A. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA ÕPIK

VIII KLASSILE

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"

A-18024 Duplum

A. KABANOV

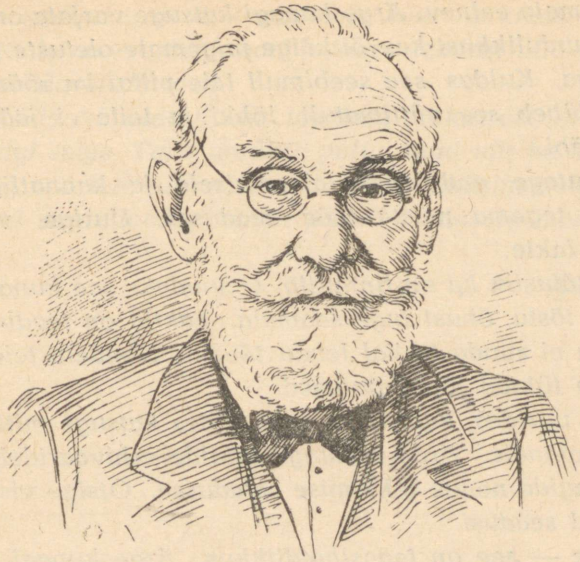
INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA ÕPIK

VIII KLASSILE

RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1949

Kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt
6. aug. 1949. a.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
7910



I. P. Pavlov.

I. P. PAVLOVI KIRI NOORTELE.

„Mida ma tahaksin soovida minu kodumaa noortele, kes on pühendanud end teadusele?

Kõigepealt järjekindlust. Sellest viljaka teadusliku töö tähtsaimast tingimusest ei saa ma kunagi kõnelda erutuseta. Järjekindlus, järjekindlus ja järjekindlus. Juba oma töö algusest peale harjutage end rangele järjekindlusele teadmiste kogumises.

Õppige selgeks teaduste algtõed, enne kui katsute tõusta selle tippudele. Ärge kunagi alustage järgnevat, kui on

omandamata eelnev. Ärge kunagi katsuge varjata oma teadmiste puudulikkust kasvõi kõige julgemate oletuste ja hüpoteesidega. Kuidas see seebimull teie pilku ka rõõmustaks, ometi läheb see vältimatult lõhki ja teile ei jää midagi peale häbi.

Harjutage end enesevalitsemisele ja kannatlikkusele. Õppige tegema musta tööd teaduses. Uurige, võrrelge, koguge fakte.

Kui täiuslik ka on linnutiib, ei suudaks see kunagi lindu kõrgele tõsta, õhust tuge saamata. Faktid on teadlase õhk. Nendeta ei suuda te iial lendu tõusta. Nendeta teie „teooriad" on tühjad jõupingutused.

Kuid uurides, katsetades, vaadeldes katsuge mitte jääda faktide pinnale. Ärge muutuge faktide arhivaarideks. Katsuge tungida nende tekkimise saladusse. Otsige visalt neid juhtivaid seadusi.

Teine — see on tagasihoidlikkus. Ärge kunagi mõelge, et teate juba kõik. Ja kui kõrgelt teid ka hinnataks, omage alati mehisust endale öelda: olen võhik.

Ärge laske upsakusel teie üle võimust saada. Tema pärast jääte kangekaelseks seal, kus on vaja nõustuda, tema pärast loobute kasulikust nõuandest ja sõbralikust abist, tema pärast kaotate objektiivsuse mõõdu.

Selles kollektiivis, mida mina juhatan, teeb õhkkond kõik. Meie kõik oleme rakendunud ühte ühisesse üritusse ja igaüks viib seda edasi oma jõu ja võimaluste kohaselt. Sageli me ei saa selgusele jõuda, mis on „minu" ja mis on „sinu", kuid selle läbi meie ühine üritus ainult võidab.

Kolmas — see on kirg. Pidage meeles, et teadus nõuab inimeselt kogu ta elu. Ja kui teil oleks kaks elu, siis ei jätkuks teile neistki. Teadus nõuab inimeselt suurt pingutust ja suurt kirge. Olge kirglikud oma töös ja oma otsinguis.

Meie kodumaa avab teadlastele suuri avarusi, ja peab andma tõele au — meie maal viiakse teadust ellu ohtrasti. Viimse määrani ohtrasti.

Mida siis kõnelda noore teadlase olukorrast meil? See on ju niigi selge. Talle antakse palju, kuid talt ka nõutakse palju. Ja noortele nii nagu meilegi on auküsimuseks õigustada neid suuri lootusi, mida paneb teadusele meie kodumaa.

I. P. PAVLOV.

SISSEJUHATUS.

§ 1. Anatoomia ja füsioloogia — teadused organismi ehitusest ja talitlustest.

Anatoomia ja füsioloogia ülesanded. Anatoomia uurib organismi ja selle üksikute elundite ehitust. Füsioloogia uurib organismis ja selle üksikuis elundeis toimuvaid eluprotsesse ehk, nagu tavaliselt öeldakse, elutalitlusi.

Õpetus organismi ehitusest ja talitlustest seab endale ülesandeks leida tingimused, mis kõige paremini võimaldavad organismi õiget arenemist ja toovad kõige täielikumalt nähtavale kehalised ja vaimsed võimed.

Sotsialistlik ühiskond, kus on kaotatud ekspluatatsioon ja kus kogu võim kuulub töörahvale, loob kõige paremad tingimused selle ülesande lahendamiseks ning aitab sellega kaasa tõhusale ja aktiivsele võitlusele nii üksikinimese kui ka kogu inimkonna tervise eest.

Seos ehituse ja talitluse vahel. Elundi töö muutumisel tekivad tavaliselt ka vastavad muutused tema ehituses. Inimene, kes teeb iga päev võimlemisharjutusi, sunnib oma keha teatavaid lihasterühmi pingsalt töötama. Niisuguse suurendatud tegevuse mõjul lihas mahult suureneb, saab tugevamaks ja kõvemaks. Vastupidi, töötamast lakanud lihas väheneb mahult ja kujuneb pikkamööda teistsuguseks.

Samal viisil ka igasugune muutus elundi ehituses põhjustab vastava muutuse selle talitluses.

Elundi ehituse ja talitluse vahel on alati tihe vastastikune seos. Seepärast peab organite talitluse ehk, teiste sõnadega, nende töö mõistmiseks tundma keha ehitust. Samuti ka vastupidi: keha elundite ehituse mõistmiseks on vajalik õige ettekujutus keha elutalitlustest.

Niisiis anatoomia ja füsioloogia on omavahel tihedalt seotud ja seepärast õpitaksegi neid mõlemaid teadusi koolis koos.

Katsetamine loomadega ja selle tähtsus. Inimese ja loomade kehas toimuvatel füsioloogilistel põhiprotsessidel on väga palju ühist. Seoses sellega on inimese füsioloogia tundmaõppimisel erilise tähtsusega katsed loomadega.

Katseteta ei saa organismi tööd tundma õppida. Ent kaugeltki mitte iga katset ei saa teha inimesega ja seepärast võetaksegi appi loomad. Koeral, küülikul või konnal võib teha igasugust operatsiooni: paljastada süda või mõni muu elund ning vaadelda selle tööd, teha katset isoleeritud, s. o. keha küljest eraldatud elundiga (näiteks maoga, lihasega).

Niisugused katsed võimaldavad mõista ja tundma õppida nii inimese üksikelundite kui ka kogu organismi talitluste põhilisi seaduspärasusi.

§ 2. Anatoomia ja füsioloogia tähtsus.

Inimese koht looduses. Anatoomia tundmiseta ei saa õigesti mõista inimese kohta looduses, tema sugulust loomadega, põlvnemist ja arenemist. Ainult uurides organismi ehitust ja talitlusi võib saada teaduslikult põhjendatud kujutluse inimesest kui ühest lülist loomariigi ja kogu looduse arenemise ahelas.

Tõestades inimese ja loomade päritolu ühtsust, lükka-

vad anatoomia ja füsioloogia ümber usulised väljamõeldised inimese loomisest ja aitavad kaasa vabanemisele ebausust ja eelarvamustest.

Inimorganismis toimuvate protsesside hoolas uurimine on näidanud, et need alati alluvad loodusseadustele, eriti kogu looduses kehtivale aine ja energia jäävuse ja muundumise seadusele. See tõestab, et on ebateaduslik ning seega ka ebaõige seletada organismi talitlusi mingi salapärase „elujõu" või „hinge" olemasoluga.

Anatoomia ja füsioloogia praktiline tähtsus. Mõlemad teadused — anatoomia ja füsioloogia — on tekkinud ja arenenud praktiliste vajaduste sunnil. Et ravida haiget ja osata kaitsta tervet inimest haigestumise vastu, peab tundma organismi ehitust ja selles toimuvaid protsesse.

Tähtsamad avastused ja saavutused tegeliku arstiteaduse alal on seotud anatoomia ja füsioloogia eduka arendamisega.

Kirurg, kes tänapäeval tungib noaga ükskõik millisesse kehaelundisse, isegi südamesse, ajusse ja silma sisemusse, ei saaks neid keerukaid operatsioone teha ilma anatoomia sügava tundmiseta.

Sisesekretoorsete näärmete tundmaõppimine viis eduka võitluseni terve rea haigustega, mida varem peeti parandamatuiks. Vitamiinide avastamine ja nende osa selgitamine võimaldas leida kindlad teed niisuguste raskete haiguste nagu skorbuut, rahhiit jt. ravimiseks.

Vere omaduste uurimisega on seotud edukas vereülekande kasutamine, mis paljudel juhtudel päästab haigete elu.

Organismi enesekaitse viiside täpne uurimine viis tähelepandavate avastusteni nakkushaigustega võitlemise ja nende vältimise alal.

Anatoomia ja füsioloogia tundmisele on rajatud isikliku ja ühiskondliku tervishoiu reeglid, milledest kinnipidamine on tervise säilitamisel äärmise tähtsusega. Paljud küsimused, mis on seotud toitmise õige korraldamisega, töö- ja elukondlike tingimuste üldise tervendamisega ning väsimusevastase võitluse organiseerimisega, on lahendatud füsioloogia saavutuste põhjal.

Väga suur on füsioloogia tähtsus seoses kehalise ja vaimse töö õige korraldamisega, töö ja puhkuse otstarbekaima vahelduse määramisega. Paljudel juhtudel väsimuse vähendamine ja tööviljakuse tõstmine on olnud töövõtete füsioloogia ja tootmistingimuste poolt organismile avaldatava mõju üksikasjalise uurimise tulemuseks.

§ 3. Vene teaduse panus anatoomia ja füsioloogia arendamisel.

Suurt osa anatoomia ja füsioloogia arendamises on etendanud vene teadlased. Eriti suured on meie kodumaa teaduse teened seedeelundite ja närvisüsteemi talitluste uurimise alal. Need mõlemad füsioloogia harud on oma olulises osas loodud Setšenovi, Pavlovi, Vvedenski ja teiste vene teadlaste töödega.

Eriti suur on vene teaduse osa närvisüsteemi kõrgema tegevuse uurimises. Suurimaid vene teadlasi I. Setšenov (1829—1905) tegi läinud sajandi keskel esimesena katse anda psüühilise ehk niinimetatud hingetegevuse füsioloogiline seletus. Ta näitas, et füsioloogia „hoiab enda käes psüühiliste nähtuste tõeliselt teadusliku analüüsi võtit".

Palju aastaid hiljem teine suur vene teadlane I. Pav-

lov (1849—1936) uuris aju kõrgeima osa, nimelt suuraju poolkerade koore tegevust ja tegi lõplikult kindlaks, et psüühiline tegevus on peaaju füsioloogilise töö tulemus.

Pavlovi õpetus peaaju tööst osutas suurt abi närvi- ja psüühiliselt haigete inimeste ravimisel. Ta etendas ka suurt osa materialistliku, teiste sõnadega — õige, teadusliku maailmavaate kindlustamises.

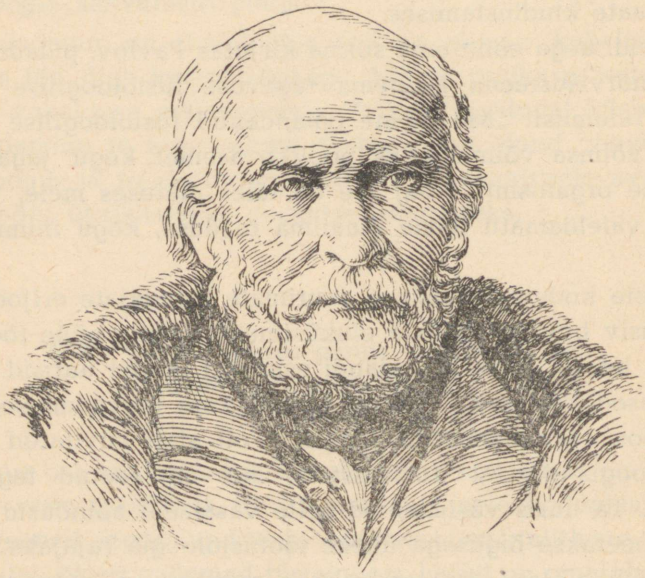
Veidi aega enne oma surma kirjutas Pavlov, pidades silmas närvisüsteemi kõrgema tegevuse füsioloogilise uurimise tulemusi: „Me oleme omandanud füsioloogilise uurimise võimsa võimu jaoks pooliku asemel kogu jagamatu loomse organismi. Ning see on täies ulatuses meie, venelaste vaieldamatu teene maailma teaduse, kogu inimmõtte ees."

Meie kodumaa teaduse suurimate esindajate erijooneks on püsiv huvi praktiliste eluküsimuste vastu, püüe töötada rahva heaks. Juba 19. sajandi esimesel poolel uurisid vene teadlased küsimusi, mis on seotud vere ülekandmisega ja narkoosi rakendamisega. Setšenov oli alati huvitatud neist füsioloogia-alastest küsimustest, mis on seotud tegeliku eluga. Ta uuris väsimust ja selle vastaseid abinõusid ning teda peetakse õigusega üheks tööfüsioloogia rajajaks. Pavlov püüdis alati oma teaduslikke avastusi rakendada tegelikus elus, eriti haigete ravimisel.

Silmapaistev vene teadlane N. Pirogov (1810—1881), lähtudes kirurgia praktilistest huvidest, uuris, külmutades laipu ja siis neid lahates, elundite ja kudede vastastikust asetust. Nende töödega pani ta aluse uuele teadusele, topograafilisele anatoomiale.

Kehalise kasvatuse teadusliku korraldamise alal tegi väga palju P. Lesgaft (1837—1909), suurimaid vene anatoome. Ta lõi uue suuna anatoomias, uurides iga elundi

ehitust seoses selle talitlusega. Erilist tähelepanu pööras ta organismi ja talitluste olenevusele elutingimustest ja elundite harjutamisest. Lähenedes kehalise kasvatuse küsimustele just sellelt seisukohalt, töötas ta välja harjutuste süsteemi, mis soodustas organismi parimat arendamist.



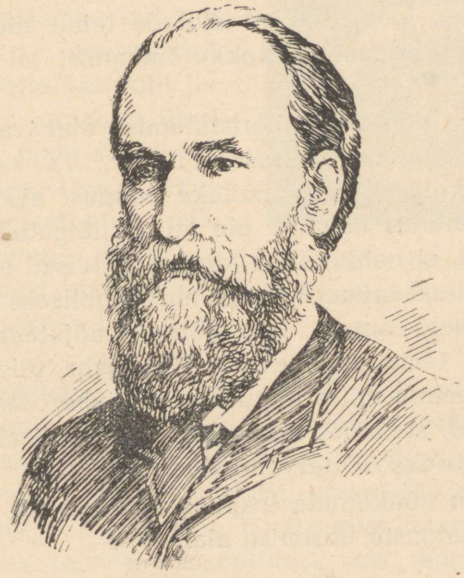
N. Pirogov.

I. Metšnikov (1845—1916), meie maa suurimaid teadlasi, lõi oma töödega vere enesekaitseviiside uurimise alal õpetuse immuniteedist, s. o. mittevastuvõtlikkusest nakkushaiguste suhtes.

Paljud vene teadlased, nende seas Pirogov, Lesgaft, Setšenov, Metšnikov jt., püüdes anda kogu oma jõudu rahva

teenimisele, said eesrindlikeks ühiskonnategelasteks ja kannatasid tagakiusamise all tsaarivalitsuse poolt.

Nõukogude teaduse saavutused. Suurima õitsengu saavutasid anatoomia ja füsioloogia pärast Oktoobrirevolutsiooni.



P. Lesgaft.

Nõukogude Liidus on loodud eriinstituudid ja -laboratooriumid, kus arvukad teadlased uurivad inimorganismi. Pavlov ja tema õpilased Orbeli, Razenkov, Bõkov jt., jätkates närvisüsteemi, seede-, vereringe- ja teiste elundite tegevuse uurimist, on rikastanud teadust uute avastustega, mida praegu arstiteaduses laialdaselt kasutatakse. Muuseas

on närvisüsteemi kõrgema tegevuse uurimise põhjal soovitatud mõningaid vaimu- ja närvihaigusi arstida kestva unega.

Tähelepandavad on katsed teiselt organismilt võetud kudede ja isegi tervete elundite transplantatsiooni (siirdistutamise) ja külgekasvatamise alal. Ühel nõukogude teadlasel õnnestus loomale siird-istutada teine süda, mis uues kohas jätkas normaalselt kokkutõmbumist ja vere pumpamist.

Suurt edu kudede ümberistutamise alal ravi otstarbel saavutas nõukogude professor Filatov. Ta ravib edukalt mõnesid raskeid haigusi, näiteks luupust ehk nahatuberkuloosi, istutades haigeile üle laibalt lõigatud nahatükke. On selgunud, et nahk, nagu ka paljud teised elundid, jääb veel kaua pärast inimese surma eluvõimeliseks ja kujundab väga aktiivseid aineid, mis võivad mõjutada organismi, suurendades tema elutegevust. Laibanaha tüki ümberistutamine aktiveeris mitte ainult naha naaberosasid, vaid ka teisi elundeid, sundides neid pisikutele jõuliselt vastu töötama. Tulemuseks oli tervenemine.

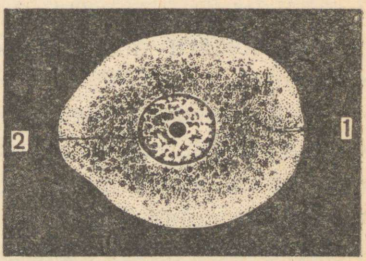
Suured on nõukogude teaduse edusammud vähi ja paljude teiste haiguste uurimise alal.

I. RAKUD JA KOED.

§ 4. Rakkude ehitus ja keemiline koostis.

Loomse raku ehitus. Inimese nagu iga teisegi looma keha koosneb r a k k u d e s t. Iga rakk kujutab endast mikroskoopiliselt väikest elundit, milles toimuvad eluprotsessid ja mis sooritab elutalitlusi.

Vaadeldes mikroskoobis inim- või loomaorganismi mitmesuguseid osi, võime avastada väga suure mitmekesisuse rakkude vormis, suuruses ja ehituses. Sellest hoolimata pole raske märgata ka kõigile rakkudele omaseid ühisjooni. Igaühes neist võib eraldada protoplasmat[1] ja tuuma. Protoplasma kujutab endast raku poolvedelat põhimassi. Selle väliskiht on tihenenud ja sarnaneb õhukese kilega, mida sageli nimetatakse kestaks. Protoplasmas asetseb tuum, millel on erisugune ehitus ja mis on muudest rakuosadest eraldatud õhukese tuumakestaga.



Joon. 1. Loomne rakk:
1 — protoplasma; 2 — tuum

Raku koostisse kuuluvad ained. Rakkude keemilise koostise uurimine viib kahele väga tähtsale tulemusele.

Esiteks raku koostisse kuuluvad ained, mis koosnevad süsinikust, vesinikust, hapnikust, lämmastikust, väävlist, fosforist, kloorist, kaaliumist, naatriumist, kaltsiumist, rauast ja paljudest teistest elementidest, mis moodustavad ka anorgaanilisi ühendeid. Pole olemas mingeid erielemente, mis oleksid omased ainult protoplasmale ja tuumale ega esineks eluta looduses.

Teiseks rakule iseloomulikumad keemilised ühendid on väga keeruka koostisega ega esine eluta looduses. Enamikku ühendeid, mis on omased ainult organismidele ja mida nimetatakse orgaanilisteks ühenditeks, võib liigitada kolme põhirühma: valgud, rasvad, süsivesikud.

[1] Kreeka sõnadest „protos" — esimene, algne, ja „plasma" — voolitud asi.

Valgud. Valgud on keerukaimad kõigist tuntud keemilistest ühenditest. Nad on protoplasma ja tuuma peamiseks koostusosaks. Valkude näiteiks võivad olla munavalge ja jahu pihkaine.

Valkude koostisse kuuluvad tingimata süsinik, vesinik, hapnik, lämmastik, väävel; peale nende sisaldavad paljud valgud fosforit ning vähesel määral mitmesuguseid teisi elemente.

Valgumolekulid on võrreldes teiste ühendite molekulidega väga suured: nad koosnevad sadadest aatomitest. Valgud ei moodusta pärislahuseid. Viimaseis laguneb aine üksikuiks molekulideks, valkude lahustes aga kujutab iga osake endast tervet molekulide rühma.

Valkude väga tähtsaks omaduseks on nende ebastabiilsus. Nad muutuvad kergesti; näiteks nad kalgenduvad soojendamisel ning ka hapete ja mõnede teiste ainete mõjul.

Elusa raku valgud on märksa keerukamad munavalgest ja jahu pihkainest, mis, kuulumata elusa protoplasma koostisse, kujutavad endast vaid arenevale loomale või taimele vajalikku toidumaterjali.

Rasvad. Rasvade koostisse kuuluvad ainult kolm elementi: süsinik, vesinik ja hapnik. Rasvamolekul on valgumolekulist väiksem. Kuid ka tema koosneb paljudest aatomitest; nende arv ulatub inimorganismi tavalisemates rasvades kuni 150-ni.

Vees rasvad ei lahustu. Kui raputada mõne rasva (näiteks päevalilleseemne õli) väikest kogust veega või — veel parem — lahja soodalahusega täidetud katseklaasis, siis pihustub rasv nii väikesteks tilkadeks, et neid ei saa palja silmaga märgata.

Niisugust rasva pihustatud olekut nimetatakse rasvaemulsiooniks. Sellise emulsiooni näiteks võiks olla piim, milles rasvatilgakesed on märgatavad ainult mikroskoobis.

Vaadeldes rakke mikroskoobis, võime neis harilikult avastada tillukesi rasvatilku[1]. Kuid suurem osa rakurasva on keemilises ühenduses valkudega ning seda ei saa mikroskoobi abil avastada.

Peale rasvade on rakkude ehituses ja elutegevuses suure tähtsusega ained, mida nimetatakse rasvataolisteks. Nähtavasti võtavad nad osa raku väliskihi moodustamisest. Peale selle astuvad nad ka ühendusse raku valkudega.

Süsivesikud. Raku koostisse kuuluvate ainete kolmanda rühma — süsivesikute näiteks võivad olla mitmesugused suhkruliigid (viinamarja-, piima-, roosuhkur), tärklis ja (taimedel) tselluloos.

Süsivesikute, samuti kui rasvade koostisse kuuluvad süsinik, vesinik ja hapnik. Tavaliselt on igas süsivesiku molekulis vesinikuaatomeid kaks korda rohkem kui hapnikuaatomeid, s. o. need elemendid sisalduvad samas arvulises vahekorras kui veemolekulis (H_2O). Nii näiteks on veres sisalduva viinamarjasuhkru ehk glükoosi koostis $C_6H_{12}O_6$. Siit ongi süsivesikud saanud oma nimetuse.

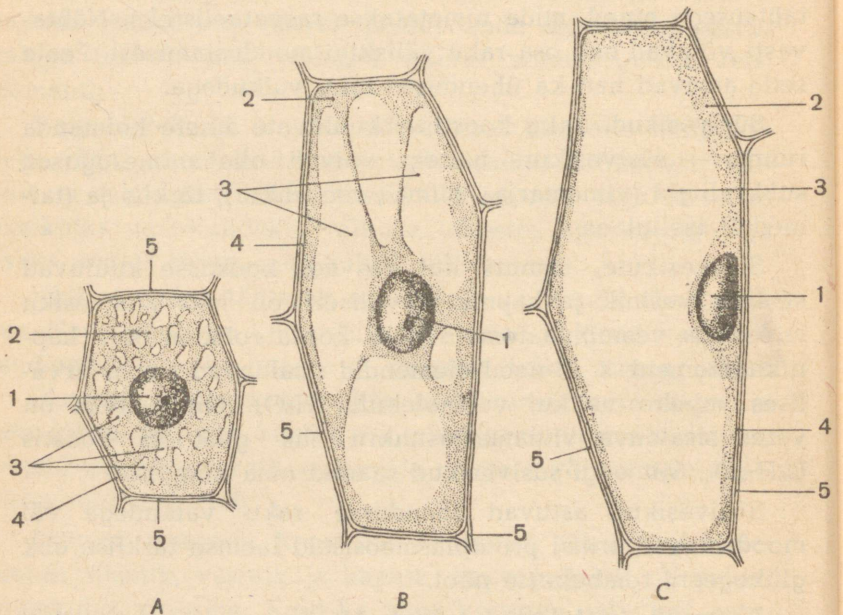
Süsivesikud astuvad ühendusse raku valkudega või moodustavad erilisi protoplasmaosiseid loomse tärklise ehk glükogeeni tombukeste näol.

Loomsed ja taimsed rakud. Nagu on teada botaanikakursusest, sisaldavad ka taimede rakud protoplasmat ja tuuma. Nad erinevad aga loomseist rakkudest selle poolest, et neil on väga tihe ja võrdlemisi paks kest, mis koosneb süsivesikust tselluloosist ja mis etendab välistoestiku osa. Peale selle tekib taimsetes rakkudes nende kasvades rakumahla põiekesi (vakuoole), mis pikkamööda mahult suure-

[1] Et eristada rasvatilku teiste arvukate protoplasmaosiste seas, tuleb enne rakku eriliselt töödelda.

nevad ja võtavad enda alla rohkem ruumi kui protoplasma ise. Loomsed rakud niisugust mahla ei sisalda.

Klorofülli kaastoimel kasutavad roheliste taimede rakud päikeseenergiat keerukate orgaaniliste ühendite moodusta-



Joon. 2, 3, 4. Kolm üksteisele järgnevat faasi taimse raku arenemises:

1 — tuum; 2 — protoplasma; 3 — vakuoolid, sisuks rakumahl; 4 — tselluloosist kest; 5 — naaberraku kest.

miseks süsihappegaasist ja veest. Selle poolest erinevad nad tugevasti loomsetest rakkudest, mis ei saa luua orgaanilisi ühendeid anorgaanilistest ning vajavad valke, rasvu ja süsivesikuid.

§ 5. Ainevahetus raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel.

Ainevahetus. Iga elus rakk saab väliskeskkonnast talle vajalikke toitaineid ja hapnikku. Raku sees teevad toitained läbi muutusi ja assimileeruvad, s. o. nad muutuvad elusa raku ollusteks. Selle kõrval elusa raku olluses toimub pidevalt osaline lagunemine ja hapendumine. Seejuures tekkivad ained, sealhulgas süsihappegaas, eritatakse.

Raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel toimub niiviisi pidev ainevahetus, ilma milleta ei saa olla elu. Olenevalt raku elutegevusest ja teda ümbritseva keskkonna mõjudest võivad muutuda protoplasma väliskihi koostis ja omadused, millega seoses toimub muutusi ka ainevahetuses.

Üks elu olulisi tunnuseid on erutuvus, s. o. võime vastata ärritustele ehk, nagu tavaliselt öeldakse, reageerida mitmesuguseile väliskeskkonnas toimuvaile muutustele. Aktiivset seisundit, mis kujuneb rakus ärrituse mõjul, nimetatakse erutuseks. Lihasrakus avaldub see kokkutõmbamises, süljenäärme rakkudes — mahla, sülje, eritamises.

Erutuvus, nagu teisedki elu tunnused, kaob kohe, kui lõpeb ainevahetus.

Valkude osa. Kõigist raku koostisse kuuluvaist aineist on kõige keerukamad ja kõige vähem püsivad valgud. Valguosakeste pideval keemilisel muutumisel põhineb ainevahetus, järelikult ka elu. Eluta looduses põhjustavad kehade keemilised muutused nende olemasolu lõpu; näiteks raud muutub hapendudes roosteks. Valkudele on ainevahetusel toimuvad keemilised muutused nende olemasolu vajalikuks tingimuseks. Ainevahetuse lõppemisega hakkab valk lagunema, teiste sõnadega — lakkab olemast.

„Elu," ütleb Engels, „on valku sisaldavate kehade[1] olemiskuju, mille oluliseks momendiks on pidev ainevahetus neid ümbritseva välisloodusega, kusjuures selle ainevahetuse lõppemisega lõpeb ka elu, mis viib valgu lagunemisele."

Protoplasma ja tuuma tähtsus. Kunagi tegelesid teadlased küsimusega, mis on suurema tähtsusega, kas protoplasma või tuum. Praegune laboratoorne tehnika võimaldab anda õige vastuse.

Võib lõigata kõigile tuntud üherakne loom amööb kaheks osaks nii, et üks sisaldab tuuma, teine mitte.

See amööbi osa, mis sisaldab tuuma, erineb normaalsest vähe. Teine, tuumata osa aga säilitab esimestel minutitel pärast operatsiooni võime liikuda ja haarata toitu, kuid ei suuda seda seedida ja eritada lima, mille abil amööb kleepub tahkete esemete külge. Varsti tõmbub tuumata protoplasmatükk kerra, muutub liikumatuks ja hakkab lagunema.

Mõnede suurte rakkude juures õnnestub operatsiooni teel rakutuum eraldada. Eraldatuna protoplasmast hukkub ta mõne aja möödudes.

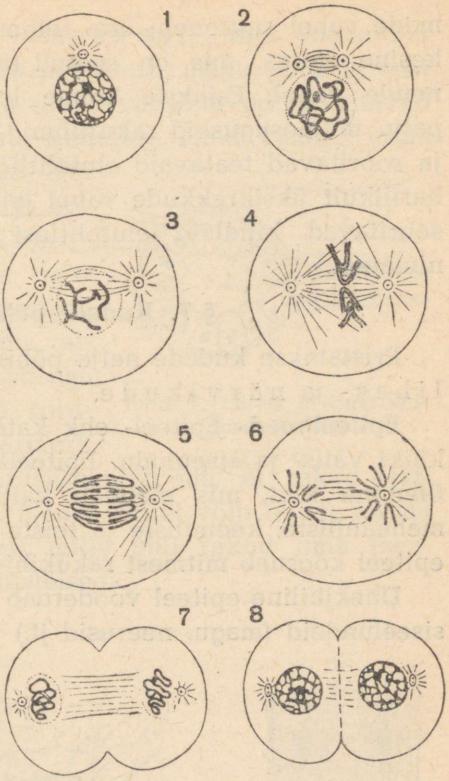
Selliseid katseid ja vaatlusi on tehtud mitmesuguste rakkudega ning need on viinud järeldusele, et ainevahetuseks, järelikult ka raku olemasoluks on ühesuguselt vajalikud nii tuum kui protoplasma.

§ 6. Rakkude paljunemine.

Rakkude jagunemine. Juba läinud sajandi keskel tehti kindlaks, et „iga rakk tekib rakust". Teiste sõnadega, uued rakud võivad tekkida ainult paljunemise teel.

[1] Valku sisaldavate kehade all mõistab siin Engels mitte munavalget, mis on „kõige vähem elus, kõige passiivsem kõigist tema sugulasaineist", vaid neid keerukaid valguühendeid, milledest koosnevad elusad rakud.

Rakud paljunevad pooldumise teel. Algul pooldub tuum, siis protoplasma ning niiviisi kujuneb ühest rakust kaks. Üksikasjaline uurimine on näidanud, et raku pooldumine on — välja arvatud vähesed erandid — väga keeruline protsess, millega käivad kaasas muutused protoplasmas, eriti aga tuumas.



Joon. 5. Üksteisele järgnevad faasid raku pooldumisel.

Areneva loote rakkude paljunemine. Loote arenemine algab viljastatud munaraku pooldumisega. Kumbki kujunenud rakk pooldub uuesti. Seejärel rakkude pooldumine kordub pidevalt ning nende arv järjest suureneb.

Ainult oma arenemise algul koosneb loode üht tüüpi rakkudest. Õige pea muutuvad loote väliskihi rakud teistsuguseks ja hakkavad selgesti erinema sisekihi rakkudest. Väliste ja sisemiste kihtide vahele tekib kolmas, keskmine kiht, mis omakorda erineb kahest esimesest. Need algsed rakukihid ehk lootelehed annavad alguse keha eri elunditele.

Kudede kujunemine. Pikkamööda erinevus eri rakurüh-

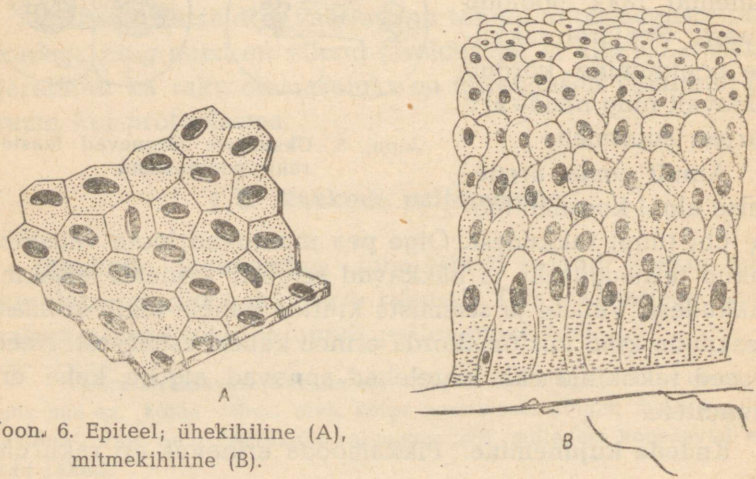
made vahel suureneb; üha selgemini ilmneb nende mitmekesine ehitus, mis on seotud töö füsioloogilise jaotusega nende vahel. Esialgse kolme lootekihi asemele kujuneb palju mitmesuguseid rakurühmi, mis on erineva ehitusega ja sooritavad teatavaid elutalitlusi. Sellised rakurühmad ja harilikult üksikrakkude vahel leiduv rakkudevaheline aine sooritavad kindlaid elutalitlusi ja kannavad kudede nimetust.

§ 7. Kudede põhirühmad.

Eristatakse kudede nelja põhirühma: epiteel-, side-, lihas- ja närvikude.

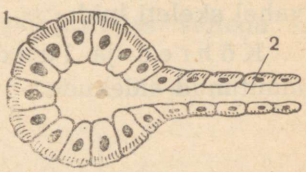
Epiteelkoed. Epiteel- ehk katekude otsekui katab keha kõiki välis- ja sisepindu. Epiteelkoe moodustatud on naha ülemine kiht, mis etendab kaitseosa, kaitstes organismi mehaaniliste, keemiliste ja teiste välismõjude vastu. Nahaepiteel koosneb mitmest rakukihist.

Ühekihiline epiteel vooderdab kõhu- ja rinnaõõnt, katab siseelundeid (magu, neerusid jt.) väljastpoolt.



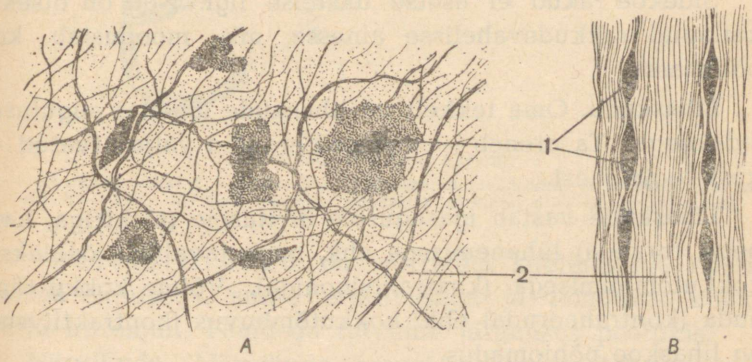
Joon. 6. Epiteel; ühekihiline (A), mitmekihiline (B).

Epiteelkoest koosneb limaskest, mis vooderdab seestpoolt suuõõnt, hingetoru, söögitoru, magu, sooli ja teisi elundeid. Mõned selle kesta rakud valmistavad ja eritavad lima, millest tulenebki kesta nimetus. Neid rakke, mille põhitalitluseks on ühtede või teiste ainete valmistamine ja eritamine, nimetatakse näärmerakkudeks. Niisuguste rakkude rühmad võivad moodustada näärmeid — elundeid, mis valmistavad teatava koostisega mahla. Viimajuha, s. o. torukese kaudu eritub mahl näärmest.



Joon. 7. Lihtsa näärme ehituse skeem.

Epiteelkoe tähtsaks iseärasuseks on see, et rakud asetsevad tihedalt üksteise ligi. Nende vahel võib tähele panna otsekui protoplasma-sillakesi, mille abil rakud oma tegevuses on tihedalt seotud üksteisega.

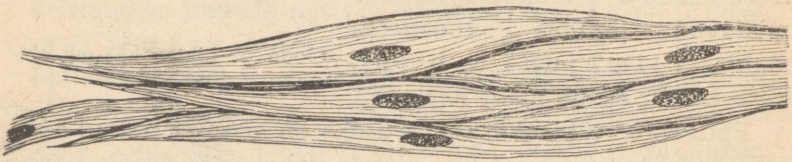


Joon. 8. Sidekude:

A — kiuline sidekude; B — kõõlusekude.
1 — rakud; 2 — rakkudevaheline aine.

Sidekoed. Side- ehk tugikoed arenevad kesk-lootelehtedest ja kuuluvad peaaegu kõikide kehaelundite koosseisu. Sidekoe kiht, asudes nahas, tingib selle elastsuse, naha all aga on ta rasva ladestumise kohaks. Sidekoest koosnevad k õ õ l u s e d, l i h a s e d ja s i d e m e d, mis seovad omavahel skeleti luid.

K õ h r e d ja l u u d samuti kujutavad endast tugevasti muutunud sidekude.



Joon. 9. Sõlelihaskude.

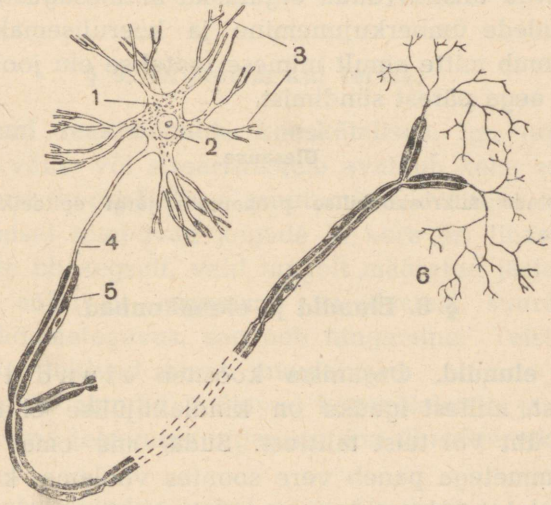
Sidekoe rakud ei asetse üksteise ligi. Nad on otsekui kätketud rakkudevahelisse ainesse, mis moodustab koe põhimassi.

Lihaskude. Oma tekkelt on lihaskude lähedas suguluses sidekoega. Ta areneb — vähesed erandid välja arvatud — kesk-lootelehest.

Lihaskude vastab igasugusele ärritusele (elektriga, happega, torkega) lühenemisega ehk, nagu tavaliselt öeldakse, kokkutõmbumisega (kontraktsiooniga). Võime kokku tõmbuda (kontraheeruda) ehk kokkutõmbuvus (kontraktiivsus) on lihaskoe põhiomadus.

Selle koe arvele langeb enam kui üks kolmandik keha kaalust. Sellest koosnevad mitte ainult skeleti, vaid ka siseelundite, näiteks mao, soolte, kusepõie lihased.

Siseelundite lihaseid nimetatakse *silelihasteks*. Nad koosnevad tugevasti väljavenitatud rakkudest, mille pikkus ei ületa 0,1—0,2 mm, jämedus aga on vaid mõni mikron, s. o. mõni tuhandik millimeetrit. Raku sees asetsevad pikisuunas väga peened kiukesed ehk *fibrillid*, mis ärrituse mõjul aeglaselt lühenevad, põhjustades sellega ka kogu raku kokkutõmbumist.



Joon. 10. Neuroni skeem:
1 — närviraku keha; 2 — tuum; 3 — põõsasharud (dendriidid); 4 — akson ehk neuriit; 5 — kest, mis koos aksoniga moodustab närvikiu; 6 — aksoni lõppharud.

Skeletilihased on võrreldes silelihastega keerulisema ehitusega, suure erutuvusega ja tõmbuvad kokku palju kiiremini. Nendega tutvume järgmises peatükis.

Närvikude. Närvikude areneb välis-lootelehest. Selle põhitalitluseks on erutuse edasijuhtimine.

Enamikul närvirakkudel on mitu lühikest hargnevat jätket, mida nimetatakse dendriitideks, ja üks pikk jätke —

a k s o n (n e u r i i t). Närvirakku koos kõigi selle jätketega nimetatakse n e u r o n i k s. Pikki kestaga ümbritsetud jätkeid nimetatakse n ä r v i k i u d u d e k s. Ühinedes kimpudena moodustavad nad n ä r v i.

Kudede spetsialiseerumine. Inimese keha koed on äärmiselt mitmekesised. See seletub sellega, et pikas ja keerulises arenemisprotsessis esmased koed spetsialiseeruvad ja muutuvad täiskasvanud organismi mitmesugusteks kudedeks. Kudede ümberkujunemine ja keerulisemaks muutumine toimub mitte ainult inimese lootelise elu jooksul, vaid ka kaua aega pärast sündimist.

Ülesanne.

Joonistada mikroskoobilise preparaadi järgi epiteelkoe ja sidekoe ehitus.

§ 8. Elundid ja elundkonnad.

Keha elundid. Organism koosneb e l u n d i t e s t ehk organitest, millest igaüks on kindlakujulise ehitusega ja sooritab üht või teist talitlust. Süda, mis oma rütmiliste kokkutõmmetega paneb vere soontes voolama; kõhunääre, mis nõristab seedemahla; magu, mis seedib toitu ja lükkab seda oma kokkutõmmetega sooltesse — kõik need on elundid. Neil on väga keeruline ehitus.

Igas elundis leidub tingimata kõigi nelja põhirühma kudesid; nii võib südames ja maos leida nii lihas- kui ka epiteel-, side- ja närvikude.

Harilikult on igas elundis üks või kaks kude ülekaalus. Südames on ülekaalus lihaskude, maos aga epiteelkude ja silelihaskude. Iga elundi ehituse iseärasused on tihedalt seotud ta talitlusega.

Elundkonnad. Organismi talitluste hulgast eristatakse

tavaliselt mõnesid põhitalitlusi. Kõik keha elundid liigitatakse mitmeks elundkonnaks ehk organite süsteemiks. Inimesel võib eristada järgmisi elundkondi: närvisüsteem (pea- ja seljaaju, närvid), seedesüsteem (söögitoru, magu, kõhunääre jne.), hingamissüsteem (kõri, hingetoru, bronhid, kopsud), vereringe-süsteem (süda, veresooned), eritus-süsteem, liikumiselundkond ehk luude-lihastesüsteem (skelett, lihased) jt.

§ 9. Organism kui tervik.

Organismi reaktsioonide kooskõlalisus. Iga organismi reaktsioon välis- või siseärritustele avaldub keha eri elundite tegevuse kooskõlalises muutumises. Näiteks käimisel või jooksmisel tõmbuvad jalgade ja kere eri lihasrühmad kokku mitte üheaegselt, vaid rangelt määratud järjekorras; seejuures, sõltuvalt organismi vajadustest, suureneb ja kiireneb südametegevus, sageneb hingamine. Teiste keha elundite töös tekivad samuti muudatused.

Seega kõik elundid töötavad kooskõlaliselt ja igaüks neist allub oma tegevuses organismi kui ühtse terviku vajadustele.

Sidet keha elundite vahel peavad vereringe- ja närvisüsteem.

Vereringe-süsteem. Vereringe-süsteem, mis kindlustab pidevalt vereringlust, koosneb südamest ja veresoontest — tuiksoontest, kapillaaridest ja tõmbsoontest. Veresooned tungivad igasse kohta kehas ja kindlustavad kõikjal ainevahetust vere ja kudede vahel. Iga elund eritab oma tegevuse tulemusena verre ühtesid või teisi aineid, mis mõjutavad teiste organite tööd. Nii kujuneb elunditevaheline keemiline seos, vastastikune keemiline mõjutus.

Närvisüsteem. Närvisüsteem koosneb p e a - ja s e l j a - a j u s t ning arvukaist n ä r v i d e s t, mis nagu veresoonedki läbivad kogu meie keha.

Igas närvis on harilikult kaht liiki närvikiude; ühtesid mööda kanduvad erutuslained ehk, nagu tavaliselt öeldakse, i m p u l s i d keha mitmesuguseilt elundeilt kesknärvisüsteemi, s. o. selja- ja peaajusse; teisi mööda — kesknärvisüsteemist töötavaisse elundeisse. Esimesi närvikiude nimetatakse t s e n t r i p e t a a l s e i k s, teisi — t s e n t r i f u g a a l s e i k s n ä r v i k i u d u d e k s.

Närvisüsteemi kaudu toimuvad organismi kiired reaktsioonid igasuguseile väliskeskkonnas tekkivaile muutustele. Nii näiteks ere valgus, ärritades tsentripetaalse nägemisnärvi lõpmeid, kutsub selles esile erutuse, mis kandub ajusse, sealt aga tsentrifugaalsete närvide kaudu lihastesse, mis kokku tõmbudes sulevad silmi.

Samuti toit, sattudes suhu, ärritab maitsmisnärvide lõpmeid ja kutsub kesknärvisüsteemi kaudu esile puremisliigutusi ning sülje ja maomahla nõristamise. Niisuguseid närvisüsteemi osavõtul toimuvaid organismi reaktsioone vastuseks ärritusele nimetatakse r e f l e k s i d e k s ehk r e f l e k t o o r s e i k s r e a k t s i o o n i d e k s.

Isoleeritud elundid. Kuigi organism kujutab endast ühtset tervikut, võib siiski üksik elund teatavail tingimustel elada ka väljaspool organismi, s. o. eraldatult muust kehast. Isegi mitme tunni järel pärast organismi surma võib avastada elu tundemärke eri elundeis või koetükikestes, kui neis on loodud soodsad tingimused ainevahetuseks.

Nõukogude teadlane Kravkov eraldas teisel päeval pärast inimese surma tema käelt sõrmed. Eriseadeldiste abil lasi Kravkov läbi sellise isoleeritud sõrme veresoonte hapnikuga küllastatud toitevedelikku ja nägi, jälgides sõrme

mitme päeva jooksul, kuidas küüned kasvasid edasi, veresooned aga säilitasid võime aheneda ja laieneda.

Kasutades isoleeritud elundeid (näiteks südant), uurivad teadlased üksikasjaliselt nii nende tööd kui ka mitmesuguste ravimite mõju neile.

Kudede kultuur. Suuri edusamme terves ja haiges organismis kulgevate protsesside uurimisel on nõukogude teadlased saavutanud kudede kultuuri teel. Võetakse harilikult õhuke elundi- või koetükike, suurusega mitte üle ühe ruutmillimeetri, ja paigutatakse see kas vereplasma- või lootekudedest (näiteks munas areneva kanaloote kudedest) võetud vedeliku tilgasse.

Sobivalt loodud tingimustes avaldab toitvasse keskkonda paigutatud kude kõiki elu tundemärke. Ta tarvitab toitaineid ja eritab ainevahetuse produkte. Mikroskoobis võib jälgida rakkude paljunemist ja kogu tükikese suuremaks kasvamist. Õigeaegselt vahetades toitvat keskkonda, võib koekultuuri säilitada paljude päevade jooksul. Kui aga eraldada suuremaks kasvanud koelt aeg-ajalt väike tükike ja paigutada see värskesse toitvasse keskkonda, säilib koekultuur aastaid. Sellise korduva ümberistutamise teel on õnnestunud jätkata praeguseni elu koes, mis oli võetud kanaloote südamest 1912. a.

Rakendades kudede-kultuuri meetodit, tegelevad nõukogude teadlased küsimustega, mis on suure praktilise tähtsusega. Muu seas on õnnestunud tundma õppida, kuidas toimub kudede taastumine pärast nende vigastumist ja missugused tingimused soodustavad kiiremat haavade kinnikasvamist. Suure tähtsusega arstiteadusele on nõukogude teadlaste tähelepanekud pahaloomuliste kasvajate, eriti vähi kudede kasvu kohta.

Rakulise ehituse avastamise tähtsus. Kudede-kultuuri meetod on praegu teaduse suurimaid saavutusi, sest see või-

maldab uurida mitte surnud, vaid elusaid keharakke ja -kudesid ning sellega suurendada märgatavalt mikroskoobiliste uurimuste osa. Engels rõhutas juba 1858. a., et mikroskoobil on füsioloogia arenemise alal otsustav tähtsus. Ta kirjutas Marxile: „Peamiseks faktiks, mis revolutsioniseeris kogu füsioloogiat... on raku avastamine." Peaaegu kolmkümmend aastat hiljem räägib Engels uuesti sellest suurest tähtsusest, mis oli organismide rakulise ehituse avastamisel: „Ainult sellest avastusest peale astus kindlale pinnale looduse orgaaniliste, elusate produktide uurimine... Organismi tekkimis- ja kasvuprotsessi ning ehitust mähkinud saladuskate oli maha kistud."

Organismi ühtsus. Mikroskoobilise uurimistöö pidevad edusammud kinnitavad Engelsi sõnu. Rakk kujutab endast lihtsaimat elus-üksust, mikroskoopiliselt väikest elundit; seda ei saa käsitada väljaspool seda keskkonda, milles ta oleleb, s. o. väljaspool organismi. Teiste sõnadega, organismi elu ei saa nimetada eri rakkude või kudede lihtsaks summaks. Kõik kéha rakud ja koed on üksteisega erakordselt tihedasti seotud ja moodustavad ühtse süsteemi, terve organismi. Organismi ühtsust kindlustab nii keha elundite vastastikune keemiline mõju kui ka närvisüsteemi reguleeriv tegevus.

Küsimused kordamiseks.

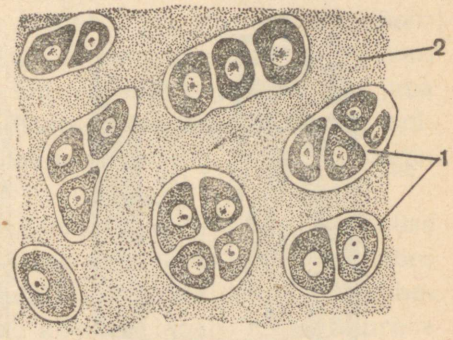
1. Loetella raku koostisse kuuluvate keemiliste ühendite põhirühmad ja anda nende lühike iseloomustus.
2. Milles seisab taimsete ja loomsete rakkude ehituse ja talitluste sarnasus, milles seisab nende erinevus?
3. Mis on ainevahetus?
4. Kuidas Engels iseloomustab elu?
5. Nimetada loomsete kudede neli põhirühma ja anda nende lühike iseloomustus.
6. Kuidas teostub organismi koostöö?

II. LUUDE-LIHASTESÜSTEEM.

§ 10. Luude koostis, ehitus ja omadused.

Luude-lihastesüsteemi tähtsus. Skelett kujutab endast seda vajalikku toestikku, mille abil inimese ja selgrooliste loomade keha säilitab oma kuju.

Enamiku luude liikuv ühendus võimaldab neile üksteise suhtes aset muuta. Luudele kinnitatud lihased, tõmbudes kokku, hoiavad skeleti üksikuid osi paigal või vastupidi, panevad neid liikuma. Luude-lihastesüsteem võimaldab seega nii keha mitmesuguseid asendeid ruumis kui ka igasuguseid liigutusi, mida me alatasa teeme. Peale selle kaitseb skelett paljusid tähtsaid siseelundeid hoopide ja rõhumise eest; kolju kaitseb peaaju; lülisammas kaitseb temas olevat seljaaju; rindkere kaitseb kopse, südant, maksa ja põrna.



Joon. 11. Kõhrkude:
1 — kõhrerakkude rühmad; 2 — rakkudevaheline aine.

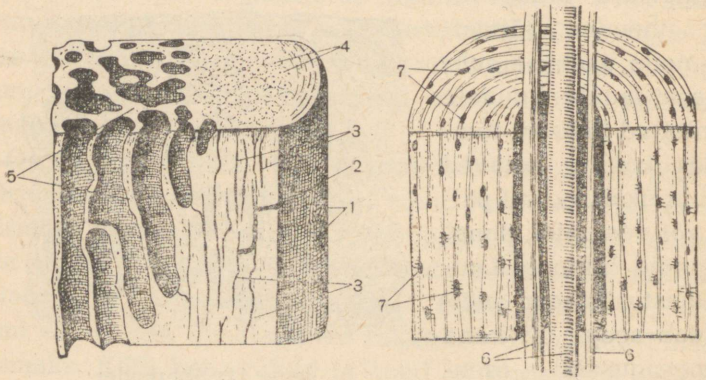
Skeleti arenemine. Loomariigi arenemisprotsessis ilmus luuskelett võrdlemisi hilja. Praeguste selgrooliste eellastel oli kõhrskelett. Ka inimese lootel areneb algul kõhrskelett; edaspidi ta asendub pikkamööda luuskeletiga.

Mõned luud, näiteks suurem osa ajukolju luid, arenevad mitte kõhre asemele, vaid otseselt primaarsest sidekoest.

Kõhrkude on sidekoe eri kuju. Kõhrkoe rakud paiknevad üksikult või väikeste rühmadena väga tihedas, elastses

vaheolluses. Täiskasvanud inimesel säilib kõhrkude ainult üksikuis skeletiosades, peamiselt õhukeste kihtidena seal, kus liikuvad luud üksteisega kokku puutuvad.

Luukoe kujunemine. Kõhrskeleti asendumist luulisega saadab kõhrkoe lammutumine. Kõhre ümber kujunevad erilised rakud: ühed neist (luutekitajad rakud ehk o s t e o b l a s t i d) muutuvad paljunedes luukoe-rakkudeks ja teki-



Joon. 12. Luukoe ehituse skeem (vasakul luulihv; paremal luukanal ühes ümbritseva koega, tugevasti suurendatult):
1 — luu välispind; 2 — ava, mille kaudu sisenevad veresooned ja närvid luusse; 3 — luukanalid pikilõikes; 4 — samad kanalid ristlõikes; 5 — luu käsnolluse põrgad; 6 — veresooned ja närv luukanalis; 7 — luurakud, nende vahel luuõhikud.

tavad samaaegselt kiulist rakkudevahelist ainet; teised purustavad kõhrkude. Rakkudevahelise aine kiudude kimbud omandavad õhikute (plaadikeste) kuju, mis hakkavad peatselt lubisooladest läbi imbuma. Need õhikud asetsevad kihtidena luukude läbivate kanalite ümber. Kanaleis kulgevad veresooned ja närvid. Luukoe-rakud asetsevad luuõhikute vahel ja on üksteisega pikkade jätketega ühendatud.

Luukoe tugevus. Luude tugevus on väga suur. Tõsi küll, tugevast hoobist murduvad ka jämedad luud, kuid nad pea-

vad kergesti vastu neile ettevaatlikult asetatud suurele raskusele. Mõned inimese luud võivad vastu pidada enam kui 1000-kilogrammisele rõhule. Niisugune luude tugevus on tingitud nende ehituse ja keemilise koostise iseärasustest.

Luuõhikud koosnevad orgaanilisest ainest ja seda läbiimmutavast mineraalainest (peamiselt lubisooladest ning eeskätt fosforhapust lubjast).

Luu orgaanilisest ainest oleneb tema elastsus, mineraalainest aga — kõvadus. Kui orgaaniline aine hõõguvail sütel ära põletada, läheb luu rabedaks ja pudeneb juba tähtsusetu rõhumise puhul. Kui aga luu asetada nõrka soolhappe lahusesse, siis lubi lahustub ja luu muutub painduvaks nagu kummi.

Luu koostis muutub pikkamööda elu vältel. Täisealise inimese kuivatatud luu koosneb sooladest, mida on umbes kaks kolmandikku, ja orgaanilisest ainest, mida on umbes üks kolmandik. Niisugune koostis tagab luule suurima tugevuse.

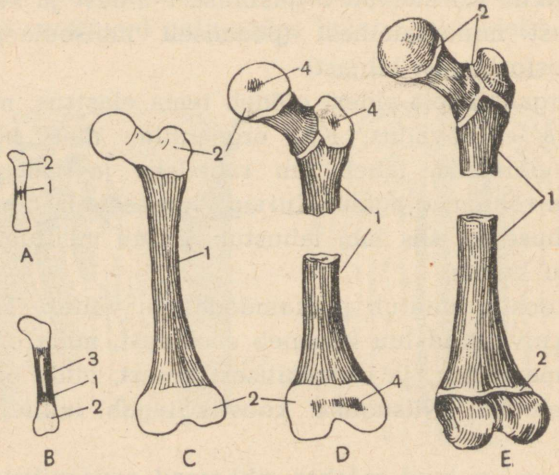
Lapseeas on luud märksa rikkamad orgaaniliste ainete poolest, kuid see-eest vaesemad soolade poolest. Seoses sellega on lapse luud painduvamad ja vähem rabedad kui täisealise inimese omad. Seepärast esineb lastel, eriti väikestel, kukkumiste ja löökide puhul harva luumurde.

Vanas eas imbuvad luud lubjaga tugevasti läbi, kusjuures orgaanilise aine sisaldus väheneb. Luud muutuvad kõvemaks, kuid see-eest ka rabedamaks. Seoses sellega juhtub vanadel inimestel kukkumise ja löökide puhul luumurde märksa sagedamini.

Luude kasvamine. Luud on väljastpoolt kaetud tiheda, nende külge kasvanud kelmega. See on l u u ü m b r i s. Otseselt luuga kokkupuutuv luuümbrise kiht koosneb rakkudest, mis võivad muutuda osteoblastideks. Paljunedes

jagunemise teel, põhjustavad nad luude kasvu ja nende kokkukasvamist pärast murde.

Jäsemete kasvavail luudel on luu keskmise osa (diafüüsi) ja selle otste ehk epifüüside vahel kõhrelised vahekihid, mis kaovad 20.—25. eluaastal. Luu keskosa ja kõhre-



Joon. 13. Reieluu lootel ja eri vanuses lastel:
A — kahekuune loode; B — kolmekuune loode; C — vastsündinud laps; D — 5 — 6-aastane laps; E — 12 — 14-aastane nooruk.
1 — luukude luu keskosas; 2 — luu kõhreosa; 3 — õõne tekkimine luu keskosas; 4 — luukoe saarekesed luu otstel.

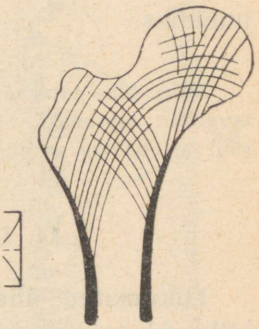
lise vahekihi puutepiiril toimub uue luukoe moodustumine ning selle tulemusena luu kasvab pikkuses.

Luu jämenemiskasv toimub luude pinnale luuümbrise poolt loodavate uute rakkude pealekihitumise teel. Seejuures luu sisekihid lammutuvad kas osaliselt või täielikult. Skeleti pikkade luude arenemisel omandavad luud sellise sisekihtide lammutumise tulemusena paksuseinaliste torude kuju. Pikkade luude toruline ehitus ei vähenda nende tuge-

vust. Toru on peaaegu niisama tugev kui jämeduselt võrdne massiivne varb.

Luu tihke- (plink-) ja käsnollus. Pikkade toruluude otste, samuti ka enamiku teiste suurte luude (näiteks roiete, lülide) sisemuses toimub vaid osaline luukoe lammutumine. Selliste luude ristlõikel on näha hulk õhukesi luupõrku väikeste vahedega nende vahel, mille tõttu koel on käsnataoline välimus.

Luuaine lammutumine toimub kõige kergemini neis luuosades, mida ei suruta ega venitata. Samuti ka vastupidi, nende tungide rakendumise suunas luuaine ei lammutu. Selle tõttu asetsevad põrgad igas luus mitte juhuslikult, vaid täpses vastavuses surve- ja venitustungide suunale. Teiste sõnadega, iga luu siseehitus on tihedas seoses tema talitlusega. Kui surve- ja venitustungi suund muutub, hakkab vastavalt muutuma ka põrkade asetus. Selline luude ümberkujunemine esineb näiteks pärast jala amputeerimist, samuti kestva haiguse puhul, kui inimene on sunnitud pikemat aega voodis lamama ja luud ei tunne tavalist keharaskuse survet.



Joon. 14. Luupõrkade asetus reieluu ülemises otsas (skeem).

Tihke luukude paikneb seega peaaegu eranditult luude pinnal. Luu sügavamad kihid koosnevad urbsest käsnalisest luukoest.

Õõs pikkades luudes ja teiste luude käsnaline ehitus teevad skeleti, tema tugevust peaaegu vähendamata, märksa kergemaks. Kui skelett koosneks tervikuna plingist luukoest, oleks ta umbes 2 või 2,5 korda raskem.

Luuüdi. Luukoe lammutudes täituvad luus tekkivad õõned p u n a s e l u u ü d i g a, mis koosneb erilisest, väga

veresoonerikkast sidekoest. Punane luuüdi on vereloome elund: temas tekivad uued verelibled.

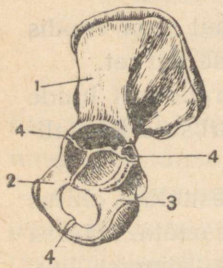
Varases lapsepõlves asetseb punane luuüdi nii käsnalises luukoes kui ka toruluude õõnes. Hiljem asendub punane luuüdi toruluude õõnes pikkamööda rasvkoega. See kude, mis on saanud k o l l a s e l u u ü d i nimetuse, pole võimeline vereliblesid tekitama. Ometi pärast suurt verekaotust, näiteks haavamiste puhul, võib kollane luuüdi ka täiskasvanutel ajutiselt uuesti muutuda tegevaks punaseks luuüdiks.

Ülesanne.

Miks täheldatakse lülisamba ja teiste skeletiosade kõverdumist tavaliselt lapseeas? Missugust mõju võib avaldada skeletile ebaõige rüht ja ebaõige asend istumisel koolipingis?

§ 11. Luude omavaheline ühendus.

Liikumatud ühendused. Inimese kehas on üle 200 luu. Olles üksteisega mitmesugusel viisil ühendatud, moodustavad nad skeleti. Luude ühendused on liikumatud ühendused, tardühendused ja liikuvad ühendused ehk liigesed.

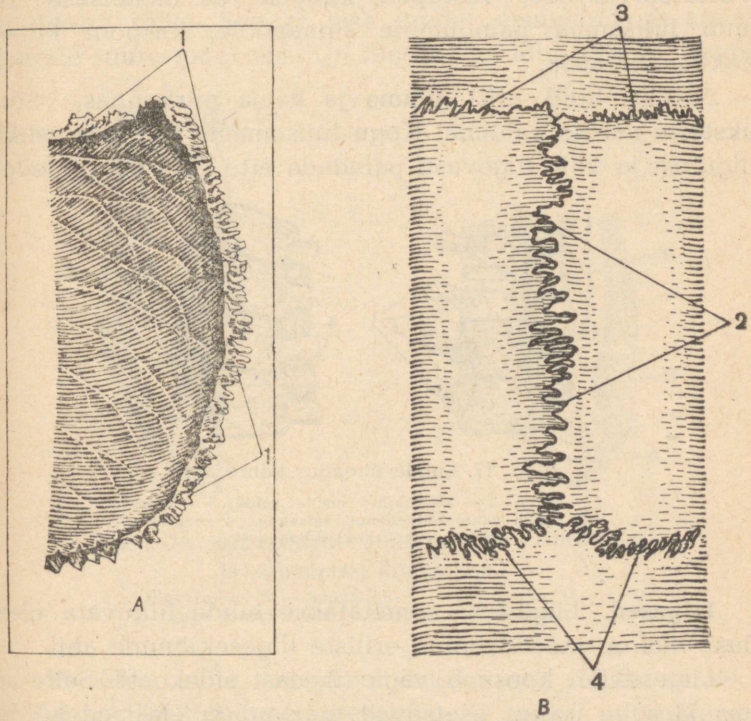


Joon. 15. Lapse puusaluu: 1, 2, 3 — kolm luud, mis hiljem kokku kasvavad; 4 — kõhrekihid nende vahel.

Luude liikumatu ühendus võib kujuneda nende kokkukasvamise teel. Puusaehk vaagnaluu koosneb lapsel tema esimestel eluaastatel kolmest eri luust, mida ühendavad üksteisega kõhrest vahekihid. Viimased asenduvad pikkamööda luukoega ja luud kasvavad üksteisega kokku.

Ajukolju luude liikumatus tuleneb sellest, et ühe luu hambuline serv liitub teise luu servaga. Niisugust luude ühendust nimetatakse õmbluseks.

Tardühendused. Enamik luid on üksteisega ühendatud liikuvalt. Vähene liikuvus on sel korral, kui luude vahel on elastne kõhrest vahekiht.



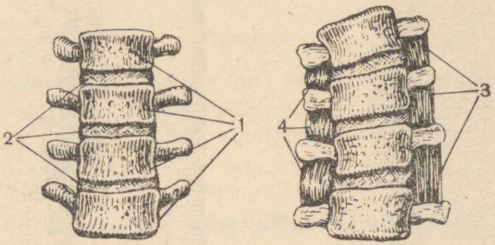
Joon. 16. Luude ühendus õmbluse abil:

A — osa parempoolset kiiruluud seestpoolt; B — osa koljuluid väljastpoolt.
1 — kiiruluu äär; 2 — õmblus kahe kiiruluu vahel; 3 — õmblus otsmikuluu ja kiiruluude vahel; 4 — õmblus kuklaluu ja kiiruluude vahel.

Niisugused kõhrest vahekihid asetsevad lülisamba eri lülide vahel. Lihaste kokkutõmbumisel need vahekihid surutakse kokku ja lülid lähenevad veidi üksteisele. Seepärast kui inimene lamab lõtvunud lihastega, on tema keha veidi

pikem kui seismisel. Kui lihased tõmbuvad kokku ainult ühel pool lülisammast, siis samal poolel surutakse kokku ka kõhrest vahekihid ja lülide ääred lähenevad üksteisele. Vastasserval nad, vastupidi, kaugenevad üksteisest. Toimub lülisamba paindumine sinnapoole, kuspool lihased kokku tõmbusid.

Niiviisi lülid, eriti nimme ja kaela piirkonnas, võivad üksteise suhtes kalduda. Kogu lülisammas teeb ulatuslikke liigutusi ja võib tugevasti painduda ette, taha ja külgedele.



Joon. 17. Luude ühendus kõhre abil:

1 — lülid; 2 — kõhrekihid nende vahel; 3 — lihased lülide vahel lõdvenenud seisundis; 4 — lihased lülide vahel kokkutõmbunult.

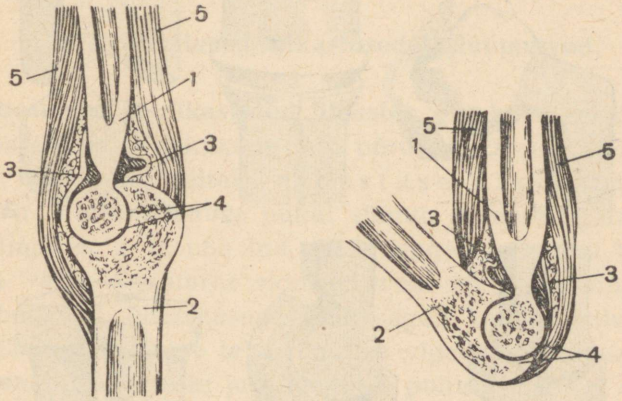
Liigesed. Liigesteks nimetatakse luude liikuvaid ühendusi, mis on moodustunud eriliste liigesekihnude abil.

