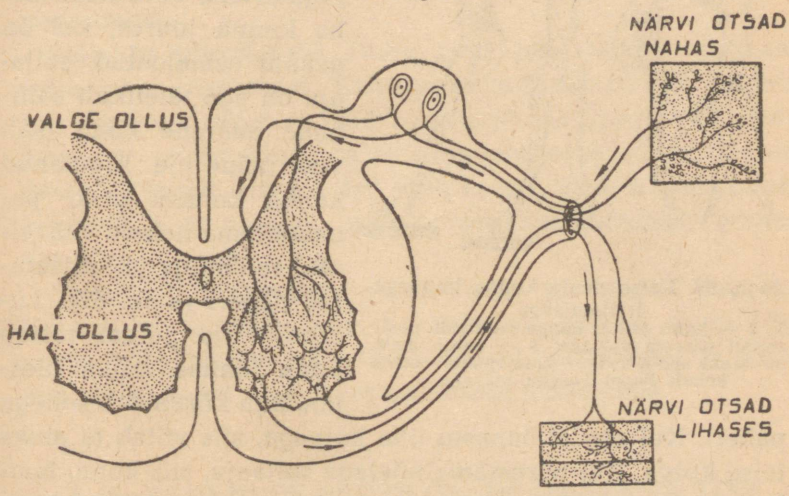


Joon. 80. Seljaaju (lülisamba-kanalis):
1 — tagumine juur; 2 — eesmine juur; 3 — lülidevaheline tänk; 4 — sümpaatiline piirtüvi; 5 — lüli.

Seljaajust väljuvad närvid algavad kahe, eesmise ja tagumise juurega. Eesmise juure kaudu kulgevad ainult tsentrifugaalsed närvikiud, 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

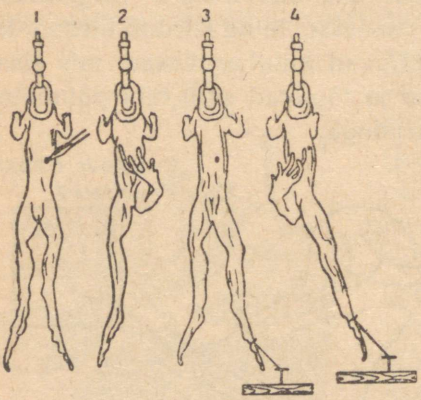
juurtes, tekitades siin tänke, mida nimetatakse lülidevahelisteks tänkudeks. Üks pikk haru juhib rakukehasse erutusi, mis tulevad tema tundlikest otstest nahas, lihaseis ja mujal; teist pikka haru mööda saadetakse erutus rakust seljaajusse. Seljaajus see haru haruneb: üks oks kulgeb valgeolluse kaudu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



Joon. 81. Refleksikaare skeem.

Tsentrifugaalsed neuroonid. Joonisel 81 on näidatud erutuse üleminekut tsentripetaalsest neuroonist tsentrifugaalsesse neurooni, mille rakk asetseb hallolluse eesmistes nukkides, ehk, nagu neid harilikult nimetatakse, hallolluse eesmistes 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.

Katse konnaga, kelle pea on ära lõigatud. Nähtust, kuidas erutused antakse edasi tsentripetaalseilt neuroonidelt tsentrifugaalseile, võib hästi näha konna juures, kel on peaaju 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 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 koivalihaseisse ning need hakkavad tegutsema. Närvisüsteemi osavõtul toimuvat organismi vastus-reaktsiooni 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.

Refleksikaar. Närvi erutuse levimisteed, mis koosneb tsentripetaalseist ja tsentrifugaalseist neuroonidest ja kulgeb selja- või peaaju ühe või teise piirkonna kaudu, nimetatakse refleksikaareks. 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 mitmesuguseisse „kordadesse". Täpselt samal viisil võib erutus lisaneurooni kaudu kanduda vastaspoolde, näiteks seljaaju paremast poolest 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 ÜKSIKUTE OSADE EHITUS JA TÖÖ.

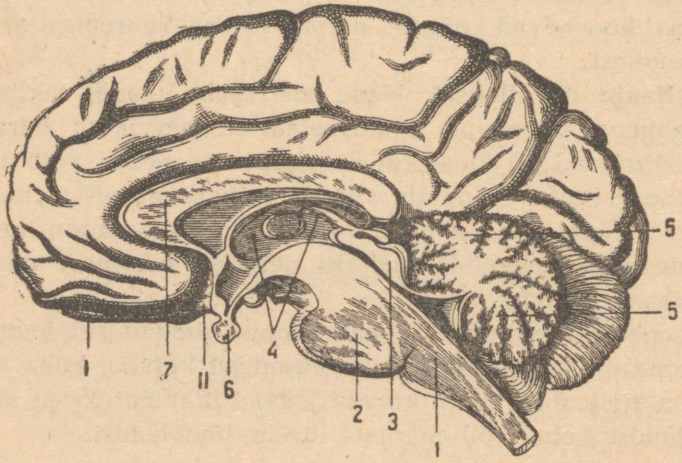
Seljaaju närvide tsentripetaalsed kiud kulgevad piki seljaaju ja tungivad peaajuni. Täpselt samuti lähevad ka arvurikkad tsentrifugaalsed kiud peaaju üksikuist osadest seljaajusse. Nõnda siis pea- ja seljaaju moodustavad ühise terviku, on tihedasti teineteisega seotud ja töötavad ühiselt

---

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

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

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



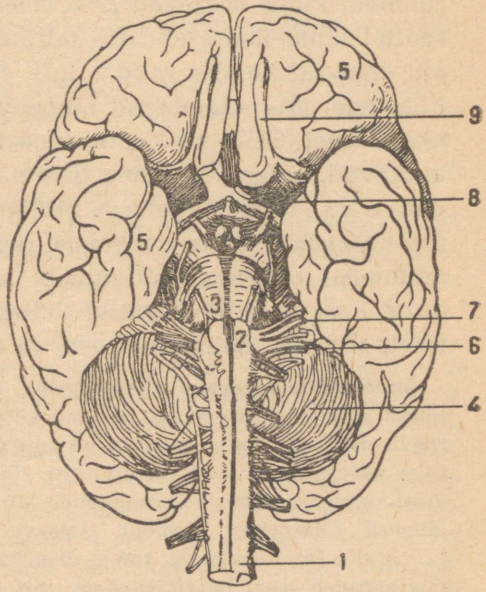
Joon. 83. Peaaju pikilõige:
I — haistmisnärv; II — nägemisnärv; 1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — neliküngastik; 4 — kühm; 5 — ajuke; 6 — ajuripats; 7 — mõhnkeha, mis ühendab suuraju poolkerasid.

areneb p i k l i k a j u (1 — joonisel 83 ja 2 — joonisel 84), eesmisest osast — a j u s i l d (2 — joon. 83 ja 3 — joon. 84) ja a j u k e (5 — joon. 83 ja 4 — joon. 84). K e s k m i n e a j u p õ i s moodustab inimesel ja kõrgemail loomil võrdlemisi väikese osa peaajust. Sellesse ajuossa kuulub n e l i k ü n g a s t i k (3 — joon. 83), mis kujutab nelja väikest kühmu aju tagumisel pinnal ajukese ja aju suurte pool-

kerade vahel. Eesmine ajupõis, kasvades laiali, tekitab kõrgemail 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, läheb kanal, mis kohati laieneb (ajuvatsakesed) ja esineb seljaaju kanali pikendusena.

Peaaju mitmesuguseis osades ei ole halli ja valgeollus kaugeltki ühetaoliselt asetatud. Nõnda tekitab hallollus piklikus ajus ja ajusillas terve rea mitmesuguseisse kohtadesse paigutatud kogumeid, mida nimetatakse tuumadeks. Nelikümastik ja kühmud koosnevad peamiselt hallollusest. Ajukeses ja suuraju poolkerades hallollus asetseb pinnal, mis on kirjatud arvurikaste vagudega. Peale selle ajukese ja suuraju poolkera pindmise kihi ehk, nagu öeldakse, ajukoore all leidub samuti hallolluse kogumeid.



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

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

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

Pikliku aju keskused. Peaaju üksikuil piirkondadel on eri tähtsus. Nõnda on pikliku aju hallolluses närvirakkude rühmad, kuhu kulgevad kõik need refleksikaared, mis on seotud tähtsaimate eluliste talitlustega. Nõnda on pikliku aju ühes piirkonnas rakud, mis seljaaju kaudu on seotud lihastega, mis toimetavad hingamisliigutusi (sisse- ja väljahingamine). Selle piirkonna vigastamisel hingamisliigutused katkevad, mispärast teda nimetatakse hingamiskeskuseks. Tema läheduses piklikus ajus on ka teised tähtsad keskused: südame tegevust reguleeriv keskus, neelamis-, mälumis-, oksendamisliigutuste keskused ja teised. Üksikute keskuste hävitamisel häiritakse vastavate elundite tööd: südame, neelamislihaste ja teiste elundite talitlust.

