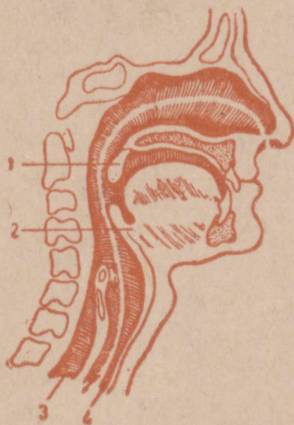


10181
A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA
JA
FÜSIOLOOGIA



RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“

TALLINN 1946

A. N. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA
JA
FÜSIOLOOGIA

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS“

TALLINN 1946



12317
A-16781

SISSEJUHATUS.

Anatoomia ja füsioloogia. Anatoomia õpetab tundma niihästi kogu organismi kui ka ta üksikute osade — elundite, kudede ja rakkude ehitust. Füsioloogia õpetab tundma organismis toimuvaid elulisi protsesse ehk, nagu öeldakse, organismi elulisi funktsioone. Füsioloogia ülesandeks on avastada seadusi, mis määravad kogu organismi elutegevuse. Seepärast füsioloogia ei või rahulduda organismi üksikute osade, ta üksikute elundite, kudede ja rakkude eluliste funktsioonide uurimisega. Et mõista füsioloogilisi protsesse, mis toimuvad kogu organismis, tuleb uurida kõigi ta elundite ja kudede tegevust nende vastastikusse 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 toitumis-elundid, kuidas töötavad lihased, teiste sõnadega, et mõista organismis toimuvaid elulisi protsesse, tuleb tunda keha ehitust. Umberpöörduvalt, et mõista keha ehitust, tuleb tunda ta elulisi funktsioone.

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

See raamat on pühendatud inimese anatoomiale ja füsioloogiale. Vaevalt on tarvis üksikasjaliselt tõestada vajadust tunda oma keha ehitust ja elutegevust. Nende teadmiste tähtsus on iseenesest arusaadav. Moodsa arstiteaduse määratu suured praktilised saavutused on kahtlemata seotud anatoomia ja füsioloogia arenemise eduga. Teadmistele anatoomiast ja füsioloogiast on tähtsal määral rajatud isikliku ja ühiskonna tervishoiu reeglid, mille täitmine on vajalik tervise kaitseks. Füsioloogiat tuleb teada ka selleks, et osata otstarbekalt kasutada oma jõudu. Lõpuks anatoomia ja füsioloogia, vaadeldes inimest ühe lülina loodusnähtuste pidevas ahelikus, soodustavad teadusliku materialistliku maailmavaate kujundamist ja vabanemist religioosest 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 erinesid katsed ravida haigusi 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 ohverdamisest lahatud loomade kui ka haigete juures õpetasid pikkamööda tundma kõrgemate loomade ja inimese kehaehitust 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 iseseisvatele 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 elutu kui ka elava looduse kohta. Elunähtuste füüsikaline ja keemiline uurimine andis võimsa relva võitluseks mingi tundmatu, arusaamatu „elujõuga“, mis pidavat juhtima organismi elu-

tegevust. 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 füüsikaliskemiliste protsesside abil jne.

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

Katsete tähtsus loomadega. Organismi elutegevuse tundmaõppimisel on vaatlemise kõrval suur tähtsus katseil ehk eksperimentidel. Katse ajal me muudame oma soovi järgi organismi elutegevuse tingimusi ja vaatleme, missugused on selle 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, sise-elundite ehitus ja asetus on väga sarnane koera, lehma, sea ja teiste loomade, eriti ahvide keha samade elundite ehituse ja asetusega. Vähe sellest, üksikasjaline uurimine näitas, et füsioloogilised põhiprotsessid inimese ja looma kehas on ühesugused. Ja mitmeid inimese organismi elutegevuse protsesse suudeti lahendada alles pärast seda, kui olid korraldatud erilised katsed loomadega. Sellest on selge, et katsed loomadega annavad määratu hulga materjali inimkeha uurimiseks.

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

Ei tohi unustada, et inimesel on loomariigis kindel koht, et inimene on üks elu arenemise lülidest maakeral. Nende loomade võrdleva anatoomia ja füsioloogia tundmaõppimine, kes seisavad loomariigi arenemise erinevail astmeil, pakub rikkalikku materjali inimese esiajaloo¹ õppimiseks ja ühes sellega inimese organismi anatoomiliste ja füsioloogiliste erinevuste mõistmiseks. Engels ütleb: „Ilma selle esiajaloota jääb inimese mõtleava 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 selgrooliste ja isegi — veidi vähem ilmselt — putukate, koorikuliste, 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 ini-

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

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

Kõik inimese põhierinevused — püstikõnd, 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 ülesehitamistöele.

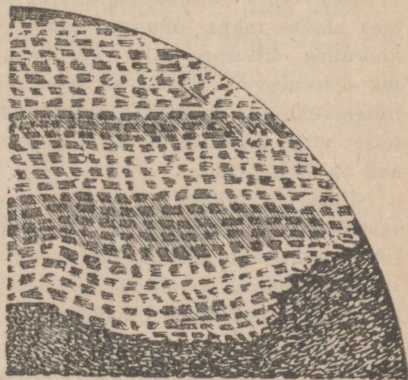
I PEATUKK.

Rakud ja koed.

§ 1. ORGANISMIDE RAKULISE EHITUSE UURIMISE AJALUGU.

Nagu on teada botaanika- ja zooloogiakursusest, koosnevad kõik taim- ja loomorganismid, alates kõige algelise- maist ja lõpetades kõige kõrgemalt organiseeritute- ga, pal- judest rakkudest.

Raku avastamise ja tema tundmaõppimise algus. Organismide raku- lise ehituse avastamine on seotud mikroskoobi leiutamisega ja selle rakendamisega loom- ja taim- organismide osade uurimistööle. Inglise õpetlane Robert Hooke tegi 1667. aastal suu- rima tähtsusega avastuse: ta avastas esimesena taimede ra- kulise ehituse, olgugi et ta veel ei mõistnud avastatud faktide määratu suurt tähtsust. Vaadel- des korgi õhukesti lõikusid pani ta tähele, et kork koosneb arvu- kaist, üksteisest seintega la- hutatud pöiekestest (joon. 1). Ta nimetas neid „rakukesteks“. See nimetus sobis neile pöie- kestele, mida Hooke nägi es- malt korgis ja pärastpoole leed-



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

ripuu 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 kaasaeglased, 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 vaatelejate silme eest ei jäänud varjule ka see asjaolu, et elavad rakud on täidetud vedelikuga.

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

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

Rakuteooria rajajad tegid kindlaks selle äärmiselt tähtsa tööga, 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 protoplasmaks¹. Raku sisu, s. t. protoplasmat hakati

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

pidama raku eluprotsessi kandjaks. Vähe sellest, mitmed õpetlased (M. Schultze, Virchow jt.) näitasid, et loomarakkudel, välja arvatud üksikud erandid, puudub eriline kest ja nad kujutavad protoplasma 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. Pooldub niihästi emaraku protoplasma kui ka tuum.

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

Virchow'i ajal vaadeldi iga hulkrakset organismi kui rakkude „ühiselu“, „asundust“ (kolooniati). Organismi peeti teatud, üheskoos elunevate üksuste — rakkude — summaks. Seejuures jäeti tähele panemata, et organism esineb oma osade liitse t e r v i k u n a, mille 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 keerukas 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 osade füüsiline ehitus ja keemiline koostis, neis ilmnevate eluliste protsesside käik ja olemus — kõik need küsimused peavad heitma valgust ka kogu organismi tööle.

§ 2. RAKU PROTOPLASMA JA TUUMA ULESANNE.

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

Selgus, et tuumata osa algul elas nagu normaalne amöüb — 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 erine nud 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 ega lakanud.

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

Rakkude eksperimentaalne uurimine selgitas võrdlemisi hiljuti selle tähtsa osa, mida täidab raku elutegevuses tema protoplasma õhuke pindkiht. Selle koostis ja füüsilised omadused muutuvad kogu aja sõltuvalt raku ümbritseva keskkonna tingimustest ja raku teiste osade elutegevusest; teatud tingimustel see protoplasmakiht võib muutuda ja isegi kaduda kui protoplasma eriosis. See protoplasma pindkiht, mis pidevalt muudab oma ehitust ja koostist, kujundab tähtsal määral organismi ja väliskeskkonna vastastikuseid suhteid, etendades eriti tähtsat osa nendevahelises ainevahetuses.

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 E HITUSEST.

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 arvrikkais ühendis. Suurem osa neist ühendist on omased ainult protoplasmale ja tuumale ega esine elutus looduses. Neid, ainult organismidele 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-, pilliroosuhkurt), 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 esinevad pidevalt ühed või teised keemilised reaktsioonid, mis tekitavad osalisi muutusi valkude molekules.

Rasvade koostises leidub 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 kooste-elementid on samad mis rasvadelgi — süsinik, vesinik ja hapnik. Igas süsivesiku molekulis on vesinikuaatomeid kaks korda rohkem kui hapnikuaatomeid, s. t. nad on siin samas vahekorras nagu vees (H_2O). Sellest

tuli süsivesikute nimigi. Nõnda on näiteks veres leiduva viinamarjasuhkru koostis järgmine: $C_6H_{12}O_6$.

Valkude, rasvade ja süsivesikute koostise ja ehituse uurimine on jõudnud nii kaugemale, et on õnnestunud saada mitmeid süsivesikuid ja rasvu kunstlikult anorgaanilistest ainetest. Kuigi tänini veel pole õnnestunud saada kunstliku sünteesi¹ teel valke, on siiski ka siin saavutatud suuri edusamme: kuulsa keemiku Emil Fischeri laboratooriumis õnnestus valmistada sünteetiliselt nn. polüpeptiide — aineid, mis on valkudele väga lähedased.

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

Kolloidlahuste mõiste. Enamik valkaineid lahustub vees, kuid siiski ei tekita nad pärislahuseid. Pärislahuses on lahustunud aine (näit. suhkur) lagunenud molekuliks. Kuid enamasti läheb lagunemine veel kaugemale: osa molekulid lahuses jaguneb (dissotseerub) ionideks. Valkainete lahuses esineb iga osa terve molekulide rühmana. Erinevalt 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 näeme, et ta on sogane, langevas valguses on ta selge. Soga on siin nii peenike, et ta ei sadestu, ükskõik kui kaua lahus seisab, või sadestub väga pikkamisi. Tõelistest lahustest erinevad kolloidlahused lahu-

¹ Sünteesis nimetatakse liitainete saamist lihtsamaist aineist.

ses 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 valkainemolekulid ühendatud rühmadeks. Need liitunud molekulide koondised on nõnda suured, et nad ei saa anda tõelisi lahuseid.

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

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

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

Protoplasma ja tuuma füüsiline ehitus. Protoplasma põhjalikul uurimisel tugeva mikroskoobi abil tulid õpetlased XIX sajandi lõpul ja XX sajandi algul mitmesuguseile arvamustele tema füüsilise ehituse kohta. Uhed väitsid, 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.

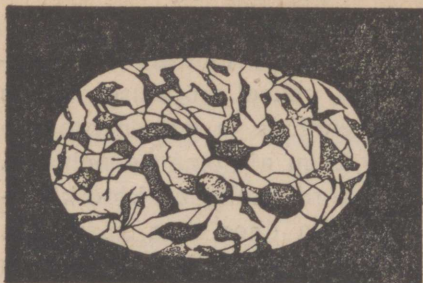
Protoplasma moodustab keerulise ja muutliku kolloidlahuste süsteemi. Ühel või teisel välisel mõjutusel, temas alaliselt toimuvate keeruliste keemiliste ja muude protsesside mõjul muudab protoplasma kogu aja oma peenehitust. Ta võib muutuda kord kiuliseks, kord teraliseks, kord kärjeliseks. Protoplasma ehitus võib olla ühes osas võrguline, teises osas vahuline jne. Pindmine kiht võib erineda oma keemilise koostise ja füüsilise ehituse poolest muust protoplasmast, ta võib aga ka liituda selle massiga.

Tuum esineb üsna teravasti piiriteldult protoplasma sees. Tuuma füüsiline ehitus on samasugune kui protoplasmalgi, kuid tema keemiline koostis erineb protoplasma omast. Tuuma iseloomustavaiks aineiks on liitvalgud nukleiidid.

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 rakud sigivad pooldumise teel. Noor, arenev organism kasvab peamiselt oma rakkude alalise pooldumise teel. Organismis, mille kasv on lakanud, asenduvad surnud rakud uute rakkudega, mis tekkisid elavate rakkude pooldumisest. Säärane lihtne jagunemine, mis nagu teame zooloogiakursusest, esineb algloomadel ja mida nimetatakse **otseseks** pooldumiseks, on väga haruldane. Sel teel võivad sigineda ainult



Joon. 2. Raku tuum tugeval suurendusel.

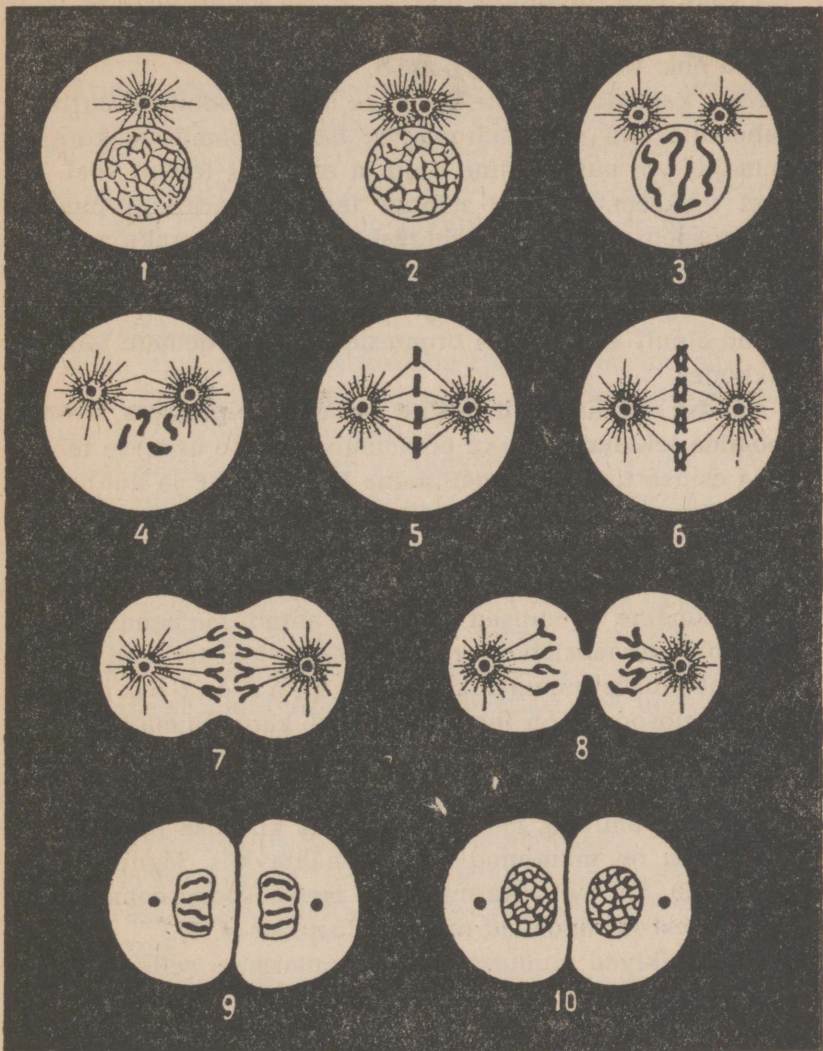
mõned ainuraksed organismid; hulkraksetel esineb otsene pooldumine väga harva, erandina. Et tutvuda hari-liku pooldumise käi- guga, s. t. kaudse pooldumisega, peatume enne üksik- asjaliselt raku tuuma ehituse juures.

Tuuma ehitus. Raku

tuum on keerulise ehitusega (joon. 2). Temas võib tugeval suurendusel näha õhukest kesta, mis ümbritseb tuuma ja eraldab teda protoplasmast. Seda kõlukest läbivad tuuma ja protoplasma vahelised ainevahetuse saadused. Kogu tuum on läbi põimitud peenikeste heledate niidikestega, nn. tuumalise ehk akromatiinvõrguga. 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 — tuumakesi, mis asetsevad tuumavõrgu niitide ühenduskohtadel või niitidel. Kõik vaheruumid tuumaosiste vahel on täidetud vedela ja pealt näha ühetaolise ainega, mida nimetatakse tuuma mahlaks.

Rakkude kaudsel pooldumisel sünnivad tuumas omapäraseid protsessid.

Esmalt tutvume veel ühe raku koosteosisega, millest pole varem juttu olnud. Igas rakus võib märgata tuuma lähedu-



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

ses väga tugeval suurendusel ühte või kahte pisikest terakest, mis ei värvu värvide toimel. Need on nn. keskkehakesed ehk t s e n t r o s o o m i d.

Meie kasutada olevate parimate mikroskoobiliste uurimisvahendite abil võib märgata, et tsentrosoomil on kerajas, munajas või pulgataoline kuju ja et temas leidub veel üks veel väiksem, vaevalt nähtav terake. Harilikult muutub tsentrosoom selgemini nähtavaks alles enne raku pooldumist, sest et teda selleks ajaks ümbritseb heledam kiirtekujuline protoplasmast pärg. Tsentrosoomi ei ole seniajani leitud ainult ainuraksete organismide ja kõrgemate taimede rakkudes.

Kaudse ehk kariokineetilise pooldumise protsess. Kromosoomide tekkimine. Raku pooldumise alguse esimese tunnuseks 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, kepikete 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, kaob tuuma kest ning kromosoomid osutuvad vabalt püsivateks 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 asuvad kromosoomid. Tekib pilt, mis natuke meenutab pikaksvenitatud kraadidevõrku globusel: poolustes on tsentrosoomid, mille

protoplasmalised niidid näivad meridiaanidena ja ekvaatori tasapinnale on paigutatud hobuserauakujuliselt kõverdu-
nud kromosoomid, mis mõlema avatud otsaga on pööratud
gloobuse pinna poole, paindega aga raku keskpunkti poole.

Kui rakk on jõudnud kirjeldatud seisukorda, siis algab
tema pooldumise keskne moment — kromosoomide jagune-
mine. Igaüks neist lõhestub pikuti, ja igast kromosoomist
tekib kaks ühetaolist poolset (6). Tekkinud poolmed hakka-
vad kohe liikuma tsentrosoomide suunas pingulitõmmatud
protoplasmaliste niitide kaudu; üks poole rändab ühe tsent-
rosoomi, teine teise tsentrosoomi juurde. Seega siis iga
pooluse juurde tuleb raku pooldumisel ühepalju kromo-
soome täiesti võrdse ainehulgaga (7, 8).

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

Inimese keha rakud jagunevad üldiselt samuti nagu linnu,
putuka, ussi, kase, võilille, seene või iga teise looma ja
taime rakud.

Kromosoomide arvu püsivus. Jagunemisprotsesside hoo-
las, 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 kromo-
soome poolduvais rakkudes. Nii näit. on hiirtel alati 40 kro-

mosoomi, salamandril 24, tulisiidiliblikal 62, puuviljakihulasel (*Drosophila*) 8, ühel solkmeliigil (parasiituss) 4, teisel 2, liilial 24, hernel 14, ühel nisusordil 14 jne.

Inimese kromosoomide arv pole täpselt selgunud, sest neid on äärmiselt raske vaadelda. Kromosoomide arv umbes 48. Nagu need 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 kromosoomide, on ka viimaste kuju igal liigil iseloomulik. Näiteks on salamandril ja liilial kummalgi 24 kromosoomi, kuid nende kuju organismis on erinev.

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

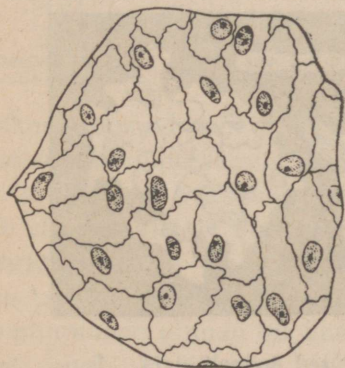
§ 5. LOOMAKOED.

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

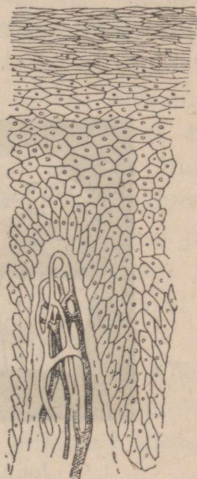
Nagu on teada zooloogiakursusest, rühmituvad rakud kõige alamail hulkrakseil organismidel — õõsloomadel — kahte koesse: entodermi ja ektodermi. Nende kudede rakkudel on erinev ehitus ja väliskuju seoses nende funktsioonide erinevusega, mida nad peavad täitma; ektoderm esineb õõsloomadel peamiselt kate- ja kaitsekoena, entoderm aga seedekoena.

Õsloomadest 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 (keskmise suurendus — ülalt vaadates).



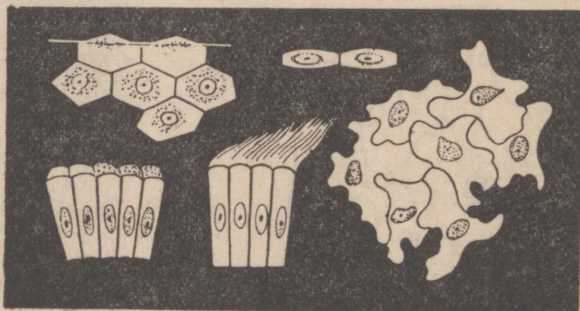
Joon. 5. Mitmekihiline epiteel (pilt külje poolt). All näha veresooni.

Säärasel kõrgelt organiseeritud olendil, nagu seda on inimene, on kudede hulk väga suur. Harilikult liigitatakse need 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 meelte-elundite koosseisu on ta väliskeskkonnast tulnud ärrituste esimeseks vastuvõtjaks. Soolte seinte epiteelkate on laboratooriumiks seeditud toidumaterjali omastamisel.

Epiteelkoe rakkudel on mitmesuguseis kehaosades erinev kuju.

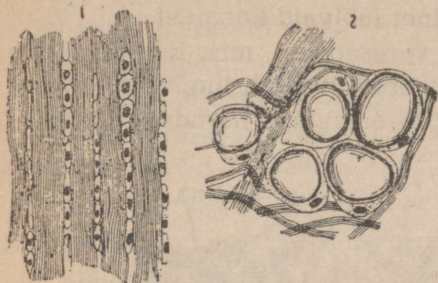


Joon. 6. Mitmesugused epiteeli-liigid.

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 esineb elundeis, mida nimetatakse n ä ä r m e t e k s. Säärased on näit. süljenäärmed; nad eritavad sülge, mida valmistavad nende 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).

ka sitked sidemed, mis seovad luustiku luid omavahel jne.

Vastandina epiteelkoele, kus rakkudevahelist ainet on vähe, moodustab viimane sidekoes harilikult peamassi ja esineb siin peenimate elastsete kiududena (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 hästi arenenud kerkse rakkudevahelises aines (joon. 8).

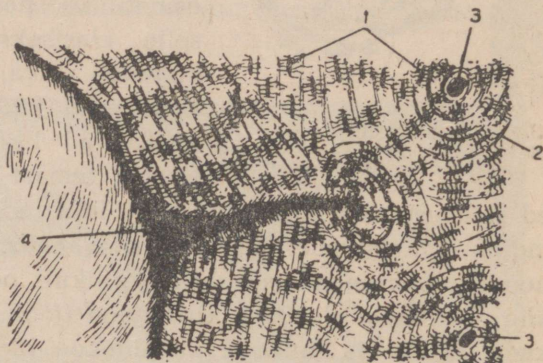
Luukude. Rakkudevaheline aine esineb suurel määral ka luukoes, millest on ehitatud luustiku luud.



Joon. 8. Kõhrkude.

Siin koosneb vaheaine üksikuist mikroskoopilise paksusega luuõhikuist, mis on läbi immutatud mineraalooladega ja ümbritsevad ringidena luuainet läbivaid kanaleid.

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



Joon. 9. Luukude:

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

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

Harilikult liigitatakse lihaseid siseorganite lihaseiks (silelihaseiks) ja luustiku lihaseiks (vöotlihaseiks). Silelihased koosnevad väikestest pikergustest rakkudest ühes vähese hulga kiulise rakkudevahelise ainega (joon. 10). Vöotlihased 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 kogusid, milles pole võimalik eraldada üksikuid rakke, nimetatakse süntsüütiumiks (laatraksti-kuks).



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

Luustiku lihaste kiud on peaaegu täiesti täidetud ülipeenikeste kiukestega, millel on väga keeruline ehitus. Mikroskoobiga vaatlemisel näivad nende kiudude ühed osad tumedate, teised aga heledate vöötidena. Et kõigi kiukeste tumedad ja heledad osad on samal rist-tasapinnal, siis näib kogu kiud kirjatud risti vöödiketega (joon. 11). Silelihaste rakud ei ole vöödilised.



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

Lihaste protoplasmaliste kiukeste vöödilisuus on seotud protoplasma üksikute kihtide erineva kollidolekuga.

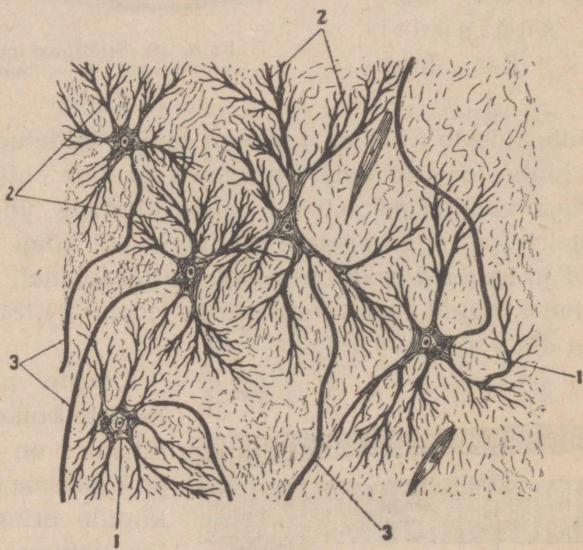
Närvikude. Kõrgemate loomade ja inimese närvisüsteem

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 raku iseloomustab üks või mitu haru. 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 rohkem harunevad ta närvirakkude põõsasharud.



Joon. 12. Närvikude.
On näha närvirakke (1) tuumadega, harunevad rakkude harud (2) ja pikad mitteharunevad harud (3).

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

Närvikoe põhiomaduseks on erutuse edasijuhtimine, mis tekkis ärrituse tagajärjel. Uhed närvid juhivad erutusi keha

elundeist kesknärvisüsteemi, teised saadavad erutusi kesknärvisüsteemist töötavasse elundeisse.

Esimesi närve nimetatakse tundenärvideks ehk t s e n t r i p e t a a l s e i k s, teisi liigutusnärvideks ehk t s e n t r i f u g a a l s e i k s. Harilikult tekivad 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 liigutusnärville (tsentrifugaalsele närville) ja selle kaudu koivalihaseile; lihased tõmbuvad nüüd kokku ja koib tõmmatakse ära. Et see tõesti nii on, 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, teeb koib krampliku liigutuse.

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

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

Selle kõrval, et rakkudevaheline vedelik on keha rakkudele elu keskkonnaks, teostub tema ja vere kaudu ühendus rakkude vahel; sisemine keskkond ühes närvisüsteemiga reguleerib 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.

II PEATUKK.

Vereringe.

§ 6. VERERINGE TAHTSUS.

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

Säärane ebaõige kujutus 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 hooga uuestisünni ajal pärast sajandeid kestnud langust. „Tuleb õppida mitte raamatuist, vaid looduse töökojas,“ rääkis inglise arst, anatoom ja füsioloog H a r v e y. Ja tolle aja teadlased näitasid, kui palju võib pakkuda „looduse töökoda“. Lahates inimese ja

loomade laipu, katsetades (eksperimenteerides) loomadega, jälgides lindude ja teiste loomade loote arenemist, vaadel- des inimest haigevoodis, löid õpetlased uue eksperimen- taalse (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 õpe- tus 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 uurimistöole, füüsika ja keemia edusammude tõttu ning kasutades ikka uuemaid uurimisviise, on nüüdisaegne füsio- loogia kaugelt ületanud Harvey'-aegse füsioloogia. Harvey' ajal oli teadlastel üsna väär kujutus vereringest ning neil puudusid täiesti teadmised vere koostise kohta. Nüüd aga seoses mikroskoobi leiutamisega ja selle edasise täiustami- sega, füsioloogilise eksperimendi arenemisega, samuti seos- ses 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 nimetakse koemahlaks ehk lümfiks. Mõnikord naha väikese vigastuse puhul tuleb naha kriimustusele vere asemel 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. Nii-suguste 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 ainevahetuse 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.

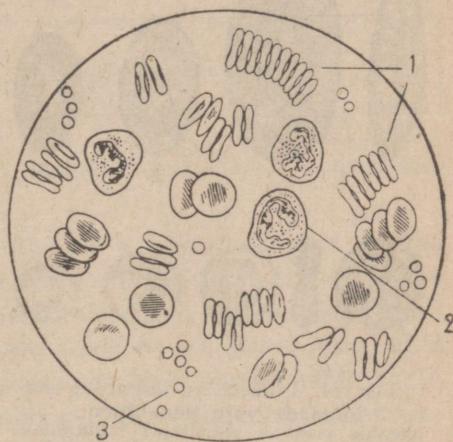
§ 7. VERELIBLED JA NENDE TAHTSUS.

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

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

küllastatud verd nimetatakse arteriaalseks vereks. Kui aga veri satub elundeisse, kus rakud on hapniku juba ära kasutanud ja kus teda on vähe, siis annab punaliblede hemoglobiin hapniku rakkudevahelise vedeliku kaudu nende elundite rakkudele, mille tagajärjel veri vaesub hapnikust. Seda verd nimetatakse nüüd v e n o o s s e k s vereks. Seega on vere punaliblede hemoglobiin 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



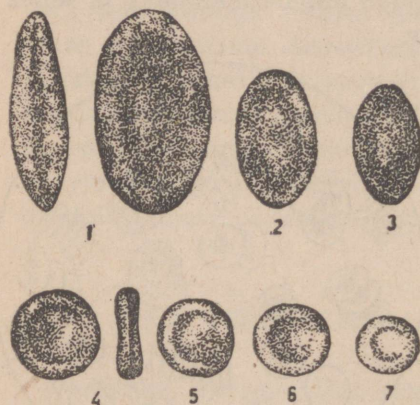
Joon. 13. Inimese veri mikroskoobi all: 1 — punalibled; 2 — valgelibled; 3 — vere-liistakud (tugev suurendus).

raske endale kujutella, et mida pisemad on libled, seda suurem on nende pindala ruumalaga võrreldes. Terve raudkivi pind on väiksem kui tema lõhkumisel saadud tükkide pindala. Mida peenemad need tükid on, seda suurem on nende üldine pindala.

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 asub 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 ainsaiks tuumata rakkudeks organismis. Seoses sellega on imetajate punaliblede iga äärmiselt lühike. Igaüks neist püsib ainult mõne nädala ja hävib siis. Kuid selle tagajärjel, et neis



Joon. 14. Inimese ja mitmesuguste loomade vere punalibled:

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

tuum puudub, on imetajate punalibled hemoglobiini poolest võrdlemisi rikkamad ja seega nad küllastuvad hapnikuga suuremal määral.

Kehveresus. 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

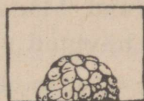
võime küllastuda hapnikuga. Selle tulemusena ei saa organismi rakud küllaldaselt hapnikku. Hapendumisprotsessid nõrgenevad. See avaldub üldises nõrkuses ja loiduses, isu väheneb, inimene väsib kiiresti. Säärast seisukorda nimetatakse **kehvveresuseks** (verevaesuseks).

Vere valgelibled ja nende tähtsus.

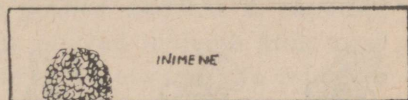
Punaliblede kõrval leidub veres valgeliblesid ehk leukotsüüte. Vere valgeliblede ehk leukotsüütide hulk on ebapüsiv.

See kasvab seedimise puhul, lihaste töö puhul, kuid üldiselt kõigub nende

hulk 5000-st kuni 10 000-ni ühes kuupmillimeetris. Seega tuleb iga valgelible kohta 500 kuni 1000 punaliblet. Vere valgelibled on amööbitaolised rakud, mis võivad iseseisvalt liikuda, kulgedes igas suunas (isegei vastu verevoolu), kuid mõnel juhul läbinud (õigemini surunud ennast läbi) kapillaaride õhukese seina, võivad nad keha kudedes ümber rännata (joon. 16).



KONN



INIMENE

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



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 hai-

gusi. 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.

Kuid tuleb siiski märkida, et on olemas niisuguseid haigusi-tekijaid pisikuid, mis mitte ainult ei tõmba enda juurde valgeliblesid, vaid isegi

nagu tõukavad neid endast eemale. Nõnda näiteks jäävad kangestuskramptõve 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. Kangestuskramptõve pisikute läheduses pole valgeliblesid sugugi rohkem, vaid isegi vähem kui harilikult.



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

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

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

tuumadeta. Neid elundeid, milledes toimub verelibledete tekimine, nimetatakse veretekitajaks elundeiks.

§ 8. PLASMA KOOSTIS JA OMADUSED.