Liigesekihn koosneb väga tihedast sidekoest. Selle seinas ja selle ümber asetsevad tugevad ja elastsed kõõlussidemed. Kihnu ääred koos sidemetega kasvavad luude külge mõningas kauguses nende kokkupuutuvaist pindadest ja sulevad liigeseõõne hermeetiliselt.

Luude kokkupuutuvad ehk liigesepinnad asetsevad tihedalt teineteise vastas. Nad on kaetud kõhrkoe kihiga. Sile kõhr vähendab märgatavalt hõõrdumist luude vahel ja kergendab sellega nende liikumist. Hõõrdumise vähenemisele aitab kaasa ka vedelik (liigesevõie), mis eri-

tub pidevalt kihnu sisepinnale ja esineb määrdena. Peale selle elastsest kõhrest vahekiht pehmendab järske lööke, kaitstes keha tugeva põrutuse eest.

Liigese venitamisel tekib temas hermeetilisuse tõttu negatiivne rõhk. See ei lase luudel eemalduda ja annab liigesele suure tugevuse. Kui liigesekihn läbi torgata, tungib



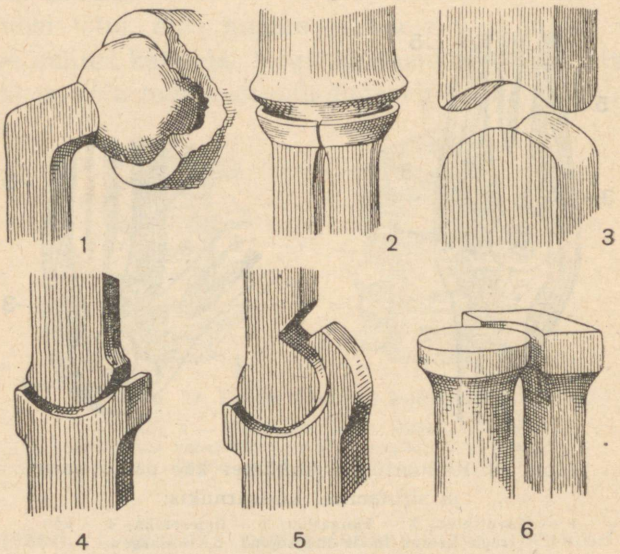
Joon. 18. Küünarliiges läbilõikes käe painutamisel ja sirutamisel küünarnukis:
1 — õlavarreluu; 2 — küünarluu; 3 — liigesekihn; 4 — kõhrega kaetud luude liigesepind; 5 — lihased.

sellesse õhk, mille tagajärjel negatiivset rõhku ei teki. Sellepärast läbitorgatud liigesekihnuga liiges on märgatavalt vähema tugevusega; niisuguse liigese tugeval venitamisel eemalduvad luud teineteisest ja võib kergesti juhtuda nihkeid (nihestusi).

Liigutused liigestes. Enesevaatluste varal pole raske veenduda, et liigutused liigestes pole ühesugused.

Sõrmede ja varvaste lülide vahelised liigesed võimaldavad liikumist ainult ühel tasapinnal — painutust ja sirutust. Selliseid liigeseid nimetatakse *ühe teljelisteks*.

Kaheteljelised liigesed võimaldavad teha liigutusi kahel vastastikku perpendikulaarsel tasapinnal. Kaheteljelise liigese näiteks võib olla kämblaluu ühendus sõrmelüliga. See ühendus võimaldab sõrme mitte ainult painutada ja sirutada, vaid ka külje poole liigutada.



Joon. 19. Liigesepindade põhikujude skeemid:
1 ja 2 — kerakujuline (liigutused on võimalikud igas suunas); 3 — sadulakujuline (liigutused kahel perpendikulaarsel pinnal); 4, 5 ja 6 — silindriline (liigutused ühel tasapinnal).

Veel mitmekesisemad on liigutused õlaliigeses. Nad on võimalikud igas suunas: me võime kätt mitte ainult tõsta ja eemaldada kehast, vaid ka keerutada. Selliseid liigeseid nimetatakse kolmeteljelisteks.

Liigutuse ulatus ja suund sõltuvad liigesepindade kujust. Mõnede liigesepindade põhivormide skeemid on esitatud joonisel.

Ülesanded.

1. Tähelepanekute varal enda juures ja skeletiga tutvumisel teha kindlaks liigutuste sõltuvus luude liigesepindade kujust.
2. Seletada, miks inimese kasvu täpse mõõtmise tulemused hommikul ja õhtul on erinevad.
3. Millal on inimene „pikem", kas hommikul või õhtul?

§ 12. Nihestused, nikastused ja luumurrud.

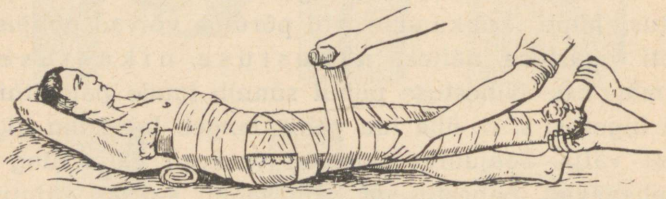
Nihestused ja nikastused liigestes. Järsk, ettevaatamatu liigutus, hüpe, kukkumine või põrutus võivad põhjustada skeleti vigastuse, näiteks nihestuse, nikastuse või luumurru. Nihestuse puhul sünnib luude paigaltnihkumine liigeses, s. o. ühe luu pähik langeb teise luu liigeseaugust välja. Seejuures sidemed venivad välja ning tihti ka rebenevad. Nihestusega käib sageli kaasas valutunne, eriti siis, kui katsume teha liigutust vigastatud liigeses.

Esmaabi nihestuste ja nikastuste puhul. Ebaõige, samuti ka hilinenud abi nihestuse puhul võib põhjustada ebameeldivaid komplikatsioone. Seepärast kannatanule esmaabi osutamise juures peab kinni pidama kahest põhireeglist: esiteks mitte mingil juhul teha katseid seada liiges õigesse asendisse omal jõul; teiseks, andnud vigastatud kehaosale kõige liikumatuma, mugavama ja rahulikuma asendi, hoolitseda kohe arstiabi eest.

Luumurrud. Lapse- ja noores eas esineb luumurde võrdlemisi harva. Vanematel inimestel ja eriti raukadel juhtub luumurde sagedamini, mis on seotud muutustega luude koostises. Mõnikord luu orgaanilise aine ülemäärase vähenemise puhul lähevad luud niivõrd rabedaks, et nende mõranemine või isegi täielik murdumine võib juhtuda lihtsa põrutuse tulemusena, raskuste tõstmisel või järsu liigutuse puhul.

Esmaabi luumurdude puhul. Luumurdude, nagu ka nihestuste puhul tuleb esmaabi andes kõigepealt kindlustada vigastatud kehaosa täielik rahu ja liikumatus. See on eriti vajalik sellepärast, et murdunud luu teravad otsad või killud võivad rebida naha või, mis veel ohtlikum, vigastada närve ja veresooni.

Luumurru puhul pannakse murdunud kohale lahastega side. Lahasteks nimetatakse plaate, mis asetatakse sidemesse, et kindlustada seotud kehaosa liikumatust. Lahas-



Joon. 20. Lahase panek reieluu murru puhul.

teks võib kasutada lauakesi, tihedast papist ribasid, keppe, vitsakimpe ja muud sobivat materjali. Ihu ja lahase vahel peab olema pehme polster. Lahased peavad ulatuma üle murdunud luu piiride. Nii peab sääreluu murru puhul lahas kaasa haarama põia ja kasvõi osa reiest; reieluu murru puhul peab üks lahase ots asetsema rindkere tasemel, teine aga sääre alumise osa juures. Lahased mähitakse vigastatud kehaosa külge tihedalt, kuid tugevasti rõhumata. Sidemete asemel võib kasutada puhtaid lappe, käterätikuid ja taskurätte.

Lahase puudumisel võib murdunud käe siduda kere ja murdunud jala — teise jala külge.

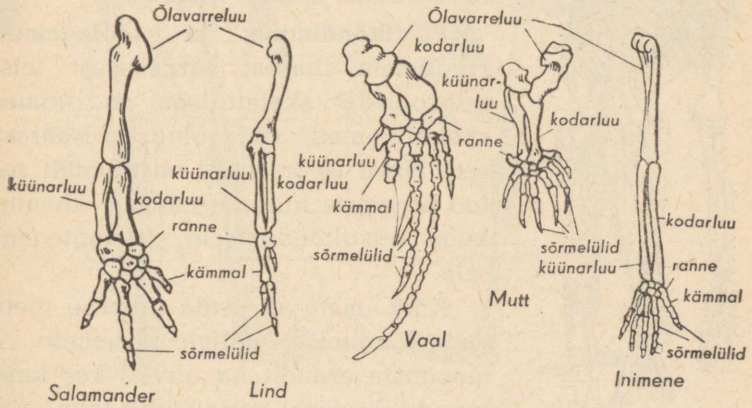
Mõnikord rebeneb luumurru puhul nahk ja tekib lahtine haav. Niisuguste komplitseeritud ehk lahtiste luumurdude

puhul tuleb kõigepealt panna peale side, et kaitsta haava võimaliku mustumise ja sellele järgneva mädanemise eest.

Kõigil juhtudel, kui võib oletada luumurdu, tuleb kohe pärast esmaabi andmist kutsuda välja arst ja vigastatu saata haiglasse, kusjuures teda tuleb kanda ja vedada väga ettevaatlikult.

§ 13. Inimese skeleti ehitus.

Sarnasus inimese ja loomade skeleti ehituses. Inimese ja selgrooliste loomade kehaehituse ühesugused jooned



Joon. 21. Mitmesuguste selgrooliste eesjäseme skelett.

paistavad eriti silma nende skelettide võrdlemisel. Isegi niisugustel inimesega mittesarnanevatel loomadel, nagu linnud, roomajad, kahepaiksed ja kalad, on samad põhiluud mis inimeselgi.

Kõigi nende loomade skeleti põhiosaks on l ü l i s a m m a s, mis koosneb üksikuist l ü l i d e s t, mille arv võib olla erinev. Palju ühist võib leida ka kolju luustikus. Isegi jäsemeil, mis eri loomadel on nii väliskujult kui ka talitlus-

telt niivõrd erinevad, on kõigil selgroolistel ühesugune ehitus. Kui võrrelda vaala loiba, linnu tiiba, salamandri ja muti käppa ja inimese kätt, võib leida ühtesid ja samu põhiluid.



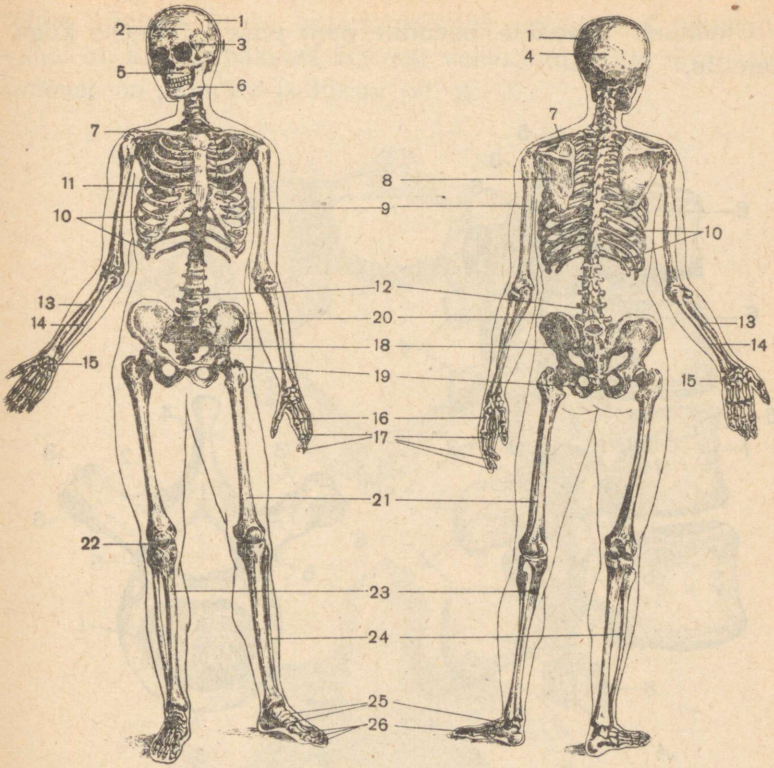
Joon. 22. Inimahvi skelett.

Niisugust sarnasust inimese ja selgrooliste loomade skelettide ehituses seletab nende päritolu ühtsus. Erinevused on tekkinud erinevate tingimuste mõjul, milles loomad on elanud. Eriti suur on sarnasus inimese skeleti ja tema lähimate sugulaste — inimesetaoliste ahvide skeleti vahel.

Püstikõndimine ja töötegemine. Hoolimata ilmsest sarnasusest teiste selgrooliste skelettidega on inimese skeletil omad, väga olulised iseärasused. Need iseärasused on tihedalt seotud praeguse inimese eellaste üleminekuga püstikõndimisele ja töötegemisele.

Kõik imetajad peale inimese toetuvad kõndimisel neljale jäsemele. Ei moodusta erandit ka ahvid, kes kasutavad liikumisel mitte ainult taga-, vaid ühel või teisel määral ka eesjäsemeid. Tõsi küll, ahvidel esineb küllalt ilmekas vahe talitluste jaotuses ees- ja tagajäsemete vahel. Eesjäsemete abil ehitavad ahvid endale varjekohti ja pesi, kaitsevad end vaenlaste vastu, kasutades keppi või visates kive. „Ükski ahvikäsi," ütleb Engels, „pole kunagi valmistanud kasvõi algelisimat kivinuga."

Inimese ahvitaolistel eellastel sai käsi seoses elutingimuste muutumisega üha vabamaks ja hakkas ikka harve-

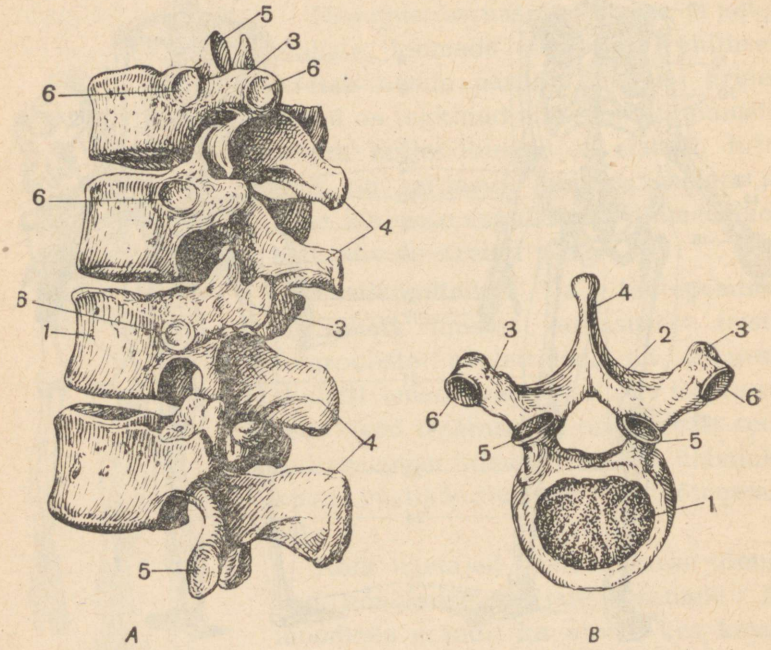


Joon. 23. Inimese skelett:

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

mini etendama toe osa kõndimisel. Täielik üleminek keha püstisele asendile ja käimisele kahel jalal vabastas käed lõplikult töö jaoks. Käe edasine täiustumine toimus töötamisprotsessis ja selle mõjul.

Üleminek püstisele asendile pani pitseri inimese kogu skeletile.



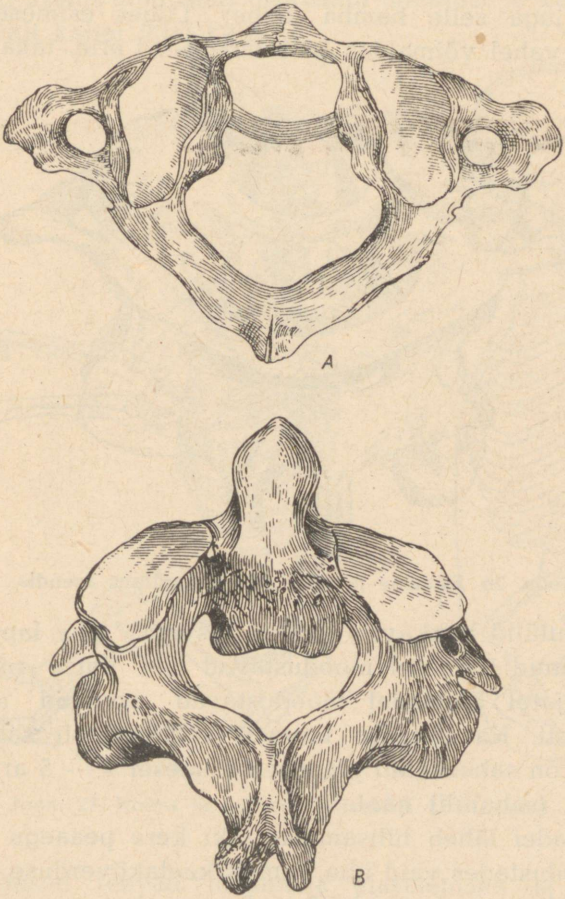
Joon. 24. Lülid: A — kolm alumist rinnalüli ja ülemine nimmelüli küljelt; B — rinnalüli ülalt:

1 — lülikeha; 2 — lülikaar; 3 — ristijätked; 4 — ogajätke; 5 — liigesepinnad ühendamiseks naaberlüliga; 6 — sama ühendamiseks roidega.

Lülisammas. Inimese lülisammas koosneb 7 kaela-, 12 rinna-, 5 nimme-, 5 ristluu- ja 4—5 õndralülist. Lülide üldarv on 33—34.

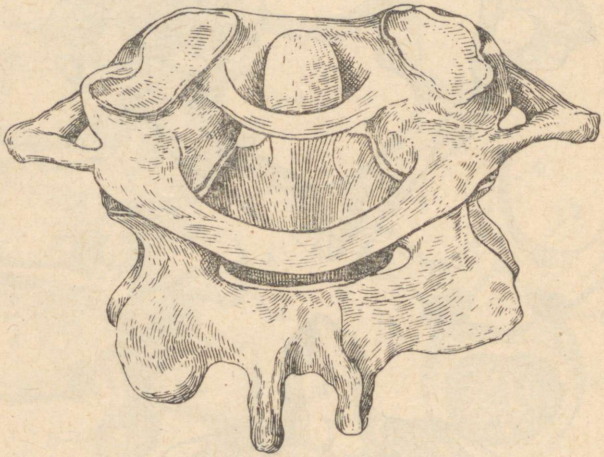
Üksik lüli kujutab endast luurõngast tugevasti jämendunud eesosaga (lülikehaga) ja mõne jätkega, millele kinnituvad lihased. Asetsedes üksteise peal, moodustavad

lülide rõngad toru, milles paikneb seljaaju. Lülikehade vahel on kaunis paksust kõhrest vahekihid, mille tõttu lülisammas on painduv ja liikuv (vt. lk. 37).



Joon. 25. Kaks ülemist kaelalüli:
A — esimene lüli;
B — teine lüli.

Kaks ülemist kaelalüli erinevad kõigist teistest tugevasti. Esimese lüli keha on otsekui eraldunud temast ja kasvanud teise lüli keha külge, moodustades suure nibu ehk „h a m b a". Kui inimene pöörab pead, pöörleb esimene lüli koos koljuga selle hamba ümber. Liiges esimese lüli ja kuklaluu vahel võimaldab kallutada pead ette, taha ja külgedele.



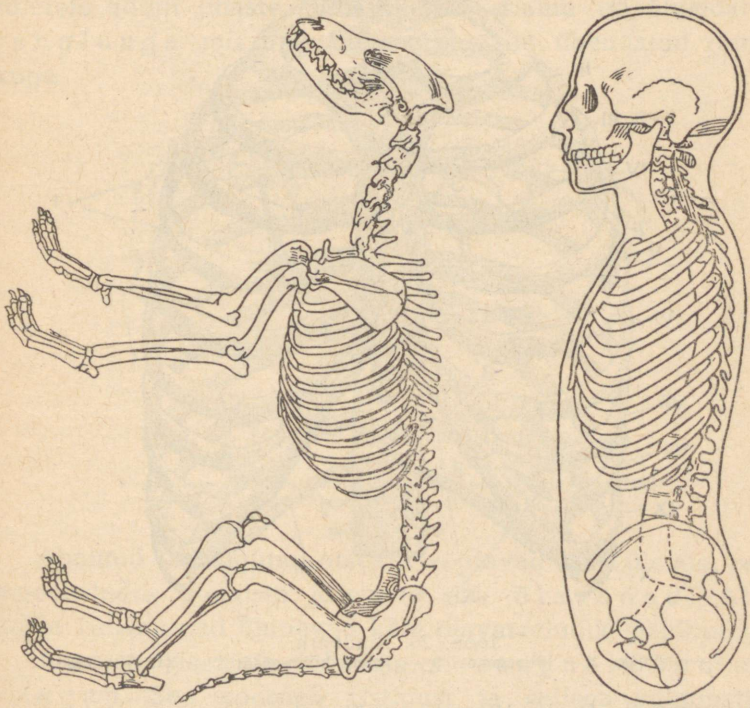
Joon. 26. Esimene ja teine lüli loomulikus asendis.

Ristluulülid hakkavad kokku kasvama juba lapseeas ja täiskasvanud inimesel moodustavad nad ühtse r i s t l u u.

Imetajatel loomadel moodustavad arvukad sabalülid sabaskeleti. Ka inimese kaugeil eellastel oli saba. Selle tõendiks on sabaskeleti jäänused inimesel 4 — 5 arenemata õndralüli (sabalüli) näol.

Loomadel läheb lülisammas piki kere peaaegu sirgjoones, moodustades vaid ühe, nimelt kaelakõverduse. Inimese lülisambal on peale kaelakõverduse veel rinna-. nimme- ja ristluukõverdus, mis kujutavad endast inimese omapärast, keha püstise asendiga seotud iseärasust.

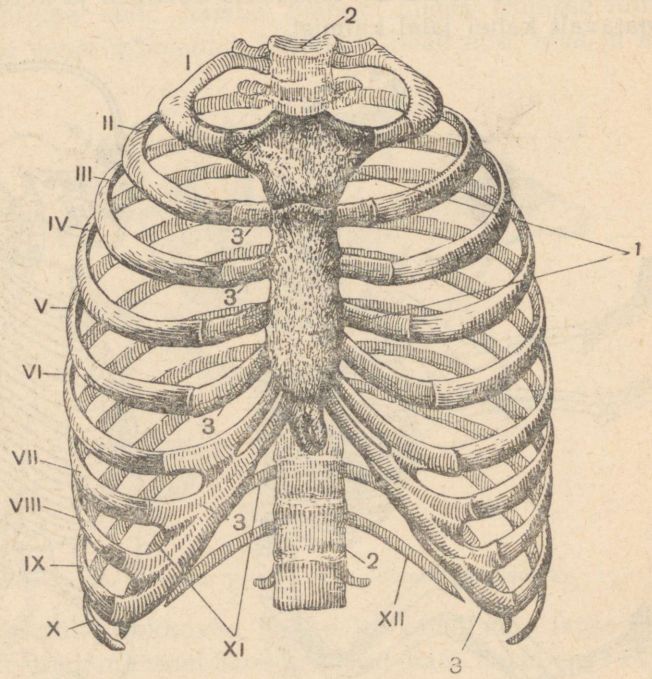
Nende kõverduste tõttu kandub püstiseisva inimese keha raskuspunkt tahapoole ja asetseb vertikaaljoonel, mis läbib pöidade vahekohta, olles kandadele lähemal. Niisugune raskuspunkti asend hõlbustab tasakaalu hoidmist ja kergendab märgatavalt kahel jalal käimist.



Joon. 27. Koera ja inimese lülisamba kõverdused.

Kõverdused teevad lülisamba elastsemaks ja painduvamaks. Käimisel, jooksmisel, hüppamisel ja igasuguste järskude liigutuste puhul ta vetrub, kaitstes sellega pead ja ühtlasi ka aju põrutuste eest.

Rindkere. Rinnalülid võtavad osa r i n d k e r e moodustamisest. Igalt rinnalülilt läheb kummalegi poole üks roie, mis on temaga liikuvalt ühendatud. 10 ülemise roidepaari eesmised otsad on kõhrede abil ühendatud r i n n a k u g a,



Joon. 28. Rindkere:
1 — rinnak; 2 — lülisammas; 3 — roiete kõhreosad; I — XII — roided.

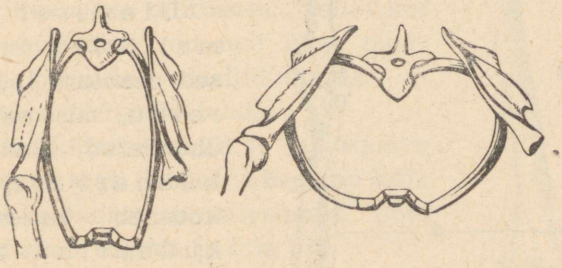
kusjuures 8., 9. ja 10. paari kõhred on kasvanud ühte ja ühinenud 7. paari kõhredega. 11. ja 12. roidepaar ei ulatu rinnakuni ja lõpevad vabalt.

Rindkere kaitseb löökide ja vigastuste eest kopse, südant ja kõhuõõne ülemise osa elundeid.

Inimese rindkere on lai ja väikese läbimõõduga eestpoolt tahapoole. Niisugune kuju on seotud keha püstise

asendiga ja kergendab tasakaalu hoidmist. Neljajalgseil on rindkere kitsam, pikem, suurema vahemaaga lülisambast rinnakuni; ta oleks nagu eesjäsemete vahel kokku surutud.

Õla- ja vaagnavöönd. Selja ülemises osas asetsevad kaks lamedat luud — abaluud; nad kinnituvad lülisambale ja roietele ainult lihaste abil. Kumbki abaluu on ühendatud rangluuga, mis oma teise otsaga on ühendatud rinnakuga.



1 2

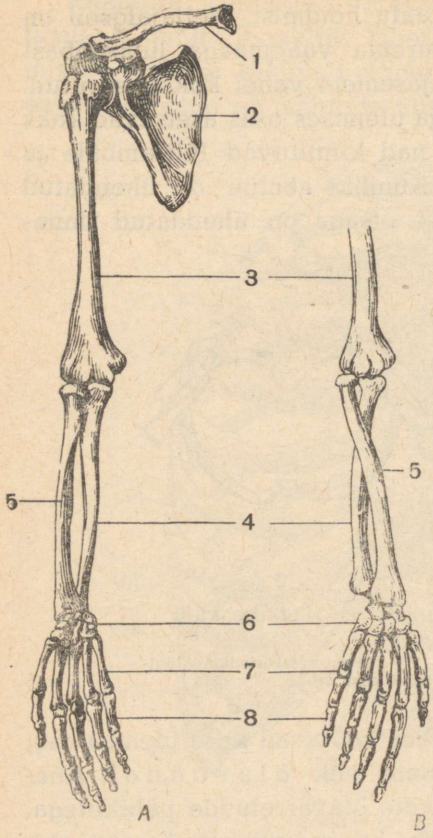
Joon. 29. Loomade ja inimese rindkere kuju skeem:
1 — kitsas rindkere lambal; 2 — inimese lai rindkere lühikese läbimõõduga eest taha.

Abaluud ja rangluud otsekui võõtavad kere ülemist osa, moodustades ülemiste jäsemete ehk õlavööndi. Abaluude välisnurgad ühinevad käte õlavarreluude pähikutega.

Alumiste jäsemete vööndiks on vaagnavöönd ehk vaagen. See koosneb ristluust ja sellega liikumatult ühendatud kahest puusa- ehk vaagnaluust, mis eespool on samuti liikumatult üksteisega ühendatud. Vaagnaluudel on nagu abaluudelgi ümmargused lohud, milles asetsevad jalgade reieluude pähikud.

Inimese vaagen on laiem kui loomadel ja kausikujuline. On kerge mõista, miks see nii on. Loomadel toetuvad kõhu siseorganid kogu oma raskusega kõhu seintele, inimesel aga

TRÜ Raamatukogu



Joon. 30. Ülemise jäseme skelett kahes asendis: peopesa ettepoole (A) ja peopesa tahapoole (B):
1 — rangluu; 2 — abaluu; 3 — õlavarreluu; 4 — küünarluu; 5 — kodarluu; 6 — ranne; 7 — kämmal; 8 — sõrmelülid.

vaagnaluudele. Inimese vaagnaluude kuju on seega seotud keha püstise asendiga.

Jäsemed. Ülemistel ja alumistel jäsemetel on mõnede erinevuste kõrval palju ühist.

Ülemisel jäsemel (käel) on järgmised peaosad: 1) õlavarreluu, mis on liikuvalt ühendatud abaluuga, 2) küünarvars, mis koosneb kahest luust, küünarluust ja kodarluust, 3) käelaba, millesse kuuluvad väikesed randmeluud, viis pikka kämblaluud ja sõrmelülid (kaks pöidlal ja kolm kõigil teistel sõrmedel).

Vastavad osad on ka alumisel jäsemel (jalal): 1) reis (reieluu), 2) säär, mis koosneb sääreluust ja pindluust, 3) pöid, sellesse kuuluvate pöiapära-, pöialaba-luude ja varbalülidega.

Reieluu moodustab sääreluuga põlveliigese, mille vastas eespool on väike luu, põlvekeder. Ülemisel

TRÜ Raamatukogu

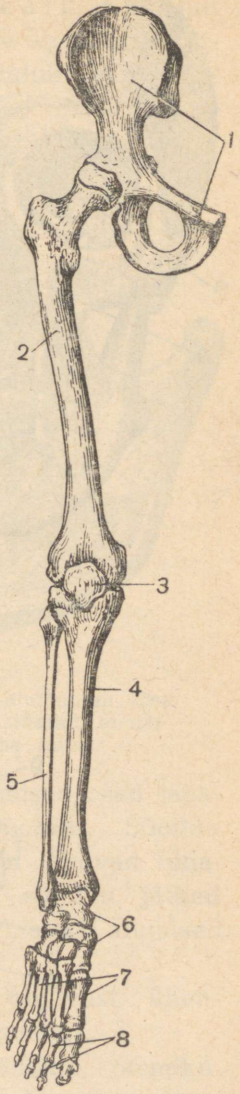
jäsemel vastab sellele luule küünarluu ülaosa suur väljaulatuv nukk (küünarnukk).

Võrreldes kätt loomade eesjäsemega, võib tähele panna, et inimesel on liigesed liikuvamad kui loomadel; randme- ja kämblaluud moodustavad laia peo; pöial võib asetseda kõigi teiste sõrmede vastu. Erinevused ehituses on seotud erinevusega talitlustes. Sellal kui loomade eesjäsemed on neil ühes tagajäsemetega peamiselt edasiliikumiseks, on inimese käed töötamiselundid.

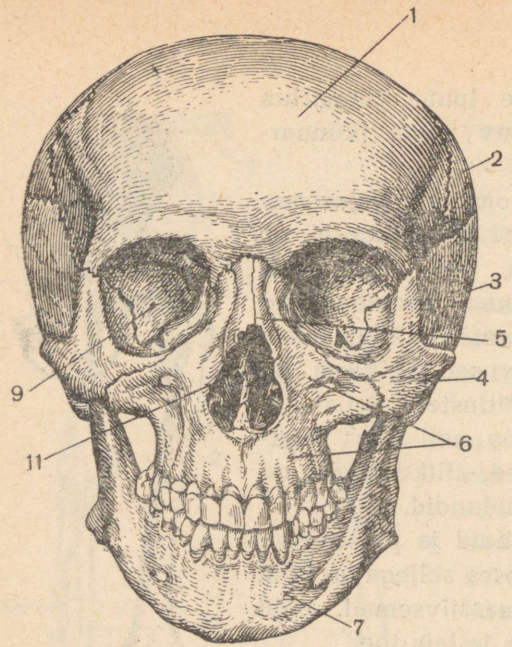
Jalad on käimiselundid ja püstiseisva inimese ainus tugi. Seoses sellega on kõik jalaluud käeluudest massiivsemad, pöid aga moodustab tugeva ja laia toe.

Kolju. Koljul on kaks põhiosa: ajukolju ja näokolju.

Ajukolju kujutab endast suurt õõnt, milles asetseb peaaju. Ajukolju koosseisu kuuluvad järgmised luud: otsmikuluu, kaks kiiruluud, kuklaluu, kaks oimuluud, põhiluu ja sõeluu. Kõik need luud on üksteisega õmbluste abil liikumatult ühendatud. Ajukolju luudes on terve rida väikesi mulke, millest lähevad läbi veresooned ja närvid. Oimuluu sees on kuul-

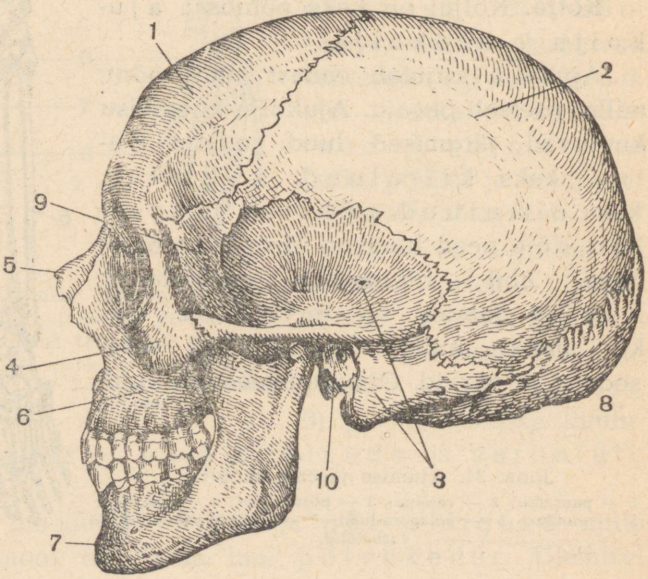


Joon. 31. Alumise jäseme skelett:
1 — puusaluu; 2 — reieluu; 3 — põlvekeder; 4 — sääreluu; 5 — pindluu; 6 — pöiapära-luud; 7 — pöialaba-luud; 8 — varbalülid.



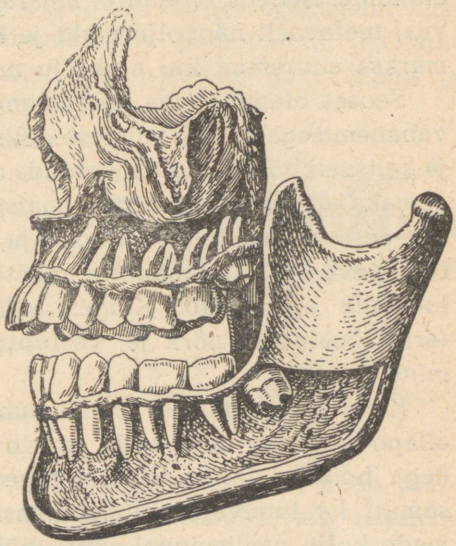
Joon. 32. Kolju eest ja küljelt:

1 — otsmikuluu; 2 — kiiruluu; 3 — oimuluu; 4 — sarnaluu; 5 — ninaluu; 6 — ülalõualuu; 7 — alalõualuu; 8 — kuklaluu; 9 — põhiluu; 10 — kuulmekäik; 11 — sõelluu.



miselund, mille juurde viib lai kuulmekäik. Kuklaluu suure kuklamulgu kaudu on koljuõõs ühenduses lülisamba kanaliga. Ülemise kaelalüli ja kuklaluu ühinemise kohal läheb seljaaju üle peaajuks.

Näokolju moodustab hingamis- ja seedeelundite ülemise osa luust toe. Selle koosseisu kuuluvad üla- ja alalõualuu, sarnaluud, suulaeluud, sahkluu, ninaluud, alumised ninakarbikud ja pisaraluud.



Joon. 33. Üla- ja alalõualuu. Osa luukoest on eemaldatud, et näidata hamba juuri.

Ülalõualuu ja suulaeluud moodustavad kõva suulae, s. o. vaheseina nina- ja suuõõne vahel.

Samad luud ühes ninaluudega moodustavad ninaõõne külgseinad. Sahkluu ja sõelluu väga rabedad alumised osad jagavad ninaõõne paremaks ja vasakuks pooleks. Sõelluu ülemises osas on hulk mulke, mille kaudu lähevad ninaõõnest koljuõõnde haistmisnärvid. Sama sõelluu jätked moodustavad ülemisi ja keskmisi ninakarbikuid; alumised ninakarbikud on iseseisvad luud.

Sarnaluud otsekui annavad näokoljule tugevust, ühendades ülalõualuud otsmikuluuga ja oimuluudega.

Silmakoopaid moodustavad ülalõualuu, otsmikuluu, sarnaluud, põhiluu, sõelluu ja pisaraluud.

Alalõualuu on ainus liikuv koljuluu. Selle sees, nagu ka ülalõualuu sees, kulgevad kanalid hammaste veresoonte ja närvide jaoks.

Loomadel etendab näokolju suurt osa ründe- ja kaitseelundina. Sellega on suurel määral seletatav näokolju tugevus; teatavasti näokolju maht ja kaal on paljudel loomadel märksa suuremad kui ajukolju maht ja kaal.

Seoses üleminekuga püstikäimisele ja ülemiste jäsemete vabanemisega kaotas inimese eellastel näokolju oma ründe- ja kaitseelundi osa. Ka lõualuude mälumistalitlused jäid nõrgemaks seoses toidu eeltöötlemise harjumuste ilmumisega. See-eest arenes tugevasti peaaju, mis etendab suurt osa töötegevuses. Ta omandas mõõted, mis kaugelt ületavad loomade aju omad. Kõigest sellest oli tingitud näokolju (eriti lõualuude) nõrk ja, vastupidi, ajukolju tugev arenemine.

Keha horisontaalse asendi puhul vajub pea loomulikult allapoole. Pead ühes selle suurte ja raskete näokolju luudega hoiavad loomadel ülal tugevad kuklalihased. Nende, samuti ka tugevate mälumislihaste kinnitumiseks on loomade kolju pealispinnal suuri mõhke ja harju.

Inimese pea on toetatud altpoolt. Pea püstiasendi tõttu asetseb tema raskuspunkt vaid veidi eespool oma tugipunkti. Lõdvenenud lihaste puhul inimese pea kaldubki ettepoole ja on vaja vaid väikest lihaste pingutust, et seda hoida õiges asendis. Sellega ongi seletatav kuklalihaste nõrk arenemine inimesel. Vastavalt alalõualuu väikestele mõõdetele on ka mälumislihased arenenud nõrgalt. Seoses tugevate lihaste puudumisega on inimese kolju siledama pinnaga, ilma suurte nükkide ja harjadeta.

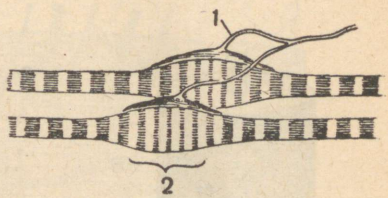
Ülesanne.

Loetella üksikasjaliselt, missugused skeletiosad on elunditele kaitseks.

§ 14. Skeletilihaste ehitus ja omadused.

Skeletilihase ehitus. Algul erinevad lootel skeletilihased silelihastest väga vähe. Hiljem hakkavad lihaste rakud kiiresti kasvama, küündides sageli 10—12 sm pikkuseni, kus juures toimub tuuma mitmekordne jagunemine. Tulemusena kujuneb pikk lihaskiud, mis sisaldab palju tuumi ja mida ei saa enam nimetada rakuks.

Skeletilihase kiud kujutab endast otsekui suurt hulka üksteisest eraldumata rakke. Niisuguseid keerukaid moodustisi, milles ei saa eraldada üksikuid rakke, nimetatakse laatrakustikkudeks.



Joon. 34. Vöötlihase kiud: 1 — närvikiu lõpe; 2 — lihaskiu kokkutõmbunud ala.

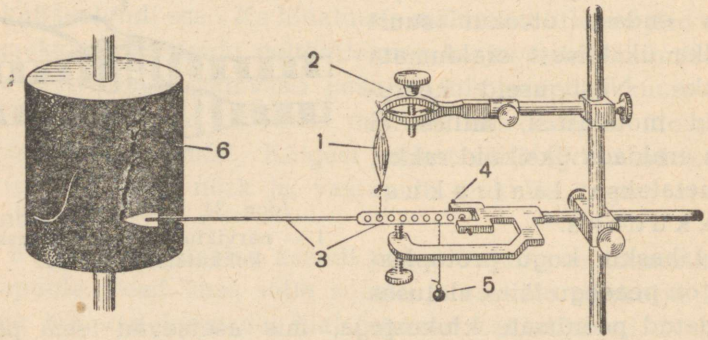
Lihaskiu kogu protoplasma on peaaegu täies ulatuses täidetud peenimate kiukestega, mis asetsevad tema pikisuunas. Nad koosnevad korrapäraselt vahelduvaist segmentidest, milledest ühed paistavad mikroskoobis heledatena, teised tumedatena. Kõikide pikikiukeste heledad ja tumedad segmendid asetsevad kõrvuti ning kogu lihaskiul on põikvöödiline välimus. Seepärast saidki skeletilihased vöötlihaste nimetuse.

Lihase kokkutõmbumine. Lihase kokkutõmbumine toimub tema kiudude tumedate osade lühenemise teel. Kui lihaskiud lühenevad, lähevad nad jämedamaks, nagu jämeneb kumminöör, kui seda pärast venitamist lõtvuda lasta. On arusaadav, et kokkutõmbumisel läheb paksemaks ja lühemaks ka kogu lihas.

Silelihastel on võrdlemisi nõrk erutuvus ja nad tõmbuvad kokku väga aeglaselt. Vöötlihased on vastupidi ker-

gesti erutatavad ja kokkutõmbumisprotsess kulgeb neis suure kiirusega. Inimese skeletilihased võivad kokku tõmbuda enam kui 10 korda, putukate tiibade vöötlihased isegi 200—300 korda sekundis; siledatest kiududest koosnevad mao- ja soolelihased kulutavad igaks kokkutõmbeks mitu sekundit.

Lihase kunstlik ja loomulik ärritamine. Lihas võib kokku tõmbuda reaktsioonina kõige mitmekesisematele ärritustele.



Joon. 35. Konna lihase kokkutõmmete registreerimine keerleva silindri tahmasele pinnale:

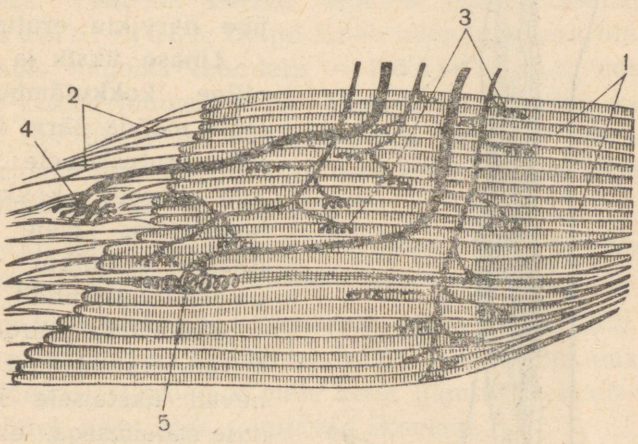
1 — lihas; 2 — klemm lihase kinnitamiseks; 3 — kang registreerimiseks kümograafi silindrile (6); 4 — kangi pöörlemistelg; 5 — koormus, mis kisub kangi alla.

Selles pole raske veenduda, kui teeme katse konna kehast väljalõigatud skeletilihasega. Niisuguse lihase kokkutõmbeid on kerge vaadelda, kui kinnitame selle ühe otsa liikumatult, teise aga ühendame niidi abil kangiga. Kangi liikumine märgib suure täpsusega lihase iga kokkutõmbe.

Konna kehast väljalõigatud lihas tõmbub kokku, kui seda torgata nõelaga, lüüa pintsetiga, puudutada tulel soojendatud traadiga, mõjutada elektrivooluga, panna talle peale keedusoola kristall. Teisiti, igasugune ärritus — mehaaniline, termiline, elektriline, keemiline — kutsub esile

lihase kokkutõmbumise. On tähtis ainult, et ärritus oleks küllalt tugev.

Elusas kehas olevad lihased puutuvad niisuguste kunstlike ärritustega kokku väga harva. Meie lihaste normaalseiks, loomulikeks ärritajaiks on i m p u l s i d, s. o. tsentrifugaalsetes närvides edasikantavad erutuslained.



Joon. 36. Närvilõpmed skeletilihases:

1 — lihaskiud; 2 — lihase kõõlus; 3 — tsentrifugaal- (liigutus-) närvi kiudude lõpmed; 4 ja 5 — tsentripetaal- (tunde-) närvi kiudude lõpmed kõõluses ja lihases.

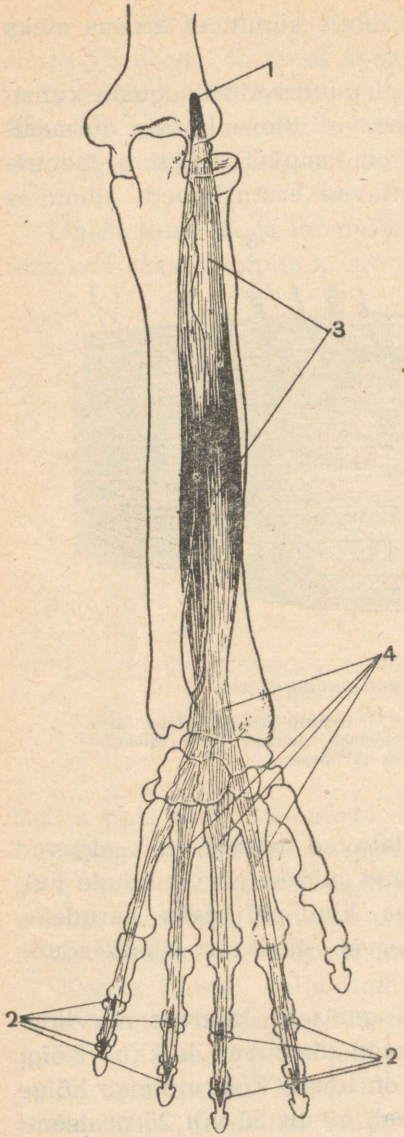
Iga skeletilihase juurde ulatuvad närvid, mis algavad kesknärvisüsteemis ja koosnevad suurest närvikiudude hulgast. Lihase sees hargneb iga kiud paljudeks harudeks, varustades närvilõpmetega tervet üksikute lihaskiudude rühma.

Impulsid kanduvad tsentrifugaalsete kiudude närvilõpmetelt üle lihaskiududele ja need tõmbuvad kokku. Kõigi kiudude üheaegsel erutumisel on lihase kokkutõmme kõige tugevam. Kui erutuslaine hõlmab ainult 50 või 25 protsenti

närvikiududest, on kokkutõmbunud lihaskiudude arv ja järelikult ka lihase kokkutõmbe üldtugevus kaks või neli korda väiksem. Lihase minimaalne kokkutõmbumine toimub ühe närvikiu erutumisel.

Lihase üksik ja tetaaniline kokkutõmbumine. Igale mööda närvi kulgevale erutuslainele vastavad lihased kokkutõmbega, mis meie keha lihaste enamikul vältab umbes 0,1 sekundit.

Kui lihase juurde saabuvad erutuslained järgnevad üksteisele küllaldase sagedusega, ei jõua lihas iga oma kokkutõmbe järel lõtvuda. See viib üksikute kokkutõmmete liitumisele üheks kestvaks ehk tetaaniliseks kokkutõmbeks. Sellised on tavalised skeleti-



Joon. 37. Sõrmi sirutava lihase kinnitumine luudele:

1 — õlavarreluu alumisele otsale kinnitumise koht; 2 — sõrmelülidele kinnitumise kohad; 3 — lihas; 4 — pikk lihase kõõlus.

lihaste kokkutõmbed, mida näeme ükskõik milliste kehaliigutuste puhul. Üksiku kokkutõmbe näitena võib olla mõnikord täheldatav üksikute lihaste kramplik tõmblemine.

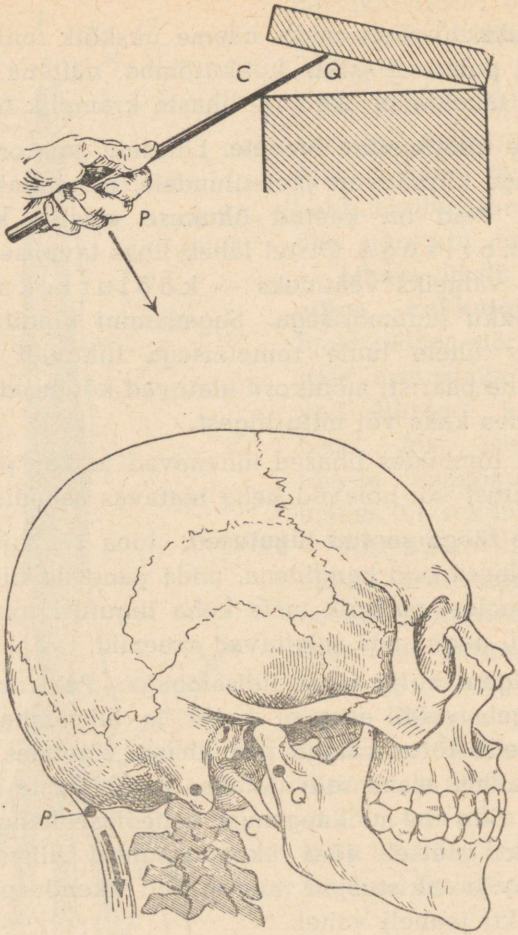
Lihaste kinnitumine luudele. Lihaseid, mis oma ühe või kahe otsaga kinnituvad skeletiluudele, nimetatakse skeletilihasteks. Nad on kaetud õhukese elastse kestaga — lihasümbrisega. Otstel läheb lihas tavaliselt üle väga tugevaiks valgeiks väätideks — kõõlusteks, mis kasvavad kokku luuümbrisega. Sagedamini kinnitub kumbki lihase ots ühele luule teineteisega liikuvalt ühendatud naaberluude paarist; mõnikord ulatuvad kõõlused väga kaugele, läbides kaks või mitu liigest.

Kokku tõmbudes lihased lühenevad ja kas põhjustavad keha liigutusi või hoiavad keha teatavas asendis.

Lihaste tööga seotud liigutused. Juba 17. sajandil käsitasid teadlased luid kangidena, mida panevad liikuma lihased. Tõepoolest, enamik meie keha liigutusi toimub kangi põhimõttel, nagu seda selgitavad skeemid.

Vaadelgem kolju seost lülisambaga. Pea raskuspunkti joon kulgeb veidi eespool kolju ja lülisamba ühenduspunkti. Selle tõttu kaldub pea lihaste lõtvudes ettepoole. Pea normaalne asend saavutatakse kuklalihaste kokkutõmbumisega. Siin on meil tegemist kaheõlgse kangiga, millel toetuspunkt asetseb jõu rakenduspunkti (lihase kinnitumise koha) ja takistusjõu (koormuse) rakenduspunkti (pea raskuspunkti joonel) vahel.

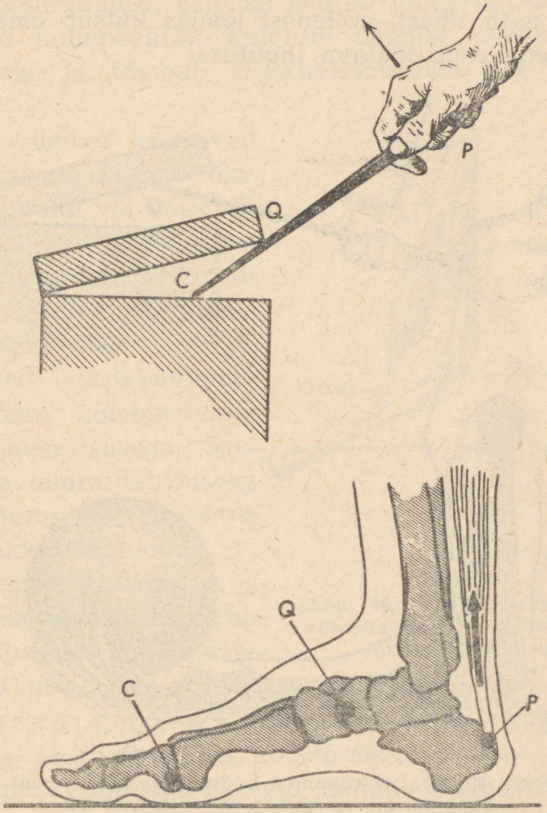
Palju sagedamini toimuvad keha üksikute osade liigutused üheõlgse kangi põhimõttel, mille puhul toetuspunkt asetseb jõu rakenduspunkti ja takistusjõu rakenduspunkti ühendava sirgjoone pikendusel. Näitena võib olla sääre kolmpealihase toime sääre-põia liigesele varvastele tõusmisel.



Joon. 38. Pead toetavate kuklalihaste tegevuse skeem:

C — tugipunkt; P — jõu rakenduspunkt (lihase kinnituskoht); Q — takistusjõu rakenduspunkt. Joonise ülemises osas oleval skeemil on kujutatud kaane tõstmine kepiga — samasuguse punktide C, P ja Q asetusega.

Enamikul juhtudel, nagu näitab joon. 40, asetseb lihase kinnituspunkt (s. o. jõu rakenduspunkt) toetuspunktile lähemal kui raskuspunkt (s. o. takistusjõu rakenduspunkt). Sel-

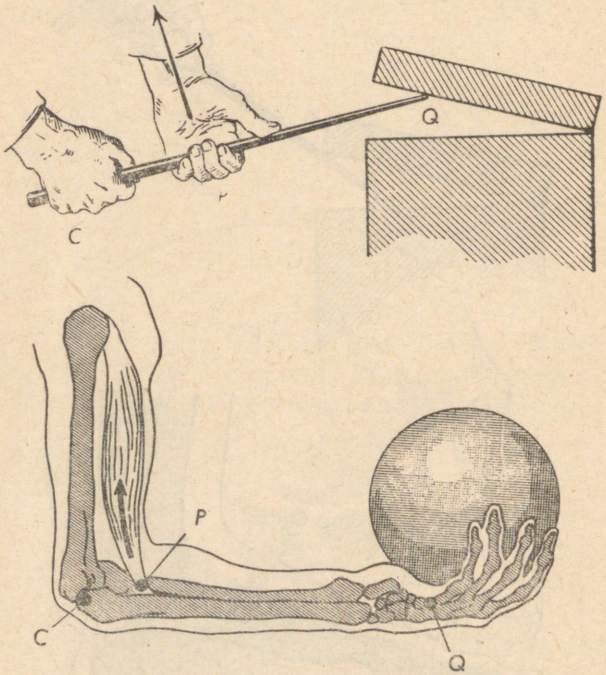


Joon. 39. Sääre kolmpealihase toime sääre-põialiigesele (skeem). Tähendused on samad mis joonisel 38.

liseid kange tehnikas peaaegu ei kasutata. Selle tõttu, et lihase kinnituspunkt on toetuspunktile sageli mitu korda lähemal kui raskuspunkt, peavad lihased takistusjõu ületa-

miseks arendama väga suurt jõudu. Sel puhul saavutatakse märgatav võit liigutuse amplituudis.

Koostoime- ja vastandtoime-lihased. Liigest ümbritseb tavaliselt mitu lihast, milledest igaüks kutsub oma kokkutõmbumisega esile teatava liigutuse.

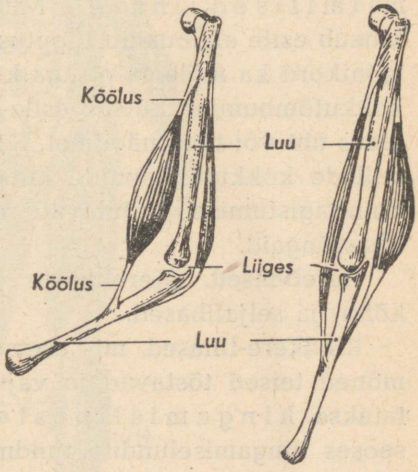


Joon. 40. Käe painutamine küünraliigesest (skeem). Tähendused on samad mis joonisel 38.

Küünraliigeses võib kümmekonna mitmesuguste lihaste kokkutõmbumise tõttu toimuda käsivarre painutus ja sirutus, käelaba pöördumine sisse- ja väljapoole. Iga lihase kokkutõmbumisega esilekutsutav liigutus oleneb selle kinnituspunktide asetusest luudel. Õlalihas, mis kinnitub

õlavarre- ja küünarluu eesmistele pindadele, painutab kokku tõmbudes küünraliigest; õla kakspealihas, kinnitudes alumise otsaga kodarluu sisemisele pinnale, mitte ainult ei painuta küünraliigest, vaid ka pöörab jõuga käelaba väljapoole; õla kolmpealihas kinnitub alumise otsaga kodarluu pinnale ja tõmbab kokkutõmbumisel käe küünras sirgeks.

Liigese ümber asetsevad lihased võivad kokku tõmbuda kas eraldi või ühes või teises kombinatsioonis samaaegselt, nagu see enamasti esinebki. Meie liigutuste mitmekesisus on seotud samaaegselt kokkutõmbuvate lihaste kombinatsioonide mitmekesisusega. See-juures on suure tähtsusega iga liigutusest osavõtva lihase kokkutõmbejõud.



Joon. 41. Vastandtoime-lihaste vahelduv kokkutõmbumine ja lõtvumine (skeem).

Ühesuguse toimega, s. o. üht ja sama liigutust esilekutsuvaid lihaseid nimetatakse koostoime-lihasteks ehk sünergistideks. Käe painutamisel küünras toimivad õla- ja kakspealihas koostoime-lihastena.

Vastupidise toimega lihaseid, näiteks õlalihast (mis käsivart painutab) ja kolmpealihast (mis käsivart sirutab) nimetatakse vastandtoime-lihasteks ehk antagonistideks.

Vastandtoime-lihaste samaaegne kokkutõmbumine võib liikumist mitte esile kutsuda, ent see-eest liiges püsib teatavas asendis.

§ 15. Skeletilihaste põhirühmad.

Inimese kehas loendatakse üldse üle 600 skeletilihase. Osavõtu järgi eri liigutustest võib neid liigitada mitmeks põhirühmaks.

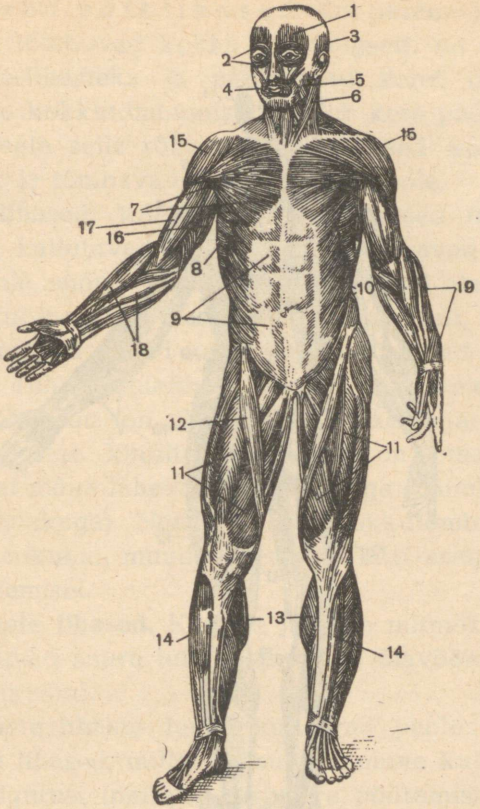
Pea lihased. Pea lihaste hulka kuuluvad mälumis- ja miimilised lihased. Mälumislihaste kokkutõmbumine kutsub esile alalõualuu liigutuse. Miimilised lihased on ühe, mõnikord ka mõlema otsaga kinnitunud naha külge. Nende kokkutõmbumine kutsub esile naha eri osade nihkeid, tekitades üht või teist näoilmet. Silma ja suu sõõrlihas, millede kokkutõmbumine kutsub esile laugude ja huulte kinnipigistumise, kujutavad endast naha all asetsevaid lihasrõngaid.

Kerelihased. Kerelihaste hulka kuuluvad rindkere-, kõhu- ja seljalihased.

Rindkere-lihased, mis asetsevad roiete vahel, samuti ka mõned teised tõstavad ja vajutavad rindkeret; neid nimetatakse hingamislihasteks; neid vaatleme hiljem, seoses hingamiselundite tundmaõppimisega.

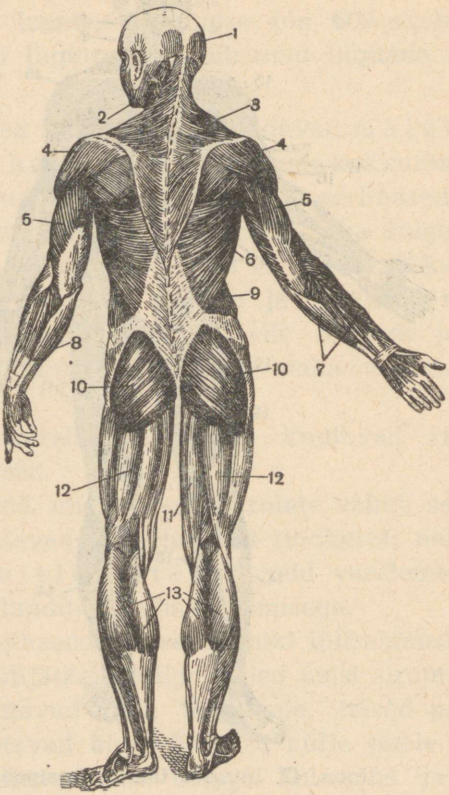
Arvukad seljalihased asetsevad piki lülisammast, kinnitudes peamiselt lülijätkete külge. Ühed neist sirutavad lülisammast ja painutavad teda tahapoole, teised pööravad, kolmandad painutavad ühe või teise külje poole. Mõned seljalihased kinnituvad ühe otsaga lülisamba ja teisega roiete külge; niisugused lihased võtavad osa rindkere liigutustest.

Keret painutavad ettepoole peamiselt kõhulihased. Kõhu keskjoonel kulgeb ülalt alla väga tihe kõõlusväät — kõhu valge joon. Selle kõrval asetsevad kõhu parem ja vasak sirglihas, mis kinnituvad üleval rindkere alumisele servale ja all vaagnaluude ühenduskohale. Kummalgi pool sirglihastest asetsevad kõhu välimised ja



Joon. 42. Inimese lihased eestpoolt:

1 — otsmikulihas, mis tekitab otsmikunahale põikkortse; 2 — silma sõõrlihas, mis suleb silma; 3 — oimulihas; 4 — suu sõõrlihas, mis suleb suu; 5 — mälumislihas (võtab ühes teiste lihastega osa mälumisliigutustest); 6 — peanoogutaja lihas (selle lihase kokkutõmbumisel mõlemal pool pea paindub allapoole, kokkutõmbumisel ühel pool pea pöördub vastassuunas, paindudes kokkutõmbunud lihase poole); 7 — suur rinnalihas (tõmbab käe alla- ja ettepoole; käe liikumatus olekus tõstab rindkeret); 8 — saaglihas (tugevdatud sissehingamisel tõstab rindkere üles); 9 — kõhu sirglihas, mis painutab kere ettepoole ja tõmbab rindkere allapoole; 10 — kõhu väline põiklihas (painutab keret ettepoole ja pöörab külje poole); 11 — reiesirutaja nelipealihas; 12 — rätsepalihas (painutab jalga põlvest ja pöörab säärt sissepoole); 13 — sääre kolmpealihas (painutab sääre-põialiigest, s. t. langetab põia eesmist ja tõstab ta tagumist osa, tõstab keha varvastele); 14 — eesmine sääreluulihas (sirutab sääre-põialiigest); 15 — deltalihas (tõstab kätt); 16 — õlavarre kolmpealihas (sirutab kätt küünraliigesest); 17 — õlavarre kakspealihas (painutab kätt küünraliigesest); 18 — kämbla ja sõrmede painutajad; 19 — kämbla ja sõrmede sirutajad.



Joon. 43. Inimese lihased tagantpoolt:

1 — kuklalihas; 2 — kaelalihased (võtavad osa pea liigutustest); 3 — trapetslihas (lähendab abaluid lülisambale); 4 — deltalihas; 5 — õlavarre kolmpealihas; 6 — selja lailihas (pöörab kätt sissepoole ja viib teda tahapoole); 7 — kämbla ja sõrmede sirutajad; 8 — kämbla ja sõrmede painutajad; 9 — kõhu väline põiklihas; 10* — suurim tuharalihas (pöörab reit väljapoole); 11 — poolkõõluslihas (sirutab jalga puusaliigesest, painutab põlveliigesest ja pöörab säärt sissepoole); 12 — reie kakspealihas (painutab jalga põlvest); 13 — sääre kolmpealihas.

sisemised põiklihased. Kui parem- ja vasakpoolne põiklihas tõmbuvad kokku samaaegselt, on nad sirglihase koostoime-lihasteks ja painutavad keret ettepoole. Ühe põiklihase kokkutõmbumisel toimub kere pöördumine külje poole. Peale selle rõhuvad kõhulihased kokku tõmbudes kõhuõõnt ja tõmbavad rindkeret allapoole.

Kaelalihased. Kaelal asetsevad lihased tõmbavad pead kuklasse, kallutavad ettepoole või pööravad ühe või teise külje poole, mõned neist aga tõmbavad alalõualuud allapoole. Kui pea on fikseeritud liikumatult, peanoogutajalihas ja mõned teised kaelalihased tõstavad rindkeret.

Terve rühm kaelalihaseid võtab osa keeleluu liigutustest. See luu on üleval seotud keelega ja all kõriga. Keeleluu külge kinnituvad lihased on oma teise otsaga ühendatud mõne lähedalasetseva luuga (oimuluuga, alalõualuuga, rinnakuga). Nende lihaste kokkutõmbumine, pannes keeleluu liikuma, muudab keele ja kõri asendit neelamisel ja häälitsemisel.

Jäsemete lihased. Käte ja jalgade mitmekesised liigutused toimuvad suure hulga jäsemete, õlavööndi- ja vaagnalihaste osavõtul.

Jäsemete lihaste hulka kuuluvad peale painutajate ja sirutajate lihased, mille kokkutõmbumine kutsub esile pööravaid liigutusi (näiteks käsivarre pööramist nii, et peopesa oleks pööratud ette- või tahapoole). Teiste lihaste kokkutõmbumine põhjustab jäsemete või üksikute sõrmede lähenemist või laialiasetumist.

Käte ja jalgade liigutustest võtavad osa paljud lihased, mis ühe otsaga on kinnitunud jäseme, teisega kere külge — selja lailihas, suur rinnalihas jt.

Ülesanne.

Kasutades õpperaamatu jooniseid, otsida endal üles õlavarre kakspea- ja kolmpealihas. Määrata kindlaks, kumb neist lihastest on

kokkutõmbunud või lõtvunud seisundis käsivarre küünraliigesest painutamise ja sirutamise hetkel. (Liigutusi tuleb teha pingutuseta.)

Tuua teisi näiteid vastandtoime-lihaste töö kohta.

§ 16. Lihaste töö.

Lihase toonus. Lihased on alati teatavas t o o n u s e s ehk p i n g e s e i s u n d i s, mida hoiab alal närvisüsteem. Selles pole raske veenduda katse abil. Kui konnal läbi lõigata seljaajust ühte tagajäsemesse viivad närvid, lõtvuvad selle jala lihased.