Siseelundite tegevuse reguleerimine. Mitte üksi piklik aju, 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 kimbud lähevad lülisambast eespool asetsevasse sümpaatilisse piirtüvesse (vt. joon 78, lk. 160 ja joon. 80, lk. 164). See kujutab ahelikku, mis koosneb reast närvitänkudest, mis on omavahel ühendatud närvikiudude kimpudega. Sääraseid närvitänke 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 siseelundeisse, vaid kõigisse kehaosadesse.

Parasümpaatilised närvikiud väljuvad peaaju 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

põhjustavad 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 vahekordadest, mis tulevad kesknärvisüsteemist vegetatiivse süsteemi mõlema osa närvide kaudu.

Liigutuste koordineerimine. Rida katseid, mis on tehtud viimasel ajal loomadega, kel kõrvaldati peaaju üksikud osad, on näidanud, et keha tasakaal ning õige asend ja sääraste keeruliste liigutuste, nagu kõndimise, jooksmise, hüppamise ja teiste reguleerimine sõltub pikliku aju, ajukese, neliküngastiku ja teiste, nii aju tüveosa kui ka suurte poolkerade koorealuste keskuste piirkondade terviklusest. Liigutuste koordineerimine ja keha õige asendi säilitamine mistahes liikumise puhul on ainult võimalik sel juhul, kui kesknärvisüsteemi vastavaisse 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 reflektoorsed liigutused. Mitte väiksem tähtsus ei ole ka neil erutustel, mis tulevad nägemis- ja kuulmiselundeist. Nõnda asetseb neliküngastikus keskus, mis reguleerib nägemisning 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 poolringikanaleist (vt. lk. 194). Ajukesel on samuti lähim suhe liigutuste juhtimisega. Ajukese kõrvaldamise puhul loomadel ei pea nende liigutused enam küllaldaselt mõõtu ega saavuta sel põhjusel kohe eesmärki: niiütelda 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 reflektoorsed liigutused, mis on seotud instinktidega: näiteks kallaletungi-, enesekaitse-, toiduotsimis- ja teiste instinktidega. Seega siis kogu peaaju tüvel on tähtis ülesanne nende keeruliste liigutuste reguleerimisel, mis määravad üldjoontes loomade käitumise.

Igasugused keerulised liigutused (kõndimine, jooks, hüpped) kujutavad pikka rida üksteisega seotud ja korrapäraselt üksteisele järgnevaid reflekse. Samasugusel refleksside pikal real ehk ahelikul on suur tähtsus instinktide väljendumisel. Tuleb aga tähendada, et kõrgemail loomadel, seda rohkem inimesel, on instinktid ja teised käitumise väljendused peaaju 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 söögikaussi, kuid sööki ei suuda ta enam leida. Näidates talle toitu, jääb ta täiesti rahulikuks — isegi sülge 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 peaaju 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 täpsemalt 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 kutsikale 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 sülge 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 $^1/_2$ 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. Kõrgemail loomil ühinevad tingreflekside kaared mitmesuguseis poolkerade koore piirkondades.

Tingreflekside pärssimine. Tingrefleksi 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 väär 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 tingrefleksi 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 refleksi taastumine tekkis sel põhjusel, et vastavas ajukoore piirkonnas kujunenud pärsitud seisukord lõppes.

Erutus ja pärssimus on närvisüsteemi ühise, väga keerulise talitlusprotsessi väljendumise kaks külge. Mitmesuguseis poolkerade koore piirkondades, samuti nagu kõigis teistes närvisüsteemi osades, võib tekkida kord erutatud, kord pärsitud 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 närvisüsteemi 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 toakoera, kel on välja kujunenud rida kindlaid toitumis- ja kaitsetingreflekse. 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 tingimustest, millesse koer sattus. Seega siis ühe osa tingreflekside pärssimine ja teiste tekkimine on loomade kohanemise tagatiseks alaliselt muutuvate olemistingimustega. Ning alati igale väliskeskkonna muutusele reageerib närvisüsteem uute tingreflekside kujundamisega ja nende tingreflekside pärssimisega, 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 pasunasignaali 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 nüüd pärsitakse. 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-

lüüsi, 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 hüpnoos. Ajukoores tekkiva erutus- ja pärssimusprotsessi uurimine andis Pavlovile ainet, et seletada une ja hüpnoosi nähtusi.

Sääraseil juhtudel, kui pärssimusprotsess vallutab koores tunduva piirkonna, muutub koer uniseks. Katsetades koertega pani Pavlov tähele, kuidas pärssimusprotsess 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 t o o n u s, s. t. pinge. Lihastetoonus ei sõltu mitte poolkerade koorest, vaid aju tüveosade närvikeskustest.

Päris une algus on seotud pärssimuse levikuga neisse ajus alamalasetsevate osade närvikeskustesse. Seni normaalses asendis püsinud koer langetab nüüd pea, tõmbab jalad alla ja jääb varsti rippuma kandepaeltesse. Kui sügav uni ka poleks, 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 erutuskolded. Une puhul need erutuskolded võivad tekkida ka aju mitmesuguseis piirkondades — nii seljaajus, ajutüves kui ka poolkerade koores.

Sääraste erutuskollete olemasolu ongi une ajal tekkivate liigutuste, mõnikord isegi üleshüppamise ja kõnelemise põhjuseks.

Selle tõenduseks, et une puhul võivad poolkerade koores 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 ületäidetud 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 ongi seletatav, miks inimene unes võib näha kõige võimatumaid ja mõttetumaid asju.

Hüpnoosi seletab Pavlov samalt vaatekohalt, nagu ta seletab ka und. „Hüpnoos," 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.

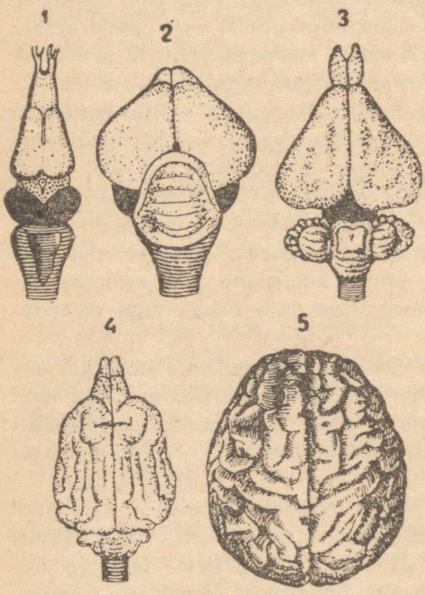
Seepärast ongi tähtis Pavlovi õpetus tingrefleksidest, et ta, tehes kindlaks rea kesknärvisüsteemi üldisi omadusi ja seletades palju nähtusi närvisüsteemi kõrgema talitluse alal, ühtlasi annab lihtsa ja selge arusaamise une ning unenägude nähtustest, hüpnoosist ja mõnedest vaimuhaigustest. Samal ajal lükkab Pavlovi õpetus ümber religioossed väljamõeldised „ennustavaist" ja „prohvetlikest" unedest, inimestest, kes olla „vaevatud kurjadest vaimudest", tervekssaamisest „ime teel" ja muist sääraseist asjust.

§ 50. INIMESE NÄRVISÜSTEEMI KÕRGEM TALITLUS.

Inimese aju ja loomade aju. Loomade ja inimese närvisüsteemi ehituses ja töös on palju ühist. Kuid teiselt poolt on inimese ja loomade närvisüsteemi vahel säärased suured

erinevused, mistõttu inimese närvisüsteemi talitlus omadustelt 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, eriti aga tema suurte poolkerade 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 kõrgemail loomadel on poolkerad võrdlemisi nõrgalt arenenud (joon. 85). Keskaju on madalamail loomadel üsna tugevasti arenenud, inimesel omab ta aga vähest ruumala.



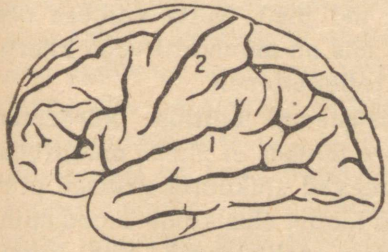
Joon. 85. Peaaju:
1 — konnal; 2 — tuvil; 3 — küülikul;
4 — koeral; 5 — inimesel.

Poolkerade koor. Eriline tähtsus on sel tõigal, et poolkerade koor, s. t. hallollus on suuresti arenenud. Inimese ajukoore pindala on keskmiselt 1 250 ruutsentimeetrit, samal ajal näiteks hobusel see ei ulatu 350 ruutsentimeetrini. 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 sügavaimad

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 keskused. Vaadeldes inimesi, kel haigusprotsesside tagajärjel ajukoore üksikud piirkonnad on hävinud, õnnestus kindlaks teha, et üksikute piirkondade koorekeskuste funktsioonid ei ole ühesugused. Nõnda asetsevad ajukoore kuklasagarais nägemiskeskused, mis on seotud nägemis-elunditega. Kuulmiskeskused asetsevad koore oimusagarais. Mõlemal pool vagu, mis lahutab laubasagarad kiirusagaraist, asetsevad kõrgemad liigutuskeskused ja naha ning lihaste tundlikkuse keskused.