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

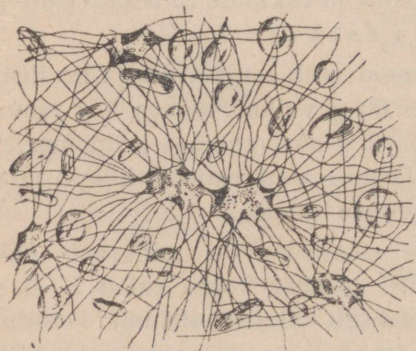
Plasma koostis. Kui me ka plasma koostist ei tunneks, võiksime kohe ütelda, et temas peavad leiduma kõik need ained, mida vajavad keha rakud elutegevuseks. Ja esimeses järjekorras peab plasma sisaldama kõik kolm orgaaniliste ainete pearühma, mis moodustavad rakkude toitumaterjali — valke, rasvu ja süsivesikuid.

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 (viinamarja-suhkruna). 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 (keedu-soola), süsihappenaatriumi (soodat) ja mõnesuguseid teisi sooli. Ka leidub veres gaase, eeskätt hapnikku ja süsihappegaasi.

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. Fibriiniiniidid 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. *vereliistakud* (joon. 13). Nad on valge- ja punalibledest tunduvalt väiksemad; neid on ühes kuupmillimeetris 300—500 tuhat. Veresoone seinte vigastamisel vereliistakud lagunevad, mille tagajärjel üks vere valkaineist (nn. *fibrinogeen*) 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 oblikahappevõi 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 vere väljumisel soonest ei tekiks koorikut, põhjustaks juba väike haav suurt verevoolu ja selle tagajärjel surma.

Veres, millest fibriin on eemaldatud, sadestuvad järelejäänud verelibled ja vere ülemine kiht esineb selge kol-

laka vedelikuna, mis pole suuteline enam hüübima. Seda vedelikku nimetatakse vereseerumiks ehk verevadaks; ta erineb plasmast ainult seepoolest, et temas puudub fibriin.

§ 9. IMMUUNSUUS.

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 eritatavad mürgid. Sellest on arusaadav vere eriliste omaduste suur tähtsus, mis soodustavad võitlust nakkushaigustega.

Selles suhtes, nagu me juba teame, on suur ülesanne täita fagotsüütidel. Siiski ei ole mitte väiksem tähtsus vere vedelal osal: see sisaldab alati mitmesuguseid aineid, mis 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 immuunsus.

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, mil-

lest paranemisel organismil immuunsust ei ole (näit. gripi puhul). Nii sünnipärane kui ka haiguse põdemisel omandatud immuunsus on loomulik immuunsus.

Kunstlik immuunsus. Mõne nakkushaiguse vastu võib immuunsust tekitada kunstlikult vastavate kaitsepoogete abil. Säärast kaitsepooget tehakse näiteks rõugete 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 ilmub kerge roidumus ja keha temperatuuri tõus, kuid varsti on kõik möödas. Kuid sääraсте nõrgestatud pisikute süstimise tagajärjel 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 tehakse kaitsepookimist ka mitme teise haiguse vastu, näit. difteeria, siberi katku, kõhusõetõve (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 küll kurku nad mürgitavad kogu organismi, eritades 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. Süstitud organismi, tekitab ta samasuguse haiguse pildi kõigi raskete tagajärgedega, nagu see tekib bakterite süstimisel. Tähendab, difteeria bakterid eritavad erilist mürki, nn. **toksiini**, mis kutsub esile organismis rasked haigestumishäired. Samal ajal, kui mürk on sattunud organismi, hakkab haige keha valmistama erilisi aineid, mille mõjul difteeria toksiin muutub kahjutuks. Neid

erilisi veres leiduvaid aineid, mida valmistab organism, 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. Lümfis ja vere kaudu süstitud seerum levib kogu organismis. Nüüdisajal valmistatakse seerumit mitte ainult 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 selle eest tekib ta kohe pärast seerumi süstimist. Kunstlik immuunsus, mida tekitatakse juba meile tuntud kaitsepookimise teel, tekib organismis iseisvalt ja aktiivselt.

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

Kaitsepookest hoolimata nakatub inimene mõnikord 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 mõjule ja

kui suur on organismi võime valmistada vastumürke ja hävitada mikroobe.

See võime samal inimesel ei jää alati ühesuguseks, teiste sõnadega — vastuvõtlikkus haigustele 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 mõju vastuvõtlikkuse suhtes haigustele on tõestatud loomadega korraldatud katsete abil. Nõnda nakatas kuulus prantsuse õpetlane Pasteur 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 vastuvõtlikust haigustele. 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 väljenduseks, ei jäta mõjutamata eluprotsesse teistes elundites ja kudedes ja järelikult kogu organismi seisukorda, eriti ta vastuvõtlikust haigustele. Seega on seletatud ka sageli tähelepanud haiguste vastuvõtlikkuse kasvamine seoses rõhutatud meeleoluga. Siit on selge, et kõik need tingimused, mis rõhuvad

inimest, mis suruvad alla hingeelu, tõstavad vastuvõtlikkust haigustele. Kuid ei tule arvata, et kogu asi seisneb ainult töö ja eluviisi hügieenilistes tingimustes.

Inimese närvisüsteemi kõrgemat talitlust, ta hingelist seisukorda ja järelkult kogu organismi üldseisukorda mõjutab tugevasti see sotsiaalne keskkond, see ühiskondlik kord, milles inimene elab ja töötab. Töö ekspluateerimine kapitalistlikes maades mitte üksnes ei suru alla tööliste elutaset, mitte ainult ei kurna neist välja jõudu ega nõrgesta neid, vaid 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. NSV Liidus, 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 kahan-davad vastuvõtlikkust haigustele. Selle tulemusena on meie maal haigestumine ja suremus järsult langenud, võrreldes ennerevolutsiooniaegse olukorraga.

§ 10. VERERINGE ULDSKEEM.

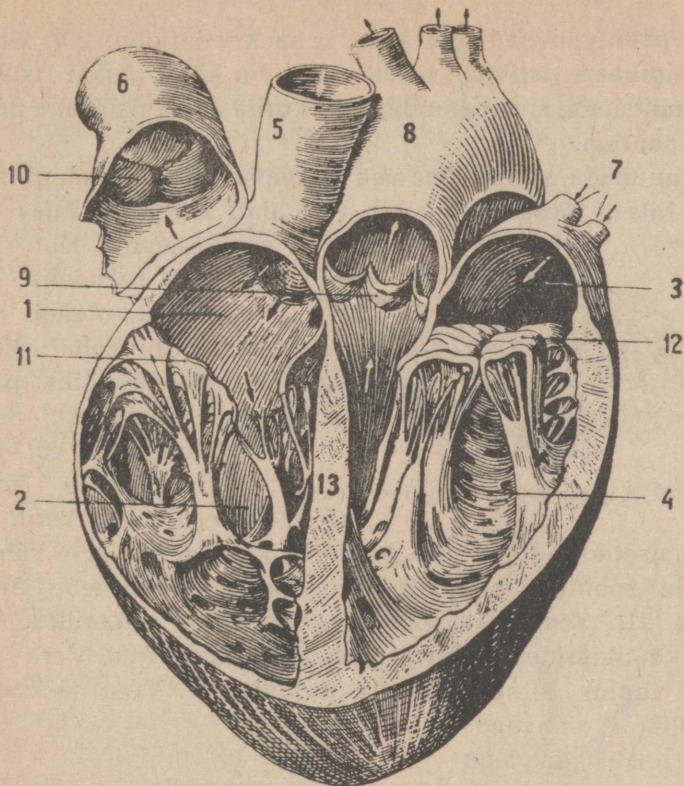
Vereringe tähtsus. Ligi 2^{1/2} tuhande aasta eest avastas kreeka õpetlane Aristoteles hauduva kana alt võetud munas „hüpleva täpi“. Aristoteles ei aimanud, et „hüplev täpp“ on kana loote südame esimene alge. See alge tekib lootel väga vara, umbes 2—30 tundi pärast haudumise algust, kui lootel pole veel veresooni, verd ega närve. Teda võib vaevata vaadelda hariliku luubi abil. Hiljem ilmuvad lootel ühes südame arenemisega veresooned, mille kaudu liigub

veri. Vereringe süsteem areneb kanapoja lootel samuti nagu imetajate lootel väga vara. See on arusaadav. Veri peab ju 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.

Veri liigub, nagu teada, 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 kordkorralt peenemaiks arteerideks. Kõige peenemad arteerid jagunevad väga peenikeste kapillaaride ehk **j u u s s o o n t e** tihedaks võrguks. Kapillaarid (juussooned) on nii peened, et iga nende läbilõike keskmine pindala ei ületa 0,00 008 ruutmillimeetrit, teiste sõnadega, kapillaarid on 50 korda peenemad inimese juuksekarvast. Kapillaari pikus 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 tekitavad omavahel liitudes 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). Kumbki neist pooltest omakorda koosneb omavahel ühenduses olevaist kambreist. Südamesse voolav veri satub esmalt ülemistesse kambritesse, mida nimetatakse **k o d a d e k s**, ja siis alumistesse kambritesse — **v a t s a k e s t e s s e**. Veri, mis voolab välja südame vasakust poolest, läheb vasakust vatsakesest peaarteri, mida nimetatakse **a o r d i k s**; aordist väljuvad kõrvalharudena arteerid, mis varustavad verega mitmesuguseid kehaosi: pead, käsi, sise-elundeid, jalgu. Jät-



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

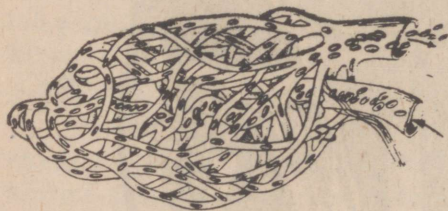
1 — parem koda; 2 — parem vatsake; 3 — vasak koda;
 4 — vasak vatsake; 5 — ülemine õõnesveen; 6 — kopsuarterid;
 7 — kopsuveenid; 8 — aort; 9 — poolkuuklapid; 10 — poolkuuklapid vatsakeste lõtvumise momendil; 11 — hõlmklapp kodade kokkutõmbe momendil; 12 — hõlmklapp vatsakeste kokkutõmbe momendil; 13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

kates harunemist, varustavad arterid verega kõiki meie keha elundeid ja kudesid. Peenimad arterid, nagu meil juba teada, harunevad kapillaarideks.

On endastmõistetav, et keha kapillaaride hulk on äärmiselt suur — neid on vähemalt triljoni ümber. Tiheda võr-

guna põimivad nad läbi kõik keha koed (joon. 20). Kuigi iga kapillaari ristilõige on üliväike, on kõigi nende ristilõigete pindalade summa umbes 500 korda aordi ristilõike pindalast suurem.

Nagu teada, sõltub jões vee liikumise kiirus jõesängi laiusest: kitsas jõesängis voolab vesi alati kiiremini, laias aga aeglasemalt. Kui jõgi

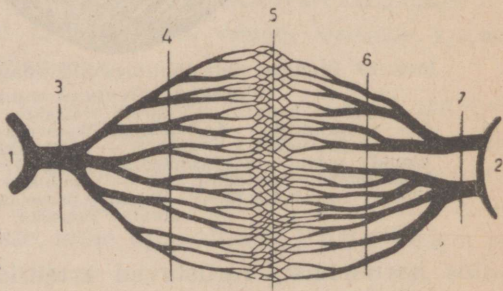


Joon. 20. Kapillaaride võrk nahas (skeem).

jäguneb harudeks, siis vee kiirus oleneb vaadeldaval kohal kõigi harude läbilõike pindalade summast. Sama võib märkida ka verevoolu kiiruse kohta veresoontes. Aordi harunemisel esmalt arterideks ja siis kapillaarideks ei vähene

üldine soonte läbilõigete pindala, vaid tõuseb järsku (joon. 21). Seepärast voolab veri peentes arterides, eriti aga 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

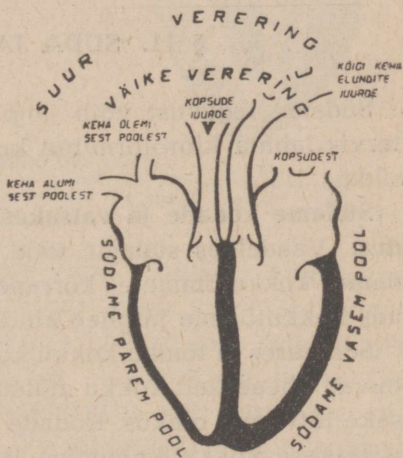


Joon. 21. Veresoone harunemise skeem: 1 — südame vatsakesed; 2 — koda; 3 — aort; 4 — arterid; 5 — kapillaarid; 6, 7 — väikesed ja suured veenid.

teostub hulga kergemini ja täielikumalt iseäranis vere aeglase voolu puhul.

Suur ja kopsu (väike) vereringe. Ühinedes üksteisega moodustavad kapillaarid veene, mille kaudu veri pöördub kõigist kehaosadest südamesse tagasi ja nimelt — ta paremasse kotta. Seda vereringe teed südame vasakust pooldest arteride, kapillaaride ja veenide kaudu südame paremasse poolde nimetatakse suureks vereringeks (joon. 22).

Südame paremast vatsakesest voolab venoosne veri, mis on vaene hapnikust ja rikas süsihappes, kopsu arteride kaudu kopsudesse ja siis, rikastunud hapnikuga ja andnud ära ülearuse süsihappegaasi, pöördub südamesse tagasi — nüüd juba vasakusse kotta. Seda vere liikumisteed südame paremast pooldest 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. Lümf algsooned, ühinedes omavahel, tekitavad kord-korralt suuremaid sooni. Lõppude-lõpuks suubub lümf kahe lümfisoone kaudu suure vereringe veenidesse südame läheduses.

Lümfisoonte teedel asetsevad nn. lümfii- ehk mahlanäärmed. Need esinevad soonte kerakujuliste laiendustena ja koosnevad sidekoest, mille silmuseis leidub suurel hulgal vere valgeliblesid. Lümfinaärmes vere valgeliblede tegevuse tõttu peetakse kinni pisikud ja mitmesugused, sageli kahjulikud ained, mis siia tungisid ühes lümfiga keha elundeist ja kudetest. Peale selle on lümfinaärmete tegevus seotud keha immuniseerumisega.

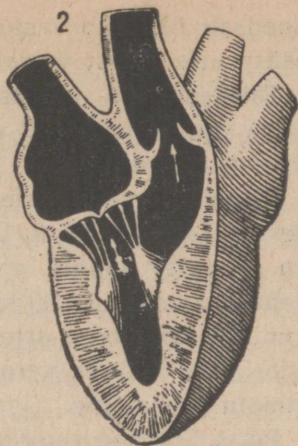
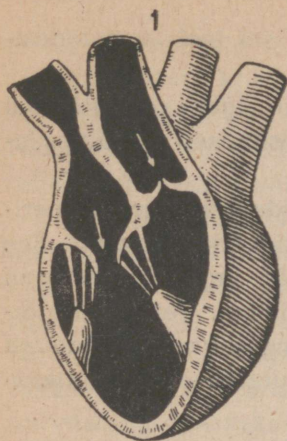
§ 11. SUDA JA TEMA TÖÖ.

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

Südame kodade ja vatsakeste 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 koad. Samal ajal on vatsake lõtvunud olekus. Kodade kokkutõmbumiste järel algab vatsakese kokkutõmbumine (konna südamel on kaks koda ja üks vatsake). Kõrgemal loomil, kellel on kaks vatsakest, toimub mõlemate vatsakeste kokkutõmbumine korraga. Koad sel ajal lõtvuvad. Siis lõtvuvad vatsakesed — järgneb kogu südame lõtvumine, pärast seda tõmbuvad koad 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 õhukesti klappide hõlmakesi. Klappide hõlmakeste sulgumisel on kodade ja vat-



Joon. 23. Südame töö skeem:

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

sakeste vahelised avad täiesti kinni. Altpoolt kinnituvad vatsakeste siseseinte lihaskühmude külge klappide hõlmakete kõõluselised niidid. Säärase ehituse tagajärjel klapp võib avaneda ainult ühes suunas — vatsakeste poole. On arusaadav, et kodade kokkutõmbumisel veri surutakse vabalt kodadest vatsakestesse. Vatsakeste kokkutõmbumisel surutakse veri arteritesse. Kodadesse ta tagasi ei pääse, sest et klappide hõlmakesed vere rõhumisel suletakse. Kodade poole klappid ei saa pöörduda — seda takistavad pingulitõmmatud kõõluselised niidid. Vatsakeste lõtvumisel võib veri neisse pääseda ainult kodadest. Vere pääsu arteridest tagasi vatsakestesse takistavad nn. poolkuujad klappid, mis asetsevad taskukestena aordis ja kopsuarteris kohe nende veresoonte südamest väljumise kohal. Vere voolamisel vatsakestest arteritesse surutakse klappid soonte seinte vastu ja veri läheb vabalt läbi. Tagasi voolates täidab veri klappide taskukesed — need lähevad laiali, puutuvad

Er. Nis. Univ. K. A. J.

tihedasti üksteise vastu ja takistavad sel teel vere tagasi-pääsu arteridest vatsakestesse.

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

Olgugi et vatsakeste lõtvumisel südamest verd arteridesse ei voola, liigub ta soontes siiski katkestamatult. See on seletatav soonte elastsusega, mille tagajärjel sooned venitatakse laiali igal südame kokkutõmbel. Vatsakeste lõtvumisel tõmbuvad arterid kokku ning lükkavad pidevalt edasi neis leiduva vere. Sel teel saavutatakse vere katkestamatu voolamine.

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

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

Lihtsa katse abil võib kergesti veenduda, et pulss ei lakka ka sel puhul, kui verevool arteris on katkestatud. Katsume sel kohal, kus harilikult loetakse pulsituikeid, leida arteri, teda ühe sõrmega tugevasti kinni pigistada ja sel teel verevoolu takistada. Kuid siin kõrval, kinnipigistatud kohast kõrgemal (s. t. südamele lähemal) võime pulssi selgesti tunda. Samasugusele järeldusele viib katse kummitoriga. Kui veega täidetud kummitoru ühendame kummi- ja pumbaga, siis kummitoru väljavoolu ava sulgemisel tekitab iga pirni pigistus toru mööda leviva tõuke, mis sarnaneb pulsituikuga arterides. Siit on selge, et pulsituiked on tingitud

arteride elastsete seinte lainetaolistest liikumistest seoses südame lihaste kokkutõmmetega. Need lainetused levivad suure kiirusega, mis mitu korda ületab verevoolu kiiruse. Nad sarnanevad värinaga, mis kiiresti läbib kogu puu, kui lüüakse kirvega vastu tüve.

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

Tehes määratu suurt tööd ei väsi süda kunagi, sest 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 ristilõige: vasakul — vatsakesed lõtvunud olekus; paremal — vatsakesed kokkutõmbunud. Selgesti on näha parema ja vasaku vatsakese paksuse vahe.

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

¹ Harilikult võetakse füsioloogilise lahuse valmistamiseks kloornaatriumi, kloorkaaliumi, kloorkaltsiumi ja soodat, mõnikord lisatakse veel juurde magneesiumisooli 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%.

Teatud tingimustel võib ka imetaja looma väljalõigatud südame panna uuesti tuksuma. Selleks tuleb süda varustada hapniku ja tähtsaimate toiteainete loomuliku juurdevooluga. Eriliselt valmistatud toitevedelik, mis asendab verd, küllastatakse enne hapnikuga, soojendatakse teatud temperatuurini ja juhitakse südamelihase veresoontesse.

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

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

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

§ 12. SUDAME TÖÖ JA ELUNDITE 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 120-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?

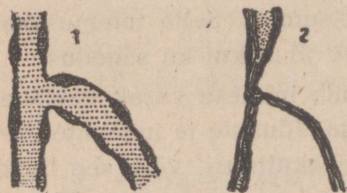
Mitmesuguste elundite ja kudede tegevuse kooskõlastamine toimub närvisüsteemi abil. Närvikiudude kaudu tulevad südamesse pidevalt ärritused ja muudavad tema tööd. Nõnda nõrgendab ja aeglustab südame tööd peaaugust väljuv uitnärv, kuna nn. sümpaatiline närv seevastu tugevdab ja kiirendab südame tuksumist. 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 kehakultuuri, võib see hulk muutuda ligikaudu 60-st kuni 150 kuupsentimeetrini. Teiste sõnadega, südame iga kokkutõmbe puhul võib aorti tungiv verehulk raske töö korral kasvada $2\frac{1}{2}$ -kordseks. Pulss võib töö puhul samuti sagedana 2— $2\frac{1}{2}$ korda. Seega siis ühenduses 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 mitte-töötavasse. See tuleb selle tagajärjel, et töötavate elundite veresooned laienevad ja nende siseruum läheb suuremaks. Ja selle tagajärjel kasvab töötavast elundist läbivoolava vere hulk mitu korda.



Joon. 25.

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

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

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

Arteride 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 seintesse nagu ka südame juurde tulevad kahesugused närvid, mille tegevuse tagajärjel soonte õõne laius võib mitmel viisil muutuda.

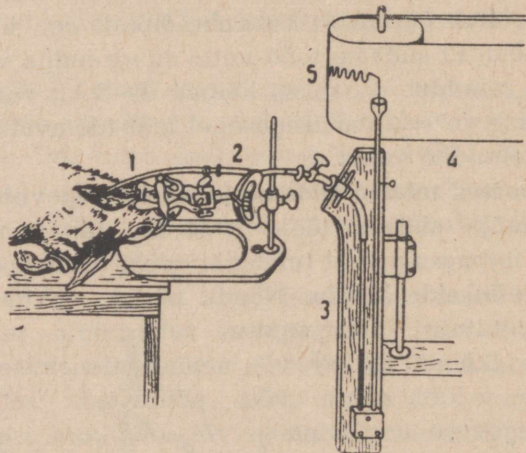
Seega näeme, et südame tööd ja vere jaotust organismis reguleerib närvisüsteem. Säärasel korraldusel on väga suur tähtsus, sest see teostab jõudude kokkuhoidu: vereringe elundite töö toimub äärmiselt kokkuhoidlikult ega ületa organismi tarbeid. Et südame tööd mitte suure hulga verega üle koormata, rahuldub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

Reflektorsed toimed südame ja soonte tegevuses. Närvisüsteemi mõju südame tööle ja soonte täitumine verega teostuvad mitmesuguseist tundenärvidest (tsentripetaalseist) tulevate reflekside kaudu. Nõnda näiteks tekitab ümbritseva temperatuuri järsk muutus nahasoonte reflektorse ahenemise (külma mõjul) või nende laienemise (soojuse mõjul); tugev löök kõhtu võib põhjustada reflektorset südame tegevuse aeglustumist või mõnikord isegi lakkamist. Keerulisema reflektorse toime näitena võiks nimetada südame „seisakut“ hirmu puhul ja näo kahvatust, punastamist 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 kesk-närvisüsteemilt. Teiste sõnadega, inimese südamesoonte-süsteemi töö sõltub alati tema hingelisest seisukorrast.

§ 13. LIHASTE TEGEVUSE MÕJU SÜDAME VERERINGESUSTEEMILE.

Vererõhk arterides ja veenides. Läbilõigatud arterist purskub veri joana. See näitab, et veri on arterides suure rõhu all. Suur vererõhk arterides on südame töö tulemus, mis jõuga paiskab välja ikka uued ja uued portsjonid verd. See rõhk on vajalik selleks, et suruda verd läbi veresoones-



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

tiku ja eriti läbi peenimate kapillaaride. On täiesti arusaadav, et suurem osa verd liikuma panevat 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 haa-
vast voolab veri ühtlase vaikse nirena.

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

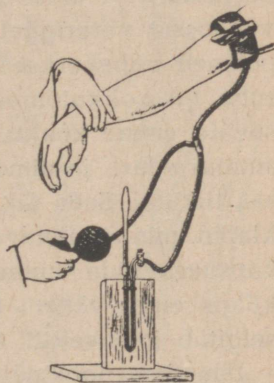
Kui manomeetri teise torru paneme korgi-
kesse pistetud varda (korgike peab ujuma
elavhõbeda pinnal), siis, nagu näitab joo-
nis 26, võib vererõhu suurust graafiliselt
märkida tahmatud paberi liikuvale pinnale.
Selleks kasutatava erilise riista nimetus on
k ü m o g r a a f.

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

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

Mõned õpetlased, kasutades kirurgilisi operatsioone, mille puhul tuli
läbi lõigata suuri veresooni, mõõtsid samal viisil inimese vererõhu
suurust.

On endastmõistetav, et säärane vererõhu määramine inimesel on või-
malik ainult mõnel erandjuhul. Kuid vererõhu mõõtmisel meditsiinilis-
teks otstarveteks on määratu suur tähtsus. Viimasel ajal on leiutatud
mitu erisugust riista, mis võimaldavad valuta registreerida inimese
vererõhku.



Joon. 27. Inimese vere-
rõhu mõõtmine.

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

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

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

Lihaste tegevuse mõju lümfiringele. Samal viisil soodustavad lihaste kokkutõmbed lümfi liikumist lümfisoontes, mis

nagu veenidki on varustatud poolkuuklappidega. Vähelikuv, istuv eluviis, samuti keha liikumatu hoiak töö ajal loob ebasoodsad tingimused lümfisüsteemi ja venoosse vere äravoolule. Sel puhul areneb sageli verepeetus, mis võib põhjustada üldist tervislikku seisukorda



Joon. 28. Reie üle
pikilõike nähes
On näha arvu

"Hans Heldemann", Tartu, 1950.

Realkiri
Zarlavine
Autor
Автор
Шифр
Коллавит

*Teinud vastavõtte
Kuijaste*

Медведь, В. М.

4. 16181

Soovisedel — Требование.

Иллюстрация
Год издания

1946



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

Lihaste tegevuse mõju ka südame tööle. Lihaste tegevus avaldab mõju ka südame tööle. Mõned juhtumid näitavad, et südame töö peab igal antud momendil vastama organismi tarbetele. Mäele rõnides või järsust trepist üles astumisel, külmavõetuse puhul, raske füüsilise töö puhul on südamele määratud suur töö teha. See töö on mitu korda suurem kui südame töö puhkeajal. Samasugust suurt tööd peab süda tegema raskete haiguste puhul kudedes suurenenud tegevuse tagajärjel, kui temperatuur tõuseb

10. XI 51.0.

Кирилев, дата

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

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

Inimesed, kellel on nõrk süda, kel on nõrk südamelihase, sageli ei saa hakkama suure ja kestva koormatusega. 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 puudulikkusest, süda on liiga nõrk ega suuda rahuldada haige organismi suurenenud nõudeid.

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

Sellele pole raske vastata: tuleb südamele sagedamini esitada suuremaid nõudeid, teda tuleb panna tegema raskeid tööd. Parimaks vahendiks on liikuv eluviis: puhketundidel tuleb rohkem jalutada, harrastada sporti, võimlemist. Suur tähtsus südame tugevdamiseks on järjekindlal hommikusel võimlemisel. Paljudel juhtudel soodustavad südamelihase tugevdamist tööprotsessid, kuigi peab tähendama, et seda ei või ütelda kaugelgi 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 südamelöökkide arvu minutis; arvud all — vere ruumala kutsentsimeetris, 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 inimesel ühe katse puhul neli korda suuremaks kui mittetreenitud isikul. Füüsilist kultuuri harrastaja tugev süda paiskab iga kokkutõmbega $2\frac{1}{2}$ korda rohkem verd välja kui mittetreenitud inimese nõrk süda. See on arusaadav, sest mittetreenitud süda võib suurendada oma tööd ainult oma rütmi muutmise, s. t. kokkutõmmete kiirendamise arvel (joon. 30). Seepärast ongi kehakultuuri harrastaja südame varujõud palju suuremad kui nõrgal, istuva eluviisiga isikul, kes ei pea hoolt oma tervise eest.

§ 14. SUDAME 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 verrega muutub puudulikuks, mille tagajärjel väheneb lihaste jõud, tekib loidustunne, mõnikord kaotab inimene isegi teadvuse. Võistluste puhul, iseäranis pikamaajooksul, on korduvalt tähele pandud juhtumeid, et võistlusest osavõtja, kes juba suure osa teest oli läbi jooksnud, minestas südame tegevuse järsu nõrgenemise tõttu.

Südamelihase liigne pingutus mitte ainult ei soodusta südame tugevnemist, vaid koguni mõjutab väga kahjulikult tema tööd ning organismi üldist seisukorda. Sagedase ülekoormatuse tagajärjel süda laieneb, ta ruumala suureneb ja südamelihas muutub lõdvaks ning jõuetuks. Üleväsitatud süda pole suuteline tegema rasket tööd. Üleväsitatud südamega inimesed lähevad suure vaevaga trepist üles, ja mis 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 ülejätkäiv 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 kasvuaeg. 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 väikeste mõõdete 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 pulsilöökkide arv sageli 150-ni minutis ja 5—6-aastaselt lööb pulss kuni 100—120 korda minutis. Lapse südame varujõud pole suured ja ta ülekoormamine mitte ainult takistab südame normaalset arengut, vaid võib põhjustada ka tõsisemaid südame tegevuse häireid.

III PEATUKK.

Hingamine.

§ 15. HINGAMIS-ELUNDITE TAHTSUS.

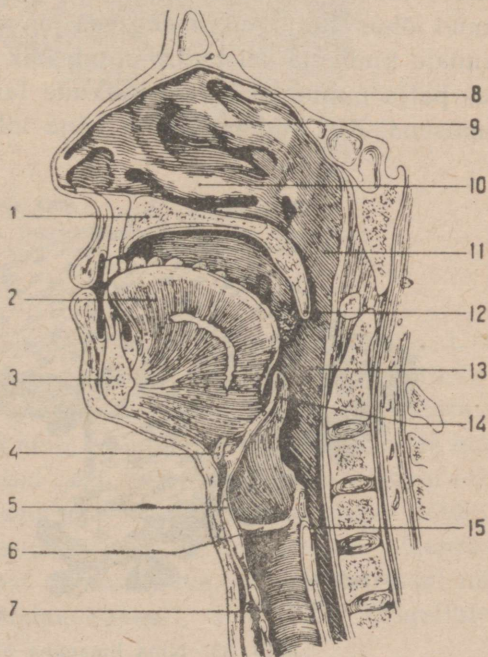
Voolates läbi kapillaaride rikastub veri kõigis keha elundis ja kudedes süsihappegaasiga ja kaotab suurema osa hapnikust. See gaasidevahetus vere ja keha kudede vahel on kogu organismi elutegevuse vajalikuks tingimuseks. Toimuvad ju meie keha igas rakus, igas koes alaliselt hapendumisprotsessid. Teiste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

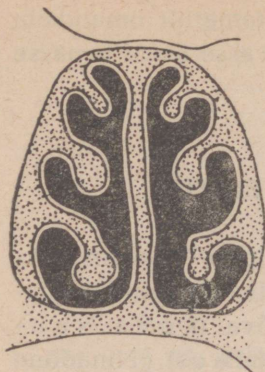
§ 16. HINGAMIS-ELUNDITE EHITUS.

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 karvakessed, mis puhastavad sissehingatavat õhku suuremaist tolmukübe-



Joon. 31.

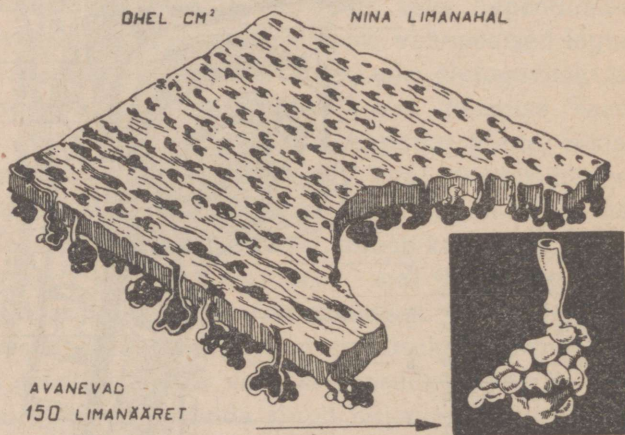
Ulemised hingamisteed:
 1 — suulagi (vahesein, mis lahutab ninaõõne suuõõnest); 2 — keel; 3 — alalõualuu esikül; 4 — keelealune luu; 5 — kilpköhr; 6 — häälepaelad; 7 — hingetoru; 8, 9, 10 — ninakarvikud; 11 — nina neeluruum; 12 — pehme suulae tagumine osa (kurgunibu); 13 — neel; 14 — kõrikaas; 15 — söögitoru.



Joon. 32.
Ninaõõne ristilõige.

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

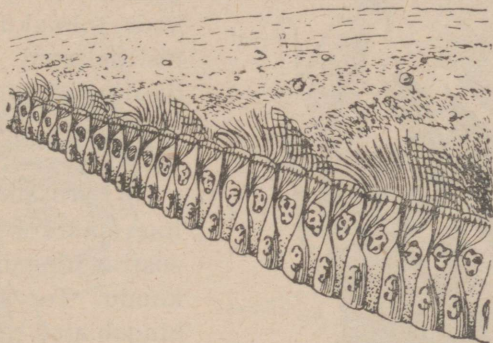
Ninaõõnte välisseintel olevad kõrked jagavad ninaõõne reaks kitsaiks piludeks, mille vahelt läheb läbi sissehingatav õhk (joon. 32). Kogu ninaõõne sisepind on kaetud limanahaga. Sissehingamisel läheb õhk läbi ninaõõne kitsaste pilude, ninaõõne limanahk on veresoonte rohkuse tõttu alati soe; külm välisõhk soojeneb siin kergesti ja kiiresti peaaegu keha temperatuurini. Ninasse sattunud peened tolmuühemed, pisikud ja muud õhus hõljuvad osakesed jäävad limanaha niiskele pinnale kinni ja sel teel muutub õhk ninaõõnest läbi minnes palju puhtamaks. Ninakäikude laius ei püsi alati ühesugusena. Kui inimene satub väga tolmuse või lämmatava



Joon. 33. Nina limanaha näärmed.