Lihaste toonus võib sõltuvalt organismi üldseisundist tõusta või alaneda. Tugeval, tervel inimesel on ta alati kõrgem kui nõrgal. Väsimus, meeleolulangus, halb tuju põhjustavad lihaste toonuse alanemise. Inimene, kelle lihaste toonus on alanenud, tõmbub vimma. Näo miimiliste lihaste toonuse nõrgenemisel omandab nägu niisuguse inimese iseloomuliku ilme, kelle kohta öeldakse: „otsekui vette kastetud".

Lihaste toonuse järsku alanemist täheldame une ajal.

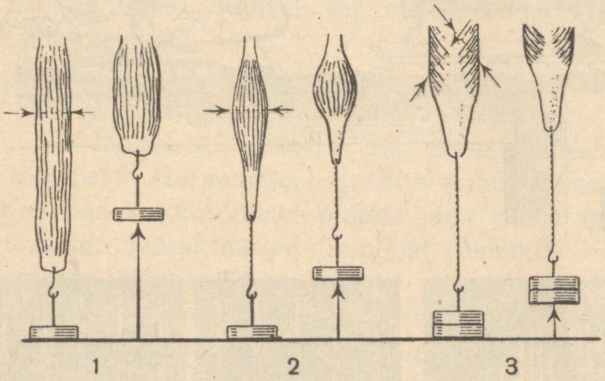
Lihase jõud ja kokkutõmbe ulatus. Lihase kokkutõmbejõud sõltub kokkutõmbuvate kiudude jämedusest ja arvust: mida jämedam on lihas, seda suuremast kiudude arvust ta koosneb, seda tugevam ta on ja seda suuremat tööd ta suudab teha.

Lihase kokkutõmbe ulatus, teiste sõnadega tema lühenemise määr sõltub lihaskiudude pikkusest: mida pikemad need on, seda enam nad lühenevad.

Mõnes lihases (sääre kolmpealihas jt.) asetsevad kiud mitte piki, vaid viltu, nagu linnusule udemed. Niisuguseid lihaseid nimetatakse s u l g j a t e k s. Nad sisaldavad palju enam kiude kui niisama jämedad pikilihased. Selles on kerge veenduda, mõõtes ühe või teise lihase kõigi kiudude

põiklõikude pindala. Sulgja lihase kokkutõmbejõud võib 2—3-kordselt ületada pikikiulise lihase kokkutõmbejõu. See-eest on sulgja lihase lühenemise ulatus viltuasendi tõttu väga väike.

Rütmi tähtsus lihase töös. Nii keha loomulikkude liigutuste (käimise, jooksmise) kui ka tööliigutuste (puulõhkumise, viilimise, kirjutamise) puhul tõmbuvad järjekorras



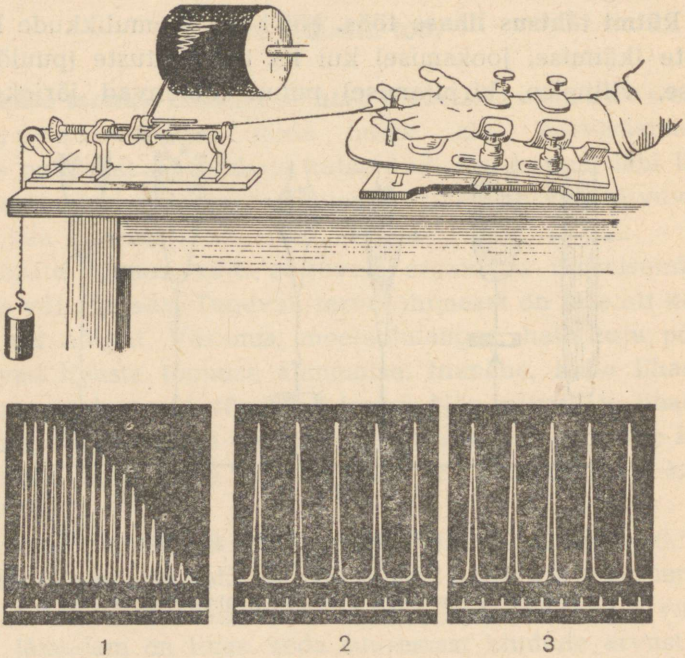
Joon. 44. Lihase kokkutõmbe ulatus ja tugevus sõltuvalt tema ehitusest:
1 — lihas pikkade paralleelsete kiududega; 2 — lihas lühikeste paralleelsete kiududega; 3 — lihas sulgjalt asetatud kiududega (kiudude arv on kahekordne).

kokku eri lihasrühmad, kusjuures üksikute lihaste kokkutõmbumine vaheldub korrapäraselt nende lõtvumisega. Niisugusel liigutuste rütmilisusel on suur tähtsus.

Lihase töötamise ajal toimub temas mõnede lihaskiudude koostisse kuuluvate ainete lagunemine. Üksikute kokkutõmmete vahel lihas puhkab; kiiresti taastub seisund, mis oli enne kokkutõmmet, ja lihas osutub uuesti töövõimeliseks.

Mõne lihase või lihasrühma pidev töötamine kutsub kiiresti esile tugeva väsimuse. Kõigile on teada, kui raske

on hoida ülestõstetud ja väljasirutatud käes isegi väikest raskust. Käe lihased väsivad väga ruttu ja käsi vajub alla, hoolimata kogu püüdest hoida teda selles asendis. Kestev



Joon. 45. Seadeldis lihaste töö registreerimiseks.

All — sõrmeliigutuste üleskirjutus kümmograafil:
1 — liigutuste maksimaalse sageduse juures; 2 ja 3 — harvemate liigutuste juures (2 — algul, 3 — kümme minutit hiljem).

lihase kokkutõmbumine võib viia ta täieliku jõuetuse seisundini.

Lihase väsimust ja tema töövõime taastumist pärast puhkust võib jälgida erilisi aparaate kasutades. Üks neist on kujutatud joonisel 45.

See aparaat on konstrueeritud sõrmi painutavate lihaste töö ja väsimuse uurimiseks. Igal sõrme painutusel teevad lihased tööd, tõstes plokil rippuvat raskust. Nööri külge on kinnitatud liikumatult pliiats, mis joonestab paberile „lihase kokkutõmmete kõverat". Niisuguse „kõvera" ülesmärkimiseks kasutatakse pliiatsi asemel sageli erilist sulge, mille teravik liigub pöörleva silindri — k ü m o g r a a f i — tahmaga kaetud pinnal. Selliselt saadud üleskirjutus on kujutatud samal joonisel.

Nagu üleskirjutus näitab, saabub sõrme sagedaste liigutuste puhul kiiresti lihaste väsimus: kokkutõmbe kõrgus pikkamööda langeb ja lühikese aja pärast lakkab raskus üldse tõusmast. Harvemate liigutuste puhul jõuavad lihased pärast iga kokkutõmmet puhata ning tulemusena pole isegi 10 minuti pärast märgata mingeid väsimuse tunnuseid.

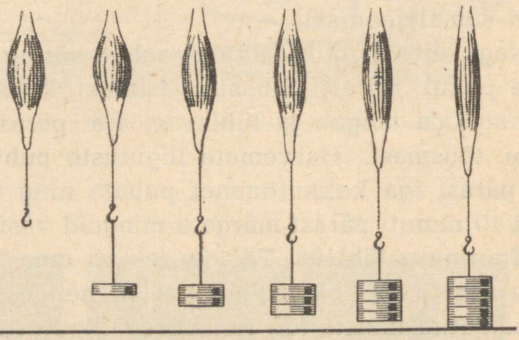
Koormuse tähtsus. Töö juures on oma tähtsus nii liigutuste sagedusel ehk tempol kui ka nende jõul. Joonisel 46 on näidatud lihaste töö tulemused liigutuste ühtlase tempo, kuid koormuse erineva suuruse puhul. Erisuuruste raskuste tõstmisel tehtud töö suurus on arvutatud gramm-millimeetrites [1].

Katse näitab, et töö muutub sõltuvalt koormuse suurusest: väga väikese koormuse puhul on ka tööhulk väike; koormuse suurendamisel kasvab pikkamööda sooritatud töö hulk, saavutab maksimumi, s. o. suurima suuruse ning hakkab siis alanema; viimaks võib koormus saada nii suureks, et lihas ei suuda seda ületada ning sooritatud töö hulk langeb nullini.

---

[1] Arvutamiseks tuleb mõõta iga üksiku koormuse tõstekõrgus; liites kõik kõrgused, saame koormuse tõstmise üldkõrguse kõikide sõrmeliigutuste kohta; korrutades grammides väljendatud koormuse millimeetrites väljendatud tõstekõrgusega, saamegi gramm-millimeetrites väljendatud üldtöö, mis sooritati kõigi sõrmepainutustega kokku.

Sooritades üht või teist lihaste tööd, võime muuta liigutuste jõudu ja kiirust oma soovil. Seejuures muutub ka sooritatud töö hulk. Ülemäärane koormus või ülemäärane tempo kiirendamine põhjustavad töötavate lihaste kiiret väsimust ja sooritatud tööhulga järsku langust. Iga kehalise töö jaoks võime leida tempo ja koormuse selliselt, et saavutada suurim tööhulk vähima väsimuse juures.



Koormis grammides	0	100	200	300	400	500
Tõstmise kõrgus millimeetrites	6	7	5	3	1½	0
Töö gramm-millim.	0	700	1000	900	600	0

Joon. 46. Lihase töö sõltuvalt koormuse suurusest.

Paljudele kehaliselt tervetele ja tugevatele inimestele on käimine kiirusega 5—5,5 km tunnis soodsaim, s. o. niisugune, mis annab suurima tööhulga vähima väsimuse juures. Käimisel koormusega või tõusmisel mäkke on optimaalne, s. o. sobivaim käimistempo märksa aeglasem.

Suur vene teadlane Setšenov valis, kasutades ergograafi, niisuguse koormuse, mille puhul sõrme painutamine tem-

poga 20 korda minutis polnud sugugi väsitav. Selle koormuse tõstmist sõrmega toimetati katkestamatult nelja tunni vältel. Suurem koormus või kiirem töötempo põhjustasid väsimuse lühikese aja järel.

Lihaste töö mõju organismile. Lihased, mis on küllaldaselt rakendatud, suurenevad mahult, paksenevad ja muutuvad tugevamaks.

Mida rohkem lihas töötab, seda enam vajab ta hapnikku ja toitaineid. See kutsub esile hingamis- ja vereringe-elundite suurendatud töö. Lihaste töö põhjustab seega mitte ainult töötavate lihaste eneste tugevnemist, vaid ka hingamis- ja vereringe-elundite tegevuse suurenemist ning järelikult ka rindkere- ja südamelihaste harjutamist. Vähe sellest, lihaste energiline töötamine suurendab isu, loob üldise erksustunde ja parandab tuju, põhjustades niiviisi kogu organismi elutegevuse tõusu.

Sellest selgub, et kehaline töö, kehakultuur, sport, liikumismängud, võimlemine ja turistlikud matkad on väga suure tähtsusega luude-lihastesüsteemi ning selle kaudu kogu inimorganismi tugevdamisel.

Ülesanne.

Miks on raske hoida vasarat väljasirutatud käes, kuna seda rütmiliselt tõstes ja langetades võib töötada lakkamatult pikema aja jooksul?

Küsimused kordamiseks.

1. Missugused omadused on luul ja millest on need tingitud?
2. Kuidas toimub luu kasv pikkusse?
3. Tuua näiteid luude tardühendusest ja mitut liiki liikuvaist ühendustest.
4. Loetella esmaabi-andmise põhireeglid nihestuste ja luumurdude puhul.
5. Loetella inimese skeleti iseärasusi, mis on seotud püstikäimisega.

6. Missugune erinevus on sile- ja vöötlihaste ehitusel ja omadustel?
7. Mis on lihase pinge ehk toonus ja kuidas seda säilitatakse?
8. Missugune tähtsus on rütmil töö juures?
9. Kuidas muutub lihaste töö sõltuvalt koormuse suurusest?
10. Kuidas mõjub lihaste tegevus organismile?

III. VERERINGE-ELUNDID.

§ 17. Vereringe.

Koemahl. Ligi 50 protsenti kehakaalust langeb vedelikule, mis täidab rakkudevahelisi ruume. Seda rakkudega otseselt kokkupuutuvat vedelikku nimetatakse koemahlaks ehk lümfiks.

Koemahl on rakkude ja kudede olemasolu vajalik tingimus: sellest ammutavad rakud ja koed pidevalt hapnikku ja toitaineid; niisama pidevalt annavad nad sellesse ära süsihappegaasi ja teisi ainevahetuse saadusi.

Rakule vajalike ainete vähendamine või vastupidi, laguainete kogunemine koemahlas häirib rakkude loomulikku tegevust. Et ainevahetus ja ühes sellega kõik elutalitlused võiksid kulgeda normaalselt, peab koemahlade koostis olema püsiv. Teisiti väljendudes, koemahla peab pidevalt juurde tulema rakkude poolt tarvitatavaid aineid, laguained aga peavad sealt kõrvalduma.

Vere ringlemine. Koemahla koostise püsivust tagab vere pidev liikumine veresoontes, mis paljukordselt harunedes ulatuvad keha iga osani.

Suuremal osal selgrootutel, näit. lülijalgsetel, limustel ja paljudel ussidel, avanevad veresooned rakkudevahelistesse ruumidesse.

Selgroolistel ja nende hulgas ka inimesel moodustavad veresooned suletud ringi. Vere liikumist sooni mööda nimetatakse v e r e r i n g e k s. Inimesel, nagu kõigil imetajatel, eristatakse kaht vereringet — s u u r t ja v ä i k e s t ehk k o p s u - v e r e r i n g e t.

Suur vereringe. Suur vereringe algab aordist, mis väljub südame vasakust vatsakesest, läheb üles ning seejärel, moodustades kaare, suundub piki lülisammast alla.

Aordi kaarest väljuvad jämedad arteerid, mis juhivad verd pähe ja ülemistesse jäsemetesse.

Kaarest madalamal väljuvad aordist harud keha lihaste ja kõhu siseelundite juurde. Nimmelülide kõrgusel jaguneb aort kaheks suureks, alumisi jäsemeid verega varustavaks arteeriks.

Paljukordselt harunedes, moodustavad suured arteerid järjest peenemaid sooni, mis varustavad verega kõiki kehaosi. Kõige peenemad arteerid harunevad väga peenikeste j u u s s o o n t e ehk k a p i l l a a r i d e tihedaks võrguks. Need on niivõrd peened, et iga nende põiklõigu pindala ei ületa keskmiselt kaheksat sajatuhandikku ruutmillimeetrit; teiste sõnadega, nad on märksa peenemad inimese juuksest. Ka kapillaari pikkus on väga väike — alla ühe millimeetri. On iseenesest mõistetav, et ei ole võimalik teha keha kõigi kapillaaride täpset kokkuvõtet. Oletatakse siiski, et nende üldarv küünib umbes triljonini.

Ühinedes omavahel, moodustavad kapillaarid v e e n e. Peened veenid moodustavad liitudes ikka suuremaid ja suuremaid veene. Kahe kõige suurema veeni, alumise ja ülemise õõnesveeni kaudu pöördub veri kõigist kehaosadest südamesse tagasi, selle paremasse kotta. Siin lõpebki suur vereringe.

Väike vereringe. Südame paremast vatsakesest voolab veri kopsuarteeri ja selle arvukate harude kaudu paremasse

ja vasakusse kopsu. Kopsudes harunevad peenemad arteerid kapillaarideks, mis üksteisega ühinedes moodustavad veene. Nagu suureski vereringes, kujunevad ka siin peente veenide ühinemise teel ikka suuremad ja suuremad veenid ja lõpuks satub veri nelja kopsuveeni kaudu südame vasakusse kotta. Vere teed südame paremast vatsakesest selle vasakusse kotta nimetatakse väikeseks ehk kopsuvereringeks.

Kapillaaride läbilaskvuse tähtsus. Olles veresoontes, ei puutu veri vahetult kokku elundite ja kudede rakkudega. Kuid läbi kapillaaride õhukese seina, mis koosneb vaid ühest lamedate rakkude kihist, tungivad hapnik ja toitained verest koemahlasse, süsihappegaas ja teised rakkudes tekkivad ained aga lähevad verre.

Mitte kõik vere ained ei pääse ühesuguse kergusega läbi kapillaaride seinte, sest viimaste läbilaskvus ei ole kõikide ainete suhtes ühesugune. Just sellepärast erinebki koemahl oma koostise poolest verest, temas ei ole näiteks peaaegu sugugi valke, kuna veres on neid umbes 7%.

Arteriaalne ja venoosne veri. Suure vereringe arteerides ringlev veri on küllastatud hapnikuga. Niisugust verd nimetatakse arteriaalseks. Kapillaarides kaotab veri tunduva osa hapnikust ja rikastub süsihappegaasist. Verd, mis on vaene hapniku ja rikas süsihappegaasi poolest, nimetatakse venoosseks.

Suure vereringe veenide kaudu satub venoosne veri südame paremasse poolde ja sealt kopsu-vereringe arteeridesse.

Kopsu-vereringe arteerides on venoosne veri. Kopsu kapillaarides vabaneb veri liigsest süsihappegaasist ja rikastub hapnikust. Kopsuringe veenide kaudu voolab südame poole arteriaalne veri.

Vereringe osa ainevahetuses. Nüüd on arusaadav, kui

suur tähtsus on vereringel. Vere pideva liikumise tõttu säilib koemahla koostis. Veri toob ja annab talle hapnikku ja toitaineid ning vabastab teda süsihappegaasist ja teistest ainevahetuse produktidest.

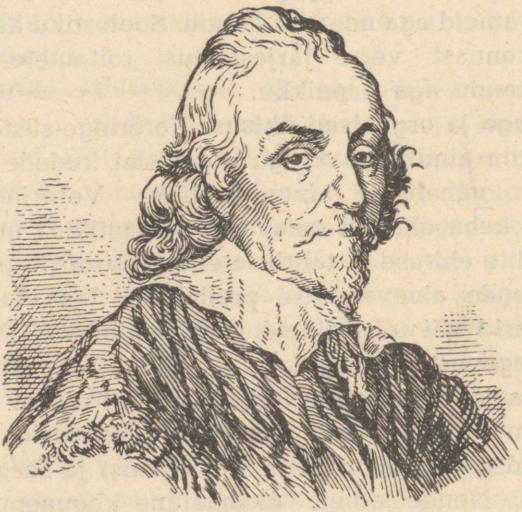
Verre kogunevad ainevahetuse produktid eemalduvad väliskeskkonda; süsihappegaas eritub kopsude, enamik ülejäänud aineid aga neerude kaudu. Soolestiku kaudu tuleb väliskeskkonnast verre järjest uusi toitainete koguseid, kopsude kaudu aga hapnikku.

Vereringe ja organismi ühtsus. Vereringe-süsteemi tähtsus ei piirdu ainult osavõtuga organismi kudede ja väliskeskkonna vahelisest ainevahetusest. Vereringe kaudu avaldavad keha elundid omavahel vastastikust mõju. Üksikute elundite ehituse ja talitluse erinevuse tõttu pole sarnased ka nende ainevahetuse produktid. Iga elund annab verre ühtesid või teisi aineid, mis mõjutavad keha teiste elundite tegevust.

Lihastes tekivad nende töötamise ajal ained, mis verre sattudes mõjuvad paljude elundite tegevusele. Muuseas tugevdavad nad seedemahlade nõristumist ja seega suurendavad isu. Nende ainete ülemäärane kogunemine verre, vastupidi, pidurdab mahlade nõristumist ja rikub isu. Soolestiku seinast nõristuvad ained, mis samuti mõjuvad vere kaudu teistele elunditele, muuseas ka lihastele. See vastastikune ainevahetus, vastastikune seos keha elundite vahel on tähtsamaid momente, mis kindlustab kogu organismi kui terviku ühtsust ja häireteta tegevust.

Vereringe avastamise ajaloost. Vereringe avastamisega on seotud teadusliku, eksperimentaalse füsioloogia rajamine. 1628. a. avaldas inglise arst Harvey raamatu, milles esimest korda kirjeldati vere ringlevat liikumist. Raamatu eessõnas kutsus Harvey üles „õppima ja õpetama mitte raamatute järgi, vaid prepareerimise teel, mitte õpetatuse dog-

made järgi, vaid looduse töökojas". Harvey ajal mitte üksi kiriklased, vaid ka õpetlased kinnitasid, et „südame liikumine võib olla teada ainult jumalale". Tol ajal tavaliste uduste arutluste asemele hinge surematusest ja südamest kui elutule allikast esitas Harvey katsete varal põhjendatud



William Harvey.

tõestuse, et süda, pumbates verd, paneb selle ringi liikuma. Seega õpetuses inimese organismist teostus täielik revolutsioon.

Harvey vereringe-õpetuse ümber tekkisid tulised vaidlused. Usuesindajad ja reaktsionäärid tungisid Harvey kallale sellepärast, et ta lükkas ümber vanaaja „eksimatud" autoriteedid ja ühes sellega eitas „ülimat mõistust". Kuulus prantsuse 17. sajandi kirjanik Molière pilkas oma näidendeis „Ebahaige" ja „Härra de Pourceaugnac" teravalt

Pariisi anatoomi Riolan'i ja teisi Harvey vastaseid, kes ei tunnustanud midagi, mis oli uus.

Vaidlused vereringe-õpetuse ümber, teiste sõnadega, vaidlused uue, tõelise teaduse ja endise õpetuse pooldajate vahel lõppesid alles 17. sajandi teisel poolel, kui õpetlased olid esmakordselt näinud mikroskoobis arteere ja veene ühendavaid kapillaare.

Ülesanne.

Joonistada vereringe skeem ja märkida nooltega vere liikumise suund.

§ 18. Südame ehitus.

Südame asend. Süda asetseb rinnaõõnes peaaegu keha keskjoonel rinnaku taga, sellest veidi vasemal. Südame ülemist osa, millest väljuvad veresooned, nimetatakse s ü d a m e p õ h i m i k u k s, alumist, veidi kitsenenud osa — s ü d a m e t i p u k s.

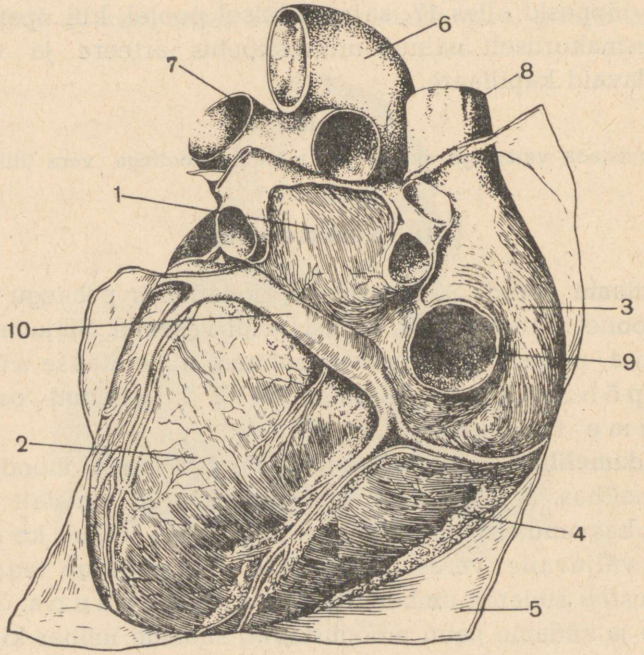
Südamelihas. Südame seina peamise massi moodustab südamelihas. Väljastpoolt on süda kaetud tihedalt selle külge kasvanud sileda kelmega. See kelme ulatub ka südamest väljuvaile veresoontele, siis aga pöördub tagasi ja moodustab südame ümber tiheda s ü d a m e p a u n a. Väliskelme ja südame paun moodustavad südame ümber kinnise õõne, mille seinad on teineteise poole pööratud siledate ja alati niiskete pindadega. Paun kaitseb südant hõõrdumise eest, kergendades sellega tunduvalt tema tegevust.

Ka seestpoolt on süda kaetud sileda kelmega.

Südamelihas, erinevalt teistest siseelundite lihastest, on põikvöödiline. Südamelihase kiud ühinevad üksteisega protoplasmajätkete abil. Niisuguste „sillakeste" kaudu läheb ühe lihaskiu protoplasma vahetult üle naaberkiudude protoplasmaks.

Lihaskiu ärritamine (näit. elektrivooluga) kutsub ärri-

tuse kohal esile kokkutõmbe-laine, mis levib kiiresti üle kogu kiu. Skeletilihastes levib kokkutõmbe-laine ainult neis kiududes, mis olid ärritatud. Südamelihases levib ta proto-

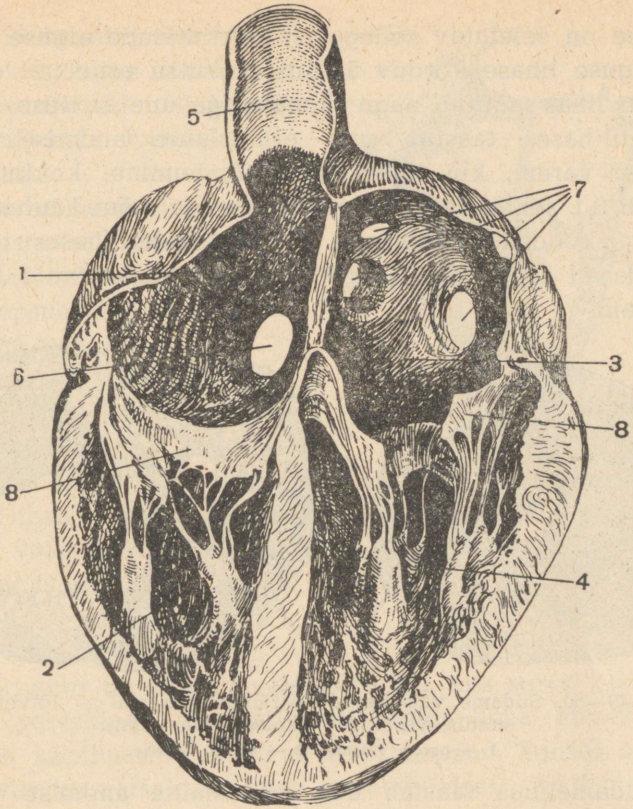


Joon. 47. Süda (tagantvaade):

1 — vasak koda temasse saabuvate kopsuveenidega; 2 — vasak vatsake; 3 — parem koda; 4 — parem vatsake; 5 — lahtilõigatud südamepauna tagasipööratud serv; 6 — aort; 7 — kopsuarteer; 8 — ülemine õõnesveen; 9 — alumine õõnesveen; 10 — südame pärgsooned.

plasma „sillakeste" kaudu ühelt kiult teisele, haarates kiiresti kogu lihase. Missuguses südamelihase piirkonnas ka kokkutõmbe-laine tekib, ta levib üle kogu lihase.

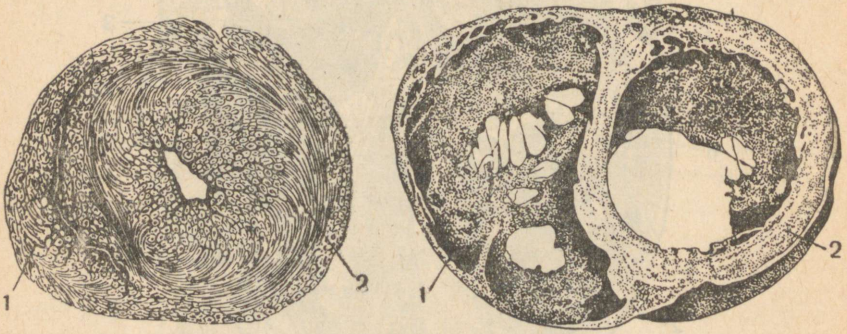
Südamelihase märkimisväärseks omaduseks on tema



Joon. 48. Süda läbilõikes:
1 — parem koda; 2 — parem vatsake; 3 — vasak koda; 4 — vasak vatsake; 5 — ülemine õõnesveen; 6 — alumise õõnesveeni ava; 7 — kopsuveenide avad; 8 — klapid kodade ja vatsakeste vahel.

võimetus teha tetaanilist kokkutõmmet. Iga skeletilihas võib jääda pideva kokkutõmbe seisundisse paljude sekundite ja isegi minutite kestel. Süda aga tuleb lõdvendatud seisundisse tingimata tagasi pärast iga kokkutõmmet, mis vältab kuni 0,1 sekundit.

See on seletatav sellega, et kokkutõmbe alguse hetkel igasuguse lihase korduv ärritus ei kutsu esile uut erutuslainet: lihas muutub nagu tuimaks iga uue ärrituse suhtes. Skeletilihases taastub uue erutuslaine andmise võime märksa varem, kui lõpeb kokkutõmbumine; kokkutõmme vältab 0,1 sekundit, mitteerutatavus aga mõned tuhandikud osad sekundist. Sellepärast saavad skeletilihases tekkida sagedased erutuslained, mis võimaldavad kestvaid kokkutõmbeid.



Joon. 49—50. Südame vatsakesed ristlõikes (paremal — lõtvunud seisundis, vasakul — kokkutõmbe ajal):
1 — parem vatsake; 2 — vasak vatsake.

Südamelihas taastab uue erutuslaine andmise võimet märksa kauemini; alles lõtvumise hetkeks muutub ta uuesti vastuvõtlikuks ärritusele ja võib uuesti kokku tõmbuda.

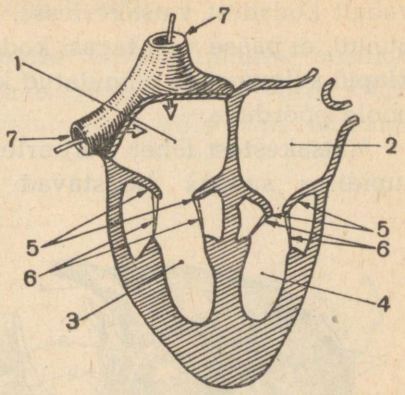
Südame kojad ja vatsakesed. Tihe vahesein jagab südame paremaks ja vasakuks pooleks. Kumbki neist pooltest koosneb kahest omavahel ühenduses olevast kambrist — õhukeseseinalisest kojast ja lihavast vatsakesest.

Paremasse südamekotta suubuvad kaks suurt veeni: ülemine õõnesveen, mis kogub verd ülemiselt kehapoolelt, ja alumine õõnesveen, mis kogub verd alumiselt kehapoolelt. Peale selle suubub paremasse südamekotta veen, mis toob

verd südamelihasest endast. Vasakusse südamekotta suubuvad neli kopsuveeni, kaks kummastki kopsust.

Suurema osa südamest moodustavad vatsakesed. Paremast vatsakesest väljub kopsuarteer, vasakust — keha peaarteer, a o r t.

Erinevus kodade ja vatsakeste seinte paksuses on seletatav nende erineva tööga. Südame koja lihas tõukab verd ainult vatsakesse. Vatsakese lihas, tõmbudes kokku, tõukab verd läbi pika ja harunenud soontevõrgu.



Joon. 51. Hõlmklapid kodade ja vatsakeste vahel (skeem):

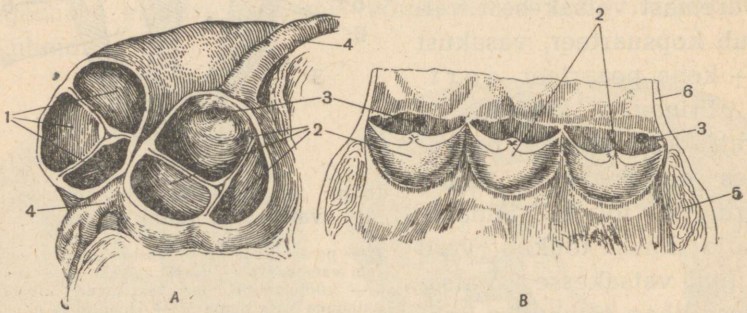
1 — parem koda; 2 — vasak koda; 3 — parem vatsake; 4 — vasak vatsake; 5 — klapid 6 — kõõlusniidid, mis takistavad klappidel painduda koja poole; 7 — ülemine ja alumine õõnesveen.

Eriti suur on vasaku vatsakese töö, mis surub verd läbi suure vereringe, järelikult läbi kõigi keha elundite ja kudede kapillaaride, välja arvatud kopsud. Seoses sellega ongi vasaku vatsakese lihas parempoolsest märksa jämedam.

Südameklapid. Südame kodade ja vatsakeste vahel on hõlmalised klapid, mis koosnevad tihedast sidekoest. Paremas südamepooles olev klapp koosneb kolmest niisugusest hõlmast, vasakus pooles olev — kahest. Sulgunud hõlmade puhul suleb klapp südame koja ja vatsakese vahelise avause täiesti. Altpoolt, vatsakese sisepinna lihase kühmudelt lähevad klapi hõlmade juurde kõõlusniidid. Hõlmklapp võib avaneda ainult ühele poole — vatsakese poole. Lõtvunud vatsakeste puhul on klapid avatud ja veri pääseb

vabalt kodadest vatsakestesse. Kui vatsake on kokku tõmbunud, ei pääse veri tagasi kodadesse, sest vere surve tõttu klapid sulguvad ja pingutatud kõõlusniidid ei luba neil koja poole pöörduda.

Vatsakestest läheb veri arteeridesse. Vere liikumist vastupidises suunas takistavad poolkuu-klapid, mis



Joon. 52. Poolkuu-klapid:

A — ülaltvaade; B — vaade küljelt läbilõikes.
1 — klapp parema vatsakese ja kopsuarteeri vahel; 2 — klapp vasaku vatsakese ja aordi vahel; 3 — pärgarteeri ava; 4 — pärgarteerid (varustavad südamelihast verega); 5 — vatsakese sein; 6 — aordi sein.

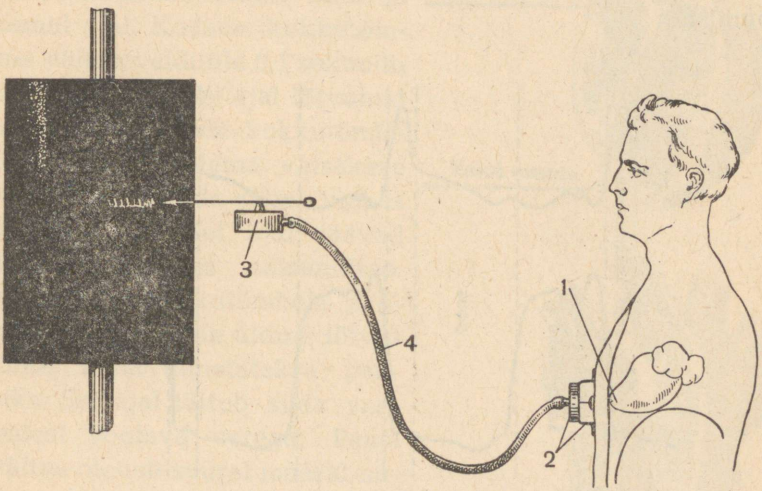
asetsevad taskukestena aordis ja kopsuarteeris kohal, kus need väljuvad südamest. Vere voolamisel vatsakestest arteeridesse surutakse klapi taskukesed soonte seinte vastu ja veri pääseb vabalt läbi. Vastupidise voolu puhul täidab veri klappide taskukesed, viimased paisuvad, sulevad veresoone valendiku ja takistavad vere tagasivoolamist arteeridest vatsakestesse.

Ülesanne.

Joonistada süda läbilõikes ja näidata nooltega, mis suunas veri liigub.

§ 19. Südame tegevus.

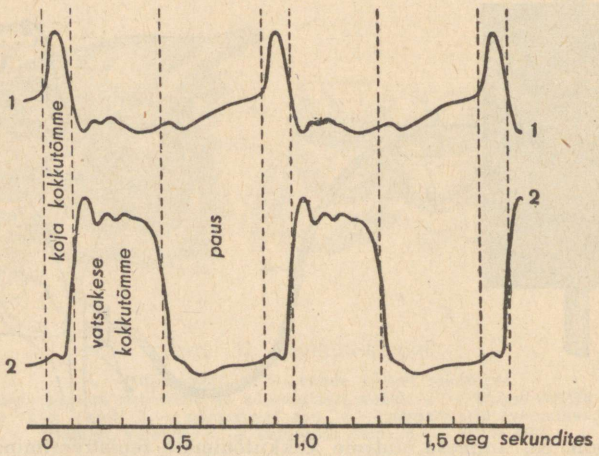
Südame tegevuse vaatlemise viisid. Inimese südame tegevuse jälgimiseks on mitmesuguseid vaatlusviise. Rindkeret röntgenikiirtega läbi valgustades võib näha ekraanil



Joon. 53. Inimese südame kokkutõmmete registreerimine:
1 — südame tipp; 2 — seadeldis südame kokkutõmmete registreerimiseks (kardiograaf); 3 — seadeldis südame kokkutõmmete registreerimiseks kümograafile; 4 — mõlemaid seadeldisi ühendav kummitoru.

südame varju ja jälgida selle kokkutõmbeid. Südame tegevust võib ka kümograafil üles märkida. Iga kokkutõmbe puhul lööb südame tipp (s. o. alumine, kitsenenud osa) rindkere seina vastu. See „südame tõuge" on selgesti märgatav, kui panna käsi vastavale kohale rindkerel. Südame löökide registreerimiseks on konstrueeritud eriline riist. On veel teisi, palju keerukamaid, see-eest ka palju täpsemaid inimese südame tegevuse registreerimise viise. Harilikult aga kasutatakse südame tegevuse uurimiseks katseid loomadega.

Et näha looma südame tegevust, on vaja — abiks võttes narkoosi ja kunstlikku hingamist — lahata rindkere ja paljastada süda. Kui ühendada üks kangike südame kojaga ja teine vatsakesega, siis võib kümograafiga saada kaks kõverat: üks neist kujutab kodade, teine vatsakeste kokkutõmbumist.



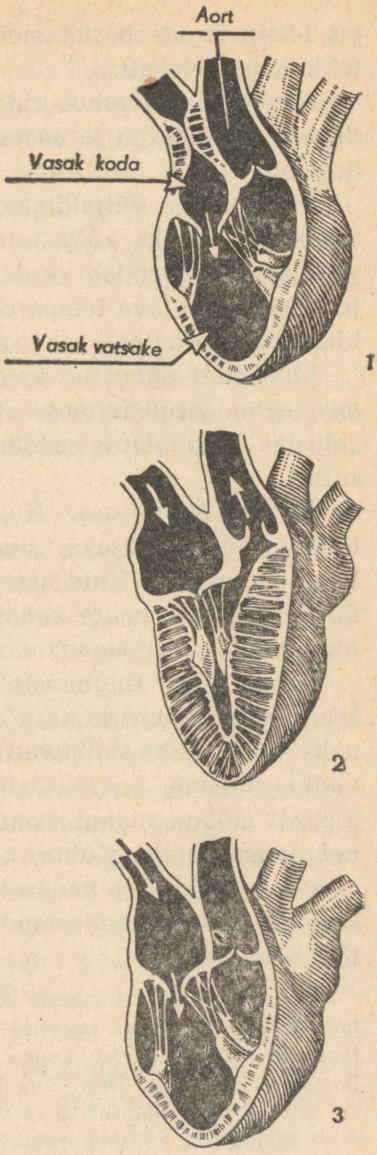
Joon. 54. Südame kodade (1) ja vatsakeste (2) kokkutõmmete registreerimine eraldi. All on märgitud aeg.

Südame kokkutõmmete rütm. Esimene nähtus, mis südame tegevuse vaatlemisel silma puutub, on tema kokkutõmmete korrapärane perioodilisus (rütm). Iga uus kokkutõmme järgneb eelmisele täpselt kindla ajavahemiku järel. Kui täiskasvanud inimene ei soorita rasket tööd, siis tema süda tõmbub minuti jooksul kokku keskmiselt 60 — 80 korda. Lastel, eriti väikelastel on kokkutõmbed sagedamad.

Südame kokkutõmme algab tema paremas kojas õõnes-

veenide suubumise kohal; seejärel haarab ta kiiresti mõlemad kojad ja läheb üle vatsakestele, kusjuures need mõlemad tõmbuvad kokku ühel ja samal ajal. Kodade kokkutõmme vältab veidi üle 0,1 sekundi; vatsakesed on sel ajal lõtvunud seisundis. Kodade kokkutõmbe järel algab mõlema vatsakese kokkutõmme, mis vältab umbes 0,3—0,4 sek. Sel ajal jäävad kojad lõtvunud seisundisse. Vatsakeste kokkutõmbele järgneb kogu südame üldine lõtvumine, mida nimetatakse pausiks. Sel ajal täitub süda veenidest voolava verega. Pausi vältus oleneb suurel määral südame kokkutõmmete sagedusest; 60 — 80 kokkutõmbe juures minutis vältab paus umbes 0,4 sekundit.

Südame tegevuse iseseisvus. Skeletilihased tõmbuvad kokku kesknärvisüsteemist tulevate impulsside mõjul. Kehast väljalõigatutena ei suuda nad iseseisvalt kokku tõmbuda. Hoo-



Joon. 55. Südame tegevuse mitmesugused faasid (skeem):
1 — kodade kokkutõmbe algus; 2 — vatsakeste kokkutõmme; 3 — paus.

pis teisiti tegutseb südamelihas: erutuslained võivad temas tekkida iseseisvalt.

Konna süda tõmbub rütmiliselt kokku ka siis, kui ta on kehast eemaldatud ja asetatud klaasi, milles on füsioloogiline lahus[1].

Ka imetaja väljalõigatud süda võib iseseisvalt kokku tõmbuda. Selleks küllastatakse eriliselt valmistatud toitev vedelik, mis asendab verd, hapnikuga; seda vedelikku soojendatakse teatava temperatuurini ja juhitakse läbi südamelihase veresoonte.

Mõnikord õnnestub kokku tõmbuma panna ka organismist eemaldatud inimese südant. Vene õpetlane Kuljabko „elustas" rinnalapse südame isegi 20 tundi pärast lapse surma.

Südame juhtiv osa. Kui kehast eemaldatud konnasüda lõigata mitmeks osaks, siis iga osa võib veel rütmiliselt kokku tõmbuda. Kuid iseseisvate kokkutõmmete sagedus üksteisest kaugemate südameosade juures on erinev. Nii tõmbuvad kojad sagedamini kokku kui vatsake[2].

Loomulikes tingimustes on kõige erutatavamaks ja kõige sagedamaid kokkutõmbeid andvaks südame piirkonnaks koht, kuhu suubuvad õõnesveenid. Seepärast seal algavadki südame kokkutõmbed. Kokkutõmbe-laine, levides kiiresti mööda südant, haarab algul selle kojad ja siis laieneb vatsakestele. Kohta, kus õõnesveenid suubuvad südamesse, nimetatakse südame juhtivaks osaks, sest selle piirkonna kokkutõmbe tempost sõltub kogu südame kokkutõmmete tempo.

[1] Füsioloogiliseks lahuseks nimetatakse keedusoola lahust. Konna ja imetajate vere erineva koostise tõttu on füsioloogilised lahused nende loomade jaoks erinevad: konna jaoks on vaja võtta 0,6% keedusoola, imetajate jaoks aga 0,9%. Sagedasti kasutatakse ka keerukamat, vähesel määral teisi soolasid ja ka viinamarjasuhkrut sisaldavat lahust.

[2] Konnasüda koosneb kahest kojast ja ühest vatsakesest.

Südamelihase töö. Südamelihase töö on väga suur. Inimese südame kumbki vatsake paiskab kokkutõmbe puhul arteeridesse umbes 60—80 sm^3 verd; vasak vatsake täidab ühe kokkutõmbe juures keskmiselt 0,08 — 0,09 kg/m-ga võrduva töö. Parem vatsake, mis tõukab verd ainult läbi kopsude, sooritab väiksema tööhulga; see ei ületa 0,02 kg/m. Võib õigeks pidada, et mõlemad südame vatsakesed sooritavad iga kokkutõmbe juures umbes 0,1 kg/m-ga võrduva töö.

Ühes minutis sooritab süda töö, mis võrdub 6 — 8 kg/m-ga. Ööpäeva jooksul pumpab süda tuhandeid liitreid verd ja sooritab hiigeltöö, mis ületab 10 000 kg/m. Niisuguse töö sooritab kraana, mis tõstab 2-tonnise raskuse 5 m kõrgusele.

Südame väsimatuse põhjus. Süda, mis kaalub ainult 300 g, teeb inimese elu kestel tohutu töö, ilma seda minutikski katkestamata. Kuidas tuleb ta selle mitte-jõukohasena näiva tööga toime? Südamelihase väsimatuse põhjus seisab selle töö rütmilisuses — kokkutõmbumise ja lõtvumise korrapärases vaheldumises.

Ka skeletilihased võivad ilma väsimust avaldamata kaua töötada, kui toimub eri lihasrühmade kokkutõmmete vaheldus. Nimelt nii on lugu käimise, puude saagimise, tööpingi juures töötamise ja teiste töötoimingute juures. Selgeks näiteks väsimatu tegevuse kohta on hingamislihaste töö.

Kui lihase kokkutõmbed toimuvad katkematult, tekib varsti väsimus. Sellega on seletatav, miks me ei suuda kaua väljasirutatult ja liikumatult paigal püsida või hoida väikestki raskust kõrvalesirutatud käel.

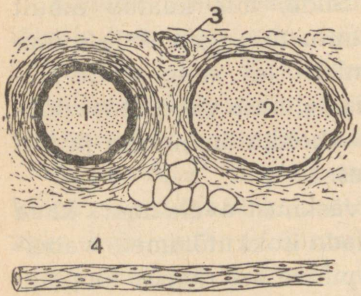
Süda ei katkesta kunagi oma tööd, puhkab aga siiski igas sekundis. Kui eeldada, et süda tõmbub minutis kokku 75 korda, siis kestab iga täielik kokkutõmbeperiood 0,8 sekundit. Sellest ajast langeb kodade kokkutõmbele

0,1 sekundit, vatsakeste kokkutõmbele 0,3 sekundit; paus vältab 0,4 sekundit. Seega vatsakesed puhkavad peaaegu 2 korda rohkem kui töötavad. Kodade puhkus vältab veel kauemini. Igale kokkutõmbele järgnev väike puhkeaeg on küllaldane selleks, et südamelihas võiks uuesti sama jõuga kokku tõmbuda.

§ 20. Vere ja lümfi liikumine soontes.

Veresoonte ehitus. Oma ehituselt on arteerid, kapillaarid ja veenid üksteisest väga erinevad.

Suurte arteeride paksud seinad koosnevad silelihaskoest ja suurest hulgast elastsetest kiududest. Niisugune ehitus annab neile vastupidavuse ja elastsuse.



Joon. 56. Veresoonte ehitus: 1 — suure arteeri ristlõige; 2 — suure veeni ristlõige; 3 — väikese veeni ristlõige; 4 — kapillaar (tugevasti suurendatud).

Iga kokkutõmbe puhul paiskab süda soontesse järjekordse annuse verd, mille survel aort ja teised suured arteerid laiemaks venivad. Oma seinte elastsuse tõttu avaldavad arteerid laiendamisele vastusurvet ja suruvad südamepausi ajal neis oleva liigse vere pikkamööda välja, võttes endise seisundi. Niisuguse arteeride seinte laienemise ja sellele järgneva ahenemise tagajärjel ei katke südame kahe kokkutõmbe vahel verevool suurtest arteeridest vähematesse. Teiste sõnadega, veri liigub soontes pidevalt, hoolimata sellest et südamest väljub ta ainult vatsakeste kokkutõmbe hetkel.

Mida peenem on arteer, seda õhem on ta sein. Keskmise suurusega arteeride seintes on võrdlemisi väike arv elast-

seid kiude ja paks lihasekiht. Peenikestes arteerides on elastsete kiudude arv väga väike ja ka lihasekiht on õhem. Kõige peenemate arteeride sein koosneb ühest lamedate, väljastpoolt ühes reas asetsevate lihaskiududega kaetud rakkude kihist. Lõpuks kaovad lihaskiud hoopis ja arteer muutub kapillaariks, mis koosneb ühest lamedate rakkude kihist, mille kaudu toimub kergesti ainevahetus vere ja koelümfi vahel.

Veenidel on pehmed, kergesti väljavenivad ja niisama kergesti kokkuvajuvad seinad. Need on arteeride omadest õhemad: lihasekiht on neis nõrgalt arenenud ja neis on väga vähe elastseid kiude.

Vererõhk soontes. Tegutsedes pumbataoliselt, surub süda verd aorti ja kopsuarteeri. Selle tulemusena on veri neis suurtes arteerides tugeva rõhu all, mis tõukab teda läbi kogu veresoonestiku.

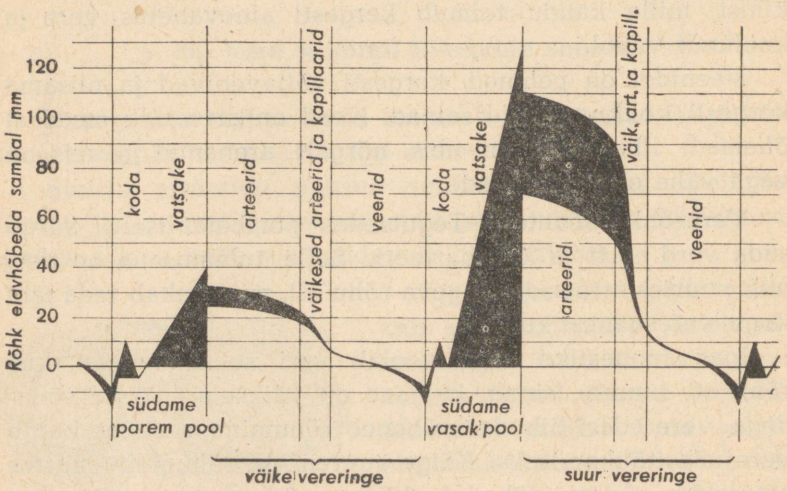
Igas soonestiku osas voolab veri sellest kohast, kus rõhk on suurem, sinna, kus see on väiksem. Teiste sõnadega, vere edasi liikudes väheneb rõhumine, sest see kulub vere edasitõukamiseks. Kõige suurem on rõhumine suurtes arteerides südame lähedal. Kõige väiksem on rõhumine suurtes veenides, mis toovad verd südamesse.

Vererõhk langeb vere edasi liikudes ebaühtlaselt. Kõige kiiremini väheneb see neis soonestiku osades, kus takistus verevoolule on kõige suurem. Aordi lai valendik, mis täiskasvanud inimese juures on 2—3 sm läbimõõdus, laseb verd kergemini läbi kui arvukad väikesed arteerid, mis kannavad verd keha üksikuisse elundeisse; need omakorda takistavad vere liikumist vähem kui kõige peenemad arteerid ja eriti kapillaarid, millede läbimõõt on vaid mõni tuhandik millimeetrit.

Voolates mööda kapillaare, peab veri ületama väga suure takistuse, mis tekib vere hõõrdumisel kitsaste soone-

keste seinte vastu. Suur osa motoorsest jõust, s. o. vererõhust, kulub edasiliikumisele mööda seda lühikest, kuid rasket veresoonestiku piirkonda. Siin langeb vererõhk kõige kiiremini.

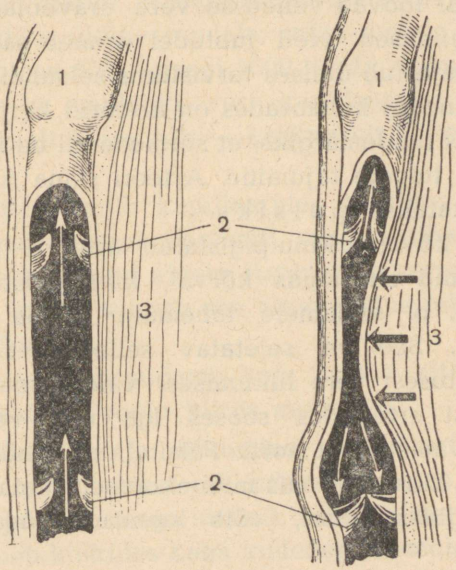
Vere liikumine veenides. Peenikestes veenides vastab vererõhk vaevalt 10 mm elavhõbeda samba rõhule. Südame



Joon. 57. Vererõhu kõrgus vereringe eri osades. Musta joone jämedus näitab rõhu kõikumiste piire seoses südame kokkutõmbe või lõtvumisega. Null-joon võrdub atmosfäärirõhuga. Suurtes veenides (südamekodade juures) langeb rõhk madalamale atmosfäärilisest rõhust; vatsakestes tõuseb rõhk nullilt lõtvumise ajal 40-le (paremas) ja 130-le (vasakus) kokkutõmbe ajal; suure vereringe arteerides — 70—110-le.

lähedal on suurtes veenides rõhk veel väikesem. Järelikult on verel veenides väiksem motoorne jõud; suur osa sellest on juba kulutatud peamiselt kõige peenemate arteeride ja kapillaaride läbimisel. Seepärast on vere liikumine veenides ebasoodsamates tingimustes kui arteerides. Eriti rasked on vere liikumise tingimused alumiste jäsemete veenides, kus see, tõustes ülespoole, peab ületama veel oma raskuse.

Tööliigutused, käimine, võimlemisharjutused ja üldse iga lihaste tegevus kergendab vere liikumist veenides, sest iga lihaste kokkutõmbumine põhjustab ühtedes või teistes venoosse soonestiku osades kokkupigistuse. Seejuures verd



Joon. 58. Lihaste kokkutõmbe mõju vere voolamisele veenides (skeem). Vasakul — lõtvunud lihas; paremal — kokkutõmbunud lihas:

1 — veen, mille alumine osa on avatud; 2 — veeniklapid; 3 — lihas; mustad nooled näitavad kokkutõmbunud lihase rõhumist veenile; valged nooled — vere liikumist veenis.

surutakse ainult südame suunas. Vastupidises suunas veri ei saa liikuda — seda takistavad klapid, mis on sarnased aordi alguses ja kopsuarteerides olevate poolkuuklappidega. Niisuguseid klappe leidub veenides kõikjal.

Me sooritame pidevalt ühtesid või teisi liigutisi. Seejuures ühed või teised lihasrühmad, tõmbudes kokku, rõhu-

vad neist möödaminevaid veene. Niiviisi on lihaste tegevus alaliseks ja väga oluliseks abinõuks, mis kergendab vere liikumist veenides.

Väheliikuv, istuv eluviis, samuti ka liikumata kehahoiak töötamise ajal loovad venoosse vere äravoolamiseks ebasoodsad tingimused. Neil juhtudel areneb sagedasti vere seisak, mis kajastub üldises tervislikus seisundis.

Pulss. Mõnedes kehaosades on arteerid kergesti kombatavad. Õigeks tundemärgiks, et sõrmede all on tõesti arteer, on rütmiliste tuigete tajumine. Arteeri seina rütmilist võppumist nimetatakse p u l s i k s.

Sõrmega kõvasti kinnipigistatud arteeris katkeb vere liikumine, kuid siinsamas kõrval, kinnipigistatud kohast kõrgemal (s. o. südamele lähemal), võime pulssi selgesti tajuda. See on seletatav sellega, et pulsituiked ei sõltu muutusest vere liikumises, vaid järsust vererõhu suurenemisest arteerides seoses iga uue vereannusega, mis saabub vatsakesest aorti. Pulsituiked kanduvad mööda kõiki arteere kiirusega, mis mitmekordselt ületab verevoolu kiiruse. Jälgides pulssi, võib loendada südame kokkutõmmete arvu.

Vere liikumise kiirus. Mägede vahel voolava jõe kitsas sängis liigub vesi väga kiiresti. Kui jõgi jõuab suudme lähedale ja hargneb paljudeks harudeks, laieneb tema säng ja veevool aeglustub tunduvalt. Niiviisi ka vere liikumise kiirus vereringe-süsteemis oleneb voolutee laiusest.

Südamest aorti suubunud, voolab veri kiirusega 0,5 meetrit sekundis. Kuidas aga muutub verevoolu kiirus ülemineku puhul peenematesse arteeridesse ja kapillaaridesse? Aordi ristlõike pindala on umbes 300 mm^2, kapillaari ristlõike pindala aga mõned ruutmillimeetri miljondikud. Näib, nagu peaks verevoolu tee pikkamööda kitsenema ja verevool kiirenema. Kuid tegelikult vere liikumine pikkamööda aeg-

lustub. See oleneb sellest, et verevoolu tee, hargnedes ikka suuremaks harude hulgaks, tugevasti laieneb. Iga hargnemise puhul muutuvad harud kitsamaks, kuid nende arv tõuseb järsult.

On välja arvutatud, et kapillaarse tee laius (s. o. kapillaaride valendike üldine pindala, mida mööda veri samaaegselt voolab) on 500 ja isegi 1000 korda laiem aordi laiusest. Sellepärast voolabki veri kapillaarides 500 — 1000 korda aeglasemalt kui aordis — keskmiselt vähem kui 1 mm sekundis.

Nagu teada, toimub kapillaarides hapniku ja toitvate ainete üleminek verest koelümfi ning süsihappegaasi ja teiste kudedes tekkinud ainete sisseminek verre. Vere aeglasema voolu juures toimub see ainevahetus märksa kergemini ja täielikumalt.

Teel kapillaaridest südame koja juurde kitseneb verevoolu tee uuesti ja voolu kiirus suureneb.

Lümfi tekkimine ja liikumine. Kapillaaride õhukese seina kaudu imbub verest rakkudevahelistesse ruumidesse pidevalt vett ja ühes veega enamik veres lahustunud aineid. Sel teel kujuneb kõikides keha kudedes koemahl ehk k o e l ü m f. Üleliigne lümf tungib tagasi verre või erisoontesse, mida nimetatakse l ü m f i s o o n t e k s. Need algavad harilikult umbsete kotikestena ja moodustavad tiheda võrgu. Alg-lümfisooned moodustavad üksteisega ühinedes kord-korralt suuremaid sooni. Lõpuks suubub lümf kahe lümfijuha kaudu suure vereringe suurtesse veenidesse südame läheduses.

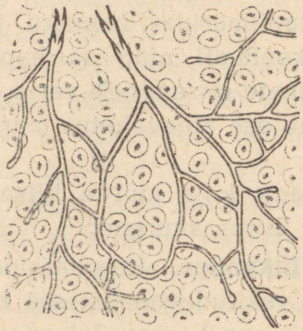
Lümf voolab väga aeglaselt. Lümfi kogus, mis kahe lümfijuha kaudu voolab verre, ületab vaevalt 10—20 l ööpäevas.

Lümfi voolamise tingimused soontes sarnanevad verevoolu tingimustega veenides. Lümfisoontes on samasugused

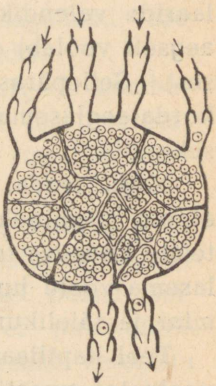
klapid kui veenides. Lümfi edasiliikumist, nii nagu ka venoosse vere edasiliikumist soodustavad lihaste kokkutõmbed.

Lümfinäärmed. Lümfi vooluteel moodustavad lümfisooned laiendeid, mida nimetatakse lümfisõlmedeks ehk -näärmeteks. Need koosnevad õrnast sidekoest.

Sidekoe kiudude vahed on täidetud suure arvu liikuvate rakkudega — valgete verelibledega, mis tekivad lümfinäärmete sidekoest ja võivad paljuneda pooldumise teel.



Joon. 59. Lümfisoonte algus kudedes (skeem).



Joon. 60. Lümfisõlm. Nooled näitavad lümfi liikumise suunda soontes, milledest ühed suubuvad lümfisõlme ja teised väljuvad sealt.

Lümfinäärmed etendavad kindlate filtrite osa: neis jäävad kergesti kinni ja hävivad pisikud, kes verre sattudes võiksid esile kutsuda organismi hävitava üldise nakkuse. Siin peetakse kinni ja tehakse kahjutuks ka mitmesugused mürgised ained.

§ 21. Vereringe regulatsioon.

Südame tegevus ja organismi tarvidused. Mida rohkem meie keha ühed või teised elundid töötavad, seda suurem on nende hapniku- ja toitainete vajadus ning järelikult ka seda suurem verekogus peab nendesse sattuma.

Organismi tarvidustega täpses vastavuses muutuvad ka südame kokkutõmmete tugevus ja sagedus.

Lihtne üleminek lamavast seisundist istuvasse või istuvast seisvasse kutsub kohe esile muutused südame tegevuses. Iseennast vaadeldes võime kergesti veenduda, et kehaline töö, pealelõunane seedimine, ärritatud olek, uni — kõik see kajastub südame tegevusel.

Kuidas siis teostub püsiv ja organismile väga tähtis seos südame ja organismi teiste elundite töö vahel?

Südame innervatsioon. Keha eri elundite tegevust kooskõlastab närvisüsteem. Südamel, nagu teistelgi siseelunditel on kahesugune innervatsioon, teiste sõnadega, südamele lähenevad kahesugused närvid: peaajust uitnärvid, seljaajust sümpaatilised närvid.

Nende närvide tähtsust on kerge kindlaks teha katsete abil loomadega. Kui koeral või küülikul uitnärvid läbi lõigata, muutuvad südame kokkutõmbed sagedamaks. Kui uitnärve ärritada elektrivooluga, muutuvad südame kokkutõmbed, vastupidi, aeglasemaks ja nõrgemaks, tugeva ärrituse puhul aga katkevad hoopis — süda jääb seisma. See katse näitab, et uitnärv pidurdab südame tegevust, aeglustab ja nõrgendab tema kokkutõmbeid.

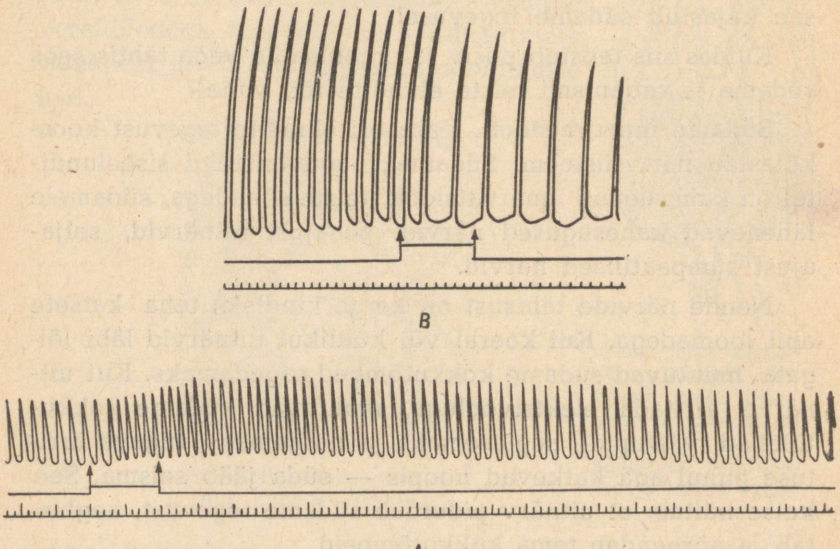
Sümpaatiliste närvide läbilõikamisel jäävad südame kokkutõmbed aeglasemaks, nende ärritamisel aga sagenevad. Järelikult sümpaatiline närv kiirendab ja tugevdab südame kokkutõmbeid.

Seega uit- ja sümpaatilised närvid avaldavad südamele vastupidist mõju.

Vere jaotumine elundite vahel. Inimese organismis juhtub harva, et rasket tööd teevad samaaegselt kõik kehaosad. Pingeliselt töötavad kord seedeelundid, kord skeletilihased, ning neistki enamasti mitte kõik korraga.

Arvukad katsed loomadega, samuti ka inimesega on näidanud, et töötavate elundite veresooned laienevad, mittetöötavail või nõrgalt töötavail aga kitsenevad.

Lõtvunud lihases on enamik kapillaare kokkulangenud seisundis, nii et veri ei pääse neist läbi. Lihase kokku-



Joon. 61. Küüliku südame kokkutõmmete registreerimine kümograafil närvide ärrituse puhul. A — sümpaatilise närvi ärrituse puhul tekkinud kõver. B — uitnärvi ärrituse puhul tekkinud kõver. Alumisel joonel on märgitud aeg; selle peal on märgitud närvi ärrituse aeg (ärrituse algus ja lõpp on märgitud nooltega).

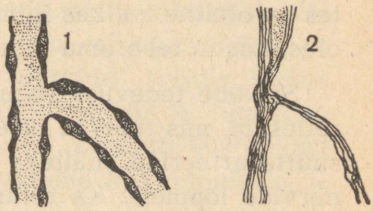
tõmbumisel laieneb suurem osa kapillaare. Laienevate kapillaaride arv ja nende laienemise määr olenevad lihase poolt täidetavast tööst. Seoses lihase intensiivse tööga võib verevool suureneda mitmekümnekordselt.

Pärast toitvat lõunasööki suureneb märksa kõhu siseelundite täitumine verega.

Matemaatilise ülesande lahendamisel toimub peaajus veresoonte laienemine ja peaaju rikkalik varustumine verega.

Veresoonte laienemine ühtedes kehaosades kutsub esile nende kitsenemise teistes piirkondades. Seepärast saavadki peaaju ja lihased pärast rikkalikku sööki vähem verd ja inimene soovib lamada ega taha tegelda kehalise või vaimse tööga.

Veresoonte innervatsioon. Kui valge küüliku kaela vasakul poolel läbi lõigata sümpaatiline närv, siis saab selgesti nähtavaks, kuidas tema parem ja vasak kõrv varustuvad verega erinevalt. Vasakus kõrvas on näha märksa rohkem veresooni kui paremas. Kui aga vasaku kõrva juurde viivat sümpaatilist närvi ärritada elektrivooluga, siis hakkavad juba mõne sekundi pärast selle kõrva veresooned kitsenema. Tugevama ärrituse puhul muutub kõrv hoopis kahvatuks.



Joon. 62. Kapillaarid laienenud (1) ja ahenenud (2) seisundis.

See katse näitab, et veresoonte kitsenemine toimub sümpaatiliste närvide mõjul, mille harukesed küünivad veresoonte seinte lihasteni.

Närvisüsteemi mõjul toimub ka veresoonte laienemine.

Närvisüsteemi mõju südame ja veresoonte tegevusele. Südame tegevus ja veresoonte täitumine verega võivad muutuda vastusena mitmesuguste tunde- (tsentripetaalsete) närvide ärritusele. Külma mõju nahale kutsub esile naha veresoonte reflektoorse kitsenemise (naha kahvatumine), sooja mõju aga nende laienemise (naha punetus). Kui me satume järsku külma vette, siis võib see esile kutsuda „südame seismajäämise", s. o. lühiajalise südametuigete pea-

tuse. Südame seismajäämine ja naha veresoonte kitsenemine võivad esineda ka vastusena ootamatule valjule helile. Niisuguseid närvisüsteemi osavõtul toimuvaid vastuseid nimetatakse, nagu juba teame, refleksideks.

Suurt mõju südamele ja veresoontele avaldab inimese hingeline seisund. Näiteks hirmu ja ärevuse puhul südametuiked tugevnevad, nägu kahvatub või, vastupidi, hakkab punetama. Veel enam, südame ja veresoonestiku töö suhtes on oluline ka, kas inimene on erksas või rõhutud meeleolus, kas ta teeb oma tööd meelsasti või vastu tahtmist.

Südame tegevuse regulatsioonis etendavad tähtsat osa refleksid, mis tulevad otse veresoontelt. Südame ja mõnede suurte arteeride, näiteks aordi seintes on tsentripetaalsete närvide lõpmeid. Ka rõhumine aordis muutub ebatavaliselt suureks ja selle seinad tunduvalt välja venivad, erutuvad aordi tsentripetaalsed närvid. Erutus jõuab läbi kesknärvisüsteemi ja uitnärvide kaudu südameni, mis hakkab kokku tõmbuma harvemini ja nõrgemini; vererõhk langeb normaalse tasemeni.