Joon. 86. Suuraju poolkerade vaod: 1 — oimuvagu; 2 — keskvagu.



Joon. 87. Osa poolkera läbilõige. 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 keskuste piirkonnad või naha ja lihaste tundlikkuse keskuste piirkonnad, võis tähele panna vastavate kehaosade tundlikkuse kaotust või tahteliste liigutuste lakkamist.

Tingrefleksid inimesel. Poolkerade koor on selleks kesknärvisüsteemi piirkonnaks, mille rakkude kaudu, nagu meil

teada, teostuvad elu kestel üha uued ja uued närvide ühendused; teiste sõnadega, ajukoores ühinevad tingreflekside reflektoorsed kaared. Seni, kui me kõnelesime tingrefleksidest, pidasime silmas peamiselt kõrgemaid loomi. Siiski tingrefleksside 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, reflektoorselt.

Inimese ja loomade närvisüsteemi talitluse kõrgemad vormid. Siiski poolkerade koore tähtsus ei piirdu mainituga. Juba kõrgemail imetajail kujunevad ajukoores erilised piirkonnad, kuhu nagu kinnituksid 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 sõnalise kõne võime. Nende koore piirkondade talitlusega on seotud mõistete tekkimine, mõtlemine. On arusaadav, et nende piirkondade areng on tihedasti seotud inimese tööga, ühis-

kondlike 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. TÖÖVÕTETE KUJUNDAMINE.

Tingreflekside ja töövõtete kujundamise tähtsus. Suur osa vilunud tööliste liigutusi tööpingi juures toimub reflektoorselt. 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 reflektoorsel analüüsil täita määratu suur ülesanne. Mida kindlamad on need tingrefleksid, mida peenem on reflektoorne analüüs, seda kindlamad on tööprotsessid, seda kiiremini teostavad neid töölised. Vilunud tööline, kes töötab mehaanilise tööpingi taga, tunneb peenelt oma masina vähimaid muudatusi ja reguleerib teda harilikult reflektoorselt 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 reflektoorseiks.

Õppimise 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 veatuks: teatud tähe nägemisel käsi siirdub juba masinlikult tarviliku kasti juurde, tööliigutused muutuvad suurel määral reflektoorseks.

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 iialgi 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 väheneb nenge liigsete liigutuste hulk, kuna vilunud meistril säärased liigutused puuduvad peaaegu täiesti. Tööliigutused muutusid suurel määral reaks tingreflektoorseiks 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 tingreflekse, 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 *osavõtul* ja *kontrolli* 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 — *mõtlemine*.

§ 52. MÕTLEMINE KUI INIMESE NÄRVISÜSTEEMI TALITLUSE KÕRGEM AVALDUS.

Suurte poolkerade koore uute osade tekkimine inimesel tõi endaga kaasa tema kõigi teiste osade töö ümberkorral-

duse. 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, kogu 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 tingitud 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 NÄRVISÜSTEEMI KÕRGEMAST 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 ümberlükkamatuks.

Hinge ja keha küsimus, olles mateeria 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 loodusnähtuste 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 lahutamisega üksikuiks elementideks — refleksideks — võib vältida vajadust uurida psüühilise tegevuse omapäraseid seaduspärasusi, mis ei lase ennast samastada reflektoorsete protsesside seaduspärasustega.

Setšenovi mõtteid on eriti mitmekülgselt 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 tingrefleksside abil inimese käitumist. Selgitame seda näitega. Kui tööline kuuleb vabrikuvilet, mis kutsub teda tööle, tõuseb ta üles ja ruttab vabrikusse. Miks ta seda teeb? Tingrefleksside õpetuse seisukohalt on ta tegutsemine teatud tingrefleksside 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. Ühel 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 mateeria arenemise kõrgema astme saadust — inimese aju produkti. Ainult niisugune dialektiline lahendamisviis avab võimaluse tõeliselt uurida inimese tegevuse nii füsioloogilisi kui ka psüühilisi avaldusi.

§ 54. MEELTE-ELUNDID JA NENDE TÄHTSUS.

Meelte-elundid. 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 peaaju suurte poolkerade koorde. Neid signaalaparaate nimetatakse *meelte-elundeiks*.

Välismaailma iga nähtus saadab meie meelte-elundeisse 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 meelte-elundeis. Kuid ärrituste analüüs algab juba meelte-elundeis; juba meelte-elundite abil sünnib ühtede ärrituste lahutamine teistest: valgusärrituste lahutamine heli- ja soojusärritustest jne. Asi seisneb selles, et igas meelte-elundis on närvide välised lõppharud kohanenud ainult nende või teiste kindlate ärrituste vastuvõtmisega. Nii näiteks nägemis-elundis, silmas, nägemisnärvi lõppharud ärrituvad ainult valgusega; kuulmis-elundi, kõrva, siseosades kuulmisnärvi 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 meelte-elundi 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 nägemisnärvi 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 nägemisnärvi ainult valgus. Ja selle tulemusena me tajume teadvuses igat nägemisnärvi ärritust kui valguse aistingut.

Vähe sellest: sama meelte-elundi 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 kõrgemaid helisid, teised madalamaid.

Analüsaatorid. Kõik see näitab, et ärrituste analüüs algab meelte-elundeis. See analüüs lõpeb aga suurte poolkerade koores, kus ärritused on alguseks reale enam või vähem keerulistele tingrefleksidele, mis osutuvad otstarbekohaseiks vastuseiks välismaailmast tulnud ärritustele. Seepärast andiski Pavlov meelte-elundeile ja neile ajukoore piirkondadele, kus lõpevad neist tulevad närvid, analüsaatorite nimetuse. Meelte-elundid osutuvad analüsaatorite välisotsteks ja suurte poolkerade koore keskused nende siseotsteks.

Valguse analüsaator näiteks koosneb silmadest ja koore kuklasagaraist, mis on teineteisega seotud nägemisnärvide abil.

Meelte-elundite ja peaaju talitluse tulemusena saadakse teadvuses kujutus meid ümbritsevast maailmast.

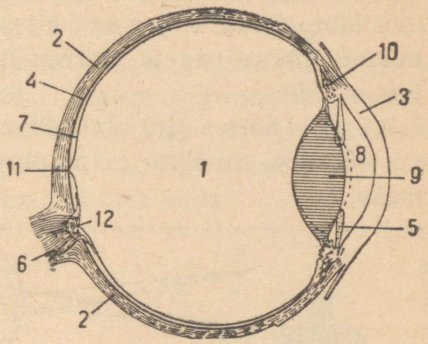
§ 55. NÄGEMIS-ELUNDID.

Nägemis-elund 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, nn. klaaskeha (1). Silmamuna välispinda katab tihe 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, silmapõhjale 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 kokkutõmbumise tagajärjel. Sõltuvalt silmaava suurusest võib silma sisse pääseda rohkem või vähem valguskiiri. Eredas valguses on silmaavad tugevasti ahenenud. Nõrgal valgusel nad seevastu laienevad.



Joon. 88. Silma ehitus.

Tagapool väljub silmamunast nägemisnärv (6). Nägemisnärvi peenimad kiukesed saavad alguse silmapõhja mitmesuguseis kohtades erilistest valgustundlikest rakukestest, milledel on kepikeste ja kolvikeste kuju (neid nimetatakse seepärast ka kepikesteks ja kolvikesteks).

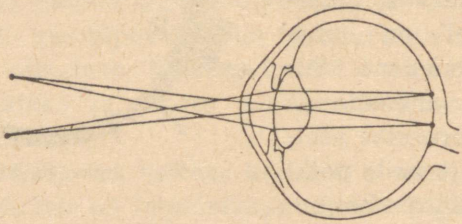
Nägemisnärvi kiukesed ühes kepikeste ja kolvikestega katavad tiheda kihina soonkesta, tekitades nn. võrkkesta ehk silma sisemise kesta (7).

Et kutsuda esile nägemisnärvi otste erutust, peavad valguskiired sattuma võrkkestale ja siin põhjustama 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 peaaju vastavaisse piirkondadesse.

Läbinud sarvkesta je v e s i v e d e l i k u (8), mis asetseb sarvkesta ja vikerkesta vahel, peavad valguskiired tungima läbi läbipaistva s i l m a l ä ä t s e (9), mis etendab kaksikkumera läätse osa ja murrab kiiri, nagu see on näidatud joonisel 89.

R i p s l i h a s e (10) abil silmalääts võib tõmbuda pingule või lõtvuda, mistõttu ta muutub lamedamaks või kumeramaks.