õhuga ruumi, 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 mõju vastu. Lima nõrgendab pisikute tegevust, vähendab nende sigimisvõimet ja nende mürgisust;

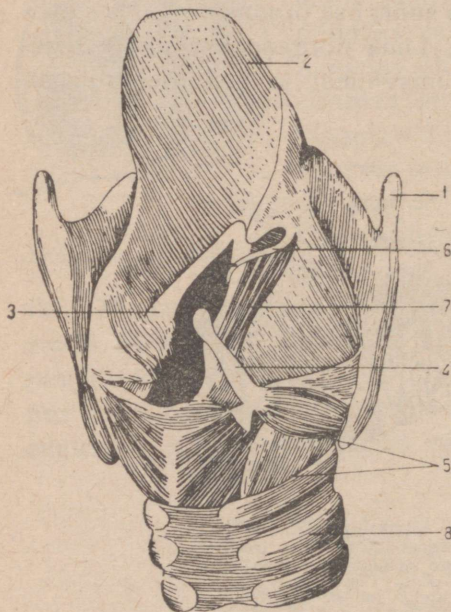


Joon. 34. Virve-epiteel.

Võib näha tolmukübemeid ja teisi osakesi, mis liiguvad virvete lainetamise tagajärjel.

mõned pisikud isegi hukkuvad, sattudes limanahale. Limanaha pinnale tuleb veresoontest rakkudevaheliste pilude ja 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 täidetud pisikutega ja mitmesuguste tahkete osakestega. Vaadeldes mikroskoobi all ninast erituvat lima, võime alati seal näha suure hulga nn. „mädakehakesi“, s. t. vere valgeliblede laipu.

Enamik limanaha rakke on varustatud liikuvate ripsmekestega, kusjuures igal niisugusel rakul on mitukümmend peenimat ripset (joon. 34). Need ripsmed voogavad vahetpidamata lainetena, nagu hällib viljapõld tuule käes. Nina-



Joon. 35. Kõri (tagantpoolt):

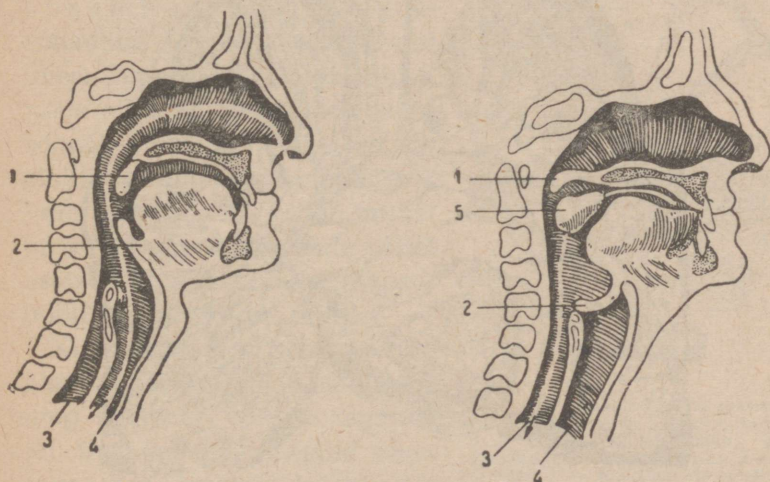
1 — kilpkõhr; 2 — kõrikaas; 3 — häälepaelad (nende vahel häälepilu); 4 — pilkkõhr; 5 — lihased, mis pööravad kilpkõhre ja sel teel muudavad häälepilu suurust ja häälepaelte pinget; 6 — kurd, mille tekitab limanahk häälepaeltest ülalpool; 7 — häälepaela pingutaja lihas; 8 — hingetoru.

ava suunas painduvad ripsmed kiiresti, vastasuunas aga pikkamööda. Selle tagajärjel liigub lima ja sellega koos tolmuühemed ja pisiosakesed aegamööda ning lõppude-lõpuks heidetakse ninaõõnest välja.

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. Sissehingataav õhk, läbinud ninaõõne, läheb n i n a - n e e l u r u u m i, mis asub 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 — ulatub kõri esiküljel tugevasti ettepoole, teda on kerge kaelal tunda. Kõri esiküljel kilpkõhrest kõrgemal asub kõrikaas, mis suleb pääsu kõrisse toidu neelamise puhul. Samal ajal tõuseb neelamisel ülespoole nn. kurgunibu, s. t. pehme suulae allapoole rippuv tagumine ots. Nõnda ei satu toit neelamisel ei ninatõnde ega kõrisse (joon. 36).

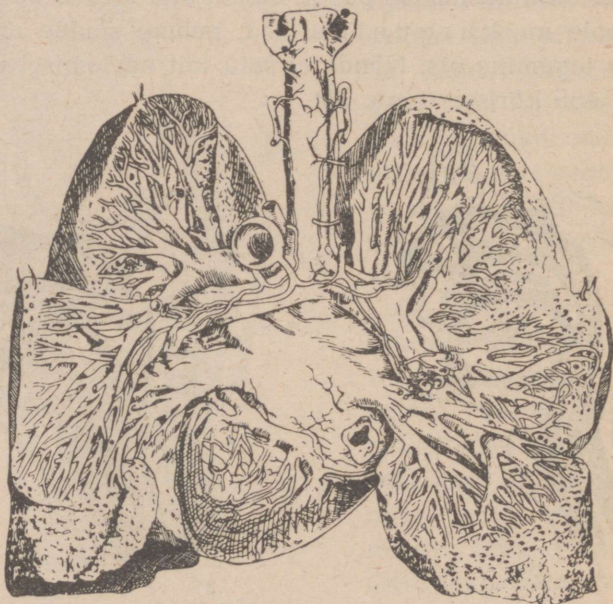


Joon. 36. Ninaneelu õõs ja kõri hingamisel (vasakul) ja neelamisel (paremal):
 1 — kurgunibu; 2 — kõrikaas; 3 — söögitoru; 4 — hingetoru;
 5 — toidutomp.

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

Õhk, läbides häälepilu, põhjustab pingulitõmmatud häälepaelte võnkumist. Seejuures tekivad õhus helilained nagu

viulikeele võnkumisel ja me kuuleme heli. Inimese hääle kõrgus muutub sõltuvalt häälepaelte paksusest, pikkusest ja pingest. Seega siis on kõri hääle-elundiks. Inimese sõnalise kõne juures on kõri kõrval suur tähtsus nina- ja kurguõõnel, keelel ja huultel.

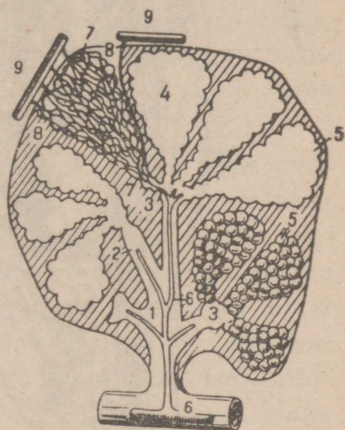


Joon. 37. Süda ja kopsud (tagantpoolt).
On näha harunevaid bronhe ja veresooni.

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

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

Kopsumullid. Peenimad bronhid, mille läbimõõt on umbes 0,5 mm, lõpevad k o p s u m u l l i d e rühmaga. Kui vaadelda kopsumulle väljastpoolt, siis on nad üle külvatud ümmarguste kühmudega. Seespool vastavad nendele kühmudele sopid — need on nõndanimetatud alveoolid ehk k o p s u s o m b u d (joon. 38). Kopsumullide seinad koosnevad ühest lamedate rakkude kihist, mille all asub peenimate veresoonekeste tihe võrk. Kopsumullides toimub gaasidevahetus vere ja kopsuõhu vahel, millist protsessi ei takista nende vahel asetsev õhuke kõluka (kopsumulli ja veresoone sein).

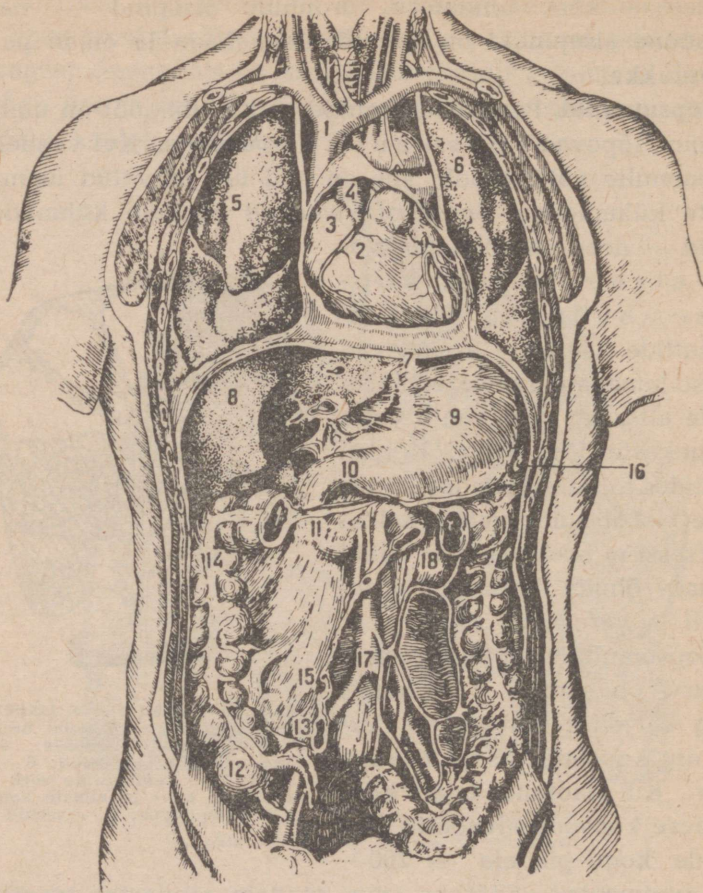


Joon. 38. Kopsu osake (skeem):
 1 — bronhid; 2 — väiksem bronh;
 3 — kopsumulli sissepääs; 4 —
 kopsumull; 5 — alveoolid; 6 — ar-
 teerid; 7 — kapillaaride võrk al-
 veoolides; 8 — peenimate kopsu-
 veenide algus; 9 — veenid.

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

§ 17. HINGAMISLIIGUTUSED.

Rindkere ja tema ruumala muutumine. Nagu teada, kujundavad rindkere roided, mis on tagantpoolt selgrootulidega



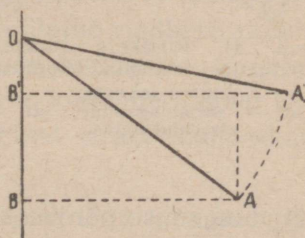
Joon. 39. Hingamis-elundite asetus rindkeres; samal joonisel on näha sise-elundite üldasetus:

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 — soolekeskmeh; 16 — põrn; 17 — kõhuaort, mis haruneb kaheks alajäsemeid toitvaks arteriks; 18 — vasak neer, mis on kaetud kõhukelmega; 19 — kilpnäär. Peensooled ja osa jämesooldest on eemaldatud.

liikuvalt liigestatud, eestpoolt aga kõhrede abil ühendatud rinnakuga. Kõhuõõnest on rinnaõõs lahutatud vaheseinaga, mis võlvitaoliselt tungib rinnaõõne poole. See on v a h e - l i h a s ehk d i a f r a g m a, mis servades koosneb lihaseist, kuna keskosa on tal kõõluseline. Rinnaõõne sisepind, samuti ka kopsude välispind on vooderdatud erilise sileda, kuid alati niiske kelmega — p l e u r a g a, 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, täites 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 algseisundi. Kokkuvajunud seisukorras on kopsud ka lootel ja äsjasündinud lapsel, kes veel ei hinga. Kuid lapse esimese hingetõmbega (nõndanimetatud esimese kisaga) täituvad tema kopsud õhuga, laienevad ja jäävad kogu eluks venitatud olekusse, olles tihedasti surutud rindkere seinte vastu.

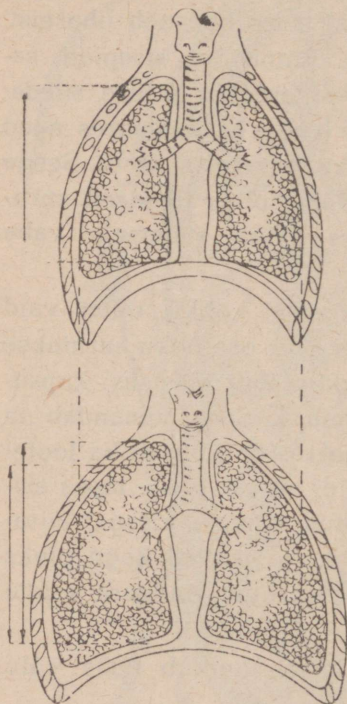
Diafragma lihaste kokkutõmbumisel muutub tema võlv lamedamaks, ja rindkere ruumala suureneb. Rindkere ruumala ei sõltu mitte diafragma, vaid ka roiete asendist. Roided eemalduvad selgroost viltusihis ülalt allapoole, suundudes algul külgedele poole ja siis ette. Roiete liikumise seose tõttu lülidega võivad roided vastavate lihaste kokkutõmbumisel kerkida veidi üles-



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

poole ja vajuda allapoole. Roiete tõusmisel rindkere läbimõõt suureneb, langemisel kahaneb.

Selles aitab meid veenda joonisel 40 kujutatud skeem.



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

Püstjoon tähendab selgroogu; O — roide ja selgroo liigese kohta, joon OA vastab langetatud roide asendile. Kui roie tõuseb ülespoole, siis võtab ta asendi OA¹. Seejuures punkt A, tõmmates kaare AA¹, eemaldub püstjoonest, mil põhjusel joon A¹B¹ on pikem joonest AB, teiste sõnadega: rindkere läbimõõt läheb roiete tõusmise puhul suuremaks.

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

väljahingamise põhjuseks on rindkere ruumala muutumine.

Rahulik ja sügav hingamine. Lõtvunud hingamisliahaste¹

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

puhul on roiete ja diafragma seisukord sama, nagu ta on rahulikul väljahingamisel. Rahulikul sissehingamisel diafragma lihased tõmbuvad kokku ja tema võlv muutub lame-damaks. Samal ajal tõmbuvad kokku ka roietevahelised ja selgrootülid ning roiete vahel olevad sissehingamisliha-sed. Seejuures roided tõusevad ülespoole, pingutades kõhri, mis neid ühendavad rinnakuga. Niipea kui sissehingamis-lihaste kokkutõmbumine lakkab, kumerdub diafragma kõhu-eiundite surve tagajärjel ülespoole ning roided vajuvad kõhre pinge tagajärjel allapoole. Nõnda siis rahulikul hin-gamisel töötavad lihased ainult sissehingamisel. Väljahin-gamine sünnib rindkere pöördumise teel endisesse seis-u-korda rõhumise tõttu diafragmale altpoolt ja ülespoolè tõm-matud 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 kokkutõmbu-mise tagajärjel, s. t. peamiselt kõhuseinte lihaste abil. Kõhu-lihased on oma ülemiste otstega kinnitatud rindkere alumise ääre külge. Seepärast tõmbavad nad lühenedes rindkeret allapoole. Peale selle nad vähendavad kõhuõõnt („kõht tõm-bub sissepoole“), sundides diafragmat enam kumerduma rinnaõõnde.

Kunstlik hingamine. Õnnetuste puhul, näit. inimese upp-misel või jälle lämmatavate gaaside mõjul, jääb hingamine sageli seisma. Et elustada säärast näiliselt surnut, tuleb talle kohe hakata tegema kunstlikku hingamist. Seda

toimetatakse mitmel viisil, kuid kõigi nende võtete sisuks on laiendada ja kokku suruda rindkeret 12—15 korda minutis. Rindkere laienemise puhul sünnib sissehingamine, kokkusurumisel — väljahingamine.

Hingamisliigutuste muutused. Teatud tingimustel, harilikult mõnede tsentripetaalsete närvide otste ärritamisel, seega siis reflektorse erutuse mõjul hingamine võib muutuda. Säärase hingamise muutusena esinevad köha, aevastus, naer, nutt. Kõigil neil juhtudel võtavad neist nähtustest aktiivselt osa häälepaelad. Nagu teada, võivad nad säärases asendis olla, et häälepilu on täiesti suletud. Köhimisel ja aevastamisel 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 tagumise osa) tõuseb ülespoole, tungib õhk suure jõuga suu kaudu välja, mille tulemuseks on köha.

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

§ 18. GAASIDEVAHETUS KOPSUDES JA KUDEDES.

Sissehingatava ja väljahingatava õhu koostis. Sissehingatav õhk erineb sellest õhust, mida me välja hingame. Kuna 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 peenemasse pooridesse. Nagu teada füüsikakursusest, nimetatakse seda nähtust **g a a s i d e d i f u s i o o n i k s**.

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

Gaaside difusioon sünnib ka vedelikus. Kui vedelikus on mõnd gaasi suurel määral ja õhus on seda vähe, siis väljub see gaas vedelikust ja läheb õhku. Meil on küllalt sääraseid nähtusi igapäevases elus. Näiteks sisaldavad karastavad jookid suurel hulgal süsihappegaasi, õhk sisaldab teda, nagu teada, vähe. Seepärast, kui valada kalja või limonaadi klaasi, võib näha, kuidas süsihape gaasimullidena sealt välja tuleb. Kui aga mõnd gaasi on ümbritsevas õhus palju, aga vedelikus on seda vähe, siis difusioon sünnib vastasuunas, 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 vähe- neb hapnikuhulk uuesti ja seetõttu võivad uued hapniku- annused 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 punaliblede kaaliumiga.

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

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

Vingugaasimürgitus. 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 vingugaasimürgitus vähendab vere hapnikusisaldust, ühtlasi rakkude ja kudede varustamist hapnikuga. Raskeil juhtudel vingugaasimürgitus võib tekitada teadvuse kaotuse ja põhjustada isegi surma.

§ 19. HINGAMIS-ELUNDITE TALITLUS MITMESUGUSEIS TINGIMUSTES.

Õhuvahetus kopsudes mitmesuguseis tingimustes. Samuti nagu vereringe-elundite töö ei jää ühesuguseks, vaid muu-

tub olenevalt tarbeist, nõnda ka hingamis-elundid 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, järelkult läheb õhuvahetus energilisemaks.

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

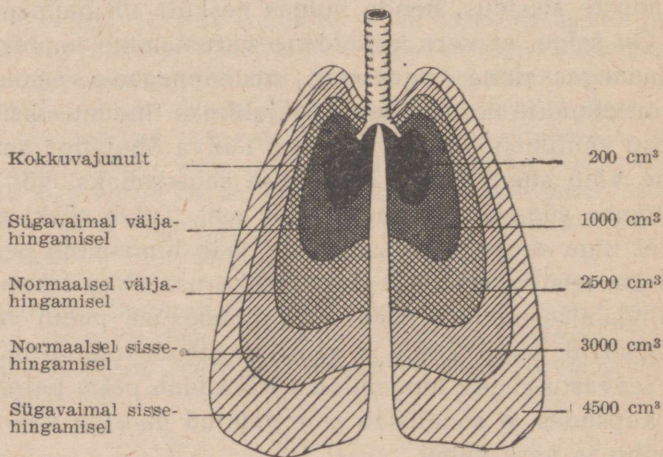
Kopsu ventilatsiooni, s. t. kopsu läbiva õhuhulga suurenemine võib sündida kas hingamise sagedamaks või iga hingetõmbe sügavamaks muutumise teel. Tuleb siiski märkida, et liiga suure sageduse puhul jääb hingamine pealiskaudseks, teiste sõnadega, ainult väike osa õhku läheb iga sissehingamise puhul hingamis-elundeisse.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

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

Seda õhku, mida me võime veel suruda kopsust välja pärast rahulikku väljahingamist, nimetatakse v a r u õ h u k s ;

selle ruumala on umbes 1500 kuupsentimeetrit. Seda õhku, mida me võime tuua kopsudesse (pärast rahulikku sissehingamist) sügava sissehingamisega, nimetatakse täienduseõhuks; 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 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 kopsude mitmesuguse laiilivenitamise ulatuse juures (diagramm).

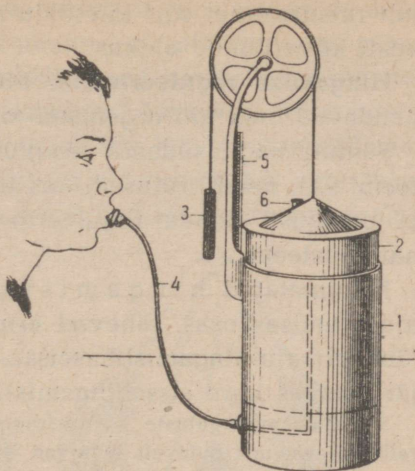
Spiromeetri abil toimetatud uurimised näitasid, et kopsude eluline maht on inimesel erinev. Harilikult kõigub see 3000 ja 5000 kuupsentimeetri vahel. Pärast sügavaimat

väljahingamist jääb hingamis-elundesse veel umbes 1000 kuupsentimeetrit õhku. See on nn. jääkõhk. Seega siis on kopsudes alati õhku ja järelikult võib gaasidevahetus toimuda katkestamatult.

Hingamislihaste arenemise tähtsus. Hingamis-elundite 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 kõssis hoiaku, nohu puhul) või kui haigestumise tagajärjel (näit. tuberkuloosi puhul) osa kopsu lakkab töötamast.

Suur tähtsus hingamislihaste arenemisel on võimlemis-harjutustel (eriti nn. hingamisvõimlemisel), jooksumängudel ja spordil vabas õhus (eriti aerutamisel, ujumisel, suusutamisel ja uisutamisel). Peab siiski tähendama, et mõned spordiliigid sugugi ei soodusta rindkere arenemist, vaid isegi häirivad hingamisliigutusi. Säärasesse spordiliiki kuu-



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.

lub 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 hingamis-elundite tööd närvisüsteem.

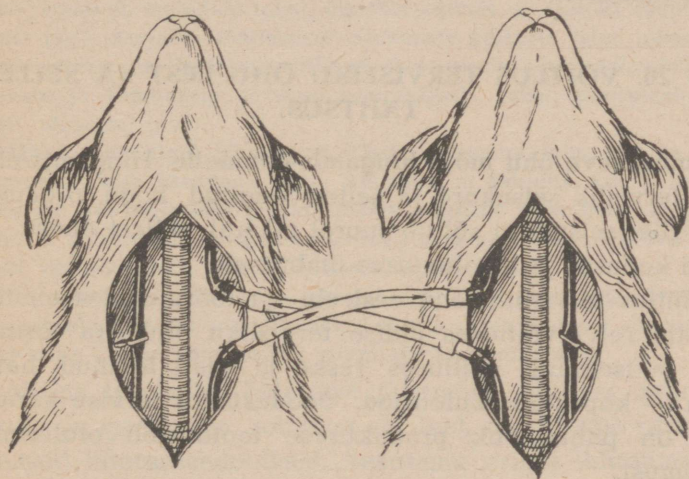
Niinimetatud hingamiskeskusest, mis asub peaaju alumises osas, lähevad erutused närvikiudude kaudu läbi seljaaju hingamislihasesse. Seejuures erutuvad kindlas järjekorras kord sissehingamis-, kord väljahingamislihased.

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

Hingamisliigutuste rütmi ja iseloomu võivad reflektorset 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 reflektorset hingamisliigutusi. Sel puhul refleksi alguseks tuleb pidada naha tundenärvide ärritust.

Süsihappegaasi 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 unearteri, mis viib verd pähe. Torude abil ühendati poolekslõigatud arterite otsad sel viisil, et esimese koera unearterist läks veri teise koera unearteri ja überpöördukt (joon. 44). Kui surume mõlemal koeral, kellel on nüüd eespool kirjeldatud ristlev vereringe, teise unearteri kinni, siis hakkab kumbki koera pea saama



Joon. 44. Katse ristleva vereringega.

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).

See katse tõendab näitlikult, et hingamiskeskus võib erutada vere mõjul. Edasised uurimised selgitasid, et seejuures on suur tähtsus veres leiduval süsihappegaasi hulgal. Mida rohkem koguneb verre süsihappegaasi (näit. kiire töö puhul ja lämbumisel), seda tugevamini erutab ta hingamiskeskust ja järelikult seda sagedamini ja sügavamalt toimuvad hin-

gamisliigutused. Ümberpöörduvalt, mida vaesemaks muutub veri süsihappegaasist (puhkeajal), seda vähemaks muutub hingamiskeskuse erutuvus ja hingamisliigutused muutuvad harvemaks ning nõrgemaks.

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

§ 20. VÕITLUS TERVISLIKU ÕHU EEST JA SELLE TAHTSUS.

Ümbritseva õhu mõju hingamis-elundele. Hingamis-elundite 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 puhas välisõhku seinte, uste, põrandade ja lae kaudu ning rikutud õhk läheb välja, osutub säärane loomulik õhustamine harilikult puudulikuks, isegi kui ruum on küllalt avar. Tuleb kasutada erilist korraldatud kunstlikku õhustamist.

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, söepannid jne. Sageli osutub suitsu- ja nõe-allikaks halvasti korraldatud kütmine (näit. ajutised raudahjud).

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

Eriti sageli rikub õhku tolmu. Palju tolmu tekib tihti mitmesuguste materjalide töötlemisel. Näit. tekib kivisöökaevandustes kiviõetolmu, kivitööstustes kivitolmu, mitmesuguste metallide töötlemisel metallitolmu (vase-, raua- jt. metallide tolmu), tekstiilvabrikuis — kiutolmu (puuvillast, villast jne.), harjaste töötlemisel peenimate kiukeste tolmu, tubakavabrikuis tubakatolmu. Iseäranis ohtlikud on tervisele kõvad tolmuühendid teravate ja hambuliste äärtega, nagu klaasi-, raua-, portselani-, graaniidi-, räni- jm. tolmu.

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

Plii, arseeni ja mõne teise mürgise aine tolmu, imendudes verre kas hingamis-elundite 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, tolmuaga 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 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 pari-

tuulega lasti kloor vaenlase poole. Sattudes vaenlase kaevikusse, külvab kloor kõikjal surma.

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

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

Lämmastavad ained vigastavad hingamis-elundeid, tekitades lämbumist, raskemal juhtudel verevoolu, oksendamist, teadvuse kaotust ja surma. Mõnda neist kasutatakse ka väljaspool sõjaasjandust. Näiteks tarvitatakse kloorgaasi vee desinfitseerimiseks koolera või kõhutüüfuse epideemia puhul. Suslikute tõrjeks kasutatakse väävelsüsinikku, milleks nende käikudesse topitakse väävelsüsinikuga niisutatud vatti ja suletakse augud; väävelsüsiniku aurud lämmatavad suslikud.

Nahkasööbivad 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.

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

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

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

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

Esmaabi ründeaine-mürgituse puhul. Kui kannatanu on suuteline veel kasutama gaasitorbikut, siis tuleb see viibimata talle pähe panna. Gaasitorbiku pähepanekut tuleb teha kiiresti ja osavalt ja seepärast tehakse juba varem tema kasutamise harjutusi. Gaasitorbiku pähe pannud, tuleb kannatanul võimalikult vähem teha liigutusi, et mitte suurendada hingamist.

Kui gaasitorbikut ei ole, tuleb kannatanul hingata märja käterätiku või riide läbi. Uhtlasi tuleb kannatanu võimalikult kiiresti ründeainetega mürgitatud piirkonnast eemale viia.

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

IV PEATUKK.

Toitumine.

§ 22. TOITUMISE TAHTSUS.

Toiteained ehitusmaterjalina ja energiaallikana. Igas elavas koes toimub rakuaine osaline lagunemine ja hapendumine. Nende lagunemis- ja hapendumisprotsesside puhul vabaneb see talletatud potentsiaalne energia, mille arvel organism töötab. Selle protsessiga seotud rakuaine kaotus peab taastuma uue aine omastamise teel, toiteainete moonumise 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 on neile seega ainsaks ehitusmaterjaliks ja samal ajal ainsaks energiaallikaks. Kui inimene katkestab toitumise, s. t. toiteainete varude täiendamise, siis toiteainete kulutamise jätkamisel ta läheb kõhnaks, kaal väheneb ja lõppude-lõpuks ta hukkub kurnatusest, teiste sõnadega — keha rakkude ja kudede eluks vajalike toiteainete puudusest organismis.

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

selgeks, kui suur tähtsus karjanduses on koduloomade õigel ja otstarbekohasel söötmisel. Et suurendada loomakasvatustliku majapidamise tulukust, edendatakse kõigis maades loomade söötmise teaduse arengut. Meie maal pööratakse tööraha toitumisküsimustele suurt tähelepanu.

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

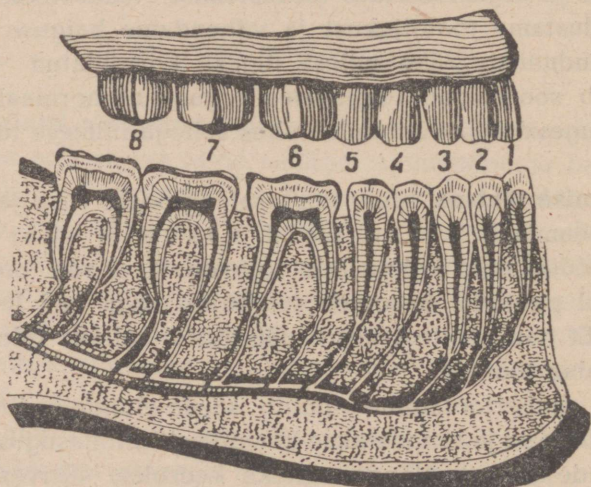
Seedimise tähtsus. Meie toit sisaldab peale vee ja soolade peamiselt valkaineid, rasvu ja süsivesikuid. Kõiki neid kolme liiki toiteaineid ei saa organism enamikul puhtudel kasutada sel kujul, nagu nad leiduvad toidus. Et nad sooltest verre pääseksid, selleks tuleb neid enne ümber töötada.

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

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

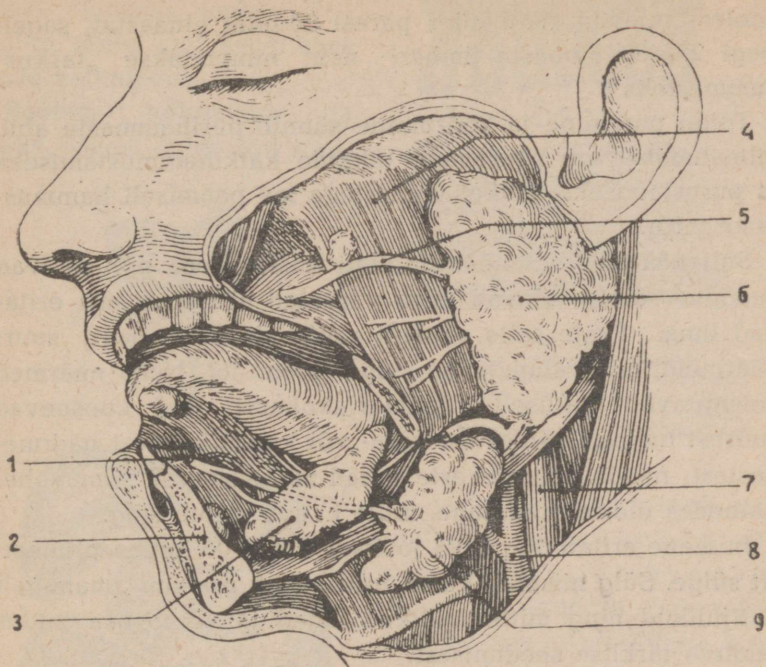
§ 23. SEEDE-ELUNDITE EHITUS.

Suuõõs. Hambad. Seedekanal alguseks on s u u õ õ s. Siin peenendatakse toit hammaste abil. Hambad on asetatud üla- ja alalõualuu erilistesse augukestesse. Hamba sisemuses olev pehme kude (säsi) sisaldab rikkalikult veresooni ja närve. Veresooned ja närvid tulevad hambaõõnde hammaste



Joon. 45. Inimese alalõua pikilõige:
1, 2 — lõikhambad; 3 — silmahambad; 4, 5 — väikesed purihambad; 6, 7, 8 — suured purihambad; 9 — tarkushammas; pikilõikel on näha, et hammaste sees on pehme hambakude, mis on rikkalikult varustatud närvide ja veresoontega.

juuri läbivate peente kanalite kaudu. Pehme koe ümber on väga tihe kude, mida nimetatakse *d e n t i n i k s*. Hamba krooni, s. t. lõualuust väljaulatava 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 pähklike närimine, külma ja kuumu toidu kiire vaheldumine



Joon. 46. Inimese süljenäärmed:

1 — lõualuuluse ja keealuse näärme juha suue suuõõnde; 2 — alalõua ristilõige; 3 — keealune näärre; 4 — mälumislihas; 5 — kõrvasüljenäärme juha; 6 — kõrvasüljenäärre; 7 ja 8 — veen ja arter; 9 — lõualune näärre.

(näit. jäätis pärast kuuma teed) jne. — võivad põhjustada hambavaaba rikkeid ja hamba pidevat hävimist.

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

Inimesel on 32 hammast, üla- ja alalõualuus igaühes 16 hammast (joon. 45). Iga lõualuu nelja eesmist hammast kutsetakse 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. Seda põhjustavad suuõõne seintes olevad väga väikesed näärmed, 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 moodustavad omavahel ühinedes üldise viimajuha, mille kaudu eritub sülge.