Sagedasti juhtub, et vere juurdevool paremale südamepoolele järsku suureneb ja süda ei jõua verd kopsuarteeri välja paisata. Sel korral hakkavad õõnesveenid ja parem koda laienema, ärritades sellega siinolevaid tsentripetaalsete närvide lõpmeid. Erutus tungib ajuni, kus kutsub esile sümpaatiliste närvide erutuse ja uitnärvide pärssimise. Tulemusena hakkab süda sagedamini ja hoogsamalt kokku tõmbuma, nüüd juba järjest juurdevoolava vere väljasurumisega täiesti toime tulles.

Esitatud näited tõendavad, et vereringe-süsteem reguleerib end teatava määrani ise, mille tõttu liiga järsud muutused südame ja soonte tegevuses osutuvad peaaegu võimatuks.

Keemiline regulatsioon. Südame tegevusele ja vere jaotusele eri elundite vahel avaldavad mõju ka mitmesugused ühtede või teiste elundite poolt verre eritatavad ained. Seda reguleerimisviisi nimetatakse *keemiliseks* ehk *humoraalseks*[1], s. o. vere kaudu toimuvaks *regulatsiooniks*.

Mitmesuguste südamele ja soonte süsteemile mõjuvate ainete seas on erilise tähtsusega *adrenaliin* ja *atsetüülkoliin*. Neid mõlemaid tekib alati suuremal või vähemal hulgal organismis. Adrenaliin mõjutab südant ja sooni samuti nagu sümpaatiliste närvide ärritus: tema sisseviimine verre ahendab sooni, kiirendab ja tugevdab südame kokkutõmbeid. Atsetüülkoliin avaldab vastupidist mõju: ta aeglustab ja nõrgendab südame kokkutõmbeid ja laiendab veresooni.

Närvi- ja humoraalne regulatsioon võimaldavad südame jõudude säästlikku kulutamist. Õige verejaotus töötavate ja mittetöötavate elundite vahel kaitseb südant ülemäärase töö eest ja organism saab rahulduda vaid 4—5 kg verega.

Ülesanded.

1. Seletada, miks on pärast tugevat lõunat kahjulik teha võimlemisharjutusi või supelda.

2. Lugeda endal pulssi hommikul voodis lamades. Missugune verehulk voolab läbi südame vasaku poole ühe minuti jooksul, kui iga kokkutõmbega paiskab süda aorti 60 sm^3 verd? Teha analoogiline arvutus, lugedes pulssi kohe pärast kiiret jooksu või rasket kehalist tööd; seejuures südame iga kokkutõmbega aorti sattuva vere hulka tuleb lugeda võrdseks 90 sm^3.

[1] Ladina sõnast *humor*, mis tähendab niiskust.

§ 22. Südame treenimine.

Nõrk ja tugev süda. Kui me tõuseme treppi mööda üles, kiiresti jookseme või teeme rasket kehalist tööd, siis on südamel suur töökoorem.

Süda võib suurendada oma tegevust kahel viisil: 1) kokkutõmmete sagendamisega või 2) iga kokkutõmbe juures väljapaisatava verekoguse suurendamisega. Nende mõlema viisi samaaegse esinemise korral võib süda väljapaisatava vere kogust suurendada kuni 5 või veel rohkem korda. Harilikult aga sünnib vereringe hoogustumine peaasjalikult kas rütmi sagenemise või iga südame kokkutõmbe juures aorti paisatava verekoguse suurenemise teel.

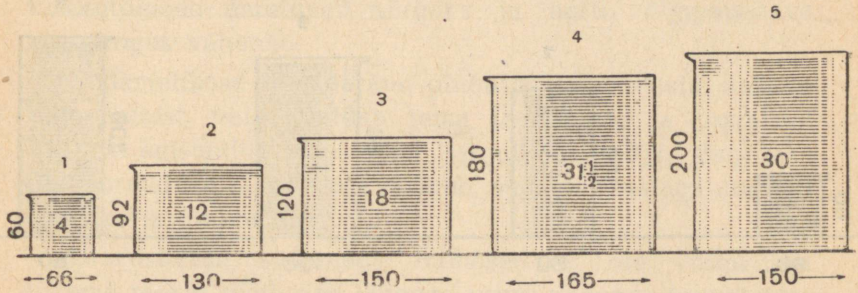
Treenitud, kehalise tööga harjunud, võimlemist või sporti harrastava inimese süda hoogustab oma tegevust peaasjalikult iga kokkutõmbe puhul südamest väljapaisatava verekoguse suurendamisega. Ainult väga suure koormatuse puhul hakkab südame kokkutõmmete sagedus järsult tõusma.

Treenimata, väheliikuva eluviisiga ja kehalise tööga harjumata inimese süda võib väga vähesel määral kokkutõmmete mahtu muuta ja suurendab oma tööd peaaegu eranditult kokkutõmmete sagendamise teel. See lühendab järsult südame kogu töö tsüklit (kokkutõmbe- ja pausiperioodi). Näiteks 160 — 180 kokkutõmbe puhul minutis kulub iga tsükli peale vähem kui 0,4 sekundit. Niisuguse tempo korral vältab vatsakeste kokkutõmme nii lühikest aega, et need ei suuda arendada kokkutõmbe täit jõudu ja läbi pumbata kõike neis olevat verd. Peale selle paus, mille kestel süda puhkab ja täitub verega, puudub peaaegu üldse. Selle tõttu nõrgeneb südamelihase tegevus ja väheneb südame täitumine veenidest juurdevoolava verega.

Südame varujõud. Südame varujõud seisavad ta võimes suurendada oma tööd, s. o. suurendada läbipumbatava vere kogust.

Joonis 63 selgitab treenitud inimese südame varujõudu.

Sel määral, kuivõrd südamele esitatakse järjest suurenevaid nõudeid, suurendab süda igas minutis väljapaisatava vere kogust. Treenitud inimese juures saavutatakse see algul



Joon. 63. Treenitud inimese südame töö:

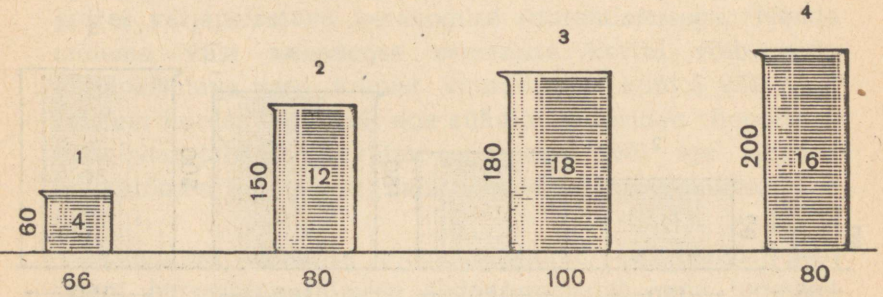
1 — lamamisel; 2 — kiirel käimisel; 3 — mittekiirel jooksul; 4 ja 5 — jooksukiiruse edasisel suurendamisel. Klaaside laius vastab verehulgale, mille paiskab süda aorti igal kokkutõmbel; klaaside kõrgus vastab kokkutõmmete arvule minutis; arv igal klaasil vastab vere hulgale liitrites, mida aort saab ühe minuti jooksul.

peaasjalikult iga kokkutõmbe mahu arvel. Ainult väga suure töö puhul hakkab kokkutõmmete arv järsku tõusma, ulatudes minutis 160—180-ni. Edasise töökoormuse suurendamisega süda ei tule ilmselt toime: kokkutõmbed sagenevad veelgi, kuid nende maht väheneb ja üldine väljapaisatava vere kogus langeb 31,5 liitrilt 30 liitrile minutis. Süda ei suuda täita organismi nõudeid ja töö muutub inimesele ülejõu käivaks.

Nõrga, treenimata inimese südamel on väga väikesed varujõud. Nagu näitab joonis 64, võib see suurendada ühes minutis väljapaisatava vere kogust vaid 4,5-kordselt (4-st 18 liitrini). Seejuures tõuseb pulss kuni 180 löögini minutis,

kokkutõmmete maht aga suureneb väga vähe (66-lt 100 sm^3-ni). Edasine nõuete suurendamine südame suhtes mitte üksi ei suurenda, vaid isegi vähendab selle tööd.

Südame treenimine. Iga inimene peab hoolitsema oma südame tugevdamise ja selle varujõudude suurendamise eest, et süda tuleks toime selle raske ja kestva koormusega, mis elu talle sagedasti esitab.



Joon. 64. Mittetreenitud inimese südame töö. Tähendused on samad mis joonisel 63.

Kopsupõletiku ja teiste raskete haiguste puhul põhjustab surma kõige sagedamini südame ebaküllaldane tegevus; süda osutub liiga nõrgaks ega suuda rahuldada organismi haigusega seotud kõrgendatud nõudeid.

Et omada tugevat, tervet südant, on tarvis teda treenida, on tarvis harjutada südamelihast. Selleks on vaja südamele sagedamini esitada kõrgendatud nõudeid, sundida teda täitma suuremat tööd. Teiste sõnadega, on tarvis elada liikuvat elu, puhketundidel rohkem jalutada ja tegelda vabaõhu-mängude ning spordiga. Südame ja organismi tugevdamisel on erilise tähtsusega igahommikune virgutusvõimlemine.

Südamelihase tugevdamisele aitab kaasa töö. Ent mitmed tööliigid, eriti istudes sooritatav töö, ei treeni südant.

Niisugustel juhtudel on eriti tähtis hoolitseda südamelihase harjutamise eest võimlemise ja spordi abil.

Südame treenimise viis peab vastama inimese eale ja tervislikule seisundile. Seepärast tuleb enne treeningule asumist küsida nõu arstilt.

Südame üleväsitus. Kui südamele langeb osaks ülemäärane, mittejõukohane töö, siis väsib ta kiiresti, tema kokkutõmbed muutuvad nõrgaks ja aorti väljapaisatava vere kogus väheneb.

Südamelihase ülemäärane pingutus ei soodusta südame tugevnemist, vaid avaldab tema tegevusele ja organismi üldisele seisundile isegi väga kahjulikku mõju. Sagedase ülekoormatuse puhul süda laieneb, südamelihas aga muutub lõdvaks ja jõuetuks.

Üleväsitatud südamega inimesed ei ole võimelised tegema rasket tööd; nad lähevad suure vaevaga trepist üles ja, mis eriti tähtis, suudavad raskeile haigustele halvasti vastu panna. Niisuguseid inimesi võib tabada järsk südametegevuse nõrgenemine või surm selle tegevuse lakkamise (halvatuse) ehk, nagu vahel räägitakse, „südamerabanduse" tagajärjel.

Südametegevuse nõrgenemist põhjustavad tegurid. Südametegevuse nõrgenemist võivad soodustada ülejõu käiv kehaline töö, liialdatud sportimine ja niisugune kestev vaimne töö, mis on seotud uneta öödega.

Väga sageli on korrapärase südametegevuse häired seotud tubaka suitsetamisega.

Alkoholi alatine tarvitamine kutsub sageli esile südamelihase ümberkujunemise, mispuhul lihaskude aegamööda asendub rasvkoega. Rasva kogunemine nõrgendab südamelihast ja võib südametegevuse puudulikuks muuta.

Küsimused kordamiseks.

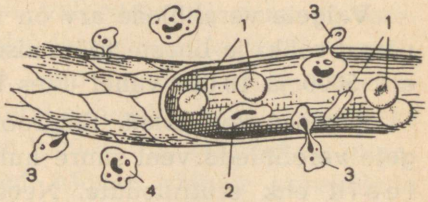
1. Mida nimetatakse organismi sisekeskkonnaks ja mis tähtsus tal on?
2. Mis tähtsus on vere ringlemisel?
3. Missuguseid veresooni nimetatakse arteerideks, veenideks ja kapillaarideks?
4. Mille poolest erineb arteriaalne veri venoossest verest?
5. Missugustes arteerides voolab venoosne veri ja missugustes veenides arteriaalne veri?
6. Missugune ehitus on südamel? Miks liigub veri südame sees ühes suunas?
7. Mis on südame kokkutõmmete rütm?
8. Miks süda töötab väsimatult?
9. Kuidas muutub vererõhk vereringe-süsteemi eri osades?
10. Mis on pulss?
11. Miks ja kuidas muutub vere liikumise kiirus veresoonte eri osades?
12. Missugune tähtsus on aeglasel verevoolul kapillaarides?
13. Kuidas mõjub lihaste tegevus vereringele?
14. Kuidas reguleeritakse südame tegevust?
15. Mistõttu võib muutuda meie keha elundite täitumine verega?
16. Kuidas muutub treenitud ja treenimata inimese südame tegevus organismi erineva töö juures?
17. Mis võib kutsuda esile südame üleväsitust?

§ 23. Vere koostis.

Vere settimine. Veri kujutab endast läbipaistvat, peaaegu värvitut vedelikku, milles ujub väga suur hulk peenimaid, ainult mikroskoobis nähtavaid vereliblesid. Kui verele juurde lisada mõningaid selle hüübimist ja tompudesse tardumist takistavaid aineid, siis võib vereliblesid vere vedelast osast eraldada. Pärast niisuguse mittehüübiva

vere settimist võib täiesti selgesti eristada kaht kihti. Alumine kiht koosneb verelibledest; ta on läbipaistmatu, tumepunast värvust ja kaetud väga õhukese valkja kilega; ülemise kihi moodustab täiesti läbipaistev, veidi kollakas vedelik.

Vereleem. Vere vedelat osa nimetatakse v e r e l e e m e k s (plasmaks). Üle 90 % vereleemest moodustab vesi. Kloornaatrium (keedusool), süsihapu naatrium ja mõned teised anorgaanilised soolad moodustavad umbes 1 %. Ülejäänud osa langeb valkudele (umbes 7 %), viinamarjasuhkrule (0,1—0,2 %) ja vähesele hulgale teistele ainetele, mis on vajalikud keha rakkudele või mis on viimaste tegevuse produktideks. Vereleem sisaldab ka gaase, peaasjalikult hapnikku ja süsihappegaasi.



Joon. 65. Valgete vereliblede väljumine veresoontest rakkudevahelistesse ruumidesse.

Veresoon on osaliselt avatud. Sees on näha 1 — punaseid ja 2 — valgeid vereliblesid; 3 — valged verelibled sooneseina läbimise momendil; 4 — väljaspool veresoont rändavad valged verelibled.

Valged verelibled. Õhukene, valkjas, tumepunast veresetet kattev kile koosneb v a l g e t e s t v e r e l i b l e d e s t ehk leukotsüütidest. Neid leidub nii selgrooliste kui ka selgrootute veres. Selgrooliste veres leidub mitut liiki, omaduste poolest üksteisest erinevaid valgeid vereliblesid.

Valge verelible kujutab endast amööbiga sarnanevat rakku. Ta võib nagu amööbki muuta oma kuju ja edasi liikuda. Veresoontes võivad valged verelibled soone seina mööda edasi liikuda isegi vastu vere voolu. Veel enam, pugedes läbi peenimate soonte seinte, tungivad nad rakkude- ja kudedevahelistesse ruumidesse ning rändavad keha kudedes või ilmuvad limaskestade pinnale.

Limaskestade pinnale ilmunud valged verelibled harilikult hukkuvad. Väga suurel arvul hukkub neid mädapõletikkude (näit. mädapaise) ja hingamisteede põletiku puhul. Mäda koosneb peaaegu tervenisti hukkunud valgetest verelibledest.

Valgete vereliblede arv on väga ebapüsiv: see suureneb pärast sööki ja lihaste töötamise ajal. Üldiselt kõigub nende arv 5000 ja 10 000 vahel ühes kuupmillimeetris.

Punased verelibled. Selgrooliste veri sisaldab peale valgete vereliblede veel suure hulga punaseid vereliblesid ehk erütrotsüüte. Need annavadki verele punase värvuse.

Inimese punastel verelibledel on kaksiknõgusa ketta kuju. Erinevalt leukotsüütidest ei või nad iseseisvalt edasi liikuda ega muuta oma kuju.

Kalade ja kahepaiksete punastel verelibledel on suur tuum, mis võtab enda alla tunduva osa vereliblest. Roomajatel ja lindudel on need tuumad võrdlemisi väikesed. Imetajate ja inimese punased verelibled ei sisalda üldse tuuma. Kuid inimese ja imetajate loodete punastel verelibledel on mõne aja kestel siiski tuum. See näitab, et loomariigi ajaloolise arenemise protsessis kaotasid punased verelibled pikkamööda tuuma: algul tuumad vähenesid mõõdetelt ja siis kadusid hoopis.

Tuum on iga raku vajalik koostusosa. Ei ole midagi imestamisväärset, et punased verelibled, need ainukesed tuumadeta rakud organismis, on äärmiselt lühiealised. Nad elavad vaid mõne nädala ja siis hävivad.

Ühes kuupmillimeetris inimese veres on 4,5—5 miljonit punast vereliblet. Ühe valge verelible kohta tuleb seega 500—1000 punast vereliblet.

Vereliistakud. Kui punaseid vereliblesid võib nimetada tuumadeta rakkudeks, siis vereliistakud kujutavad endast

vaid protoplasma osakesi. Nad on märksa pisemad valgetest ja punastest verelibledest. Ühes kuupmillimeetris veres on neid 300—500 tuhat.

Vere väljavoolamisel soonest kleepuvad vereliistakud üksteise külge, moodustades väikesi tombukesi.

Vereliblede tekkimine. Nii valged kui ka punased verelibled hukkuvad, hävivad. Nende asemele tekivad organismis pidevalt uued verelibled. Neid elundeid, milles verelibled tekivad, nimetatakse vereloome-elundeiks. Peamiseks vere loomekohaks on punane luuüdi. Siin tekivad nii punased kui ka valged verelibled. Mõned valgete vereliblede liigid tekivad põrnas ja lümfinäärmeis.

Ülesanne.

Joonestada inimese vere pilt mikroskoobi all.

§ 24. Punased verelibled ja nende funktsioon.

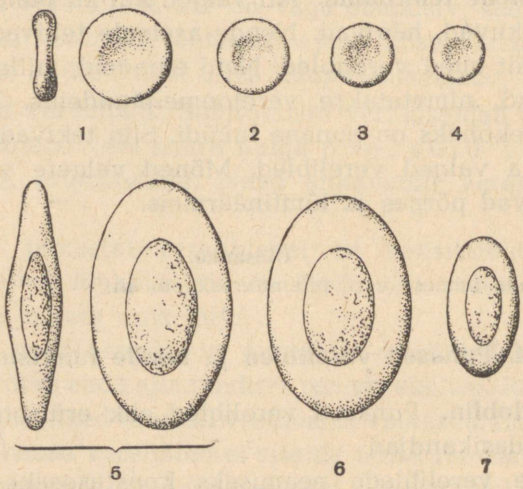
Hemoglobiin. Punased verelibled ehk erütrotsüüdid on hapniku edasikandjad.

Punaste vereliblede peamiseks koostusosaks on väga keerukas aine — hemoglobiin. See kujutab endast valgu ühendit erilise värvainega, mis sisaldab rauda. Hemoglobiinil on omadus kergesti ühineda hapnikuga ja niisama kergesti sellest vabaneda. Kui veri, voolates läbi kopsude, rikastub hapnikust, siis peaaegu kogu see hapnik ühineb vere punaste liblede hemoglobiiniga. Kui aga veri satub elundeisse, kus rakud on hapniku juba ära tarvitanud, annab hemoglobiin seda rakkudele.

Punaste vereliblede suurus ja kuju. Hapniku neelamine toimub punaste vereliblede pinna kaudu. Mida suurem on pindala, seda täielikumalt ja kiiremini küllastub punaste vereliblede hemoglobiin hapnikuga. Pinna suurus sõltub liblede suurusest ja kujust. Selles pole raske veenduda, kui

jälgida, kuidas suureneb pind munakivi purustamisel. Tervel munakivil on väiksem pind kui tükkidel. Mida peenemad on tükid, seda suurem on nende üldine pindala.

Joonis 66 kujutab mitmesuguste loomade ja inimese punaseid vereliblesid. Imetajatel on punased verelibled märksa



Joon. 66. Inimese ja mitmesuguste loomade punased verelibled.

Ülemine rida — tuumata verelibled; alumine rida — tuumaga verelibled; 1 — elevant; 2 — inimene; 3 — hobune, lehm; 4 — kits, siga; 5 — kala (raikala); 6 — konn; 7 — tuvi.

väiksemad kui lindudel, kaladel ja kahepaiksetel. Inimese ja imetajate väikestel punastel verelibledel on kokku suurem pindala kui teiste loomade suurematel punastel verelibledel, võetud samas mahus. Peale selle iga hemoglobiini osake väikestes libledes asetseb pinnale lähemal ja võib hapnikuga kergemini ühineda.

Inimese punaste vereliblede kuju (kaksiknõgus ketas) suurendab nende pindala veel enam.

Seega nii inimese punaste vereliblede suurus kui ka kuju tagavad hemoglobiini täielikumat ja kiiremat rikastumist hapnikust.

Tuuma puudumise tähtsus. Tuuma puudumise tõttu on inimese ja kõigi imetajate punased verelibled lühiealised ja luuüdis peavad iga päev tekkima miljardid uued libled. Tuuma puudumise tõttu on aga verelibled rikkamad hemoglobiini poolest ja seepärast küllastuvad veel täielikumalt hapnikuga. Inimese jaoks, kelle hapnikuvajadus on väga suur, on sel eelisel suur tähtsus.

Kehvveresus. Pärast haigust, puuduliku toitumise, samuti verekaotuse tagajärjel võib punaste vereliblede hulk tunduvalt väheneda. Mõnikord jääb küll punaste liblede hulk normaalseks, kuid hemoglobiini sisaldus igas libles langeb. Nii ühel kui ka teisel juhul väheneb vere võime küllastuda hapnikuga. Selle tulemusena ei saa organism küllaldaselt hapnikku ja hapendumisprotsessid aeglustuvad. Selle tagajärjel tekib üldine nõrkus ja loidus, isu väheneb, inimene väsib kiiresti. Säärast seisukorda nimetatakse k e h v v e r e s u s e k s.

Ülesanne.

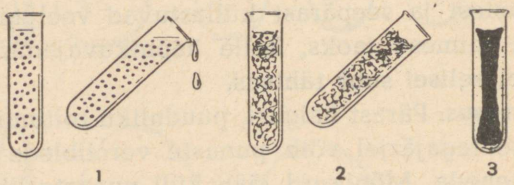
Miks kõrgel mägedes elunevatel inimestel täheldatakse suuremat hulka punaseid vereliblesid (mõnikord kuni 8 milj. vere ühes kuupmillimeetris)? Missuguste õhu koostise iseärasustega on see seotud ja mis tähtsus on sel organismile?

§ 25. Vere hüübimine.

Vere hüübimise vaatlemine. Võtame veresoonest väljalastud verd ja valame selle katseklaasi. Veri hakkab kiiresti paksenema. Mõne minuti pärast on kogu veri hüübinud, muutunud paksuks, tarretisetaoliseks tombuks ja seda on võimatu katseklaasist välja valada. Jätkates selle tombu vaatlemist mõne tunni jooksul, võib tähele panna, et see

hakkab kortsuma, eraldub katseklaasi seintest ja selle ümber tekib kollaka värvusega vedelik.

Kui vere hüübimise protsessi jälgida mikroskoobis, siis võib näha, kuidas vereleemes tekivad üksteise järel väga peened niidikesed. Need põimuvad, moodustades pikkamööda tiheda võrgu, mille silmustes takerduvad verelibled.



Joon. 67. Veretombu tekkimine:

1 — värskelt väljalastud veri katsutis; 2 — hüübinud veri; 3 — tombu kortsumine.

Fibriin. Veri hüübib sellepärast, et vereleemes leidub teiste valkude seas väike kogus fibrinogeeni, mis läheb kergesti üle lahustumatusse olekusse ja eraldub lahusest peenimate niidikeste kujul, mis moodustavad tombu. Seda lahustamatut valguliiki nimetatakse fibriiniks.

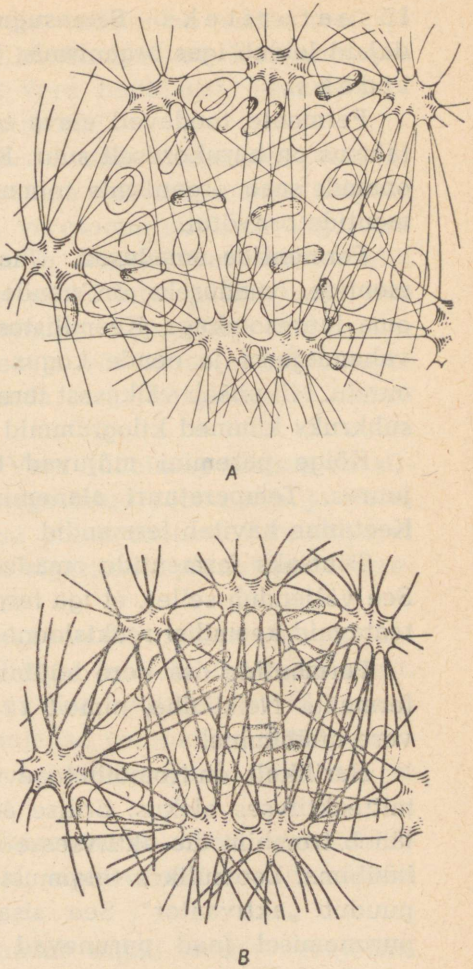
Fibriini võib kergesti saada, kui pirruga segada soonest äsja väljalastud verd: pirrule koguneb fibriini kiuliste niitide mass.

Vereseerum. Pärast fibriini kõrvaldamist verest ei ole veri enam võimeline hüübima. Kui niisugust verd jätta katseklaasi, siis verelibled setivad järk-järgult ja nende kohale jääb läbipaistev kollakas vedelik, mida nimetatakse vereseerumiks ehk verevadakuks, mis erineb vereleemest ainult selle poolest, et temast on kõrvaldatud fibriin. Vereseerumit võib saada ka vere hariliku hüübimise puhul: see on sama vedelik, mis eraldub tombukesest selle kortsumisel.

Fermendid. Et orienteeruda keerukas vere hüübimise protsessis, on vaja tutvuda organismi ühe tähelepanuväärivа omadusega.

Igas keha elundis ja koes toimuvad mitmesugused ja sageli väga keerukad keemilised muundused. Kui me neid reaktsioone sooritame laboratooriumis, siis nõuab nende enamik niisuguseid tingimusi, mida organismis kunagi ei ole. Nii näiteks me võime muundada loomset tärklist viinamarjasuhkruks, mõjutades seda kange happe ja kõrge temperatuuriga. Organismis aga toimub sama reaktsioon hariliku kehasoojuse juures väga kiiresti ja ilma ühegi kange happe või teiste tugeva toimega ainete osavõtuta.

On aineid, mille juuresolekul mõned keemilised reaktsioonid võivad tugevneda ja kiireneda. Neid aineid nimetatakse kiirendajateks ehk k a t a-



Joon. 68—69. Vere hüübimine.

A — hüübimise algus; on näha üksteisega kokkuliitunud vereliistakute kamakaid, kust väljuvad fibriiniidikesed; nende vahel on verelibled; B — tombu kortsumine; fibriiniidikeste paksenemine ja lühenemine.

lüsaatoriteks. Samasuguseid reaktsioonide kiirendajaid leidub igas organismis. Neid nimetatakse fermentideks.

Fermente toodavad elava organismi rakud. Nende osatähtsus on harukordselt suur. Keemiliste protsesside valdav enamik saab organismis toimuda ainult mitmesuguste fermentide osavõtul.

Fermentide omadused. Üheks tähelepanuväärivaks fermentide omaduseks on nende võime mõjuda juba ainult oma juuresolekuga. Keemilistes protsessides on nad otsekui vahendajaiks ja nende kogus reaktsiooni ajal peaaegu ei muutu. Nii piisab väikesest fermendi kogusest, et muundada suhkruks kümned kilogrammid loomset tärklist.

Kõige paremini mõjuvad fermendid kehatemperatuuri juures. Temperatuuri alanemisel nende toime nõrgeneb. Keetmine hävitab fermendid.

Tähtsaks fermentide omaduseks on nende spetsiifilisus. See väljendub selles, et iga ferment võib esile kutsuda vaid teatavaid keemilisi reaktsioone.

Fermentide osa vere hüübimisel. Veres leidub mitu eri fermenti. Neist ühe, nimelt trombiini osavõtul toimub vere hüübimine.

Harilikult on trombiin tegevusetus ehk, nagu räägitakse, mitteaktiivses olekus. Erilise aine, „aktivaatori" mõjutusel läheb trombiin üle aktiivsesse olekusse ja siis hakkab veri hüübima. Loomulikes tingimustes veri ei hüübi, sest temas puudub „aktivaator". See sisaldub vereliistakuis. Nende purunemisel (nad purunevad alati vere väljavoolamisel soontest) ilmub verre „aktivaator" ja trombiin muutub aktiivseks ning kutsub esile lahustuva fibrinogeeni muundumise lahustumatuks fibriiniks.

Tarvilikeks osalisteks vere hüübimisel on alati veres leiduvad lubisoolad. Mõne keemilise aine (näit. oblikahapu

naatriumi) lisandamisel verele lubisoolad sadestuvad ja selle tulemusena kaotab veri hüübimisvõime. Kui tahetakse vältida soontest väljalastud vere hüübimist, lisandatakse sellele veidi oblikahaput naatriumi.

Veresoonte ummistumine. Soonte sisemuses veri ei hüübi. Mõnikord aga saab reuma või mõne teise haiguse puhul vigastada südame või veresoone sisekest. Vigastuse kohal hakkab veri hüübima ja tekivad veretombud ehk t r o m b i d. Kui mõni trombi osake lahti pääseb, võib see ühes verevooluga mõnesse elundisse kanduda ja seal sooneummistuse esile kutsuda. Peaaju või teiste elundite veresoonte ummistumine võib saada raske haigestumise, mõnikord isegi surma põhjuseks.

Vere hüübimise tähtsus. Vere hüübimise tähtsus on silmanähtav: veretomp suleb vigastatud soone ava ja verejooks peatub. Kui verejooksu puhul soonest veretompe ei tekiks, järgneks väiksemalegi vigastusele pidurdamatu verejooks ja selle tagajärjel surm.

Suurem või väiksem verekaotus kirurgilise operatsiooni ajal sõltub suurel määral haige verehüübimise kiirusest. Mõnede juures toimub see niivõrd aeglaselt, et väiksemgi lõikehaav võib tekitada pikaajalise verejooksu. Opereerima asudes peab arst juba varem haige vere järele proovima, et teada selle hüübimise kiirust.

Nõukogude Liidus, kus kasutatakse erilisi vere hüübimist kiirendavaid vahendeid, opereerivad arstid julgesti kõiki haigeid.

Verejooks. Haavamisi saadab sageli tunduv verejooks. Vastavalt sellele, missugused veresooned on vigastatud, eristatakse arteriaalset, venoosset ja kapillaarset verejooksu.

Suurimat ohtu kujutab endast arteriaalne verejooks. Olles suure rõhumise all, paiskub veri vigastatud arteerist

jõuliselt välja, moodustades sageli pulsseeriva, purskava joa.

Venoosse verejooksu korral jookseb veri ühtlase joana ilma märgatava surveta.

Tugeva venoosse, eriti aga arteriaalse verejooksu puhul ei suuda kiire väljajooksu tõttu veretomp haava äärtel kujuneda, või kui see kujunebki, siis kistakse ta samas lahti ja kantakse verevoolust ära.

Naha pinnapealse haavamise korral vigastatakse kõige sagedamini ainult peeni veresooni, kapillaare ja peenimaid arteere ning veene.

Seejuures veritseb kogu haava pind, kattudes väikeste verepiiskadega. Niisugust verejooksu nimetatakse kapillaarseks.

Verejooksu sulgemine. Kapillaarse, samuti ka väikese venoosse või arteriaalse verejooksu sulgemiseks piisab mähise pealepanemisest, kusjuures verd jooksev koht peab olema marli, vati ja sidemega kinni surutud.

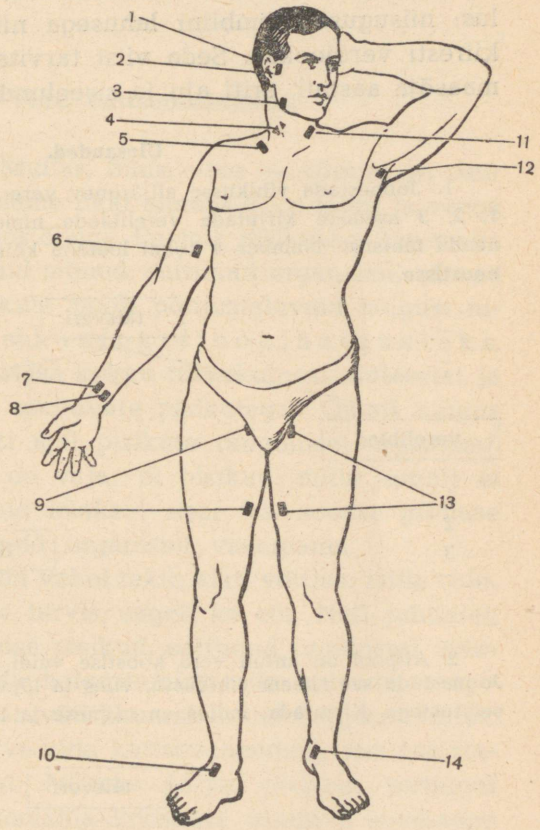
Tugeva arteriaalse verejooksu puhul on vaja viibimata sõrmega tugevasti kinni pigistada arteer, mis juhib vigastatud keha piirkonnale verd. Joonisel 70 on näidatud keha tähtsamate arteeride kinnipigistamise kohad. Sõrmitsedes neid kohti oma kehal, võib õppida neid kiiresti ja vabalt üles leidma.

Käe või jala haavamise korral, et arteer kinni suruda pikemaks ajaks, seotakse side kõvasti õla- või reieluu piirkonna ümber. Sideme materjaliks võib olla kummivoolik, vöö, marliside, taskurätt jms.; arteeri paremaks kinnisurumiseks tuleb sideme alla panna marlisidemest rull või kokkurullitud puhas riideriba. Sidet võib asetada vaid lühikeseks ajaks (1—2 tunniks). Sideme pikemaajalisel püsimisel võib tekkida kudede kärbus.

Verejooksu nõrgenemine arteeri kokkupigistamise kor-

ral ja selle järel vajutava sideme ümbersidumine kiirendavad tunduvalt vere hüübimist.

Tugeva verejooksu korral, võtnud tarvitusele ülalpool



Joon. 70. Arteeride kinnisurumise kohad verejooksu puhul:

1 — kuklaarteer; 2 — oimuarteer; 3 — väline lõuaarteer; 4 ja 11 — unearteer; 5 — rangluualune arteer; 6 ja 12 — õlavarrearteer; 7 — kodaraarteer; 8 — küünraarteer; 9 ja 13 — reiearteer; 10 — eesmine sääreluuarteer; 14 — tagumine sääreluuarteer.

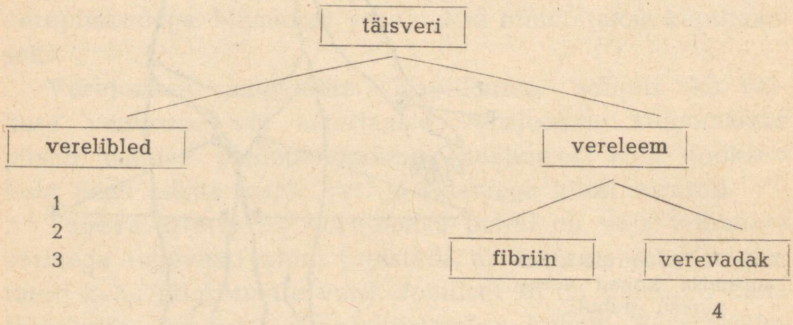
näidatud esmaabivahendid, tuleb kiiresti arst välja kutsuda. Et takistada vere äravalgumist ajust ja kergendada südametegevust, on vaja kannatanu paigutada nii, et tema pea oleks kehast madalamal, käed ja jalad aga tõstetud kõrge-

male; teda tuleb soojendada soojendusriistade või kuuma veega täidetud pudelite abil ja anda sagedasti sooja jooki.

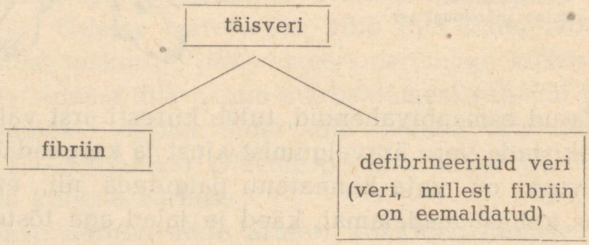
Trombiini rakendamine. Nõukogude teadlastel on õnnestunud välja töötada vereleemest trombiini saamise meetod; niisuguse trombiini lahusega niisutatud marli peatab kiiresti verejooksu. Seda viisi tarvitati edukalt Suure Isamaasõja aastail, eriti aju ja siseelundite haavamiste puhul.

Ülesanded.

1. Joonestada vihikusse alljärgnev vere koostise skeem. Numbrite 1, 2, 3 asemele kirjutada vereliblede nimetused, näidates sulgudes nende tähtsust. Number 4 kohal loetella kõik, mis kuulub verevadaku koostisse.



2. Allpool on antud vere koostise veidi teistsugune skeemi algus. Joonestada see skeem vihikusse, viies ta lõpuni ja varustades vajalike seletustega. Kirjutada, milles on esimese ja teise skeemi erinevus.



3. Mõnikord pakase käes mängides tekib lastel kriimustusi või marrastusi, mis veritsevad kaua. Millega võib seletada niisugust pikaajalist verejooksu?

4. Kasutades joonist 70 uurida endal keha tähtsamate arteeride sulgemise kohti.

§ 26. Vere kaitseomadused.

Nakkushaigused. Mullas, õhus, vees — kõikjal on suur hulk pisikuid. Me neelame neid alatasa koos toidu ja veega ning hingame sisse koos õhuga. Enamik pisikuid ei tee meile mingisugust kahju, kuid mõned, sattunud organismi, võivad tekitada haigusi. Pisikute poolt põhjustatavaid haigusi nimetatakse nakkus- ehk infektsioonihaigusteks.

Inimene puutub alatasa kokku tuberkuloosi, difteeriat ja paljusid teisi haigusi tekitavate pisikutega. Ometi haigus ei teki kaugeltki alati igal pisikute tungimisel organismi. Haiguse tekkimiseks on vaja, et pisikud mitte ainult ei tungiks organismi, vaid leiaksid seal ka soodsa pinnase paljunemiseks, võidaksid organismi vastupanu.

Pisikute ja organismi vahel tekib alati võitlus, mille tulemusest oleneb inimese tervis, sageli ka elu. Neil juhtudel, kui mõne nakkushaiguse pisikud, sattunud organismi, hukkuvad ruttu ega suuda haigestumist esile kutsuda, räägitakse inimese mittevastuvõtlikkusest antud haiguse suhtes.

Meie kehas on terve rida kaitsevahendeid, mis takistavad haiguse tekkimist. Näiteks paljud pisikud, sattunud makku, hukkuvad maomahla koostisse kuuluva soolhappe mõjul; ka limaskestadest erituv lima mõjub paljudele pisikutele hävitavalt ning igal juhul takistab nende kiiret paljunemist.

Põletik. Iga elund võib vastata kaitsereaktsiooniga nii löömise, haavamise ja põletuse puhul tekkivale mehaanili-

sele vigastusele kui ka pisikute või mõnede ärritavate ainete, näiteks kangete hapete tungimisele kudedesse.

Vigastuse kohal veresooned laienevad, valged verelibled väljuvad suurel hulgal soontest ja kuhjuvad võõrkehade ning kogu tabatud piirkonna ümber. Niisugust organismi reaktsiooni nimetatakse p õ l e t i k u k s. Põletikune kehapiirkond läheb vere juurdevoolu tõttu tavaliselt soojemaks ja punaseks. Vedeliku hoogne tungimine verest kudede piludesse ja vahedesse põhjustab põletikuse piirkonna paistetuse.

Sageli saadab ühe või teise elundi põletikku, näiteks kopsupõletikku, bronhide põletikku (bronhiiti), neerupõletikku jne. üldine kehatemperatuuri tõus. Teistel juhtudel on põletikul kohalik iseloom. Niisugused on sagedasti esinevad naha põletikulised reaktsioonid selle vigastamisel või sellesse võõrkehade (näiteks pinnu) sattumisel.

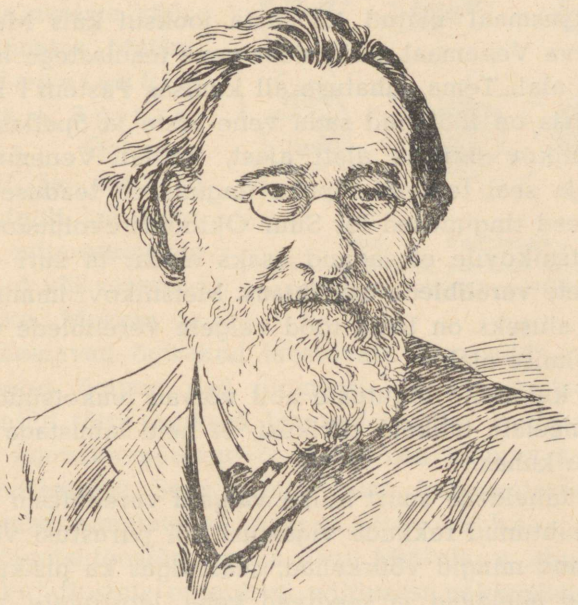
Põletikuline reaktsioon kergendab organismi võitlust igasuguse vigastusega, sõltugu see põletusest, hoobist või pisikute sissetungist. Milles seisab see võitlus? Kuidas organism kaitseb end nakkushaiguste vastu? Millest oleneb põhiliselt mittevastuvõtlikkus haigustele? Vastuse nendele küsimustele andis silmapaistev vene teadlane Metšnikov.

I. Metšnikov — immuunsuse-õpetuse rajaja. Ilja Iljitš Metšnikov, kelle nimi on tuttav kogu maailmale, sündis aastal 1845. 8-aastasest vanusest peale oli ta huvitatud loodusteadusest ning kui ta oli esimese kursuse üliõpilane, avaldas ta trükis esimese tõsise teadusliku töö. 20 aastat uuris Metšnikov selgrootuid loomi ja sooritas palju tähelepandavaid teaduslikke uurimusi. Tema alatiseks sooviks oli aga teha veel rohkem ja veel paremini. Noorusaastaist peale unistas ta niisugusest tööst, mis tooks inimestele kasu, teeks nad õnnelikumaks.

Metšnikovil õnnestus oma unistus teostada. Aastal 1882

tegi üks avastus ta nime surematuks. Ta tegi kindlaks, et valged verelibled täidavad tähtsat kaitseülesannet: nad neelavad ja hävitavad pisikuid.

Kogu oma edasise elu pühendas I. Metšnikov selleks, et tundma õppida organismi võitlust nakkushaigustega. Täie



I. Metšnikov.

õigusega võib öelda, et ta rajas õpetuse immuunsusest, s. o. mittevastuvõtlikkusest nakkushaigustele.

Tema usina teadusliku tegevuse teiseks alaks oli võitlus enneaegse vananemisega.

Alalised takistused, mida talle tehti tsaari-Venemaal, sundisid Metšnikovi kodumaa maha jätma ja Prantsusmaale ümber asuma.

„Võis arvata," kirjutas hiljem Metšnikov, „et Venemaa jaoks polnud veel tulnud aeg, millal teadus võib osutuda kasulikuks. Ma pole sellega nõus. Ma arvan, vastupidi, et Venemaal on teaduslik töö tarvilik ja soovin kõigest hingest, et tingimused selle jaoks kujuneksid tulevikus soodsamaks."

Prantsusmaal elatud 28 aasta jooksul käis Metšnikov vaid harva Venemaal, kuid sidet vene teadlastega hoidis ta pidevalt alal. Tema juhatuse all kuulsas Pasteur'i Instituudis Pariisis on töötanud sadu vene arste ja õpetlasi.

Metšnikov unistas alati ajast, millal Venemaa saab vabaks ja seal tekivad lõpuks tingimused teaduse õitsenguks. Need tingimused lõi Suur Oktoobrirevolutsioon, milleni Metšnikovile ei saanud osaks elada: ta suri a. 1916.

Valgete vereliblede osatähtsus. Metšnikovi immuunsuseõpetuse aluseks on tema tööd valgete vereliblede osatähtsuse uurimise alal.

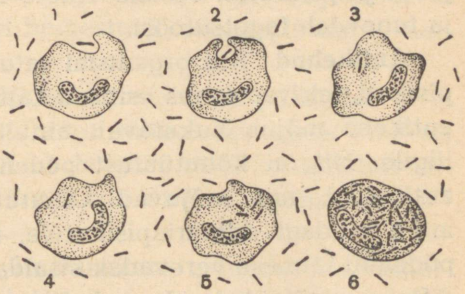
Oma kulendite liigutuste abil võivad leukotsüüdid haarata ja neelata tahkeid tükikesi, et neid lahustada ja seedida oma kehas.

Võib täheldada suurt hulka valgeid vereliblesid kõikjal, kus on juhtunud rakkude vigastusi või purustusi või kuhu on ilmunud mingid võõrkehad, sealhulgas ka pisikud. Leukotsüüdid neelavad ja seedivad keha laostuvate rakkude jäänuseid ja organismi sattuvaid pisikuid. Just sellepärast kuhjuvadki põletikusesse kehaossa suured hulgad valgeid vereliblesid.

Kõrvuti võimega neelata ja seedida pisikuid on valgetel vereliblediel võime toota vastumürke mitmesuguste organismi sattunud kahjulike ja mürgiste ainete vastu.

Fagotsütoos. Mitte ainult veres, vaid ka mitmesugustes keha elundites, eriti põrnas ja maksas on rakke, mis võivad neelata mitmesuguseid kehakesi, sealhulgas ka pisikuid.

Selles võib veenduda, kui viia looma verre vedelikku, milles on kindel hulk tušši või teiste värvide terakesi; varsti nad kaovad verest ja neid võib siis leida mõnede kindlate rakkude seest.



Joon. 71. Fagotsütoos:
1 — 5 — mikroobide haaramise üksteisele järgnevad staadiumid; 6 — mädarakk.

Nii leukotsüüte kui ka teisi rakke, millel on võime neelata võõrkehi, nimetas Metšnikov fagotsüütideks, s. o. õgirakkudeks. Õgirakud neelavad ja seedivad mitte ainult pisikuid, vaid ka mitmesuguseid vigastatud või surevaid keharakke. Maksas ja põrnas neelavad õgirakud laostuvaid punaseid vereliblesid; juustes õgivad nad pigmenti (värvainet) sisaldavaid rakke, mille tõttu juuksed lähevad halliks. Kullese moondumisel konnaks võtavad õgirakud osa kaduva saba rakkude hävitamisest. Seda mitmesuguste kehakeste neelamist ja seedimist nimetatakse fagotsütoosiks.

Oma fagotsütoosiõpetusega pani Metšnikov aluse praegustele kujutlustele organismi võitlusest nakkushaigustega. Võib pidada ümberlükkamatult tõestatuks, et organismi mittevastuvõtlikkus ühe või teise nakkushaiguse suhtes on seotud õgirakkude võimega hävitada kiiresti ja energiliselt organismi sisse tunginud pisikuid. Kui fagotsütoos toimub aeglaselt ja loiult, paljunevad pisikud organismis kergesti ning tulemuseks on haigus.

Fagotsüütide võime pisikuid kiiresti neelata ja seedida oleneb suurel määral vere ja teiste keha vedelikkude omadustest. Juba ammu tehti kindlaks, et verevadak, mis ei

sisalda üldse vereliblesid, võib nõrgestada pisikuid, pidurdada nende paljunemist ja neid isegi surmata. Samasuguseid aineid, mis surmavad pisikuid, on avastatud ka süljes, limas ja isegi pisarates. Nende ainete mõju pisikuile kergendab ja tugevdab fagotsütoosi.

Antikehad. Kui organismi satuvad mõne nakkushaiguse pisikud, tekivad veres erilised kaitseained — antikehad. Iga antikeha mõjub hukutavalt ainult ühele kindlale pisikute liigile. Nii on kõhutüüfust põdenud inimese verevadakus antikehad, mis mõjuvad kõhutüüfuse-pisikutele, kuid ei mõju kuidagi difteeriapisikutele, ning vastupidi, difteeriat põdenud inimese verevadak sisaldab antikehi, mis hävitavad difteeriapisikuid, kuid on kahjutud kõhutüüfuse-pisikutele.

Antikehad võivad olla mitmesuguste omadustega. Ühtedel juhtudel kutsuvad nad esile organismi sattunud pisikute tombukesteks kokkukleepumise, teistel juhtudel võivad nad lahustada pisikuid või teha kahjutuks nende poolt tekitatavaid mürke.

Surmates, nõrgestades või tehes kahjutuks pisikuid ja nende mürke, loovad antikehad tingimusi fagotsütoosi tugevnemiseks ning tugevdavad sellega organismi, kergendavad tema võitlust nakkushaigustega. Antikehade loomisest oleneb tunduval määral inimese vastuvõtlikkus ühe või teise haiguse suhtes.

§ 27. Immuunsus.

Mitte kõik pole ühesuguselt vastuvõtlikud mitmesuguste nakkushaiguste suhtes. Mõned inimesed jäävad terveks hoolimata sellest, et nad puutuvad haigetega kokku, põetavad neid. Niisugust mittevastuvõtlikkust mõne nakkushaiguse suhtes nimetatakse i m m u u n s u s e k s.

Loomulik immuunsus. Mõnikord on inimene juba sündides mõne haiguse suhtes mittevastuvõtlik. Harilikult aga omandatakse immuunsus seoses nakkushaiguse põdemisega. Inimene, kes on põdenud tähnilist tüüfust või rõugeid, tavaliselt teistkordselt enam ei haigestu. Temas tekib antud haiguse suhtes immuunsus.

On ka niisuguseid nakkushaigusi, mille põdemise järel immuunsus küll tekib, kuid väga lühikeseks ajaks (näiteks gripp). Nii sünnipärast kui ka haiguse järel omandatud immuunsust nimetatakse loomulikuks immuunsuseks.

Kunstlik immuunsus. Immuunsust mõnede nakkushaiguste suhtes on võimalik tekitada ka kunstlikult, vastavate süstimiste ehk seerumi sisseviimise teel.

Esimesed katsed kunstlikult tekitada mittevastuvõtlikkust nakkushaiguste suhtes kuuluvad kaugesse minevikku. Enam kui tuhat aastat tagasi torgiti Gruusias tervete inimeste nahka rõugemädaga märjakstehtud nõeltega selleks, et vältida haigestumist rõugeisse. Aafrikas on iidsetest aegadest peale tarvitatud mürkmadude hammustuste vastu kaitsepookeid.

18. sajandi lõpus leiti inglise maa-arsti Jenneri paljuaastaste silmapaistvate vaatluste tulemusena kunstliku immuunsuse tekitamise õige ja ohutu viis. Jenner tõestas, et kui inimesele pookida lehmarõugeid, talub ta seda kergesti ja on edaspidi mittevastuvõtlik inimeserõugete suhtes, mis on raske ja sageli surmav haigus.

Juba esimestel aastatel pärast Jenneri teose avaldamist hakati lehmarõugeid pookima laialt kõigis maailma maades, sealhulgas ka Venemaal.

Hoolimata rõugepanemise ilmsest edust, astusid Jenneri vastu välja reaktsionäärid. Leidus „õpetlasi", kes hakkasid tõendama, et lehmarõugete pookimise tulemusena inimesed muutuvad loomadeks. Rooma paavst kuulutas jumala-

vastasteks kõik, kes lubavad endale rõugeid panna. Inglise parlamendi liikmed esinesid kõnedega, milles nimetasid rõugepanemist häbistavaks ja kuritegelikuks asjaks. Tänaseni pole rõugepanek Inglismaal tegelikult sunduslik.

Tänapäeval tehakse kaitsepookimisi ja süstimisi paljude haiguste — rõugete, kõhu- ja tähnilise tüüfuse, difteeria, düsenteeria jt. vastu. Kõigil juhtudel viiakse inimese organismi kas nõrgestatud või surmatud pisikuid.

Et teha inimesele kaitsepooge rõugete vastu, nakatatakse enne sellesse haigusse vasikas. Vasikas põeb haiguse kergesti läbi, kusjuures rõugepisikud muutuvad tema organismis nõrgaks. Looma rõugekupladest võetud vedelikku kantakse üle inimese nahasse tehtud kriimustusse. Nõrgestatud pisikud ei suuda inimesel rasket haigust esile kutsuda. Pooke kohale ilmub kaks-kolm kupla, mõnikord tundub kerget haiglast olekut ja tõuseb temperatuur, kuid siis läheb kõik mööda. Pookimise puhul ei ole rõugepisikud inimesele ohtlikud isegi siis, kui nad ei ole nõrgestatud. Seda võib seletada sellega, et organism on omandanud võime toota kiiresti antikehi, mis mõjuvad antud pisikutele hukutavalt.

Raviseerumid. Aidata inimesel võidelda tema organismi sissetunginud pisikutega võib süstides tema organismi niinimetatud r a v i s e e r u m i t.

On teada, et difteeriapisikud asuvad kõige sagedamini kurgumandlitele. Jäädes sinna, mürgitavad nad siiski kogu organismi, eritades väga tugevat mürki ehk t o k s i i n i, mis kutsubki esile raskeid haigusnähtusi. Vastuseks toksiini tekkimisele organismis hakkab selles kujunema vastav antikeha, mille mõjul difteeriatoksiin muutub kahjutuks. See antikeha sisaldub veres; teda nimetatakse a n t i t o k s i i n i k s, s. o. vastumürgiks.

Kui ta kujuneb küllalt kiiresti ja energiliselt, õnnestub organismil difteeriamürgi kahjulikku mõju nõrgendada ja

isegi hävitada. Paljudel juhtudel aga areneb haigus nii kiiresti, et organism ei jõua antitoksiini küllaldasel määral toota ning haige sureb. Antitoksiini sisaldav ja õigeaegselt süstitud raviseerum levib lümfi ja vere kaudu kogu organismis ning teeb difteeriamürgi kahjutuks.

Tänapäeval valmistatakse raviseerumeid mitte ainult difteeria vastu, vaid ka võitluseks mõnede teiste haigustega. Et saada raviseerumit valmis antikehadega, immuniseeritakse loom (näiteks hobune või küülik), teiste sõnadega, loomale tekitatakse kunstlik immuniteet, viies sisse pisikuid või pisikute toodetavat toksiini, algul väikestes, pärast aga järjest suuremais annuseis. Selle tagajärjel kujunevad looma veres vastavad antikehad. Kui haige organismi süstida niisuguselt loomalt võetud verevadakut, siis saab haige koos sellega juba valmis antikehi.

Passiivne ja aktiivne immuunsus. Kui immuniseeritud loomalt saadud seerumit süstida terve inimese organismi, siis tekib immuniteet, mille valmistamisest inimese organism osa ei võta. Ta saab koos loomaseerumiga juba valmis antikehad. Niisugust immuunsust, mille kujundamisest organism ise osa ei võta, nimetatakse passiivseks. Harilikult pole ta kestev ja püsib harva üle ühe kuu, kuid seeeest ta kujuneb kohe pärast seerumi süstimist.

Kunstliku immuunsuse, millele pannakse alus kaitsesüstimistega, loob organism ise ja seepärast nimetatakse seda aktiivseks immuunsuseks. Aktiivse immuunsuse tulemusena omandab organism võime ise antikehi luua. Aktiivne immuunsus püsib märksa kauemini, sageli mitu aastat, mõnikord aga kogu eluaja. Ta ei kujune kohe, vaid möödub nädal, kaks, mõnikord ka rohkem aega süstimisest, enne kui organism suudab luua immuunsuse.

Organismi seisukorra mõju immuunsusele. Mõnikord inimene nakatub ja haigestub kaitsesüstimisest hooli-

mata. Neil juhtudel kulgeb haigus palju kergemini, piirdudes sageli vaid kergelt haiglase olekuga. Järelikult mittevastuvõtlikkus haiguste suhtes pole alati täielik. See oleneb sellest, kuivõrd hästi suudab organism vastu panna pisikute hävitavale toimele, kui suur on tema võime luua antikehi ja hävitada pisikuid.

Vastuvõtlikkus haiguste suhtes võib muutuda — tõusta või langeda, olenevalt organismi seisukorrast ja nendest tingimustest, milles ta elab.

Tugev jahtumine, nõrgendades organismi elutegevust, vähendab tema jõudu ja vastupanuvõimet nakkushaiguste suhtes. Külmetuse mõju vastuvõtlikkusele haiguste suhtes on kujukalt selgitatud rea katsete abil loomadega. Kuulus prantsuse teadlane Pasteur nakatas kanu niinimetatud kanakoolerasse. Seejuures osal lindudel olid jalad pandud külma vette. Selgus, et külmetada saanud kanade hulgas oli haigestunute protsent märksa suurem.

Ka ületöötamine, meeleolu langus ja rasked, masendavad mõtted mõjuvad negatiivselt organismi üldseisukorrale ja muuseas ka ta vastuvõtlikkusele haiguste suhtes.

Nakkushaigustevastase võitluse edusammud NSV Liidus. Pärast Oktoobrirevolutsiooni, a. 1919, kirjutas V. I. Lenin alla dekreedile sundusliku rõugepaneku kohta. Sellest ajast peale kadusid Nõukogude Liidus rõuged, millesse tsaari-Venemaal igal aastal suri palju inimesi, veel rohkem aga jäi pimedaks ja inetuks.

Meil pole enam katku ega koolerat. Võrreldes 1913. aastaga on suremus tuberkuloosi tagajärjel vähenenud kolmekordselt.

Kõigis koolides ja lasteaedades tehakse meil difteeria- ja sarlakivastaseid süstimisi. Laialt rakendatakse süstimisi kõhutüüfuse, düsenteeria ja teiste haiguste vastu. Tulemusena põeb NSV Liidus tüüfust, düsenteeriat, sarlakeid ja

difteeriat märksa vähem inimesi, need aga, kes haigestuvad, põevad haiguse läbi palju kergemini.

Nakkushaigustesse haigestunute ravimisel kasutatakse meil väga laialdaselt raviseerumeid, mis kergendavad organismi võitlust haigusega ja kiirendavad tervenemist. Eriti suur on raviseerumite osa võitluses difteeriaga. Tsaari-Venemaal suri sellesse haigusse väga palju lapsi. Nõukogude ajal on surmaga lõppev difteeria põdemine väga suur haruldus.

Organismi üldseisukorrale avaldab väga suurt mõju see ühiskondlik miljöö, see ühiskondlik kord, milles inimene elab ja töötab. Tööjõu ekspluateerimine kapitalistlikes maades madaldab tööliste elatustaset, võtab neilt viimse jõu ja viib väljakurnamiseni. Veel rohkem: ta rõhub alla ka psüühikat. Kõik see koos suurendab vastuvõtlikkust haiguste suhtes. Ning pole midagi imelikku selles, et kodanlikes maades on haigestumine ja suremus proletariaadi seas märksa suurem kui valitsevate klasside esindajate hulgas; mõned haigused aga tabavad eranditult töölisi.

NSV Liidus on ekspluataatorite klass hävitatud ja ühes sellega on kadunud ka tööjõu ekspluateerimise võimalus ise. Iga aastaga paranevad need ühiskondlikud tingimused, mis soodustavad tervise karastumist ja vähendavad vastuvõtlikkust haiguste suhtes. Tulemusena on meie maal haigestumine ja suremus võrreldes revolutsioonieelse ajaga järsult langenud.

Ülesanne.

Kui perekonnas esineb nakkushaiguse (näiteks difteeria) juht, siis kuidas tuleb kutsuda esile immuniteet selle isiku organismis, kes puutub kokku haigega? Seletada, miks teine viis ei ole antud juhul rakendatav.

§ 28. Vere ülekandmine.

Põhjused, miks haiged vere ülekande puhul surevad. Suurte verekaotuste, samuti ka mõnede haiguste puhul kasutatakse sageli tervetelt inimestelt võetud vere ülekandmist haigetele.

Vanasti tehti korduvalt katseid kanda inimesele üle loomadelt võetud verd. See lõppes harilikult surmaga. Ent ka inimese veri pole alati kõlblik ülekandmiseks, isegi siis mitte, kui ta on võetud täiesti tervelt inimeselt.

Põhjalik uurimine on näidanud, et haigete surm pärast vereülekannet tekib punaste vereliblede kokkukleepumise tagajärjel.

Kokkukleepumist võib näha mikroskoobis, kui on segatud oina verd inimese verevadakuga: üksikute punaste vereliblede asemel ilmuvad vaateväljale suurest hulgast üksteisega kokkukleepunud libledest koosnevad tombukesed. Samasugune nähtus leiab mõnikord aset, kui on segatud ühe inimese vere vedelat osa teise inimese verest võetud punaste verelibledega. Kui see leiab aset vere ülekandmisel, siis tekkinud tombukesed hakkavad ummistama veresooni ja põhjustama elule ohtlikke rikkeid vereringes.

Et kokkukleepumine toimuks, peab esiteks vereleemes sisalduma eriline antikeha, mis põhjustab punaste vereliblede kokkukleepumist; teiseks peab punastes verelibledes olema aine, mida see antikeha saab mõjutada. Inimese vereleemes võib esineda kaks erisugust antikeha ning punastes verelibledes võib olla kaks ainet, millele need antikehad mõjuvad. Punastes verelibledes sisalduvaid aineid tähistatakse ladina tähtedega A ja B. Vastavaid antikehi tähistatakse kreeka tähtedega α (alfa) ja β (beeta).

Vererühmad. Veri ei sisalda kunagi ühel ja samal ajal antikeha ja ainet, millele ta mõjub. Kui see oleks teisiti, siis

kleebiks vereleem oma punased verelibled kokku ja vereringe poleks võimalik.

Vastavalt sellele, missuguseid antikehi ja nende poolt mõjutatavaid aineid veri sisaldab, jagunevad kõik inimesed nelja rühma. Esimesse rühma kuuluvad inimesed, kelle vereleem sisaldab mõlemaid antikehi α ja β; niisuguste inimeste punastes verelibledes ei saa enesestmõistetavalt olla ei ainet A ega ainet B. See on 0-rühm (null-rühm). Teise rühma inimeste veri sisaldab ainult üht antikeha β; punastes verelibledes on vastavalt aine A ega saa olla ainet B; see on A-rühm. Kolmanda rühma inimeste vereleem sisaldab, vastupidi, antikeha α, punased verelibled aga ainet B. See on B-rühm. Neljanda rühma inimeste punastes verelibledes on mõlemad ained A ja B; selle rühma inimeste vereleemes ei ole ega saagi olla ei antikeha α ega antikeha β. Selle rühma nimetuseks on AB-rühm.

Vere ülekandmisel on tähtis, et sisseviidava vere punased libled ei kleepuks haige veres kokku; haige vere punastele libledele mõjuvate antikehade sisseviimine ei ole ohtlik. Sellepärast võib 0-rühma verd, mille punased verelibled ei sisalda ei ainet A ega ainet B, üle kanda igale inimesele. Kuid haige, kelle veri kuulub esimesse ehk 0-rühma ja sisaldab mõlemat antikeha α ja β, ei tohi saada mingit teist verd peale sellesama esimese ehk 0-rühma oma.

Tabel I näitab, missugusesse rühma peab kuuluma vereandja veri, et seda võiks haigele üle kanda.

Tabel I.

Vereandja veri	Haige veri			
	I ehk 0-rühm (α, β)	II ehk A-rühm (A, β)	III ehk B-rühm (B, α)	IV ehk AB-rühm (A, B)
I ehk 0-rühm (α, β)	võib	võib	võib	võib
II ehk A-rühm (A, β)	ei või	võib	ei või	võib
III ehk B-rühm (B, α)	ei või	ei või	võib	võib
IV ehk AB-rühm (A, B)	ei või	ei või	ei või	võib

Vereülekande tähtsus. Nii vereandja kui ka haige vere eelneva proovimise tõttu on vere ülekandmine saanud täiesti ohutuks ja leiab väga laialdast kasutamist. Paljude haigestumiste puhul saab selle abil päästa haige elu. Erilise tähtsusega on vereülekanne suure verekaotuse korral, nagu näiteks haavatasaamise puhul.

Ühelgi maal ei rakendata vere ülekandmist nii laialdaselt kui meil. Nõukogude teadlased on töötanud välja uued vere konservimise, samuti ka laiba vere kasutamise viisid.

Suure Isamaasõja ajal organiseeriti Nõukogude Liidus eriline „vereülekande-teenistus", mis võimaldas päästa paljude tuhandete Nõukogude armee haavatud sõdurite elu. Liidu suurtes linnades loodi vere kogumise ja konservimise punktid selle saatmiseks frondile. 5,5 miljonit nõukogude patrioot andsid oma verd kodumaa vaprate kaitsjate päästmiseks.

Küsimused kordamiseks.

1. Mis tähtsus on punastel ja valgetel vereliblede1?
2. Mis on fermendid ja missugune on nende tähtsus organismis?
3. Kuidas toimub vere hüübimine ja mis tähtsus sellel on?
4. Milline peab olema esmaabi lõike- ja muude haavade korral?
5. Tavaliselt asuvad arteerid sügavamal kui veenid. Missugune bioloogiline tähtsus sellel on?
6. Missugused on vere kaitseomadused? Miks võib põletikku nimetada organismi kaitsereaktsiooniks?
7. Mis on fagotsütoos?
8. Mis on immuniteet? Missuguseid immuniteediliike te tunnete?
9. Mis soodustab inimesel vastuvõtlikkuse vähenemist haiguste suhtes?
10. Mis tähtsus on vereülekandel? Missugustest reeglitest tuleb kinni pidada vereülekande puhul?

IV. HINGAMISELUNDID.

§ 29. Hingamiselundite tähtsus.

Hapniku tähtsus. Iga elav olevus vajab tema organismis toimuvateks hapendusprotsessideks hapnikku. Need protsessid on teiste, rakuaine lagunemisele ja laostumisele viivate keemiliste protsesside kõrval energiaallikaks organismile. Peale selle sünnib hapendumise teel nende paljude mürgiste laguproduktide kahjutuks tegemine, mis tekivad rakkude ja kudede elutegevusprotsessis.

Üheks peamiseks produktiks, mis tekib hapendusprotsessi tulemusena, on süsihappegaas.

Gaasivahetus organismi ja keskkonna vahel. Organismil on pidev vajadus saada ümbritsevast keskkonnast hapnikku ja väljapoole ära anda liigne süsihappegaas. Gaasivahetust organismi ja teda ümbritseva väliskeskkonna vahel nimetatakse h i n g a m i s e k s.

Mõnedel vees elavatel selgrootutel tungib vees lahustunud hapnik vabalt läbi kehaseina. Samal viisil lahkub neilt nende kehas tekkinud süsihappegaas. Ent paljudel selgrootutel on erilised hingamiselundid, mille abil märgatavalt hõlbustub ja tugevneb gaasivahetus nende organismi ja väliskeskkonna vahel.

Selgrooliste hingamiselundid. Hingamiselundid on kõikidel selgroolistel, isegi nendel, kellel, nagu näiteks konnal, võib gaasivahetus toimuda naha kaudu. Loomariigi arenemisprotsessis on hingamis-, samuti ka kõik teised elundid muundunud ja komplitseerunud.

Vees elavatel alamatel selgroolistel on hingamiselunditeks lõpused, mis on varustatud rohkearvuliste hargnenud veresoonekestega. Lõpuste kurrulise ehituse tõttu on nende

pindala, mille kaudu toimub gaasivahetus neid uhuva vee ja vere vahel, väga suur.

Üleminekul elult vees elule maismaal hakkavad arenema õhukotid ehk kopsud. Kopskaladel ja mõnedel kahepaiksetel on lõpuste kõrval ka kopsukotikesed, mis on neile täiendavateks hingamiselunditeks.

Alamatel kahepaiksetel, näit. proteusel, on kopsukoti seinad siledad, mille tõttu nende kopsudes oleva õhuga kokkupuutuvate veresoonte pindala on väga väike. Salamandri kopsukotis on arenenud väikesed kurrud ja nende tõttu on selle pindala veidi suurenenud.