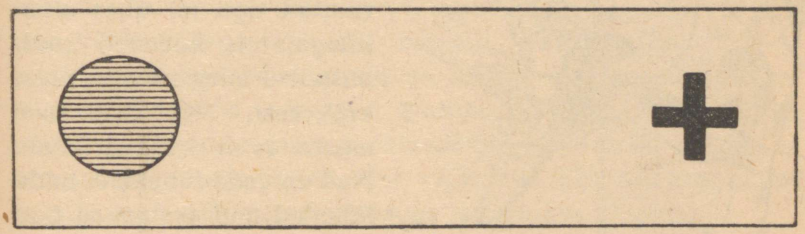
Joon. 89. Kiirte murdumine silmas.

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. k o l l a n e t ä h n (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.

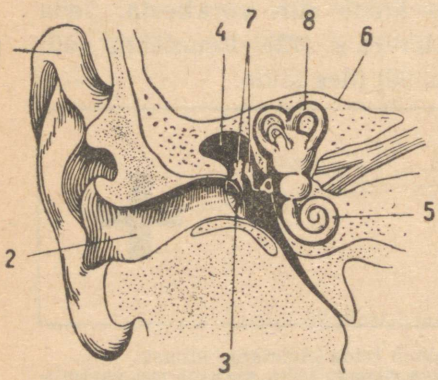


Joon. 90. Katse, mis võimaldab leida pimetähni silmas. Kui sulgeda vasak silm ja vaadata parema silmaga sõõri, siis kaob rist nägemisväljalt (selle kujutis satub pimetähnile). Kui ühe silmaga vaadata risti, — kaob sõõr. Silma kaugus joonisest peab olema umbes 30 sm. Kui hoida raamat lähemal või kaugemal, ei satu kujutis pimetähnile ning jääb nähtavaks.

§ 56. KUULMIS-, HAISTMIS-, MAITSMIS- JA KOMPIMIS-ELUNDID.

Kuulmis-elundid. Kuulmis-elundid 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 väri-

nate 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. Kõrva ehitus:
1 — kõrvalest; 2 — kuulmekäik; 3 — trumminahk; 4 — keskkõrv; 6 — oimuluu; 7 — kuulmeluukesed; 5, 8 — sisekõrv ühes temasse siseneva kuulmisnärviga (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 lahtise klaveri juures, vastavad võnkumisega mitu keelt.

Tigu aluskilel asetsevad erilisel viisil rakud, mis moodustavad nn. Corti elundi. Need rakud, analoogiliselt silma võrkkesta kepikestele ja kolvikestele, ongi just kuulmiskiudude lõppaparaatideks, mida ärritavad hääle-võnkumised. Ühe või teise aluskile kiu võnkumine antakse edasi Corti elundi sellele osale, mis asetseb võnkuva kiukese kohal. Siit saadetakse heliline ärritus suuraju poolkerade koore kuulmiskeskusse.

Poolringkanalid. Tigu kohal sisekõrvas asetseb otoliitelund — kaks kotikest neis leiduvate väikeste lubjakivikes-

tega. Kotikeste sisepind on kaetud karvakestega, milles asetsevad tsentripetaalsete närvide otsad. Keha asendi muutumisel otoliidid (kivikesed) ärritavad neid või teisi karvakeste rühmi, tekitades nendega seotud närvikiukeste erutusi. Teisest kotikesest väljub kolm üksteisele ristiasetatud poolringkanalit (8).

Kui otoliit-elund 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 muutumisel rõhub poolringkanaleis asetsev vedelik oma võnkumisega rakkusid, mis on seotud eriliste närvikiudude 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.

Haistmis-elundid. Ninaõõne ülemises osas on nn. haistmisrakud, millest lähevad ajusse haistmisnärvid. Nad on üllatavalt tundlikud. Näiteks vääveldesinikugaasi lõhn on selgesti aistitav, kui teda leidub õhus säärasel vähesel hulgal kui 0,00 000 002 g ühes kuupsentimeetris.

Maitsmis-elundid. Maitsmis-elundeiks on nn. maitsmisnäsad, mis asetsevad keele pinnal. Näsasid katvate rakukeste hulgas leiduvad rakud, mis ongi aparaatideks, mille abil tajutakse nendega kokkupuutuvaist maitseaineist tekitatud ärritusi. Need rakud on peaajust väljuva närvipaari närvikiudude otsad, mis saadavad erutusi peaajusse. Et aine võiks mõjuda närvide maitsmisotstele, peab ta olema lahustunud olekus (vees või süljes): 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 maitsmis-, vaid ka haistmisaistinguks.

Kompimis-elundid. Kompimis-elundiks 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 soojuse ning külma ärritusi. Puudutamise, soojuse, külma ja valu aistinguid võidakse tajuda eraldi, sest et kõigi nende aistingute tarvis on olemas mitmesugused tajumisaparaadid.

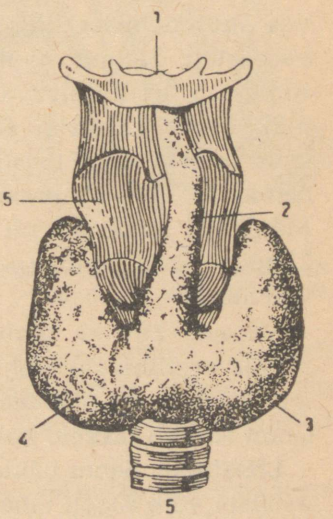
Mõned haiged ei tunne puudutamist, samal ajal on aga valutundlikkus neil säilinud. Teistel juhtudel võib valutundlikkus kaduda, puudutamise aisting aga säilib. Seda võib tähele panna väikeste operatsioonide puhul, kui tehakse nn. kohalikku narkoosi, näiteks tehakse teatud nahapiirkond tuimaks kokaiini abil: inimene tajub naha lõikamist nagu puudutamist, valu ta aga ei tunne.

Lihasemeel. On veel olemas nn. lihasemeel. Nagu meil teada, leiduvad lihaseis, samuti kõõluseis ning sidemeis tundenärvide otsad. Igasugune lihaste, kõõluste, sidemete, liigesekihnude 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.

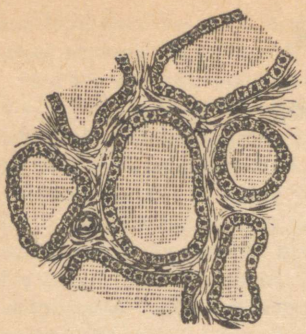
§ 57. KILPNÄÄRE.

Kaelal, kõri kilpkõhrest natuke allpool, asetseb nn. kilpnääre (joon. 92). Selle elundi tähtsus jäi kauaks ajaks täiesti selgusetuks. Veel möödunud sajandi keskpaiku tegid õpetlased võimatuid oletusi kilpnäärme ülesande kohta. Peeti vaidlusi, kas teeb kilpnääre kaela ümmargusemaks ja seega ilusamaks, või reguleerib ta verevoolu pähe, või soojendab ta hingetoru ja kaitseb teda rõhumise eest, või niisutab ta häälepaelu.



Joon. 92. Inimese kilpnääre: 1 — keelealune luu; 2 — kilpnäärme keskosa; 3, 4 — tema parem ja vasak osa; 5 — hingetoru.

Välis- ja sisesekretsiooninäärmed. Kilpnääre meenutab ehituselt meile juba tuntud näärmeid, näiteks sülje- või kõhunääret (joon. 93). Kuid erinevalt teistest puudub kilpnäärmel viimajuha, mille kaudu oleks pidanud mahl erituma. Seepärast väljendati arvamist, et ained, mida



Joon. 93. Kilpnäärme mikroskoopiline ehitus. Näärme osadel puuduvad viimajuhad.

valmistab kilpnääre, lähevad vahenditult lümfi ja verre, s. t. organismi.

Et eristada kilpnääret ja teisi selletaolisi näärmeid, milledel puudub viimajuha, välissekretsiooninäärmeist (soolte-, higi-, rasu- ja teised näärmed), nimetati eelmisi sisesekretsiooninäärmeiks.

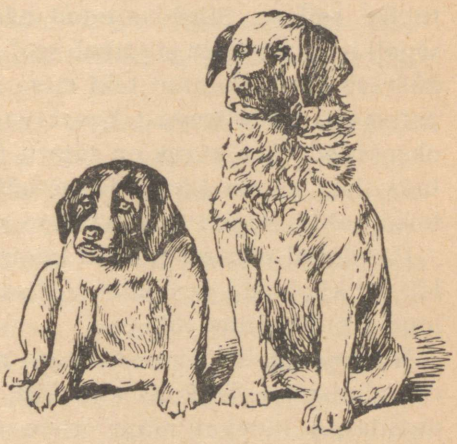
Kretinism. Mõnedes mägimaades, näiteks Šveitsis, meil Kaukaasias, Uuralis, Kesk-Aasia mägedes, esineb sageli nn. hõõtsikhaigus ehk kretinism. Haigus väljendub kilpnäärme tunduvas suurenemises, kusjuures näärmekude järsult muutub, väärastub. Haigus avaldub kogu inimese väliskujus. Kretiinid on harilikult väikese kasvuga, kusjuures neil on pikk kere lühikestel jalgadel. Pea on sageli ebakohaselt suur, laup madal. Lihastesüsteem on kretiinidel halvasti arenenud. Nõrgalt on arenenud ka närvkonna kõrgem talitlus. Mõnikord läheb asi nii kaugele, 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 müksodeemiks. 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 ebanormaalselt 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.