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

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

Magu. Magu on seedekulgla kõige laiem osa. Nii m a o l ä v i s kui k a m a o l u k u t i on harilikult suletud lihaskiudude kokkutõmbumise tagajärjel, mis asetsevad rõngastena söögitoru suubumiskohal makku ja soolte alguses. Toidu tombu läbimisel lihas lõtvub ja pääs avaneb. Mao limanahas on umbes 5 miljonit väikest nääret, millel 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 sool-



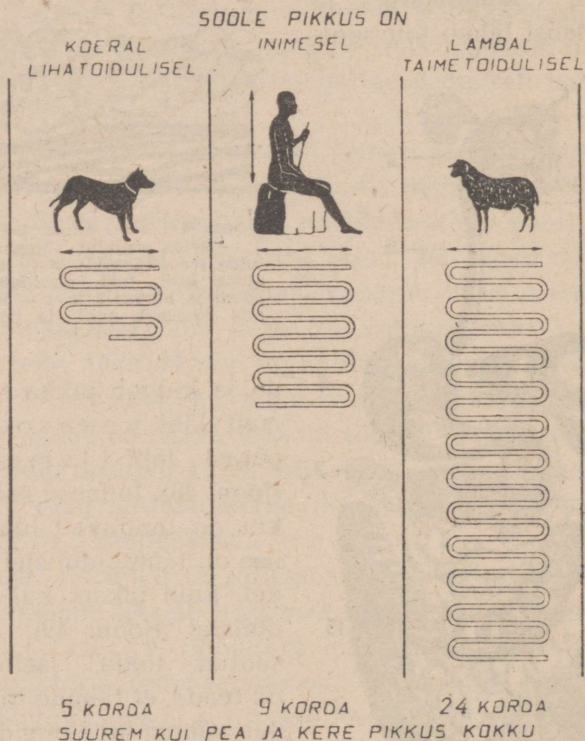
Joon. 47. Mao seina põikilõige: 1 — seina sisekiht (limanahk), on näha maonäärmed; 2 — limanahaalune kiht, mis sisaldab palju sooni ja närve; 3 ja 4 — lihaskiht, mis koosneb piki- ja põikilihaskiududest.



Joon. 48. Skeem, mis kujutab seede-elundite üldist asetust: 1, 2, 3 — süljenäärmed; 4 — neel; 5 — söögitoru; 6 — magu; 7, 8 — kõhunääre; 9 — maks; 10 — sapipõis; 11 — sapijuha; 12 — peensooled; 13 — pimesool; 14 — ussjätke; 15 — jämesool.

de ja kulgeb pikka teed esmalt läbi peensoole ja pärast läbi jämesoole (joon. 48). Inimese soole pikkus on tunduvalt lühem kui see on taimtoidulistel loomad, kuid pikem kui lihatoitudulistel (joon. 49). See on seotud toidu iseloomuga: on teada, et taimne toit sisaldab vähem toiteaineid ja seedib aeglasemalt kui loomne toit, seepärast tuleb taimtoitu võtta suuremal hulgal ja ta viibib kauemini sooltes. Seega võib soole pikkus olla üheks näiteks organismi kohastumisest olemasolu tingimustega.

Peensoole algosa kutsutakse kaksteistsõrmikuks. Kaksteistsõrmikusse suubuvad kõhunäärme- ja maksajuha d. Need mõlemad elundid nagu süljenäärmedki on



Joon. 49.

tihedasti seotud seedekanaliga, mitte ainult kui seedimisprotsessist osavõtjad, vaid ka oma arengu poolest: looteil tekivad nende elundite algmed seedimistoru sopiste kujul. Kõhunäärme on samasugune keeruliselt arenenud nääre nagu süljenäärmedki. 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 ühenduses seedimisprotsessiga. Muul ajal koguneb sapp s a p i p õ i d e.

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

Kui lahata äsjatapetud, või 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 sise-elundite lihaseid, koosnevad silelihasrakkudest ega alistu oma töös meie tahte. Need lihased tõmbuvad kokku aeglaselt ja lõtvuvad samuti aeglaselt, kusjuures ei tõmbu kokku mitte kogu sool, vaid ainult ta väike piiratud osa; kokkutõmme nagu liiguks aegamööda 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 algosa on p i m e s o o l. Pimesoole ülesanne ei ole seni veel küllaldaselt selgunud. On teada, et pimesooles, eriti mõnel loomal (näit. hobusel võib pimesool mahutada 30—40 l), toimub taimetselluloosi seedimine käärimise teel, mida tekitavad pisikud. Inimesel, võrreldes teda loomadega, eriti taimetoit-

lastega, on pimesool väga nõrgalt arenenud. Tema külge kinnitub peenike ussjätke, mille seintes leidub suur hulk lümfisõlmi.

Täiseas kasvab ussjätke ava sageli täiesti kinni. Inimese organismi elutegevuseks 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, selle tagajärjel inimene haigestub (apenditsiit ehk ussjätke-põletik). Niisuguseil juhtudel tuleb sageli teha operatsioon jätke täielikuks kõrvaldamiseks.

§ 24. FERMENDID.

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

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 fermentiks, s. t. käärrolluseks.

Nüüdisajal on kindlaks tehtud, et fermentid on keerulised orgaanilised ühendid, mida valmistavad elava organismi rakud, ja et fermentide osa organismi elus on üpris suur.

Mitte üksi seedimisprotsessid, vaid ka rõhuv enamus teisi keemilisi protsesse toimub organismis tingimata fermentide osavõtul.

Fermentide toime väljendub selles, et nende juuresolekul mõned keemilised protsessid tunduvalt kiirenevad; fermentide osavõtuta toimuvad nad äärmiselt aeglaselt. Tärkelis võib muunduda suhkruks ka ilma kangete hapete mõjuta ja kõrge temperatuurita, kuid selleks läheb tarvis väga pikka aega — kümned ja isegi sajad aastad. Fermendi olemasolul toimub tärklise muundumine suhkruks mõne minuti kestel.

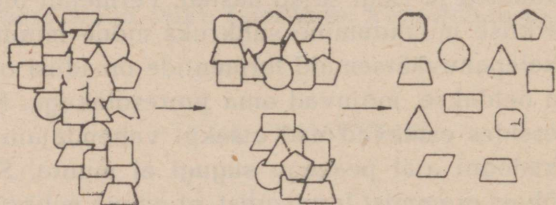
Üks tähelepanuväärsemad fermentide omadusi on see, et nad, nagu öeldakse, mõjuvad oma juuresolekuga. Keemilistes protsessides esinevad nad otsekui vahendajaina, nende hulk reaktsiooni ajal peaaegu sugugi ei muutu. Seepärast jätkubki ühest grammist fermentist, et muuta suhkruks kümned kilogrammid tärklist.

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

Soodsaimini toimivad fermentid keha temperatuuri juures. Temperatuuri langemisel fermentide mõju nõrgeneb. Keetmine põhjustab fermentide lagunemist. Seega siis fermentid 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 prot-

sesside saadustena, esinevad fermentid samal ajal nende protsesside vajalike osalistena ja tingimustena.

Seedefermendid. Seedemahlad sisaldavad terve rea mitmesuguseid fermente. Inimese sülje koostisse kuulub ferment ptüaliin, mis soodustab tärklise muundumist nn. linnasesuhkruks. 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.

Maomahlas leiduvaist fermentidest on põhiline tähtsus pepsiinil, mis soodustab valkainete lagunemist ja nende muundumist nn. albumoosideks ja peptoonideks.

Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis mõjuvad kõigisse kolmesse toidu tähtsamasse kooste-ainesse: valkudesse, rasvadesse ja süsivesikuisse. Ferment trüpsiin toimib valkudesse. Valkude lammutamine trüpsiini mõjul läheb palju kaugemale kui maos; siin tekivad mitte ainult albumoosid ja peptoonid, vaid ka edasise lagunemise saadused — amiinohapped (joon. 50). Teine kõhunäärmenõre ferment (diastaas) muudab tärklise suhkruks nagu ptüaliingi.

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

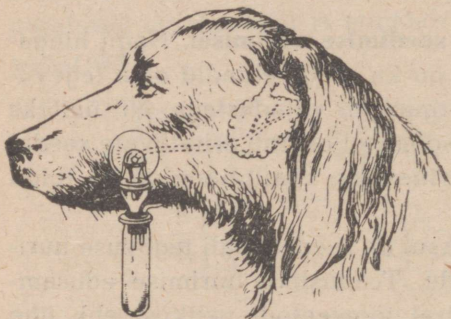
§ 25. SEEDE-ELUNDITE TÕO.

Fistlid ja nende tähtsus seedimise uurimisel. Nagu hingamis- ja vereringe-elundid, on ka seede-elundid 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 seedekanalite tegevuse uurimine saavutanud suurt edu. Teadusliku uurimise edusammud sõltuvad tähtsal määral töömeetodi valikust ehk ühe või teise nähtuse uurimisviisist. Leida õige tee küsimuse lahendamiseks, osata korraldada katsed 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 fistli (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 P a v l o v i l (1849—1936) ja paljudel ta õpilastel õnnestus niivõrd parandada ja täiendada mitmesuguste seedekanalite fistlite kasutamist, et nad

tekitasid töötulemusena täieliku pöörde seedimisfüsioloogias. Nad näitasid, et fistlite abil võib põhjalikult ja üksikasjaliselt tunda õppida seede-elundite 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.



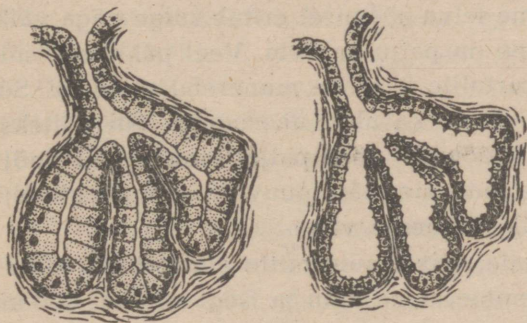
Joon. 52. Iminapp, mida kasutatakse inimese süljenõristamise uurimiseks.

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

Uurimised näitasid, et inimese ja loomade tähtsamad süljenäärmed eritavad sülge reflektorselt, s. t. vastuseks tsentripetaalsete närvide otste ärritustele, näit. maitse-, haistmis- ja teiste närvide otste ärritustele. Nagu teada, antakse niisugusest ärritamisest tekkinud närvierutus edasi kindlaise peaju 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 imuvad 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. Paremäl — pärast mahla eritamist on rakkude ruumala tugevasti vähenenud.

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

Seega tehti kindlaks, et sekretsioon, s. t. mahla nõristamine, pole lihtne kurnamistoiming või mõni muu puhtfüüsikaline nähtus; sekretsioon on füsioloogiline protsess, mis on seotud näärmerakkude aktiivse tegevusega, teiste sõnadega, see on protsess, mis on seotud näärmekoe ainevahetusega.

Mitmesuguseist süljenäärmeist eritav mahl ei ole ühesugune. Vähe sellest, isegi sama süljenääre eritab erineva koostisega sülge ja mitmesugusel hulgal, sõltuvalt ärrituse iseloomust. Kui koguda sülge, mis eritub pärast seda, kui suhu valada 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 tärglisele. Teiste saaduste (näit. puuvilja, kompekkide) 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 tule siiski arvata, nagu oleks süljenäärmete töö alati otstarbekohane.

Paljudel juhtudel ei vasta erituva sülje hulk ja koostis sugugi sellele, mida võiks oodata süljenäärmete otstarbekohase töö puhul. Nõnda näiteks eritub munarebu või piima sattumisel suhu sülge suure hulga fermentiga, mis mõjub tärglisele. Aga kas on see otstarbekohane? Ei sisalda ju munarebu ega piim tärglist ja näärme valmistatud ferment

osutub praegusel juhul täiesti liigseks. Võib tuua palju sääraseid näiteid süljenäärmete otstarbetu töö kohta.

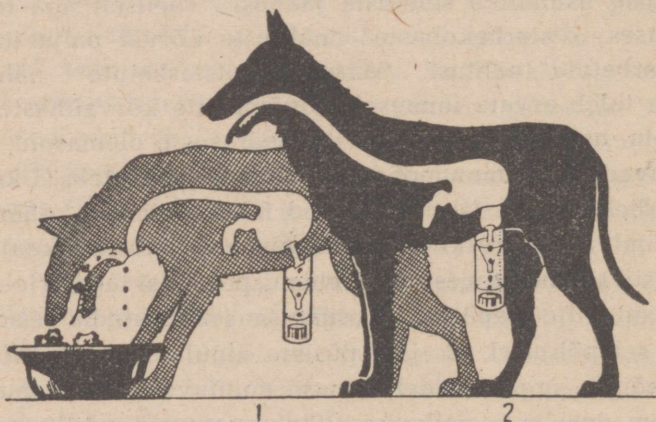
Kui idealistid kõnelevad „otstarbekohasusest“, siis on nad seisukohal, et iga nähtus sünnib „millegi tarvis“, mingi „varem määratud eesmärgiga“. Säärane vaade on religioossete tõekspidamiste päritoluga, see on meid ümbritsevate nähtuste usundlike seletuste jäänus. Tõeliselt aga leidub looduses „otstarbekohaste“ 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 on 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, mida suurel hulgal leidub 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 mõjub pinna poolt, tungib ainult järk-järgult ning seejuures väga aeglaselt toidumassi. Sel on suur tähtsus



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.

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

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 tähtsus haiguse diagnoosi tegemisel. Harilikult antakse inime-

sele, 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 reflektorselt. Edasised katsed näitavad, et maonäärmete töötamist ei põhjusta mitte üksi makku tulevate närvide erutused. Kui koera makku juhtida fistli kaudu toitu nõnda, et koer seda ei näe, siis hakkab mahla erituma, ehk küll kaugetki 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-rammu- leem, 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 tõestas Liidu õpetlane Razenkov katseliselt, et maomahla hakkab erituma ka siis, kui süstida mõnd ainet, ka liha-rammuleent, koerale verre või naha alla. Seejuures eritub mahla makku isegi närvide läbilõikamisel.

Kõik need katsed tõestavad, et maomahl võib erituda maonäärmete vahenditu erutamise teel mõnede keemiliste ainetega, 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 mahla eritama. Mahla eritumine kestab niikaua, kuni veel leidub veres erutusaineid. Seepärast hakkabki pärast söömist mahla erituma esmalt reflektorselt, kuna pärastpoole jätkub mahla eritumine mingite veres leiduvate erutusainete tõttu. Niisugune eritumine kestab mõne tunni.

Normaalseks seedimiseks on maomahla reflektorsel eritamisel suur tähtsus: sellega on seotud isutunne, ta kiirendab tunduvalt toidu seedimisprotsessi. Seepärast ongi arusaadav, et normaalse seedimise otstarbel peab toit olema maitsev, hästi valmistatud; vähe sellest, toitu tuleb pakkuda puhtalt, sest on teada, et ümbritsev olukord, samuti ka meeoleolu mõjutavad seedekulgla reflektorsel 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 tõmbuvad maoseinad lainetetaoliselt kokku, samuti nagu sooled. Seejuures toitpuder segatakse läbi ja saadetakse väikeste annustena soolde. Nagu teada, sisaldab maomahl soolhapet. Seepärast on maomahлага immutatud toitpudrul hapu reaktsioon.

Puutudes kokku soole limanahaga, põhjustab hape sooleseinas erilise aine — sekretiini tekkimist. See aine tungib verre ning kantakse kogu kehasse laiali. Sattudes koos verrega kõhunäärmesse, erutab ta seda ja sunnib ta hõogsalt tööle. Selle kõrval võib kõhunäärme nõre eritamine sündida ka reflektorselt, nagu sülje nõristaminegi.

Kõigi seedekanali osade töö kooskõla. Maoseinte, samuti ka kõhunäärme poolt eritatava mahla koostis ja hulk sõltub ärrituse iseloomust, teiste sõnadega, 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 lõhustatakse glütseriiniks ja rasvahappeiks. Seeditud toiteained imendatakse sooleseinte kaudu verre ja lümfi, kuna seedimata 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 hatas leiame peenimate veresoonte võrgu. Peale selle algab hatust

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 toidurasvatest: 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 satuvad imendunud amiinohapped ja glükoos kõige enne maksa. Liigne viinamarjasuhkur peetakse maksas ja isegi lihaseis kinni ja muundatakse eriliseks tärkliiseliigiks — loomatärglikseks ehk glükogeeniks. Tervete kohaselt muutub osa glükogeeni maksas tagasi suhkruks, mis uuesti saadetakse verre keha elundite ja kudede toitmiseks.

Süsvesikute varude kogumisest võtab osa ka kõhunääre. Ta valmistab erilist ainet (nn. insuliini), mis soodustab suhkru muundumist loomatärglikseks. Seda ainet ei saadeta näärme viimajuhasse ja järelikult ei satu ta soolde. See läheb vahenditult verre, mis kõhunäärmest nagu soolteski esmalt maksa voolab, ja alles siis 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 häire tagajärjeks võib olla, 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 või 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 muundumist valkudeks inimese ja loomade organismis ei toimu. Seda protsessi võib tähele panna ainult roheliste taimede juures.

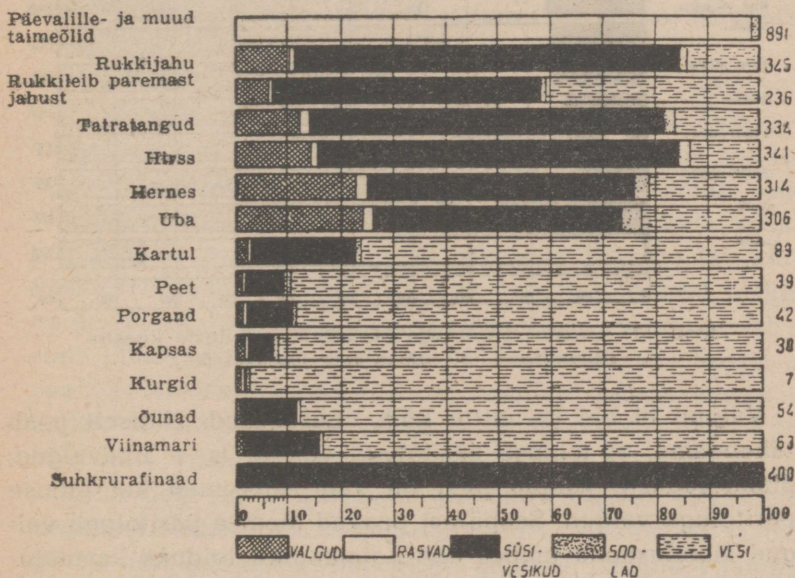
Mis puutub rasvadesse ja süsivesikuisse, siis võivad nad organismis (peamiselt maksas) teineteiseks muunduda. Seejärel võibki organism koguda rasva mitte ainult rasvase toidu puhul, vaid ka neil juhtudel, kui toit on rikas süsivesikuist (tähts, suhkur) ja vaene rasvadest.

Maks kaitsetõkkena. Peale osavõtu valkude, rasvade ja süsivesikute vahetusest, langeb maksale veel teine tähtis ülesanne. Tinutamata vasknõudest võivad paljate silmale nägemata vaseosakesed sattuda söömisel seedekanalisse, muutuda maomahla happe mõjul 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 koos roojaga.

§ 27. TOIDUSAADUSTE TOITEVÄARTUS.

Valkude, rasvade ja süsivesikute sisaldus. Üksikud toidu- saadused erinevad suuresti oma koostise poolest (joon. 56 ja 57). Uhed neist, näit. liha, sisaldavad palju valke, kuid



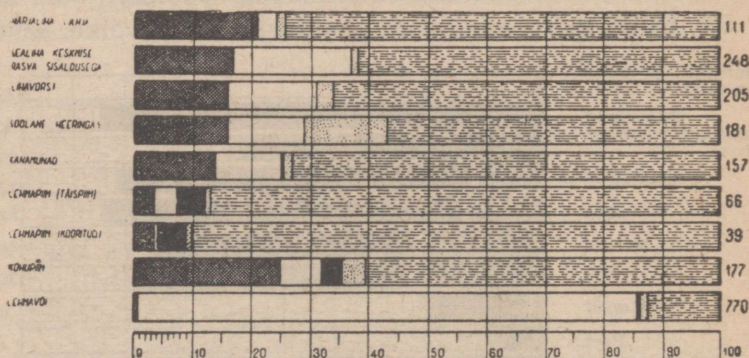
Joon. 56. Tähtsaimate taimse päritoluga saaduste koostis. Arvud paremal näitavad kalorite hulka 100 g saaduste kohta.

seevastu on nad vaesed süsivesikute poolest. Teised (kartul, puuvili, juurvili) koosnevad peaaegu ainult süsivesikuist.

Kolmandad (jahu, tangud) sisaldavad suure hulga süsivesi- kute 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 rasvatao- lisi aineid. Meie kehas kuuluvad need rasvataolised ained närvirakkude koostisse ja täidavad organismis suuri üles- andeid.



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

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

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 hukuvad.

Auramise teel naha ja kopsude kaudu, samuti 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 ühenditena naatriumi, kaaliumi, magneesiumi, kaltsiumi, rauda, fosforit, kloori, väävlit jt.

Kaltsiumi, fosforhapet, magneesiumi läheb tarvis lihaste, aju, luude ja teiste elundite ehitamiseks. Raud kuulub vere punaliblede koostisse. Kloornaatrium (keedusool) on tähtsaimad 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 loomad. 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 kasvamisel ja taastumisel. Seepärast peab kooliealiste ja väikelaste, rasedate naiste, imetajate emade ja rasket haigust põdenud ja paranejate isikute toit sisaldama vitamiine eriti rikkalikult.

Kaua aega ei õnnestunud tundma õppida vitamiinide keemilist ehitust, sest isegi vitamiinidest rikkaimais saadustes on neid äärmiselt vähe. Peale selle on enamik vitamiine vähepüsivad ained. Kõrge temperatuuri mõjul, päikesekiirte toimetel 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 vita-

miini 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 taimtoiduga 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 saaduste säilitamise kestus, samuti tema konservimisviis ja kulinaarne töötlemine.

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

Üksikuid vitamiine märgitakse ladina tähtedega.

Vitamiin A tekib loomade organismis kollasest pigmendist karotiinist, mida leidub paljudes taimedes. Eriti rikkad karotiinist on porgand, salat, spinat, hapuoblikas, lehtkapsas, kibuvitsamarjad ja söödataimedest ristikehin 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, rööskkoorevõi, munarebu ja mõned teised saadused. Täiskasvanud inimene peab saama öö-päeva jooksul umbes 3—5 mg vitamiini A või karotiini. Nende ainete puudumisel või mitteküllaldasel määral leidumisel toidus tekib nägemishäireid ja 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, pähkles, samuti kapsas, peedis, salatis, spinatis, porgandis, kreekides ja rosinais. Eriti palju vitamiine on õllepärmis. Loomseist saadustest on võrdlemisi rikkad vitamiini B poolest muna-rebu, kalamari, maks, neerud, süda, sink, piim. Oö-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 haiguse 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. Tera töötlemisel eemaldatakse harilikult ühes kestaga tera iduosa ja tulemusena saadakse hästi puhastatud, kuid vitamiinita saadus. Rukkiterades on vitamiin ühetasaselt jaotatud kogu teras.

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

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

Teine sama rühma vitamiin (vitamiin B₂) on ühe väga tähtsa fermenti tekkimise allikaks, mis kindlustab meie keha rakkudes normaalse 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 seede-elundite ja närvisüsteemi, eriti ta kõrgemate osade tegevust. 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, tomat, roheline sibul, rohelistes hernestes, sidrunis, apelsinides, mandariinides, sõstrais, maasikais, tikrites ja teistes taimedes. Üsna palju vitamiini C sisaldavad mõned õunasordid (näit. antonovka). Kuivatatud ja konservitud saadustes hävib vitamiin C täie-

likult või osaliselt. Öö-päevane vitamiini C tarvidus on 30—50 mg. Tema liiga vähesel määral leidumisel toidus areneb skorbuudihaiigus: kapillaaride seinad katkevad; nahas, limanahas ja sise-elundeis tekivad verevalumid, igemed paistetavad üles ja neist tuleb verd; luuüdi veretekitamise funktsioon häiritakse ning tekib verevaesus. Skorbuudihaiigus võib tuua surma.

Vitamiini D leidub kalarasvas, kala ja teiste loomade maksas, munarebus, rööskkoorevõis, piimas, kalamarjas. Teda peaaegu ei leidu taimesaadustes, kuid mitmes taimes leidub erilist rasvades lahustuvat ainet — ergosterooli. Kui ergosteroolile mõjuda päikese- ja eriti ultravioletsete kiirtega, siis muutub ta osaliselt vitamiiniks D. Nii taimsed kui ka loomsed saadused, mis sisaldavad ergosterooli, võivad kiiritamise teel rikastuda vitamiiniga D. Veel enam, 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 on häiritud 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 on häiritud loomal järglaste soetamise võime. Vitamiini E leidub lihas, maksas, piimas, munarebus, salatis, nisus ja teistes saadustes.

Toidusaaduste omastatavus. Toidusaaduste toiteväärtus sõltub mitte üksi nende koostisest, vaid ka sellest, mil määral organism o m a s t a b 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 ka imenduvad halvemini, kuna taimerakkudel, mis neid valke sisaldavad, on tihe kest raskesti seeditavast tselluloosist. Teiseks on see tingitud loom-

sete valkude koostise lähedusest inimese keha valkude koostisele.

Toidu kulinaarse töötlemise tähtsus. Peale selle sõltub toidu omastatavus 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 ei piirdu toidu kulinaarse töötlemise tähtsus eelmainituga. Paljud vitamiinid hävivad kergesti ühel ja teisel saaduste töötlemisel, näiteks konservimisel, kestval keetmisel. Lõpuks sõltuvad ka toidu maitseomadused, mil ei ole väike tähtsus organismile, samuti tema töötlemisest. Seega ei saa toiduvalmistamise viisides suhtuda sugugi 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 keskel. 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.

Mitmesuguste toiteainete põletamisel vabaneb 1 g põleva aine kohta 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 kokku võtta päevas söödud valkude, rasvade ja süsivesikute hulga, 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 2600—3000 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.

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
Raamatukõitja	3000
Rätsep ja õmbleja (kasutades jalaga õmb- lusmasinat)	3000
Tööline põllumajanduse viljakoristamis- töödel	3200
Tööline-metallist, maaler, traktorist	3300
Pesunaine	3400
Kaevur	3900
Sepp	4100
Müürsepp	4500
Kündja	5000
Puuraiuja	6000
Laadija	8000

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

Energiakulu näited sõltuvalt elukutsest on toodud tabelis (vt. eespool lk. 120). Vastavalt energiakulule peab toiduportsjon sisaldama kaloreid.

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 suurenemine 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,“ kirjutab Engels, „väljendada mõnd meisterlikku tööd kilogramm-meetris ja arvutada selle alusel töötasu.“ Seda katset luges Engels võimatuks. Sellest ajast on möödunud ligi 60 aastat, teadus on tunduvalt edasi jõudnud. Nüüdisaegne teaduste olukord kinnitab täiesti Engelse vaadet. Kuigi Engelse 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 töö ja selle tööga seotud energiakulul on küllalt tähtis osa tööprotsessis. Kuid mitte ainult lihased, mitte ainult närvisüsteem — kogu organism tervikuna, kõik ta elundid ja koed võtavad osa tööprotsessist. Sellest hoolimata näitab 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, millela 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 jääb osa toidusaadusi 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 kaalusid nälginud kassi lihased umbes ühe kolman-

diku võrra vähem, maks isegi kaks korda vähem kui esimesel kassil. Rasvkude oli täiesti kadunud; nälgunud 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 öelda, 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 kasvamisega. Mida noorem on laps, seda suurem on ta toitumistarve. 2—3 aasta vanune laps peab saama ühe kilogrammi kehakaalu kohta 80 kalorit, esimestel kuudel 90 kalorit ja isegi rohkem.

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

§ 29. ÜHISKONDLIK 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 otstarbekohasemat 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.

V PEATUKK.

Luude-lihastesüsteem.

§ 30. LUUDE-LIHASTESUSTEEMI TAHTSUS.

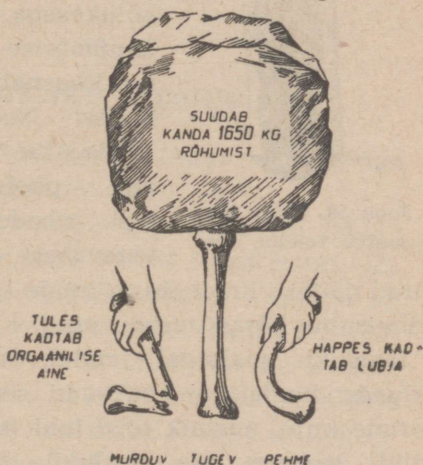
Iga elund, iga kude, iga rakk kehas täidab üht või teist ülesannet. Vaadeldud elundite, hingamis-, toitumis- ja vereringe-elundite ülesandeks on varustada organismi toiteainete ja hapnikuga. Hapniku ja toiteainete peatarbijaiks on lihased. See on ka arusaadav, sest lihased moodustavad vähemalt ühe kolmandiku 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 sise-elundile, 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. osseiinist, 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 pudeleb 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.

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

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



Joon. 59. Pikuti läbi-
saetud reieluu ots.

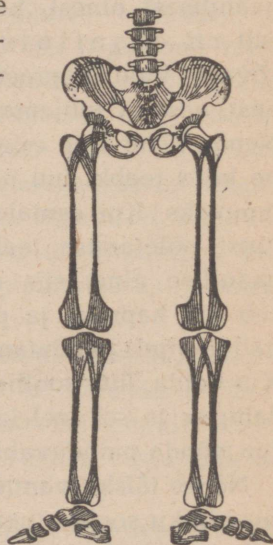
gitud näiteks luude kasy, luude kokku-
kasvamine pärast murdu jne.

Luustiku pikkadel luudel, näiteks
jalgade luudel, on paksude seintega
torude kuju, enamik teisi luid (roided,
lülid, suurem osa pealuid), samuti
nagu toruliste luude otsadki, koosne-
vad seest käsnaolisest massist, mil-
les on palju õhukesti lehekesi — luuõhi-
kuid (joon. 59). Säärase ehituse tagajär-
jel on luud kerged ja kogu luustik osu-
tub 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 painuta-
mise suhtes kui niisama jäme ja samast

muutuvad kõvemaks, kuid palju hapra-
maks. Seoses selle asjaoluga on aru-
saadav, miks raukadel kukkumistel ja
vigastustel palju sagedamini tekib luu-
murre.

Luu ehitus. Väljastpoolt on kõik luud
kaetud sitke, luuga kokkukasvanud
kõlukesega. See on luuümbris.
Luuümbrise aluskiht, mis asub luu vas-
tas, koosneb elavaist, tegutsevaist rak-
kudest. Need rakud on uue luuaine
tekitajaks. Need luuümbrise rakud sigi-
vad pooldumise
teel, nende elu-
tegevusest on tin-



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

materjalist massiivne kepp. Selle tagajärjel, 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).

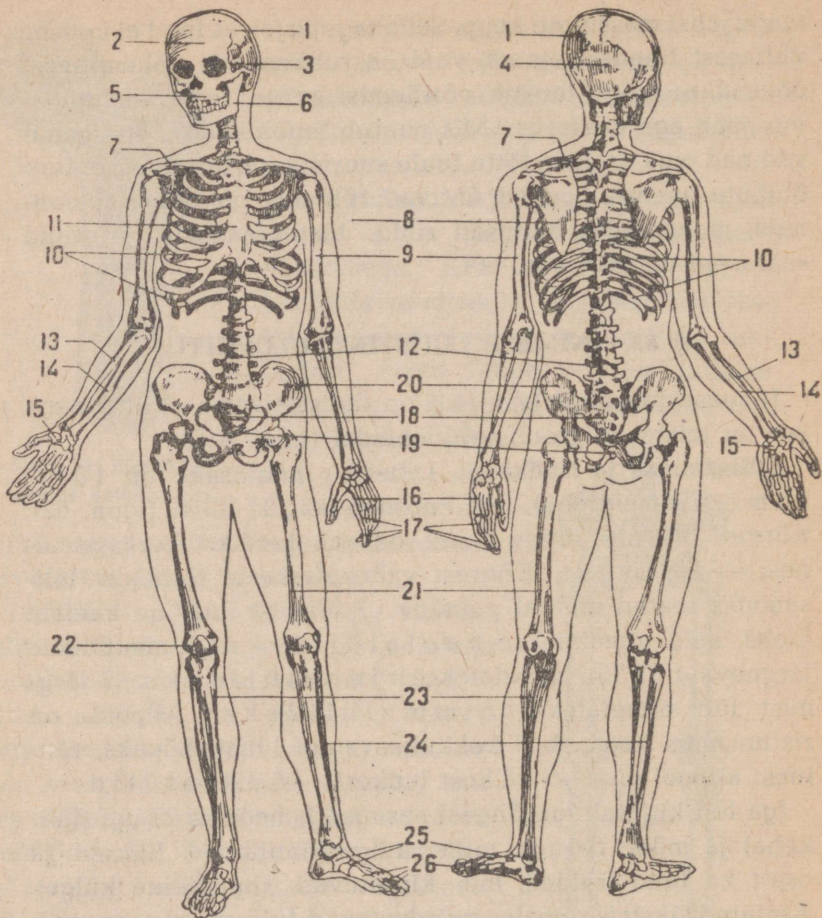
§ 32. INIMESE LUUSTIKU ULDEHITUS.

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

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

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

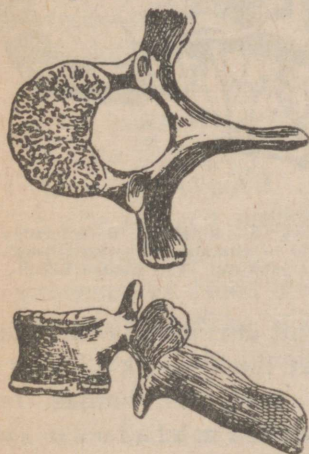
Rinnalülide juurest läheb mõlemale poole 12 paari nendega liikuvalt seotud roideid. Roiete eesmised otsad on kõhrede abil ühendatud rinnakuga. Roielist moodustatud rindkere kaitseb löökide ja vigastuste eest mitte ainult kopse ja südant, vaid ka kõhuõõne ülemise osa elundeid.