Ent kahepaiksete kopsud ei taga siiski veel küllaldast gaasivahetust. Mõnedel on peamisteks hingamiselunditeks jäänud endiselt lõpused. Konnal, hoolimata tema kopsu pindala tunduvast suurenemisest, toimub gaasivahetus peamiselt tema õhukese, limaga kaetud naha kaudu, mis laseb hapnikku ja süsihappegaasi kergesti läbi. Konn jääb pärast kopsude eemaldamist ellu, hukkub aga, kui tema naha kaudu hingamine kunstlikult katkestatakse, olgugi et kopsud on veatutena alles jäetud.

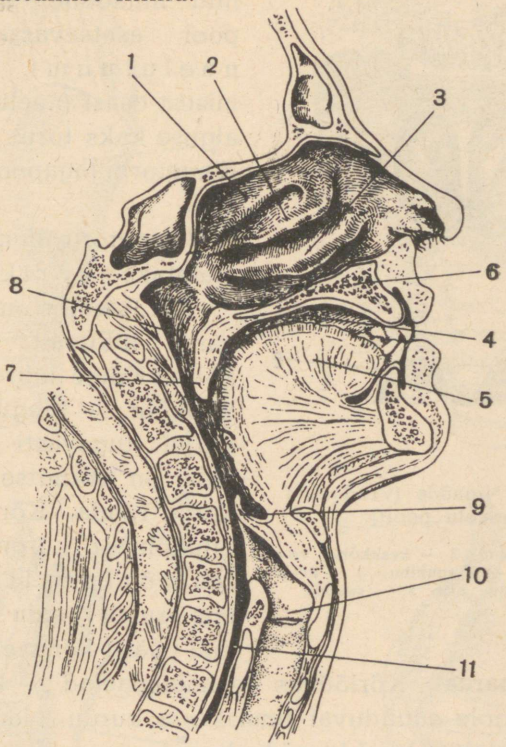
Roomajatel, lindudel ja imetajatel on ainsateks hingamiselunditeks väga suure pindalaga kopsud.

§ 30. Hingamiselundite ehitus.

Hingamistee. Inimese hingamine toimub vaid kopsude **kaudu.**

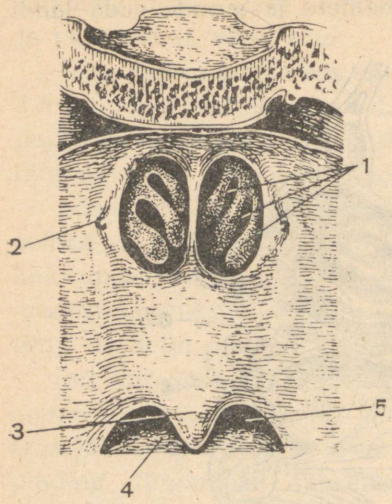
Enne kopsudesse jõudmist peab sissehingatav õhk sooritama pika teekonna. Hingamistee algab ninaõõnega, mida suuõõnest eraldab vahesein, eespool kõva (kõva suulagi) ja tagapool pehme (pehme suulagi). Ninaõõne välisosas, ninaavade ehk sõõrmete alguses on karvakesed, mis

takistavad suuremate tolmuk̃ubemete ja muude seda laadi osakeste sattumist ninna.



Joon. 72. Hingamistee:
1, 2, 3 — ninakarbikud; 4 — suukoobas; 5 — keel; 6 — kõva suulagi; 7 — pehme suulagi; 8 — ninaneel; 9 — kõripealis; 10 — kõri (näha häälepaelad); 11 — söögitoru.

Ninaõõs on kindla vaheseinaga jaotatud kaheks pooleks, vasakuks ja paremaks. Ninaõõne kummagi poole välisseintel asetsevad n i n a k a r b i k u d, mis jagavad ninaõõne reaks kitsasteks piludeks, mille vahelt läheb läbi sissehingatav õhk.



Joon. 73. Ninaõõs (vaadatuna ninaneelu poolt):

1 — ninakarbikud; 2 — keskkõrva viiva kanali ava; 3 — kurgunibu; 4 — keelepära tagumine osa; 5 — suuõõs.

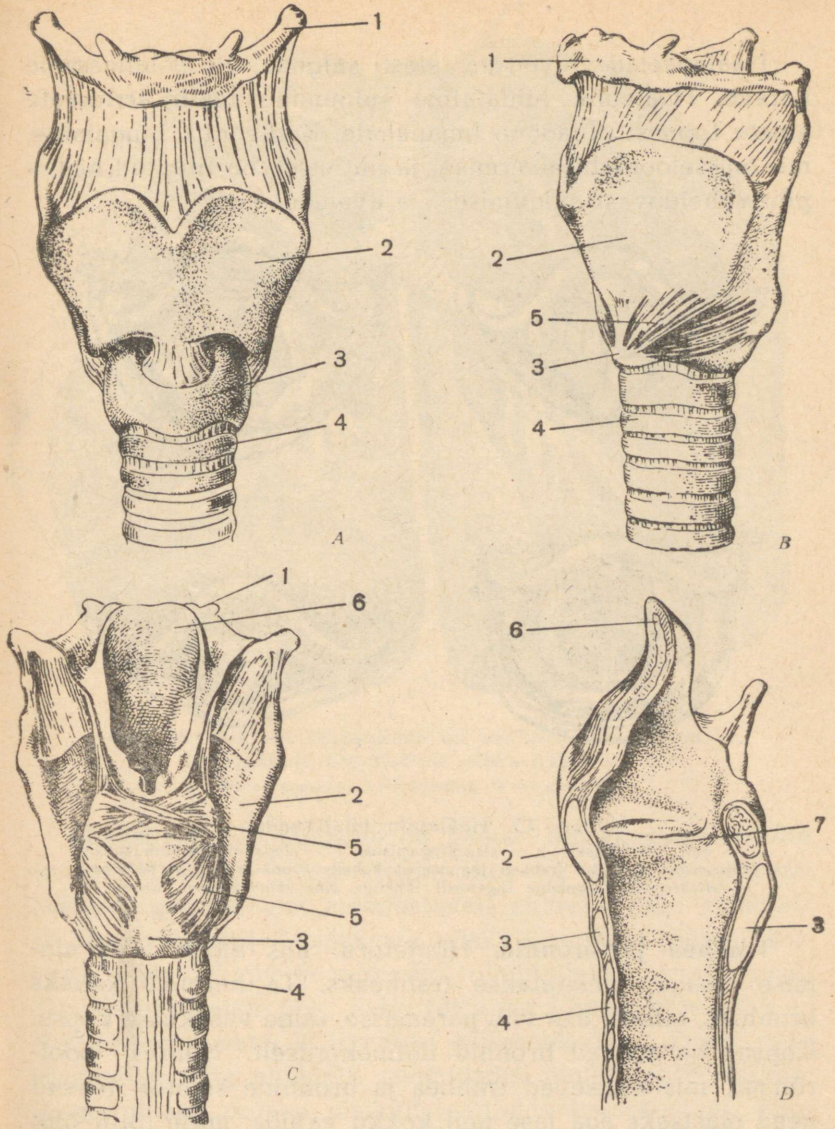
Sissehingatud õhk, läbinud ninaõõne, satub tagapool asetsevasse ninaneeluruumi. Selle alumisest osast (neelust) saavad alguse kaks toru: eespool — hingetoru, tagapool — söögitoru.

Hingetoru ülemist osa nimetatakse kõriks.

Kõri seintes on mitu omavahel liikuvalt ühendatud kõhre. Kõige suurem neist — kilpkõhr — tungib kõri esiküljel tugevasti ettepoole; teda on sõrmitsedes kaelal kerge tunda. Kõri esiküljel, kilpkõhrest kõrgemal, asetseb kõripealise kõhr, mis suleb toidu neelamise ajal pääsu kõrisse.

Hääleaparaat. Kõriõõnes on häälepaelad — kaks suurt, eest tahapoole suunduvat limaskesta kurdu. Nendevahelist pilu nimetatakse häälepiluks.

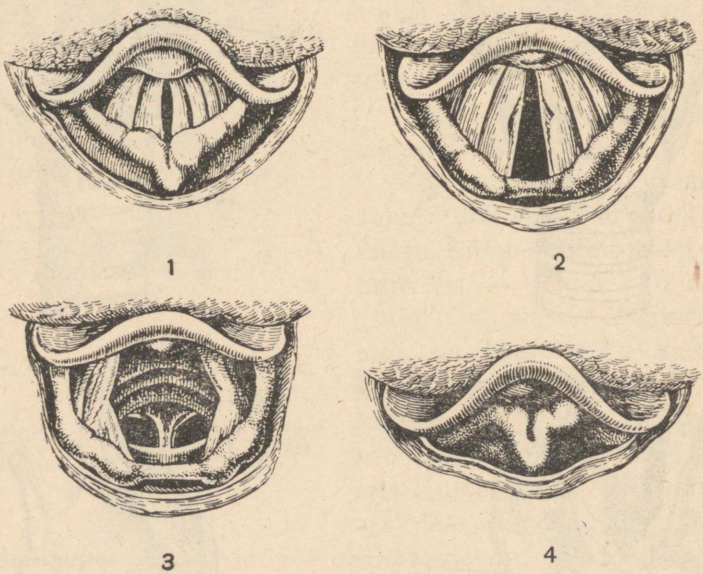
Tavalise hingamise juures on häälepaelad lõdvad ja häälepilu laialt avatud. Kui aga häälepaelad on pingul ja pilu ahenenud, siis tekitab väljahingatava õhu läbiminev vool häälepaelte võnkumise. Seejuures, nagu viiulikeele võnkumiselgi, tekivad helilained ja me kuuleme heli. Inimese hääle helikõrgus muutub sõltuvalt häälepaelte paksusest, pikkusest ja pingsusest. Seega kõri on hääleelundiks. Kõrvuti sellega on inimese artikuleeritud kõne juures suure tähtsusega suu- ja kõriõõs, keel ning huuled.



Joon. 74. Kõri. A — eestvaade; B — külgvaade; C — tagantvaade; D — läbilõikes.

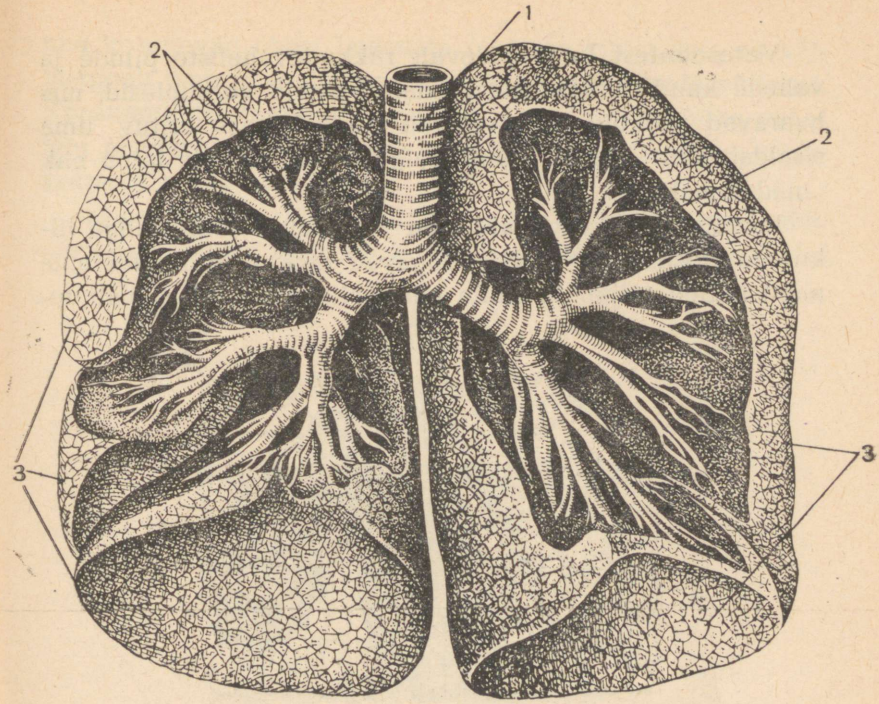
1 — keeleluu; 2 — kilpkõhr; 3 — sõrmuskõhr; 4 — trahhea kõhr; 5 — kõrilihased; 6 — kõripealis; 7 — häälepaelad.

Häälepaelad võivad ka täiesti sulguda, nii et hingamine katkeb. Häälepilu lühiajaline sulgumine tekib ärritavate ainete toimest ninaõõne limanahale. Katkendlik hingamine, mis on iseloomulik naermisel ja nutmisel, on tingitud häälepilu vahelduvast sulgumisest ja avanemisest.



Joon. 75. Häälepilu (ülaltvaade):
1 — heli tekitamisel; 2 — sissehingamisel; 3 — sügaval sissehingamisel (sügavuses on näha trahhea jagunemist kaheks bronhiks); 4 — häälepilu reflektoorne sulgumine tugevasti lõhnava aine lähendamisel ninale.

Trahhea ja bronhid. Hingetoru, mis algab kõri alumise otsaga, nimetatakse trahheaks. Ta hargneb kaheks bronhiks, millest üks viib paremasse, teine vasakusse kopsu. Kopsus hargnevad bronhid mitmekordselt. Kõhrest poolrõngad, mis asetsevad trahhea ja bronhide seintes, teevad need elastseks ega lase neil kokku vajuda, mille tõttu õhk pääseb neist vabalt läbi.

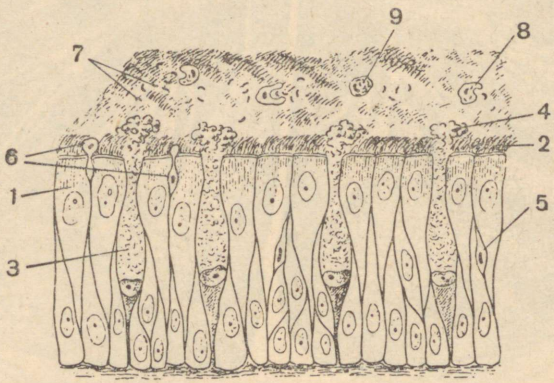


Joon. 76. Kopsud (kopsukude on osaliselt eemaldatud, et bronhide harunemine oleks nähtav):
1 — trahhea; 2 — bronhid; 3 — kopsud.

Limaskest. Hingamistee on kaetud limaskestaga. Selles on nii üksikuid näärmerakke kui ka terveid näärmerakkude gruppe, mis moodustavad pidevalt lima eritavaid väikesi näärmeid. Limaskesta niiskele pinnale jäävad kergesti kinni pisikud ja väikesed tolmukübemed, mida sisaldab sissehingatav õhk. Selle tõttu on hingamistee läbinud õhk peaaegu vaba hõljuvatest kübemekestest. Peale selle nõrgendab lima pisikuid, vähendades nende sigimisvõimet ja mürgisust; mõned pisikud, sattudes limaskestale, isegi hukkuvad.

Veresoontest tuleb pidevalt rakkudevaheliste pilude ja vahede kaudu limaskesta pinnale valgeid vereliblesid, mis haaravad pisikuid ja hävitavad neid. Ninast erituv lima sisaldab alati kaunis suurel hulgal leukotsüütide laipu ehk „mädakehakesi".

Enamik limaskesta rakke on varustatud suure hulga liikuvate ripsmetega. Need voogavad lakkamatult lainetena, nagu hällub viljapõld tuule käes. Ninaava suunas paindu-



Joon. 77. Hingamistee limaskest:

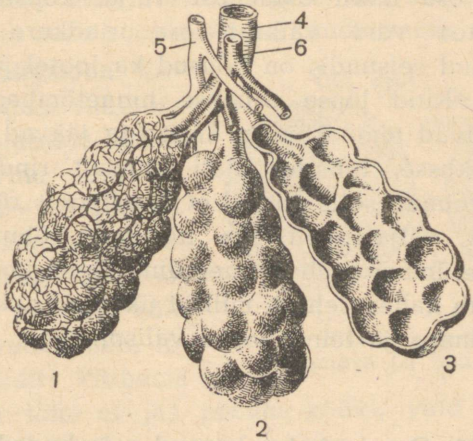
1 — ripsmetega rakud; 2 — ripsmed; 3 — lima eritavad näärmerakud; 4 — lima; 5 ja 6 — valged verelibled, mis tungivad limaskesta pinnale; 7 — pisikud; 8 — pisikuid haaravad valged verelibled; 9 — „mädarakud" (hävinud valged verelibled).

vad ripsmed kiiresti, vastassuunas aga pikkamööda. Oma liigutustega tõukavad nad järk-järgult väljapoole lima ja koos sellega ka tolmu- ja teisi kübemekesi.

Kopsumullid. Peenimad bronhid, mille läbimõõt on umbes 0,5 mm, lõpevad kopsumullide rühmadega. Viimased, kui vaadelda neid väljastpoolt, on üle külvatud poolümmarguste kühmudega, millele seespool vastavad sopid, nõndanimetatud alveoolid ehk kopsusombud. Kopsumullide sei-

nad koosnevad ühest lamedate rakkude kihist, mis on väljastpoolt ümbritsetud peenimate veresoonte tiheda võrguga. Kopsumullides toimub gaasivahetus vere ja kopsuõhu vahel läbi nendevahelise õhukese kile, mille moodustavad mullikeste ja veresoonte seinad.

Kopsumullide rohkuse (ligikaudu 3 miljonit) ning nende kärjelise ehituse tõttu on kopsude sisepind väga suur. Kui



Joon. 78. Kopsusombud:

1 — kopsusomp tiheda veresoonte võrguga; 2 — veresooned on eemaldatud (on näha kärjekesi puhetiste näol); 3 somp läbilõikes (kärjekesed nõgude näol); 4 — väikseim bronh; 5 — veen; 6 — arteer.

kõik inimese kopsu alveoolid laiali laotada, on nende pindala üle 100 ruutmeetri. Säärane suur veresoonte ja õhu kokkupuutepind soodustab gaasivahetust.

Rinnakelme ehk pleura. Rinnaõõne sisepind ja kopsude välispind on kaetud sileda ja alati niiske epiteelkelmega — rinnakelme ehk pleuraga. Kohal, kus kopsu lähevad bronhid ja veresooned, muutub kopsu kattev pleura (kopsukelme) rinnaõõnt vooderdavaks seinapidiseks pleu-

raks. Järelikult on kumbki kops kõigist külgedest ümbritsetud otsekui kotiga, mille kaks külge puutuvad kõikjal teineteisega kokku, jätmata enda vahele vaba ruumi.

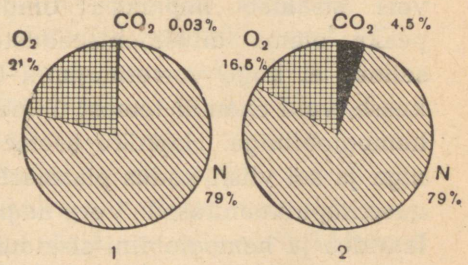
Kopsude asend rindkeres. Kopsud täidavad kogu rindkere õõnt, liibudes tihedalt selle seinte vastu ja jättes ruumi ainult südamele. Seejuures on kopsumullikeste elastne kude venitatud olekus. Kui aga rindkere lahata, tungib tunduv osa õhku kopsudest välja, kopsud langevad kokku, täites vaid väikest osa rindkere ruumalast. Kokkuvajunud seisundis on kopsud ka lootel ja äsjasündinud lapsel. Kuid lapse esimese hingetõmbega (esimese kisaga) täituvad tema kopsud õhuga ja jäävad kogu eluks laiunud olekusse, liibudes alati tihedalt rindkere seinte vastu. See toimub selle tõttu, et seestpoolt rõhub kopsuseintele õhk, väljastpoolt aga niisugust rõhumist ei ole, sest kopsude ümber asub hermeetiline õhuta kott; see moodustub pleura kahest lehest, millest üks on kokku kasvanud rindkere seinaga ja teine kopsu välispinnaga.

§ 31. Gaasivahetus kopsudes ja kudedes.

Sisse- ja väljahingatava õhu koostis. Organismi ja ümbritseva keskkonna vahel toimuva lakkamatu gaasivahetuse olemasolus pole raske veenduda, kui võrrelda kopsudest väljahingatava õhu koostist välisõhu koostisega. Viimane sisaldab kuni 21% hapnikku, süsihappegaasi hulk aga ei ületa protsendi sajandikke. Väljahingatavas õhus kahaneb hapniku hulk kuni 16%-ni, seevastu aga süsihappegaasi sisaldus kasvab järsult, saavutades 4—4,5%. See seletub hapniku tungimisega kopsudest verre ja süsihappegaasi väljumisega verest kopsumullides asuvasse õhku.

Gaasivahetus kudedes. Keha kudedesse voolav veri on küllastunud hapnikust, mis tungib läbi kapillaaride seinte lümfi ja hiljem rakkudesse. Keha rakkudes on terve rida spetsiaalseid fermente, mille osavõtul toimuvad mitmesugused keemilised protsessid. Tunginud raku sisemusse, ühineb hapnik fermentide mõjul kohe mitmesuguste ainetega, põhjustades nende hapendumist. Hapendusprotsesside tulemusena tekib süsihappegaas, mis tungib ümbritsevasse lümfi ja sealt soonte seinte kaudu verre.

Gaaside difusioon. Kirjeldatud gaasivahetuse aluseks on gaaside üldine omadus levida ühtlaselt kogu ümbritsevas ruumis. Niisugust nähtust nimetatakse gaaside difusiooniks. Selle näitena võib tuua lõhnavate ainete levimise: pliidil kõrbema läinud toidu lõhn ei jää püsima kööki, vaid levib järkjärgult kogu korteris.



Joon. 79. Sissehingatava (1) ja väljahingatava (2) õhu koosseis.

Gaaside difusioon toimub ka vedelikes, samuti vedeliku ja õhu vahel. Kui vedelikus on mingisugust gaasi suurel hulgal, õhus aga vähe, siis tungib ta vedelikust õhku. Seda võib tähele panna kihiseva joogi, näiteks kalja või limonaadiga täidetud pudeli lahtitegemisel. Joogis suurel hulgal sisalduv süsihappegaas hakkab eralduma gaasimullikestena. Kui aga gaasi on ümbritsevas õhus rohkem kui vedelikus, toimub difusioon vastassuunas. Kui klaasiga panna tuppa lubjavett, hakkab süsihappegaas difusiooni tõttu tungima õhust vedelikku. Seoses vedelikus tekkiva peaaegu lahustumatu süsihapu lubjaga sadestub see klaasi seintele ja põhja.

Kopsu voolav veri sisaldab kopsuõhuga võrreldes rohkem süsihappegaasi ja vähem hapnikku. Seepärast tungibki hapnik õhust verre, süsihappegaas aga verest õhku.

On mõistetav, et mitte ainult hapnik, vaid iga õhus olev gaas tungib verre vastavalt difusiooniseadustele. Seepärast on veres alati ka lämmastikku. Et aga see ei moodusta organismis mingisuguseid ühendeid, ei kulu ega neeldu, jääb lämmastiku sisaldus veres alati muutumatuks.

Hemoglobiini tähtsus. Kopsudest äravoolav arteriaalne veri sisaldab hapnikku tunduvalt rohkem, kui seda peaks olema difusiooniseaduste järgi. See on tingitud sellest, et kogu verretunginud hapnik ei jää vabasse olekusse, vaid enamik temast ühineb kohe punaste vereliblede hemoglobiiniga. Hapniku asemele, mis ühines hemoglobiiniga ja sel viisil kadus plasmast, astuvad verre kopsuõhust uued hapnikuannused. Vere aeglane voolamine kopsukapillaarides ja hemoglobiini sisaldus kindlustavad suure hulga hapniku imbumise verre.

Hemoglobiini küllastumine hapnikust oleneb viimase hulgast keskkonnas, s. o. vereplasmas. Kui hapnik tungib vereplasmasse ja ta hulk plasmas kasvab, hakkab hemoglobiin hapnikuga ühinema. Mida rohkem on plasmas lahustunud hapnikku, seda enam küllastub temast punaste vereliblede hemoglobiin. Ja vastupidi, sedamööda kuidas hapniku hulk plasmas väheneb, laguneb hemoglobiini ja hapniku ühend ning gaas läheb plasmasse.

Kui veri voolab suure vereringe kapillaarides, tungib tunduv osa hapnikku difusiooni tõttu plasmast koevedelikku, kus seda peaaegu ei ole. Seetõttu väheneb hapniku sisaldus plasmas. Otsekohe hakkab hemoglobiin ära andma temaga ühinenud hapnikku, mis läheb plasmasse ja hiljem koevedelikku.

Sel viisil kannab veri aktiivselt edasi hapnikku, mida

leidub veres mitte ainult lahustunud olekus, vaid ka seoses hemoglobiiniga tekkinud ebakindla keemilise ühendina.

Süsihappegaasi edasikandumine veres. Ka süsihappegaasi sisaldus veres on suurem, kui võiks oodata difusiooniseaduste järgi. Veri kannab edasi suurt hulka süsihappegaasi, sest viimane, samuti nagu hapnik, moodustab veres keemilisi ühendeid: plasmas tekitab süsihappegaas ühendi naatriumiga, punastes libledes kaaliumiga.

Vingmürgitus. Meid ümbritsevas õhus leiduvate gaaside hulgas omab erilist tähtsust süsinikhapend (CO), vingugaasi peamine koostusosa, mis tekib orgaaniliste ainete mittetäielikul põlemisel. Punaste vereliblede hemoglobiin ühineb kergesti süsinikhapendiga, tekitades palju püsivama ühendi kui hapnikuga. Süsinikhapend, mis on sattunud õhust verre, imbub kohe punastesse vereliblede, mis sellega vabastavad vere vedela osa uute süsinikhapendi annuste jaoks. Seetõttu difusioon ei katke ja verre tungivad järjest uued süsinikhapendi annused, mida erütrotsüüdid pidevalt haaravad. Seega isegi väga vähese vinguhulga puhul õhus võib seda aegamööda verre koguneda rohkesti.

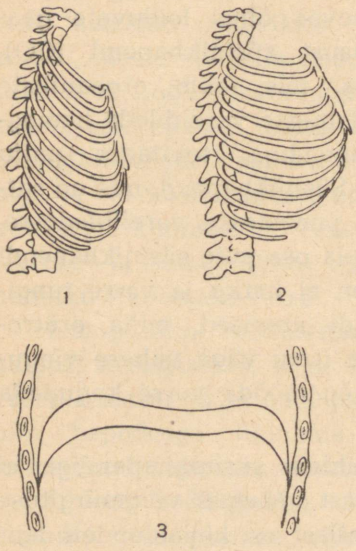
See hemoglobiini osa, mis ühines süsinikhapendiga, ei saa ühineda hapnikuga. Seepärast väheneb vingmürgituse puhul hapniku hulk veres ja ühtlasi on kehaelundeis häiritud hapendusprotsesside normaalne kulg.

Esmaabi vingmürgituse puhul. Vingmürgitus võib tihti esineda elukondlikes tingimustes, kui ahjukütmisel on suitsusiiber suletud enne puude täielikku ärapõlemist. Mürgituse tunnuseks on peavalu, hingelduse, iivelduse ja südamepekslemise tekkimine. Raskemail juhtudel võivad esineda krambid, teadvusekaotus ja isegi surm. Esmaabiks on tarvis haige kõigepealt viia värske õhu

kätte ja alles siis püüda elustada hingamist, andes nuusutada nuuskpiiritust või kõditades ninas õlekõrrega. Kui see ei aita, tuleb teha kunstlikku hingamist.

§ 32. Hingamisliigutused.

Kopsu ventilatsioon. Gaasivahetus õhu ja vere vahel võib toimuda ainult kopsu ventilatsiooni korral, mis teostub hingamisliigutuste varal. Hingamislihaste kokkutõmbumine kutsub esile rindkere mahu muutuse. Seoses rindkere mahu muutumisega muutub kopsu maht.

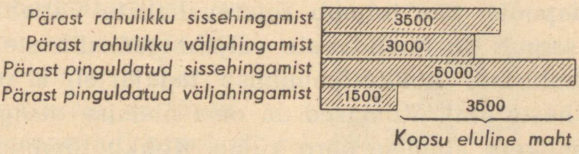


Joon. 80. Rindkere mahu muutumise skeem:
1 — rindkere allalastud roietega (väljahingamine); 2 — sama tõstetud roietega; 3 — diafragma kupli asend väljahingamisel (ülemine piirjoon) ja sissehingamisel (alumine piirjoon)

Järgnedes rindkere paisumisele, paisub ka kops ja sinna tungib välisõhk samuti, nagu ta tungib sepalõõtsa selle laialitõmbamisel. Rindkere mahu vähenemisel surutakse kops kokku ja temas olev üleliigne õhk väljub. Rindkere mahu vahelduv suurenemine ja vähenemine sunnib õhku kord kopsu tungima, kord sealt väljuma.

Rindkere mahu muutus. Rindkere võib paisuda nii pikuti (ülevalt alla) kui ka laiuti. Paisumine pikuti (ülevalt alla) toimub kõhu ja rinnaõõne vahelise lihase ehk diafragma kokkutõmbumisel. Vahelihase kokku tõmbudes muutub selle kuppel lamedamaks.

Rindkere maht sõltub mitte ainult diafragma, vaid ka roiete asendist. Viimased kulgevad lülisambast längsihis allapoole, suundudes algul kõrvale ja siis ette. Roided on ühendatud lülisamba lülidega liikuvalt ja vastavate lihaste kokkutõmbumisel võivad mõnevõrra tõusta ja laskuda. Kui roided tõusevad ja kisuvad rinnaku üles ja ettepoole, rindkere läbimõõt suureneb, roiete allapoole vajumisel aga väheneb.



Joon. 81. Kopsumahu muutumine rahulikul ja pingutatud hingamisel.

Rahulik hingamine. Kui inimene rahulikult lamab või istub, teeb ta 15—16 hingamisliigutust minutis. Iga liigutusega vahetatakse võrdlemisi väike osa kopsus olevast õhust — umbes 500 sm^3, tihti aga veel vähem.

Säärase rahuliku hingamise juures toimub sissehingamise ajal diafragmalihaste kokkutõmbumine ja tema kuppel muutub lamedamaks. Samaaegselt tõmbuvad kokku roiete vahel ning roiete ja lülide vahel asetsevad sissehingamislihased. Seejuures roided kerkivad, pingutades kõhri, mis neid ühendavad rinnakuga. Niipea kui sissehingamislihaste kokkutõmbumine lakkab, taanduvad ülespoole pingutatud roiete kõhred oma normaalsesse asendisse, lastes sellega roietel langeda; diafragma kumerdub üles kõhuelundite survel. Seega rahuliku hingamise ajal tõmbuvad lihased kokku ainult sissehingamisel, kuna väljahingamine toimub passiivselt lihaste lõtvumise tulemusena.

Sügav hingamine. Sügava hingamise puhul võib kopsu ventileerimist mitu korda suurendada sisse- ja välja-

hingamisega. Tugevdades sissehingamist, võime täiendavalt kopsu sisse viia 1500—2000 sm^3 õhku.

Sügav hingamine ei toimu ainult ülalnimetatud, vaid ka täiendavate lihaste, näit. abaluudest ja õlavarreluudest roieteni kulgevate lihaste ja kaelalihaste abil.

Pärast rahulikku väljahingamist võib inimene veel välja hingata ligikaudu 1000—1500 sm^3 õhku. Seejuures muutub diafragma tavalisest kumeramaks ja roided tõmbuvad tugevasti allapoole. See toimub roietevaheliste väljahingamislihaste, samuti ka täiendavate väljahingamislihaste, peamiselt kõhulihaste kokkutõmbumise tagajärjel, s. o. kõhuseinte lihaste abil. Viimased on oma ülemise otsaga kinnitunud rindkere alumise ääre külge. Kokku tõmbudes tõmbavad nad rindkere allapoole; samaaegselt surudes kõhuõõnt (kõht „tõmbub kokku"), sunnivad nad diafragmat tugevamalt rinnaõõnde kumerduma.

Kopsu eluline maht. Muutus rinnaõõne mahus sõltub hingamise sügavusest. Rahulikul hingamisel muutub maht väga vähe, seevastu sügava hingamisega võib inimene viia kopsu mitu liitrit õhku.

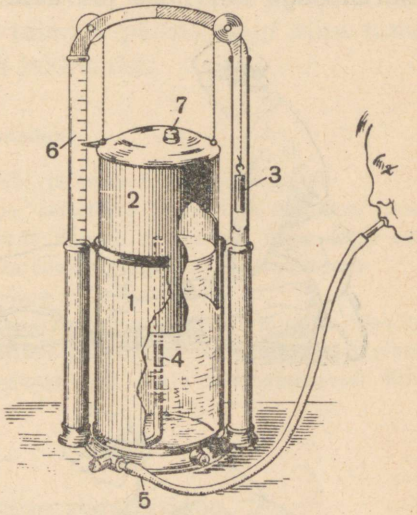
Õhu hulka, mida inimene võib sisse hingata pärast sügavat väljahingamist (või vastupidi, välja hingata pärast päris sügavat sissehingamist), nimetatakse kopsu eluliseks mahuks. Selle mõõtmiseks kasutatakse spiromeetrit — seadeldist, mis on kujutatud joonisel 82.

Spiromeetriga teostatud uurimused on näidanud, et kopsu eluline maht on inimestel erinev. Tavaliselt kõigub see 3000 ja 5000 kuupsentimeetri vahel.

Sügava hingamise tähtsus. Pärast rahulikku väljahingamist jääb kopsu umbes 2500 sm^3 õhku. Sooritanud rahuliku sissehingamise, viib inimene kopsu täiendavalt umbes 500 sm^3 õhku, millest kopsumullikesteni jõuab ainult 300—350 sm^3, sest vähemalt 150 sm^3 jääb hingamis-

teedesse (nina-neeluõõnde, hingetorru, trahheasse ja bronhidesse). Sel kombel satub rahulikul sissehingamisel kopsumullikestesse kõigest umbes 350 sm^3 välisõhku, mis moodustab mitte rohkem kui $^1/_7$ osa kopsumullide õhust.

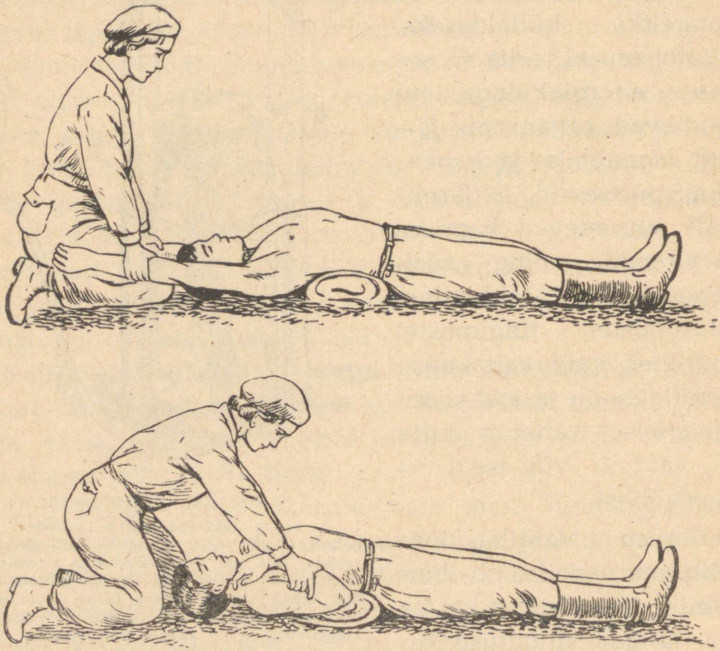
Säärane kopsu ventileerimine ei osutu alati kaugeltki küllaldaseks. Töötegemisel, eriti seoses suure energiakuluga, tugevnevad organismis järsult lagunemis- ja hapendumisprotsessid, ja järelikult suurenevad hapniku tarvitamine ning süsihappegaasi tekkimine. Seesugustel tingimustel suureneb tunduvalt kopsu ventilatsioon ja igal sissehingamisel vahetub mitte $^1/_7$, vaid $^1/_4$ või isegi $^1/_2$ kopsuõhust.



Joon. 82. Spiromeeter:
1 — veega täidetud väline silinder; 2 — eelmise sees olev sisemine silinder; 3 — raskus, mis on tasakaalustatud sisemise silindriga; 4 — toru, mille kaudu väljahingatav õhk läheb spiromeetrisse (toru sisemine ots on vee tasemest kõrgemal); 5 — suulisega kummitoru; 6 — skaala spiromeetrist väljasurutud õhu määramiseks; 7 — kork.

Kopsu ventilatsiooni võib suurendada nii hingamise tihendamise kui ka iga hingamisliigutuse tugevdamise kaudu. Liigse tihendamise puhul (40—50 sissehingamist minutis) muutub hingamine niivõrd pinnaliseks, et ainult tühine osa õhust läheb kopsumullidesse. Sel puhul kopsud ei ventileeru küllaldaselt ja gaasivahetus kopsuõhu ning vere vahel toimub halvasti. Vastupidi, sügav hingamine ventileerib hästi õhku kopsus ja soodustab tugevat gaasivahetust.

Kunstlik hingamine. Hingamise seismajäämisel võib seda elustada kunstlikult. Kunstlikku hingamist kasutatakse uppunute, elektrilöögist rabatute jne. päästmisel. Seda tehakse rindkere vahelduva laiendamise ja kokkusurumisega kõrvalise jõu abil. Seistes kannatanu pea juu-



Joon. 83. Kunstlik hingamine: üleval seisund sissehingamisel, all — seisund väljahingamisel.

res, tõstab abistaja tema käed üles nii kaugele, kui see on võimalik. Seesuguste käteliigutuste mõjul tõusevad roided, paisub rind ja toimub sissehingamine. Siis kõverdatakse kannatanu käed küünarnukkidest terava nurga all ja surutakse nad rinnale, rõhudes roideid. Seejuures roided lasku-

vad, rindkere surutakse kokku ja toimub väljahingamine. Kunstliku hingamise rütm peab vastama loomulikule hingamisele — 16 hingamisliigutust minutis.

Kunstlikku hingamist tuleb teha katkestamatult, kuni säilib kasvõi nõrgimgi südametegevus. On olnud juhtusid, kus sel kombel on õnnestunud inimelu päästa isegi mitu tundi pärast loomuliku hingamise lakkamist.

Ülesanded.

1. Mõelda tähelepanelikult läbi järgmised formuleeringud:

a) õhk tungib kopsudesse ja selletõttu kopsud ja rindkere laienevad; b) rindkere ja sellega koos kopsud laienevad, mille tõttu toimub sissehingamine; c) rindkere laieneb, sest et kopsud laienevad.

Missugune formuleering on õige ja mispärast?

2. Pannud käe rinnale, lugeda hingamise sagedust minutis. Teades igal rahulikul väljahingamisel väljahingatava õhu hulka ja selles sisalduva süsihappegaasi hulka, arvutada, kui palju süsihappegaasi hingate välja tunnis, ööpäevas.

§ 33. Hingamise regulatsioon.

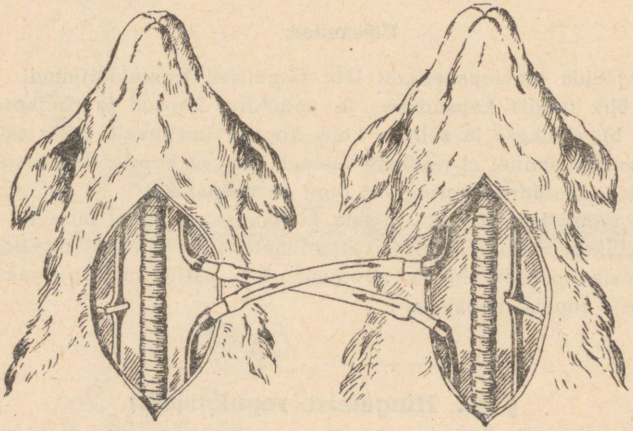
Hingamistsentrum. Peaaju alumises osas, piklikus ajus, asub hingamistsentrum — kesknärvisüsteemi osa, mille vigastamisel hingamine kohe lakkab.

Sellest tsentrumist tulevad impulsid närvikiudude kaudu läbi seljaaju hingamislihastesse. Seejuures erutuvad kindlas järjekorras kord sisse-, kord väljahingamislihased.

Süsihappegaasi mõju hingamistsentrumile. Hingamisliigutuste tihedus ja sügavus muutuvad pidevalt. Nende muutuste põhjuste tekkimisele annab seletuse katse ristuva vereringega.

Kahel koeral lõigatakse kaela ühel poolel katki unearteerid, mis kannavad verd pähe. Torude abil ühendatakse kat-

kilõigatud arteeride otsad nii, et ühe koera veri satub teise koera unearteeri ja vastupidi. Kaela teisel poolel asetseva unearteeri kinnisurumisel saab kummagi koera aju mitte oma, vaid võõrast verd. Kui nüüd ühel koeral suruda kinni trahhea ja sellega katkestada kopsuõhu ventilatsioon, siis ilmuvad tihendatud ja tugevdatud hingamisliigutused mitte sellel koeral, vaid teisel.



Joon. 84. Katse ristuva vereringega.

See on tingitud sellest, et hingamistsentrumi erutuvus sõltub suurel määral temast läbivoolava vere koostisest. Tugeva töö puhul ja lämbumisel koguneb verre rohkem süsihappegaasi, mis erutab hingamistsentrumit, mille tõttu hingamisliigutused toimuvad tihedamini ja sügavamalt. Vastupidi, kui süsihappegaasi sisaldus on veres alanenud, väheneb hingamistsentrumi erutuvus ning hingamine muutub harvemaks ja nõrgemaks.

Niisiis peaosa hingamisliigutuste regulatsioonis etendab süsihappegaasi sisaldus veres.

Siiski suur tähtsus on hingamise juures ka närviimpulssidel, mis tulevad kopsust hingamistsentrumisse uitnärvi tsentripetaalsete närvikiudude kaudu. Need tingivad sisse- ja väljahingamise rütmilise vaheldumise.

Hingamisliigutuste sagedus ja sügavus võivad muutuda reflektoorselt — naha ja teiste kehapiirkondade erutuse tõttu. Näiteks ajutine hingamise katkemine, mis tekib äkilisest sukeldumisest külma vette, on ühenduses nahas olevate tsentripetaalnärvide lõpmete ärritusega. Hingamine katkeb ka nuuskpiiritusega märjaks tehtud vatitükikese tõstmisel nina juurde. Sel korral on refleksi põhjuseks ärritus ninaõõne limaskestas asetseva haistmisnärvi lõpmetes.

Ülesanded.

1. Asetanud lauale kella, millel on sekundiosuti, hingake sügavalt sisse ja pidage siis hinge kinni. Mitu sekundit suutsite hinge kinni pidada? Missugused olid esimesed hingamisliigutused otsekohe pärast hingamise kinnipidamise lõppu (kas sügavad või pinnalised)? Hingake mitu korda kiiresti ja sügavasti ja pange tähele, kas hingamisliigutused ei lakka seejärel mõneks ajaks.

Tähelepanekute tulemused ühes üksikasjaliku seletusega kirjutage vihikusse.

2. Miks ujujad enne sukeldumist mitu korda sügavalt sisse hingavad? Mis tähtsus sellel on?

3. Seletage, miks vastsündinul tekivad esimesed hingamisliigutused alles pärast seda, kui nabaväät läbi lõigatakse.

§ 34. Hingamise tervishoid.

Ümbritseva õhu mõju organismile. Hingamiselundite õigele tööle ja kogu organismi tervisele on suure tähtsusega sissehingatava õhu kvaliteet.

Värske välisõhk avaldab organismile soodsat mõju. Kinniste, tuulutamata ruumide õhk on aga kahjulik. Sinna

kogunevad veeaurud, süsihappegaas, halvasti lõhnavad ollused, mis tekivad higi lagunemisel. Neile võivad lisanduda tolmukübemed ja mitmesugused gaasitaolised ained, mis erituvad näiteks toiduvalmistamisel.

Isikud, kes pidevalt viibivad õhustamata ruumides ja mittevärskes õhus, muutuvad kehvvereseks ja loiuks, väsivad kergesti ning tunnevad peavalu.

Õhk nakkushaiguste kandjana. Õhk võib muutuda mõnede haiguste leviku koldeks. Köhimisel, aevastamisel, kõnelemisel ja isegi tugeval väljahingamisel satuvad õhku väikesed piisad, mis võivad sisaldada mõnede nakkushaiguste pisikuid. Tavaliselt hõljuvad need piisakesed pikema või lühema aja vältel õhus ja tungivad hõlpsasti ümbritsevate inimeste hingamiselundeisse. Säärane nakkus esineb eriti tihti gripi, difteeria, läkaköha, leetrite, sarlakite ja mõnede teiste haiguste puhul ning seda nimetatakse piisk-infektsiooniks.

Ka tolm on nakkushaiguste edasikandja. Ruumide koristamisel või riiete puhastamisel satuvad sülje, röga või mäda ärakuivanud osakesed tolmu pisikübemete näol õhku ja hõljuvad seal kaua. Mõned nakkushaigused, näiteks tuberkuloos, antakse kergesti edasi niisuguste nakatatud tolmukübemekestega (tolm-infektsioon).

Tolm- ja eriti piisk-infektsioon on ohtlikud peamiselt kinnistes ruumides. Välisõhk, olles alatiselt liikuv, kannab ära ja hajutab kiiresti temasse sattuvad pisikud.

Elu- ja tööruumide ventilatsioon. Kõik see nõuab mitte ainult sagedast viibimist värskes õhus, vaid ka õhupuhtuse kontrolli tubades.

Mida vähem on ruumis õhku, seda kiiremini ta rikneb; mida rohkem on teda, seda kauemini säilitab ta oma normaalseid omadusi. Seepärast ei või tube koormata liigse mööbliga.

Ruumides on tarvis õhku pidevalt ventileerida. Seal, kus on väga palju inimesi (teatrites, klubides) või kus õhk eriti tugevasti rikneb kahjulike gaaside ja suurte tolmukoguste tõttu (mõned vabrikud ja tehased), kasutatakse erilisi pidevalt õhku vahetavaid ventilatsiooniseadeldisi.

Eluruume tuleb regulaarselt õhustada hommikuti pärast tõusmist ja õhtuti enne magamaheitmist. Veel parem on jätta aken või õhuaken lahti terveks ööks.

Võitlus tolmuga. Võitluses tervisliku õhu eest on tarvis ühes ruumide õhustamisega kõrvaldada hoolikalt ka tolm. Sisenedes ruumi, peab korralikult pühkima jalgu, et mitte jalatsitega tänavatolmu tuppa tuua; kunagi ei tohiks tubadesse astuda üleriideis, puhastada seal riideid ja jalatseid.

Ruumide koristamist tuleb toimetada nii, et tolm õhku ei tõuseks. Seepärast pühitakse põrandat niiske viha või harjaga, mis on kaetud niiske lapiga; ka asjadelt pühitakse tolmu niiske lapiga.

Ühiskondlike tervishoiu-ürituste tähtsus. Võitlus puhta õhu eest ei tohi piirduda ainult nende abinõudega, mida iga inimene võib oma elamus läbi viia. Peale selle on vajalikud veel ühiskondlikud tervishoidlikud üritused.

Nõukogude Liidus on neil üritustel avar riiklik iseloom. Need seisavad linnade ja töölisasulate haljastamises, „roheliste kaitsevööndite" rajamises üksikute ehitiste, kvartaalide ja tervete linnade ümber, tänavate sillutamises ja kastmises, eriliste suitsupüüdjate ehitamises tööstusettevõtete korstnatele jne.

Küsimused kordamiseks.

1. Kus toimuvad organismis hapendusprotsessid?
2. Miks kopsud on venitatud olekus? Missugustel tingimustel võib tekkida kopsude kokkuvajumine?

3. Missugune on hingamisteede ja kopsude ehitus?
4. Miks on vaja hingata läbi nina ja mitte suu kaudu?
5. Mille poolest sissehingatav õhk erineb väljahingatavast õhust?
6. Kuidas toimub gaasivahetus organismi ja väliskeskkonna vahel?
7. Mis toimub organismis vingmürgituse puhul?
8. Missugused on esmaabi andmise põhireeglid selle mürgituse puhul?
9. Kuidas toimub sisse- ja väljahingamine rahulikul ja sügaval hingamisel?
10. Mis on kopsude eluline maht ja kuidas seda mõõta?
11. Kuidas osutada esmaabi hingamise lakkamisel?
12. Kuidas muutub kopsude ventilatsioon organismi mitmesuguse tegevuse puhul?
13. Kuidas reguleeritakse hingamisliigutusi?
14. Missugused on hingamise tervishoiu põhireeglid?

V. SEEDEELUNDID.

§ 35. Toit ja selle koostis.

Toitumise tähtsus. Nagu teame, laguneb organismis iga päev tohutu hulk vereliblesid. Hukkub ka teisi keharakke. Sellega aga ei piirdu organismis toimuvad lagunemisprotsessid. Ainevahetus ja energia vabanemine, mis on tarvilikud organismi elutegevuseks, on seoses igas rakus toimuva pideva osalise lagunemisega.

Kõik kaod organismis taastuvad lakkamatult organismi poolt iga päev tarvitatava toidu arvel.

Toidust saab organism aineid, mida ta vajab hukkunud rakkude asendamiseks uutega, samuti ka kasvamiseks ja rakkude elutegevusega seoses olevate kadude korvamiseks. Kui loom jätta ilma toiduta, lahjub ta ruttu ja lõpuks hukkub kurtumusest (kõhnumisest).

Niisiis toit on organismi ehitusmaterjaliks ja ühtlasi ka ainukeseks energiaallikaks.

Toitained. Toitaineteks nimetatakse toidu koostusosi, mis on vajalikud organismile. Nende hulka kuuluvad kõigepealt need kolm gruppi keerulisi orgaanilisi aineid, millest koosnevad iga raku protoplasma ja tuum, nimelt valgud, rasvad ja süsivesikud.

Peale selle kuuluvad toidu koostisse mitmesugused mineraalained (kloornaatrium, kloorkaltsium ja teised anorgaanilised soolad), vesi, samuti ka vähesel hulgal mõned muud ained (vitamiinid), millel on organismi ainevahetuse normaalses protsessis suur tähtsus.

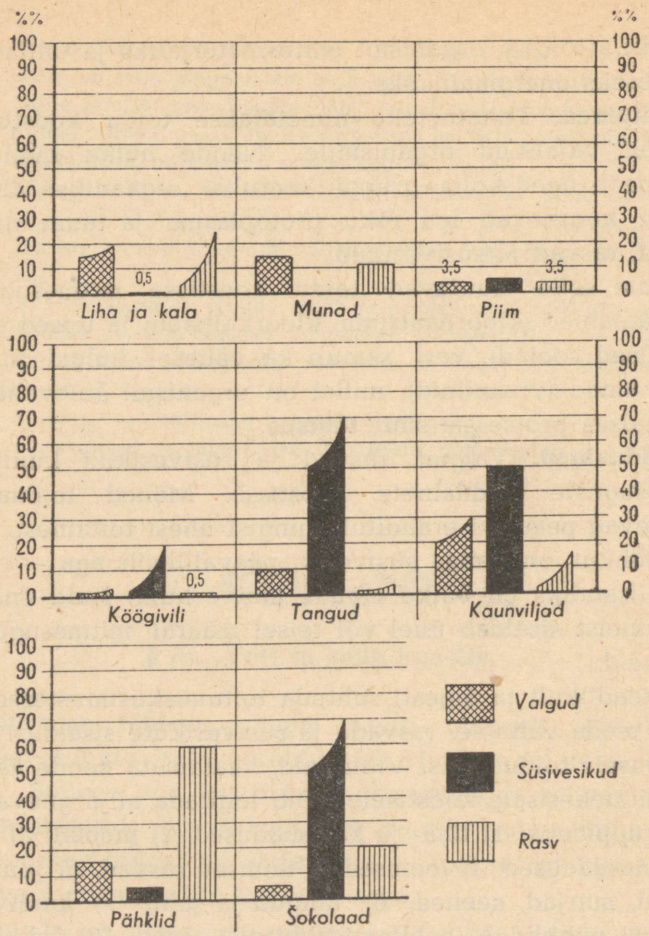
Toiduained. Valgud, rasvad ja süsivesikud kuuluvad mitmesuguste toiduainete koostisse. Mõned toiduained koosnevad peaaegu eranditult mingist ühest toitainest. Näiteks suhkur on puhas süsivesik, päevalilleõli aga — rasv, mille lisandiks on väike muude ainete hulk. Kuid enamik toiduaineist sisaldab ühel või teisel määral mitmesuguseid toitaineid.

Et teadlikult ja õigesti suhtuda toitumisküsimustesse, on tarvis teada valkude, rasvade ja süsivesikute sisaldust mitmesuguseis toiduaineis. Viimaseid, vaatamata nende äärmiselt mitmekesisele koostisele, võib liigitada alljärgnevateks põhigruppideks: 1) liha- ja kalasaadused, 2) munad, 3) piim ja piimasaadused, 4) loomsed ja taimsed rasvad, 5) juurvili, puuvili, marjad, seened, 6) tangud ja jahu, 7) kaunviljaterad, 8) pähklid, 9) suhkrusisaldusega ained, 10) šokolaad, kakao.

Need grupid erinevad üksteisest toitainete sisalduselt[1]. Allpool järgneb iga grupi lühike iseloomustus.

1. **Liha- ja kalasaadused.** Liha ja kala on valkude põhiallikaks: tavaliselt sisaldavad nad 15—20% ulatuses valke.

[1] Üksikute toiduainete koostis on antud lisades raamatu lõpus.



Joon. 85. Tähtsamate toiduainete valkude, rasvade ja süsivesikute sisaldus.

Eriti palju valke sisaldab kalamari (20 — 30 %). Süsivesikute hulk on tühine (ei ületa tavaliselt 0,5%). Rasvasisaldus võib olla mitmesugune: lahjal loomalihal 3 — 5%, väga rasvasel aga 25% ja isegi enam.

Selle grupi rasvaväheste ainete hulka kuuluvad vasikaliha, kanaliha, karpkala, koger, koha, haug jt., rasvarikaste hulka — sealiha, lambaliha, heeringas, luts, lõhi, beluuga, enamik vorstisortidest.

2. **Munad.** Munades on rikkalikult valke (14%) ja rasva (11%); süsivesikute hulk on tühine. Muna väärtuslikum osa on munakollane, mis sisaldab kuni 30% ulatuses rasva ja rea teisi organismile vajalikke aineid.

3. **Piim ja piimasaadused.** Piim sisaldab väga palju vett. Toiduaineist on piimas 3,5% valke ja rasva ning 5% süsivesikuid.

Piima seismisel kerkib temas leiduv rasv pinnale, moodustades koorekihi. Kooritud piim peaaegu ei sisalda rasva. Kauase seismise korral, samuti ka mõnedel muudel tingimustel (näiteks hapendamisel) piim kalgestub, kusjuures tekib kaseiinvalgu kogukas sadestus. Hapendatud piimast valmistatakse valgurikkaid piimasaadusi (kohupiim, juust). Nende rasvasisaldus sõltub valmistusviisist: kooritud piimast saadakse tooteid, mis ei sisalda peaaegu sugugi rasva, koorest aga saadakse rasvarikkaid tooteid.

4. **Loomsed ja taimsed rasvad.** See toiduainete grupp ei sisalda peaaegu üldse süsivesikuid ega valke. Looma- või taimesaaduste erilisel töötlemisel saadakse paljusid rasvu (või valmistamine koorest ja hapukoorest, taimerasva pressimine seemnetest; margariini valmistamine).

5. **Köögivili, puuvili, marjad, seened.** Need toiduained sisaldavad nagu piimgi väga palju vett. Süsivesikute hulk kõigub 20% (kartul) ja 1—2% (salat, kurgid) vahel. Valke on harva üle 1—2%. Rasvasisaldus on väga väike.

6. **Tangud ja jahu.** Tangud ja jahu sisaldavad üsna vähe vett. Meie tavalises toidus on nad süsivesikute põhiallikaks, sest nad sisaldavad tärklist keskmiselt 50—70%. Vähe pole

teraviljasaadustes ka valke — keskmiselt umbes 10%. Rasvasisaldus on väga väike.

Toiduvalmistamisel lisandatakse neile ainetele suurel hulgal vett: leib kaalub 30—50% rohkem kui valmistamiseks tarvitatud jahu; et putru keeta, on tarvis võtta vett 3 — 5 või isegi 10 korda rohkem kui tangusid.

7. **Kaunvilja-terad.** Eriti valgurikkad on herned, oad, türgioad ja läätsed (20—30%); neis on palju ka süsivesikuid. Sojauba, mis mõnel pool on peamiseks toiduaineks, sisaldab palju rasva.

8. **Pähklid.** Pähklite eri sortidel pole kaugeltki ühesugune koostis, ent nad kõik on väga rikkad rasvade poolest, mille hulk võib ulatuda üle 60%. Peale selle on pähklites palju valke (ligikaudu 15%). Süsivesikute sisaldus on väga väike.

Päevalilleseemned on oma koostiselt pähklitele lähedased: nad sisaldavad 40—50% ulatuses rasva.

9. **Suhkrusisaldusega ained.** Suhkur kujutab endast puhast süsivesikut. Mesi, marja- ja puuviljakeedised, karamell ning väga paljud teised kompvekisordid sisaldavad samuti peaaegu ainult süsivesikuid, kui mitte arvestada vett ja päris tähtsusetut valgu ning teiste ainete kogust.

Siia võib arvata ka tärklist, mida saadakse kartuli või jahu töötlemise teel; tärklis on nagu suhkurgi puhas süsivesik.

10. **Šokolaad, kakao.** Need toiduained sisaldavad ühes suure hulga süsivesikutega (50 — 70%) ka palju rasva (kuni 20%) ja umbes 5% valke.

Ülesanne.

Kirjutage vihikusse kolm toiduainet, mis on valkude, rasva ja süsivesikute põhiallikaks teie tavalisel toitumisel. Missugused teie poolt üleskirjutatud toiduainetest on ühtlasi kahe toitainete liigi allikaks? Missuguste liikide?

§ 36. Seedimine.

Seedimise tähtsus. On loomi, kes saavad ümbritsevast keskkonnast valmis toitaineid, mis ei vaja eeltöötlust. Sääraste loomade hulka kuuluvad soolte nugilised ja mõned teised parasiidid. Elades „peremehe" sooltes või mõnes muus elundis, saavad nad juba valmis, seeditud toitaineid.

Rõhuv enamik loomi kasutab toiduks niisuguseid aineid, mis ei saa tungida läbi rakukesta ja järelikult pole otsekohe omastatavad organismi poolt. Nende ainete vastuvõtmiseks on tarvis eeltöötlust — seedimist.

Seedimisprotsessi puhul toimuvad toidus mehaanilised ja keemilised muutused.

Mehaanilisteks muutusteks on toidu peenendamine hammaste abil, samuti ka ta niisutamine. Peenendatud ja lahustatud toit muutub hõlpsasti keemiliselt, kusjuures valkude, rasvade ja süsivesikute keerulised osad lõhustuvad. See lõhustumine ehk seedimine toimub seedefermentide kaasabil ja tekitab lihtsamaid aineid, mis tungivad vabalt läbi sooleseina.

Süsivesikute lõhustumine. Seedeprotsessis lõhustub iga tärklise molekul lihtsa süsivesiku — viinamarjasuhkru ehk glükoosi — mitmeks molekuliks. Alaliselt toiduks tarvitatava pilliroo- või peedisuhkru molekul lõhustub kaheks lihtsaks süsivesikuks — glükoosiks ja puuviljasuhkruks. Sama toimub ka piimasuhkruga, mis kuulub piima koostisse.

Valkude lõhustumine. Valkude lõhustumine ei toimu korraga. Selle protsessi algsaadused kujutavad endast alles väga keerulisi aineid, mille edasine lõhustumine viib lihtsamate ühendite — amiinhapete — tekkimisele.

Praegusel ajal tuntakse üle 20 liigi amiinhappeid, mis

kuuluvad valkude koostisse. Mitmesuguste loomade ja taimede valgud, samuti ka keha mitmesuguste elundite ja kudede valgud on üksikute amiinhapete sisalduse poolest üksteisest erinevad.

Rasvade lõhustumine. Rasva iga molekul lõhustub üheks glütseriini molekuliks ja kolmeks rasvahapete molekuliks.

Rasva sulamistemperatuur sõltub rasva koostisse kuuluvaist rasvahappeist. Vedelad rasvad — taimsed rasvad, kalarasv — on madala sulamistemperatuuriga. Kõrgema sulamistemperatuuriga on näiteks lambarasv.

Ühinedes leelistega tekitavad rasvahapped soolasid, mida nimetatakse seepideks. Majapidamises tarvitatav seep kujutab endast rasvahapete naatriumsoola ning seda saadakse rasvahapetest naatriumhüdroksüüdi ehk seebikivi toimel.

Rakusisene seedimine. Ainuraksetel toimub seedimine raku sees. Jälgides mikroskoobis amööbi liigutusi, võib tähele panna tema keha ühes või teises kohas ilmuvaid kühmusid — kulendeid. Kui looma keha puutub kokku mõne kõva kübemekesega, haaravad kulendid selle igast küljest, temast otsekui üle voolates, ja varsti on ta amööbi sees. Osakest ümbritsevas protoplasmas tekib väike õõs, mida nimetatakse seedevakuooliks. Haaratud osakeses sisalduvate toitainete seedimine sünnib seedefermentide toimel. Viimased tungivad vakuoolisse protoplasmast. Seedimata jäänused heidetakse välja hetkel, mil vakuool on amööbi liigutuste tõttu nihkunud keha välispinna lähedale.

Rakuväline seedimine. Suurte ainuõõssete loomadega (aktiinidega) tehti järgmine katse. Nende seedeõõnde asetati filterpaberisse mähitud verevalgu — fibriini tükikesi. Mõne aja möödudes võeti fibriin uurimiseks välja. Ilmnes, et ta oli peaaegu tervenisti lahustunud. See katse näitab, et

ainuõõssetel võib seedimine toimuda mitte rakkudes, vaid seedeõõnes endas, kus toiduosakesed kleepuvad limaga, mida eritavad erilised näärmerakud. See lima sisaldab fermente, mille abil toimubki toidu seedimine. Väikesi pooleldi seeditud osakesi võivad haarata teised rakud, mille sees nagu amööbilgi tekivad seedevakuoolid.

Nõnda võib ainuõõssete juures tähele panna nii rakusisest kui ka rakuvälist seedimist. Ka paljudel teistel selgrootutel võib seedimine toimuda samaaegselt nii seedeõõnes kui ka rakkude sisemuses. Kuid mida arenenuma organismiga on loom, seda suurema tähtsuse omandab rakuväline seedimine.

Selgroolistel loomadel toimub toidu seedimine täielikult väljaspool rakke, seedekanalis, kuhu arvukad seedenäärmed eritavad mahlu, mis sisaldavad kõiki vajalikke fermente.

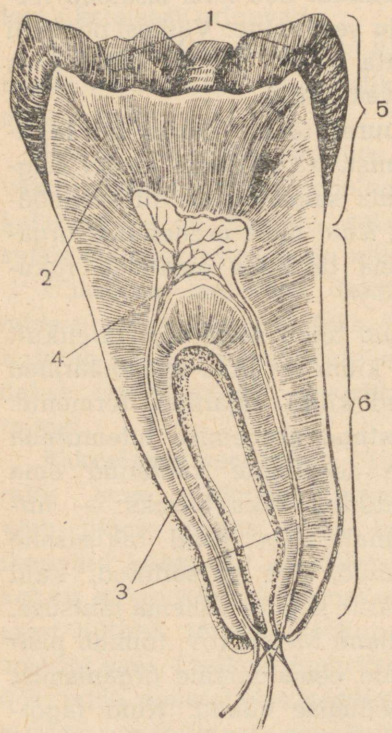
Fagotsüüdid. Sajandeid kestnud arenemise tulemusena on loomadel toidu rakusisene seedimine kaotanud oma esialgse tähtsuse ja on muutunud rakuväliseks — niisuguseks, mis toimub seedekanali sees. Kuid rakusisene seedimine pole täielikult kadunud. See on säilinud, kuid omandanud teise, organismile mitte sugugi vähema tähtsuse.

Nagu näitas vene suur teadlane Metšnikov, toimub pisikute ja lagunevate keharakkude eemaldamine organismist fagotsüütide abil rakusisese seedimise kaudu. Kuid fagotsütoos ei asenda seedeprotsesse. Fagotsüüdid, nagu kõik teisedki keharakud, vajavad valmisolevaid, juba seeditud toitaineid.

§ 37. Suuõõs.

Hamba ehitus. Seedekanali alguseks on suuõõs. Siin niisutatakse toit süljega ja peenendatakse hammaste abil. Hambad koosnevad tihedast koest, mida nimetatakse

dentiiniks ning mis on luukoe eri liik. Nad asetsevad üla- ja alalõualuu erilistes sompudes. Hamba osa, mis on peidetud lõualuu sompu, nimetatakse hamba juureks, ja osa, mis kerkib välja — krooniks. Hamba sisemuses on õõs, mis on täidetud veresoontest ja närvidest rikka koega (säsiga). Sooned ja närvid tulevad hambasse juurt läbiva peene kanali kaudu. Krooni välispind on kaetud väga vastupidava hambavaabaga. Säärase ehituse tõttu on hambad väga vastupidavad.



Joon. 86. Hamba ehitus:
1 — hamba email; 2 — dentiin; 3 — kanalid, mille kaudu närvid ja veresooned tulevad hamba õõnde; 4 — hamba õõs; 5 — hamba kroon; 6 — hamba juur.

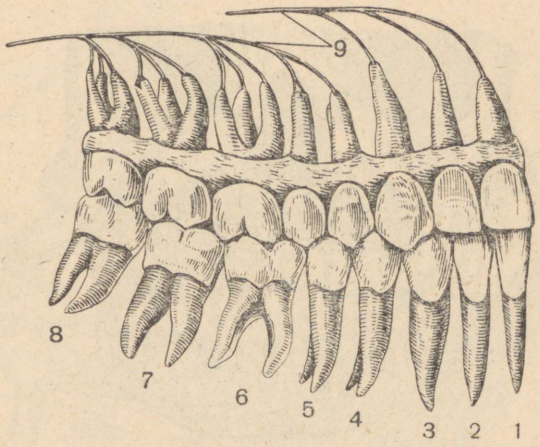
Hammaste hulk ja kuju. Inimesel on 32 hammast, 16 kummaski lõualuus. Kummagi lõualuu nelja eeshammast nimetatakse lõikehammasteks; neile järgnevad silmahambad (üks kummalgi pool), siis kaks väikest ja kolm suurt purihammast.

Toidu puremine ja peenendamine toimub purihammastega. Silmahammastega hammustatakse katki või rebitakse lahti suuremaid tükke. Lõikehammastega peamiselt hammustatakse toitu.

Piimahambad. Algul ilmuvad lapsel ajutiselt piima hambad. Kahe kuni kahe ja poole aastastel ulatub nende

arv kahekümneni: kaheksa lõike-, neli silma- ja kaheksa väikest purihammast.

Esimesed suured jäävpurihambad ilmuvad tavaliselt 6—8 aastastel. Sel vanuseastmel algab ka hammaste vahetus: piimahambad langevad järk-järgult välja, asendudes jäävhammastega. 12 — 14 aastastel lõpeb hammaste vahe-



Joon. 87. Inimese hambad:

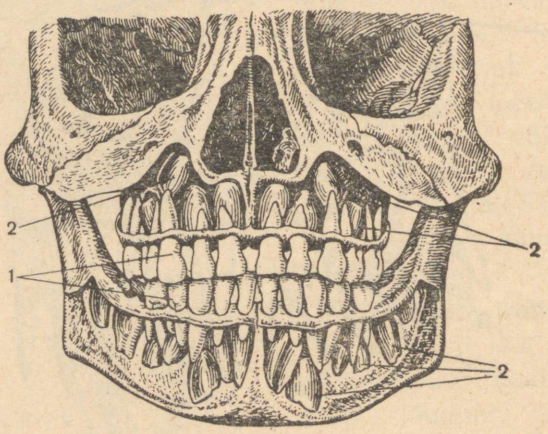
1 ja 2 — lõikehambad; 3 — silmahammas; 4 ja 5 — väikesed purihambad; 6, 7 ja 8 — purihambad (viimane on tarkusehammas); 9 — närvikiud, mis lähevad hambajuurtesse.

tus; samal ajal tulevad teised suured purihambad. Kõige tagumised purihambad (kummalgi pool üks) ilmuvad tavaliselt mitte enne 18. eluaastat, tihti isegi 25—30 aastastel; neid nimetatakse „tarkushammasteks".