Joon. 94. Kaks koera samast pesakonnast. Ühel neist (vasakul) eemaldati kilpnääre.

Kui müksodeemi haigestub täiskasvanud inimene, siis see muidugi ei väljendu tema kasvus, kuid muud nähted on samad, mida me nägime laste haigestumisel. Samuti ilmneb haiglane paksus, näo ja keha turse, silmade juurest paistetab üles, närvkonna kõrgem talitlus on häiritud. Haige kaotab huvi kogu ümbruse vastu, mälu läheb nõrgaks, vaimsed huvid langevad.

Katsed loomadega. Näärme eemaldamine. Kilpnäärme eemaldamine loomil, näiteks koertel, kutsub esile samad nähted, mis müksodeemihaigeil inimestelgi. Loomad muutuvad nüriks ja loiuks, neil ilmneb kehaturse, isu kaob, hak-

kab arenema 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 siird-istutamine (transplantatsioon). Samasuguseid tulemusi saadakse, kui siird-istutada loomale, kel oli kilpnääre kõrvaldatud, mõnelt teiselt loomalt või talle väga lähedasse liiki kuuluvalt loomalt võetud kilpnääre või tükike sellest. Siird-istutatud näärme tükike kasvab väga sageli istutuskohale ja jätkab seal oma harilikke funktsioone. Säärase siird-istutatud tüki sisse kasvavad mõne aja pärast peremehe ümbritsevast koest veresooned ja isegi närvide oksakesed. Seejuures on täiesti ükskõik, kuhu nääre istutada, kas varem kõrvaldatud näärme kohale või mõnesse teise kohta. Sageli toimetatakse siird-istutamist kõhuõõnde.

Haiglased nähted kaovad ka sel puhul, kui loomale, kellelt on kilpnääre eemaldatud, lisada sööda 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. Samalaadse nähtusega me juba tutvusime: me nägime näiteid, kuidas ained, mida eritavad mõned elundid verre, mõjuvad teistele elunditele. Nõnda soodustab aine, mida eritab kõhunääre verre, suhkru moondumist maksas tärkliseks, vere süsihape tõstab hingamiskeskuse erutuvust jne.

Võib julgesti öelda, 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 kaugemaisse 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 ainevahetuse 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 erilisi pulbreid või tablette. 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 siird-istutamine haigele. Selleks harilikult võetakse nääre inimesele lähimalt loomalt — ahvilt. Mitu korda on püütud inimesele istutada koera või kitse kilpnääret. Kuid enamikul juhtudel imendatakse säärased 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.

Kilpnäärme liigselt suurenenud talitluse puhul, nagu seda mõnikord juhtub, eemaldavad kirurgid kilpnäärme osaliselt, ning siis kaovad organismis ka need haiglased nähted, mida põhjustas näärme liialdatud talitlus.

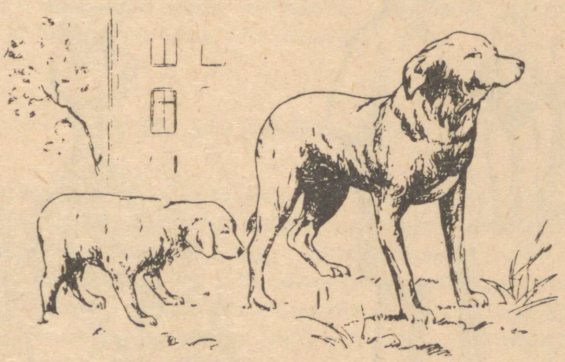
Ei tule siiski arvata, et on nii kerge ja lihtne võidelda kilpnäärme-haigustega. Enamikul haigestumiste juhtudest (kaasa arvatud ka haigestumine kretinismi) ei ole mitte üksi tegemist näärme liialdatud talitlusega, vaid ka ta e b a õ i g e tegevusega. Seepärast ei ole alati võimalik ravida inimest terveks, 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 sisesekretsioonináärme talitlusega ja tema uurimisviisidega. Peale kilpnäärme on veel terve rida sisesekretsioonináärmeid, 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 talitlus inimestel lapseeas takistab samuti kasvamist. See pidurdamine võib olla nõnda järsk, et sääraste haigete pikkus täiseas ulatub kõigest 70—80 sm — nad on seega kaks korda lühemad normaalse inimese pikkusest. Sääraseid inimesi nimetatakse kääbusteks



Joon. 96. Kaks koera samast pesakonnast: ühel neist (vasakul) eemaldati ajuripats.

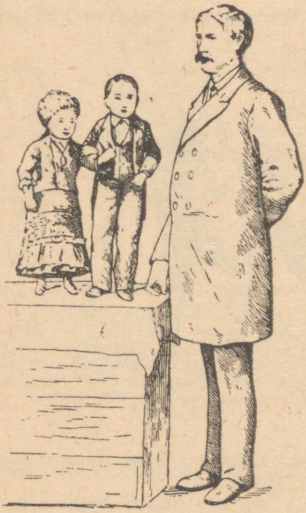
(joon. 97). Kretiinid, nagu meil teada, on ka madala kasvuga. Kuid kretiinidel on selle põhjuseks keha väärarenemine. Ajuripatsi puudulikkuse puhul on kääbuste kehaehitus täiesti proportsionaalne. Erinevalt kretiinidest arenevad ka nende vaimsed võimed täiesti normaalselt.

Ajuripatsi suurendatud talitluse puhul võib näha vastandpilti. Laps hakkab kasvama kiirendatud hooga ja muutub hiiglaseks, kasvuga 190—200 sm. On teada hiiglasi, kelle pikkus ulatus isegi 265 sm. Suurest kasvust hoolimata ei paista hiiglased silma oma jõuga. Harilikult on nad nõrgemad kui loomuliku pikkusega inimesed.

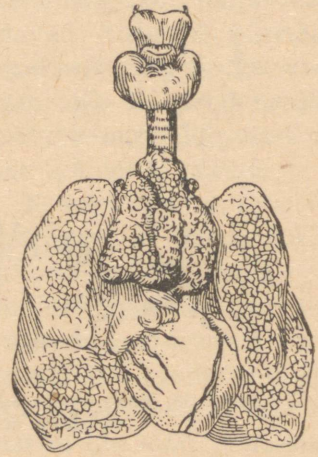
Täiskasvanud inimestel kutsub ajuripatsi liialdatud talitlus esile raske haigestumise — akromegaalia. Sel puhul kasvavad üksikud kehaosad ebanormaalselt, peamiselt mõned luud, mille tulemusena jäsemed lähevad pikaks, rindkere paisub, näoluud suurenevad, eriti alalõug

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 sellel näärmel üsna suured mõõdud, siis muutub aegamööda selle kasv aeglaseks, tema kogus isegi väheneb.



Joon. 97. Kuulsad Ameerika kääbused:
tüdruk 12 aastat vana, pikkus 72 sm, kaalub 6,6 kg; poiss 16 aastat vana, pikkus 82½ sm, kaalub 6,6 kg. Kõrval seisab poisi isa.



Joon. 98. Lapse rinnaõõne elundid:
trahhee alumist osa katab harknääre; kõrgemal (kõrist eespool) on näha kilpnääre.

12—15 aasta vanuselt hakkab harknääre kaduma, asendudes rasvkoega. Harknäärme hormoonid mõjutavad luude kasvu ja arenemist. Kui lõigata noorel loomal see nääre välja, siis kasvab loom rikkalikust söötmisest hoolimata 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.

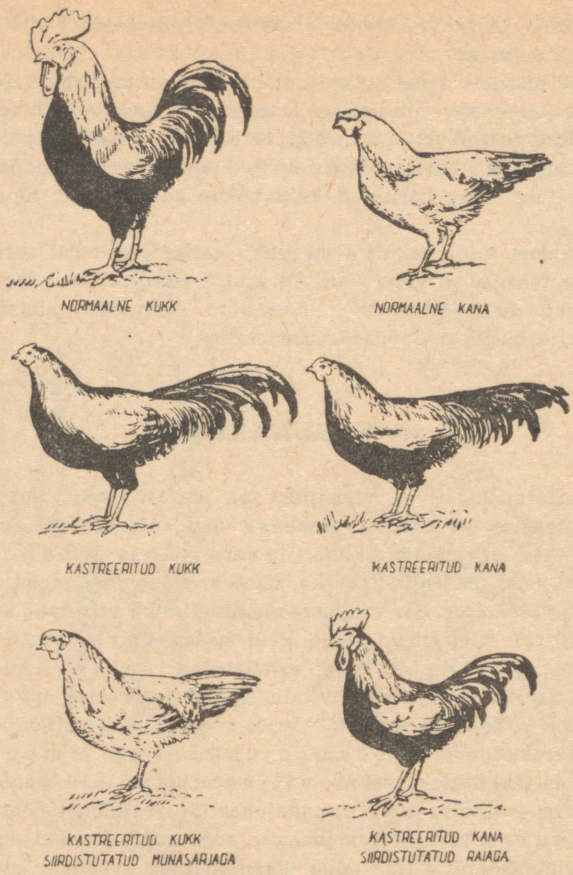
Inimestel märgati samasuguseid nähteid neerupealiste haigestumise puhul. Selle haigusega käib kaasas naha järsk tumedaks muutumine, mispärast seda haigust nimetati pronkstõveks. Pronkstõve puhul suurenevad pikkamööda lihaste nõrkuse nähted, vereringe ja seedimine muutuvad korratuks, ning harilikult kahe-kolme 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, südametuksete kiirenemist ja lihaste töövõime suurenemist.