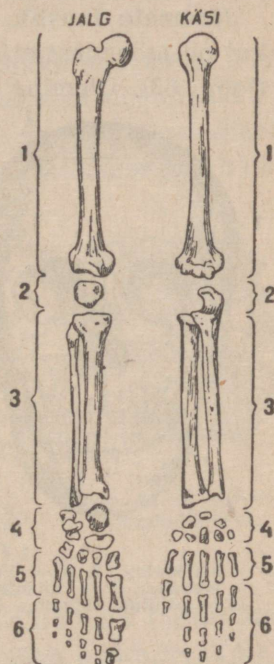
Joon. 61. Inimese luustik:

- 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 — küünarliu; 15 — ranne;
 16 — kämmal; 17 — sõrmeluid; 18 — ristluu; 19 — õndraluu; 20 — puusaluid;
 21 — reieluu; 22 — põlvekeder; 23 — sääreluu; 24 — pindluu; 25 — põiapära;
 26 — põialaba ja varvasteluid.

Õla- ja vaagnavööde. Selja ülemises osas asub kaks laperikku ja kolmnurkset luud — a b a l u u d, mis kinnituvad lülisamba ja roiete külge lihaste abil. Kumbki abaluu on ühendatud rangluuga, 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 õlavöötme luudeks. Abaluude siledais ümmargustes liigesõontes asetsevad käte õlavarte pead.



Joon. 62. Uksik lüli küljelt ja ülalt.



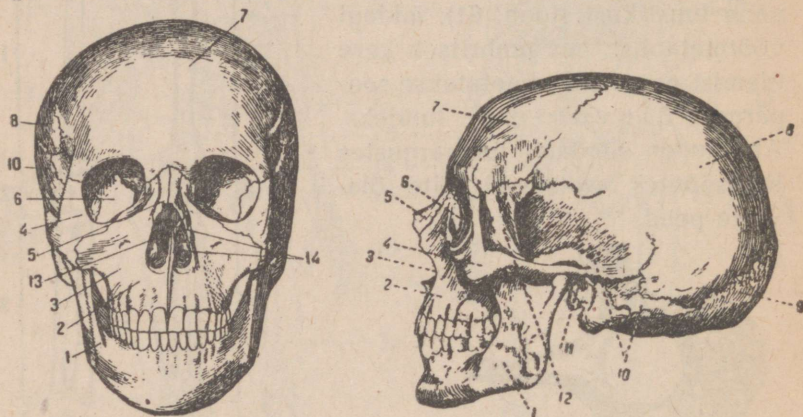
Joon. 63. Ülemiste ja alumiste jäsemete luud:

1 — reie- ja õlavarreluu; 2 — põlvekeder ja talle vastav küünarluu haru; 3 — säär ja käsivars; 4 — põiapära ja ranne; 5 — põialaba ja kämmal; 6 — varvaste ja sõrmede luud.

Kui õlavööde on ülemiste jäsemete vöötmeiks, siis alumiste jäsemete vöötmeiks on vaagnavööde. Vaagnaluud on liikumatult seotud lülisamba ristluuosaga. Lapsel

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

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



Joon. 64. Inimese kolju:

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

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 kämblaluu ja sõrmede luukesed. Neetsamad põhiosad leiame ka alumistel jäsemetel: 1) reis, 2) sääreluu, mis koosneb sääreluust ja pindluust, 3) põid. Pöias on pöiapära, pöialaba ja varvasteluud. Reis moodustab ühes sääreluuga põveliigese, mida eestpoolt kaitseb põlvekeder.

Pealuustik (kolju). Kolju koosneb ajukoljust ja näoludest (joon. 64). Ajukoljus asub peaaegu.

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

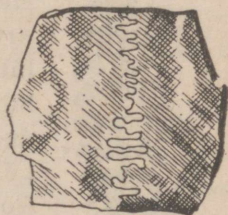
Kuigi koljuluud ei ole üksteisega kokku kasvanud, nagu näiteks vaagnaluud, on nad siiski omavahel ühendatud liikumatult: ühe luu hambad asetsevad teise luuääre lõikeis (joon. 65). Niisugust luude ühendust nimetatakse õmbluseks.

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

Kolju kujutab karpi, mis kaitseb peaaegu vigastuste eest; näoluid moodustavad luust aluse hingamis- ja seedeelundite ülemise osa tarvis.

Ülalõualuud (2, joon. 64) ja suulaeluud moodustavad nn. kõvasuulae, mis on nina- ja suuõõne vaheseinaks. Need luud ühes ninaluudega (5) on ninaõõne külgeinteks. 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 nina-karbikud. 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.



Joon. 65. Koljuluude liikumatu seos.

Inimese keha püstine asend. Inimese luustiku põhierinevused, mispoolest ta lahku läheb 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?



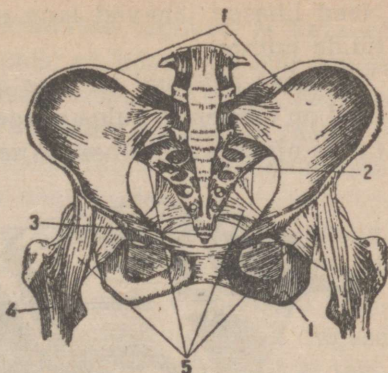
Joon. 66. Inimese lülisammas.

Kere ja pea tugi — lülisammas — on loomadel peaaegu täiesti sirge, kui me ei võta arvesse kaela kõverdust ja seda, et sabaülid 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 põidade vahel, kandadele lähemal. Niisugune raskuse keskpunkti asend kergendab tunduvalt kahel jalal käimist; peale selle teeb lülisamba kõverdus ta kerkseks ja hulga painduvamaks: temal asub pea nagu vedrul; see kaitseb pead põrutuste eest käimisel, jooksmisel ja hüppamisel.

Püstikäik on mõjutanud ka inimese vaagnaluude kuju. Inimese vaagen on lai, laiema kui loomadel ja kausikujuline (joon. 67). Kerge on mõista, miks see on nõnda. Loomadel toetub kõhu sisikond kogu raskusega kõhuseintele, inimesel vaagnaluudele. Nii on ka inimese vaagnaluude kuju seotud püstikäimisega.

Eriti tugevasti mõjutab keha vertikaalne seis käte luustiku ehitust. Kui võrdleme inimese esijäset loomade esijäsemega, siis märkame inimese liigeste suuremat liikuvust, laia käelaba 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“.



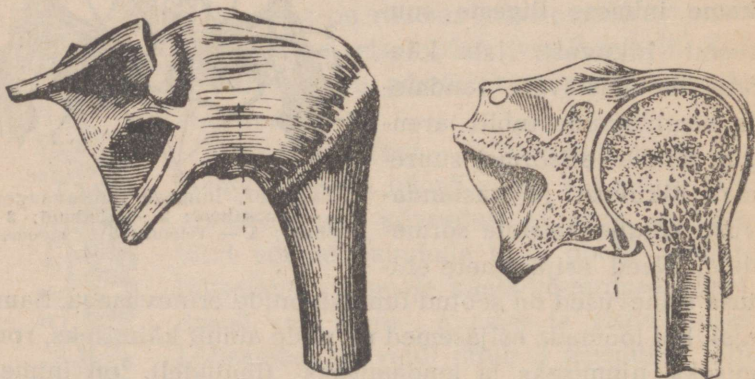
Joon. 67. Inimese puusavaagen:
1 — puusaluud; 2 — ristluud; 3 —
õnnar; 4 — reieluud; 5 — sidemed.

Töötegemine ongi 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 kätega, 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 suurem kui koljuluudel. Rasked näoluud kisuvad pea allapoole. Kui arvata juurde loomadel arenenud lõualihaste 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. Paremäl 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 võib liigutusi teha igas suunas.

Liigese ümber on pinguli tõmmatud tugevad ja kerkсед kõõluselised sidemed. Igaüks neist on kasvanud ühe otsaga ühe liigese luu külge, teise otsaga teise luu külge. Säärase ehituse tõttu on liigese pinnad tihedasti teineteise vastas.

Peale niisuguste sidemete on iga liiges ümbritsetud kõõluselise liigese kihnuga nagu kotiga.

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

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

§ 34. LIHASTE EHITUS JA TÖÖ.

Lihasekoe erutuvus ja kokkutõmbuvus. Kui elavat kude ärritada elektriga, happega või tekitada talle mehaanilist vigastust (piste, löök), siis tekib koes 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 öel-

dakse, kokkutõmbumise ga. Kokkutõmbumisvõimes väljendubki lihaskiudude erutuvus.

Lihaskoega oleme juba mitu korda tegemist teinud. Me nägime, et lihaskude leidub suuremas osas sise-elundeis. Siiski on meil juba teada, et sise-elundite lihased erinevad oma ehituselt luustiku lihaseist. Luustiku lihaste kiud on hulktuumalised „laatrakustikud“ (süntüütsiumid). 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. seede-elundite lihaseil, on 100 ja isegi mitusada korda suurem.

Sise-elundite hulgast koosneb ainult südamelihaseid vöötlihastest kiududest. Nad erinevad siiski mõnevõrra oma kuju poolest luustiku lihaste kiududest. Südamelihaseid tõmbub

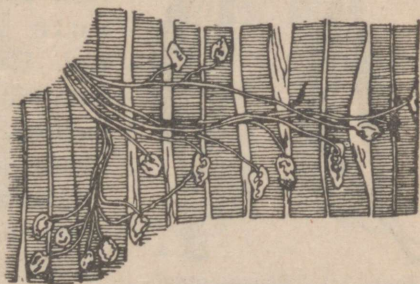
kokku hulga kiiremini kui silelihased, kuid aeglasemalt luustiku lihaseist.

Lihaste kinnitumine luude külge. Kui vaadelda luustiku lihast, mis on täiesti eraldatud luudest, siis võib märgata, et ta on pinnalt kaetud õhukese kerkse kõlukesega. Otste pool läheb lihas üle väga sitkeks valgeks paelaks — kōõluseks. Kõõluste otsad on kasvanud luuümbriste külge.

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

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

Närvierutus lihase normaalse ärritajana. Lihast 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.



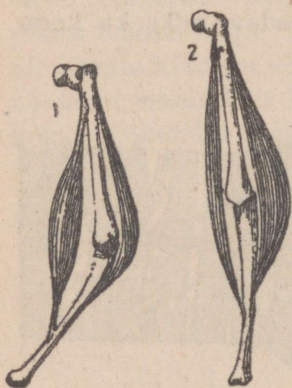
Joon. 70. Närviharukesed, mis lähevad üksikute lihaskiudude juurde.

Normaalselt hakkavad elava looma luustiku lihased 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 reageerib iga kiud 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.

Liikumised liigestes. Iga lihas on kinnitatud 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



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

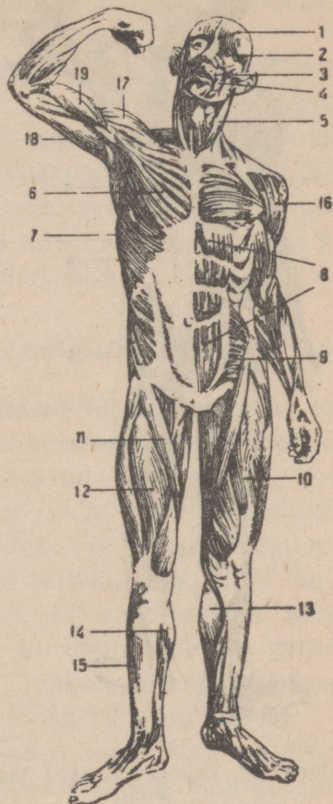
1 — lihase kokkutõmbumine, mis painutab liigest; 2 — lihase kokkutõmbumine, mis sirutab liigest.

painutamine ja sirutamine kahe vastupidi tegutseva lihase abil (joon. 71). Niinimetatud kahepeane lihas (biceps) pai-

nutab liigest, kuna õlavarreluu tagapinnal asetsev kolmepeane lihas sirutab teda.

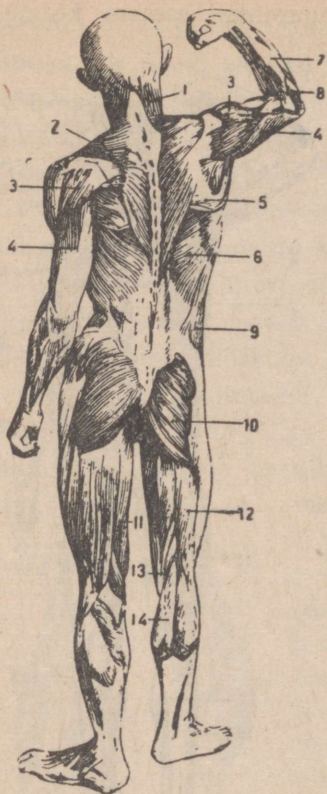
Joon. 72. Inimese lihased eestpoolt:

1 — laubalihas, mis tekitab laubanahtle põikikortse; 2 — silma sõõrlihas, mis suleb silma; 3 — suu sõõrlihas, mis suleb suu; 4 — mälumislihas (ühes teiste lihastega võtab osa mälumisliigutustest); 5 — rinnakurangu-rinnalihas (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 põikilihas (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 säärepõialigest, s. t. pöörab põia esimest osa allapoole ja tagumist osa ülespoole, toimetab tõusmist kikivarbaile); 15 — eesmine sääreluulihas (sirutab säärepõialigest); 16, 17 — deltalihas (tõstab kätt); 18 — kolmepeane lihas (sirutab kätt küünarliigendis); 19 — kahepeane lihas (painutab kätt).



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 kombinatsioonis korruga, nagu see on enamikul juhtudel. Meie liigutuste mitmekesisus on seotud mitmesuguste lihaste üheaegse kokkutõmbumise kombinatsioonide mitmekesisusega. See-



Joon. 73. Inimese lihased tagant-
poolt:

1 — kaelalihased (võtavad osa pealiigutustest); 2 — trapetslihas (tõmbab abaluu lülisambale lähemale); 3 — deltalihas; 4 — õla kolmepeane lihas; 5 — abaluu; 6 — lai seljalihäs (pöörab käe sissepoole ja viib ta tahapoole); 7 — ümarlihas (painutab käemalt); 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 — sääremarjalihäs.

juures 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 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 kõhulihasid 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. Seepärast, 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 **d ü n a a m i l i s e k s**.

Tööd, mis ei ole seotud liikumisega, näiteks raskuse hoidmine sirutatud käes, nimetatakse **s t a a t i l i s e k s**. 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 VASIMUS.

Lihaste normaalse tegevuse tingimused. Töötav lihas vajab hapniku ja toiteainete juurdevoolu, samal ajal peavad temast eemalduma lagunemis- ja hapendumissaadused. Seejärel ongi lihaste normaalse töö vajalikuks tingimuseks vereringe-elundite küllaldane talitus 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 hooga töö puhul temasse üha rohkem rakkudele kahjulikke aineid. Kogunedes lihasesse nad pidurdavad tema elutegevust ja võivad põhjustada lihase täielikku jõuetust.

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

Keegi õpetlane tegi järgmise katse. Ta kinnitas väljalõigatud konnalihase külge koormise ja sundis lihast-läbiva elektrivoolu sisse- ja väljalülitamise teel lihast seda koormist tõstma. Mõne aja pärast muutusid lihase kokkutõmbumised kord-korralt vähemaks ning lõpuks lakkasid: lihas väsis ära. Kui aga läbi lihase veresoonte lasti hapnikuga küllastatud füsioloogilist lahust, mis viis kahjulikud lagunemissaadused endaga kaasa, taastus lihase töövõime ja lihas hakkas uuesti elektrivoolu toimel kokku tõmbuma ja koormist tõstma. Muidugi ei tule arvata, nagu seisneks siin kogu asi lagunemis- ja hapendumissaaduste kogunemises lihastesse. 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 tööritmi võimaldab südamele töötada väsimatult. Uksikute kokkutõmbumiste vaheajal tarvitatud ained asendatakse ja lagunemissaadused 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 lihasarühmade kokkutõmbumine vaheldub korrapäraselt nende lõtvumisega. Töö suhtes on säärasel liigutuste rütmil suur tähtsus.

Kui mõne lihase või lihasarühma töö toimub katkestamatult, siis järgneb kiiresti nende järsk väsimus. See asjaolu ongi põhjuseks, miks on nõnda raske külje poole sirutatud käel hoida isegi mõnd väikest koormist. Käelihased väsivad väga ruttu ja kõigist püüdeist hoolimata hoida kätt

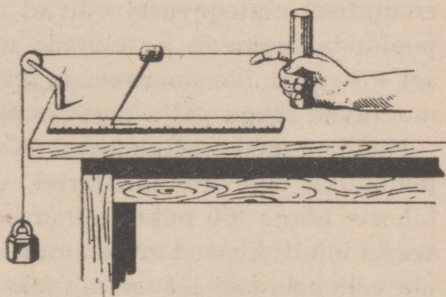
samas asendis vajub ta siiski alla. Sama koormist võib tõsta ja langetada kehtvalt erilise pingutuseta. Siis tõmbuvad lihased kokku rütmiliselt, puhates kokkutõmbumiste vaheaegadel.

Sama tööd võib teha kiiremini või aeglasemalt: teiste sõnadega, tema rütm võib muutuda. Rütmi aeglustamisel väheneb tehtud töö hulk; rütmi kiirendamisel tööhulk kasvab. Väga suur rütmi kiirenemine võib põhjustada lihase väsimust ja siis tööhulk mitte ainult ei kasva, vaid seevastu võib järsku väheneda.

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

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

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



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

§ 36. 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 tegevusetas olekus. Seejuures vere suurendatud juurdevool tööta-vasse lihasesse toob talle toiteaineid küllaldasel määral. Töötavate lihaste energilise elutegevuse tulemuseks on nende ruumala suurenemine, paisumine. Peale selle lihaste energilisel elutegevusel võivad neis olevad 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 ainult ei kasva, vaid nende ruumala väheneb, nad jäävad nõrgaks.

Lihaste energiline töö ja küllaldane puhkus on lihaste-süsteemi õige arenemise vajalikud tingimused.

Ühes sellega tugevdab lihaste töö hingamis- ja vereringe-elundite talitlust ja järelkult rindkere lihaseid ja südame-lihast. 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.

VI PEATUKK.

Eritus.

§ 37. 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.

Nende 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 teissugune. Valgud, nagu teada, on väga keerulise ehitusega ja koosnevad samuti süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Kuid peale selle leidub nende koostises tingimata lämmastikku ja väävlit, väga sageli fosforit ja mõnesid teisi elemente. Valkude lagunemisest ja hapendumisest organismis tekivad peale süsihappegaasi ja vee lõppude-lõpuks veel kusiaine ja kusihape, millest mõlemad sisaldavad lämmastikku, ja siis veel väävel-

happe- ja fosforhappe-soolad ja mõned teised sageli mürgised lagunemissaadused.

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

Eritus-elundeiks on neerud ja nahk. Meil on juba teada, et süsihappegaas eemaldatakse kopsude kaudu. Mis puutub aga teiste kahjulike elutegevuse saaduste eemaldamisele, siis toimub see eriliste eritus-elundite — neerude ja osalt naha kaudu.

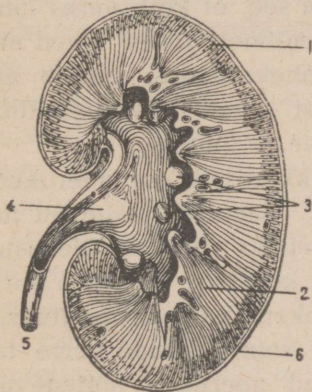
Kõik elutegevuse kahjulikud saadused peale süsihappegaasi eritatakse vees lahustunult. Vesi on seega neerude ja naha eritiste peamine koosteos. Seega siis vesi, millel on üldse täita määratu suur ülesanne inimese organismi elus, viib peale selle kehast välja elutegevuse kahjulikud saadused.

§ 38. KUSE-ELUNDITE EHTUS JA TÖÖ.

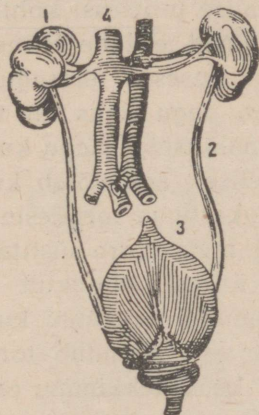
Neerud ja nende talitus. Neerud asuvad kõhuõõne tagumises osas mõlemal pool lülisammast. Nad valmistavad ja eritavad kusi. Kusi koosneb veest, milles on lahustunud kusiaine, kusihape, mõned soolad ja muud lagunemissaadused. Kui lõigata neer pikuti pooleks, siis võib näha kaht kihti: väliskiht on tume, sisekiht hele (joon. 75). Väliskihis võib näha luubi abil palju tumedaid täppe. Need on kapillaaride päsmakesed. Iga päsmake asub väikeses õõnes — kihnus. Kihnust algavad peened torukesed. Ühinedes üksteisega läbivad nad neeru sisekihi ja suubuvad siin erilisse õõnde, mida nimetatakse neeruvaagnaks. Kusi tekib kihnudes ja neis torukeste osades, mis asuvad neeru välis-

kihis. Tekkiv kusi voolab neerutorukeste kaudu neeruvaag-
nasse ja sealt läheb ta kusejuhadesse (joon. 76).

Kusepõis. Kusejuhade kaudu voolab kusi kusepõide.
Selle seintes on lihased. Põie viimaavas on sulgurlihas. Nii-
pea kui sulgurlihas avab väljapääsu, tõmbuvad seinte liha-
sed kokku ja saadavad temast kuse kusiti kaudu kehast
välja.



Joon. 75. Neeru pikilõige:
1 — koorkiht; 2 — sisekiht;
3 — näsad, milles avanevad
kusetorukesed; 4 — neerua-
vaagen; 5 — kusejuhade; 6 —
kest.



Joon. 76. Kuse-elundid:
1 — neerud; 2 — kusejuhade;
3 — kusepõis; 4 — veresoo-
ned (arterid ja veenid).

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

Ei ole midagi imestada, et mõned õpetlased püüdsid sele-
tada kuse tekkimise protsessi ainult füüsikaliste seaduste
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 juhvad teadust valeteedele. Varem või hiljem lükkavad teaduses kogutud faktid ümber sääraseid katsed ja näitavad selgesti, et füsioloogilist protsessi ei saa pidada füüsikaliseks ja keemiliseks protsessiks. See väide maksab täiesti ka kuse tekkimise protsessi kohta. Juba see, et kõik veres lahustunud ained ei lähe kusesse ja mitmesugused ained ei lähe verest kusesse ühesugustes 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 toruketes muutub tekkinud kusi rohkem kontsentreerituks, sest et osa vett imendub torukeste seinte kaudu verre tagasi. Kuna kuse tekkimine on seotud neerukoe elutegevusega, siis on selge, mispärast kuse koostis täielikult erineb vere koostisest.

Vitalistide seletus elunähtuste kohta. Tuleb siiski märkida, et ebaõnnestunud katsed seletada elunähtusi lihtsustatult ja pidada neid füüsikalisteks ja keemilisteks nähtusteks, andsid uut hoogu nn. vitalistidele. 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.

Teaduse ülesandeks on elavate rakkude elutegevuse seaduste uurimine, ilma et ta neid seadusi lihtsustaks või var-

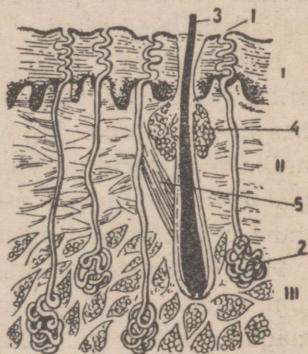
jaks väljamõeldistega mitte midagi selgitavast saladuslikust „elujõust“.

§ 39. NAHK.

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

Nahas on kolm kihti (joon. 77). Naha ülemine kiht, nn. marrasknahk koosneb surnud, sarvestunud rakkudest, mille all asub elavate rakkude kiht. Need rakud poolduvad pidevalt, kusjuures osa tekkinud rakke aegamööda sureb, tekitades uusi sarvestunud rakkude kihte nahapinnalt pudenenud rakkude asemele. Marrasknaha alumisse kihti võib koguneda, eriti päikesekiirte mõjul, pigment, mis nahale annab teatud värvuse.

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 ümbritseb ühtlaselt kogu keha. Pärisnahk sisaldab rikkalikult vere- ja lümfisooni. Siin asuvad ka närvide otsad, karvade juured, rasu- ja higiäärmed.



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

Kolmas kiht koosneb rasvkoest, mida nimetatakse nahaaluseks rasvpadjandiks. Nahaalune padjand kaitseb sise-elundeid vigastuste eest ja vähendab soojust 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 asuvad 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 kõigis teistes elundis, esinevad keha mitmesuguste piirkondade reflektorsed mõjud.

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

Higi koosneb veest, milles on lahustunud veidi tahkeid aineid: kusiainet ja teisi lagunemissaadusi, keedusoola jt.

§ 40. NAHA JA HIGINÄÄRMETE ULESANNE KEHA TEMPERATUURI REGULEERIMISEL.

Eritus-elundina on nahal neerudega võrreldes teisejärguline tähtsus. Selles ei ole raske veenduda, kui meenutame,

et külma käes ja keha rahulikus olekus higi eritumine järsult väheneb.

Keha temperatuuri püsivus. Palju tähtsam on higi eritamine meie keha püsiva temperatuuri säilitamiseks. Kõigil on teada, et terve inimese keha temperatuur on alati palavuse kui ka külma käes samal kõrgusel: 36° -st 37° -ni (kaenla all mõõtes). Samal ajal tekib kehas lagunemis- ja hapendamisprotsesside tagajärjel pidevalt soojust. Eriti palju soojust tekib lihaste intensiivse töö puhul. Näib, et meie keha peaks kiiresti muutuma liiga kuumaks, mille tagajärjel vere ja rakkude valkained kalgastuksid ning tuleks surm. Kuid niisama pidevalt, nagu tekib soojust, sünnib ka tema kaotamine keha pinna, see on naha kaudu. Nahk puutub kokku ümbritseva õhuga ja annab talle keha soojust edasi, nagu köetud ahju pind annab soojust ära.

Kuidas on siis nahk kohandatud sellega, et keha ei jahuks 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?

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

Voolates nahka, soojendab veri 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 esineb ka lihaste töö puhul, kui tõuseb vajadus soojust suuremal määral ära anda: nahasooned laienevad, verevool nahas suureneb ja soojuse äraandmine kasvab.

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

Alkohol halvab soonteahendajaid, veresooned jäävad laienenud olekusse hoolimata ümbritsevast madalast temperatuurist, teiste sõnadega, häiritakse loomulik 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 külma ilmaga hõlmad laiali, uinub rahulikult pakase käes. Samal ajal aga soojuse suurenenud kaotuse tõttu joobnu keha temperatuur langeb, mõnikord isegi mõne kraadi võrra. Keha temperatuuri langus nõrgendab organismi elutegevust, suurendab vastuvõtlikkust haigustele ja võib tuua surma. Seega 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 suurenenud töö puhul. Eritunud higi aurab keha pinnalt. Kuuma ilma puhul võib lihaste intensiivse 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 niiskes õhus higi ei aura ja jääb nahapinnale ning soojuse äraandmine osutub

puudulikuks. Niisuguseil juhtudel võib tekkida organismi ülekuumenemine. Külma õhku võib kergemini välja kannata vähese niiskuse puhul. Asi seisneb selles, et niiske õhk juhib soojust paremini kui kuiv. Seepärast tõuseb niiske ja külma ilma puhul soojuste kaotus ja organism võib kergesti liigselt jahtuda.

§ 41. 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 nahale ja takistab ta korralikku tegevust. Kõik see mustus koguneb eriti naha kurdu- desse, kortsudesse ja lohkudesse.

Mustuse kogunemise tagajärjel ummistuvad rasunäärmete avad ja higi eritumine on takistatud. Et naha eritised sisaldavad, kuigi vähe- sel hulgal, orgaanilisi aineid (kusiainet, rasva, valkaineid), siis algab varsti nende lagunemine, millega 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 siginemiseks. Nahale sattuvad pisikud on väga mitmesugused. Siin leiame süütute pisikute kõrval mädanikubaktereid¹, tuberkuloosibakte- reid, ning taudide puhul koolera, kõhutüüfuse, düsenteeria ja teiste hai- guste baktereid. Rápaseil isikuil ulatub bakterite hulk nahal hiiglaarvu- deni: sääraseil isikuil on leitud kuni 40 000 bakterit ühe-ruutsentimeetri- lisel 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. Niisuguste ainete hulka kuuluvad elavhõbe ja aniliin, mida laialdaseit kasutatakse mitme-

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

suguseis tööstustes, eriti keemiatööstuses. Nii elavhõbe kui ka ani-
liin on mõlemad kanged mürgid, mis hävitavalt mõjuvad organismile.
On arusaadav, et nende mürkide sattumine nahale on eriti ohtlik.

Räpane inimene on kardetav mitte ainult endale, vaid ka teistele.
Määrduvad riideid võib vahetada, nahka aga vahetada ei saa ning tema
hoidmine puhtana on vajalikuks tingimuseks, et kaitsta enda ja kaas-
inimeste tervist.

§ 42. MURKAINED, MIS MÕJUVAD NAHA KAUDU.

Nahkasöövitavad ained. Ründeainete hulka, mida kasutati esimese
imperialistliku sõja ajal, kuuluvad nn. nahkasöövitavad ai-
ned. Nad ärritavad nahka ja põhjustavad haavandite tekkimist, mis
ei taha paraneda. Tuntuimad neist on ipriit ehk sinepigaas, sest tal
on sinepi lõhn, ja lüsiit (levisiit), millel on geraaniumi (kure-
reha) lõhn.

Ipriit on õline vedelik; ta on püsiv ründeaine. Ta võib nädalate viisi
püsida maapinnal ja esemeil, kuhu ta sattus. Ipriit tekitab ville ja ras-
keid haavandeid; ta põhjustab veel silmapõletikku, lämbumist ja üldist
mürgitust. Rasked mürgitusjuhud ipriidiga lõpevad surmaga. Lüsiit
(levisiit) on samuti nahkasööviv ja lämmatav aine. Ta tungib kergesti
läbi riide ja mõjub ipriidist kangemini.

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

Võitlusabinõud püsivate ründeainete vastu. Kui ipriiditilgad satuvad
nahale, siis tuleb nad pulgakese otsa keeratud puuvillatopiga eemal-
dada. Eemaldamisel ei tohi teda laiali määrida, vaid teda tuleb lasta
imbuda puuvillatopikesse (kogu aeg tuleb puuvilla vahetada). Siis pes-
takse keha hoolega seebiveega või hõõrutakse teda hoolsasti petroo-
leumi, bensiini või piiritusega niisutatud lapiga. Nahkasöövitava aine
mürgitus on väga ohtlik. Seepärast igaüks, kes on sattunud nende ainete
mõju 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; riid desinfitseeritakse aurukambris või tuulutatakse teda mõni päev päikese käes; pesu keedetakse leelisega vähemalt üks tund; jalanõud hõõrutakse kloorlubjaga; eluruumi tuleb hoolsasti õhutada.

VII PEATUKK.

Närvisüsteem.

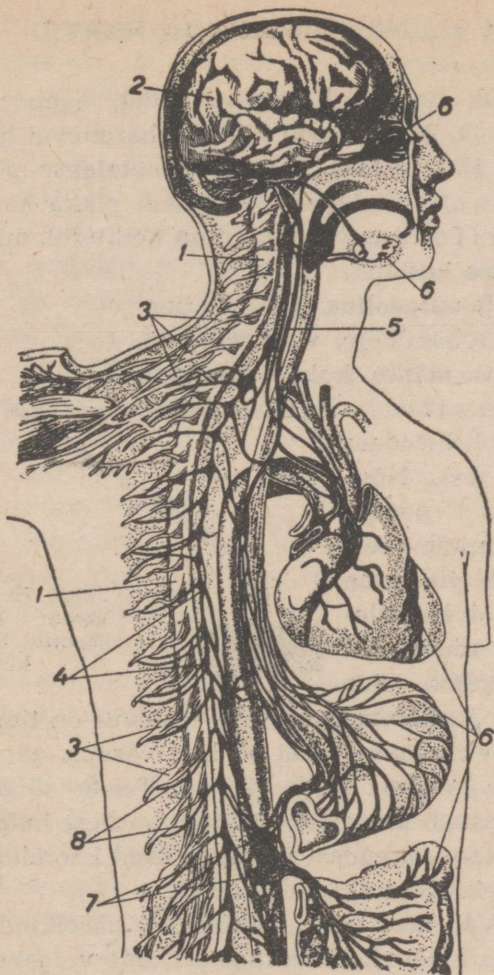
§ 43. NÄRVISUSTEEMI TAHTSUSEST.

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

Mil teel kujuneb säärane organismi kooskõlastatud reageerimine ärritustele? Kuidas tuleb seletada seost, mis valitseb üksteisest eemalseivate kehaosade vahel? Kuidas reguleeritakse iga üksiku elundi tööd?

Organismi ja tema elundite kooskõla, seost ja reaktsioonide reguleerimist teostab närvisüsteem (joon. 78). Harilikult liigitatakse teda kesknärvisüsteemiks, s. o. pea- ja seljaajuks, ja piirdenärvisüsteemiks, kuhu kuuluvad pea- ja seljaajust väljuvad närvid, mis haruvad laiali kogu kehas.

Suur tähtsus organismi, eriti ta sise-elundite elutegevuses on teatud määrani autonoomsel, nn. vegetatiivsel närvisüsteemil. Vegetatiivsesse süsteemi kuulub kaks süsteemi: sümpaatiline ja parasümpaatiline.