Hammaste korrashoid. Hambavaabas, hoolimata selle vastupidavusest, võivad tekkida väikesed mõrad. Sääraste rikete põhjuseks on tavaliselt kõvade esemete, näiteks pähklite hammustamine või kuuma ja külma toidu

kiire vaheldumine suus (näiteks jäätise söömine pärast kuuma tee joomist). Lastel ja noorukeil on vaabakiht õhem kui täiskasvanuil, mispärast nende hambad lagunevadki kergemini. Eriti õrnad on piimahambad.

Vaabavigastus kutsub tavaliselt esile hamba järkjärgulise purunemise. Lagunev hammas võib alati põhjustada kõrvalasetsevate hammaste haigestumist, mistõttu on eriti



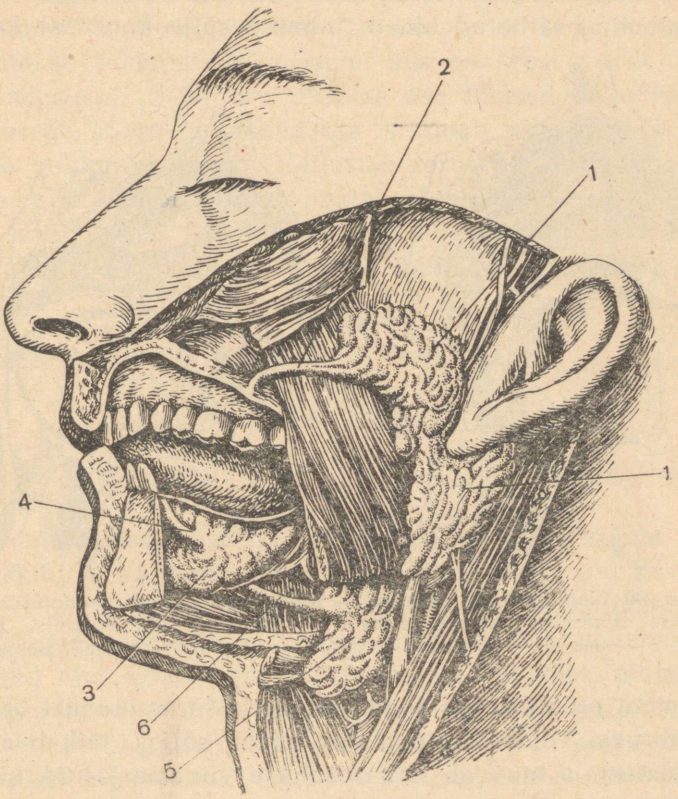
Joon. 88. Piimahambad:
1 — piimahambad; 2 — jäävhammaste algmed.

tähtis näidata suuõõnt arstile kaks korda aastas, et plombida või kõrvaldada vigastatud hambad.

Hamba lagunemise põhjuseks on tihti hammaste vahele jäänud toiduraasukeste mädanemine. Viimaste kõvaldamiseks on vajalik iga päev enne magamaheitmist hambaid puhastada pulbriga, harjates neid algul väljastpoolt ülevalt alla ja alt üles ning siis seestpoolt. Samal eesmärgil tuleb pärast söömist loputada suud joogiveega.

Süljenäärmed. Suuõõs on alati niiske. See on tingitud tema seintel asuvaist arvukaist pisinäärmeist, mis nõris-

tavad lima, samuti ka sülje eritumisest kolmest suuõõnde avanevast suurte süljenäärmete paarist: kõrva-süljenäärmeist, lõuaaluseist ja keelealuseist süljenäärmeist.



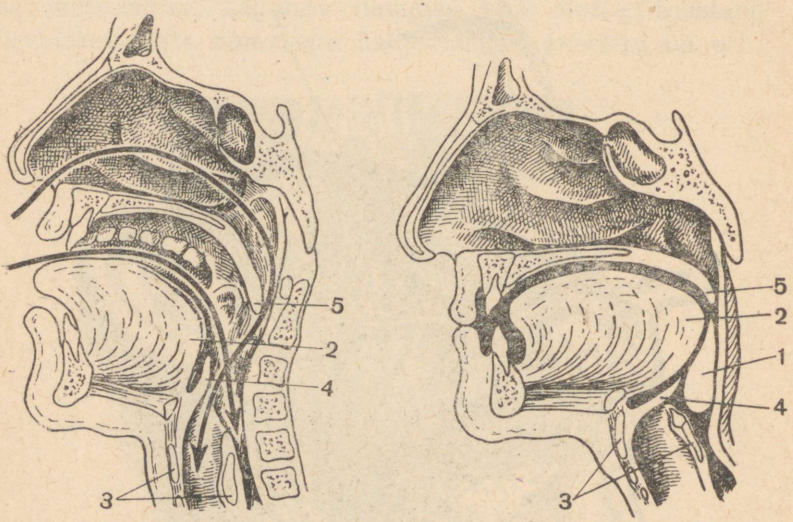
Joon. 89. Süljenäärmed:

1 — kõrva-süljenääre; 2 — kõrva-süljenäärme juha; 3 — keelealune süljenääre; 4 — keelealuse süljenäärme juha; 5 — lõuaalune süljenääre; 6 — lõuaaluse süljenäärme juha.

Need näärmed meenutavad oma ehituselt viinamarjakobaraid. Nad koosnevad arvukatest väikestest kerakuju-

listest või kotitaolistest näärmetest. Ühinedes moodustavad nende näärmete juhad viimajuha, mida mööda väljub sülg.

Ööpäeva jooksul nõristab inimene 600—700 sm^3 sülge. Sülg niisutab kuiva toitu ja uhab ära suu limaskestalt kahjulikud ning tarbetud ained. Inimese sülje koostisse kuulub



Joon. 90. Neelamisakt. Vasakul — hingamisel õhu ja neelamisel toidupala liikumise skeem; paremal — toidupala allaneelamise hetk:
1 — toidupala; 2 — keel; 3 — kõri; 4 — kõripealis; 5 — pehme suulagi.

ferment ptüaliin, mis soodustab tärklise muutumist linnasesuhkruks. Teine ferment, mis leidub süljes, jätkab alanud lõhustust ja muudab linnasesuhkru viinamarjasuhkruks.

Niiviisi võtab sülg osa toidus sisalduvate süsivesikute seedimisest.

Neelamine. Puretud ja süljega niisutatud toit tõugatakse keele liigutuste abil neelu. Siin ärritab toidupala tsentripetaalset närvi, mille kaudu impulsid kulgevad peaaju alumisse ossa. Siit väljuvad vastus-impulsid tsentrifu-

gaalsete närvide kaudu lihastesse, mis kutsuvad esile neelamise. Lihaste kokkutõmbumise tagajärjel tõuseb pehme suulagi, sulgedes nina-neeluava; kõri tõmbub ülespoole ja teda katab kõripealis, mis paindub tahapoole. See väldib toidu sattumist nina-neeluavasse ja kõrri. Keelega surumisel lükatakse toidupala söögitorru, mis on seest vooderdatud limaskestaga. Söögitoru ülemise osa lihased on vöödilise ehitusega. Kogu ülejäänud osa sisaldab silelihaste kiude, mille kokkutõmbumine põhjustab toru rõngakujulist ahendumist. Kokkutõmbumine haarab algul ülemist osa ja kulgeb siis liikudes söögitoru mööda kuni maoni. Nende ussi liikumist meenutavate kokkutõmmetega juhitakse toit makku.

Ülesanne.

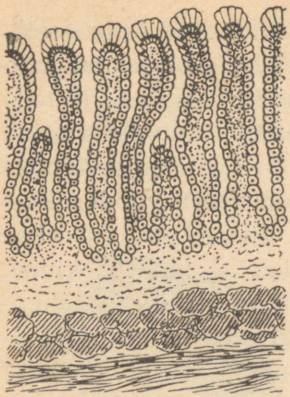
Joonestada hamba ehituse skeem.

§ 38. Magu.

Mao ehitus. Magu on seedekanali ehk seedetrakti kõige laiem osa.

Nagu kanali teisteski osades, on ka mao seinas paks lihaskiht ja sisemine limaskest. Nii maolävis kui ka maolukuti on tavaliselt suletud rõngaslihaste kokkutõmbumise tagajärjel; need lihased asetsevad söögitoru suubumiskohal makku ning soole alguses. Toidupala läbimise momendil lihased lõtvuvad. Mao limaskestas on umbes 5 miljonit pisinääret, millel on hargnevate torukeste kuju. Need näärmed eritavad ööpäeva vältel umbes 2 l maomahla, mille toimel toidu valkained muutuvad seeditavaks.

Maomahl. Maomahl sisaldab fermenti pepsiini ja soolhapet. Pepsiini mõjul algab toidu valkude seedimine. Fermendi tegevuseks on vajalik soolhappe olemasolu. Peale selle on soolhappel veel kaitseülesanne: ta mõjub hävitavalt enamikule pisikutest, mis satuvad koos toiduga makku.



Joon. 91. Maonäärmed. All on näha osa maoseina lihaskihist.

Süljega niisutatud toit püsib kõhus tavaliselt tükk aega liikumatult, muljutuna kokkutõmbunud maoseintest. Eritudes arvukaist maonäärmeist, tungib hapu mahl vaid järk-järgult ja seejuures väga aeglaselt toidumassi sisemusse. Seepärast toimub valkude seedimine algul ainult seal, kus toit puutub kokku maoseintega.

Maos seedivad toiduga sinna sattunud süljefermentide toimel ka süsivesikud. Kuid soolhappe lisandumisel lakkab süljefermentide tegevus. Seepärast lõhustuvad süsivesikud ainult toidumassi neis osades, mis pole veel läbi imbunud hapu maomahlaga.

Toidu pääs sooltesse. Seedimise kestel pääseb toit mao alumisse ossa, maolukuti piirkonda. Siin tõmbuvad maoseinad laineliselt kokku. Toidumass seguneb ning väikeste annuste haaval pääseb soolde.

Ülesanne.

Joonestada maoseina ehituse skeem.

§ 39. Soolestik.

Sooled. Maost satub toit sooltesse ja läbib pika tee algul läbi peensoole ja siis jämesoole. Aeglasel liikumisel toit järk-järgult seeditakse. Soolestikust imenduvad seedesaadused verre.

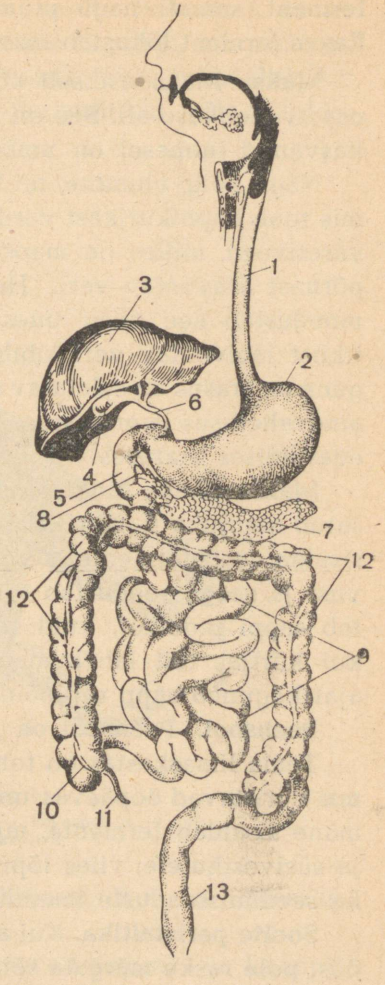
Inimese soolestik on pikem kui lihatoidulistel loomadel, kuid tunduvalt lühem taimtoiduliste loomade omast: koeral on see 4,5 korda kerest pikem, lambal 24 korda, inimesel 9 korda. See on tingitud toidu iseloomust. Lihatoiduga võr-

reldes sisaldab taimtoit vähem toitaineid, pealegi seedib väga aeglaselt taimetselluloos, mis moodustab taimerakkude katte. Seepärast tarvitatakse taimtoitu suurel hulgal ning ta püsib kauem soolestikus.

Kaksteistsõrmiksool. Peensoole algusosa nimetatakse kaksteistsõrmiksooleks. Sinna suubuvad kõhunäärme- ja maksajuhad. Need mõlemad elundid on nagu süljenäärmedki seotud seedekanaliga mitte ainult selle poolest, et nad võtavad osa seedimisprotsessist, vaid ka oma arengu poolest: nende algmed ilmuvad lootel seedekanali külgmiste sopistena.

Kõhunääre. Kõhunääre esineb samasuguse keerulise hargnenud näärmena nagu süljenääregi. Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis mõjuvad toidu kõigile kolmele peamisele koostusosale: valkudele, rasvadele ja süsivesikutele.

Kõhunäärme mahla mõjul lõhustuvad valgud märksa põhjalikumalt kui maos ja lagunevad üksikuiks amiinhappeiks. Kõhunäärmemahla teine



Joon. 92. Seedeelundite skeem:

1 — söögitoru; 2 — magu; 3 — maks; 4 — sapipõis; 5 — kaksteistsõrmiksool; 6 — sapijuha; 7 — kõhunääre; 8 — kõhunäärme juha; 9 — peensool; 10 — pimesool; 11 — ussjätke (apendiks); 12 — jämesool; 13 — pärasool.

ferment, samuti nagu ptüaliin, muudab tärklise suhkruks. Rasva ferment lõhustab rasva glütseriiniks ja rasvahappeiks.

Maks. Maks asetseb kõhuõõne parempoolses ülemises osas vahelihase all. See on väga suur elund, mille kaal täiskasvanud inimesel on umbes üks kilogramm.

Nagu kõigi elundite, nii ka maksa juurde suundub arteer, mis toob hapnikurikast verd. Peale selle läheb maksa juurde värativeen, milles on maost, soolestikust, kõhunäärmest ja põrnast äravoolav veri. Harunedes maksas mitmekordselt, moodustab see veen uuesti kapillaare. Järelikult soolestikust läbivoolav veri läbib kapillaare kahel korral. Niisugune iseärasus on seletatav selle tähtsa osaga, mis on maksal ainevahetuses ja eriti äraseeditud ning imendunud toitainete edaspidises saatuses.

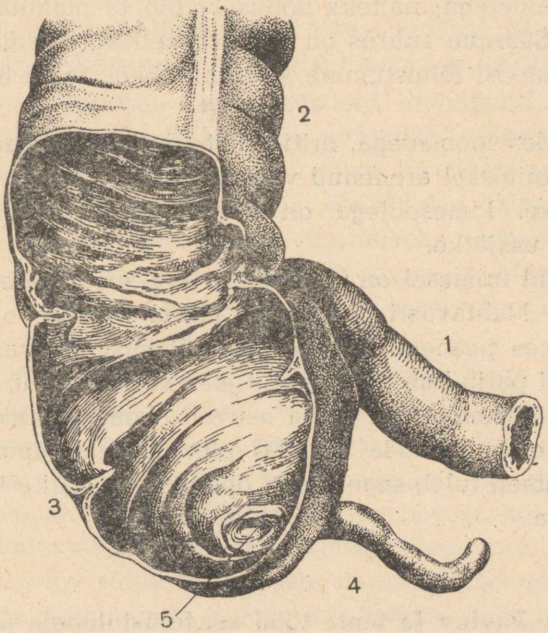
Maksa üheks funktsiooniks on sapi valmistamine. Sapp satub sapijuha kaudu kaksteistsõrmiksoolde. Kuigi sapp ei sisalda seedefermente, kergendab ta teiste fermentide tegevust ja seega soodustab toitainete seedimist. Maks valmistab sappi pidevalt, kuid soolestikku satub see ainult siis, kui kõrtjas toit läheb maost kaksteistsõrmiksoolde. Muul ajal koguneb sapp sapipõide.

Peensool. Peensool on seedekanali kõige pikem osa.

Tema limaskestas on tohutu hulk väikesi soolenäärmeid, mis nõristavad ööpäevas umbes kaks liitrit seedemahla. Viimane sisaldab fermente, mis mõjuvad valkudele, rasvadele ja süsivesikutele, viies lõpule nende seedimise. Siin toimub ka seedimissaaduste imendumine läbi sooleseina.

Soolte peristaltika. Kui avada kloroformitud looma kõhuõõs, pole raske märgata sõlmendeina asuvate peensoolte liigutusi, mis meenutavad ussi omi. Need liigutused tekivad soolte seintes asuvate silelihaste perioodilisest aeglasest kokkutõmbumisest ja lõdvenemisest. Iga kokkutõmme ei haara korraga tervet soolt, vaid üksnes selle väikest osa;

kokkutõmme otsekui liigub piki soolt. Sääraseid tavaliselt üksteisele järgnevaid sooleseinte liigutusi, mis meenutavad lainetust või ussi liikumist, nimetatakse peristaltikaks ehk peristaltilisteks liigutusteks. Peristaltikat võib jälgida



Joon. 93. Pimesool:
1 — peensool; 2 — jämesool; 3 — pimesool; 4 — ussjätke; 5 — ussjätke ava.

ka kehast väljalõigatud sooletükikesel, kui see asetada füsioloogilisse lahusse.

Peristaltika abil körtjas toit pidevalt seguneb ja kandub sooltes aeglaselt edasi.

Jämesool. Peensooles imendumata jäänud toit satub jämesoolde; siin imendumine lõpeb, kusjuures imendub peamiselt vesi.

Jämesoole lõpposa, mille kaudu heidetakse välja tema sisaldus, nimetatakse pärasooleks.

Pimesool. Jämesoole algusosa nimetatakse pimesooleks. Mõnedel taimtoidulistel loomadel on pimesool väga suurte mõõdetega; näiteks hobusel võib ta mahutada kuni 30 liitrit. Säärane suurus on tingitud sellest, et siin toimub taimetselluloosi lõhustumine käärimise teel, mida tekitavad pisikud.

Võrreldes loomadega, eriti taimtoiduliste loomadega, on pimesool inimesel arenenud väga nõrgalt.

Ussjätke. Pimesoolega on ühenduses peen vihmaussi meenutav ussjätke.

Elatanud inimesel on selle jätke ava sageli täiesti kinni kasvanud. Nähtavasti ei ole sel jätkel inimese organismi elutegevuses peaaegu mingisugust tähtsust. Seevastu tekitab ta tihti palju kahju. Temasse jääb seisma toitu, mis seal hakkab mädanema, või sinna asuvad elama solkmed. Kõik see võib esile kutsuda ussjätke-põletiku ehk apenditsiidi. Neil juhtumeil tuleb sageli teha operatsioon, jätke täielikult kõrvaldada.

§ 40. Pavlov ja tema tööd seedefüsioloogia alal.

Pavlovi osatähtsus seedefüsioloogia arendamisel. Seedeprotsessi tundmaõppimine on peaaegu täielikult seotud meie kodumaa teaduse arenguga. Võib julgelt öelda, et vene teadlased, eeskätt I. Pavlov, tegid täispöörde õpetuses seedimisest, mida välismaal mitte ilma põhjuseta nimetatakse „füsioloogia vene alaks".

I. P. Pavlovi elulugu. Ivan Petrovitš Pavlov sündis aastal 1849 preestri-perekonnas. Lõpetanud vaimuliku seminari, otsustas Pavlov selle aja eesrindlike ideede mõjul omandada

loodusteadusliku hariduse. Ta astus Peterburi ülikooli loodusteaduse fakulteeti ja juba teisel kursusel alustas teaduslikke uurimistöid. Üliõpilaspõlves valminud töö eest, mis käsitleb kõhunäärme innervatsiooni, autasustati ta kuldmedaliga.

Pärast ülikooli lõpetamist astus Pavlov Meditsiinilis-Kirurgilisse Akadeemiasse, mille lõpetas a. 1879.

Tolle aja kuulsad arstid mõistsid, et haigeid saab edukalt ravida ainult füsioloogia põhjaliku tundmise korral. Kuulus arst, Meditsiinilis-Kirurgilise Akadeemia professor Botkin otsustas organiseerida spetsiaalse laboratooriumi vereringe ja seedefüsioloogia uurimiseks loomadel. Sinna laboratooriumi palus Botkin tööle noore ja tagasihoidliku teadlase I. Pavlovi, keda tunti juba siis visa ja kirgliku uurijana.

Pavlov alustas uurimisi entusiasmiga. Kogu laboratoorium koosnes ainsast toast. Kuid see ei seganud Pavlovit laialt arendamast loomingulist tööd. Siin ta sooritas oma suurepärased tööd südame innervatsiooni tundmaõppimise alal. Siin ta alustas ka hiilgavaid eksperimente, mis võimaldasid uutel alustel läheneda seedeelundite tegevuse uurimisele.

Kui Pavlov sõitis mõne aasta pärast välismaale tolle aja suurimate füsioloogide juurde, siis selgus, et õppida polnud tal välismaalastelt midagi ja et ta ise võinuks neile paljugi õpetada. Ja tõepoolest, välismaa teadlased hakkasid varsti sõitma Venemaale, et õppida Pavlovilt.

Pavlovil oli alati palju õpilasi. Tema väikesse laboratooriumi tulid arstid, kes olid huvitatud füsioloogiast, ja igaühele neist leidus tööd.

Laboratooriumis valitses sõbralik tööõhkkond. Pavlovi entusiasm, tema truudus teadusele nakatas kõiki. Paljud tema õpilased said hiljem kuulsaiks füsioloogideks või arstideks.

Aastal 1891 organiseeriti Eksperimentaalse Arstiteaduse Instituut. Sellest aastast kuni surmani juhatas Pavlov selle instituudi füsioloogiaosakonda. Siin ta jätkas seedekanali füsioloogia tundmaõppimist, uurides iga näärme tegevuse iseärasusi. Mitmekesiste, vahel väga keerukate ja teravmeelsete katsete abil õppis Pavlov üksikasjaliselt tundma, kuidas reguleerub seedeelundite tegevus, kuidas nad kohanevad organismi muutuvaile vajadustele ja toidu mitmesuguseile koostistele.

Mõne aasta möödudes valiti Pavlov professoriks, Meditsiinilis-Kirurgilise Akadeemia füsioloogiakateedri juhatajaks. Hiljem, aastal 1906 valiti ta Teaduste Akadeemia tegevliikmeks.

Ta nimi oli välismaal laialt tuntud ning aastal 1904 sai Pavlov väljapaistvate tööde eest seedekanali füsioloogia alal rahvusvahelise Nobeli auhinna. See oli esmakordne juhtum, kus Nobeli auhind määrati vene teadlasele.

Kuid sel ajal oli Pavlov juba vähem huvitatud seedimise küsimustest. Tundma õppides süljenäärmete tegevust koerte juures, tegi ta kindlaks, et toiduaine nägemine või lõhn kutsub esile süljeerituse, mis oma iseloomult on sarnane sellega, mida võib näha sama toiduainega toitmisel. Veel rohkem, süljeeritus ilmub koeral mitte ainult toidu nägemisel või lõhna tundmisel, vaid ka loomale alati toitutoova talitaja sammude või hääle kuulmise puhul.

Pööranud tähelepanu nendele faktidele, tegi Pavlov katset kasutada neid peaaju kõrgema valdkonna — suurte poolkerade koore — tundmaõppimiseks. See katse õnnestus täielikult. Üle 35 aasta uuris Pavlov kõrgemat närvitegevust, kasutades selle tegevuse näitajana süljenäärmete tööd. Pavlovi ja tema arvukate õpilaste tööde tulemusena loodi sootuks uus ala füsioloogias — õpetus tingitud ehk tingrefleksidest.

Tsaarivalitsus hoolitses suure teadlase eest vähe. Piiratud vahendid ei võimaldanud Pavlovil laialdasemalt arendada oma tööd. Imperialistliku sõja perioodil vaibus Pavlovi põhimõtteil töötavate laboratooriumide elu peaaegu täielikult.

Alles pärast Suurt Oktoobrirevolutsiooni loodi soodsad tingimused Pavlovi ja tema õpilaste teaduslikuks tegevuseks. Kodusõja ajal, hoolimata äärmiselt raskeist elutingimustest, rakendas Nõukogude valitsus erilisi abinõusid Pavlovi elu- ja töötingimuste parandamiseks. Lenini korraldusel said koerad tema laboratooriumis toitu häireteta. Nii päästeti loomad, kelle juures Pavlov aastaid katsetas tingitud reflekside tundmaõppimiseks.

Pavlov mõistis ja hindas meie kodumaa uue elu suure ülesehituse tähtsust. Veel suurema energiaga andus ta armastatud alale, püüdes teadusliku tööga tuua oma rahvale ja kogu inimkonnale maksimaalset kasu.

„Mida ma ka teeksin," ütles kord Pavlov, „alati mõtlen ma, et teenin sellega, kuipalju võimaldab mu jõud, kõigepealt oma isamaad."

1935. a. toimus meie maal rahvusvaheline füsioloogide kongress, millest võtsid osa maailma kõikide riikide kuulsamad teadlased. Kongress tervitas Pavlovit üksmeelselt kui „maailma suurimat füsioloogi".

Pavlov suri aastal 1936.

Seoses leninliku komsomoli X kongressiga kirjutas suur nõukogude teadlane, oma kodumaa tuline patrioot, vähe aega enne oma surma nõukogude noorusele avaliku kirja, milles leidsid väljenduse peajooned, mis on iseloomulikud Pavlovile kui teadlasele ja inimesele. Selle tähelepanuväärse kirja täielik tekst on ära toodud õpiku esimesel leheküljel.

Seedimise tundmaõppimise uus meetod. Juba a. 1842 tegi vene teadlane Bassov koerale operatsiooni, mille tulemusena võis igal ajal uurida mao sisaldust. Operatsioon oli järgmine: loomal avati kõhuõõs; maoseina tehti auk, millesse asetati metalltoruke nii, et selle üks ots oli maoõõnes, teine väljas, välisots suleti korgiga; haav toru ümber õmmeldi kinni. Koer talus seda operatsiooni kergelt.

Sel kombel tekkis operatsiooni tagajärjel kunstlik avaus ehk uuris (fistul), mille kaudu võis igal ajal tungida mao sisemusse.

Uuriste asetamisega seedetrakti mitmesugustesse kohtadesse katsetasid ka teised teadlased. Kuid ainult Pavlov ja tema arvukad õpilased parandasid ja täiustasid uuriste kasutamist niivõrd, et nad suutsid põhjalikult ja detailselt tundma õppida seedeelundite tegevust. Ülesanne seisis mitte ainult selles, et õppida tegema uuriseid seedetrakti ükskõik millisesse ossa. Oli tarvis jõuda niisuguse seedemahla saamiseni, mis poleks segatud toidu ja teiste mahladega. Eriti tähtis oli see, et uurise asetamisega poleks häiritud soolestiku normaalset tegevust.

Pärast kauakestnud ja visasid otsinguid õnnestus Pavlovil kasutusele võtta kõhunäärme krooniline (püsiv) uuris. Kõhunäärme mahl satub kaksteistsõrmiksoolde kahe viimajuha kaudu. Ühe neist juhtis Pavlov väljapoole ja õmbles naha külge ühes lühikese sooletükikesega. Nüüd nõristus mahl nagu varemgi ühe juha kaudu soolde, teist mööda aga välja.

Kuid opereeritud loomad kannatasid raskelt uuriste ümber tekkinud haavandite tõttu ning enamik hukkus ruttu.

Kord märkas Pavlov, kuidas koer varsti pärast operatsiooni hakkas närima krohvi, kogus selle hunnikusse ja heitis niisugusele poorsele lubjast asemele; koeral haavandeid ei tekkinud. See juhtum, mis õpetas Pavlovit võitlema kõhu-

näärme mahla sööbiva toime vastu, jäi suurele teadlasele meelde eluajaks. Kui 1935. a. Pavlovi initsiatiivil püstitati Leningradis Eksperimentaalse Arstiteaduse Instituudi õuele ausammas koerale, märgiti selle bareljeefile järgnev pealiskiri:

„Purustanud krohvi ja teinud sellest endale poorse aseme, näitas koer eksperimenteerijale kätte võtte, mille abil kunstlikust avausest väljanõrguv mahl ei söövita kõhtu."

Kasutades mitmesuguseid uuriseid, mõnikord mitut ühel ja samal ajal, õppis Pavlov tundma kogu seedekanali tegevust; ta selgitas selle mitmesuguste osade seose ja vastastikuse sõltuvuse.

§ 41. Seedenäärmete tegevuse regulatsioon.

Süljenõristuse regulatsioon. Nagu hingamist ja vereringet, reguleeritakse ka seedimist reflektoorselt, s. o. närvisüsteemi ja ühtlasi ka vere kaudu.

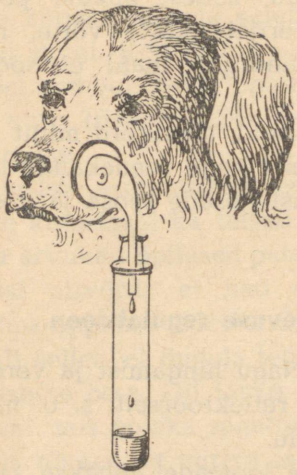
Süljenäärmete töö uurimiseks loomadel tehakse kunstlikke uuriseid, viies näärmejuha välja.

Inimese süljenõristuse tundmaõppimiseks kasutatakse erilisi iminappu, mis kinnitatakse suuõõnde süljenäärmejuha väljumiskohale.

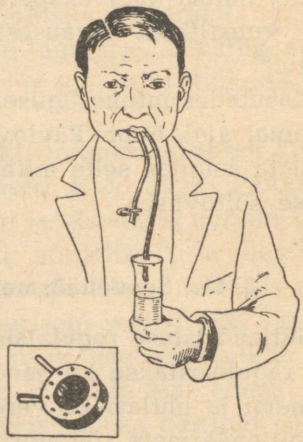
Inimese ja samuti looma tähtsamad süljenäärmed nõristavad sülge reflektoorselt. Sattunud suuõõnde, ärritab toit maitsmisnärvide lõpmeid. Neis tekkivad impulsid kanduvad peaaju teatavasse ossa ja sealt teiste (tsentrifugaalsete) närvide kaudu näärmesse, kutsudes esile selle tegevuse.

Sülg nõristub mitte üksnes vastusena maitsmisnärvide ärritusele. Toidu nägemine, lõhn ja isegi kõnelus sellest võib samuti esile kutsuda sülje reflektoorse nõristumise, ärritades

vastavaid närvilõpmeid (nägemis-, maitsmis- ja kuulmisnärve). On küllalt maitsva toidu meenutamisest, et esile kutsuda kohest sülje tekkimist. Sülje nõristumine mingi toiduaine nägemise või sellest kõnelemise puhul on samasugune kui selle toiduaine suhu panemisel.



Joon. 94. Süljeuuris koeral.

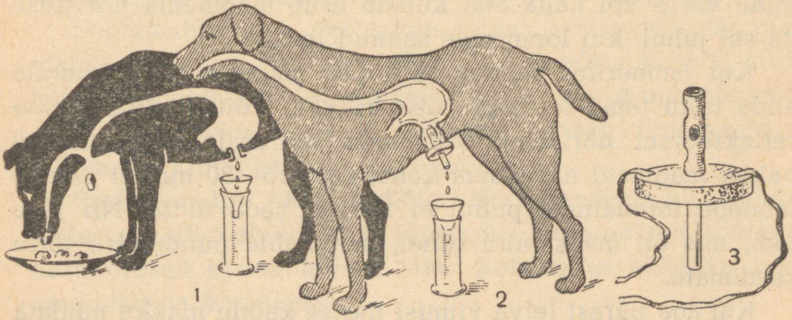


Joon. 95. Süljenõristuse uurimine inimesel; all on imeja sülje kogumiseks.

Maonäärmete regulatsioon. Toidu sattumisel suhu, samuti ka selle nägemisel või lõhna tundmise korral hakkab koos süljega nõristuma ka maomahl.

Teinud koerale kaksikoperatsiooni, tõestas Pavlov, et maomahla nõristumine toimub reflektoorselt. Operatsioon oli järgmine: esiteks tehti maouuris (-fistul), teiseks lõigati läbi söögitoru, kusjuures lõikest tekkinud kaks otsa õmmeldi kaela naha külge. Pärast operatsiooni polnud toidul enam pääsu makku. Et koer ei sureks nälga, pandi talle toit uurise kaudu otse makku.

Katse näitas, et mõni minut pärast „näilist söötmist", kusjuures toit valgus läbilõigatud söögitoru kaudu välja, hakkas tühjast maost nõristuma puhast maomahla. Nõristumine ei lakanud 1—2 tunni jooksul. Pärast mao uitnärvi harukeste läbilõikamist ei kutsunud „näiline söötmine" esile maomahla nõristumist. See tõendab, et maonäärmete tegevust reguleerib närvisüsteem, s. t. see toimub reflektoorselt.



Joon. 96. Mao seedimise uurimiseks teostatavate operatsioonide skemaatiline kujutus:

1 — maouuris ja läbilõigatud söögitoru; 2 — isoleeritud pisimagu; 3 — toru mahla kogumiseks.

Puhta, toidulisanditeta maomahla kogumiseks ja uurimiseks jaotas Pavlov mao keeruka operatsiooniga kahte ebavõrdsesse ossa: suureks ja väikeseks ehk isoleeritud maoks. Söögitorust võis toit sattuda ainult suurde makku ja sealt liikuda soolestikku. Väike magu kujutas endast välisavaga varustatud pimedat kotti. Operatsiooni kogu keerukus seisis selles, et oli tarvis säilitada tervelt mitte ainult väikesse makku kulgevad veresooned, vaid ka närvid. Säärastel tingimustel toimus mahla nõristumine väikeses, kuhu toitu ei sattunud, samuti nagu suures.

Vaatlused näitasid, et kui toit pärast normaalset toitu-

mist sattus makku, kestis mahla nõristumine mitte 1—2 tundi, nagu „näilisel toitmisel", vaid 4—6 ja isegi 8 tundi.

Niisuguse pikaajalise mahlanõristuse reguleerimine toimub humoraalselt. Seedimise vältel satuvad mõned ained läbi maoseina verre. Verre imendunult nad ärritavad maonäärmeid ja selle tulemusena jätkub mahla nõristumine.

Nõukogude teadlane Razenkov tõestas katseliselt, et mõnede ainete (lihamahla, valkude seedesaaduste) süstimine verre või naha alla kutsub esile maomahla nõristuse ka sel juhul, kui loom pole saanud toitu.

Kui isoleeritud maoga ja suure mao uurisega koerale anda toitu tema teadmata otse makku, võib vältida mahla reflektoorset nõristust. Vastuseks säärasele toitmisele ei hakka maomahl nõristuma kohe, vaid 15—30 minuti pärast; mõnede toiduainete puhul ei nõristu seda üldse. Nii jääb leib, mis oli maos mitu tundi, maomahla puudumise tõttu seedimata.

Kui aga pärast leiva viimist uurise kaudu makku näidata koerale leiba või anda seda nuusutada, tekib mahla rikkalik reflektoorne nõristus ja mõne aja pärast kutsuvad verre imendunud ained esile maonäärmete kauakestva humoraalse ärrituse.

Katsetest nähtub, et mahla humoraalne nõristus sõltub üsna tunduvalt esmasest reflektoorsest nõristusest. Järelikult on toidu normaalseks seedimiseks tarvis nii reflektoorset kui ka humoraalset reguleerimist.

Sooltes toimuva seedimise regulatsioon. Ka kõhunäärme mahla ja sapi tulemist kaksteistsõrmiksoolde reguleerib organism reflektoorselt ja humoraalselt. Nende mahlade nõristumise võib esile kutsuda juba ainuüksi toidu nägemine või selle lõhn. Kuid säärane reflektoorne nõristumine pole suur võrreldes sellega, mida võime näha humoraalsete ärritajate toimel.

Pavlov tegi kindlaks, et hapu maomahlaga läbiimbunud kõrtja toidu tulek kaksteistsõrmiksoolde kutsub esile kõhunäärme mahla rikkaliku nõristuse. Sama võib tähele panna puhta maomahla või soolhappe kunstlikul sisseviimisel kaksteistsõrmiksoolde.

Kokku puutudes soole limaskestaga, põhjustab hape sooleseinas erilise aine — sekretiini — tekkimist. Tunginud verre; kandub see laiali üle keha, satub kõhunäärmesse ja ärritab seda, põhjustades tugevat mahlanõristust.

Soolemahla, s. t. peensoole seinas asetsevate näärmete mahla söögi ajal või toidu nägemisel ei nõristu. Selle nõristumine toimub ainult soole neis osades, mis antud momendil puutuvad kokku toiduga. Viimane ärritab limaskesta ja põhjustab kohalikku mahlanõristust.

Seedeelundite töö kooskõla. Kõik seedekanali elundid, alates suuõõne elundeist ja lõpetades jämesoolega, töötavad harukordselt kooskõlaliselt, alati kohanedes söödava toidu omaduste ja koostisega.

Jätkub ainult toidu nägemisest või lõhnast, et algaks sülje, mao- ja isegi kõhunäärme mahla nõristumine. Toidu sattumisel suhu suureneb mahlanõristus tunduvalt. Seedenäärmete nõristatud mahla hulk ja koostis sõltuvad toidu omadustest ja koostisest.

Kui võtta suhu soolhappe nõrka lahust, nõristub kaunis palju sülge, kuid see on väga vedel ja tavalisest suuremal määral leelisene. Rohket ja vedelat sülge nõristub ka kuivikute söömisel. Pehme leiva söömisel ilmub paks sülg ja sedagi on üsna vähesel hulgal. Veelgi paksemat sülge nõristub kartuli ja kõva munakollase söömisel.

Sülje seediv toime pole alati ühesugune. Inimese sülg on kartuli söömisel väga rikas fermendist ptüaliinist, kuid mõnede muude toiduainete (puuvilja, kompvekkide) söömisel sisaldab ta fermente vähesel määral.

Võrreldes rasvasega põhjustab lahja lihatoit 2—3 korda suurema kõhunäärme-mahla nõristuse, mis on rikas valke lõhustavast fermendist. Väga rasvase toidu puhul suureneb kõhunäärme-mahlas rasva lõhustava fermendi hulk ja väheneb teiste fermentide sisaldus.

Ka teiste seedemahlade koostis ja hulk sõltuvad suurel määral toiduliigist.

Närvide kaudu toimuva ja humoraalse regulatsiooni tõttu vältab seedemahla nõristumine soolestiku igas osas niikaua, kuni see sisaldab toitu.

Katsed loomadega ja samuti vaatlused inimeste juures on näidanud, et toidurežiimi muutmisel muutub kogu seedekanali töö. Näiteks üleminek liharežiimilt süsivesikuterikkale režiimile (leib, juurvili, pudrud) vähendab tunduvalt maomahla nõristust; muutub ka teiste näärmete töö. Kuid siiski ei tule arvata, nagu oleks sooltekanali töö alati otstarbekohane. Paljudel juhtudel ei vasta seedemahlade hulk ja koostis toidu kvaliteedile. Näiteks munakollase või piima puhul nõristub rikkaliku ptüaliinisisaldusega sülge. Kuid ometi ei sisalda need toiduained tärklist ja näärme poolt nõristatud ferment osutub antud juhul täiesti liigseks. Selliseid näiteid näärmete töö ebaotstarbekohasusest võiks tuua palju.

Kui idealistid kõnelevad „otstarbekohasusest", arvavad nad, et iga elund eksisteerib ning iga nähtus toimub „millekski", mingisuguse „varemmääratud eesmärgiga". Niisugune vaade on saanud alguse usulistest kujutlustest, nagu oleks maailma loonud jumal. Tegelikult aga leidub organismis ilmselt „ebaotstarbekohaseid" elundeid ja talitlusi. Nende hulka võib arvata inimese kõrvade tegevuseta lihaseid, usssjätket ja teisi kehaehituse iseärasusi, millest paljud on pärit ammu väljasurnud esivanematelt. Organismi töö otstarbe-

kohasus kujutab endast elutingimustele kohanemise tulemust.

Normaalse seedimise tulemused. Normaalne seedimine sõltub suurel määral seedemahlade enamiku esmasest, reflektoorsest nõristusest.

Näärmete tööd, järelikult ka isu mõjutavad toidu koostis, maitse ja valmistusviis ning kogu olustik. Räpane söögilaud, söömine seistes või kiirustades, samuti ka lugemine söömise ajal — kõik see vähendab mahlade reflektoorset nõristust ja seega halvendab isu.

Seedetrakti töös on väga suure tähtsusega inimese meeleolu. Tusk, mure, viha ja tugev erutus võivad põhjustada täieliku seisaku juba alanud mahlanõristuses ja esile kutsuda isukaotuse.

Ülesanne.

Koostada seedefermentide tabel, näidates, kus iga ferment tekib ja milles avaldub ta osavõtt seedeprotsessist.

§ 42. Imendumine.

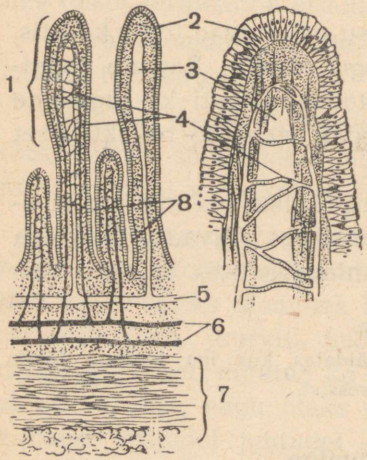
Soolehatud. Ainete tungimist väliskeskkonnast läbi nahakatte või seedekanali limaskesta verre ja lümfi nimetatakse imendumiseks. Seedeainete imendumine toimub peamiselt peensooles.

Kui asetada tükike peensoole limaskesta vette ja vaadelda seda luubiga, siis võib näha suurt hulka kurde, mis on kaetud sametiebemeid meenutavate tihedate näsadega. Neid näsasid nimetatakse hattudeks. Kurdude ja eriti hattude tõttu suureneb tunduvalt soole pind, mis omakorda kiirendab toitainete imendumist.

Iga hatu sisemuses on peenimate veresoonte võrk ning sealt algab lümfisoon, mis hatust väljudes suubub sooleseina lümfisoontesse.

Imendumine füsioloogilise protsessina. Endisel ajal

arvati, et imendumine on seeditavate ainete lihtne läbinõrgumine hatu seinast. Kuid selle protsessi põhjalikum tundmaõppimine näitas, et imendumine on hatu väliskihi rakkude aktiivse töö tulemus. Neil rakkudel on keerukas ehitus ja nad meenutavad mitmeti näärmerakke. Ainult seedenäärmete rakud valmistavad verest saadavate ainete arvel mahla, mis nõristub seedekanalisse, haturakud aga saavad toitaineid soolestikust ja nõristavad need verre ja lümfi.



Joon. 97. Soolehatu ehituse skeem (paremal on osa soolehatust tugevasti suurendatult): 1 — soolehatt; 2 — rakkude kiht, millede kaudu toimub imendumine; 3 — lümfisoone algus soolehatus; 4 — hatusooned; 5 — lümfisoon sooleseinas; 6 — veresooned sooleseinas; 7 — osa lihaskihist sooleseinas; 8 — soolenäärmed.

Valkude imendumine. Fermentide toimel lõhustuvad toidu valkained amiinhappeks. Ka need imenduvad verre läbi hatuseina.

Nõukogude teadlasel Londonil, kes kasutas erilisi uuriseid, mis ta asetas veresoontele, oli võimalus igal ajal saada verd sügaval asuvast veresoonest ning uurida selle koostist ja omadusi. Oma teravmeelsete meetodite abil õppis London hoolikalt tundma valkude seedesaaduste imendumist. Ilmnes, et vähesel hulgal võivad imenduda ka keerukamad osakesed, mis koosnevad mitmest amiinhappest.

Süsivesikute imendumine. Toidus sisalduvad keerukad süsivesikud muutuvad seedimise tulemusel glükoosiks ja teisteks lihtsateks süsivesikuteks, mis, erinevalt keerukaist, läbivad hõlpsasti hatuseinu. Imendatuina satuvad nad verre nagu amiinhappedki.

Rasvade imendumine. Rasvad ei imendu verre, vaid lümfi. Rasva emulsiooni, s. o. hästi peenendatud rasva tühist kogust võivad haturakud seedimatult haarata ja see imendub ilma muutusteta. Kogu ülejäänud rasvade mass aga imendub glütseriini ja rasvahapete kujul. Kuid lümfi ei satu need ühendid, vaid rasvad. Rasvamolekuli taastumine lõhustumissaadustest toimub soolehatu-rakkudes.

Imendunud rasv satub lümfisoonte kaudu vereringesüsteemi.

Maksa kaitsetõkke toime. Verre imendunud ained satuvad kõigepealt maksa, sest soolestikust voolab veri algul maksa ja alles siis südamesse. Säärane vere liikumise tee omab tohutu suurt tähtsust.

Tinutamata vasknõust söömisel võivad nähtamatud vaseosakesed sattuda seedekanalisse ja seejärel, olles maomahla happe toimel muutunud lahustuvaiks sooladeks, tungida verre. Verre võivad tungida ka tina, tsingi, arseeni ja terve rea teiste tervist kahjustavate ainete ühendid, mida leidub mõnede tööstuste tolmus. Niisuguste, meid ümbritsevas keskkonnas leiduvate ainete hulk on äärmiselt suur.

Maks muudab kahjutuks mürkained, mis on soolestikust verega kaasa toodud, või viib need lahustumata olekusse ja eritab siis ühes sapiga. Sattunud uuesti, kuid juba mittelahustunult soolekanalisse, kõrvaldatakse nad kehast koos väljaheidetega. Seega on maks üheks kaitsetõkkeks (barjääriks) organismi sise- ja väliskeskkonna vahel.

Küsimused kordamiseks.

1. Missugune tähtsus on toitumisel organismi suhtes?
2. Missugused toitained kuuluvad toidu koosseisu?
3. Loetella toiduainete põhirühmad, andes igale rühmale iseloomustuse ja näidates neis valkude, rasvade ja süsivesikute umbkaudse sisalduse.

4. Milles seisab seedeprotsess ja missugune tähtsus on sel organismi suhtes?

5. Loetella järjekorras seedekanali osad ja nendega seotud näärmed.

6. Nimetada hammaste eest hoolitsemise põhireeglid.

7. Miks nimetatakse õpetust seedimisest „füsioloogia vene alaks"?

8. Kuidas uuritakse süljenäärmete tegevust?

9. Kuidas toimub maomahla nõristuse regulatsioon?

10. Missuguste operatsioonide abil on akadeemik Pavlovil õnnestunud uurida igakülgselt mao tegevust?

11. Missugused on maksa põhifunktsioonid?

12. Missugustest elunditest pääseb veri maksa värativeeni kaudu? Missugune tähtsus sel on?

13. Mis on imendumine; kus ja kuidas see toimub?

VI. AINE- JA ENERGIAVAHETUS.

§ 43. Aine- ja energiavahetus elu põhifunktsioonina.

Ainevahetus vajaliku elutingimusena. Ainevahetuse all ei tule mõista ainuüksi toitaine ja hapniku saamist ümbritsevast keskkonnast ning lagusaaduste väljaheitmist organismist, vaid ka kõiki neid keerukaid ja mitmekesiseid muutusi, mis organismis toimuvad. Ainevahetus on kõigi eluavalduste aluseks ja toimub pidevalt igas organismis, olles selle olemasolu vajalikuks tingimuseks. Ainevahetuse lakkamisel lakkab kogu elutegevus ja organism sureb.

Aine muutusega kaastub alati energia muundus. Näiteks keerukate orgaaniliste ainete lõhustumisel vabaneb neis talletatud potentsiaalne, s o. varjatud keemiline energia, muundudes soojus-energiaks või mehaaniliseks energiaks. Ainevahetust ja energia muundumist pole võimalik teineteisest eraldada. Nad on omavahel lahutamatult seotud.

Ainevahetus toimub mitte ainult elavas organismis, vaid ka meid ümbritsevas looduses. „Kuid vahe on selles,"

ütles Engels, „et anorgaaniliste kehade puhul ainevahetus lõhub neid, orgaaniliste kehade puhul on ta aga nende olemasolu vajalikuks tingimuseks."

Assimilatsioon ja dissimilatsioon. Rakku sattunud ained ei talletu seal lihtsalt tagavarana. Nad alluvad keerukaile muutusile ja muunduvad rakuaineks. Seda ainete omastamist, nende sarnastumist rakuainega nimetatakse assimilatsiooniks. Assimilatsiooni puhul, s. o. elava aine tekkimisprotsessis rikastuvad rakud mitte ainult aine, vaid ka temas peituva potentsiaalse energia poolest.

Elava aine loomise kõrval toimub organismis pidevalt selle osaline lagunemine. Elava raku koostusainete lagunemist, lõhustumist nimetatakse dissimilatsiooniks. Dissimilatsiooniprotsessis toimub potentsiaalse (varjatud, keemilise) energia vabanemine, selle muundumine teisteks energiavormideks, peamiselt mehaaniliseks ja soojusenergiaks. Näitena võib tuua toimuvad nähtused skeletilihastes. Ärrituse mõjul tekivad lihaskoes keemilised muutused. Seejuures muundub lihase potentsiaalne energia mehaaniliseks (lihas tõmbub kokku, tõstab raskust) ja soojusenergiaks (lihase temperatuur tõuseb).

Assimilatsioon põhjustab organismis aine ja energia kogunemist. Dissimilatsioon, vastupidi, põhjustab aine ja energia vähenemist ja kulu. Need mõlemad protsessid toimuvad pidevalt ning on omavahel tihedalt seotud. Nad on samuti teineteisest eraldamatud, nagu on eraldamatud aine muutus ja energia muundumine. Ühe aine assimilatsiooniga käib alati kaasas teiste ainete dissimilatsioon. Kui üks neist protsessidest tugevneb, siis tingib see ka teise tugevnemise. Kui organism kasvab, suureneb temas elava aine hulk; samal ajal rööbiti assimilatsiooni tugevnemisega on märgata ka lagunemisprotsessi tugevnemist.

Assimilatsioon ja dissimilatsioon on omavahel niivõrd

tihedalt põimunud, niivõrd teineteisest sõltuvad, et neid võib täie õigusega vaadelda kui ühe ja sama protsessi — organismi aine- ja energiavahetuse protsessi — kaht külge.

Aine ja energia jäävuse seadus. Nagu kogu looduseski, nii ka elavas organismis ei või aine ja energia tekkida mittemillestki ja kaduda jäljetult. Nad ainult alluvad lõpmatuile muutustele. Aine ja energia allikaks organismis võivad olla ainult toit ja selles sisalduv energia.

Organismisse viidud toitainete ja neis peituva potentsiaalse energia hulka võib välja arvutada suure täpsusega. Niisama täpselt saab kindlaks määrata aine ja energia hulka, mis organism on ära kulutanud.

Arvukad katsed loomade ja inimestega on näidanud, et juhul, kui kehakaal ei muutu, vastab aine ja energia kulu täielikult nende sissetulekule, s. o. vastuvõtule ühes toiduga.

Siit võib järeldada, et aine ja energia jäävuse ja muundumise seadus on võrdselt rakendatav nii eluta kui ka elava looduse suhtes.

Ainevahetusnähtuste keerukus. Ainete tulek organismi ja nende eemaldumine organismist on ainult ainevahetuse esimene ja viimane staadium. Organismi tulnud ained alluvad kestvaile ja keerukaile muutustele, mis on seoses nii assimilatsiooni- kui ka dissimilatsiooni-protsessiga. Need muutused ongi ainevahetusprotsessi olemuseks.

Ainevahetus ei toimu eri elundeis ühesuguselt. See on seletatav nende rakuprotoplasma keemilise koostise erinevusega. Väga erinevad on mitmesuguste elundite valgud. Assimilatsiooni-protsessis tekivad amiinhappeist üsna mitmesugused valgud, mis on aga antud rakule, antud elundile alati omased.

Kuigi lõplikud lagusaadused on kõigis elundeis ühed ja

samad (süsihappegaas, vesi, ammoniaak jt.), pole dissimilatsiooni vahepealsed saadused kaugeltki ühesugused.

Mõned vahetussaadused, sattudes verega teistesse elunditesse, võivad mõjutada nende tööd. Näitena võiks tuua isu paranemise ja kogu elutegevuse kiirenemise, mida võib tavaliselt tähele panna pärast füüsilist tööd. See on seotud nende vahepealsete vahetussaaduste sattumisega verre, mis tekkisid lihastes nende tegevuse ajal. Kauakestva ja raske füüsilise töö puhul koguneb verre lihaste vahetussaadusi ülemäära, mis tingib vastupidise tegevuse: tekib elundite, eriti seedenäärmete erutuvuse nõrgenemine, millega seoses kaob ka isu.

Fermentide osa ainevahetuses. Ainevahetuse keerukad ja mitmekesised protsessid toimuvad organismis arvukate fermentide osavõtul, milledest igaüks kiirendab ainult teatavaid keemilisi reaktsioone.

Fermendid tekivad elusate rakkude tegevuse tulemusena; teiste sõnadega, nad on ainevahetuse saadused. Samal ajal peavad nad kõigist ainevahetuse protsessidest tingimata osa võtma, nendeta pole võimalik organismi elu.

Paljude teadlaste, nende hulgas nõukogude akadeemikute Bach'i ja Oparini tööde kaudu on tundma õpitud fermentide osa nii hapendumis- kui ka mitmesugustes teistes protsessides, mis toimuvad organismis. On kindlaks tehtud, et fermentide tegevuse takistamine võib olla väga raskete ainevahetushäirete ja isegi organismi hukkumise põhjuseks.

§ 44. Valkude, rasvade ja süsivesikute ainevahetus ning soolad ainevahetusprotsessis.

Rasvade ainevahetus. Rasvad imenduvad peaaegu eranditult oma lõhustumissaaduste — glütseriini ja rasvahapete näol. Kuid soolehatu rakkudes toimub uuesti rasvamolekuli taastamine.

Toidurasvad on väga mitmekesised. Nii erineb lambarasv veise- või searasvast; ka taimerasvad pole ühesugused. Rasval aga, mis tekib seedesaadustest hatuseinas, on alati omadused, mis on omased ainult inimrasvale.

Imendunud rasv satub lümfi ja sealt lümfisoonte kaudu vereringe-süsteemi. Veri kannab teda kõigisse elundeisse ja kudedesse. Rasva ülejääk talletub tagavarana rasvkoe rakkudes, näiteks nahaaluses rasvkoes.

Süsivesikute ainevahetus. Süsivesikud imenduvad verre lihtsate suhkrute näol, peamiselt viinamarjasuhkru ehk glükoosina. Suhkru ülejääk talletub maksas ja ka lihastes, muutudes loomseks tärkliseks ehk glükogeeniks. Süsivesikute varud organismis ei ületa 500—600 g. Vajaduse korral muutub osa glükogeeni uuesti suhkruks, mis siseneb jällegi verre ning läheb keha elundite ja kudede toiduks.

Süsivesikud on üheks lihaste kokkutõmbumise energia põhiallikaks. Nad on tarvilikud ka närvisüsteemi tegevuseks.

Süsivesikute muundumisest võtab osa kõhunääre. Ta valmistab insuliini, mis soodustab suhkru muutumist loomseks tärkliseks. Insuliin ei satu näärme viimajuhasse, vaid läheb vahetult verre. Kui kõhunääre lakkab eritamast insuliini vajalikul hulgal, kaotavad maks ja lihased suhkru talletamise võime, kutsudes esile suhkrusisalduse tõusu veres. Sel juhul hakkavad neerud suhkru ülejääki eritama koos uriiniga.

Häired kõhunäärme tegevuses võivad viia selleni, et kogu toidus leiduv suhkur, talletumata maksas, lahkub kehast koos uriiniga. See toimub suhkurtõve puhul, mis põhjustab tihti surma. Haigeid ravitakse insuliini süstimisega verre.

Glükogeeni vastupidine muutumine suhkruks tugevneb meile juba tuntud aine — adrenaliini toimel.

Valkude ainevahetus. Toiduvalkude lõplikud seedesaadused — amiinhapped — pääsevad verre sooleseinte kaudu muutumatult. Iga elus kude kulutab ära osa oma valkudest. Verest saabuvad amiinhapped on materjaliks, millest valmivad uuesti täpselt samasugused valgud.

Valgud ei talletu varudena. Kui soolestikust tuleb liigselt amiinhappeid, muutuvad nad osaliselt süsivesikuiks. Lämmastik, mis kuulub amiinhapete koostisse, kuid mida pole süsivesikuis, eritub ammoniaagina ja läheb organismile kaduma. Süsivesikute vastupidist muutumist valkudeks ei esine inimese ega looma organismis.

Maksa osa ainevahetuses. Imendunud valkude, rasvade ja süsivesikute hulga vastavust organismi tarvidusele toetab oma tegevusega tunduval määral maks, mida tihti nimetatakse meie keha kesklaboratooriumiks.

Kui inimene toitub peamiselt valgurikka toiduga, toimub maksas amiinhapete muutumine süsivesikuiks. Maksas võivad süsivesikud muutuda ka rasvaks ja rasvad süsivesikuiks. Just seepärast võivadki organismis rasvad talletuda ka sel juhul, kui toit on rikas süsivesikute (tärklis, suhkur) ja vaene rasvade poolest.

Ainevahetusprotsessis tekib alati teatav hulk organismile mürgiseid aineid. Paljud neist maksas muutuvad ja kaotavad oma mürgisuse. Näiteks mürgine ammoniaak muutub maksas kahjutuks kusiaineks, mis siseneb verre ja siis väljub koos uriiniga.

Ainevahetus liigse toitumise korral. Tavalise normaalse toitumise korral jääb kehakaal muutumatuks, teiste sõnadega, organismi tulevate ja sellest väljuvate ainete hulk on võrdne.

Liigse toitumise korral laguneb osa imendunud toitainete ülejäägist väga ruttu ja läheb organismist välja; osa säilib rasvavaruna. Seejuures kehakaal tõuseb.

Rasvumine, mis sageli esineb liigsöömise tagajärjel, on kahjulik. See nõrgendab organismi tegevust, raskendab südame ja teiste tähtsate elundite tööd ning häirib korralikku ainevahetust, põhjustades mõnikord tõsiseid haigestumisi.

Ainevahetus nälgimise korral. Mitteküllaldase toitumise puhul võib inimene kaotada rohkem aineid, kui ta neid saab ümbritsevast keskkonnast. Seejuures esinev märgatav kehakaalu vähenemine näitab, et organism elatub oma varude arvel. Kehakaalu vähenemisel 30—40% võrra järgneb näljasurm.

Üks teadlane katsetas kahe üheraskuse, üheealise ja samasoolise kassiga. Mõne aja kestel said mõlemad kassid ühesugust toitu. Siis tapeti üks kass, kuna teine jäeti igasuguse toiduta; see suri 13-ndal nälgimispäeval. Mitmesuguste elundite kaalumisel ilmnes, et mõned nälginud kassi elundid ja koed kaalusid tunduvalt vähem kui mittenälginud kassil; lihased kaalusid ligikaudu ühe kolmandiku võrra vähem, maks aga isegi kaks korda vähem; rasvkude oli peaaegu täielikult kadunud. Eluks tähtsamad elundid, eriti kesknärvisüsteem ja süda olid peaaegu täiesti säilitanud oma kaalu.

See katse näitab, et nälgimisel tarvitab organism ära eeskätt rasvavarud. Sel määral kuidas need varud kaovad, hakkab organism, võiks öelda, iseennast sööma. Tähtsaimate elundite, näiteks südame ja närvisüsteemi elutegevuse säilitamiseks kulutatakse aineid, mis kuuluvad eluks vähemtähtsate elundite (näiteks lihaste) rakkude koostisse.

Vesi ja soolad ainevahetusprotsessis. Kõrvuti valkude, rasvade ja süsivesikutega on toidu vajalikuks koostusosaks vesi ja mineraalained (anorgaanilised soolad). Organismi normaalne veesisaldus on rakkude elutegevuses väga tähtis. Tuvidega tehtud katsed on näidanud, et 11%-line veekao-

tus põhjustab mitmesuguseid haigusnähtusi, 22%-lise veekaotuse juures aga tuvid hukkuvad.

Vee auramisel naha ja kopsu kaudu, samuti ka seoses uriini ning roojaga kaotab inimene iga päev vähemalt kaks liitrit vett.

Organismile vajalikke mineraalainete, eriti naatriumi, kaaliumi, magneesiumi, kaltsiumi ja raua ühendeid saab inimene küllaldasel hulgal tavalisest toidust. Puudu jääb ainult kloornaatriumist, eriti taimse toidu kasutamisel.

Mõnede haiguste ajal on soolade-ainevahetus organismis häiritud. Nii väheneb tavaliselt kehvveresuse puhul punaste vereliblede koostisse kuuluva raua sisaldus organismis. Sel juhul määravad arstid haigele sageli pille, mis sisaldavad rauda, ja soovitavad süüa porgandeid, õunu, kapsast, spinatit ja teisi rauarikkaid toiduaineid.

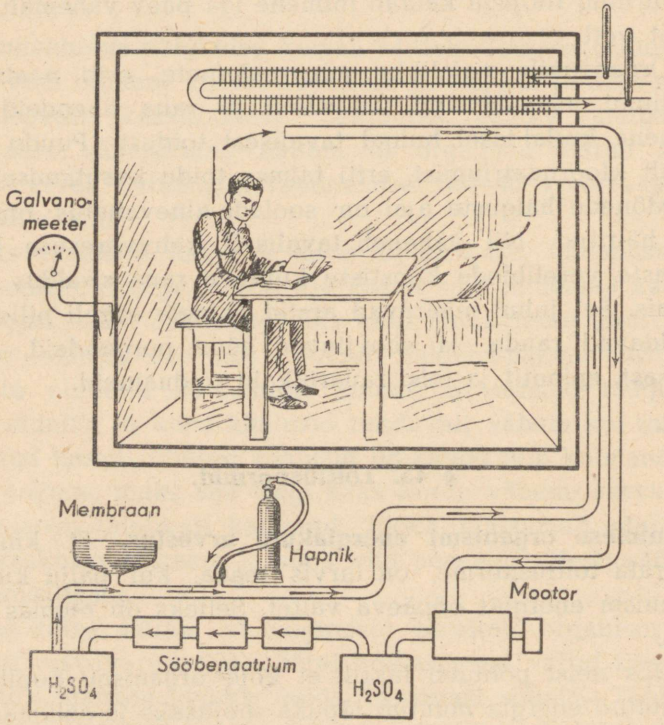
§ 45. Toitlusnormid.

Inimese organismi energiakulu arvestus. Et kindlaks määrata toitlusnorme, on tarvis teada, kui palju kulutab organism energiat ööpäeva vältel. Selleks on olemas mitu viisi.

Üks neist põhineb faktil, et kõik organismi poolt ärakulutatud energia muutub lõpuks soojuseks ja sellena võib teda koguda ja kalorites[1] ära mõõta. Inimese kehas tekkiva soojuse täielikumaks ja täpsemaks arvutamiseks asetatakse inimene erilisel viisil ehitatud kahekordsete seintega kambrisse. Et vältida soojuse kadu kambris, hoitakse selle välisseina temperatuur elektri abil siseseina temperatuuriga pidevalt ühtlasel tasemel. Kambrit läbib veetorude

[1] Suureks kaloriks ehk kilokaloriks nimetatakse soojuse hulka, mis on vajalik 1 kg vee soojendamiseks 1° C võrra.

süsteem, mille vesi kannab soojenedes ära kogu inimese poolt eraldatava soojuse. Selle soojuse hulga võime täpselt välja arvutada, kui on teada kambrisse ja sealt välja voo-

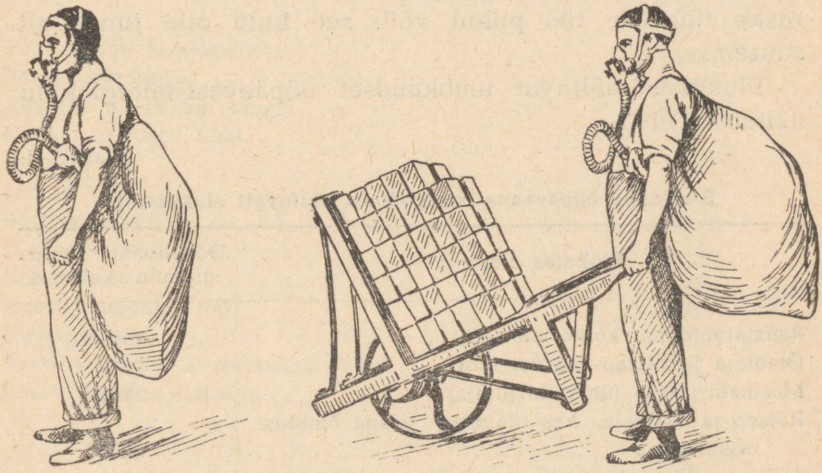


Joon. 98. Kamber energiakulu uurimiseks. Alumisel skeemil on kujutatud seadmed õhu puhastamiseks kambris, veeaurude imamine väävelhappe poolt, süsihappegaasi imamine sööbenaatriumi poolt ja hapniku andmine. Membraan reguleerib õhurõhku. Kambri ülemises osas on radiaator, milles voolab lakkamatult vesi; kaks termomeetrit on juurde- ja äravoolava vee temperatuuri määramiseks.

lava vee temperatuur, samuti ka läbivoolanud vee hulk. Kambris olev luuk, mille kaudu antakse toitu, ja pidevalt süsihappegaasi ja hapniku sisaldust reguleeriv ventilat-

siooniseadeldis ning muud seadised võimaldavad viibida kambris üks või mitu päeva.

Teine energeetiliste kulude arvutamisviis põhineb organismi poolt tarvitatud hapniku hulga kindlakstegemisel. On teada, et hapendusprotsesside tagajärjel vabaneb organismis tarvitatud hapniku ühe liitri kohta 5 kalorit. Kui inimene ühe tunni vältel tarvitab ära 20 l hapnikku, siis see



Joon. 99. Seadeldis väljahingatava õhu kogumiseks gaasivahetuse uurimise otstarbel.

vastab energia kulule, mis võrdub 100 kaloriga. Ööpäeva ulatuses oleks see $100 \times 24 = 2400$ kalorit. Joonisel 99 on kujutatud seadeldis, mille abil võib väljahingatavat õhku uurimiseks koguda.

Energia ööpäevane kulu. Inimese organismi energiakulu oleneb suurel määral elutingimustest, tehtava töö iseloomust ja hulgast, kehakaalust, tervislikust seisundist ja paljudest muudest teguritest.

Kui inimene lamaks ega teeks mingisuguseid liigutusi, siis kulutaks ta tunnis ühe kalori oma kehakaalu ühe kilogrammi kohta. Keskmise kehakaalu (60—65 kg) juures oleks see umbes 1500 kalorit ööpäevas. Inimene, kes teeb vähesel määral füüsilist tööd ja vähe liigub, peamiselt istub, kulutab poolteist korda rohkem energiat. Keskmise raskusega füüsilise töö ja liikuva eluviisi puhul tõuseb energiakulu kahekordseks, ulatudes 3000 kalorini ööpäevas. Väga raske füüsilise töö puhul võib see kulu olla tunduvalt suurem.

Elukutsest sõltuvat umbkaudset ööpäevast energiakulu näitab tabel II.

Tabel II.

Keskmine ööpäevane energiakulu, sõltuvalt elukutsest.