§ 59. SUGUNÄÄRMED.

Mõned näärmed, mil on viimajuha, on ühtlasi samal ajal ka sisesekretsiooninäärmeiks. Teiste sõnadega, nad valmistavad erilisi hormoone, mis satuvad vahenditult lümfi ja verre. Sääraseist kahesuguse toimega, s. t. nii välis- kui ka sisesekretsiooninäärmeist on meile juba tuntud kõhunääre. Samasuguste elundite hulka kuuluvad ka sugunäärmed. 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 lihaseist 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 isassugu — need on nn. teisesed sugutunnused. Vurrud ja habe ei kasva, tekivad muutused luustikus, hääl muutub



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 katkestamine põhjustab mitte üksi teiseste sugutunnuste kadumist, vaid organismi talitluse üldist nõrgenemist.

Loomadele toimetatud sugunäärmete siird-istutamised pakuvad huvitavaid tulemusi (joon. 99). Isas- või emassugunäärme siird-istutamise puhul kastreeritud looma naha alla arenevad vastava soo teised sugutunnused. Nõnda munasarja siird-istutamise puhul isaloomale, kellel eemaldati raiad, muutus isaloom emalooma sarnaseks. Samuti ka emaloomale, kel eemaldati munasarjad, raigete siird-istutamine kutsub esile isalooma teiseste sugutunnuste arenemise.

§ 60. SISESEKRETSIOONINÄÄRMETE TÄHTSUS.

Sisesekretsiooninäärmete talitluse tõttu teostub tihe keemiline side elundite vahel.

Sisesekretsiooninäärmete poolt valmistatud hormoonidel, olles kantud verega kogu looma kehasse laiali, on suur mõju mitmesuguste elundite tööle. Üheskoos 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 sisesekretsiooninäärmete normaalse talitluse puhul, kui näärmed vastastikku reguleerivad teineteist, saavutatakse kogu organismi korrapärane elutegevus.

Määratu suured edusammud sisesekretsiooninäärmete 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 ümberpöördult, eemaldades üksikud sisesekretsiooninäärmed, 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 imenduvad soolte hattude kaudu organismi. Seejuures lähevad rasvad lümfi ja kantakse siis lümfisoonte kaudu vere üldisesse voolu. Viinamarjasuhkur ja valkude lagunemissaadused — amiinohapped — satuvad vahenditult verevoolu, ilma et 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 kudedevahelised 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). Assimilatsiooniprotsessi 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 *vahetussaadused*, 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 *dissimilatsiooni*-protsessideks. Dissimi-

latsiooni tagajärjel vähenevad rakkudes ainete- ja energiavarud.

Fermentide ülesanne ainevahetuses. 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 ühtede 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 aine- ja energiavahetuse protsessi — kaks külge.

Ainevahetus. Organismis toimuvate ainete pidevate muutuste kogumit nimetatakse ainevahetuseks. Ainete vastuvõtt organismi ja nende eritamine väljapoole on ainult ainevahetuse esimene ja viimane staadium. Ainevahetuse 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 kooste-osaks valgud. On arusaadav, et ainevahetuse protsessides peavad valgud etendama eriti tähtsat osa.

„Elu — see on valkainete olemasolu vorm, mille oluliseks momendiks on pidev ainevahetus neid ümbritseva välisloodusega ja mis lakkab ühes selle ainevahetuse lakkamisega, tekitades seega valkainete lagunemist" — nende sõnadega kriipsutas Engels alla, et ainevahetus, mis on üks kõige iseloomustavamaid elunähtusi, on katkestamatult seotud valkainete alaliste muutustega.

§ 62. AINEVAHETUS.

Ainevahetuse 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 viinamarjasuhkruga.

Ainevahetuse nähtuste keerukus. On endastmõistetav, et asi ei piirdu nende väikearvuliste protsessidega, mida me juba kohtasime. Tõeliselt on ainevahetuse 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 lümfi ning 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 ja ta on 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 ainevahetuse 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 ainevahetus, osutuvad toiteained. Organismile on nad aine ja energia ainsaks allikaks.

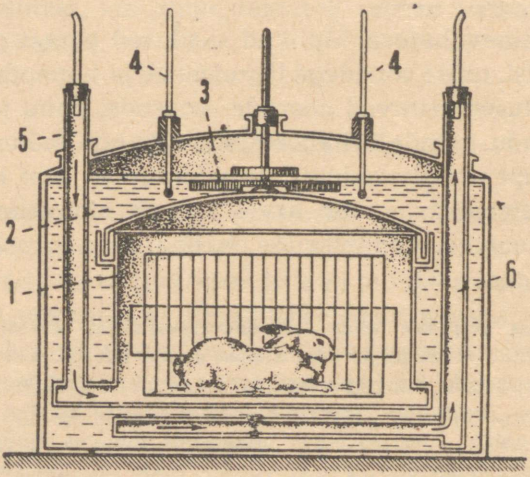
Organismis toimuva aine- ja energiavahetuse arvestamine. Kui inimene säilitab muutmatult oma alalise kaalu, siis tähendab see, et ta organismis ei koguta mingeid varusid. Ta kaotab niisama palju, kui palju ta omandab. Arvestades täpselt öö-päeva jooksul söödud toiduainete koostist ja hulka, võib otsustada 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, missuguste ainete lagunemise ja hapendumise arvel energia tekkis. See

energiakulu mõõtmine põhjeneb asjaolul, mille järgi kogu kulutatud energia moondub 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 küülikuga; 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 süsihappe hulga 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 tarvitas töö ajal 100 l hapnikku, siis võrdus tema energiakulu 500 kaloriga.

Gaasidevahetuse uurimiseks kasutatakse erilisi aparaate, 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 sõnadega, 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 hingamiskoefitsiendiks. Süsivesikute hapendumisel võrdub hingamiskoefitsient 1-ga; rasvade hapendumisel 0,7-ga, sest et

$$\frac{\text{eritatud süsihape}}{\text{tarvitatud hapnik}} = \frac{7}{10} = 0{,}7$$

Valkude hapendumisel võrdub hingamiskoefitsient 0,8-ga; teiste sõnadega, iga 8 liitri eritatud süsihappe kohta tarvitatakse 10 l hapnikku.

Gaasidevahetuse tundmaõppimine annab võimaluse hingamiskoefitsiendi 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 hingamiskoefitsienti ja tarvitatud hapniku ning eritatud süsihappe hulka, siis võib arvutada, kui palju hapendati süsivesikuid ja kui palju rasva.

Kõik organismi aine- ja energiavahetuse loeteldud arvestamisviisid annavad kujutluse ainult valkude, rasvade ja süsivesikute kulu hulgast või energiakulu hulgast. Jälgida aga, kuidas toimub ainevahetus 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 mingisuguse, kaugelt mitte täieliku kujutluse ainevahetuse keerulistest protsessidest. Teadus avab aegamööda, samm-sammult meile need protsessid, tungides üha sügavamale elunähtustesse.

§ 63. AINE- JA ENERGIAVAHETUSE TASAKAAL ORGANISMIS.

Tervel täiskasvanud inimesel kujuneb harilikult t a s a k a a l ainevahetuses, s. t. öö-päevane aine- ja energiakulu võrdub nende juurdetulekuga ja kehakaal jääb muutumatuks.

Ainevahetuse 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 ainevahetus 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 kooste-osaks ja pöördub varem või hiljem sinna tagasi. Aine- ja energia-allikaks organismis võivad olla ainult need ained ja see energia, mida saadi toiduga.

Ainevahetuse 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. Sellegipärast hoolimata neist erinevustest, võime kõnelda organismi üksikute elundite ja kudede ainevahetuse protsesside ühtsusest, sest et nad alati esinevad ühelt poolt assimilatsioonina ja teiselt poolt dissimilatsioonina, mis lõppkokkuvõttes on seotud hapniku tarvitamisega ja süsihappe eritamisega.

Ainevahetuse suurenemine. Ainevahetus 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 hüpertroofiaks.

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.