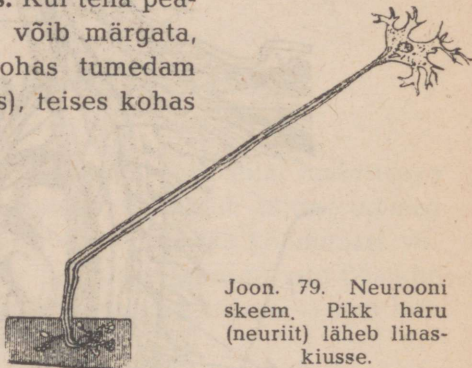


Joon. 78. Inimese närvisüsteem (skeem):
 1 — seljaaju; 2 — peaju; 3 — seljaajust väljuvad
 närvid; 4 — sümpaatilise süsteemi piirtüvi; 5 — para-
 sümpaatiline (uit-) närv; 6 — sümpaatiliste ja para-
 sümpaatiliste närvide harunemine elundeis; 7 —
 sümpaatilised närvitüngud aordil (päikjaspõimik);
 8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

§ 44. 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 d e n t r i i t i d e k s. Üksikut pikka haru nimetatakse n e u r i i d i k s. Närvikiud on neuriidid, mis on ümbritsetud erilise kestaga.

Aju hall- ja valgeollus. Kui teha pea- või seljaajust läbilõige, võib märgata, et ajuaine on mõnes kohas tumedam (see on n n . h a l l o l l u s), teises kohas aga palju heledam (v a l g e o l l u s). Nõnda näiteks peaju suurte poolkerade koor, see tähendab pindmine koht, koosneb hallollusest, kuna sügavamal asub valgeollus. See



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

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.

Närvid. Väljunud ajust, ühinevad närvikiud suurteks kimpudeks ja kulgevad üheskoos pikkade valgete niitidena, mida nimetatakse n ä r v i d e k s. Seega koosneb iga närv paljudest närvikiududest. Peale selle, et igal kiul on kest, on kogu närv ümbritsetud üsna paksu ümbrisega.

Neuroon. Närvirakku kõigi tema harudega, s. t. neuriidi ja põõsasharudega, nimetatakse n e u r o o n i k s (joon. 79).

Kogu närvisüsteem koosneb peaaegu täielikult tohutust hulgast neuroonidest ja nende vahel asuvaist nn. tugikoe-rakkudest ja -kiududest.

§ 45. 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 kokkutõmbumise-ga ainult närvi ärritamisele altpoolt kinniseotud kohta, s. t. osas, mis on lihasele lähemal; seotud kohast kõrgemalt närvi ärritamisel 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 lihasesse või teistesse elunditesse, nimetatakse *t s e n t r i f u g a a l s e i k s* ehk *l i i g u t u s n e u r o o n i d e k s*. Neid neuroone, mille kaudu nahast või keha teistest kohtadest saadud erutused saadetakse edasi ajusse, nimetatakse *t s e n t r i p e t a a l s e i k s* ehk *t u n d e n e u r o o n i d e k s*.

Seljaajust väljuvad närvid sisaldavad mõlemat liiki kiude, nii tsentrifugaalseid kui ka tsentripetaalseid. Peaajust välju-

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

Erutuste liitumine. Erutused, mis tekivad mõnes 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 tulemusena tekib närvis erutus.

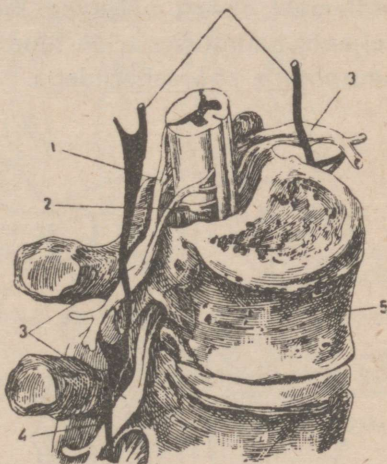
Närvirakkude erituvuse muutused. Närviraku omadus võtta vastu ja juhtida erutust võib tunduvalt muutuda. On arusaadav, et protsesside käik on erinev sõltuvalt närvirakkude suurendatud või vähendatud erituvusest. Närvirakkude erituvuse muutus ilmneb väga selgesti mõnede märkide mõjul. Nõnda näiteks alkohol pärast erituvuse esialgset lühiajalist tõusu põhjustab tema tunduvat langust. Strühniin tekitab nii tugevat erituvuse kasvamist, et strühniiniga mürgitatud loom kergeimale puudutamisele reageerib 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, millel ei ole midagi ühist elektrivoolu juhtimisega. Selle väite üheks tõenduseks võivad olla uurimused erutuste juhtimise kiiruse kohta närvi kaudu. Üks suurimaid füsiolooge — *Helmholtz* — näitas möödunud sajandi keskpaiku, et erutus levib närvi kaudu kõigest ainult mõnekümne meetrilise kiirusega sekundis, elektrivoolu levimiskiirus on aga palju suurem.

Seljaaju. Seljaajul on pika nööri kuju, mis kahe vaoga on jagatud paremaks ja vasakuks pooleks. Ta asub luukanalis, mille tekitavad lülisamba lülrikaared. Seljaaju ristilõike vaatlemisel võib kergesti tähele panna, et äärtel asub valgeollus (s. t. närvikiudude kogum), keskel hallollus (närvirakkude kogum) (joon. 80). Ristilõike keskpaigas on näha kanal, mis läheb pikuti läbi kogu selja- ja peaaaju. Ta sisaldab vedelikku, mis sarnaneb koostiselt lümfiga. Iga lülipaari vahelt väljuvad seljaajust paremale ja vasakule poole seljaaju seganärvid (kokku 31 paari).

Seljaajust väljuvad närvivid 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.

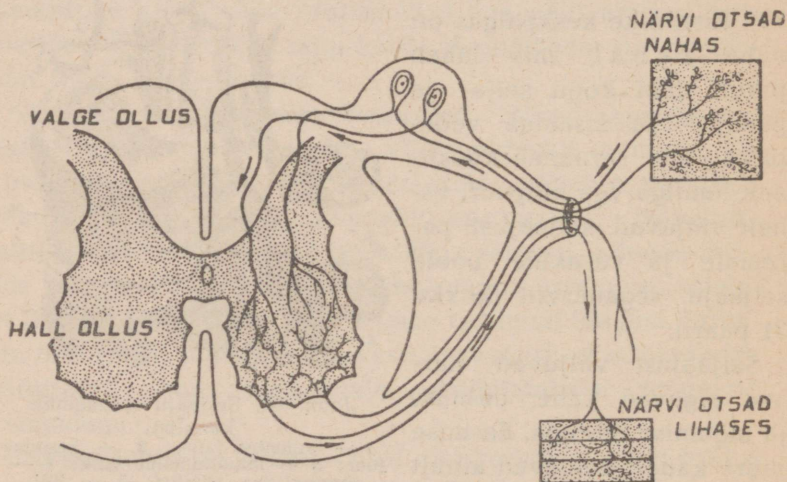
Tsentripetaalsed neuroonid. Tsentripetaalsete kiudude ja tagumiste juurte kaudu lähevad erutused seljaajusse, kus lõpeb tsentripetaalne närv. Tsentripetaalseil neuroonidel, mille kiud sisenevad seljaajusse keha mitmesuguseist kohtadest, puuduvad põõsasharud, kuid seevastu on neil kaks pikka haru. Nende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



Joon. 80. Seljaaju (lülisambakanalis):

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

juurtes, tekitades siin tänke, mida nimetatakse lüldevahe-
listeks tänkudeks. Uks pikk haru juhivad 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 läheb valgeolluse
kaudu seljaaju alumistesse osadesse, teine siirdub ülespoole.
Mõlemast oksast väljuvad külgharukesed, mis sisenevad
seljaaju hallollusesse ja lõpevad siin, läbi põimudes teiste
neuronide põõsasharudega.



Joon. 81. Refleksikaare skeem.

Tsentrifugaalsed neuronid. Joonisel 81 on näidatud eru-
tuse üleminekut tsentripetaalselt neuronilt tsentrifugaal-
sele neuronile, mille rakk on hallolluse eesmistes nukki-
des, ehk, nagu neid harilikult nimetatakse, hallolluse ees-
mistes sarvedes. Siit läheb tsentrifugaalse neurooni pikk
haru (närvikiud) eesmise juure ja siis seljaaju närvi kaudu
töötavasse elundisse, näiteks lihasesse või näärmesse.
Nii siis erutus, mis tekkis tundenärvide otste ärritamisest,

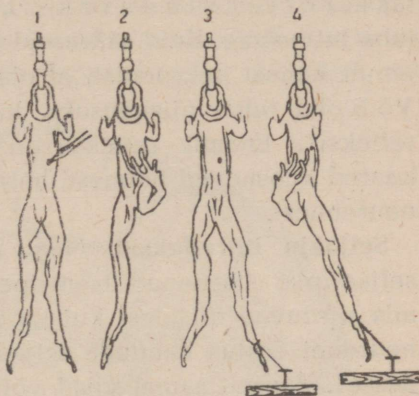
siirdub seljaajusse ja läheb sealt teist neurooni kaudu näiteks lihasesse ja sunnib viimast kokku tõmbuma.

Katse konnaga, kelle pea on ära lõigatud. Eru-

tuse edasiandmist tsentripetaalseilt neuroonidelt tsentrifugaalseile võib hästi vaadelda konna juures, kel on peaju eemaldatud, seljaaju on aga täielikult säilinud. Säärane konn elab veel mõne aja. Riputanud konna konksu otsa, paneme tema nahale väävel- või sool-

happega niisutatud paberi (joon. 82). Lühikese aja pärast tõstab konn lähima koiva ja kõrvaldab sellega paberi. Kui see ei õnnestu ühe koivaga, siis võtab ta abiks teise koiva. Kui purustada nõelaga seljaaju, siis konn, hoolimata näpistustest või ärritamisest happega, jääb endiselt liikumata — ta ei reageeri enam ühelegi ärritusele.

Nagu toodud katse näitab, ärritab hape nahka ja ühes sellega ärritab ta nahas asetsevaid tsentripetaalsete kiudude otsi. Tsentripetaalseis kiududes tekkinud erutused antakse edasi meile juba tuntud teed mööda seljaaju kaudu koivalihasesse ning need hakkavad tegutsema. Närvisüsteemi osavõtul toimuvat organismi vastus-reaktsiooni ärritusele nimetatakse, nagu teame, refleksiks ja selle juures toimuvaid liigutusi — reflektorseiks liigutusteks.



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.

Refleksikaar. Närvi erutuse levimisteed, mis koosneb tsentripetaalseist ja tsentrifugaalseist neuroonidest ja läheb selja- või peaaaju ühe või teise piirkonna kaudu, nimetatakse *r e f l e k s i k a a r e k s*. Lihtsaima refleksikaarega me juba tutvusime. Kuid sääraseid refleksikaari, mis koosnevad ainult kahest neuroonist, ei ole tegelikult peaaegu olemas. Võib-olla tuleb niisuguseks 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 pooldest vasakusse poolde.

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

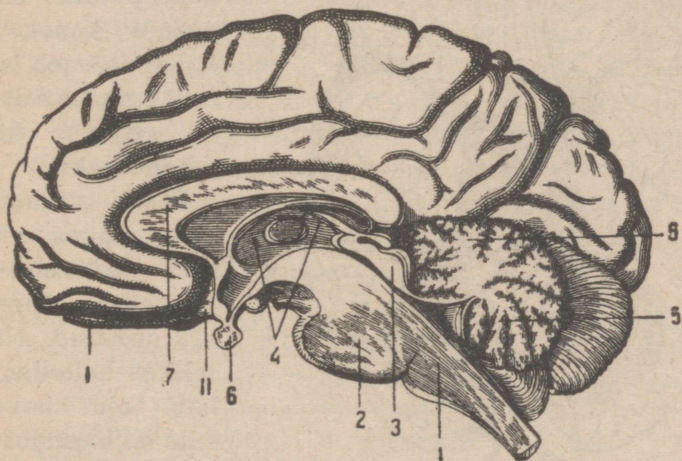
§ 47. PEAAJU ÜKSIKUTE OSADE EHTUS JA TÕO.

Seljaaju närvide tsentripetaalsed kiud kulgevad piki seljaaju ja tungivad peaaajuni. Täpselt samuti lähevad ka arvurikkad tsentrifugaalsed kiud peaaaju üksikuist osadest seljaajusse. Nii siis on pea- ja seljaaju ühise tervikuna tihedasti teineteisega seotud ja töötavad ühiselt ning kooskõlastatult.

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

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

Loote arenemise varasemas järgus kujutab kesknärvisüsteem pikka toru, mis on laienenud keha eesmisel osas. Soondumise tagajärjel see laiendus moodustab kolm nn. ajupõit. Hiljemini areneb tagumise põie alumisest sei-

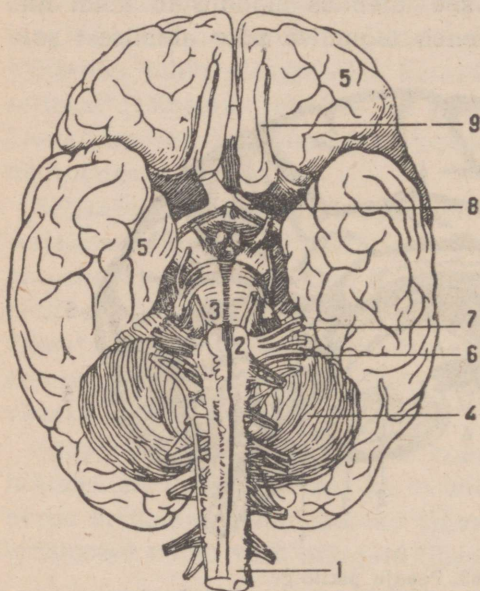


Joon. 83. Peaaju pikilõige:

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

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

gemail loomadel ja eriti inimesel peaaju põhimassi. Tema tagumisest osast tekivad hallolluse kogumid — nn. kühmud (4 — joon. 83), juttkeha, kuna eesmisest osast tekivad suuraju poolkerad.



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

Piklikust ajust ku-
 ni poolkeradeni lä-
 heb pikuti mööda
 peaaju kanal, mis
 kohati laieneb (a ju-
 v a t s a k e s e d) ja
 on seljaaju kanali
 pikenduseks.

Peaaju mitmesugu-
 seis osades ei ole
 hall- ja valgeollus
 kaugeltki ühetaoli-
 selt asetatud. Nõnda
 tekitab hallollus pik-
 liku aju ja aju-
 silla mitmesuguseisse
 kohtadesse terve rea
 kogumeid, mida ni-
 metatakse tuuma-
 deks. Neliküngastik
 ja kühmud koosne-
 vad peamiselt hall-

ollusest. Ajukeses ja suuraju poolkerades on hallollus arvu-
 rikaste v a g u d e g a kirjatud pinnal. Peale selle leidub
 ajukese ja suuraju poolkera pindmise kihi ehk a j u k o o r e
 all samuti hallolluse kogumeid.

Peaaju närvid. Peaajust väljub 12 paari närve (haistmis-,
 nägemis-, kuulmis-, näo-, keeleneelu-, uit- ja teised närvid).
 On arusaadav, et peaaju teatavais piirkondades asuvad

närvirakkude kogumid, mille kiud kuuluvadki mainitud närvide koostisse.

Pikliku aju keskused. Peaaju üksikuil piirkondadel on eri tähtsus. Nõnda on pikliku aju hallolluses närvirakkude rühmad, kus ühinevad kõik need refleksikaared, mis on seotud tähtsaimate eluliste talitlustega. Nii on pikliku aju ühes piirkonnas rakud, mis seljaaju kaudu on seotud hingamisliigutusi (sisse- ja väljahingamine) teostavate lihastega. Selle piirkonna vigastamisel katkevad hingamisliigutused, mis pärast teda nimetatakse *h i n g a m i s k e s k u s e k s*. Tema läheduses piklikus ajus on ka teised tähtsad keskused: südame tegevust reguleeriv keskus, neelamis-, mälumis-, oksendamislüigutuste keskused ja teised. Üksikute keskuste hävitamisel häiritakse vastavate elundite tööd: südame, neelamislihaste ja teiste elundite talitlust.

Sise-elundite tegevuse reguleerimine. Mitte ainult piklik aju, vaid ka teised kesknärvisüsteemi piirkonnad võtavad osa sise-elundite 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 asuvasse sümpaatilisse piirtüvesse (vt. joon. 78 lk. 159 ja joon. 80 lk. 163). See on närvikiudude kimpudega ühendatud närvitänkude ahelik. Sääraseid närvitänke võib leida ka suurte soonte seintes, samuti mitmes sise-elundis. Väljudes seljaajust, siirduvad sümpaatilised närvikiud 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 sise-elundesse, vaid kõigisse kehaosadesse.

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

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.

Sise-elundite tegevust mõjutavad vegetatiivse närvisüsteemi mõlemad osad vastandlikult. Nii aeglustab parasümpaatiline närv (uitnärv) südame kokkutõmmete rütmi, kuna sümpaatiline närv seevastu kiirustab südame kokkutõmbeid. Kahekordse innervatsiooni tagajärjel, s. o. vastandlikult mõjuvate närvide olemasolu tõttu sünnib sise-elundite töö reguleerimine palju täpsemalt.

Kesknärvisüsteemist tulevad pidevalt sümpaatiliste ja parasümpaatiliste närvide kaudu erutuslained ehk impulsid, mis nagu häälestavad elundi tööd määratud suunas. Seega sõltub sise-elundite töö igal antud momendil nende impulsside vahelkordadest, 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 säärate 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 võimalik ainult sel juhul, kui kesknärvisüsteemi vastavasse piirkondaadesse tulevad erutused tsentripetaalsete närvide kaudu meelte-elundelt, mis abistavad liigutuste reguleerimist, samuti ka lihaseist endist kõigist kehaosadest. Erutustel, mis tulevad lihaseist, on täita seejuures suur ülesanne — nad justkui signaliseerivad igal antud momendil inimese keha asendist ruumis ja kutsuvad esile vastavad reflektorsed liigutused. Mitte väiksem tähtsus ei ole ka neil erutustel, mis tulevad nägemis- ja kuulmis-elundeist. Nõnda on neliküngastikus keskus, mis reguleerib nägemis- ning kuulmismuljeid ja silmade liigutusi ühes keha kõigi osade liigutustega. Neliküngastiku tegevuse häired ei tekita nägemise ja kuulmise kaotust, küll aga on liigutuste koordineerimine takistatud niivõrd, kui sellest koordineerimisest võtavad osa kuulmis- ja nägemiselundid. Keha õige asendi säilitamisel on suur tähtsus neil erutustel, mis tulevad aju tüveosasse otoliiit-elundist 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 ole nende liigutused enam küllaldaselt kooskõlastatud ega saavuta sel põhjusel kohe eesmärki: niiõelda liigutuste „tõõtlemine“ on kadunud.

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

Instinktid. Nende koorealuste keskuste vigastamisel rikutakse loomade keerulised reflektorsed liigutused, mis on seotud instinktidega: näiteks kallaletungi-, enesekaitse-, toiduotsimis- ja teiste instinktidega. Seega on kogu peaju tüvel 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 reflekside pikal real ehk ahelikul on suur tähtsus instinktide väljendumisel. Tuleb aga tähendada, et kõrgemal loomadel, seda enam inimesel, on instinktid ja teised käitumise väljendused peaju kõrgemate piirkondade 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. Toitu nähes 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 igäüht hammustada, kes teda puudutab, kuigi see on isik, kes teda alatiselt söötab.

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.

§ 48. 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 maitseanud, 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 peaju alamal asetsevaid osi ja seljaaju.

Normaalsel koeral tekib toitumisrefleks (seedemahlade eritamine, lakkumine, suu avamine jne.) mitte üksi toidu sattumisel suhu, vaid ka toidu nägemisel kaugelt: koer reageerib toidu nägemisele ja selle lõhnale; mõnikord jätkub tühja sööginõu kättevõtmisest, et tekitada koeral toitumisrefleksi. Kaitserefleksi võib näha normaalse koera juures mitte ainult 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 teda süüta lihaga. Selle tulemusena juba ainult liha näitamine hakkab põhjustama sülje eritumist, kuigi ei järgne söötmist, — 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 ükskõiksed 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 (kas või 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 algab sülje eritumine. Harilikult mõjutakse esmalt tingärritajaga ja $\frac{1}{2}$ minuti pärast tingärritajale lisandatakse tingita ärritaja. Antud juhul mõõdetakse tingrefleksi selle süljehulga abil, mis eritub esimese $\frac{1}{2}$ minuti jooksul, s. t. enne tingita ärritaja juurdetulekut.

Sama ärritaja (pasunahääl) võib esile kutsuda kaitsetingrefleksi, kui ainult see hääl käib kaasas vastava tingita ärritajaga, näiteks koera käpa ärritamisega elektrivoolu abil. Elektrivoolu mõjul tõmbab koer käpa tagasi ja hakkab kiunuma — see on tingita refleksi. Kaastades pasunahäält elektrivoolu sisselülitamisega võib lõpuks saavutada seda, et mõne aja pärast koer hakkab kiunuma ja käppa tagasi tõmbama ainult pasunahäält kuuldes.

Kui mitu korda järgemööda kasutada tingärritajat, ilma et me talle lisandaksime tingita ärritajat, siis tingrefleks soigub. Oletame, et koerale tekkis sülje eritamise tingrefleks ta vasaku reie sügamisel. Teiste sõnadega, iga reienaha sügamise puhul hakkab koeral sülge erituma. Kui kasutame iga mõne minuti järel neid tingärritajaid, ilma et me seda toetaksime söötmisega, siis algul $\frac{1}{2}$ minuti jooksul erituva sülje hulk väheneb ja lõpuks sülje eritumine lakkab.

Seega tingrefleksid, erinevalt tingita refleksidest, on mitte ainult omandatud, vaid ka ebakindlad, ajutised refleksid. Elu jooksul kujunevad nad tingita reflekside abil (tingärritaja „toetamise“ teel tingita ärritaja poolt), nad võivad soikuda ja uuesti taastuda. Igal loomal tekivad oma isendlikud tingrefleksid sõltuvalt ümbritseva keskkonna tingimustest. Kõrgemal loomadel ühinevad tingreflekside kaared mitmēsuguseis poolkerade koore piirkondades.

Tingreflekside pärssimine. Tingreflexi kustumisel vastavas ajukoore piirkonnas tekib erutatud oleku asemel pärstitud olek. Pärssimine on säärane närvirakkude olek, mille puhul erutus ei või nende kaudu edasi kanduda. Seepärast nõrgenevad need refleksid, mille teel tekkis pärssimiskolle, või kaovad kogu pärstitud seisukorra kestuse ajaks.

Oleks siiski väär arvata, et pärstitud seisukord ei ole muud kui puhke, tegevusetuse seisukord. Selle väite tõenduseks, et pärssimine on samasugune aktiivne seisukord kui erutuski, võib olla katse kustuva refleksiga. Kui ülalmainitud viisil saavutada tingreflexi soikumist, siis peaks ka järgmisel päeval see refleks puuduma. Kuid tegelikult ta puhkeb uue jõuga: jälle võib märkida sülje eritamist vastuseks ainult sügamisele. Soikunud refleks taastus iseendast, ilma et teda oleks toetanud tingrefleks. Soikunud reflexi taastumine tekkis sel põhjusel, et vastavas ajukoore piirkonnas kujunenud pärstitud seisukord lõppes.

Erutus ja pärssimus on närvisüsteemi ühise, väga keerulise talitusprotsessi väljendumise kaks külge. Mitmesuguseis poolkerade piirkondades, samuti kõigis teistes närvisüsteemi osades, võib tekkida kord erutatud, kord pärstitud olek. Pavlov ja teised füsioloogid tegid kindlaks, et erutuse ja pärssimuse nähtuste alaline koostöö on kogu kesknärvisüsteemi tegevuse aluseks. Igal antud momendil on erutuste ja pärssimuste vahekord mitmesugustes närvisüsteemi piirkondades erinev.

Sellega on seletatav 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, kargab pealetungija kallale, või jookseb minema, või lõpuks ei tee tast väljagi.

Pärssimise 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 on ühe osa tingreflekside pärssimine ja teiste tekkimine loomade kohanemise tagatiseks alaliselt muutuvate olemistingimustega. Ning alati reageerib närvisüsteem igale väliskeskkonna muutusele 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 ajutiselt soiguvad. Kui intensiivse seedimise ajal 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 ajukooses ja koondub siis uuesti piiratud alasse.

Ärrituste analüüs ja selle tähtsus. Erutus- ja pärssimusprotsessi omadus levida kooses või koonduda selle piiratud alasse annab loomale võimaluse äärmiselt peenelt tunda, analüüsida ärritust. Utleme 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 kooses, haarab endasse ka naaberpiirkonnad.

Kui aga jätkame koera söötmist ainult pärast pasunahääle signaali ning sarvesignaali ei toeta söötmisega, siis mõne aja pärast ei teki sülje eritamist sarvehääle puhul.

Koer teeb vahet mõlema hääle vahel ja teisele häälele järgnev refleks pärsitakse. Nüüd juba erutusprotsess ei levi kooses, vaid koondub vähemasse piirkonda, samal ajal kui naaberpiirkondades tekib pärssimuse seisukord. Võib saavutada sel teel üksteisele väga lähedaste muusikaliste helide äratundmist, a n a l ü ü s i m i s t, isegi säärast peent ana-

lүүsi, mida on võimelised tegema ainult isikud hästiarenenud muusikalise kuulmisega.

Samal viisil võib saavutada seda, et koer suudab analüüsida ka valgussignaale, liigutussignaale jt. Sääraseil koertel võib arendada võimet eraldada ovaali sõõrist ja teistest sääraseist kujunditest, eraldada lähedasi temperatuure üksteisest, eraldada üksikute kehaosade puudutamist jne.

Niisugune 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. Ajukoos tekkiiva erutus- ja pärssimisprotsessi uurimine andis Pavlovile ainet une ja hüpnoosi nähtuse seletamiseks.

Kui pärssimisprotsess vallutab koos tunduva piirkonna, muutub koer uniseks. Katsetades koertega pani Pavlov tähele, kuidas pärssimisprotsess vallutas ühe aju piirkonna teise järel ja kuidas koeral pikka-mööda 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. Uheks und iseloomustavaks tunnuseks on kogu luustiku muskulatuuri lõtvumine. Nagu öeldakse, nõrgeneb une ajal järsku luustiku lihaste *t 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 aju alamalasuivate 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 sise-elundid 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 koos. Sääraste erutuskollete olemasolu ongi une ajal

tekkivate liigutuste, mõnikord isegi üleshüppamise ja kõnelemise põhjuseks.

Selle tõenduseks, et une puhul võivad poolkerade kooses tekkida erutuskolded ja sel või teisel määral levida üksikuis koore piirkondades, on unenäod. Sagedaimini on meie unenäod seotud nende nähtuste või sündmustega, mis toimusid meie silme ees või mille üle me enne uinumist mõtlesime. Une ajal erutatakse kõige kergemini 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.

Unenäude iseloom sõltub tähtsal määral nii kogu organismi kui ka 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 magajale inimesele on säärane mõtete hüplemine eriti iseloomustav. Sellega ongi seletatav, miks inimene unes võib näha kõige võimatuid ja mõttetumaid asju.

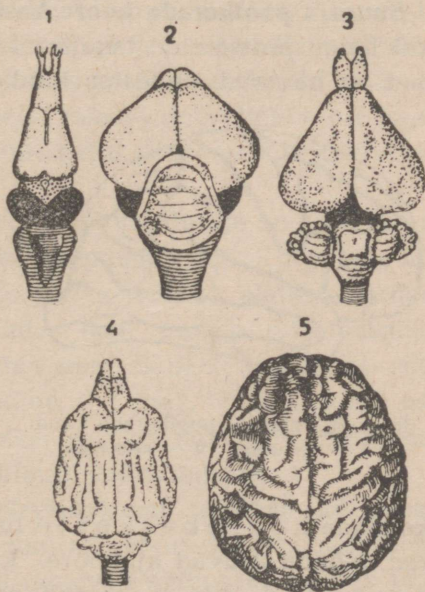
Hüпноosi seletab Pavlov samalt vaatekohalt, nagu ta seletab unäki. „Hüпноos,“ ütleb Pavlov, „on osaline uni.“ Kui pärssimus on vallutanud ainult koore liigutamispirkonna, siis inimene näeb, kuuleb, vastab küsimustele, kuid kätt üles tõsta või püsti tõusta ta ei saa — koore vastavad piirkonnad on pärsitud 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 unenägede nähtustest, hüпноosist ja mõnedest vaimuhaigustest. Samal ajal lükkab Pavlovi õpetus ümber religioossed väljamõeldised „ennustavaist“ ja „prohvetlikest“ unedest, inimestest, kes olla „vaevatud kurjadest vaimudest“, terveksaamisest „ime teel“ ja muist säärasteist asjust.

§ 49. INIMESE NÄRVISUSTEEMI KÕRGEM TALITLUS.

Inimese aju ja loomade aju. Loomade ja inimese närvisüsteemi ehituses ja töös on palju ühist. Kuid siiski on inimese ja loomade närvisüsteemi vahel säärased suured erinevused, mis teevad inimese närvisüsteemi talitluse o m a d u s t e l t erinevaks loomade närvisüsteemi talitlusest ja mis inimese tõstavad hulga ettepoole loomade-maailma ridadest.

Kui võrdleme inimese peaju teiste imetajate peajuga, siis paistab silma aju suurus, eriti aga tema suurte poolkerade suurus. Inimesel on peaju näiteks 3% kehakaalust, ahvidel alla 0,5%, enamikul teistest loomadest aju kaal ei ületa 0,1% kehakaalust. Poolkerad moodustavad inimesel peaju peamise massi, samal ajal isegi kõrgemal loomadel on poolkerad võrdlemisi nõrgalt arenenud (joon. 85). Keskaju on madalamail loomadel üsna tugevasti arenenud, inimesel omab ta aga vähest ruumala.



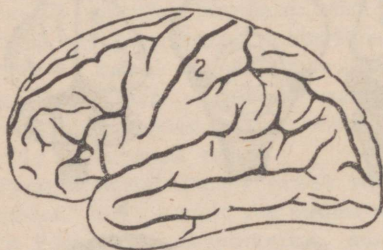
Joon. 85. Peaju:
1 — konnal; 2 — tuvil; 3 — kütilikul;
4 — koeral; 5 — inimesel.

Poolkerade koor. Eriline tähtsus on sel, et poolkeradé koor, s. t. hallollus on suuresti arenenud. Inimese ajukoore pindala on keskmiselt 1 250 ruutsentimeetrit, samal ajal näi-

teks hobusel see ei ulatu 350 ruutsentimeetrit. Säärane suur pindala tekib seetõttu, et koor on nagu paindunud arvurikkaiks kurdudeks-käärudeks, mis on üksteisest lahutatud vagudega (joon. 86 ja 87).

Kõigist arvurikkaist vagudest, mis künnavad läbi inimese peaaegu suurte poolkerade pinna, on suurimad ja sügavamad 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 piir-



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



Joon. 87. Osa poolkera läbilõige.
On näha vaod ja hall- ning valgeolluse asetus.

kondade koore keskuste funktsioonid ei ole ühesugused. Nõnda asuvad ajukoore kuklasagarais nägemiskeskused, mis on seotud nägemis-elunditega. Kuulmiskeskused on koore oimusagarais. Mõlemal poolvagu, mis lahutab laubasagarad kiirsagaraist, asuvad kõrgemad liigutuskeskused ja naha ning lihaste tundlikkuse keskused.

Katsed loomadega näitasid, et ärritades paljastatud aju kindlaid piirkondi, võib kutsuda esile teatud kehaliigutusi,

näiteks esijäsemete painutamise. Inimestel, kel olid vigastatud liigutuste keskuste või naha ja lihaste tundlikkuse keskuste piirkonnad, võis tähele panna vastavate kehaosade tundlikkuse kaotust või tahteliste liigutuste lakkamist.

Tingrefleksid inimesel. Poolkerade koor on selleks kesk-närvisüsteemi piirkonnaks, mille rakkude kaudu, nagu meil teada, teostuvad elu kestel üha uued ja uued närvide ühendused; teiste sõnadega, ajukoos ühinevad tingreflekside reflektorsed kaared. Seni, kõneledes tingrefleksidest, pidasime silmas peamiselt kõrgemaid loomi. Siiski on tingreflekside tekkimisel, nende pärssimisel ja analüüsil suur ülesanne ka inimese elus. Seejuures poolkerade koore määratu suure arenemise tõttu inimesel toimub tingreflektoorne tegevus ja sellele rajatud analüüs palju peenemalt ja keerulisemalt kui loomadel.

Närvisüsteemi tingreflektoorsele talitlusele on antud meie elus väga tähtis koht. Selles veendume, kui jälgime kas või osa meie tegutsemisest ühe päeva jooksul, alates ülestõusmisega hommikul ja lõpetades öise unega (ülestõusmine äratajakella kõlina või mõne teise signaali tagajärjel, riietumine, pesemine, einestamine, töö jne.). Mitte väikese osa meie harilikest tegutsemistest, mis on mõnikord väga keerulised, me teeme alateadlikult, reflektorselt.

Inimese ja loomade närvisüsteemi talitluse kõrgemad vormid. Siiski ei piirdu poolkerade koore tähtsus mainituga. Juba kõrgemal imetajail kujunevad ajukoos erilised piirkonnad, kuhu nagu kinnitaksid looma elus kõige sagedamini esinevate sündmuste ja nähtuste reaktsioonid. Siia kinnituvad ümbritsevast keskkonnast tulevate 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, ühiskondlike suhete arenemisega. Seoses koore võimsa arenguga mitte üksi tingreflekside tekkimise võimalused, vaid ka närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide avaldumise võimalused ületavad tunduvalt neid võimalusi mistahes looma juures.