Elukutse nimetus	Ööpäevane energiakulu kaloreis
Raamatupidaja, kontoriametnik	2500
Õmbleja ja rätsep (käsitsi töö)	2700
Masinakirjutaja (ümberkirjutaja)	2800
Rätsep ja õmbleja, kes töötavad jalaga õmblusmasinal	3000
Tööline põllumajanduslikel viljakoristustöödel	3200
Metallitööline, maaler, traktorist	3300
Pesunaine	3400
Kaevur	3900
Sepp	4100
Müürsepp	4500
Puuraiuja	6000
Laadija	8000

Tabelis III on toodud andmed energiakulu suurenemisest ühe või teise tegevuse ajal. Nagu tabelist näha, kulutatakse vaimse töö puhul täiendavalt (võrreldes liikumata, lamava asendiga) üsna vähe kaloreid. Füüsilise töö juures

on energiakulu üldiselt seda suurem, mida rohkem lihaseid võtab osa keha liikumisest.

Tabel III.

Energia lisakulu tööks (võrreldes energiakuluga lamamisel).

Töö nimetus	Energiakulu kaloreis tunni vältel
Puurija töö kaevanduses	443
Puude saagimine	420
Käimine 5,5—6 km tunnis	140—250
Kerged kodused tööd	100
Vormija töö	77
Laduja töö	47
Rätsepa töö	32—36
Masinakirjutaja töö	28—80
Kõneleja töö	58
Kontoriametniku töö	35
Kirjutamine	26
Raskete arvude korrutamine peast	16
Raske raamatu lugemine	8

Võimatus tööd hinnata energiakulu järgi.

Õpetlased ja praktikud on korduvalt püüdnud hinnata inimese tööd energiakulu järgi, kuid säärane hindamine poleks sugugi õige. „Katsugu," kirjutas Engels, „väljendada mõnd *skilled labour* (kvalifitseeritud tööd) kilogrammmeetreis ja arvutada selle alusel töötasu." Engels arvas, et niisuguse katse tulemusena „saaksime ainult mõttetuse".

Ja tõesti, energiakulu on seoses peamiselt lihaste tööga, mis on ainult tööprotsessi — inimese teadliku, ühiskondlikult kasuliku tegevuse üheks küljeks. Tervikuna on seda võimatu väljendada kaloreis.

Valkude, rasvade ja süsivesikute kalorsus. Assimileerides valke, rasva ja süsivesikuid, saavad rakud varuks neis sisalduva potentsiaalse energia, mis dissimilatsiooniprotsessis vabaneb. Et määrata toitainete potentsiaalset energiat, on tarvis kindlaks teha nende hapendumisel vabaneva energia hulk.

Katsed on näidanud, et ühe grammi rasva hapendumisel vabaneb keskmiselt 9 kilokalorit. Ühe grammi valkude või süsivesikute hapendumisel meie kehas eraldub umbes 4 kilokalorit.

Toiduannuses peituv energia. Toiduannuses peituv energiahulk peab vastama inimese poolt ärakulutatavale energiahulgale. Mida rohkem inimene kulutab, seda enam peab ta saama. Täiskasvanud inimene, kes ei tee rasket füüsilist tööd, peab saama ööpäeva jooksul keskmiselt 3000 kalorit.

Toiduannuse koostis. Normaalseks toitumiseks on tarvis, et toit sisaldaks küllaldasel hulgal kõiki kolme põhi-toitainete liike: valke, rasva ja süsivesikuid.

Kui inimene toituks ainult süsivesikuist ja rasvadest ega saaks sugugi valke, peaks ta paratamatult surema. Valgud on selleks ehitusmaterjaliks, milleta rakud ei saa katta oma igapäevaseid kaotusi.

Seoses sellega, et lapsed kasvavad ja nende kaal suureneb, vajavad nad täiskasvanutega võrreldes oma kehakaalu iga kilogrammi kohta rohkem valke.

Üksikute toitainete hulk toiduannuses kõigub tihti tunduvalt. Ent valkude, rasvade ja süsivesikute vahekord peab olema enam-vähem püsiv. Järsud kõrvalekaldumised neis suhetes võivad organismis tekitada tõsiseid häireid. Ainult valgust koosnev või valgurikas, samuti ka liialt rasvane toit on organismile kahtlemata kahjulik.

Tavalistes tingimustes peab täiskasvanud inimene tarvitama ööpäevas keskmiselt:

valke	100 g,
rasvu	60 g,
süsivesikuid	500 g.

See annab ligikaudu 3000 kalorit.

Raskete tööde puhul, mis on seotud suure energiakuluga, ei piisa toitainete niisugusest hulgast ja toiduannust tuleb tõhustada rasvade, valkude ja süsivesikute hulga ühtlase suurendamisega.

Vahel tekib vajadus suurendada mõnd toidu põhiosa. Nii tunnevad inimesed kaugemail põhjamaadel tugevate külmade ajal suurendatud vajadust rasvade järele.

Toiduainete omastatavus. Toiduainete toiteväärtus sõltub mitte ainult nende koostisest, vaid ka sellest, missugusel määral omastatakse organismi poolt nende koostises olevaid toitaineid. Eri valkaineid ei omastata kaugeltki ühesuguselt. Loomse päritoluga valkaineid omastab organism üldiselt tunduvalt täielikumalt kui taimseid. See oleneb esmajoones sellest, et taimsed valgud seedivad halvemini, sest nad asuvad rakkudes, mis on kaetud tiheda taimetselluloosist kestaga ja millele ei avalda mõju fermendid; teiseks sellest, et loomse päritoluga valkude koostis on inimese keha valkude koostisele lähedasem.

Toiduainete omastatavus sõltub suurel määral nende valmistusviisist; näiteks omastatakse kartulipüree paremini kui keedetud kartul, viimane aga paremini kui praetud kartul.

Toiduainetest omastatakse keskmiselt 90%. Seda peab arvestama toiduannuse koostamisel ja vastavalt alati suurendama kalorite hulka umbes 10% võrra.

§ 46. Vitamiinid.

Kunstlikud toidusegud. Paljud teadlased on tagajärjetult katsunud loomi toita puhaste valkude, rasvade, süsivesikute ja anorgaaniliste soolade seguga. Nende katsete ebaõnnestumist tavaliselt seletati segatud ainete, eriti soolade ebaõige proportsiooniga.

1880. aastal eraldas vene teadlane Lunin piimast puhtad valgud, rasva, piimasuhkru ja mineraalained. Nende loomade kaal, kes toitusid ainult sääraste ainete segust, vähenes; nad haigestusid ja lõpuks surid. Vähene täispiima lisandamine toidule taastas nende tervise.

Oma katsete põhjal tegi Lunin järelduse, et organism vajab mitte ainult valke, rasva, süsivesikuid ja soolasid, vaid veel mingisuguseid muid, senini tundmata aineid.

Vitamiinide tähtsus. Hiljem hakati neid tundmata aineid nimetama vitamiinideks. Vitamiinideta ei saa elada ei inimene ega loom.

Vitamiinide puudulik tarvitamine muudab järsult organismi tegevust ja häirib ainevahetust, vähendab töövõimet, põhjustab kiiret väsimust, organismi üldist nõrgenemist ja niisuguseid raskeid haigusi nagu rahhiit, skorbuut jt.

Vitamiinide omadused. Kaua aega ei õnnestunud vitamiinide keemilist ehitust tundma õppida, sest isegi väga vitamiinirikkais saadustes on neid äärmiselt vähe. Peale selle on enamik vitamiine vähepüsivad ained. Kõrge temperatuuri mõjul, päikesekiirte toimel või ka lihtsalt kauaaegsest seismisest hävivad paljud vitamiinid osaliselt või täielikult.

Ometi on viimasel ajal õnnestunud saada paljusid vitamiine puhtal kujul, tundma õppida nende koostist ja omadusi. On kindlaks tehtud, et organism valmistab mõnest vitamiinist fermente ja teisi väärtushoidvaid aineid, millel on normaalse ainevahetuse säilitamisel suur tähtsus.

Vitamiinid tekivad taimedes. Vitamiinide sisaldus taimsetes saadustes sõltub mitte üksi taime liigist ja sordist, vaid ka tema küpsusest, viljakoristamise ajast, kliimast, pinnasest ja muudest tingimustest. Suurt mõju avaldavad vitamiinide sisaldusele toiduaine säilitamine, konservimisviis ja kulinaarne valmistamine.

Sattudes koos taimse toiduga looma organismi, võivad vitamiinid koguneda väikesel hulgal mitmesuguseisse elundeisse. Paljude vitamiinide sisaldus loomse päritoluga saadustes sõltub tunduval määral loomade toidust. Suvine piim on märksa vitamiinirikkam talvisest, sest lehmad saavad suvel värsket rohtu, talvel aga toituvad nad heintest, mis sisaldavad vitamiine tunduvalt vähem.

Üksikuid vitamiine tähistatakse ladina tähtedega.

Vitamiin C. Ammust ajast oli teada, et nälja-aastail ja ka sõjaajal, eriti sissepiiratud linnade elanikkonna hulgas levib tihti skorbuudi-epideemia. Skorbuut on raske haigus. Algul tunneb haigestunu üldist nõrkust, väsimust ja valu jalgades. Siis tekivad järk-järgult tõsisemad haigestumised; algab igemete veritsemine; algul tekivad nahas, lihastes ja siseelundeis väikesed, siis aga suurema ulatusega verevalumid; luuüdi kaotab veretekitamise funktsiooni, areneb raske kehvveresus.

Nii vene kui ka välismaised rändurid märkasid sageli, et skorbuut tekib alati laevadel, karavanides, kaugetel ekspeditsioonidel, kus inimestel tuleb kaua toituda kuivade ja konservitud toiduainetega. Kuid haiged paranevad ruttu, kui avaneb võimalus kasutada toiduks värsket juur- ja puuvilja. Skorbuudi vältimiseks hakkasid meresõitjad endale varuma puuvilja, eriti sidrunimahla. Siberi elanikkond kasutas veel 18. sajandil samaks otstarbeks noorte männi- ja seedriokste ekstrakti.

Värske juur- ja puuvilja tervendav toime sõltub C-vita-

miinist, mida sisaldavad peamiselt elavad taimerakud. Eriti palju on seda tomatites, kibuvitsamarjades, rohelises sibulas, kapsas, spinatis, mustades sõstardes, sidrunites, apelsinides, mandariinides, maasikates, karusmarjades, vaarikates ja mõnedes õunasortides.

Vitamiin C on kõigi tuntud vitamiinide hulgast kõige vähem püsiv. Toiduainete kauakestval säilitamisel, kuivatamisel ja konservimisel ta tavaliselt hävib kas osaliselt või täielikult.

Inimorganism vajab C-vitamiini mitte üle 30—50 mg ööpäevas.

Vitamiin A. A-vitamiini puudus või vähesus toidus häirib nägemist ja tekitab rasket silmahaigust, millele võib järgneda pimedaksjäämine; epiteelkudedes, näiteks nahal ja limaskestades tekivad muutused, mis teevad organismi vastuvõtlikumaks nakkushaigustele ja väga tundlikuks igasuguste vigastuste vastu; lapseeas tekitab A-vitamiini puudus kängujäämise kasvus.

Kõige rohkem on A-vitamiini kalarasvas; rikkalikult on teda ka maksas, koorevõis, munakollases, porgandis, spinatis, oblikas, rohelises sibulas, punases pipras jne.

Täpsemalt öeldes, taimed ei sisalda A-vitamiini, vaid selle lähedast ainet, millest see looma organismis tekibki.

Täiskasvanud inimene peab ööpäevas A-vitamiini saama ligikaudu 5 mg.

B-grupi vitamiinid. See, mida varemini nimetati B-vitamiiniks, kujutab endast vitamiinide segu, milledest mõned on hästi läbi uuritud. Neid sisaldavad kõrreliste ja liblikõieliste taimede seemned, metspähklid, samuti kapsas, kartul, spinat, porgand, mustad ploomid ja rosinad. Eriti palju on neid õllepärmis. Loomsetest saadustest on B-vitamiinidest võrdlemisi rikkad munakollane, kalamari, maks, neerud, süda, sink ja piim.

Mõned B-grupi vitamiinid on tekkimisallikaks fermentidele, mis tagavad ainevahetuse keerukate protsesside normaalset kulgemist. Ja pole midagi imestamisväärset, et nende vitamiinide puudus või vähesus toidus tekitab raskeid häireid.

Maades, kus rahvas toitub peamiselt riisist, tunti juba ammu haigust, mis kannab nimetust beribeeri (tõlkes — jalaahelad). Selle haiguse puhul areneb lihaste nõrkus, tekivad halvatused ja lõpuks haige hukkub äärmise kurnatuse tagajärjel. Haiguse põhjustajaks on ühe B-grupi vitamiini puudus, mida leidub enamikul viljadest ainult seemnete iduosas. Riisi puhastamisel kõrvaldatakse koos kestaga ka vitamiinirikas idu ja nii saadakse hästi puhastatud, kuid vitamiinideta toiduaine. Juba 19. sajandi lõpus tehti kindlaks, et ainuüksi puhta riisiga toitumisel parandab riisikliide lisandamine toidule kiiresti beribeeri haiguse.

Meie maal beribeeri haigust peaaegu ei esine. Kuid tihti ilmuvad väsimus, isupuudus, kalduvus kõhukinnisusele ja lihaste nõrkus algava haigestuse esimeste tundemärkidena, andes tunnistust selle vitamiini mitteküllaldasest sisaldusest tarvitatavas toidus.

Kasvu aeglus ja seismajäämine, mõned silmahaigused, nahalõhkemise sagedane esinemine, korratused närvisüsteemi tegevuses — kõik need häired sõltuvad sageli B-grupi ühe või teise vitamiini puudusest toidus.

Ülesanded.

1. Kasutades tabeleid õpiku lõpus, kirjutage vihikusse teie toitlustamisel A-vitamiini, B-grupi vitamiinide ja C-vitamiini põhiallikaks olevad toiduained, kolm igast liigist.

2. Kasutades õpiku lõppu paigutatud toiduainete koosseisu tabeleid, koostage umbkaudne ööpäevane toidunorm enda või mõne teatud ala töötaja kohta. Arvutage valkude, rasva, süsivesikute ja kalorite hulk teie koostatud toidunormis; arvutage eraldi loomse ja taimse

päritoluga valkude hulk. Andke üksikasjaline hinnang teie koostatud toidunormile, valgustades järgmisi küsimusi:

a) kas toidunormis on küllaldaselt kaloreid (sellele küsimusele vastamisel tuleb arvestada inimese eluviisi ja tööd, kellele on toidunorm koostatud);
b) kas on toidunorm küllaldane valkude, rasva ja süsivesikute sisalduse poolest;
c) kas temas on küllaldaselt loomse päritoluga valke;
d) missugused toiduained koostatud toidunormis on vitamiinide poolest rikkamad ja kas ei ole toidunorm puudulik ühtede või teiste vitamiinide sisalduse poolest.

§ 47. Toitluse tervishoid.

Toidu mitmekesisuse tähtsus. Mida maitsvam ja isuäratavam on toit, seda paremini ta seedib ja ühtlasi omastatakse. Suur tähtsus on toidu mitmekesisusel. Üksluine toit tüütab ruttu, ei ärata isu ja seepärast ka seedib halvemini; mitmekesist toitu süüakse naudinguga, see seedib paremini ja toob enam kasu.

Peale selle on üksluise toidu juures raske kindlustada toiduannuse kõigi vajalike toitainete ja eriti vitamiinide normaalset sisaldust.

Toitlustamisrežiim. Toitlustamisrežiimil on suur tähtsus. Ei või korraga ära süüa kogu päevast toiduannust; on tarvis süüa päevas mitu korda, umbes iga nelja tunni tagant. Söögivaheaegadel läheb maos olev toit soolestikku, magu tühjeneb ja sinna sattunud uus toiduannus seedib hästi ja ruttu.

Täiskasvanuil, samuti ka vanemail õpilasil on soovitav süüa neli korda päevas. Siin on võimalikud järgmised kaks varianti: 1) hommikueine, lõunaoode (teine eine), lõuna, õhtusöök, 2) hommikueine, lõuna, õhtuoode, õhtusöök. Toiduvõtmise kellaajad võib määrata olenevalt töö-

tingimustest, kuid neist tuleb kinni pidada, kusjuures õhtusöök peab olema mitte hiljem kui 1—2 tundi enne magamaminekut.

Kõige rikkalikum ja toitvam peab olema lõunasöök. Lõunasöögiga tuleb ära süüa ligikaudu pool kogu ööpäevasest toiduannusest. Umbes üks neljandik annust tuleb ära süüa hommikul pärast tõusmist, enne tööpäeva algust. Viimane neljandik jaotatakse ülejäänud kahele einele.

Puhtuse pidamine. Söömisel on tarvis pidada piinlikku puhtust.

Kui seda ei tehta, võib kergesti koos toiduga sattuda seedeelundeisse mustust, sellega ühes ka pisikuid, viimased aga võivad põhjustada raskeid ja ohtlikke haigusi, nagu kõhutüüfust, koolerat jt.

Seepärast tuleb enne sööki pesta käsi ja hoolitseda toidunõude puhtuse eest. Puuvili ja juurvili peavad olema pestud. Juua võib ainult keedetud või mõnel muul viisil pisikutevabaks muudetud vett.

Küsimused kordamiseks.

1. Kuidas toimub aine- ja energiavahetuse protsess inimorganismis?
2. Missugust osa etendab maks ainevahetuses?
3. Kuidas muutub ainevahetus liigsel toitumisel ja nälgimisel?
4. Mida nimetatakse kaloriks? Missuguse hulga kaloreid annab ühe grammi valgu, rasva ja süsivesikute hapendumine meie kehas?
5. Missugune on energia ööpäevane kulutus inimese mitmesuguse tegevuse puhul?
6. Missugune peab olema keskmine ööpäevane valkude, rasva ja süsivesikute tarvitus?
7. Mis on vitamiinid, mis tähtsus neil on organismis ja missugused tagajärjed on A-, B- ja C- vitamiini puudumisel toidus?
8. Missugust osa etendavad vitamiinid ja fermendid ainevahetuses?
9. Missugused on toitlustervishoiu põhireeglid?

VII. ERITUSELUNDID.

§ 48. Eritusprotsesside tähtsus.

Ainevahetuse lõppsaadused. Ainevahetus toimub igas rakus lakkamatult. Ainevahetusprotsessis tekkinud mitmesugused ühendid muutuvad viimaks lõppsaadusteks, mis organismis edaspidi enam ei muutu.

Süsivesikud ja rasvad koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Nende täielikul hapendumisel tekivad organismis süsihappegaas ja vesi, s. o. samad ained, mis tekivad süsivesikute ja rasvade lihtsal põlemisel õhus.

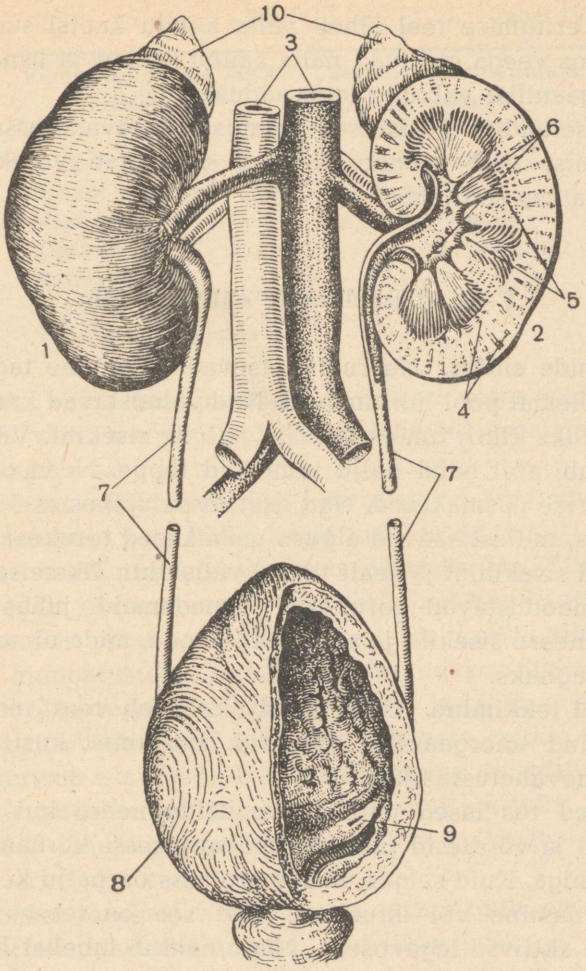
Valgud on väga keerulise ehitusega. Peale süsiniku, vesiniku ja hapniku kuuluvad nende koostisse kindlasti lämmastik, väävel ning sageli fosfor ja mõned teised elemendid. Pärast valkude lagunemist ja hapendumist organismis tekivad peale süsihappegaasi ja vee ained, mis sisaldavad lämmastikku (peamiselt kusiaine ja kusihape), väävlishappe ja fosforhappe soolasid ja mõnesuguseid muid ühendeid.

Lagusaadused, kogunenud rakus, avaldavad viimasele kahjulikku mõju. Nende õigeaegne kõrvaldamine on organismi normaalse elutegevuse hädavajalikuks tingimuseks. Rakk eritab lagusaadused teda ümbritsevasse keskkonda, s. o. koelümfi. Siit lähevad nad verre.

Ainevahetussaaduste eritusteed. Verre kogunenud ainevahetuse laguained kõrvalduvad organismist pidevalt.

Inimesel kõrvalduvad nad peamiselt kuseelundite kaudu, mis kujutavadki endast spetsiaalseid erituselundeid.

Kuid ainevahetussaadused kõrvalduvad osaliselt ka teiste elundite kaudu. Kopsude abil kõrvaldub süsihappegaas; peale selle on väljahingatav õhk alati küllastunud veeaurust; kopsude kaudu väljub ööpäevas umbes 800 g vett.



Joon. 100. Erituselundid:

1 — parem neer (väljastpoolt); 2 — vasak neer (pikilõige); 3 — veresooned; 4 — koorollus; 5 — säsiollus; 6 — neeruvaagen; 7 — kusejuha; 8 — kusepõis (osa selle seinast on välja lõigatud kusejuha suubumiskoha näitamiseks); 9 — kusejuha suubumiskoht; 10 — neerupealised.

Higi eritumise teel läheb naha kaudu kaotsi suur hulk vett. Koos veega erituvad naha kaudu soolad ja üsna väike hulk orgaanilisi valkude lagusaadusi.

Erituselundite töö kaitseb organismi ainevahetussaaduste kogunemise eest ja ühes sellega soodustab verekoostise muutumatuse säilitamist.

§ 49. Kuseelundite ehitus ja töö.

Neerude ehitus. Neerud asetsevad kõhuõõne tagumises osas, mõlemal pool lülisammast. Nad valmistavad kust. Neerus on kaks kihti: tume väliskiht ja hele sisekiht. Väliskihis võib luubi abil näha palju tumedaid täppe. Need on verekapillaaride päsmakesed. Nad asetsevad väikestes õõntes — kihnudes, millest saavad alguse peenikesed torukesed; need ulatuvad sisekihini ja sealt tagasi väliskihti. Üksteisega ühinedes moodustavad torukesed jämedamaid juhasid, mis läbivad neeru sisekihi ja suubuvad õõnde, mida nimetatakse neeruvaagnaks.

Uriini tekkimine. Uriin (kusi) koosneb veest, milles on lahustunud anorgaanilisi soolasid, kusiainet, kusihapet ja muid ainevahetussaadusi.

Mõned teadlased püüdsid vaadelda neere kui lihtsaid kurnasid ja võrdlesid kuse tekkimisprotsessi kurnamise või difusiooniga. Kuid selgus, et see protsess on palju keerukam kui kurnamine või difusioon, sest see on seoses elusate rakkude aktiivse tegevusega. Nagu nähtub tabelist IV, puuduvad kuses mõned ained, mida sisaldab veri, nimelt valgud ja suhkur. Naatriumisisaldus on kummaski vedelikus ligikaudu võrdne. Muid aineid sisaldab kusi suuremal hulgal kui veri, kuid igaüht neist aineist leidub kuse ja vere koostises kindlas vahekorras.

Tabel IV.

Veres sisalduvate ainete nimetused	Samade ainete sisaldus kuses
Valk	Ei sisaldu
Suhkur	Ei sisaldu
Naatrium	Niisama palju
Kaalium	7 korda rohkem
Kusihape	12 „ „
Kusiaine	65 „ „
Väävlishappe soolad	90 „ „

Lisaks tuleb veel märkida, et mõned verre viidud ained (näiteks värvaine metüleensinine) lähevad üsna ruttu täielikult kusesse.

See kõik näitab, kuivõrd keerukas on neerude tegevus, mida seni pole veel küllaldaselt tundma õpitud.

Kuse tekkimisprotsess algab päsmakestes. Siin toimub vere vedela osa kurnamine (filtreerimine) kapillaaridest kihnudesse. Siit satub vedelik torukestesse, kus ta allub tunduvatele muudatustele. Temas sisalduv suhkur imendub täielikult torukeste epiteelrakkude kaudu ja läheb tagasi verre. Osaliselt toimub ka mõnede muude ainete, nende hulgas ka vee suurema osa vastupidine imendumine, mistõttu torukestes olev vedelik muutub enam kontsentreerituks. Samaaegselt võib tähele panna ka vastupidist nähtust — mõnede ainete eritumist verest torukestesse.

Läbides torukesi ning muutes järk-järgult oma koostist ja kontsentratsiooni, muutub vedelik uriiniks.

Uriini väljajuhtimine. Tekkinud uriin satub neeruvaagnasse ja sealt pikka torru — kusejuhasse, mis ühendab neeru kusepõiega. Kusejuhas on silelihaste kiud, mille kokkutõmbumine soodustab uriini edasiliikumist.

Kusepõis asetseb kõhuõõne alumises osas. Tal on paks

lihassein ja ta võib selle kokkutõmbumisel kokku vajuda ja uriiniga täitumisel tugevasti venida. Kusepõie alumises osas on rõngaslihas, mis suleb väljapääsu. Uriin juhitakse välja kusiti kaudu. Kusemisel lõdveneb rõngaslihas ning põieseinte lihased tõmbuvad kokku, surudes uriini välja.

Uriini koostis. Uriin sisaldab anorgaanilisi soolasid, kusiainet, kusihapet, ammoniaaki, hemoglobiini lagusaadusi ja mitmeid teisi aineid.

Paljude haiguste puhul on neerude töö häiritud, mistõttu kuse koostis muutub. Uriinisse võivad ilmuda suhkur (glükoos), valgud, valged ja punased verelibled. Uriini analüüs võimaldab arstil haigust kindlaks teha ja rakendada raviks vajalikke abinõusid.

Küsimused kordamiseks.

1. Loetella laguaineid ja rasva, süsivesikute ning valkude hapendussaadusi. Mis tähtsus on nende eemaldamisel organismist ja kuidas see toimub?
2. Missugune on neeru ehitus?
3. Kuidas toimub uriini tekkimisprotsess?

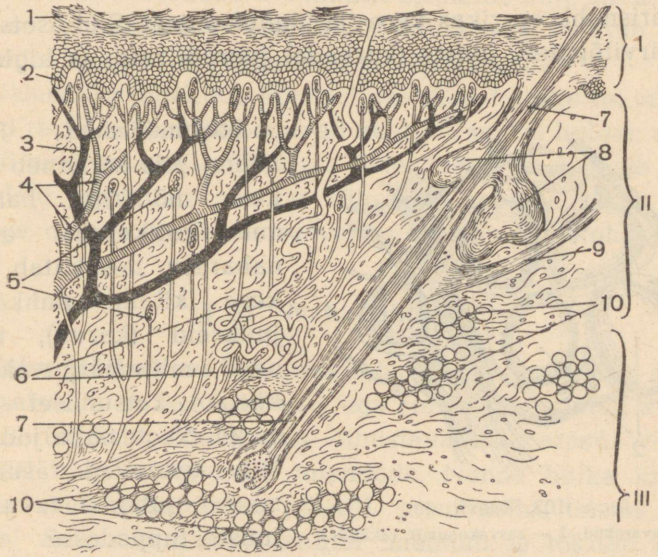
VIII. NAHK.

§ 50. Naha ehitus.

Marrasknahk. Nahk on keha väliseks katteks, mis kaitseb organismi kudesid välismõjude eest.

Naha välist kihti nimetatakse marrasknahaks. See koosneb mitmekihilisest epiteelist. Marrasknaha alumises põhikihis asetsevad üksteisega tihedalt kokkupuutuvad rakud. Need kasvavad ja paljunevad pidevalt. Noored rakud, mis tekkisid aluskihi rakkude pooldumise teel, asetsevad aluskihi peal, tõrjudes viimase vanemaid, varem eraldunud rakke väljapoole.

Veresooned ei tungi marrasknaha sisemusse. Nad tulevad ainult tema aluskihini, mille rakud saavad hõlpsasti verest hapnikku ja toitaineid. Teiste, eriti marrasknaha ülemiste kihtide rakud muutuvad järk-järgult ja hukkuvad.



Joon. 101. Naha ehituse skeem:

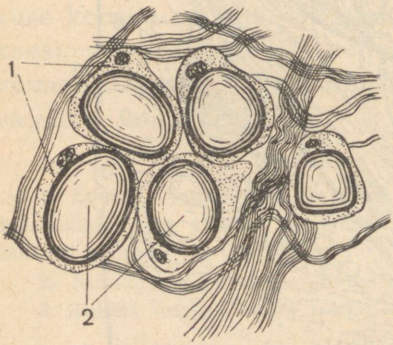
1 — marrasknahk; II — pärisnahk; III — nahaalune kohev sidekude; 1 — marrasknaha sarvkiht; 2 — marrasknaha rakkude alumine kiht; 3 — veenid; 4 — arteerid; 5 — tundenärvi lõpmed; 6 — higinääre; 7 — juuksejuur; 8 — rasunääre; 9 — karvapüstitaja silelihas; 10 — rasvarakkude kogumikud.

Nad liibuvad üksteise vastu, muutudes tihedaks sarvaineks, mis irdub nahapinnalt valgete soomustena. Soomuseid võib hõlpsasti näha, kui nad on kinni jäänud juustesse — see on kõigile tuntud kõõm.

Naha värvus oleneb marrasknaha rakkudes leiduvast erilisest värvainest — nahapigmendist.

Pärisnahk. Naha keskmist, paksemat kihti nimetatakse pärisnahaks. See koosneb sidekoest, milles on suur hulk elastseid vetruvaid kiude. Viimaste tõttu on nahk tugev, liigutuste puhul venib kergesti ja katab ühtlaselt kogu keha.

Pärisnahk on rikas vere- ja lümfisoontest. Siin asetsevad ka närvilõpmed, juuste (karvade) juured, rasu- ja higinäärmed.



Joon. 102. Rasvkude:
1 — rasvarakud; 2 — rasvakogumik rakkudes.

Rasunäärmed. Rasunääre, mis sarnaneb väikese, mõnikord hargnenud kotikesega, eritab naharasu, mis katab õhukese kihina nahka ja juukseid (karvu), tehes need mittemärguvaks ja käega katsumisel pehmeks. Nagu näha joonisel 101, avanevad rasunäärmete juhad tavaliselt juuste tuppedesse.

Siinsamas asetsevad silelihaste kiudude peened kimbukesed suruvad kokku tõmbudes näärmeist rasu välja ning sirutavad (ajavad püsti) juukseid.

Higinäärmed. Higinääre kujutab endast kokkukeritud torukest, mille rakud eritavad higi. Inimese nahas on umbes 2—3 miljonit higinääret. Nende poolt eritatava higi hulka reguleerib närvisüsteem.

Higi eritamise reflektoorse suurenemise näitena võib tuua higitekke järsku kasvu vee joomisel palava ilmaga, samuti ka „külma higi", mis ilmub laubale suure ehmumise korral.

Higi koosneb veest, milles on lahustunud veidi kusiainet ja mõnesuguseid muid ainevahetussaadusi; tema soolane maitse tuleneb anorgaaniliste soolade sisaldusest, peamiselt kloornaatriumist.

Nahaalune sidekude. Nahkkatte sisemine kiht, mida nimetatakse nahaaluseks ehk naha aluskoeks, ulatub keha mõnedes osades mitme sentimeetri paksuseni.

Nahaalune sidekude koosneb rasvkoest, mille rakud haaravad rasvaosakesi ja koguvad neid nii suurel hulgal, et täituvad neist peaaegu täielikult. See nahakiht kaitseb siseelundeid vigastuste eest ja vähendab soojuse kadu. Koos sellega on ta organismis rasvakogunemise põhikohaks.

§ 51. Naha tähtsus.

Naha läbilaskvus. Marrasknaha tihe naharasuga imbunud sarvkiht ei lase läbi vett ega selles lahustunud aineid. Ainult üksikud ained, mis lahustavad naharasu, võivad vähesel hulgal läbi naha imenduda. Nende hulka kuulub aniliin, mida kasutatakse tekstiil- ja mõnedes teistes tööstustes. Sattunud nahale, aniliin imendub ja tekitab raske mürgituse. Seepärast teostataksegi Nõukogude Liidus aniliini kasutamisega seoses olevate protsesside mehhaniseerimist ja on tarvitusele võetud rida teisi abinõusid, mis väldivad mürgitusi.

Organismi kaitse vigastuste vastu. Marrasknaha surnud, sarvestunud rakkude tihe kiht kaitseb tema all olevaid elusaid rakke, mis saaksid vigastada ka kõige õrnemast puudutusest, kui nad oleksid keha pinnal. Neis kohtades, mis alluvad tugevaile ärritustele, näiteks jalatallal, võib sarvkiht muutuda väga paksuks.

Konnasilmad ja villid („rakud") kujutavad endast naha ja eriti selle sarvkihi tugevat paksenemist sagedase hõõrdu-

mise tagajärjel. Tavaliselt tekivad villid peopesa neis kohtades, mis füüsilise töö puhul kõige rohkem hõõrduvad. Jalgadel tekivad konnasilmad jalatsite ärritava pigistamise tagajärjel.

Nahk koos oma nahaaluse sidekoega moodustab paksu elastse kihi, mis nõrgendab tõugete ja löökide tugevust ja ühes sellega kaitseb nende eest kehaelundeid.

Kaitse päikesekiirte vastu. Päikesekiirte energia ärritab elusaid rakke ja ergutab nende tegevust. Kuid päikesekiirte liigne toime võib häirida rakkude normaalset tegevust ja isegi surmata neid. Eriti tugevat mõju avaldavad nähtamatud ultravioletsed kiired, mis tekitavad kergesti päikesepõletust.

Päikesekiired, tungides marrasknaha alumise kihi rakkudeni, ärritavad neid, sundides viimaseid kiiremini kasvama ja paljunema. Seejuures muutub marrasknahk paksemaks ja tõkestab paremini kiiri, eriti ultravioletseid, mis halvasti tungivad läbi sarvestunud rakkude kihi; marrasknaha rakud muutuvad pigmendirikkamaks ja nahk kattub päevitusega, mis samuti ei lase läbi päikesekiiri ning seega kaitseb organismi nende ülemäärase mõju eest.

Mida tugevamini ja kauemini päikesekiired nahale mõjuvad, seda enam see päevitub ning sarvestunud rakkude kiht muutub üha paksemaks. Päevitumine ja marrasknaha paksenemine on seega organismi kaitsereaktsioon vastuseks päikesekiirte kahjulikule toimele.

Ainevahetussaaduste eritus. Mõnel loomal, näiteks konnal eritub tunduv hulk ainevahetussaadusi naha kaudu. Inimesel on eritus naha kaudu vähene ega etenda märgatavat osa. Võiks ainult tähendada, et umbes 95% lämmastikku eritub kusiaine, kusihappe ja teiste laguainete näol neerude kaudu ja ainult 5% naha higinäärmete kaudu.

Kuid mõnikord, eriti häire puhul neerude töös, võib higi

sisaldada ainevahetussaadusi mitu korda suuremal hulgal ja seega täiendada neerude mitteküllaldast talitlust. Neil juhtudel omandab higi uriini iseloomustava lõhna ning higi auramisel ladestuvad nahapinnale kusiaine ja kusihappe kristallid.

Püsiva kehatemperatuuri säilitamine. Terve inimese kehatemperatuur on igasuguse ilmaga ja igal aastaajal ühel tasemel — umbes 37°.

Kehas tekib soojust pidevalt. Eriti palju tekib seda lihaste tugeva tööga. Et meie keha liigselt ei kuumene, see on tingitud ainult sellest, et niisama pidevalt, nagu toimub soojuse tekkimine, toimub ka selle kadu kehapinna kaudu. Nahk, puutudes kokku ümbritseva õhuga, annab sellele ära soojuse, samuti nagu annab soojuse ära köetud ahju välispind, s. o. soojusjuhtivuse ja kiirgamise teel.

Nahakapillaaride laienemise ja ahenemise tähtsus. Nahk on väga rikas veresoontest. Kui õhutemperatuur tõuseb, laienevad naha veresooned ja neist voolab läbi suur hulk verd. Veri, voolates nahas, soojendab teda ja soojuskadu ümbritsevasse õhku marrasknaha kaudu toimub märksa kiiremini kui veresoonte tavalise laiuse puhul.

Sama sünnib ka lihaste töö puhul, kui tekib vajadus soojust rohkem ära anda: nahaveresooned laienevad, verevool tugevneb ja soojust kaotatakse enam.

Vastupidi, kui ümbritseva õhu temperatuur langeb, ahenevad veresooned ja soojuse kadu naha kaudu väheneb.

Niiske õhk juhib soojust paremini kui kuiv õhk. Seepärast võib niiske ja külma ilmaga soojuse äraandmine, hoolimata nahaveresoonte ahenemisest, osutuda liiga suureks ja põhjustada keha jahenemist.

Veresoonte laienemist ja ahenemist reguleerib närvisüsteem. Alkohol paralüseerib veresooni ahendavaid närve, ning sooned jäävad laienenuks ja nahk kuumaks isegi

madala õhutemperatuuri juures; teiste sõnadega, soojuskao normaalne reguleerimine on häiritud. Sellega on seletatav, miks joobnu tavaliselt ei tunne külma ja sammub külma ilmaga, hõlmad lahti, või uinub rahulikult pakase käes. Soojuse liigne kaotus kuuma naha kaudu langetab joobnud isiku kehatemperatuuri mõnikord isegi mitme kraadi võrra, mis võib tuua surma. Nii on alkoholi soojendav toime rajatud enesepettusele.

Higieritumise tähtsus. Palava ilmaga, samuti ka töötamisel kuumades tsehhides, kus õhutemperatuur on kehatemperatuurist kõrgem, ei saa veresoonte laienemine suurendada soojuse äraandmist: liialt soe õhk mitte ainult ei jahuta nahka, vaid vastupidi, soojendab teda veel rohkem. Neil juhtudel kõrvaldatakse organismi ülekuumenemise oht rohkelt erituva higi aurumisega.

Aurumissoojus on väga suur. Seepärast auruv higi neelabki naha välispinnalt suurel hulgal soojust. Selle tulemusena ei tõuse kehatemperatuur isegi 40—50-kraadilises kuumuses.

Higi eritumine ei suurene ainuüksi ümbritseva õhu kõrge temperatuuri, vaid ka lihaste pingutatud töö puhul. Külma ilmaga ja samuti ka siis, kui keha on rahulikus seisundis, väheneb higi eritumine järsult.

Higi aurumise kiirus ja järelikult ka soojuskao suurus sõltuvad õhutemperatuurist, õhu niiskusest ja liikumisest. Mida soojem ja kuivem on õhk, seda kiiremini aurab higi. Tuulise ilmaga, isegi niiske õhu korral, toimub tugev higi aurumine. Kui õhk ei liigu ja on küllastunud veeaurudest, siis higi ei aura. Sellega on seletatav, miks pole võimalik kaua viibida kuumaks köetud saunas.

Organismi ülekuumenemine ja jahenemine. Kui suur ka oleks organismi võime reguleerida soojuse äraandmist naha kaudu, on sel siiski oma piirid.

Väheliikuva ning ühtlasi liiga sooja ja niiske õhu käes väheneb järsult soojuse kaotus ja selle tulemusena võib tekkida elule ohtlik keha ülekuumenemine, niinimetatud kuumarabandus.

Kuumarabanduse peatunnusteks on tugev peavalu, iiveldus, raskemail juhtudel minestused ja krambid. Nende tunnuste ilmnemisel tuleb kannatanu kohe viia jahedasse kohta, panna ta pea peale jääd või külma veega niisutatud käterätik, lehvitada tuult, et õhu liikumisega suurendada higi aurumist, ja anda väga rohkesti juua külma või kuuma vett, et esile kutsuda tugevat higistamist.

Külma ja niiske ilmaga võib esineda keha jahenemine, mis põhjustab organismi nõrgenemist ja suurendab vastuvõtlikkust haigustele. Organismi jahenemine võib tekkida ka üksikute elundite, eriti jalgade kauakestva jahenemise juhul. Just selle tõttu võib kergesti haigestuda grippi, angiini või ka kopsupõletikku, kui hoitakse kaua jalas märgi jalatseid või harjumatult käiakse külma ilmaga palja jalu.

Kohalik külmetus. Elundite tugeva jahenemise korral, kõige sagedamini südamest kaugemal asetsevate ja verega kõige halvemini varustatud elundite juures võib tekkida kohalik külmetus.

Eristatakse kolme külmumisastet: esimesel astmel külmunud koht algul kahvatub tugevasti, siis hakkab punetama ja paistetama. Teisel astmel tekivad villid. Külmumise kolmandal astmel katkeb vereringe, mis põhjustab kudede surma; seejuures muutub nahk mustaks.

Külmumise esimesel astmel on tarvis uuesti elustada vere liikumist ja sundida verd voolama kannatanud organi juurde; see saavutatakse energilise hõõrumisega (kõige paremini lume abil). Külmumise teise ja kolmanda astme puhul on tarvis pöörduda arsti poole.

Põletus. Kerge põletuse korral tekib ainult punetus põletatud kohas. Tugevamal põletusel naha ülemine kiht irdub ja tekib heleda vedelikuga täidetud vill. Veelgi tugevama põletuse korral (kolmanda astme põletus) järgneb naha surm.

Põletus igal astmel, kui ta haarab naha ulatuslikku osa, on väga ohtlik, sest esiteks katkevad suurel pindalal kõik naha eluliselt vajalikud talitlused ja teiseks mürgitatakse organism rakkude hävimis- ja lagusaadustega.

Põletus võib tekkida mitte üksnes soojuse mõjul, vaid ka sel juhul, kui nahale satuvad mõned keemilised ained (näiteks kanged happed — väävelhape, soolhape, lämmastikhape ja teised kanged happed või sööbivad leelised) või sõjalised mürkained nagu ipriit, lüisiit jt. Põletust keemiliste ainetega nimetatakse söövituseks.

Ülesanne.

Mis teel võib suureneda soojuskadu, kui: a) ümbritsev õhk on kuiv ja selle temperatuur on madalam keha temperatuurist; b) õhk on täidetud veeaurudega, ta temperatuur aga on endiselt madalam keha temperatuurist; c) õhk on kuiv, kuid ta temperatuur on kõrgem keha temperatuurist; d) õhk on täidetud veeaurudega ja on kõrgema temperatuuriga kui keha.

Missugusel loeteldud tingimusel ei ole võimalik soojuskadu higi eritumise teel ja missugusel — soojuse juhtimise teel?

§ 52. Nahatervishoid.

Nahk haigestumiskoldena. Orgaanilised ained, mis kuuluvad naharasu ja higi koostisse, lagunevad kergesti; lagunemisega käib kaasas tugeva lõhnaga lenduvate ainete ilmumine. Mustus, mis koguneb naha pinnale, eriti

tema arvukaisse vahedesse ja voltidesse, ummistab rasunäärmete avad ja raskendab higistamist.

Koos tolmuga jäävad nahale mitmesugused pisikud, kellele on naha erituse lagusaadused heaks toiduks.

Kasimata inimese kehal tõuseb bakterite arv tohutult suureks — kuni 40 tuhat naha 1 sm^2-l, mis kogu keha ulatuses, mille pindala on umbes 1,5 m^2, moodustab kuni 600 miljonit. Nende bakterite hulgas leidub kõrvuti süütutega ka mädanemise tekitajaid ning epideemia puhul koolera, kõhutüüfuse ja düsenteeria pisikuid.

Naha ja riiete puhtuse hooletusse jätmisel ilmuvad inimese kehale kergesti mitmesugused parasiidid. Mõned neist võivad põhjustada ühe või teise haiguse. Nii näiteks sügelislest, olles tunginud marrasknahka ja uuristanud seal käike, tekitab väga ebameeldiva haiguse — sügelised. Riidetäi, kes elab ja paljuneb riidevoltides, võib saada haigelt inimeselt tervele sattudes tähnilise soetõve edasiandjaks.

Ebapuhtal nahal leidub sageli soolenugiliste mune. Mustadelt kätelt võivad mitmesuguste nakkushaiguste tekitajad sattuda toitu ja koos sellega tungida organismi.

Kasimata inimene ohustab mitte ainult ennast, vaid ka teisi.

Hoolitsus naha puhtuse eest. Nii oma kui ka teiste tervise säilitamiseks on tarvis alati hoolitseda naha puhtuse eest.

Vähemalt kord nädalas on tarvis pesta kogu keha seebi ja sooja veega, vahetada pärast pesemist ihupesu, mis on läbi imbunud naha eritustega.

Nägu, kaela, käsi ja jalgu (eriti kui nad higistavad) peab pesema iga päev. Peale selle on vaja käsi pesta iga söögi eel. Eriti koguneb mustust küünte alla, mispärast tuleb neid õigeaegselt lõigata.

Nahavigastuste tagajärjed. Ühtede või teiste mõjutuste tagajärjel võib nahas tekkida rebend, haav või haavand. Vigastatud koha kaudu võivad organismi tungida mitmesugused kahjulikud ained ja — mis on eriti ohtlik — haiguse tekitajad pisikud.

Organism vastab neile vigastustele põletikulise reaktsiooniga. Veresooned laienevad; neist väljuvad valged verelibled (fagotsüüdid); nahk punetab, paistetab ja muutub tuliseks, sageli tekib mädanik.

Põletiku lõppedes eraldub kogunenud mäda. Naabruses asetsevad sidekoe rakud paljunevad ja kasvatavad haavakese aegamisi kinni. Veretombu ja vigastatud rakkude jäänused lagunevad ning haaratakse fagotsüütide poolt. Haavakese pind kattub järk-järgult marrasknaha põhikihi paljunevate rakkudega, millede peale ilmuvad üsna ruttu sarvestuvate rakkude kihid.

Riided. Naha normaalse tegevuse juures on riietel suur tähtsus. Nad aitavad organismil säilitada püsivat kehatemperatuuri.

Külmal ajal peavad riided vähendama soojuskadu. Seepärast on taliriiete materjalidest kõige paremad niisugused, milles on palju poore (vill, karusnahk), sest poorides olev õhk juhib halvasti soojust ja väldib selle tugevat kadu naha kaudu. Mida rohkem on riideid ja nende vahel olevaid õhuvahesid, seda aeglasemalt ja nõrgemalt toimub soojuse kaotus. Kuid isegi pakase ajal ei tohi riideid olla üleliia, vastasel korral muutub kehakate raskeks ja takistab liikumist ning peale selle põhjustab kergesti keha ülekuumenemist.

Õhu kõrge temperatuuri puhul peavad riided, vastupidi, soodustama soojuskadu organismist. Seetõttu peab kehakate olema võimalikult õhem ja kergem, õhuvahesid aga riiete vahel võimalikult vähem.

Suviriided peavad hõlpsasti läbi laskma õhku ja aure, et kergendada higi auramist ja ühes sellega suurendada soojuse äraandmist.

Pesu, mis puutub vahetult kokku nahaga, peab hästi imema endasse naha eritusi ja läbi laskma õhku. Pesuks sobivad kõige paremini pehmed riided, mis ei tekita naha-ärritusi.

Üleriided tolmuvad väljas tugevasti. Tolm ummistab riide poore ja suurendab sellega soojusejuhtivust. Riiete puhtust säilitatakse tolmu väljakloppimise abil ja regulaarse puhastamise teel kõva harjaga.

Pesusse ja üleriietesse imbub ruttu higi, naharasu ja marrasknaha sarvestunud rakkude soomuseid. Seepärast tuleb pesu vahetada vähemalt kord nädalas.

Naha osa keha karastamises. Naha loomulikud ergutusvahendid — õhk, päike ja vesi — muudavad naha vähem hellitatuks, vastupidavamaks õhutemperatuuri kõikumistele, terveks ja eluvõimeliseks.

Verre imendudes mõjutavad terve naha mõned ainevahetussaadused, mille hulk suureneb nimetatud ergutusvahendite toimel, keha kõiki elundeid, sealhulgas ka närvisüsteemi, suurendades nende elutegevust. Peale selle ärritavad loomulikud ergutusvahendid nahas asetsevaid tundenärvilõpmeid ja tugevdavad reflektoorselt keha elundite tööd.

Niisiis mõjuvad õhk, päike ja vesi kogu organismile soodsalt kahel viisil — humoraalselt (vere kaudu) ja närvide kaudu.

Et organismi üldiselt tugevdada ja suurendada ta vastupanuvõimet mitmesugustele kahjulikele mõjudele, tuleb juba lapsepõlvest alates ennast karastada, kasutades mõistlikult naha loomulikke ergutusvahendeid.

Suvel on tarvis võtta päikese- ja õhuvanne. Et vältida päikesepõletust, tuleb lasta nahal pikkamisi harjuda päi-

kesekiirte toimega. Väga kasulik on käia suvel palja jalu. Teistel aastaaegadel on tarvis ennast harjutada käima võimalikult kergema kehakattega. Liigne riietesse mässimine teeb inimese hellitatuks ja haigustele vastuvõtlikumaks.

Vee kasutamine, millel on väga suur tähtsus, ei tohiks piirduda ainult suvise suplusega. On tarvis terve aasta läbi hõõruda hommikuti keha tubase leige veega või võimaluse korral võtta dušši.

Kauakestev suplus ja pikaajalised päikesevannid mõjuvad kahjulikult südamele ja põhjustavad närvisüsteemi häireid, eriti harjumata inimesel. Mõnele inimesele võivad osutuda päikese käes viibimine, kümblemine külmas vees ja muud abinõud, mis tavaliselt tervist tugevdavad, kahjulikuks ja ohtlikuks. Seepärast tuleb organismi karastada arsti nõuannete kohaselt.

Küsimused kordamiseks.

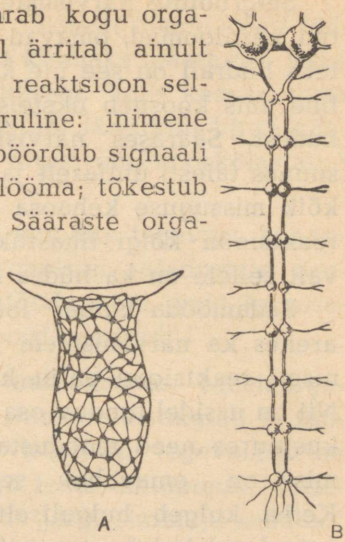
1. Missugune ehitus on nahal?
2. Milles väljendub naha kaitseosa?
3. Missugust osa etendab nahk organismi karastamisel?
4. Kuidas reguleeritakse soojuskadu naha kaudu?
5. Loetella nahatervishoiu põhireeglid.
6. Missugused on põhinõuded, mida tuleb esitada riiete suhtes?

IX. NÄRVISÜSTEEM.

§ 53. Närvisüsteemi tähtsus.

Organismi reaktsioon ümbritsevale keskkonnale. Organismi eksisteerimine pole võimalik ilma tema koostööta väliskeskkonnaga. Organism reageerib igasugustele tema ümber toimuvatele muutustele, kui nad on küllalt tugevad. Seejuures reaktsioon ei piirdu nende elunditega, mis allu-

vad vahetult ärritusele, vaid haarab kogu organismi. Äkki kostnud autosignaal ärritab ainult kuulmiselundi tunderakke. Kuid reaktsioon sellele helile võib olla väga keeruline: inimene sooritab vastus-liigutusi, näiteks pöördub signaali poole, ta süda hakkab kiiremini lööma; tõkestub seedemahlade nõristumine jne. Sääraste organismi üldiste reaktsioonidega kohtusime juba seede-, hingamis- jt. elundite tundmaõppimisel.



Joon. 103. Närvisüsteemi ehituse skeem: A — hüdral; B — ussil.

Organismi reaktsioonid võivad teostuda ka keha vedelikkude kaudu, s. o. humoraalselt. Nii tekivad ultravioletsete kiirte toimel nahas ained, mis, sattunud verre, põhjustavad keha mitmesuguseis elundeis ainevahetuse tõusu. Kuid sellega pole veel tagatud organismi kiired ja mitmekesised vastused ümbritsevas keskkonnas toimunud muutustele. Nende reaktsioonide teostamisest võtab tingimata osa ka närvisüsteem. Samad ultravioletsed kiired tekitavad naha närvilõpmeis erutuslaineid, mis lähevad kesknärvisüsteemi ja sealt tsentrifugaalsete närvikiudude kaudu mitmesugustesse elunditesse, kutsudes esile muutuse nende tegevuses.

Kõrgematel loomadel, eriti inimestel on närvisüsteemi tähtsus organismi ümbritsevale keskkonnale reageerimisel erakordselt suur. Närvisüsteemi abil orienteerub organism teda ümbritsevas maailmas, kohaneb pidevalt muutuvaile elutingimustele.

Selgrootute närvisüsteem. Kõik hulkraksed, välja arvatud käsnloomad, omavad närvisüsteemi. Ainuõõssetel (näiteks hüdral) on see üle kogu keha mitmekesise võrgu taoline, mis koosneb üksteisega nibude varal ühendatud rakkudest. Säärases närvisüsteemis levivad erutused igas suunas täiesti ühtlaselt ja seepärast järgneb vastuseks ükskõik missuguse kehaosa ärritusele üks ja sama liigutusreaktsioon kõigi lihasrakkude kokkutõmbumisega. Vastavalt sellele on ka hüdra liikumine üsna üksluine.

Sedamööda kuidas loomade maailm arenes, muutus ja arenes ka närvisüsteem ning koos sellega kujunes organismi reaktsioon palju keerukamaks ja mitmekesisemaks. Nii on ussidel tunduv osa närvirakke koondunud närviketti, kusjuures need moodustavad üksikuid tänke ehk „sõlmi", mis on omavahel seotud närvikiudude kimpudega. Ketist kulgeb hulgaliselt närve, mille seas on nii tsentripetaalseid kui ka tsentrifugaalseid kiude.

Selgrooliste närvisüsteem. Kõigil selgroolistel, nende hulgas ka inimesel eristatakse kesknärvisüsteemi ja piirdenärvisüsteemi.

Kesknärvisüsteem kujutab endast suurt närvikiudude kogumit ning koosneb seljaajust, mis asetseb lülisamba sees, ja peaajust, mis asetseb koljuõõnes.

Arvukad närvid, mis kulgevad selja- ja peaajust, moodustavad piirde-närvisüsteemi. Selle mitmesugustes piirkondades on närvirakkude väikesed kogumid — närvitängud.

Kehaelundite tegevuse koordinatsioon. Reaktsioonid, mis toimuvad närvisüsteemi osavõtul, on alati rangelt kooskõlastatud ja koordineeritud. Näiteks käe kõverdumine küünarnukist on terve lihasgrupi koordineeritud tegevuse tagajärjeks; painutajad lihased tõmbuvad kokku, kusjuures igaüks neist igal üksikjuhul tõmbub kokku teatava jõuga;

samaaegselt lõdvenevad sirutajad lihased; nende kõigi lõdvenemise ulatus on jällegi rangelt kindlaks määratud. Vähe sellest: iga lihase seisundi muutusega käib kaasas tema veresoonte laienemine või ahenemine. Järelikult lihtsa käepainutusega kaastub terve rida organismi kooskõlastatud muutusi.

Närvisüsteem reguleerib kõigi elundite tegevust, kohandades lakkamatult nende tööd organismi vajadustele. Seetõttu mitte ainult lihaste kokkutõmbumine, vaid ka siseelundite talitlused on rangelt koordineeritud.

Aju osa ümbritseva maailma tunnetamises. Meeleorganite ja närvisüsteemi kaudu saab inimene aistinguid ja tunnetab ümbritsevat maailma. Närvisüsteemi tegevusega on seotud inimese mõtlemine ja kogu tema käitumine. Mõtlemine ja teadvus on Engelsi sõnade järgi „inimaju saadus."

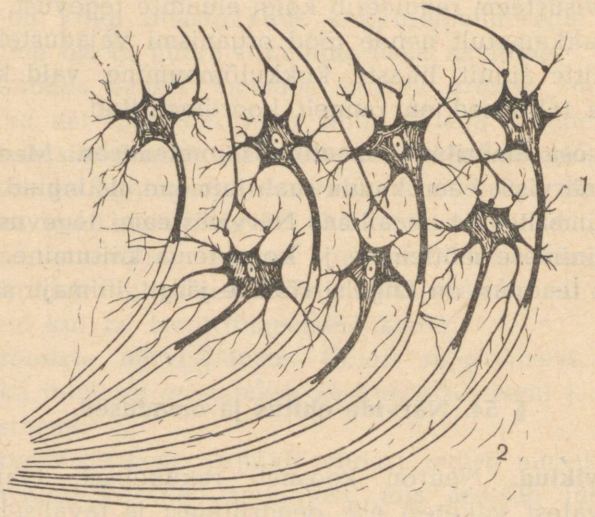
§ 54. Närvide ehitus ja omadused.

Närvikiud. Neuron koosneb rakukehast, lühikestest harunevatest jätketest ehk dendriitidest ja tavaliselt ühest pikast jätkest ehk aksonist. Pikka jätket koos teda ümbritseva kestaga nimetatakse närvikiuks.

Pea- või seljaaju läbilõikes võib näha, et mõnes kohas on ajuollus palju tumedam — see on niinimetatud hall-ollus, teises kohas aga märksa heledam — valgeollus. Niisugune erinevus on tingitud sellest, et rakukehad omavad halli värvust, närvikiud aga erilise kesta tõttu — valget. Teiste sõnadega, aju hall-ollus koosneb peamiselt tohutust hulgast närvirakkudest. Närvikiud, mis tulevad neist rakkudest, kogunevad tihedaks massiks ja moodustavad aju valgeolluse.

Närvide ehitus. Närv koosneb suurest hulgast närvikiududest, mis üksteisest erinevad peamiselt valge kesta paksuse poolest. Närvikiudude üksikud kimbud, samuti ka kogu närv on ümbritsetud sidekoe kestaga.

Lõpme lähedal kiud kaotab oma valge kesta ja hargneb mitmeks harukeseks, mis kulgevad kas üsna lihaskiududeni



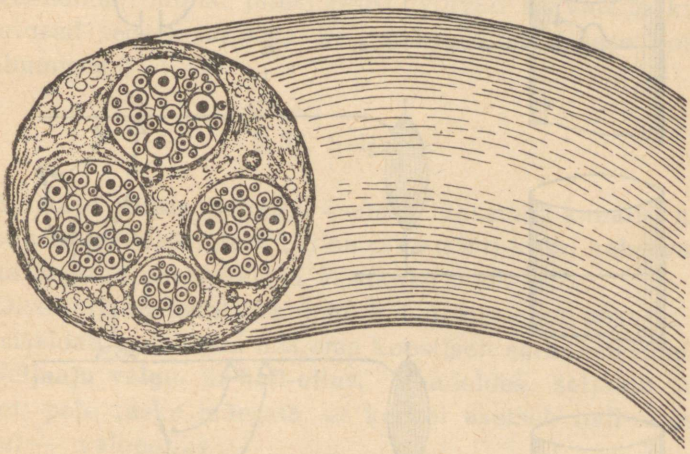
Joon. 104. Närvikude: 1 — hall-ollus; 2 — valgeollus

või näärme või mõne muu elundi rakkudeni või koguni teise neuroni dendriitideni.

Närvierutuse edasikandumine. Närvikoe põhiliseks omaduseks on võime erutust edasi kanda.

Kui eraldada konna kehast lihas koos temasse mineva närviga ja tekitada närvierutus (elektrivoolu, keemilise aine või rõhumisega), tõmbub lihas kokku. See sünnib selle tõttu, et närvis tekkinud erutus, läbinud kogu närvi, kan-

dub närvilõpmeist lihaskiududele. Tarvitseb ainult närvi mingit osa mürgitada alkoholi või kloroformiga või tõmmata ta niidiga tugevasti kinni, kui katkeb kohe erutuse edasikandumine üle vigastatud koha; ainult närvi erutamine vigastatud osa ja lihase vahel võib tekitada viimase kokkutõmbumist.

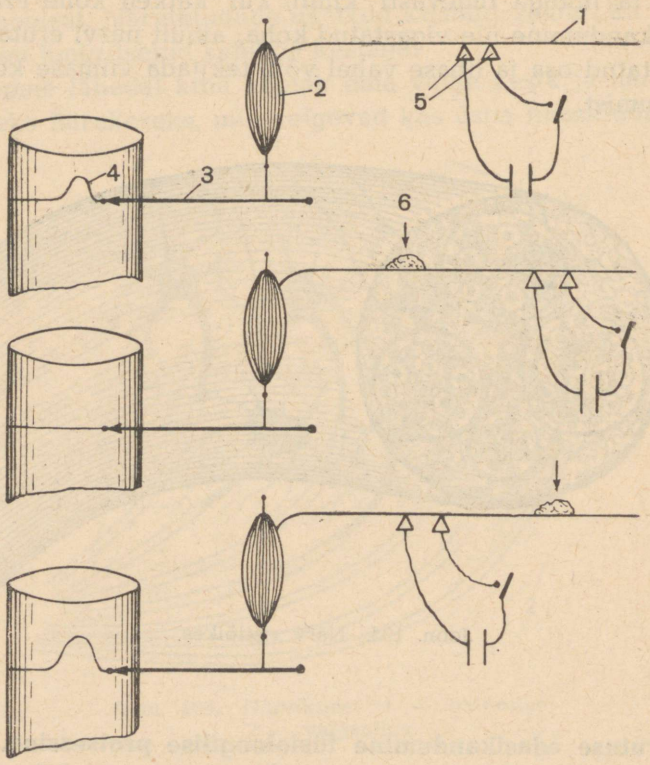


Joon. 105. Närv ristlõikes.

Erutuse edasikandumine füsioloogilise protsessina. Erutuse edasikandumine on äärmiselt keeruline füsioloogiline protsess. Sel pole juhtme kaudu voolava elektriga midagi ühist. Impulss levib närvi kaudu mitmekümne-meetrilise kiirusega sekundis: inimesel võib see kiirus tõusta 100—120 meetrit sekundis. Elektrivool aga levib juhtmeis valguse kiirusega, s. o. umbes 300 tuhat km sekundis.

Kuigi erutusprotsess levib märksa aeglasemalt kui elektrivool, siiski on närviimpulsi edasikandumise kiirus

nii suur, et organismi reaktsioonid võivad toimuda sekundi kümnendiku ja isegi sajandiku osa vältel.



Joon. 106. Erutuse kulgemine mööda närvi (skeem):
1 — närv; 2 — lihas; 3 — kang üleskirjutuste tegemiseks kümograafil; 4 — kümograafile registreeritud lihase-kokkutõmme; 5 — elektroodid närvi ärrituseks elektrivooluga; 6 — kloroformiga niisutatud ja närvile asetatud vatt. Erutus ei saa läbida närvi mürgitatud ala.

Erutuslained. Erutusprotsess levib närvis lainetena, impulssidena [1], mis voogavad lahus, üksteisega ühinemata,

[1] Ladina sõnast *impulsus,* mis tähendab lööki, tõuget, järsku hetkelist liikumist.

just nagu hetkeliste tõugetena. Ühe sekundi vältel võib närvi läbida mitusada impulssi.

Säärane impulsside lühiaegsus ja nende edasikandumise kiirus närvides tagab vahelduvate reaktsioonide suure täpsuse ja kiire vahetuse.

Tarvitseb ainult vaadelda viiuldaja või pianisti mängu, et veenduda, millist täiuslikkust võivad saavutada kiired liigutused seoses inimese käe mõnekümne lihase kokkutõmbumisega.

§ 55. Seljaaju.

Seljaaju ehitus. Seljaaju asetseb lülisamba kanalis, mille moodustavad lülikaared. Tal on pika nööri kuju; kahe vaoga on ta jagatud paremaks ja vasakuks pooleks.

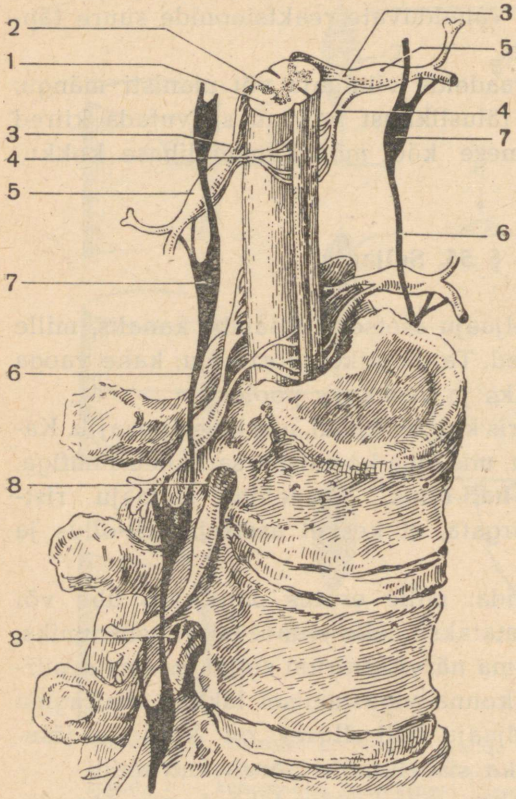
Otse seljaaju tsentris kulgeb kanal, mis läheb peaaju. Kanal sisaldab vedelikku, mis oma koostiselt sarnaneb lümfiga.

Seljaaju valge- ja hall-ollus. Vaadeldes seljaaju ristlõiget, pole raske märgata, et keskel asetseb hall-ollus ja äärtel — valgeollus.

Hall-olluse piirkonda, mille erutus põhjustab ühe või teise elundi tööd, nimetatakse selle elundi närvitsentrumiks. Nii on näiteks diafragma närvitsentrum seljaajus kaela piirkonnas; aju selle piirkonna vigastamisel lakkab diafragma kokkutõmbumine. Seljaaju hall-olluses on kere- ja jäsemete lihaste, samuti ka siseelundite närvitsentrumid.

Valgeolluse põhimassi moodustavad kiud, mis ühendavad seljaaju mitmesuguseid tsentrumeid üksteisega; nad lähevad siit ka peaaju ühte või teise piirkonda või, vastupidi, peaajust seljaajusse. Närvikiude, mis ühendavad peaaju mitmesuguseid piirkondi, nimetatakse juhtteedeks. Nende kaudu teostub side aju mitmesuguste osade neuronite vahel ja ühes sellega on tagatud kogu närvisüsteemi

kooskõlastatud tegevus. Peaaju reguleerib seljaaju tööd ja samal ajal saab talt impulsse, millest suurel määral sõltub tema tegevus.



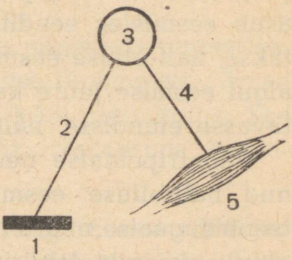
Joon. 107. Seljaaju: 1 — valgeollus; 2 — hallollus; 3 — tagumine juur; 4 — eesmine juur; 5 — lülidevaheline tänk; 6 ja 7 — sümpaatiline piirtüvi; 8 — lülidevaheline ava.

Seljaaju-närvid. Seljaajust väljuvad iga naabruses oleva kahe lüli vahelt paremale ja vasakule seljaaju-närvid — kokku 31 paari.

Iga närv algab kahe, eesmise ja tagumise juurega. Eesmises kulgevad tsentrifugaalsed närvikiud, mille kaudu

impulsid kanduvad keha elundeisse, tagumises — tsentripetaalsed, mis juhivad impulsse aju suunas. Seepärast nimetatakse eesmist juurt liigutus- ja teist tundejuureks. Pärast väljumist seljaajust liituvad mõlemad juured üheks närviks. Nii on seljaajust väljuvad närvid seganärvid: neis on kaht liiki — tsentripetaalseid ja tsentrifugaalseid närvikiude.