Ainevahetuse protsesside reguleerimine. Suur ülesanne on assimilatsiooni- ja dissimilatsiooni-protsessides neil erutustel, mida saab töötav elund närvisüsteemi või vere kaudu. Teatavasti on meil juba teada, et kesknärvisüsteem reguleerib ainevahetust. Veel möödunud sajandi keskpaiku tegi prantsuse füsioloog Claude Bernard kindlaks, et nõelapiste pikliku peaaju teatud piirkonda põhjustab glükogeeni lagunemise suurenemist maksas ja suhkru ilmumist veres. Nüüdisajal on teada, et kõiki ainevahetuse põhiprotsesse reguleerivad kesknärvisüsteemi ühed või teised piirkonnad.

Me teame ka samuti, kui suurt mõju avaldavad ainevahetusele sisesekretsiooni-näärmed. Piisab kilpnäärme meenutamisest, mille talitluse häirimine põhjustab järsu muutuse ainevahetuses. Tõeliselt võttes mõjutab iga sisesekretsiooni-nääre nii või teisiti ainevahetuse 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 ainevahetuses. Elu viimast järku (raugaiga), üldise ainevahetuse langemisel, iseloomustab dissimilatsiooni-protsesside alaline ülekaal assimilatsiooni-protsesside üle.

X PEATÜKK.

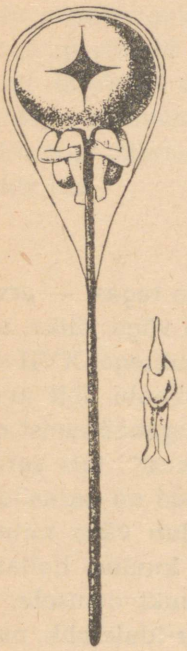
Sigimine ja arenemine.

§ 64. SUGURAKUD.

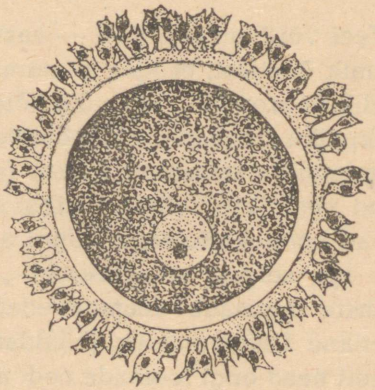
Veel võrdlemisi hiljuti — aastat kolmsada tagasi — arvas enamik õpetlasi, et igas munarakus asetseb väga väike, aga täielikult arenenud loomake kõigi keha elunditega. XVII saj. keskpaiku õnnestus ühel õpetlasel mikroskoobi abil avastada inimese seemnevedelikus (s. t. mehe sugunäärmeist eritatud vedelikus) 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 isas-idule 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 rakuline 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 sugunäärmes — munasarjas, tehes läbi rea keerulisi muutusi. Küps muna, nagu iga elav rakk, sisaldab tuuma ja protoplasmat. Muna protoplasmat nimetatakse iduplasmaks, ta sisaldab suuremal või vähemal määral aineid, mida kasutatakse areneva loote toitmiseks. Inimesel, samuti nagu kõigil imetajail loomadel, sisaldavad munad väga vähe toiteaineid (joon. 102). Neil saab loode oma arene-



Joon. 101. Vanaaegne kujutis inimese spermatozoidist.



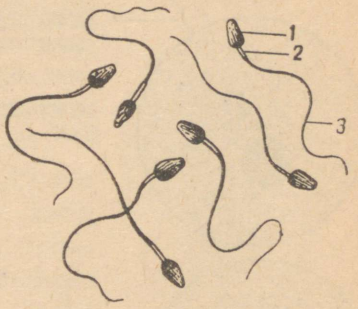
Joon. 102. Inimese muna, mis on ümbritsetud lootekestaga. Sees on näha tuum ühes tuumakesega. Muna protoplasmas leiduvad toiteainete terakesed.

miseks vajalikke aineid vahenditult emalt. Inimese muna suurus on väike: 0,1—0,2 mm läbimõõdus.

Spermatozoid. Spermatozoidid (isassugurakud) on tunduvalt 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 suure tee — 25 sm tunnis.

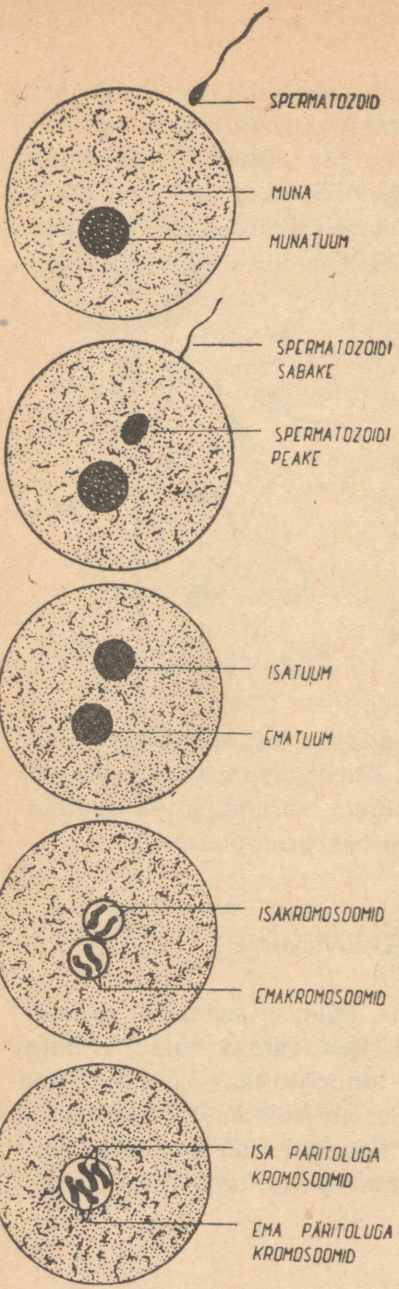
Sugurakkude küpsemine. Nagu teada, koondub raku pooldumisel kromatiinaine tuumaniitidesse ehk kromosoomidesse. Kromosoomide arv on igal loomaliigil püsiv. Sugurakud on organismis ainsad rakud, milles me leiame sellele loomale mitteharilikku arvu kromosoome. Asi on selles, et nii muna kui ka spermatozoid kaotavad küpsemise puhul poole oma kromatiinainest, ja tulemuseks sisaldavad küpsenud sugurakud ainult poole arvu kromosoome. 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 ühetaoline jaotus kindlustab pärilikkuse teel nii isa kui ka ema tunnuste võrdset edasiandmist.

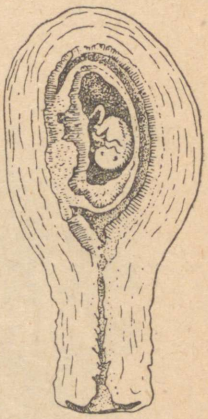
Viljastatud munarakk hakkab kiiresti arenema. Esmalt ta jaguneb pooleks. Kumbki kahest tekkinud rakust pooldub uuesti. Siis kordub rakkude pooldumine uuesti ja uuesti ning nende arv kasvab kogu aja.

Sellest momendist alates kuni raseduse lõppemiseni toimub raseda naise organismis rida muutusi, mis on seotud peamiselt sugunäärmete muutunud sisesekretsiooniga. 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?



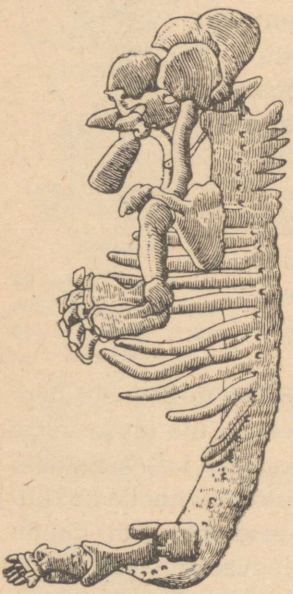
Joon. 105. Inimese loode emakas. On näha nabaväät ja emakook.

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 limaskesta 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 limaskesta. Hatuses kestas arenevad veresooned.

Kõik, mis on tarvis loote arenemiseks — toiteained, hapnik jne., kõik see läheb kergesti ema verest üle lapse verre emaka seintes asetsevate ema veresoonte ja hatuses kestas rikkalikult harunevate loote veresoonte tiheda kokkupuutumise tõttu. Sama teed kaudu, s. t. ema organismi kaudu vabaneb loode süsihappest ja teistest lagusaadustest. Hiljemini see emakaga kokkukasvanud kest areneb nn. emakoogiks ehk päramisteks, mis on ühendatud lootega pika nööri — 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.



Joon. 106. Inimese loote kõhrest luustik.