§ 50. TÖÖVÕTETE KUJUNDAMINE.

Tingreflekside ja töövõtete kujundamise tähtsus. Suur osa vilunud tööliste liigutusi tööpingi juures toimub reflektorselt. Selles või teises hoobis haamriga, selles või teises viilivajutuses, selles või teises kangipöördes, — kogu selles vilunud tööliste liigutuste peenes reguleerimises on määratu suur tähtsus keerulistel tingrefleksidel, mis on välja kujunenud õppimis-, harjutamisprotsessis. Sepa, treiali, puusepa ja teiste töös on keerulistel tingrefleksidel ja nendega seotud reflektorsel analüüsil täita määratu suur ülesanne. Mida kindlamad on need tingrefleksid, mida peenem on reflektorne analüüs, seda kindlamad on tööprotsessid, seda kiiremini teostavad neid töölistel. Vilunud tööline, kes töötab mehaanilise tööpingi taga, tunneb peenelt oma masina vähimaid muudatusi ja reguleerib teda harilikult reflektorselt nende või teiste liigutuste abil.

Need keerulised töövõtted omandab tööline mehaanilise tööpingi taga, sepp ja teised teatavasti alles pärast

pikka õppust ja praktikat, mille tulemusena kujunevadki arvurikkad ja 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 kujunevad lihtsaimad töövõtted, mis muutuvad pärast väljaõpet reflektoorseiks.

Õppimise protsess. Kujutleme õpipoissi-ladujat, kes hakkab õppima tähtede ladumist. Et ta tutvuks ladumislauaga ja trükitähtedega, tehakse talle ülesandeks valmisolev kirjaladu lammutada, s. t. tinatähed 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 sirutub 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 iga 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 mõelda, kus asuvad üksikud tähed: sõrmed liiguvad 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 nende liigsete liigutuste hulk, kuna vilunud meistril säärased liigutused puuduvad peaaegu täiesti. Tööliigutused muutusid suurel määral reaks reflektorseiks liigutusteks ja lihastunnete peene analüüsi tõttu kõik liigsed liigutused langesid välja tööprotsessist.

Tingreflekside kujunemine loomadel ja inimese õpetamise protsess. Siin ilmneb selgesti sügav 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, ainult v a h e s e l m ä ä r a l närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide poolt. Inimesel tingrefleksid, eriti need, mis on seotud tema tööga, kujunevad ja toimuvad nende närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide o s a v õ t u l j a k o n t r o l l i all, mida leiame loomadel ainult algelisel kujul. Samal ajal, kui loomade käitumine piirdub peaaegu instinktide ja tingrefleksidega, on inimese töö, inimese tegutsemiste aluseks teadvuse kõrgem vorm — m õ t l e m i n e .

§ 51. MÕTLEMINE KUI INIMESE NÄRVISUSTEEMI TALITLUSE KÕRGEM AVALDUS.

Suurte poolkerade koore uute osade tekkimine inimesel tõi endaga kaasa tema kõigi teiste osade töö ümberkorralduse. Vähe sellest, inimese kõrgem hingeline tegevus, mõjutades kogu organismi elutegevust, tõstab inimese organismi uuele, kõrgemale arenemisastmele võrreldes kõige muu loomade-maailmaga. Nii instinktid kui ka tingrefleksid ei ole inimesele võõrad, kuid need ei juhi inimese käitumist. Inimese käitumise aluseks on teadvuse kõrgeim vorm — mõtlemine.

Mõtlemine on inimese närvisüsteemi kõrgeima 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.

§ 52. 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 arendamises, 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 ajutiseks kestaks, peeti ümberlukkamatuks.

Hinge ja keha küsimus, olles materia ja vaimu filosoofilise probleemi eriküsimuseks, kujunes mitte üksi religioossete, vaid ka filosoofiliste õpetuste aluseks. 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 väljenduseks, 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 katsed läheneda hingeelu nähtustele füsioloogiliselt vaatekohalt. Oma kuulsa raamatus „Peaaju refleksid“ tõstis Setšenov esile õpetuse psüühikast kui närvisüsteemi reflektorsest tegevusest. Setšenovi õpetuse positiivne tähtsus seisneb selles, et ta andis tõuke psüühilise tegevuse füsioloogi-

liste tingimuste uurimisele. Kuid Setšenov tõstis esile ebaõige, mehhanistliku idee sellest, et psüühilise tegevuse lahutamiseks üksikuiks elementideks — refleksideks — võib vältida vajadust uurida psüühilisele tegevusele omaseid seaduspärasusi, mis ei lase ennast samastada reflektorsete protsesside seaduspärasustega.

Setšenovi mõtteid on eriti mitmekülgset läbi töötanud ja suure hulga faktilise materjaliga täiendanud Pavlov ning tema õpilased. Seejuures Pavlovi õpetuse kaudu tingrefleksidest tulid veel järsemalt esile Setšenovi vaadete positiivsed ja negatiivsed küljed.

Pavlov, eriti aga ta õpilased, püüdsid seletada tingreflekside abil inimese käitumist. Selgitame seda näitega. Kui tööline kuuleb vabrikuvilet, mis kutsub teda tööle, tõuseb ta üles ja ruttab vabrikusse. Miks ta seda teeb? Tingreflekside õpetuse seisukohalt on ta tegutsemine teatud tingreflekside tulemus. Teiste sõnadega, vabrikuvile on tingärritaja, mis on seotud rea tingita ärritajatega (näiteks toitumisega). Aga kas võimaldab meile see seletus täiesti mõista seda, mis määrab ära töölise niisuguse tegutsemise kui vabrikusse minek? Selles tegutsemises, nagu inimese kogu käitumises, väljendub inimese aktiivne suhtumine teda ümbritsevasse olukorrasse. Ja see suhtumine on teadvuslik suhtumine. „Minu suhtumine minu keskkonnasse on minu teadvus“ (Marx).

Seepärast muutubki mitmesuguseis sotsiaalseis tingimustes, mis muudavad inimeste teadvust, ka nende käitumine. Ühel viisil läheb tööline sotsialistlikku vabrikusse, teisiti kapitalistlikku vabrikusse.

Õpetus närvisüsteemi kõrgemast talitlusest teeb kindlaks inimese psüühika füsioloogilised tingimused: ta näitab, et psüühiline tegevus ei ole midagi säärast, mis on eraldatud muudest loodusnähtustest, see kujutab materia arenemise kõrgema astme saadust — inimese aju produkti. Ainult niisugune dialektiline lahendamisviis avab võimaluse tõeliselt uurida inimese tegevuse nii füsioloogilisi kui ka psüühilisi avaldusi.

§ 53. MEELTE-ELUNDID JA NENDE TAHTSUS.

Meelte-elundid. Meie keha mitmesuguseis elundeis on tsentripetaalsete närvide otsad, mis võtavad vastu ärritusi välismaailmast ja saadavad erutusi kesknärvisüsteemi. Säärased on näiteks närvikiudude otsad nahas, nägemisnärvikiudude otsad silmas, kuulmisnärvide otsad kõrvas jne.

Seetõttu on nahk, silmad, kõrvad nagu signaalaparaadid, mis saavad ärritusi ümbritsevast keskkonnast ja saadavad neid edasi peaaegu suurte poolkerade koorde. Neid signaalaparaate nimetatakse 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 satuvad erutused 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 meele-elundis on närvide välised lõppharud kohanenud ainult nende või teiste kindlate ärrituste vastu võtmisega. Nii näiteks nägemis-elundis, silmas, nägemisnärvi lõppharusid ärritab ainult valgus; kuulmis-elundi, kõrva, siseosades kuulmisnärvi lõppharud võivad ärritada 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 meele-elundi ehitusest. Silma eemaldamisel operatsiooni puhul, kui nägemisnärvi tuleb 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 tule-

musena me tajume teadvuses igat nägemisnärvide ärritust kui valguse aistingut.

Vähe sellest: sama meele-elundi üksikud närvide otsad on kohanenud mitmesuguste ärrituste vastuvõtmisega. Nõnda on näiteks nahas eraldi närvide otsad soojuse tarvis (mis ärrituvad ainult soojusest) ja eraldi otsad kompimiseks (mis ärrituvad ainult rõhumisest). Täpselt samuti on kuulmisnärvide 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 koos, kus ärritused on alguseks reale enam või vähem keerulistele tingrefleksidele, mis osutuvad otstarbekohaseks vastuseks välismaailmast tulnud ärritustele. See pärast andiski Pavlov meelte-elundeile ja neile ajukoore piirkondadele, kus lõpevad neist tulevad närvide, analüsaatorite nimetuse. Meelte-elundid osutuvad analüsaatorite välisotsteks ja suurte poolkerade koore keskused nende siseotsteks.

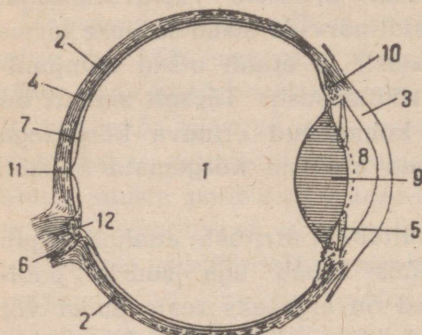
Valguse analüsaator näiteks koosneb silmadest ja koore kuklasagaraist, mis on teineteisega seotud nägemisnärvide abil.

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

§ 54. NÄGEMIS-ELUNDID.

Nägemis-elund silm asetseb kolju koopas, mida nimetatakse silmakoopaks. Silmamuna (joon. 88) on silmakoopas üsna vabalt ja võib eriliste silmalihaste abil pööruda mitmele poole. Silmamunas on süldisarnane poolvedel

läbipaistev aine, nn. klaaskeha (1). Silmamuna välispinda katab tihe kiudkest (2). Esiküljes on kiudkesta asemel läbipaistev sarvkest (3).



Joon. 88. Silma ehitus.

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 ei haju silma sattuv valgus 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 vikerkesta asetsevate sõõr- ja põik-silelihaste kokkutõmbumise tagajärjel. Sõltuvalt silmaava suuruselt võib silma sisse pääseda rohkem või vähem valguskiiri. Eredas valguses on silmaavad tugevasti ahenenud. Nõrgal valgusel nad seevastu laienevad.

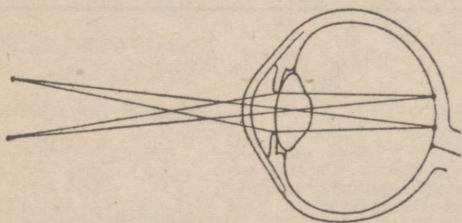
Tagapool väljub silmamunast nägemisnärv (6). Nägemisnärv peenimad kiukesed saavad alguse silmapõhja mitmesuguseis kohtades eralistest valgustundlikest rakukestest, millel on kepikete ja kolvikete kuju (neid nimetatakse seepärast ka kepikesteks ja kolvikesteks).

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

Et kutsuda esile nägemisnäarvi otste erutust, peavad valguskiired sattuma võrkkestale ja siin põhjustama keemilise reaktsiooni samal viisil, nagu see tekib valguse mõjul fotopaberil. Seejuures ärritavad tekkivad ained kepikesi ning kolvikesi, ning neis tekkinud erutus saadetakse siis nägemisnäarvi kaudu peaaju vastavaisse piirkondadesse.

Läbinud sarvkesta ja vesivedeliku (8), mis asub sarvkesta ja vikerkesta vahel, peavad valguskiired tungima läbi läbipaistva silmaläätse (9), mis etendab kaksikumera läätse osa ja murrab kiiri, nagu see on näidatud joonisel 89.

Ripslihase (10) abil silmalääts võib tõmbuda pingule või lõtvuda, mistõttu ta muutub lamedamaks või kumeramaks.



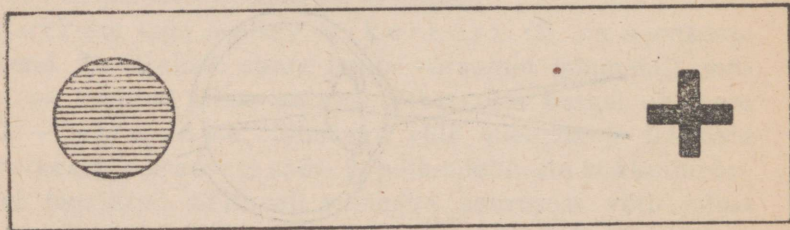
Joon. 89. Kiirte murdamine silmas.

Normaalse nägemisega inimesel tekib lõtvunud ripslihase puhul silmamuna sisepinnal kaugemal asuvate esemete selge kujutis. Ligemal olevad esemed ei ole „fookuses“. Et nende kujutis võrkkestal muutuks selgeks, tuleb valguskiirte murdamist suurendada. Seda saavutatakse silmaläätse kumeramaks muutmise teel. Täiseas ja eriti raukadel muutub silmalääts 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 närvikiudude otsad ühes nende kepikeste ja kolvikestega on asetatud kõige tihedamini, on eriti tundlikud valgusele. Säärane koht on otse silmaava taga; temas on väga tihedasti asetatud nägemiskiudude otsad ühes kolvikestega — see on nn. kollane tähn (11). See koht on kõige valgustundlikum ning me näeme kõige selgemi neid asju, mille kujutised juhitakse 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 nägemisnärvil väljumiskoht. Seepärast valgus ei ärrita siin võrkkesta. Seda



Joon. 90. Katse, mis võimaldab leida pimetähni silmas.

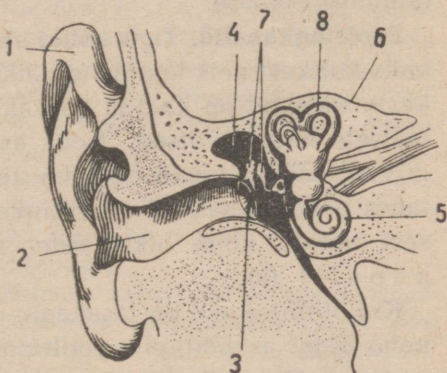
Kui sulgeda vasak silm ja vaadata parema silmaga sõõri, siis kaob rist nägemisväljalt (selle kujutis satub pimetähnile). Kui ainult vasaku silmaga vaadata risti — kaob sõõr. Silma kaugus joonisest peab olema umbes 30 sm. Kui hoida raamat lähemal või kaugemal, ei satu kujutis pimetähnile ning jääb nähtavaks.

kohta nimetatakse pimetähniks (12). Pimetähni võib kergesti lihtsa katse abil (joon. 90) üles leida.

§ 55. 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 hakkab võnkuma õhu heliliste väriinate mõjul. 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



Joon. 91. Kõrva ehitus:

1 — kõrvalest; 2 — kuulmekäik; 3 — trummikile; 4 — keskkõrv; 6 — oimuluu; 7 — kuulmeluukesed; 5, 8 — sisekõrv ühes temasse siseneva kuulmisnärviga (paremalt).

neist luukestest toetub sisekõrvale ja oma tõugetega kutsub esile võnkumise vedelikus, mis täidab sisekõrva.

Tigu ja Corti elund. Sisekõrv on väike õõs, 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 asuvad tigu tipule. Igale helile reageerib kuulmisnärvi mitu kindlat kiukest, samuti nagu igale hefile, mis

tekitatakse lahtise klaveri juures, vastavad võnkumisega mitu keelt.

Tigu aluskilel asuvad 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 asub võnkuva kiukese kohal. Siit saadetakse heliline ärritus suuraju poolkerade koore kuulmiskeskusse.

Poolringkanalid. Tigu kohal sisekõrvas on otoliit-elund — kaks kotikest neis leiduvate väikeste lubjakivikestega. Kotikeste sisepind on kaetud karvakestega, milles on tsentripeetaalsete närvide otsad. Keha asendi muutumisel otoliidid (kivikesed) ärritavad neid või teisi karvakeste rühmi, tekitades nendega seotud närvikiukeste erutusi. Teisest kotikestest väljub kolm üksteisele ristiasetatud poolringkanalit (8).

Kui otoliit-elund on tasakaalu-elundiks, 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 olev vedelik oma võnkumisega rakkusid, mis on seotud eriliste närvikiudude otstega. Närvikiududes tekkivad erutused antakse edasi ajukesse ja mõnede ajutüve piirkondade närvirakkudele ning 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 on väävelvesinikugaasi lõhn selgesti aistitav, kui teda leidub õhus säärasel vähesel hulgal kui 0,00 000 002 g ühes kuupsentimeetris.

Maitsemis-elundid. Maitsemis-elundeiks on nn. maitsemisnäsad, mis asetsevad keele pinnal. Näsasid katvate rakukeste hulgas leiduvad rakud, mis ongi aparaatideks, mille abil tajutakse nendega kokkupuutuvaist maitseaineist tekitatud ärritusi. Need rakud on peaaugust väljuva närvipaari närvikiudude otsad, mis saadavad erutusi peaaugusse. Et aine võiks mõjuda närvide maitsemisotstele, peab ta olema lahustunud olekus (vees või sülgjes): suhkru magusust aistime alles sel momendil, kui suhkur hakkab lahustuma.

Maitse on tihedasti seotud haistmisega. See, mida me nimetame sibula, keedise või õuna maitseks, osutub mitte üksi maitsemis-, vaid ka haistmisaistinguks.

Kompimis-elundid. Kompimis-elundiks on nahk. Niinimetatud kompimiskehakesed, mis on seotud tsentripetaalsete närvikiududega, asuvad 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.

Lihase meel. On veel olemas nn. lihase meel. Nagu meil teada, leiduvad lihaseis, samuti kõõluseis ning sidemeis tundenärvide otsad. Igasugune lihaste, kõõluste, sidemete, liigesekihnuude pingutuse muutus tekitab nende otste ärritusi. Tekkivat ärritust, kui ta on jõudnud aju suurte poolkerade koorde, tajume kui nende või teiste kehaosade asendi aistingut.

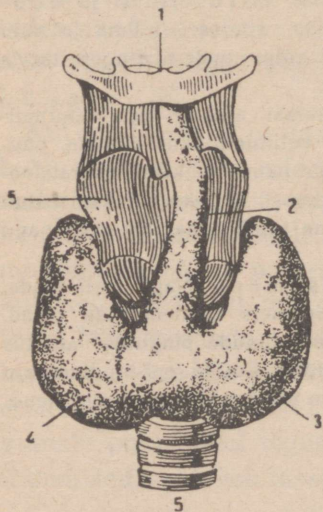
VIII PEATUKK.

Sisesekretsioon.

§ 56. KILPNÄÄRE.

Kaelal, kõri kilpkõhrest natuke allpool, asub 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 viimajuhha, mille kaudu oleks pidanud mahl erituma. Seepärast väljendati arvamist, et ained, mida

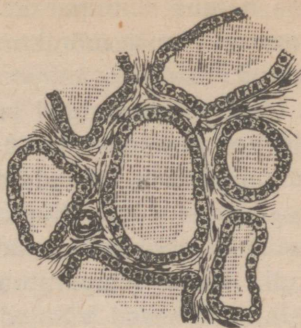
valmistab kilpnääre, lähevad vahenditult lümf ja verre, s. t. organismi.

Et eristada kilpnääret ja teisi selletaolisi näärmeid, milledel puudub viimajuha, välis-sekretsiooni näärmeist (soolte-, higi-, rasu- ja teised näärmed), nimetati eelmisi sisse-sekretsiooninäärmeiks.

Kretinism. Mõnedes mägimaa-des, 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 talitus. 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



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

see haigus sünnipärane, mõnikord tabab ta mõne aasta vanuseid lapsi, mõnikord haigestuvad sellesse täiskasvanud isikud.

Müksodeemihaiged lapsed kasvavad halvasti: nahaaluse sidekoe tursumise ja väärustumise 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 isikul, keha temperatuur langeb, seede-elundid töötavad loiult. Vaimsed võimed arenevad puudulikult. Vanemaks saades muutuvad säärased lapsed vördjaiks — idiotideks, kes ei ole suutelised mingiks tööks. Harilikult on nende eluga lühike ja nad surevad noorelt.



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

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

Katsed loomadega. Näärme eemaldamine. Kilpnäärme eemaldamine loomadel, näiteks koertel, kutsub esile samad nähted, mis müksodeemihaigeil inimestelgi. Loomad muutu-

vad nürimeelseks ja loiuks, neil ilmneb kehaturse, isu kaob, hakkab 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 nähted 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 ümbritsevast koest veresooned ja isegi närvide oksakesed. Seejuures on täiesti ükskõik, kuhu nääre istutada, kas varem kõrvaldatud näärme kohale või mõnesse teise kohta. Sageli tehakse siird-istutamist kõhuõõnde.

Haiglased nähted kaovad ka sel puhul, kui loomale, kellel on kilpnääre eemaldatud, lisada süüa sisse mõne teise looma kilpnäärme tükikesi.

Hormoonid. Kõik need katsed näitavad, et kilpnääre osutub eluliselt vajalikuks elundiks. Ta valmistab aineid, mis avaldavad tugevat mõju teiste elundite ja kudede tööle. 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 süsihappegaas 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).

Sisesekreetsiooninäärmed ongi neiks elundeiks, mille talitus on suunatud kas täiesti või peamiselt hormoonide valmistamisele. Hormoonid, mida eritavad sisesekreetsiooninäärmete rakud, satuvad verre, kantakse sellega mitmesuguseisse, ka kõike kaugemaisse kehaosadesse ja mõjuvad mitmesuguseile elundeile kindlatoimeliselt: nad kas tugevdavad nende tööd või pärsivad seda. Igaüks hormoonidest, leidudes väga vähesel määral veres, mõjutab harilikult teatud elundeid 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 talitluste tugevdamises. Peale selle kilpnäärme hormoonid soodustavad organismi kasvamist ja arenemist. Seda tõendab konnakullese kiirendatud muundumine 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 all.

Kilpnäärme haigestumiste ravi. Kuidas siis võidelda kilpnäärme talitluse korratusega? Kui kilpnäärme talitus osutub puudulikuks, siis arusaadavalt 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 niisugune 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 võetakse nääre harilikult inimesele lähimalt loomalt — ahvilt. Mitu korda on püütud inimesele istutada koera või kitse kilpnääret. Kuid enamikul juhtudel imenduvad säärased näärmed, nad hävivad, ja mõne aja pärast tuleb haigus uuesti tagasi.

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 talitus.

Ei tule siiski arvata, et on nii kerge ja lihtne võidelda kilpnäärme-haigustega. Enamikul haigestumiste juhtudest (kaasa arvatud ka haigestumine kretinismi) ei ole mitte ainult tegemist näärme liialdatud talitlusega, vaid ka ta ebaõige 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.

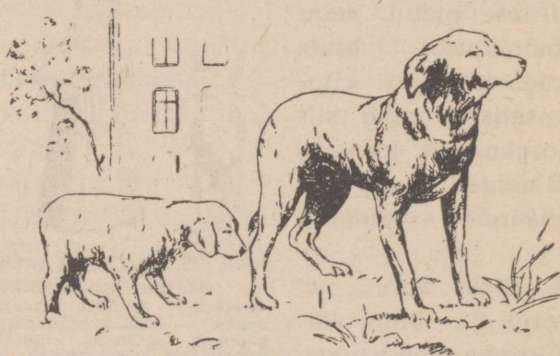


Joon. 95. Kretiinide ravimine kilpnäärme preparaatidega:
vasakul — kretiin 2 aasta vanuselt;
keskel — sama kretiin pärast 11 kuud kestnud söötmist oina kilpnäärme kuivatatud preparaadiga; paremal — kretiin 15 aasta vanuselt.

§ 57. TEISED SISESEKRETSIOONINÄARMED.

Kilpnäärme näitel tutvusime sisesekretsiooninäärme talitlusega ja tema uurimisviisidega. Peale kilpnäärme on veel terve rida sisesekretsiooninäärmeid, s. t. sääraseid näärmeid, millel pole viimajuha.

Ajuripats. Peaaju alumisel pinnal, nägemisnärvide väljumiskoha läheduses asub nn. ajuripats ehk hüpofüüs (6 — joon. 83, lk. 167). Ajuripatsi eesmine osa valmistab hormoone, mis mõjuvad noore organismi kasvule ja eriti luude kasvule. Ajuripatsi kõrvaldamise tagajärjel loomadel pidurdub nende kasv järsult (joon. 96).

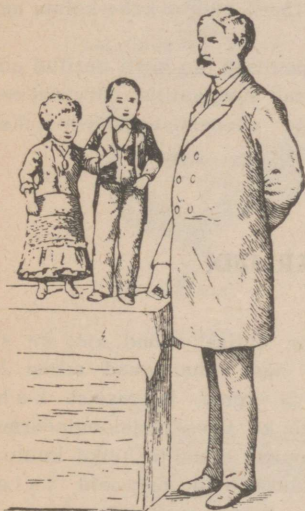


Joon. 96. Kaks koera samast pesakonnast: ühel neist (vasakul) eemaldati ajuripats.

Ajuripatsi puudulik talitlus inimestel lapseeas takistab samuti kasvamist. See pidurdamine võib olla nõnda järsk, et säärase haigete pikkus täiseas ulatub kõigest 70—80 cm — nad on seega kaks korda lühemad normaalse inimese pikkusest. Niisuguseid inimesi nimetatakse kääbus-teks (joon. 97). Kretiinid, nagu meil teada, on ka madala kasvuga. Kuid kretiinidel on selle põhjuseks keha väärarenemine. Ajuripatsi puudulikuse puhul on kääbuste kehaehitus täiesti proportsionaalne. Erinevalt kretiinidest arenevad ka nende vaimsed võimed täiesti normaalselt.

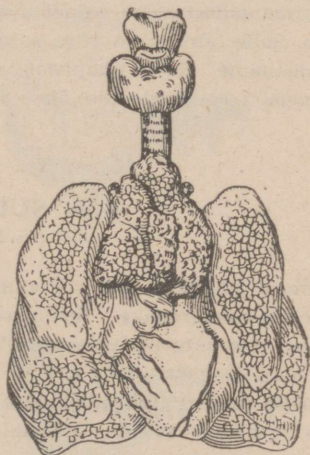
Ajuripatsi suurendatud talitluse puhul võib näha vastandpilti. Laps hakkab kasvama kiirendatud hooga ja muutub hiiglaseks, kasvuga 190—200 cm. On teada hiiglasi, kelle pikkus ulatus isegi 265 cm. Suurest kasvust hoolimata ei paista hiiglased silma oma jõuga. Harilikult on nad nõrgemad kui loomuliku pikkusega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

Täiskasvanud inimestel kutsub ajuripatsi liialdatud talitlus esile raske haigestumise — akromegaalia. Sel puhul kasvavad ebanormaalselt üksikud kehaosad, 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.



Joon. 97. Kuulsad Ameerika kääbused:

tüdruk 12 aastat vana, pikkus 72 cm, kaalub 6,6 kg; poiss 16 aastat vana, pikkus 52½ cm, kaalub 6,6 kg. Kõrval seisab poisi isa.



Joon. 98. Lapse rinnaõõne elundid:

trahhee alumist osa katab harknääre; kõrgemal (kõrist eespool) on näha kilpnääre.

Harknääre. Harknääre (joon. 98) asub rindkere ülemises osas. Lapse esimesil eluaastail on sellel näärmel üsna suured mõõdud, siis muutub aegamööda ta kasv aeglaseks ja tema kogus isegi väheneb. 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 asuvad nn. neerupealised. Neerupealiste eemaldamisel langeb loomadel vererõhk 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 nimetatakse pronkstõveks. Pronkstõve puhul suurenevad pikkamööda lihaste nõrkuse nähted, vereringe ja seedimine muutuvad korratuks, ning harilikult lõpeb haigus kahe-kolme aasta pärast 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.

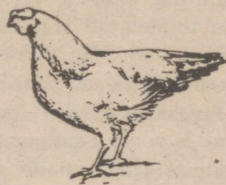
§ 58. SUGUNÄARMED.

Mõned näärmed, mil on viimajuha, on ühtlasi samal ajal ka sise-sekretsiooninäärmeiks. Teiste sõnadega, nad valmistavad erilisi hormone, mis satuvad vahenditult lümfii ja verre. Säärasteist kahe-suguse tegevusega, s. t. välis- kui ka sisesekretsiooninäärmeist on meile juba tuntud kõhunääre. Samasuguste elundite hulka kuuluvad ka sugunäärmed. Meestel nimetatakse neid näärmeid raigadeks, naistel — munasarjadeks. Raiad valmistavad isas-sugurakke ehk spermatozoide. Munasarjad valmistavad emas-sugurakke 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. Pärast seda satub viljastatud munarakk emakasse, kus toimub loote arenemine. Emakal on paksude lihaseist seintega koti kuju, mille ülemisse ossa avanevad munajuhad.

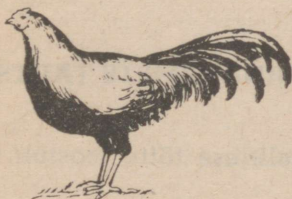
Sugunäärmete sisesekretsioon. Raiad ja munasarjad on mõlemad mitte ainult sigimis-elundeiks, vaid ka sisesekretsiooni elundeiks. Hormoonidel, mida valmistavad sugunäärmed, on täita väga tähtis ülesanne organismi üldises elutegevuses. Ammugi oli tähelepanekute põhjal teada inimeste ja loomade juures, et sugunäärmete eemaldamine (kastreeri-



NORMAALNE KUKK



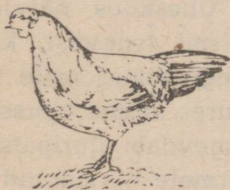
NORMAALNE KANA



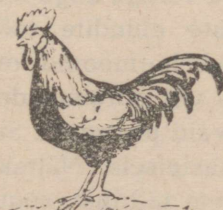
KASTREERITUD KUKK



KASTREERITUD KANA



KASTREERITUD KUKK
SIIRDISTUTATUD MUNASARJAGA



KASTREERITUD KANA
SIIRDISTUTATUD RAIGAGA

Joon. 99. Sugude muundumine.

mine) meestel ja isastel loomadel kutsub esile järsud muutused organis-
mis. Pärast säärast operatsiooni kaovad need tunnused, mis normaalselt
iseloomustavad isassugu — need on nn. teiseseid sugutunnused.
Vurrud ja habe ei kasva, tekivad muutused luustikus, hääl muutub kõr-
geks ja heledaks jne. Raigade eemaldamine mõjub tugevasti ka närvi-
süsteemi 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 emas-sugunäärmete siird-istutamise puhul kastreeritud looma naha alla arenevad vastava soo teised sugutunnused. Munasarja siird-istutamise puhul isaloomale, kellel eemaldati raiad, muutus isaloom emalooma sarnaseks. Samuti ka emaloomale, kel eemaldati munasarjad, raiade siird-istutamine kutsub esile isalooma teiseste sugutunnuste arenemise.

§ 59. SISESEKRETSIOONINÄÄRMETE TÄHTSUS.

Sisesekreetsiooninäärmete talitluse tõttu teostub tihe keemiline side elundite vahel.

Sisesekreetsiooninäärmete poolt valmistatud hormoonidel, olles kantud verega kogu looma kehasse laiali, on suur mõju mitmesuguste elundite tööle. Uheskoos närvisüsteemiga reguleerivad hormoonid organismi tegevust, kiirendades, tugevdades või nõrgendades, aeglustades meie keha elundis toimuvaid protsesse. Seejuures mitmesugused näärmed mõjuvad üksteisele. Näiteks tugevdab ajuripatsi hormoon sugunäärmete talitlust; sugunäärmete hormoonid nõrgendavad harknäärme talitlust jne. Ja alles kõigi sisesekreetsiooninäärmete normaalse talitluse puhul, kui näärmed vastastikku reguleerivad üksteist, saavutatakse kogu organismi korrapärane elutegevus.

Määratu suured edusammud sisesekreetsiooninäärmete uurimisel annavad võimaluse võidelda mitmete haigustega, mida varem peeti parandamatuiks. Mitte vähemat edu ei ole saavutatud mitmesuguste hormoonide toime kasutamisel majanduslikul alal. Süstides looma organismi neid või teisi

hormoone, või ümberpöörduvalt, eemaldades üksikud sise-sekretsiooninäärmed, läheb korda loomade arenemist juhtida meile soovitavas suunas. Nõnda põhjustab loomade kastreerimine (kohitsemine) nende kehasse rasva kogumist suurel 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.

IX PEATUKK.

Ainete- ja energiavahetus inimese organismis.

§ 60. ASSIMILATSIOONI- JA DISSIMILATSIOONI- PROTSESSID.

Toit on organismi aine- ja energia-allikas. Nagu meil juba teada, on toit aine- ja energia-allikaks organismis. Seedeaparaadis töödeldud toiteained imenduvad soolte hattude kaudu organismi. Seejuures lähevad rasvad lümf- ja kantakse siis lümfisoonte kaudu vere üldisse 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 kududevahelised 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 muunduvad raku enda aineks. Säärast toiteainete omastamist keha rakkude poolt nimetatakse *assimilatsiooniks* (sarnastamiseks). Assimilatsiooni-protsessi teel tekib rakuaine antud rakule või koele kõrvalistest ainetest. Nii näiteks tekivad toidu valkainete amiino-

happeist teised valgud, mis on omased antud organismile, antud koele. Seejuures aine muutub harilikult keerulisemaks, s. t. lihtsamad ained muunduvad keerulisemaiks aineiks.

Assimileerides teatud hulga aineid, saavad rakud ühes nendega neis varuna leiduvat peidetud (potentsiaalset) energiat. Seega on assimilatsiooni tulemuseks 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 muundub mõjusaks, kineetiliseks energiaks. On endastmõistetav, et assimilatsiooni-protssid, rakuaine tekkimise protssid, vajavad energiakulu.