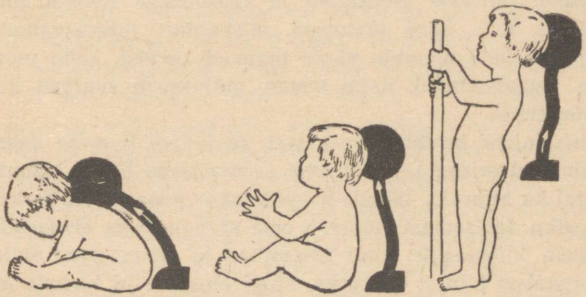
Lapse organismi arenemine. Sündimise momendil astub lapse organism otsesesse vahekorda väliskeskkonnaga: ta hingab, võtab vastu toitu, eemaldab lagusaadusi. Sellegipärast jääb ta veel kauaks ajaks täiesti abituks ja nõuab tähelepanelikku ja õiget hoolitsemist, olgugi et iga mööduv päev, nädal ja kuu 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 äsjasündinud lapsel kõhrkude ainult osaliselt asendus luukoega, siis esimese eluaasta jooksul läheb luukoe arenemine kiiresti edasi, tekib inimesele iseloomulik lülisamba kõverus (joon. 107). Peab siiski märkima, et luustumine lõpeb palju hiljem, alles 20-ndaks eluaastaks.

Kiiresti arenevad ka lapse siseelundid. Nii näiteks aasta lõpuks areneb seedenäärmete talitlus niikaugele, et laps, kes algul

võis toituda ainult piimaga, nüüd üsna edukalt seedib ka rea teisi kergesti omastatavaid saadusi.

Samal perioodil toimub ka psüühika kiire arenemine. Ja kui esialgu lapse närvkonna talitluse kõrgemad avaldused peaaegu piirduvad instinktidega, mille hulka kuuluvad näiteks imemisliigutused, siis varsti hakkavad ilmnema esimesed teadvuse algmed. Laps hakkab tunnetama teda ümbritsevat maailma. Ta astub ühendusse terve rea talle tundmatute esemetega. 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 istumise ja seismisega.

§ 67. KÜPSEMISAJAJÄRK.

12—14 aasta vanuselt algab nn. ülemineku-ajajärk ehk küpsemisajajärk. Selles eas väheneb liikuvus ja vallatlus, mis on omased kooli esimeste klasside õpilastele. Tähelepanu muutub kindlamaks. Tekib töötamise püsivus.

Selleks ajaks muutub luustik tugevamaks. Kõhrete luustumine toimub 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 ruumala ja arteeride jämedus ühtlaselt. Arteerid jäävad maha oma arengus — nad on liiga kitsad. Süda peab kokku tõmbuma suurema jõuga, et verd kitsast arteeride-kanalist läbi tõugata.

Südame tööl 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.

Sisesekretsiooni-näärmete talitlus muutub järsult. Harknääre kõhetub, muutub rasvkoeks, sugunäärmed seevastu arenevad; nende talitlus muutub intensiivsemaks ja verre hakkavad tulema uued hormoonid. Sugunäärmete talitluse arenemise ja tõusmisega tekivad nn. teisesed 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 peaaju suurim kaal 20—30 eluaasta paiku. Lülisammas 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. Sugueluküsimustesse tuleb suhtuda teadlikult. Tuleb meeles pidada, et nende küsimuste õigest lahendusviisist on huvitatud kogu nõukogude ühiskond.

Sotsialistliku ühiskonna ülesehitustöö nõuab meilt igaühelt aktiivset võitlust tervete järglaste eest. Meie lapsed peavad kasvama terveiks ja tugevaiks. Üheks 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 põlvede 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 eri 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 ekspluateerimise. 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 PEATÜKK.

Lõppsõna.

§ 69. FÜSIOLOOGIA 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 talitlus. 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 töötavaisse 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 välja kasvanud 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 säärased tingimused, mille juures ühes viljakuse tõusuga ka inimese töövõime kasvab ja väsimus langeb.

Tööfüsioloogia iseseisva teadusharuna arenes võrdlemisi hilja. Ta sündis kapitalistlikes mais seoses tungiga tõsta inimese töö intensiivsust. Pärast revolutsiooni, aga eriti viimasel ajal on meie maal tööfüsioloogia hakanud hoogsalt arenema.

Kuid tööfüsioloogia 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, tugeb, ja mida kaugemale, seda enam saab ta tugema 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 töölisklassi 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 teistsugused. Kapitalistlikul töö ratsionaliseerimisel on ainult üks eesmärk — tõsta kapitalisti tulusid. Kapitalistliku ühiskonna tingimustes võib see tulude tõus sündida ainult tööliste kurnamise suurendamise ja loodusvarade röövmajandamise 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 töölisklassi 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 töölisi 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 säärased 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 kasulikum 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 püüe 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 töölised. 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 röövib 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 töölises ainult „elavat inimmasinat". Nad leiutavad vahendeid, kuidas tõsta selle masina tööviljakust ja saada temast suurimat tulu. Ei maksa rääkidagi, 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 higi väljapressimise kunsti edu" (Lenin). See higi 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 tunduvalt tõstab tööviljakust. Kuid terve rea korralduste abil, mille väljatöötamisest võtavad osa ka füsioloogid, on töölised nõukogude liikuva töölindi 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 Taylori, 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 tööviljakuse 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 tervendamiseta, ohutuse tehnika parandamiseta, tootmise kvalifikatsiooni tõstmiseta ja heaolu tingimuste parandamiseta.

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 võistluse 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 PÄRITOLUGA TÄHTSAIMATE TOIDUSAADUSTE KOOSTIS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
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	Pärltangud	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 (rohelised)	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

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
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 seened (värsked)	3,0	0,3	5,0	35
38	Söödavad seened (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. TÄHTSAIMATE TAIMSE PÄRITOLUGA TOIDUSAADUSTE 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 seened	+	+	—
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 PÄRITOLUGA TÄHTSAIMATE 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	Vasikaliha	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 saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
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	Koha, 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, rõõskkoorest	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	Rõõskkoorevõi	0,7	85,0	0,5	770
41	Sulatatud või	—	98,0	—	882

4. TÄHTSAIMATE LOOMSE PÄRITOLUGA TOIDUSAADUSTE VITAMIINIDE SISALDUS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	Loomaliha (lahja)	+	+	+
2	Konservitud liha	—	+	—
3	Sealiha	+	++	—
4	Sealiha, soolane	—	—	—
5	Lambaliha	+	++	—
6	Maks	+++	++	++
7	Neerud	+++	++	+
8	Heeringas	+	—	—
9	Kala, värske	+	+	—
10	„ soolane või konservitud	—	—	—
11	Kalamari	+++	+	—
12	Kanamunad	+++	++	—
13	Kanamunavalge	—	—	—
14	Munarebu	++++	+++	—
15	Lehmapiim, suvine	+++	+	++
16	„ talvine	+	+	—
17	Hapupiim	+	+	+++
18	Juust, rasvane	++	+	—
19	Või, suvine (lehmi karjatatakse väljas)	++++	—	—
20	„ talvine	+	—	—
21	Margariin, taimerasvadest	—	—	—
22	„ loomarasvast	+	—	—
23	„ rikastatud vitamiinidega	+++	—	—
24	Kalamaksaõli (tursalt)	++++	—	—
25	Loomarasv	+++	—	—
26	Searasv	+	—	—
27	Searasv, sulatatud	—	—	—

Märkide tähendus sama, mis tabelil 2.

SISUKORD.

Lk.

Sissejuhatus 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.**

Lk.

§ 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. Ühiskondlik 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. Seljaaju ehitus ja töö 164
§ 48. Peaaju üksikute osade ehitus ja töö 167
§ 49. Tingrefleksid 172

Lk.
§ 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 kompimiselundid 193

VIII peatükk. **Sisesekretsioon.**

§ 57. Kilpnääre 197
§ 58. Teised sisesekretsiooninäärmed 202
§ 59. Sugunäärmed 205
§ 60. Sisesekretsiooninäärmete tähtsus 207

IX peatükk. **Aine- ja energiavahetus inimese organismis.**

§ 61. Assimilatsiooni- ja dissimilatsiooni-protsessid 209
§ 62. Ainevahetus 212
§ 63. Aine- ja energiavahetuse tasakaal organismis 216

X peatükk. **Sigimine ja arenemine.**

§ 64. Sugurakud 219
§ 65. Loote arenemine 221
§ 66. Lapsepõli 224
§ 67. Küpsemisajajärk 225
§ 68. Laste ja alaealiste tervisekaitse 227

XI peatükk. **Lõppsõna.**

§ 69. Füsioloogia ülesanne töö organiseerimisel ja ratsionaliseerimisel 229
Lisad 234

На эстонском языке.

Originaali tiitel:

А. Н. Кабанов, Анатомия и физиология человека.

Ladumisele antud 11. V 1945. Trükkimisele antud 26. V 1945. MB-02540. Trükiarv 2200 eksemplari. Trükipoognaid 15,25. Autoripoognaid 9,84. Arvutuspoognaid 11,54. Trükikoja tellimise nr. 459. Trükikoda „Punane Täht", Tallinn, Pikk 54/58.

RBL. 7.—