Dissimilatsioon. Missugused rakus toimuvad protssid, teiste sõnadega, missugused rakuaine muutused on seotud raku tööga, energia kulutusega? Need muutused on vastandlikud neile, mida me näeme assimilatsiooni-protssis. 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 muundub potentsiaalne energia kineetiliseks energiaks. Lagunemise tulemusena tekivad lihaskoes vahetussaadused, näiteks piimahape, fosforhape ja teised ained. Osaliselt need lagusaadused hapendudes muutuvad lõplikult süsihappegaasiks ja veeks, osalt võib neid organism uuesti kasutada, tekitades uuesti assimilatsiooni-protsside teel loomaraku keerulisi aineid.

Raku tööga seotud lagunemis- ja hapendumisprotssesse nimetatakse dissimilatsiooni-protssideks. Dissi-

milatsiooni tagajärjel vähenevad rakkudes ainete- ja energiavarud.

Fermentide ülesanne ainetevahetuses. Nagu assimilatsiooni-protsessid, nõnda ka dissimilatsiooni-protsessid toimuvad enamikul juhtudel mitmesuguste fermentide osavõtul, nagu need esinevad seedimisprotsessiski. Nii näiteks toimub fermentide osavõtul valkude tekkimine — protsess, mis sünnib igas keha elavas rakus. Hapendumisprotsessid toimuvad organismis samuti fermentide osavõtul. Fermentide ülesanne organismis on määratu suur. Peaaegu kõik bioloogilised protsessid on seotud 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 energiaallikaks. 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.

61. 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 närvikoos tema talitluse puhul. Närv nagu lihaski tarvitab mitte ainult valke, vaid ka glükogeeni, lammutades seda kuni piimahappeni, ning sellest lammutamistööst võtab osa fosforhape, mis astub ühendusse viinamarja-suhkruga.

Ainevahetuse nähtuste keerukus. On endastmõistetav, et asi ei piirdu nende väikearvuliste protsessidega, mida me juba kohtasime. Tõeliselt on ainevahetuse protsessid 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 süsihappegaas) 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 süsihappegaasist 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 muundumisi, teiste sõnadega lagunemise ja hapendumise lõplikud saadused erituvad neerude, kopsude, naha ja osalt ka soolte kaudu (nii eritatakse soolte kaudu mõned lagunemis- ja hapendumissaadused, mis kuuluvad sapi koostisse).

Lähtematerjaliks, mille arvel toimub ainevahetus, on toiteained. Organismile on nad aine ja energia ainsaks allikaks.

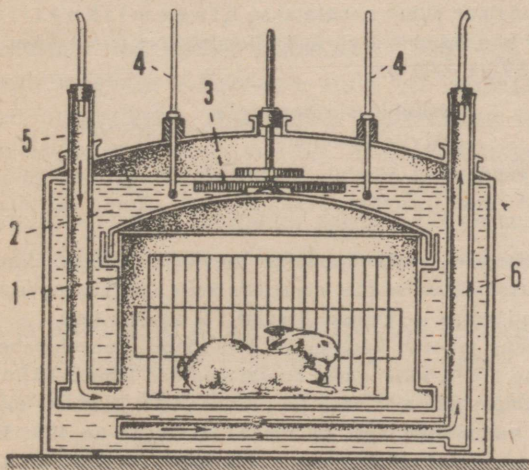
Organismis toimuva aine- ja energiavahetuse arvestamine. Kui inimene säilitab muutumatult oma alalise kaalu, siis tähendab see, et ta organismis ei koguta mingeid varusid. Ta kaotab niisama palju, kui palju ta omandab. Arvestades täpselt öö-päeva jooksul söödud toiduainete koostist ja hulka, võib otsustada ainete kulu üle organismis. 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, väljendatud 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 ainult 2500 kalorit. 2500 kalorit on, nagu meil teada, keskmise kasvuga ja füüsiliselt mittetöötava inimese keskmine öö-päevane energia tarve.

Energiakulu võib mõõta ka teisel teel, ilma et arvestaksime, misuguste ainete lagunemise ja hapendumise arvel energia tekkis. See energiakulu mõõtmine põhjeneb asjaolul, et kogu kulutatud energia

muundub lõppude-lõpuks soojuseks ja on sel kujul mõõdetav. 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 asub puur kiülükuga;
- 2 — vesi, mis täidab ruumi kambriga kahekordsete seinte vahel; 3 — segaja, mis pidevalt segab vett (et vältida ebaühtlast soojenemist); 4 — täpsed termomeetrid, mis võimaldavad jälgida temperatuuri tõusmist;
- 5, 6 — torud kambriga õhu vahetamiseks.

Energiakulu üle võib otsustada lõpuks gaasidevahetuse järgi, s. t. meie keha poolt tarvitatud hapniku ja eritatud süsihappegaasi 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 aparate, mille abil määratakse kindlaks sisse- ja väljahingatava õhu koostis ja samuti väljahingatud õhu hulk.

Katseliselt on kindlaks tehtud, et süsivesikute hapendumisel tarvitatud hapniku ruumala võrdub eritatud süsihappegaasi ruumalaga. Teiste sõnadega, iga 10 l tekkinud süsihappegaasi kohta tuleb kulutada 10 l hapnikku. Organismi rasvade hapendumisel eritatakse iga 10 l tarvitatud hapniku kohta 7 l süsihappegaasi. Eritatud süsihappegaasi ja tarvitatud hapniku ruumalade suhet nimetatakse hingamiskoeffitsiendiks. Süsivesikute hapendumisel võrdub hingamiskoeffitsient 1-ga; rasvade hapendumisel 0,7-ga, sest et

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

Valkude hapendamisel võrdub hingamiskoeffitsient 0,8-ga; teiste sõnadega, iga 8 liitri eritatud süsihappegaasi kohta tarvitatakse 10 l hapnikku.

Gaasidevahetuse tundmaõppimine annab võimaluse hingamiskoeffitsiendi kindlaksmääramise teel otsustada selle üle, missugused ained peamiselt hapendatakse — valgud, rasvad või süsivesikud.

See ülesanne muutub kergemaks, kui rööbiti gaasidevahetuse määramisega saame teada, missugusel hulgal sisaldab lämmastikku ööpäevane 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 süsihappegaasi. Siis kuulub tarvitatud hapniku ja eritatud süsihappegaasi järelejäänud hulk ainult süsivesikuile ja rasvadele. Kui teame hingamiskoeffitsienti ja tarvitatud hapniku ning eritatud süsihappegaasi 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 sünnib 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 elu nähtustesse.

§ 62. 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 aga organismi poolt 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, vastupidi, hakkab kehasse varusid koguma. Esimesel juhul hakkab inimene kõhnuma, ta kehakaal langeb, teisel juhul ta kaal hakkab suurenema.

Organism allub aine ja energia jäävuse seadusele. Kuidas ainevahetus toimukski, allub 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 seaduse läbi. 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. Hoolimata neist erinevustest, võime siiski 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 süsihappegaasi 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 kasvab rakkude sigimise tagajärjel 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 erustel, mida saab töötav elund närvisüsteemi või vere kaudu. Meil on juba teada, et kesknärvisüsteem reguleerib ainevahetust. Veel möödunud sajandi keskpaigu tegi prantsuse füsioloog Claude Bernard kindlaks, et nõelapiste pikliku peaju 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 samuti, kui suurt mõju avaldavad ainevahetusele sisesekretsiooni-näärmed. Piisab kilpnäärme meenutamisest, mille talitluse häirimine põhjustab järsu muutuse

ainevahetuses. Tõeliselt võttes mõjutab iga sisesekreetsiooni-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) iseloomustab üldise ainevahetuse langemisel dissimilatsiooni-protsesside alaline ülekaal assimilatsiooni-protsesside üle.

X PEATUKK.

Sigimine ja arenemine.

§ 63. SUGURAKUD.

Veel võrdlemisi hiljuti — aastat kolmsada tagasi — arvas enamik õpetlasi, et igas munarakus on 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 (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).

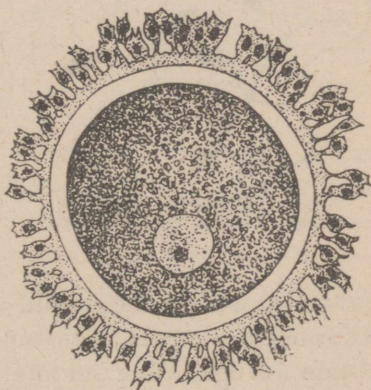
Alles XIX saj. keskpaiku, kui oli tõestatud inimese rakuline ehitus, vaibusid õpetlaste hulgas vaidlused selle üle, kas spermatozoidid on parasiidid või loomade eod. Nüüd me teame, et nii spermatozoid kui ka muna kujutavad rakke, mille ühtimisega algab eo arenemine. Teame, et alles pärast pikka arenemist saab idu looma või inimese kuju.

Muna. Emas-sugurakk ehk muna areneb naise sugunäär-
mes — munasarjas, tehes läbi rea keerulisi muutusi. Küps
muna, nagu iga elav rakk, sisaldab tuuma ja protoplasmat.

Muna protoplasmat nimetatakse idu-
plasmaks, ta sisaldab suuremal või vä-
hemal määral aineid, mida kasutatakse
areneva loote toitmiseks. Inimesel,
samuti nagu kõigil imetajail loomadel,
sisaldavad munad väga vähe toite-
aineid (joon. 102). Neil saab loode oma



Joon. 101. Vana-
aegne kujutus in-
mese spermatozoi-
dist.

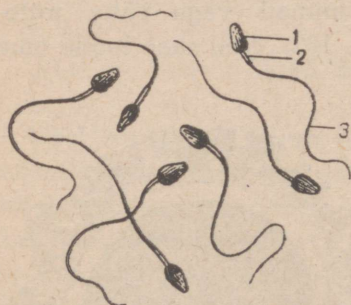


Joon. 102. Inimese muna, mis on
ümbritsetud lootekestaga. Sees on
näha tuum ühes tuumakesega.
Muna protoplasmas leiduvad toite-
ainete terakesed.

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

Spermatozoid. Spermatozoidid (isas-sugurakud) on tundu-
valt väiksemad munadest. Need on väga väikesed rakud,
mida võib näha ainult mikroskoobi all (joon. 103). Jämendu-

nud osas — peakeses — asub 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 tee — 25 cm tunnis.



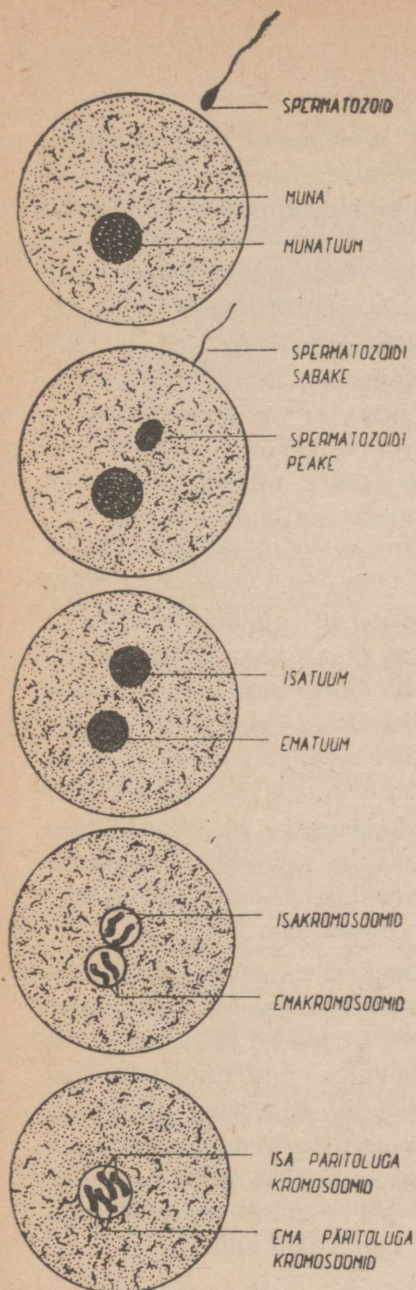
Joon. 103. Spermatozoidid:
1 — peake; 2 — kaelake; 3 — saba.

Sugurakkude küpsemine. Nagu teada, koondub raku pooldumisel kromatiinaine tuumaniitidesse ehk kromosoomidesse. Kromosoomide arv on igal loomaliigil püsiv. Sugurakud on organismis ainsad rakud, milles me leiame sellele loomale mittehariliku arvu kromosoomide. Asi on selles, et nii muna kui ka spermatozoid kaotavad küpsemise puhul poole oma kromatiinainest, ja tulemuseks sisal-

davad küpsenud sugurakud ainult poole arvu kromosoomide. Küpsemisprotsessis rikastub muna protoplasmaga ja toitainete varuga, kuna spermatozoid seevastu kaotab tunduva osa protoplasmast.

§ 64. LOOTE ARENEMINE.

Viljastamine. Loote arenemine algab viljastamise momendiga, s. t. selle momendiga, kui isas-sugurakk ehk spermatozoid ühtib emas-sugurakuga — munaga. Isas- ja emas-sugurakkude liitumisel taastub inimesele iseloomulik normaalne kromosoomide arv (joon. 104). Seejuures on pooled kromosoomest isa ning pooled ema päritoluga. Nagu meil juba



teada, on kromosoomide ainega seotud pärlikkude tunnuste edasikandmine. Siit on arusaadav, et isa ja ema päritoluga tuumaaine ühetaline jaotus kindlustab pärlikkuse teel nii isa kui ka ema tunnuste võrdset edasikandmist.

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

Sellest momendist alates kuni raseduse lõppemiseni toimub raseda naise organismis rida muutusi, mis on seotud peamiselt sugunäärmete muutunud sisesekretsiooniga. Nende muutuste hulka kuulub piimanäärmete kasvamine ning raseduse lõpu poole — piima tekkimine.

Arenevas lootes hakkab kujunema kaks rakkude kihiti: nn. sisemine ja välimine looteleht. Varsti tekib viimaste vahele uus kiht — keskmine looteleht. Nende kolme lootelehe rakud hak-

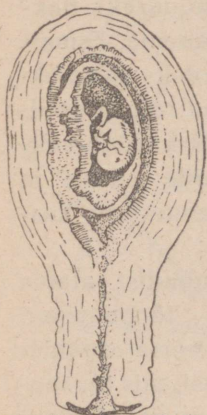
Joon. 104. Muna viljastamine.

kavad ikka rohkem üksteisest erineva — 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 — pal-

jale silmale vaevalt nähtav. On endastmõistetav, et säärases väikeses munas on toiteainete varud väikesed. Kust saab arenev loode vajalikke toiteaineid? Kuhu jäävad kehas tekkivad lagusaadused?

Juba oma arenemise algul tekkivad loote ümber erilised kestad. Areneva loote väliskesta (kõldkest) nimetatakse hatsuks, sest ta on üleni kaetud hattudega. Selle kesta abil kinnitub loode emaka seinale limaskestast külge (joon. 105); selleks ajaks osutub see kest tursunuks ja nagu kohevaks. Hatud kasvavad nii kindlalt emaka limaskestasse, et sünnitamise ajal ühes hattudega kistakse emakaseintest lahti ka osa limaskestast. Hatustes kehtas arenevad veresooneid.



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

Kõik, mis on tarvis loote arenemiseks — toiteained, hapnik jne., kõik see läheb kergesti ema verest üle lapse verre emaka seintes olevate emavereoonete ja hatustes kehtas rikkalikult harunevate loote veresoonte tiheda kokku-
puutumise tõttu. Sama teed kaudu, s. t. ema organismi kaudu vabaneb loode süsihappegaasist ja teistest lagunemisaadustest. Hiljemini see emakaga kokkukasvanud kest areneb nn. emakoogiks ehk päramisteks, mis on ühendatud lootega pika nõõri — nabaväadi abil.

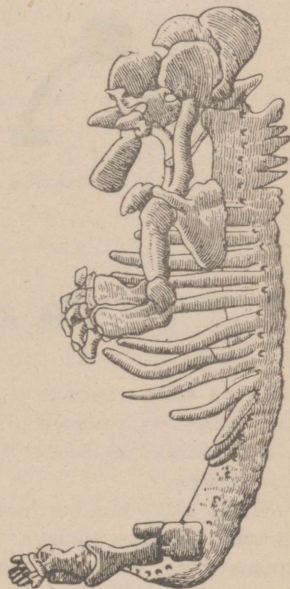
Kogu üheksa kuu kestel loode ema ihus ei hinga ega seedi toitu. Kõike seda teeb tema eest ema. Kui rasedal naisel neerud, mille ülesandeks on eemaldada verest kõlbmatuid ja kahjulikke „läbitöötatud“ aineid, töötavad halvasti või kui rase naine toitub halvasti ja töötab üle jõu, liigselt väsitades oma organismi, siis mõjutab see kohe loote arenemist ja tervist. Seepärast osutubki hool raseda naise tervise eest ühtlasi hooleks tulevase lapse tervise eest.

§ 65. LAPSEPÕLI.

Lapse organismi arenemine. Sündimise momendil astub lapse organism otsesesse vahekorda väliskeskkonnaga: ta hingab, võtab vastu toitu, eemaldab lagunemissaadusi. Sellegipärast jääb ta veel kauaks ajaks täiesti abituks ja nõuab tähelepanelikku ja õiget hoolitsemist, olgugi et iga möödud 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.

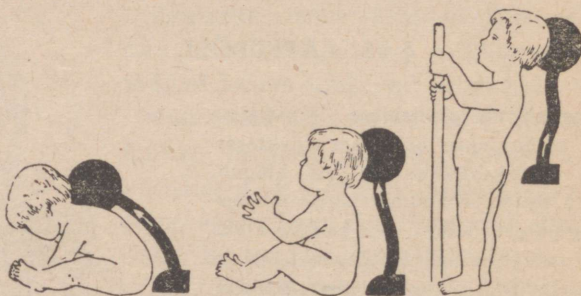
Kiiresti arenevad ka lapse sise-elundid. Nii näiteks aasta lõpuks areneb seedenäärmete talitus niikaugale, et laps, kes algul



Joon. 106. Inimese loote kõhrest luustik.

võis toituda ainult piimaga, nüüd üsna edukalt seedib ka 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 ilmema esimesed teadvuse alged. 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 meelte-elundite kaudu. Veel hiljem areneb tal kõnelemisvõime.



Joon. 107. Lülisamba kõverduste tekkimine seoses istumise ja seismisega.

§ 66. KUPSEMISAJAJÄRK.

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 püsivaks 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 arteride jämedus ühtlaselt. Arterid jäävad maha oma arengus — nad on liiga kitsad. Süda peab kokku tõmbuma suurema jõuga, et verd kitsast arteride-kanalist läbi tõugata.

Südame töö on suur ülesanne iga füüsilise pingutuse puhul. Et ta selles eas on ebasoodsais tingimustes, tuleb väga ettevaatlikult suhtuda liigsesse füüsilisse koormatusse, et mitte tekitada südame laienemist ja tema töö korratust.

Sisesekretsiooni-näärmete talitlus muutub järsult. Harknääre atrofeerub, 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 peaaegu 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 põhi-funktsioone. 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 igapähevalt aktiivset võitlust tervete järglaste eest. Meie lapsed peavad kasvama terveiks ja tugevaiks. Uheks vajalikuks tingimuseks on vanemate terve ja täiesti lõpuleviidud füüsiline areng. Ainult terved vanemad annavad terveid tulevasi kommunismi ülesehitajaid.

§ 67. LASTE JA ALAEALISTE TERVISEKAITSE.

Ei ole ainust maad maailmas, mis võiks võistelda meiega kasvavate põlvete tervisekaitse alal. Nõukogude seadused hoolitsevad lapse eest juba emaihus. Isa ühes emaga on kohustatud võtma osa oma lapse kasvatamisest. Naistöölised ja -ametnikud vabastatakse raseduse puhul tööst enne sünnitamist ja pärast sünnitamist, kusjuures nad saavad toetust riigi arvel. 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 asutuste süsteem, mis teenindab lapsi ja noori: sanatooriumid, sanatoorium-koolid, metsakoolid, noorte pioneeride sanatoorium-laagrid, suvised terviseparandamise kolooniad, suvised mänguplatsid jne. Lasteaiad, koolid ja muud asutused töötavad erilise arstliku kontrolli all. Kõigis koolides antakse õpilastele sooja einet.

Võtnud võimu enda kätte, likvideeris proletariaat täielikult igasuguse töö ekspluateerimise, 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. Eriliselt kahjulikele ja raskeile töödele alaealisi ei lasta.

Kõiki koolilapsi ja alaealisi, kes töötavad käitistes, peab arst igal aastal üle vaatama. Selle ülevaatuse alusel eraldatakse need, kes vajavad erilist tervislikku ravi. Alaealistele töölistele antakse täiendavat puhkust, neid saadetakse puhkekodudesse, sanatooriumesse, kuurortidesse.

XI PEATUKK.

Lõppsõna.

§ 68. FUSIOLOOGIA ULESANNE TÖÖ ORGANISEERIMISEL JA RATSIONALISEERIMISEL.

Inimese elu aluseks on töö. Seepärast ei saa me mõista inimese organismi elutegevust, kui seda uurida väljaspool tööd. Inimese füsioloogia ei ole mõeldav ilma, et me ei õpiks tundma organismi tema tööprotsessis.

Tööprotsessis muutub nii või teisiti keha iga elundi, iga koe talitus. Muutub mitte ainult närvisüsteemi ja lihaste töö, vaid ka nende elundite töö, mis esinevad nagu abistajaina tööprotsessis, varustades organismi vajalike toiteainetega, eemaldades lagusaadusi ja jäänuseid jne. Nõnda muutub näiteks pingutava füüsilise töö puhul hingamine sagedamaks ja sügavamaks, süda tuksub tugevamalt ja sagedamini, veri jaotatakse teisiti, ta voolab peamiselt töötavasse elundeisse, neerude töö kasvab jne.

Nende muutuste tundmaõppimisel, mis tekivad töö ajal nii üksikuis elundeis kui ka kogu organismis, on suur tähtsus töö ratsionaliseerimise, tervendamise ja viljakuse tõstmise suhtes. Mainitud ülesannete teostamiseks on üldfüsioloogiast välja kasvanud eriharu — tööfüsioloogia. Tõeliselt iga füsioloogia osa teeb tegemist tööküsimumusega. Tööfüsioloogia ülesandeks ei ole ainult see, et tundma õppida muu-

tusi, mis tekivad 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.

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

Sotsialistlik töö ratsionaliseerimine. Nõukogude teadus ja tehnika on saavutanud suuri tähelepanuväärivaid tulemusi töö ratsionaliseerimise alal.

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 väikseima 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 tervendamisetä, 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 TAHTSAIMATE TOIDU- SAADUSTE KOOSTIS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saa- duse 100 grammis
		valke	rasvu	süsi- vesi- kuid	
1	Provanks- ja muud taimeõlid	—	99,0	—	891
2	Nisujahu, peenike (püül)	10,0	1,0	75,0	349
3	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	13,0	1,5	70,0	345
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	süsi- vesi- kuid	
28	Spinat	3,0	0,4	3,0	28
29	Salat	1,5	0,3	2,0	17
30	Hapuoblikas	2,0	0,4	3,0	24
31	Värske kapsas	2,0	0,2	5,0	30
32	Hapukapsas	1,0	0,2	4,0	21
33	Kurgid	0,6	0,1	1,0	7
34	Tomatid	0,7	—	3,0	16
35	Kõrvits	1,0	—	5,0	24
36	Kuivatatud juurviljad	12,0	1,5	45,0	240
37	Söödavad seemed (värsked)	3,0	0,3	5,0	35
38	Söödavad seemed (kuivatatud)	25,0	2,0	40,0	278
39	Melon	0,8	0,1	6,0	28
40	Arbuus	0,4	0,2	12,0	52
41	Õunad	0,4	—	13,0	54
42	Pirnid	0,4	—	12,0	50
43	Apelsinid	0,6	—	14,0	58
44	Sidrunid	0,5	—	13,0	54
45	Kirsid	0,8	—	13,0	55
46	Ploomid	0,6	—	16,0	66
47	Aprikoosid	1,0	—	12,0	52
48	Virsikud	0,5	—	14,0	58
49	Viinamarjad	0,7	—	15,0	63
50	Maasikad	1,0	0,3	8,0	39
51	Vaarikad	1,0	—	8,0	36
52	Mustikad	0,5	—	12,0	50
53	Viigid	3,0	1,0	58,0	250
54	Rosinad	2,0	0,3	62,0	260
55	Keedis marjadest (keskmiselt)	0,4	—	60,0	245
56	Metspähklid	17,0	62,0	7,0	654
57	Kreeka pähklid	16,0	63,0	6,0	655
58	Suhkur-rafinaad	—	—	100,0	400
59	Mesi	0,3	—	80,0	321
60	Šokolaad	3,0	20,0	68,0	472
61	Kakao	22,0	25,0	3,0	330

2. TAHTSAIMATE TAIMSE PARITOLUGA TOIDU- SAADUSTE VITAMIINIDE SISALDUS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	Taimeõlid	+	—	—
2	Nisu	+	+++	—
3	Nisujahu, peenike (püül)	—	+	—
4	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	+	++	—
5	Nisuleib	—	+	—
6	Rukkijahu, terviklikest teradest	+	++	—
7	Rukkileib	—	++	—
8	Tatratangud	?	+++	—
9	Hirss	+	++	—
10	Riis, terviklik	—	++	—
11	Riis, puhastatud (poleeritud)	—	—	—
12	Kliid	+	++++	—
13	Idanenud terad	++++	+++	++++
14	Mais	+	++	—
15	Sojaoad	++	++	—
16	Herned	+	+++	—
17	Suhkruherned (kuivatatud)	+++	++	++
18	Suhkruherned (värsked)	+++	++	+++
19	Läätšed	++	+++	+
20	Kartul, keedetud 13 minutit	+	++	++
21	" keedetud 1 tund	+	++	+
22	Peet	+	++	++
23	Porgand	+++	+++	++
24	Porgand, keedetud	+	+	+
25	Kaalikas	+	++	++
26	Naeris	+	++	+++
27	Tomatid	+++	+++	++++
28	Redised	+	+	—
29	Salat	++	++	++++
30	Spinat	+++	+++	++++
31	Kurgid	—	+	+
32	Kapsas, toores	++	+++	+++
33	" keedetud	+	++	+
34	" hapendatud	+	+	—
35	Lillkapsas, toores	+	+	+++
36	" keedetud	+	+	++
37	Kuivatatud juurvili	+	+	+
38	Õunad	+	++	++
39	Pirnid	—	++	+
40	Mandariinid	?	?	+++
41	Apelsinid	+	++	++++

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
42	Sidrun	+	+	++++
43	Arbuus	?	?	++
44	Melon	++	+	+
45	Viinamari	+	++	+
46	Rosinad	—	+	—
47	Kirsid	++	+	++
48	Ploomid, kuivatatud	+++	+	—
49	Vaarikad	—	—	+++
50	Maasikad (mets- ja aed-)	—	+	++
51	Mustad sõstrad	?	?	++++
52	Pihlakamarjad	?	?	+++
53	Metspähklid	+	++	+
54	Kreeka pähklid	+	++	—
55	Söödavad seemed	+	+	—
56	Õllepärm	+	++++	—
57	Kuuse- ja männiokkad	?	?	++++
58	Mesi	—	+	—
59	Suhkur	—	—	—
60	Tärklis	—	—	—

- tähendab vitamiini puudumist;
 + " väike vitamiini-sisaldus;
 ++ " küllaldane vitamiini-sisaldus;
 +++ " palju vitamiini;
 ++++ " väga palju vitamiini.

3. LOOMSE PARITOLUGA TAHTSAIMATE TOIDU- AINETE KOOSTIS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	100 osa sisaldab			Kalorite hulk saaduse 100 grammis
		valke	rasvu	süivesi- kuid	
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	süsi-vesi-kuid	
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 (värsk), haug	18,0	0,3	—	75
22	Koha, soolane, kuivatatud	45,4	3,0	—	210
23	Heeringas, soolane	16,0	13,0	—	181
24	Heeringas, suitsetatud	19,0	8,0	—	150
25	Vobla, värsk	16,0	5,0	—	110
26	Vobla, kuivatatud	45,0	10,0	—	270
27	Kalamari	30,0	14,0	2,0	254
28	Kalarasv	—	99,0	—	891
Munad, piim, piimasaadused					
29	Kanamunad	14,0	11,0	0,4	157
30	Munavalge	13,0	—	0,7	85
31	Munarebu	16,0	30,0	0,3	336
32	Lehmapiim (täispiim)	3,5	3,5	5,0	66
33	" (kooritud)	3,5	0,5	5,0	39
34	Koor	4,0	30,0	—	290
35	Kohupiim	25,0	7,0	3,5	177
36	Hapupiim	3,0	3,8	3,0	50
37	Juust, rööskkoorest	15,0	30,0	1,0	331
38	" rasvane (vene, šveitsi, bakstein)	25,0	20,0	3,0	385
39	" lahja	32,0	4,0	5,0	185
40	Rööskkoorevõi	0,7	85,0	0,5	770
41	Sulatatud või	—	98,0	—	882

4. TAHTSAIMATE LOOMSE PÄRITOLUGA TOIDU- SAADUSTE VITAMIINIDE SISALDUS.

Järjek. nr.	Toidusaaduse nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	Loomaliha (lahja)	+	+	+
2	Konservitud liha	—	+	—
3	Sealiha	+	++	—
4	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.

Sissejuhatus	Lk. 3
------------------------	----------

I peatükk. Rakud ja koed.

§ 1. Organismide rakulise ehituse uurimise ajalugu	9
§ 2. Raku protoplasma ja tuuma ülesanne	12
§ 3. Protoplasma ja tuuma koostisest ja ehitusest	13
§ 4. Raku kaudne pooldumine	17
§ 5. Loomakoed	22

II peatükk. Vereringe.

§ 6. Vereringe tähtsus	31
§ 7. Verelibled ja nende tähtsus	34
§ 8. Plasma koostis ja omadused	39
§ 9. Immuunsus	41
§ 10. Vereringe üldskeem	45
§ 11. Süda ja tema töö	50
§ 12. Südame töö ja elundite varustamine verega organismi puhke- ajal ja mitmesuguse tegevuse puhul	54
§ 13. Lihaste tegevuse mõju südame vereringesüsteemile	58
§ 14. Südame üleväsitus	64

III peatükk. Hingamine.

§ 15. Hingamis-elundite tähtsus	66
§ 16. Hingamis-elundite ehitus	67
§ 17. Hingamisliigutused	73
§ 18. Gaasidevahetus kopsudes ja kudedes	78
§ 19. Hingamis-elundite talitus 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. Seede-elundite ehitus	92
§ 24. Fermendid	98
§ 25. Seede-elundite töö	101
§ 26. Imendumine	109
§ 27. Toidusaaduste toiteväärtus	113
§ 28. Toitlusnormid	119
§ 29. Uhiskondlik toitlustamine	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 väsimus	143
§ 36. Lihaste tegevuse mõju organismile	146

VI peatükk. Eritus.

§ 37. Missuguseid aineid eritab organism?	147
§ 38. Kuse-elundite ehitus ja töö	148
§ 39. Nahk	151
§ 40. Naha ja higinäärmete ülesanne keha temperatuuri reguleerimisel	152
§ 41. Naha puhtuse hoidmise tähtsus	155
§ 42. Mürkained, mis mõjuvad naha kaudu	156

VII peatükk. Närvisüsteem.

§ 43. Närvisüsteemi tähtsusest	158
§ 44. Närvirakud ja närvid	160
§ 45. Närvide omadused	161
§ 46. Seljaaju ehitus ja töö	163
§ 47. Peaaju üksikute osade ehitus ja töö	166
§ 48. Tingrefleksid	171
§ 49. Inimese närvisüsteemi kõrgem talitus	179

	Lk.
§ 50. Töövõtete kujundamine	182
§ 51. Mõtlemine kui inimese närvisüsteemi talitluse kõrgem avaldus	185
§ 52. Õpetuse arenemine närvisüsteemi kõrgemast talitlusest . . .	186
§ 53. Meelte-elundid ja nende tähtsus	187
§ 54. Nägemis-elundid	189
§ 55. Kuulmis-, haistmis-, maitsmis- ja kompimis-elundid	193

VIII peatük k. Sisesekreetsioon.

§ 56. Kilpnääre	196
§ 57. Teised sisesekreetsiooninäärmed	202
§ 58. Sugunäärmed	204
§ 59. Sisesekreetsiooninäärmete tähtsus	206

IX peatük k. Aine- ja energiavahetus inimese organismis.

§ 60. Assimilatsiooni- ja dissimilatsiooni-protsessid	208
§ 61. Ainevahetus	209
§ 62. Aine- ja energiavahetuse tasakaal organismis	215

X peatük k. Sigimine ja arenemine.

§ 63. Sugurakud	218
§ 64. Loote arenemine	220
§ 65. Lapsepõli	223
§ 66. Küpsemisajajärk	224
§ 67. Laste ja alaealiste tervisekaitse	226

XI peatük k. Lõppsõna.

§ 68. Füsioloogia ülesanne töö organiseerimisel ja ratsionaliseerimisel	227
Lisad	230

Vastutav toimetaja G. Reial.

Ladumisele antud 21. II 1946. Trükkimisele antud 15. V 1946. Trüki-
arv 8200. Paber $56 \times 79^{1/8}$. Trükipoognaid 15. Trükitähti trükipoognas
35152. Arvutuspoognaid 12,8. MB-02779. Tellimise nr. 211. Trükikoda
„Punane Täht“, Tallinn, Pikk tn. 54/58.

На эстонском языке.

А. Н. Кабанов, Анатомия и физиология человека.

Rbl. 7.—

A-16181

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00507192 5