Refleksikaar. Igasugust ärrituse vastus-reaktsiooni, mis toimub närvisüsteemi osavõtul, nimetatakse, nagu me juba teame, refleksiks ehk reflektoorseks reaktsiooniks. Teed, mida läbivad reflektoorset reaktsiooni tekitavad impulsid, nimetatakse refleksikaareks.



Joon. 108. Refleksikaare skeem:
1 — elund ühes ärritust vastuvõtvate närvilõpmetega; 2 — tsentripetaalne närv; 3 — kesknärvisüsteem; 4 — tsentrifugaalne närv; 5 — vastus-reaktsiooni andev elund.

Igas refleksikaares võib eristada viit piirkonda: esimeseks piirkonnaks on vastuvõtvad närvilõpmed, mis asetsevad nii meeleorganeis kui ka keha kõigis teistes elundites — lihastes, soolestikus, kopsudes jne.; teiseks — tsentripetaalne närv; kolmandaks — kesknärvisüsteem, s. o, seljaja peaaju; neljandaks — tsentrifugaalne närv; viiendaks ja viimaseks — elund, mis annab vastus-reaktsiooni: skeletilihas, süda, süljenääre jne.

Kõige lihtsam refleksikaar peab koosnema vähemalt kahest neuronist: tsentripetaalsest ja tsentrifugaalsest.

Tsentripetaalne neuron. Tsentripetaalse neuroni rakud ei asetse seljaajus, vaid tagumises juures, kus nad moodustavad tängu, mida nimetatakse lülidevaheliseks tänguks. Need neuronid, erinevalt kõigist teistest, omavad kaht pikka jätket. Üks neist viib rakukehasse erutuse, mis tuleb tema tundlikest lõpmeist nahas, lihaseis jm., teist mööda saabub erutus rakukehast seljaajusse. Seljaajus see jätke hargneb:

üks haru läheb valgeolluse kaudu seljaaju alumistesse osadesse, teine siirdub ülespoole. Need mõlemad harud moodustavad lühikesi külgharukesi, mis lähevad hall-ollusesse ja lõpevad seal.

Tsentrifugaalne neuron. Tsentrifugaalsel neuronil on üks pikk jätke (akson) ja mitu lühikest (dendriidid). Rakukeha asub eesmistes eendites ehk, nagu neid tavaliselt nimetatakse, hall-olluse eesmistes sarvedes. Siit kulgeb pikk jätke algul eesmise juure kaudu ja siis seljaaju-närvi mööda töötavasse elundisse, näiteks lihasesse.

Tsentripetaalse neuroni pika jätke harukesed, lähenenud hall-olluse eesmistele sarvedele, astuvad ühendusse tsentrifugaalse neuroni dendriitidega; erutus võib üle minna ainult aksonilt dendriitidele. Vastupidises suunas — dendriitidelt aksonile erutus üle ei kandu. Selle tõttu on tagatud erutuse ühesuunaline juhtimine kesknärvisüsteemis.

Lülineuronid. Refleksikaari, mis koosnevad ainult kahest neuronist, esineb väga harva. Enamik kaari on märksa keerukamad, koosnedes kolmest, neljast ja isegi suuremast arvust neuronitest. Tsentripetaalse neuroni jätke harukesed lähenevad mitte üksnes hall-olluse eesmistele, vaid ka tagumistele sarvedele. Siin asuvad lüli- ehk vaheneuronite kehad, mis annavad üle erutusi tsentripetaalsetelt neuronitelt tsentrifugaalsetele.

Lülineuronite juurest suunduvad pikad harud seljaaju väga mitmesugustesse piirkondadesse, samuti ka peaajju. Erutused, minnes üle ühelt lülineuronilt teisele, kanduvad kesknärvisüsteemi kõigisse piirkondadesse.

Ülesanne.

Joonestada kahe neuroni skeem selliselt, et esimese neuroni akson läheneks teise neuroni dendriitidele ja selle neuroni akson lihasele. Lisada skeemile üksikasjalised seletused. Märkida nooltega, mis suunas võib minna erutus.

§ 56. Seljaaju refleksid.

Refleksid äralõigatud peaga konnal. Seljaaju osavõtul toimuvaid reflekse on väga lihtne tundma õppida konna abil, kellel on kõrvaldatud peaaju ja säilitatud täielikult seljaaju. Refleksid vaatlemiseks riputatakse konn statiivile.

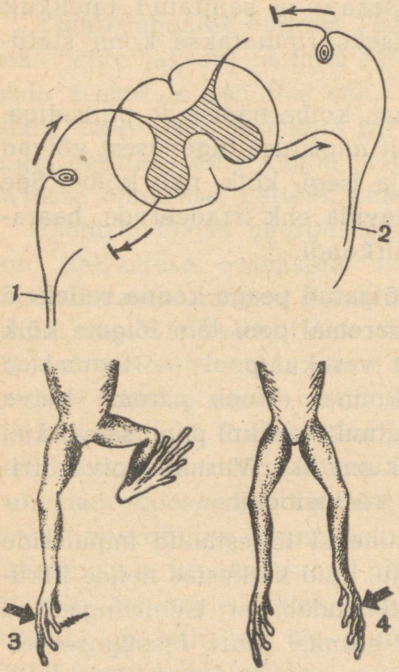
Kui äralõigatud peaga konna koiba näpistada pintsetiga, tõmbub koib eemale. Olenevalt näpistuse tugevusest võivad hakata liikuma kaks, kolm ja isegi kõik neli koiba. See katse näitab, et erutus võib levida ehk irradeeruda, haarates seljaaju mitmesuguseid piirkondi.

Juurte läbilõikamine. Äralõigatud peaga konna refleksid on osaliselt häiritud, kui tal paremal pool läbi lõigata kõik eesmised (liigutus-) juured ja vasakul pool — tagumised (tunde-) juured. Niisugusel konnal esineb parema koiva ärritamisel vastus-reaktsioon ainult vasakul pool, samal ajal kui kogu parem pool jääb liikumatuks. Vasaku koiva ärritamisel ei esine reflektoorset reaktsiooni.

Eesmiste juurte läbilõikamine ei tõkestanud impulsside edasikandumist nahalt seljaajju, kuid katkestas nende liikumise ajust lihastesse. See tähendab, et tsentrifugaalsed impulsid võivad läbida ainult eesmisi juuri. Igasuguse reflektoorse reaktsiooni puudumine pärast tagumiste juurte läbilõikamist näitab, et tsentripetaalsed impulsid läbivad ainult tagumisi juuri.

Närvisüsteemi erutuvus. Erutuse levimine ehk, teiste sõnadega, selle üleminek ühelt neuronilt teisele sõltub närvirakkude erutuvuse astmest. Muutusi närvirakkude erutuvuses võib selgelt jälgida äralõigatud peaga konnal, kui teda mõjutada mingi mürgiga. Nii tekitab alkohol pärast esialgset lühiaegset erutuvuse tõusu selle tunduvat langust.

Strühniin suurendab erutuvust niivõrd tugevasti, et loom vastab ka õige kergele puudutusele kogu keha lihaste kramplike kokkutõmbumistega.



Joon. 109. Seljaaju närvijuurte läbilõikamise katse skeem (läbi on lõigatud parempoolne eesmine ja vasakpoolne tagumine):
1 — parema koiva närv; 2 — vasaku koiva närv; 3 — parema koiva ärritus; 4 — vasaku koiva ärritus.

Igal närvirakul on võime otsekui koguda endasse erutust. Võib valida niisuguseid nõrku ärritusi (näiteks elektrivooluga), mis lahus võetuna ei tekita äralõigatud peaga konnal reflektoorset reaktsiooni. Kui aga neid ärritusi korrata teatava sagedusega mitu korda järjest, ilmub reflektoorne reaktsioon.

Sama võib tähele panna naha kahe erisuguse piirkonna nõrgal ärritamisel: võib valida niisuguse voolutugevuse, et kummagi ärritamine eraldi ei tekita refleksi; mõlema piirkonna üheaegne ärritamine aga kutsub esile reflektoorse reaktsiooni.

Tsentripetaalsete impulsside tähtsus. Kesknärvisüsteemi tulevad lakkamatult tsentripetaalsete neuronite kaudu keha kõigist kohtadest impulsside vood. Mõned neist tekitavad vastus-reaktsioone, kuid rõhuv enamik osutub liiga nõrgaks, et esile kutsuda refleksi. Siiski ei

ole need impulsid organismile tähtsusetud. Nad tugevdavad kesknärvisüsteemi rakkude erutuvust.

Mõne haigestuse puhul võib inimene kaotada tundlikkuse. Üks haige kaotas täielikult naha tundlikkuse; ta oli ühest silmast pime ja ühest kõrvast kurt. Kui ta terve kõrv suleti vatiga ja terve silm kaeti sidemega, langes tema närvisüsteemi erutuvus niivõrd, et ta kohe muutus liikumatuks ja langes unisesse olekusse. See seisund kadus, kui vabastati silm sidemest ja kõrvaldati kõrvast vatt.

Vaadeldud näitest ilmneb, kuivõrd suur tähtsus on tsentripetaalsetel impulssidel kogu kesknärvisüsteemi tegevuses.

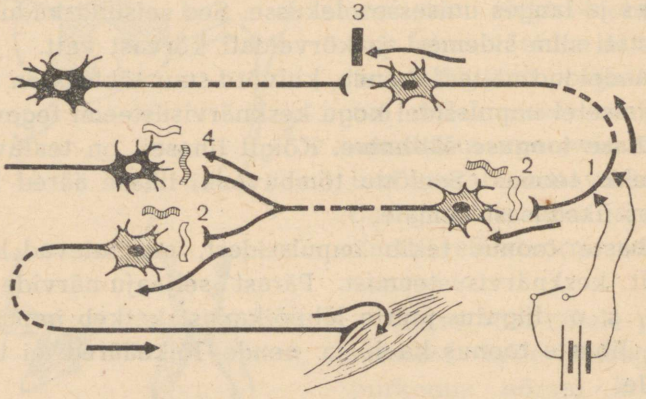
Lihase toonuse säilimine. Kõigil lihaseil on teatav pingus ehk toonus. Seetõttu tõmbuvadki lihase ääred lõikehaavas üksteisest eemale.

Lihaste toonus tekib impulssidest, mis tulevad lakkamatult kesknärvisüsteemist. Pärast seljaaju-närvide eesmiste, s. o. liigutus-juurte läbilõikamist katkeb impulsside voog, lihaste toonus kaob ja nende lõikeääred ei tõmbu eemale.

Lihase toonuse säilimine. Kõigil lihaseil on teatav pinmised, s. o. tundejuured, eesmised aga jätta vigastamata. Lihase toonuse säilimiseks on vajalik tsentripetaalsete impulsside, eriti lihásest endast tulevate impulsside olemasolu. Vastuseks neile tsentripetaalseile impulssidele lähevad impulsid tagasi lihastesse tsentrifugaalsete neuronite kaudu. Nii on lihaste toonuse säilimisel reflektoorne iseloom.

Iga muutus lihase asendis, näiteks ta pinguloleku muutus tekitab toonuse reflektoorse muutuse. Kui panna inimene toolile istuma ja lasta tal üks jalg asetada üle teise põlve ning siis lüüa serviti kämblaga, veel parem haamrikesega, kõõlusele allpool põlveketra, siis viskub jalg ülespoole. Löögist tabatud kõõlus kumerdub ja tõmbab enda

järel põlvesirutajat lihast. Lihas sirutub ja see tekitab temas endas olevate tundenärvi lõpmete erutuse. Seejuures tekkinud impulsside voog kandub tsentripetaalsete neuronite kaudu seljaajuni ja pöördub sealt tsentrifugaalseid neuroneid mööda tagasi samasse lihasesse, tekitades selles vastus-reaktsiooni — kokkutõmbumise. Seda reaktsiooni nimetatakse „põlverefleksiks".



Joon. 110. Erutuse üleminek ühelt neuronilt teisele (skeem):

1 — närvikiu elektrivooluga ärritamise koht; 2 — erutuse üleminek aksonilt dendriidile; 3 — erutus ei saa üle minna dendriidilt aksonile; 4 — tugevnenud pärssimine takistab erutuse läbiminekut.

Reflekside pärssimine. Äralõigatud peaga konna tagumise koiva otsakese asetamine nõrka väävelhappe lahusesse kutsub üsna ruttu (tavaliselt 1—3 sekundi pärast) esile koiva tagasitõmbumise. Reaktsioon toimub tunduvalt hiljem, mõnikord jääb isegi tekkimata, kui tagumise koiva asetamisel happesse eesmine koib klambriga kokku pigistada.

Sel juhul kandub kesknärvisüsteemi üheaegselt kaks impulsside voogu — klambriga ärritatud eesmisest ja hap-

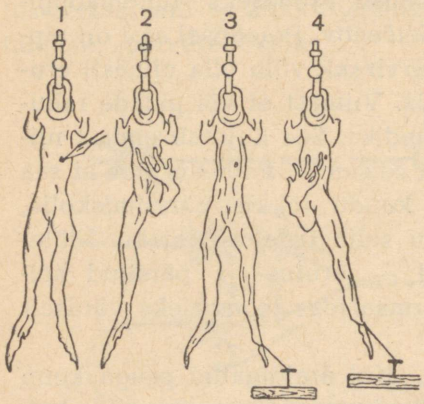
pes olevast tagumisest koivast. Eesmise koiva impulsside voog ei suurenda tagumise koiva reflektoorsest reaktsioonist osavõtnud närvirakkude erutust, vaid vastupidi, surub, pärsib nende tegevust. Säärane pärssimine tekitabki refleksi viivituse.

Kesknärvisüsteemi pärssimise esimeseks tundmaõppijaks oli vene suur füsioloog Setšenov. Praegusel ajal on täpselt kindlaks tehtud, et iga närvirakk võib olla niihästi erutus- kui ka pärssitud seisundis. Viimast ei või pidada rahulikuks või tegevusetuks seisundiks. See kujutab endast niisugust närvirakkude aktiivset seisundit, milles erutus ei saa neid läbida. Refleksid, mille kaudu tekkis pärssimiskolle, nõrgenevad või kaovad kogu selle tegevuse ajaks. Mõlemad närvirakkude seisundid — erutus- ja pärsitud seisund — on närvisüsteemi normaalseks tegevuseks võrdselt vajalikud.

Reflekside koordinatsioon. Kui äralõigatud peaga konn tõmbab vastuseks ärritusele koiva ära, siis tõmbub kokku terve grupp painutajaid lihaseid. See on tingitud sellest, et seljaajus erutuvad painutajate lihaste tsentrumid, s. o. need närvirakkude grupid, mille jätked on seoses painutajate lihastega. Samaaegselt alaneb sirutajate lihaste toonus ning nad lõdvenevad, mis kergendab koiva painutamist. Sirutajate lihaste lõdvenemine on selle tulemuseks, et närvirakud, mis on seotud nende lihastega, teiste sõnadega nende närvitsentrumid, langevad pidurdatud olekusse.

Mõne aja külma käes (näiteks 0° temperatuuril) olnud konna reaktsioonid aeglustuvad järsult. Kui niisugune konn vastuseks ärritusele painutab koiba, siis jääb viimane painutatuks üsna hulgal ajal ja alles mõne sekundi pärast hakkab aeglaselt langema. Kui vasaku koiva erutusele kohe järgnevalt näpistada pintsetiga paremat, siis selle painutus tekitab samaaegselt vasaku koiva sirutuse.

Kasutades jahutatud konna aeglustunud reflekse, õnnestub kergesti jälgida närvitsentrumite omavahelist koostööd: parema koiva painutajate lihaste tsentrumite erutus tekitas vasaku koiva samade lihaste pärssimise, mis kuni siiani olid erutusseisundis, ja selle tulemusena sirutus kohe vasak koib. Igasuguse liigutuse puhul tõmbuvad ühed lihased kokku ja teised lõdvenevad, mis on tingitud erutus- ja pärssimiskollete ilmumisest kesknärvisüsteemi vastavais piirkondades. Need kolded ei jää püsima. Nad vahetavad kogu aeg kohta ja kanduvad ühest aju piirkonnast teise, mis kindlustab liigutuste õige koordinatsiooni.



Joon. 111. Peata konna happega ärritamise katse:

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

Äralõigatud peaga konna keerukad liigutused. Täpsete liigutustega kõrvaldab äralõigatud peaga konn happesse kastetud ja tema nahale asetatud paberitüki. Olenevalt sellest, millisele kehaosale on paber asetatud, liigutab konn üht või teist koiba. Kui näiteks paber asetada kere paremale küljele, eemaldab konn selle parema tagakoivaga.

Seda katset võib sooritada pisut teisiti, nimelt kinnitada parem koib liikumatult, nagu on näidatud joonisel. Kui sel juhul ärritada paremat külge, tõmbuvad algul kokku parema, kinnitatud koiva lihased, siis tekivad teise (vasaku) koiva liigutused, mille abil konn eemaldab paberitükikese.

See huvitav katse näitab, et isegi ainult seljaaju olemasolul võib liigutuste koordinatsioon olla väga täpne. Peaaju säilimisega muutuvad reflektoorsed reaktsioonid veelgi keerukamaks ja mitmekesisemaks.

Ülesanded.

1. Joonistage seljaaju ristlõige ühes lihtsaima kaheneuronilise refleksikaare skeemiga (kaar peab algama lihasest või selle kõõlusest ja lõppema samal lihasel). Lisage joonisele üksikasjaline seletus. Märkige nooltega erutuse käik.

2. Joonestage kolmeneuronilise refleksikaare skeem, alustades seda nahalt. Lisage skeemile üksikasjaline seletus. Märkige nooltega erutuse käik.

3. Katsetage endal või oma seltsimehel põlverefleksi. Seletage, miks toimub sirutaja lihase kokkutõmme ja jalg hüppab üles.

4. Mõne haigestumise puhul tekib häire vaid erutuse juhtimises seljaajust peaajju, kuna vastassuunas (peaajust seljaajju) erutus läheb normaalselt. Missugused muudatused peavad seejuures tekkima organismis? Kas põlverefleks säilib? Kas annab end tunda jala torkimine nõelaga? Kas haige suudab jalga vaatamata kindlaks teha, kas see on painutatud või sirutatud olekus? Kas on võimalikud jala omavolilised liigutused? Kas alumiste jäsemete lihaste normaalne koordineeerimine säilib või on häiritud? Seletage, miks ühtedele küsimustele tuleb vastata jaatavalt ja teistele eitavalt.

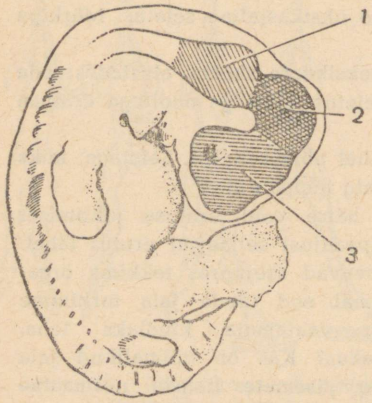
5. Kuidas tuleb vastata neile küsimustele, kui a) on vigastatud teed, mida mööda erutus läheb peaajust seljaajju; b) on vigastatud seljaaju tagumised juured; c) on vigastatud eesmised juured? Iga vastust tuleb põhjendada.

6. Miks maouurisega koeral lakkab mahla nõristumine, kui talle lähendada kassi? Tooge teisi näiteid samasuguste reageerimiste kohta. Kuidas võib neid seletada?

§ 57. Peaaju ehitus.

Ajupõiekesed. Kõigi selgrooliste looteil kujutab kesknärvisüsteem endast algul toru, millel on laiend eesmisel otsal. Põiksoondumiste tõttu näib see ots kolme põiena. Neid nimetatakse eesmiseks, keskmiseks ja tagumiseks ajupõiekeseks, millest igaüks annab alguse aju teatavale osale.

Tagaaju. Peaaju osa, mis on seljaaju otseseks jätkuks, nimetatakse piklikuks ajuks. Tema ees asetseb põikpadjand, mis kannab silla nimetust. Taga asetseb ajuke, mille kaks poolkera kummuvad külgedele. Kõik need osad on arenenud tagumisest ajupõiekesest ja neid nimetatakse tagaajuks.



Joon. 112. Inimese loote ajutoru eesmine ots:

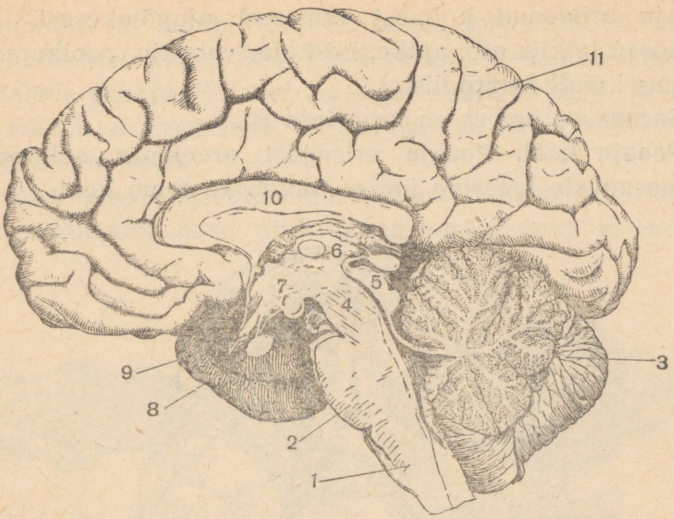
1 — tagumine ajupõieke; 2 — keskmine ajupõieke; 3 — eesmine ajupõieke.

Keskaju. Tagaaju jätkuks on keskaju, mis on arenenud keskmisest ajupõiekesest ja moodustab üsna väikese osa inimese peaajust.

Ta koosseisu kuuluvad ajusääred (kaks väga jämedat kiudude kimpu, mis kulgevad vasak- ja parempoolse poolkera sisemusse) ja nende taga asetsev nelikküngastik. Kui tõsta üles suured poolkerad, siis on näha nende ja ajukese vahel nelja kühmu — see ongi nelikküngastik (joonisel 113 on näha ainult kaks kühmu).

Eesaju. Aju ülejäänud osa on arenenud eesmisest ajupõiekesest ja teda nimetatakse eesajuks. Eesmise põiekese tagumisest osast on arenenud vaheaju. See koosneb hall-olluse kahest suurest kogumist, mida nimetatakse kühmudeks, ja neist allpool asetsevast kühmudealusest piirkonnast.

Sellesama põiekese eesmisest osast on arenenud suured poolkerad, mille pealispind koosneb hall-ollusest ja kannab ajukoore nimetust. Ka suurte poolkerade sisemuses on hall-olluse kogumeid (ajukoorealuseid tsentrumeid).



Joon. 113. Inimese peaaju pikilõige:
1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — ajuke; 4 — keskaju; 5 — kaks kühmu nelikküngastikus (keskaju tagumine osa); 6 — kühm; 7 — kühmualune piirkond; 8 — ajuripats; 9 — nägemisnärv; 10 — mõhnkeha; 11 — suurte poolkerade koor.

Peaaju närvid. Peaaju alumiselt pinnalt väljub 12 paari peaajunärve. Ühed neist ühendavad aju meele-elunditega (kuulmis-, nägemis-, haistmisnärvid); teised sisaldavad kiude, mis kulgevad pea lihastesse ja nahasse, suu- ja ninaõõne limaskestadesse ja süljenäärmeisse.

Üks peaaju närv on saanud uitnärvi nimetuse. Tema harud, ulatudes peaaegu kõigisse rinna- ja kõhuõõne elundeisse, otsekui uitavad kehas.

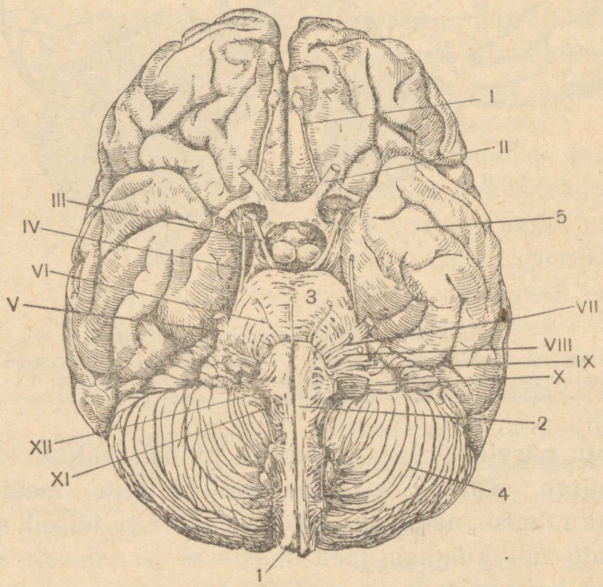
§ 58. Selgrooliste peaaju.

Selgrooliste aju ehituse sarnasus. Võrreldes mitmesuguste selgrooliste, ka inimese peaaju, pole raske märgata ehituse sarnanevaid jooni. Kõigil selgroolistel on

peaaju arenenud kolmest esmasest ajupõiekesest. Tema põhiosad (piklik aju, ajuke, keskaju, vaheaju, poolkerad) on olemas kõigil selgroolistel.

Sarnasuse juures on ka erinevusi.

Peaaju kaal. Peaaju erisugust arenemist selgrooliste mitmesuguste klasside juures näitab ka tema kaal.



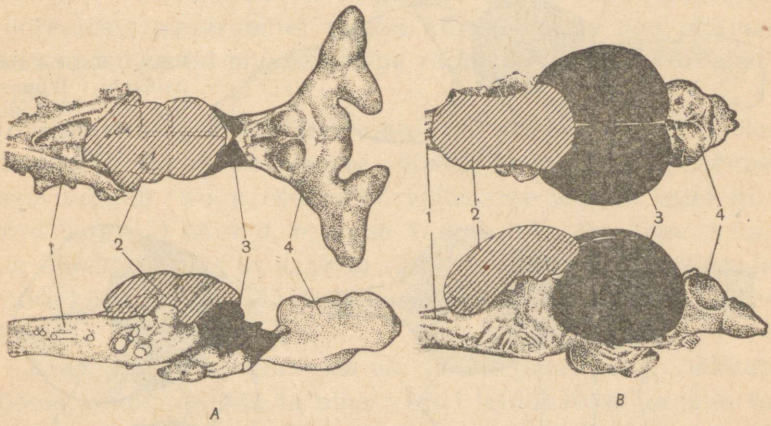
Joon. 114. Peaaju alumine pind:
1 — seljaaju, mis läheb üle piklikuks ajuks; 2 — piklik aju; 3 — ajusild; 4 — ajuke; 5 — suurte poolkerade koor; I—XII — kaksteist paari seljaaju närve, nende hulgas: I — haistmisnärv; II — nägemisnärv; VII — näonärv; VIII — kuulmisnärv; X — uitnärv.

Enamikul kaladest on peaaju kaal seljaaju kaalust väiksem; kahepaikseil ja roomajail on see umbes võrdne seljaaju kaaluga; imetajail aga ületab see seljaaju kaalu tunduvalt: koeral on peaaju 5 korda ja inimahvidel isegi 15 korda raskem kui seljaaju. Kuid mitte ühelgi loomal pole peaaju

saavutanud nii kõrget arenemisastet kui inimesel, kellel see moodustab umbes 98% kogu kesknärvisüsteemi kaalust.

Kalade peaaju. Kaladel on väga arenenud taga- ja keskaju. Eesaju on arenenud nõrgalt ja on nähtavasti seotud ainult haistmisega.

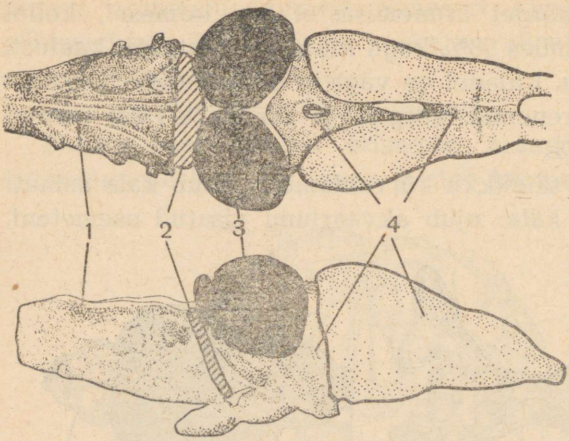
Pärast eesaju täielikku kõrvaldamist käitub kala samuti nagu normaalne kala: ujub akvaariumi visatud esemeteni,



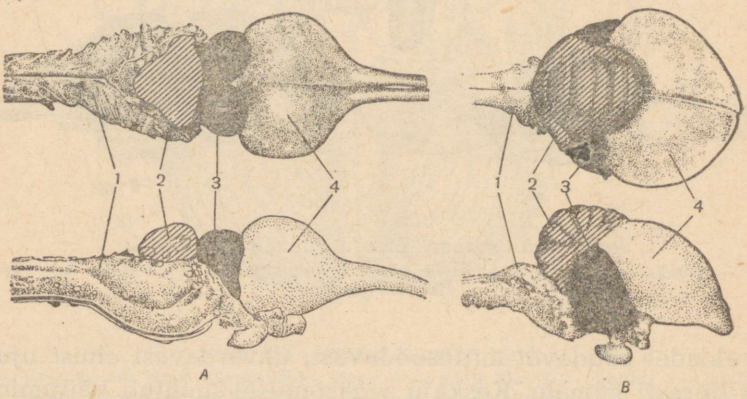
Joon. 115. Kalade peaaju ülevalt ja küljelt:
A — kõhrkalad (hai); B — luukalad (lõhi). 1 — piklik aju; 2 — ajuke; 3 — keskaju; 4 — eesaju.

eraldades söödavat mittesöödavast; ähvardavast ohust ujub ta kiiresti eemale. Keskaju vigastamisel muutub käitumine tunduvalt, kusjuures liigutuste koordinatsioonis tekivad häired.

Kahepaiksete peaaju. Kahepaikseil, näiteks konnal, on eesaju arenenud veidi tugevamalt ja selle eemaldamine kutsub esile käitumises rea häireid, mis küll ei osutu püsivaks ja 1—2 nädala järel pärast operatsiooni kaovad iseenesest.



Joon. 116. Kahepaiksete (konna) peaaju. Tähendused samad mis joonisel 115.



Joon. 117. Roomajate ja lindude peaaju:
A — krokodill; B — tuvi. Tähendused samad mis joonisel 115.

Roomajate ja lindude peaaju. Roomajail on mõned eesaju osad, nimelt vaheaju ja ajukoore-alused tsentrumid arenenud üsna tugevasti. Poolkerade koor sisaldab vähe närvirakke. Eesaju kõrvaldamine ei häiri küll liigutuste

koordinatsiooni, kutsub aga esile väga teravad muutused käitumises: loom muutub väheliikuvaks, ei otsi ega haara toitu, ei karda inimest.

Lindude suurte poolkerade tähelepanuvääriv suurus on tingitud ajukoore-aluste tsentrumite eriti võimsast arengust; poolkerade koor on peaaegu niisama vähe arenenud kui roomajailgi. Koore ettevaatlik kõrvaldamine peaaegu ei muuda looma käitumist. Mõlemate poolkerade (koore ja koorealuste tsentrumite) täielik kõrvaldamine aga põhjustab samasuguseid muutusi nagu roomajail eesaju kõrvaldamine.

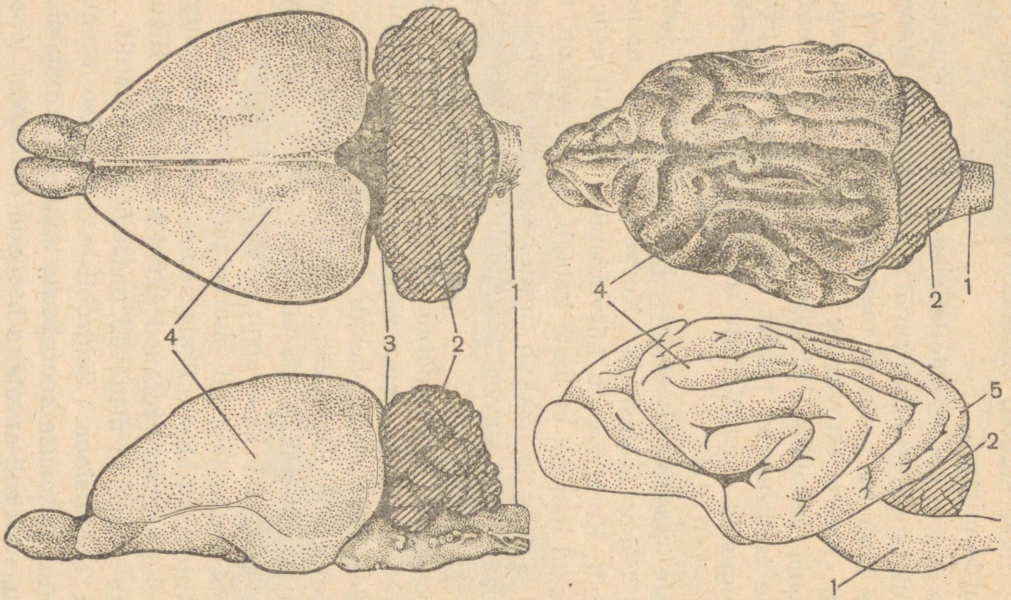
Imetajate peaaju. Imetajate iseloomustavaks jooneks on eesaju tugev arenemine. Keskaju on neil arenenud väga nõrgalt. Kogu eesaju kõrvaldamine kutsub esile niivõrd tugevaid häireid, et loom kaotab liikumisvõime, muutub täiesti abituks ja hukkub ruttu. Isegi suurte poolkerade koore kõrvaldamisel tekivad loomadel teravad häired käitumises.

Koer, kellel on kõrvaldatud poolkerade koor, hakkab sööma ainult siis, kui ta nina vägisi toidukaussi torgata; ta ei tunne ära peremeest, vastab puudutustele urinaga, ei eralda meelitust ähvardusest, ei reageeri kassi juuresolekule, muutub väheliikuvaks; ta komistab tihti takistustele, peatub siis ja seisab kaua aega nende ees liikumatult.

Veel halvemini taluvad suurte poolkerade koore täielikku kõrvaldamist ahvid. Peale nende muutuste käitumises, mis esinevad koeral, kaotavad ahvid ka tahtlike liigutuste sooritamise võime ja magavad peaaegu lakkamatult.

Peaaju evolutsioon. Selgrooliste ajaloolise arenemise protsessis on käitumise keeruliseks muutumine tihedalt seotud peaaju, eriti selle eesmise osa arenemisega.

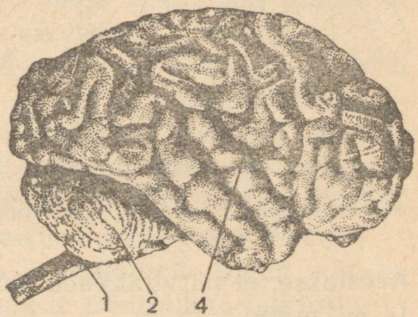
Alamail selgroolistel on tugevasti arenenud taga- ja keskaju, väikesel eesajul aga pole organismi tegevuse regu-



Joon. 118. Imetajate peaaju:
A — küülik; B — koer. Tähendused samad mis joonisel 115.

latsioonis olulist tähtsust. Esmakordselt kahepaikseil on kõrgemad, kõige keerukamad närvitegevuse nähtused seotud eesajuga.

Veel kaugemale on läinud imetajate eesaju areng. Selle uueks alaks, mis teistel loomadel peaaegu puudub, on suurte poolkerade koor. Isegi kloaakseil ja kukkurloomadel on koor tugevasti paisunud ja kitsendab eesaju haistmistsentrumit; kõrgemail imetajail on suured poolkerad koore edasise arengu arvel suurenenud igas suunas niivõrd, et katavad endaga aju teisi alasid; kooresse on ilmunud vaod ja käärud, mis ta pinda tunduvalt suurendavad.



Joon. 119. Ahvi peaaju. Tähendused samad mis joonisel 115.

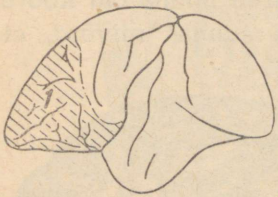
Imetajail on närvisüsteemi talitluse kõrgemad funktsioonid seotud just suurte poolkerade koorega. Seepärast põhjustabki selle kõrvaldamine neil loomadel küllaltki teravaid muudatusi käitumises.

Ahvidel alluvad poolkerade koorele tervikuna nii närvisüsteemi talitluse kõrgemad vormid kui ka igasugused tahtelised liigutused, mis kaovad pärast koore kõrvaldamist.

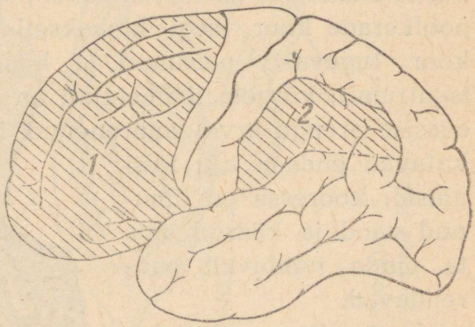
Inimese peaaju. Inimese aju peamiseks eritunnuseks on suurte poolkerade erakordselt tugev areng, eriti nende eesmises (lauba) piirkonnas. Vaokeste hiigelhulga tõttu, milledest mõned on väga sügavad, on kogu poolkerade pind kaetud arvukate kurdude ehk käärudega. Kui kõik kurrud tasapinnale laotada, siis on inimese ajukoore pind ligikaudu 2000 ruutsentimeetrit, sellal kui nii suurel

loomal nagu hobune on selle pind ainult 350 ruutsentimeetrit.

Lisaks on inimese ajukoore mikroskoopiline ehitus tunduvalt keerukam kui ükskõik millisel teisel loomal.



Joon. 120. Ahvi eesaju. Joontega on kaetud osa otsmikusagarast eespool liigutustsentrumit.



Joon. 121. Inimese eesaju. Joontega on kaetud osa otsmikusagarast (1) eespool liigutustsentrumit ja alumine kiirusagar (2).

Arvatakse, et närvirakkude hulk inimese ajukoores küünib 14 miljardini.

Ilma suurte poolkerade kooreta on inimese elu võimatu. Isegi väikesel ajukoore vigastusel võivad olla väga rasked tagajärjed.

§ 59. Taga- ja keskaju funktsioonid.

Piklik aju. Suur osa pea-seljaaju närvidest on seoses pikliku ajuga ja tema ees asetseva sillaga. Siia tulevad kuulmiselundi, peanaha ja suukoopa limaskesta tsentripetaalsed impulsid. Siit väljuvad tsentrifugaalsed impulsid kõigi pealihaste ja süljenäärmete juurde. Uitnärvi abil on piklik aju ühendatud vereringe-, seede- ja hingamiselunditega.

Piklikku aju, samuti ka silda läbivad tähtsamate elu-

avaldustega seotud refleksikaared; siin asetsevad hingamise, südame veresoonte, miimiliste näolihaste, mälumise, neelamise, oksendamise, aevastamise, köhimise, süljenõristuse ja paljud teised tsentrumid.

Kui imetajal loomal kõrvaldada kogu ees- ehk suuraju ja keskaju, siis säilivad täielikult hingamisliigutused ja vereringe- ning seedeelundite töö. Ja vastupidi, pikliku aju, silla ja üksikute keskuste vigastamine viib nende elundite töö häirimisele.

Pikliku aju hingamistsentrum ühendab, kooskõlastab üksikute hingamislihaste tööd, mille tsentrumid asetsevad seljaaju hall-olluse eesmistes sarvedes.

Imetajate seljaaju läbilõikamine, teiste sõnadega, selle eraldamine piklikust ajust katkestab silmapilkselt hingamise, sest sel korral kaob hingamistsentrumi side üksikute hingamislihaste tsentrumitega seljaajus. See katse näitab, et hingamisliigutuste regulatsioon toimub hingamistsentrumite abil seljaaju alumiste keskuste vahendusel.

Samal viisil ühendab ja koordineerib piklik aju ka mõningate teiste seljaaju alumiste tsentrumite talitlust.

Lihaste toonuse jaotus. Keskajus asetsevad närvisentrumid, mis tagavad toonuse — lihaste pingeseisundi õige jaotuse.

Keha tasakaalu ja õige hoiaku säilitamine nõuab kõigi skeletilihaste keerukat ja kooskõlastatud tegevust. Iga üksiku lihase toonus peab olema täpses kooskõlas teiste lihaste, eriti aga vastaslihaste antagonistide toonusega. Kui jala sirutaja-lihaste toonus langeb, painutaja-lihaste toonus aga jääb muutmatuks, siis on ülekaal painutaja-lihaste poolel ja selle tulemusena jalad painduvad ning inimene ei suuda seista.

Mõnikord, kui näonärv on vigastatud, langeb näo miimiliste lihaste toonus. Kui vigastus haarab ainult parempool-

set närvi, siis ilmneb lihaste toonuse nõrgenemine paremal näopoolel, kuna vasakul püsib ta normaalsena. Sel juhul kogu nägu näib olevat vasakule poole viltu kistud. Mõnikord esinev kõõrdivaatamine võib tekkida silmamuna ühe lihase toonuse langusest.

Lihasetoonuse säilimist, järelikult keha normaalse asendi säilimist tagab tsentripetaalsete impulsside vool, millede seas eriline tähtsus on lihaseist ja liigeseist tulevail impulssidel. Lakkamatult signaliseerides keha asendist ruumis, kutsuvad nad esile vastavaid reflektoorseid reaktsioone, mis viivad keha õige asendi säilimisele.

Otoliit-elund ja poolringkanalid. Õige kehaasendi säilitamisel on suur tähtsus impulssidel, mis tulevad oimuluu paksendis, kuulmiselundi otseses läheduses asetsevaist otoliit-elundist ja poolringkanaleist.

Otoliit-elund koosneb kahest kotikesest, mille seesmistel pindadel on karvakestega varustatud tunderakud. Karvakeste otsas ripuvad väikesed lubjakristallide terakesed — otoliidid. Pea asendi muutmine muudab karvakeste pinget, ärritades kiukestega ühendatud närvikiudude lõpmeid. Otoliit-elundist tulevad impulsid kutsuvad esile reflektoorseid reaktsioone, mis soodustavad keha õige seisangu säilitamist.

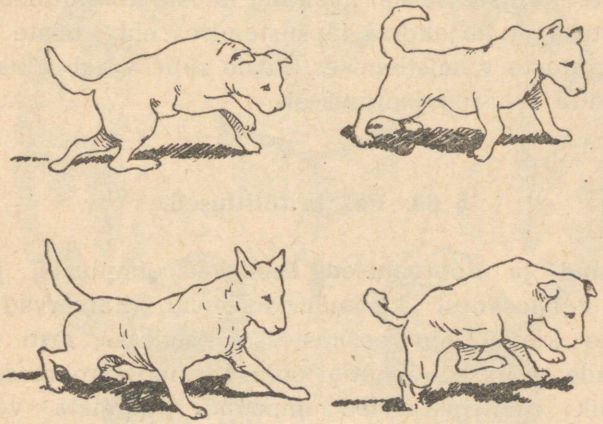
Ühest otoliit-elundi kotikesest väljuvad vastavalt kolmele vastastikku ristloodis tasapinnale kolm poolringkanalit. Pea liikumise puhul tekitab neis leiduv vedelik oma kõikumisega rõhumise tunderakkudele, mis on seoses närvikiudude otstega. Sel puhul tekkinud impulsid kutsuvad esile reflektoorseid reaktsioone, mis on seoses tasakaalu säilitamisega liikumisel.

Orienteerivad refleksid. Igasugune ootamatu heli- või valgusärritus kutsub esile orienteeriva reaktsiooni. Inimene muutub tähelepanelikuks, pöörab pea ärritaja suunas.

Imetajail võivad helile ja valgusele orienteerivad reflek-

sid tekkida ka kogu suuraju kõrvaldamise korral, kui ainult keskaju on säilinud. Nende keerukate reflekside tsentrumid, mis omavad suurt tähtsust enesekaitses, asuvad hall-olluse kogumeis, mis moodustavad nelikküngastiku.

Ajuke. Ajukese pind, mis on uuristatud arvukaist vaokestest, koosneb hall-ollusest. Läbi selja- ja pikliku aju



Joon. 122. Koera liigutused, kellelt on kõrvaldatud ajuke.

vaheliste neuronite suunduvad siia impulsid kogu keha lihastest, samuti ka eesajust ja eriti suurte poolkerade koorest. Vastasimpulsid lähevad ajukesest peamiselt keskajju.

Nagu teisedki aju osad, võtab ka ajuke osa liigutuste koordineerimisest. Tema vigastamine toob kaasa häired liigutuste õigsuses ja täpsuses. Koeral tekivad pärast ajukese kõrvaldamist häired kõnnakus: liigutused muutuvad kohmakaks, nurgeliseks, ülemääraselt jõuliseks; nad ei saavuta kohe eesmärki, sest kaob täpsus üksikute lihaste kokkutõmbumises. Koer, kellel ajuke on kõrvaldatud, ei saa kohe haarata maasolevat lihatükki: ta kallutab mitu

korda pead, mis satub lamavast lihatükist kord ühele, kord teisele poole, sageli lüües nina jõuga maasse; alles pärast mitmekordseid ebaõnnestunud liigutusi haarab koer liha, sattudes sellele kuidagi kogemata. Samasuguseid liigutushäireid võib näha inimestel ajukese haigestumise korral, samuti joobnud olekus.

Ajukese tähtsus seisab üksikute lihaste kokkutõmbumise jõu, kestuse ja järjekorra täpsustamises ehk, teiste sõnadega, liigutuste viimistlemises. Peale selle võtab ajuke osa siseorganite töö reguleerimisest.

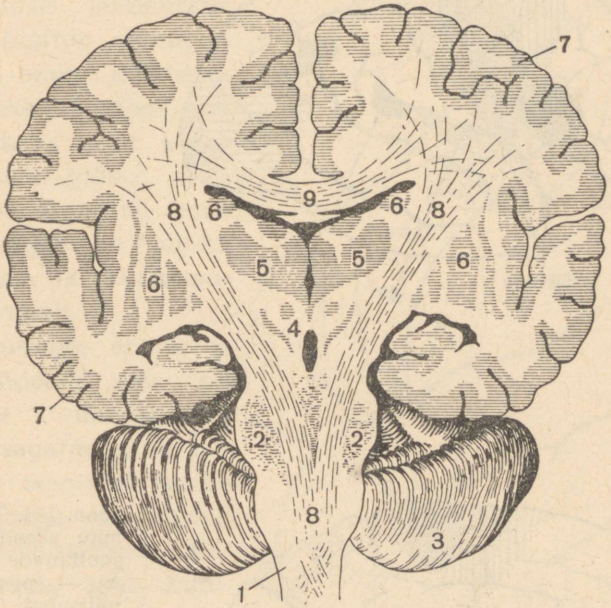
§ 60. Eesaju talitlused.

Kühmud ja koorealused keskused. Impulsid, jõudes kõigist kehaosadest kesknärvisüsteemi, kanduvad lülineuronite kaudu aju eesmistesse osadesse, eriti suurte poolkerade kooresse. Ometigi enne sattumist kooresse läbivad kõik tsentripetaalsed impulsid tingimata vaheaju kühme. Kühmud koosnevad hall-ollusest, järelikult kujutavad endast närvirakkude kogumeid. Kühmurakkudest lähevad närvikiud suurte poolkerade koore juurde ja koorealustesse keskustesse.

Koorealused keskused võtavad osa keerukate liigutuste sooritamisest. Nende haigestumisel häiruvad niinimetatud abiliigutused, milleks on näiteks käte vibutamine käigul, miimilised liigutused kõne ajal jm. Haige nägu jääb liikumatuks nagu mask või, vastupidi, miimiliste lihaste liiga suure kokkutõmbumise tõttu vaheldub üks grimass teisega.

Peale selle võtavad koorealused keskused osa rütmiliste, korduvate liigutuste reguleerimisest (näit. kõndimisel) ja samuti neist keerukaist reflektoorseist liigutustest, mis on seoses instinktide avaldumisega.

Kühmudealune piirkond. Väga tähtsad kogu organismi tegevuses on kühmude all asetsevad hall-olluse kogumid. Selle kühmudealuse piirkonna keskused reguleerivad ainevahetusprotsesse ja siseelundite tegevust. Närvi-

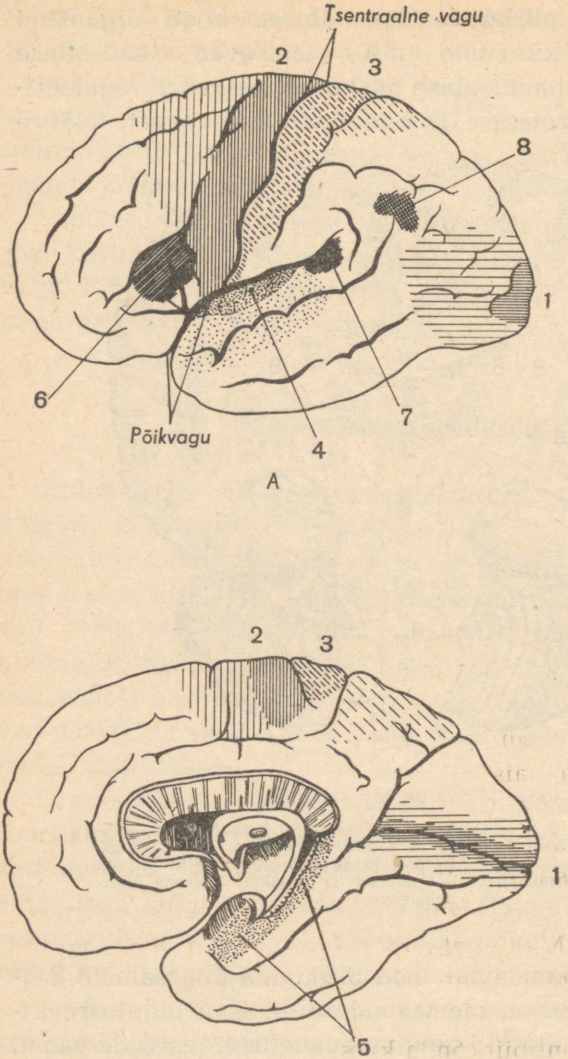


Joon. 123. Peaaju ristlõige:

1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — ajuke; 4 — keskaju; 5 — kühmud; 6 — juttkeha; 7 — suurte poolkerade ajukoor; 8 — tsentrifugaalsete kiudude tee suurte poolkerade koorest seljaajju (all on näha kiudude ristumist); 9 — paremat ja vasakut poolkera ühendavad kiud.

rakkude jätked ühendavad seda piirkonda koorealuste keskustega, mille tõttu on olemas side organismi liigutusreaktsioonide, siseelundite töö ning ainevahetusprotsesside vahel.

Suurte poolkerade ajukoor. Suurte pool-kerade mitmesugustesse koorepiirkondadesse saabuvad impulsid meele-

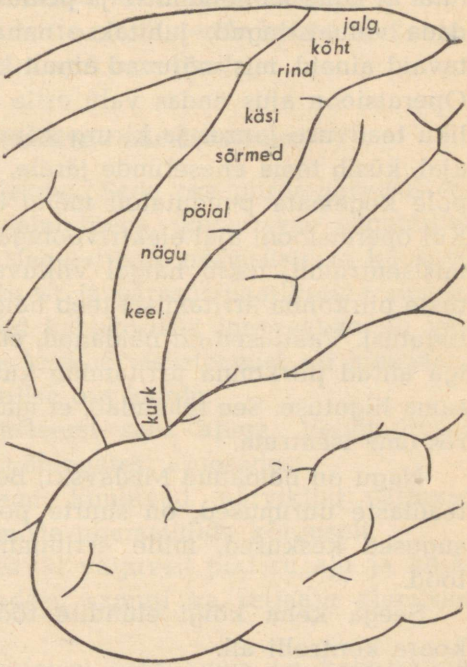


Joon. 124. Tsentrumite asend suurte poolkerade koores: A — poolkerade välispind; B — poolkerade sisepind.

1 — nägemistsentrum; 2 — liigutuste tsentrum; 3 — naha tundlikkuse tsentrum; 4 — kuulmistsentrum; 5 — maitsmis- ja haistmistsentrum; 6 — kõneliigutuste tsentrum; 7 — kõne kuulmistsentrum; 8 — kõne nägemistsentrum.

elundeist, lihaseist, kõõluseist, siseelundeist. Kooresse viivad närviteed ristuvad ja seepärast saabuvad paremasse poolkerasse impulsid vasakust, vasakusse — paremast kehapoolest.

Suurte poolkerade koor liigitub otsmiku-, kiiru-, oimu- ja kuklasagaraks. Joonisel on näha kaks suurt vagu. Üks neist (põiki) eraldab oimusagarat, teine (keskvagu) on piiriks otsmiku- ja kiirusagarate vahel.



Joon. 125. Liigutuste piirkond suurte poolkerade koores.

Ajukoore ehitus ja funktsioonid pole eri osades ühesugused. Kuklasagaras asub nägemis tsentrum, mille tegevusega on seotud nägemisaistingud. Oimusagaras asub kuulmistsentrum. Nahaaistingute tsentrumid asuvad tagapool keskvagu, s. o. kiirusagara eesosas. Keskvao ees, otsmikusagara tagaosas asuvad liigutuste tsentrumid. Mõningate aju haigestumiste puhul saavad vigastada poolkerade koore üksikud piirkonnad, mis kutsub esile häireid vastavates funktsioonides. Näiteks verevalum liigutuste tsentrumi piirkonda kutsub esile keha vastaspoole halvatuse; paise surve nägemistsentrumile võib põhjustada pimedaksjäämise.

Koore üksikute piirkondade tähtsust on korduvalt kontrollitud operatsiooni ajal, kui pealuu on olnud avatud ja ajupind nähtav. Niisuguste operatsioonide ajaks haiget ei uinutata. Et naha läbilõikamise ja pealuu avamise korral kõrvaldada valuaistingud, juhitakse naha alla erilisi valuvaigistavaid aineid, mis mõjuvad ainult kohal, kuhu nad satuvad. Operatsioon ajus endas valu esile ei kutsu. Haige on täieliku teadvuse juures ja kirurg kõneleb temaga operatsiooni ajal, küsib tema enesetunde järele, kontrollides sellega, kas pole kogemata puudutatud mõnd eluliselt tähtsat keskust. Kui operatsiooni ajal elektrivooluga ärritada ajukoore nägemistsentrumit, tekib haigel vilkuva valguse aisting; liigutuste piirkonna ärritamisel teeb haige ühe- või teistsuguseid liigutusi. Vaatlused on näidanud, et ajukoores liigutuste ala iga antud piirkonna ärritamine kutsub alati esile ühe ja sama liigutuse. See tähendab, et igal lihasrühmal on ajukoores oma tsentrum.

Nagu on näidanud Mislavski, Behterevi, Bõkovi ja teiste teadlaste uurimused, on suurte poolkerade koores ka niisugused keskused, mille ärritamine mõjutab siseelundite tööd.

Seega keha kõigi elundite töö on suurte poolkerade koore kontrolli all.

Ajukoore tundeelundid ja liigutuste tsentrumid võtavad inimesel enda alla tunduvalt väiksema ala kui loomadel. See-eest langeb inimese ajukoore kogu pinnast ligikaudu 30% otsmikusagarale ja ligikaudu 9% alumisele — kiirusagarale. Need ajukoore mõlemad piirkonnad ei erine tugevasti loomade vastavaist piirkondadest mitte ainult oma mõõdetelt, vaid ka oma ehituselt, ja nähtavasti on neil suur osatähtsus inimese kõrgemas närvitegevuses.

Eriliste, loomadel puuduvate ajupiirkondadega on seotud artikuleeritud kõne. Ajukoores asetsevad nõndanimeta-

tud kõnetsentrumid. Joonisel 124 on näidatud kõne-, liigutuste, kuulmis- ja nägemistsentrumite asetus. Nende tsentrumite vigastamisel kaotab inimene võime kõnelda, kuulda kõnet ja aru saada kirjutatust. Peab siiski ütlema, et kõne funktsioonid pole seotud mitte ainult nende kolme ajukoorepiirkonnaga, vaid ka teiste ajukoore osadega.

§ 61. Vegetatiivne närvisüsteem.

Siseelundite innervatsioon. Seda osa piirde-närvisüsteemist, mis seob aju siseelunditega, kutsutakse vegetatiiv-.seks [1] närvisüsteemiks. Vegetatiivne närvisüsteem koosneb kahest osast: sümpaatilisest ja parasümpaatilisest [2] süsteemist. Siseelundid omavad kahekordset innervatsiooni; igaüks neist saab impulsse kesknärvisüsteemist nii sümpaatilise kui ka parasümpaatilise osa kaudu.

Vegetatiivse närvisüsteemi seos ajuga. Vegetatiivsed närvid väljuvad ainult mõningatest ajuosadest.

Sümpaatilisse süsteemi kuuluvad närvikiud väljuvad seljaajust rinna- ja ülemiste nimmelülide kõrguselt.

Parasümpaatilised närvid väljuvad pikliku aju ja keskaju üksikuist piirkondadest, samuti ka seljaaju alumisest osast.

Vegetatiivse närvisüsteemi seos ajuga on kahepoolne: tema närvikoosseisu kuuluvad nii tsentripetaalsed kui ka tsentrifugaalsed kiud.

[1] *Vegetatiivne* on tuletatud ladina sõnast *vegetativus* — taimne. 19. saj. esimesel poolel jagati organismi funktsioonid loomseteks (liigutused) ja taimseteks (toitumine, hingamine, eritamine ja muud). „Taimse elu elundite" juurde kulgevaid närve hakati kutsuma vegetatiivseiks.

[2] *Sümpaatiline* tuleb kreeka sõnast „sümpathes" — sümpatiseeriv. See termin tekkis väga ammu, nimelt siis, kui arvati, et siseelundite vahel on loodud „sümpaatiline" side eri närvide abil. *Parasümpaatiline* tähendab ligikaudu — kõrvalsümpaatiline; „para" tähendab kreeka keeles — lähedal, kohal, kõrval.

Sümpaatiline süsteem. Sümpaatiliste kiudude kimbud, väljudes seljaajust eesmiste juurte kaudu, suunduvad lülisamba küljes oleva kahe sümpaatilise piirväädi juurde, millel on rida paksendeid ehk tänke, mis on tekkinud sümpaatiliste närvirakkude kogumeist. Piirväädist väljuvad arvukad kiudude kimbud kõikide kehaelundite juurde. Ka nende kimpude teel, peamiselt suurte arteeride seintel ja siseelundeis endis asetsevad närvirakkude kogumid.

Väga suur närvirakkude põimik asetseb kõhuõõnes aordil. Teda kutsutakse päikjaspõimikuks. Isegi nõrk päikjaspõimiku ärritamine kutsub esile südame ja teiste siseelundite talitluse reflektoorsed muutused, tugev ärritamine aga võib viia südametegevuse täielikule lakkamisele. Sellega seletubki minestusseisund, mis mõnikord tekib tugevast löögist kõhtu. Päikjaspõimikust suunduvad sümpaatilised kiud mao, soolte, maksa, neerude ja kõigi teiste kõhuõõne elundite juurde.

Sümpaatiline tee seljaajust töötava elundi juurde, erinevalt tsentrifugaalsest teest skeletilihaste juurde, ei koosne mitte ühest, vaid kahest neuronist: neist ühe keha asetseb seljaajus (hall-olluse külgkühmudes), teise oma ühes sümpaatilises tängus. Ajust väljuvad sümpaatlised kiud lähevad sümpaatiliste tänkude närvirakkudesse, kus nad lõpevadki. Sümpaatiliste tänkude pikad rakujätked suunduvad otseselt kehaelundeisse.

Seljaajust väljuvate sümpaatiliste kiudude kest on õhem. Sümpaatiliste sõlmede rakkudest väljuvail kiududel puudub see täiesti ja seepärast on neil hallikas varjund; nad on liigutusnärvide kiududest mitu korda peenemad.

Erutuse kandumiskiirus sümpaatilistes kiududes ei ületa tavaliselt 1—2 meetrit sekundis, kuna aga liigutusnärvides ulatub see 100 meetrini.

Skeletilihaste sümpaatiline innervatsioon. Piirväädi rakkudest suunduvad mõned kiud tagasi seljaaju eesmiste juurte juurde ja koos tsentrifugaalsete (liigutus-) kiududega lähevad nad kõigisse skeletilihaseisse. Varem arvati, et nende kiudude osatähtsus piirdub mõjuga veresoontele, kuid nõukogude teadlane Orbeli tegi kindlaks lihaskiudude sümpaatilise innervatsiooni olemasolu. Kuigi piki sümpaatilisi kiude kulgevad impulsid ei kutsu esile lihaste kokkutõmbumist, ometi on neil suur mõju nende töövõimele.

Katse varal pole seda raske tõestada. Iga lihast võib väsitada, sundides teda liigutusnärvi ärritamise teel pikemat aega rütmiliselt kokku tõmbuma. Kui liigutusnärvi rütmilisele ärritusele lisandada sümpaatiliste kiudude ärritus, tugevneb väsinud lihase kokkutõmbumine uuesti märgatavalt.

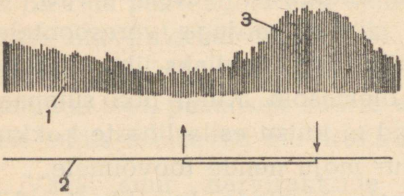
Orbeli õpetus sümpaatilise süsteemi osast organismis. Arvukate katsete põhjal jõudis Orbeli järeldusele, et sümpaatiline närvisüsteem reguleerib ainevahetuse protsesse eranditult kõigis elundeis, kergendades sellega nende osavõttu organismi elutegevusest.

Sümpaatilisi kiudusid on üle kogu keha: nad ulatuvad isegi aju närvirakkudeni. Ärritades sümpaatilise süsteemi vastavaid piirkondi, võib esile kutsuda muutusi nägemiselundi tundlikkuses, mõjutada seljaaju ja peaaju mitmesuguste osade talitlust jne.

Parasümpaatiline süsteem. Parasümpaatiline süsteem innerveerib peamiselt siseelundeid.

Suur osa siseelundeid saab närvikiude uitnärvi kaudu. Väljudes piklikust ajust suundub uitnärv rinna- ja seejärel kõhuõõnde. Teel ta hargneb ja harud lähevad hingamiselundeisse (kõrisse, hingetorusse, bronhidesse, kopsudesse), südamesse ja seedeelundeisse (söögitorusse, makku, peensoolde, kõhunäärmesse, maksa).

Põis ja jämesool on varustatud seljaaju alumisest osast väljuva parasümpaatilise närviga. Niihästi parasümpaatilises kui ka sümpaatilises süsteemis läbib erutus kaht neuronit. Ühe keha asetseb aju hall-olluses, teise keha ärritatavas elundis endas (mao, südame, põie jne. seinas).



Joon. 126. Sümpaatilise süsteemi mõju lihase talitlusele:

1 — konna kauatöötanud (väsinud) lihase kokkutõmmete üleskirjutus; 2 — sümpaatilise närvi ärrituse märkimine (nool ülespoole — ärrituse algus, nool allapoole — ärrituse lõpp); 3 — kokkutõmmete tugevnemine vastuseks sümpaatilise närvi ärritusele.

Siseelundite kahekordse innervatsiooni tähtsus. Sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid, viies impulsse ühtede ja samade elundite juurde, avaldavad neile vastupidist mõju (vt. tabelit V).

Sümpaatilise ja parasümpaatilise süsteemi impulsside intensiivsus võib tunduvalt muutuda. See viib otsekohe ühtedele või teistele muutustele organismi tegevuses. Kahekordne innervatsioon muudab elundite töö täpsemaks ja mitmekülgsemaks, mis võimaldab organismil kohaneda vastavalt muutuvatele vajadustele.

Tabel V.

Sümpaatilised ja parasümpaatilised mõjud mitmesuguste elundite tegevusele.

Elundi nimetus	Sümpaatiline mõju	Parasümpaatiline mõju
Süda	Kokkutõmbumise tugevnemine ja sagenemine	Kokkutõmbumise aeglustumine
Naha- ja kõhuõõne-elundite veresooned	Ahenemine	Laienemine [1]
Südame- ja skeletilihaste veresooned	Laienemine	Ahenemine [1]
Soolestik	Peristaltika nõrgenemine	Peristaltika tugevnemine
Põis	Lõtvumine	Kokkutõmbumine
Silm	Silmaava ahenemine	Silmaava laienemine

[1] Suur osa soontega varustatud alasid ei saa parasümpaatilist mõju parasümpaatilise närvi kaudu, vaid teisel, palju keerukamal teel.

Küsimused kordamiseks.

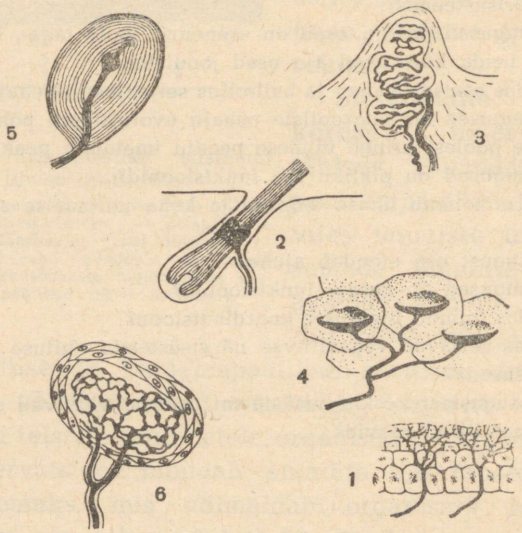
1. Mis tähtsus on närvisüsteemil?
2. Missugused on närvikoe omadused?
3. Mis on refleks? Mida nimetatakse refleksikaareks?
4. Mis tähtsus on tsentripetaalsetel impulssidel?
5. Missuguste katsetega saab tõestada pärssimisprotsesside olemasolu kesknärvisüsteemis?
6. Missugused peaaju osad on arenenud loote taga-, kesk- ja eesaju põiest? Leida kõik need aju osad joonistel.
7. Kuidas asetseb valge- ja hall-ollus seljaajus ja peaaju eri osades?
8. Missugused on selgrooliste peaaju evolutsiooni põhijooned?
9. Mille poolest erineb inimese peaaju imetajate peaajust?
10. Missugused on pikliku aju funktsioonid?
11. Kuidas toimub lihase toonuse ja keha normaalse asendi säilitamine?
12. Missugust osa etendab ajuke?
13. Missugused on eesaju funktsioonid?
14. Kuidas toimub liigutuste koordinatsioon?
15. Milles seisavad vegetatiivse närvisüsteemi ehituse ja funktsioonide iseärasused?
16. Missugustest kesknärvisüsteemi osadest väljuvad sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid?

§ 62. Meele-elundid.

Retseptorid. Kõigis elundeis asetsevad vastuvõtvad närvilõpmed ehk retseptorid, mis annavad ärrituse edasi kesknärvisüsteemile. Retseptoritest tulevad tsentripetaalsed impulsid on närvisüsteemi tegevuse vajalikuks tingimuseks, sest nad hoiavad ta erutatavust kindlal tasemel. Peale selle on need impulsid organismi reflektoorse tegevuse allikaks.

Ühed retseptorid asetsevad keha sisemuses ja võtavad siseelundeis, lihaseis, kõõluseis, liigeseis tekkivaid ärritusi vastu; teised asetsevad kehapinnal ja võtavad vastu välisärritusi.

Retseptorite spetsialiseerumine. Ehituselt kõige lihtsamad retseptorid on nõndanimetatud vabad närvilõpmed. Nad erutuvad igasuguse tugeva ärrituse puhul, mida põhjustavad rõhumine, venitamine, soe või külm, keemiliste ainete toime jne.



Joon. 127. Naharetseptorid:

1 — vabad närvilõpmed; 2 — närvilõpe juuksejuure juures; 3 ja 4 — „kompimiskehakesed" — soojust ja külma vastuvõtvad närvilõpmed; 5 ja 6 — tiheda kapsliga närvilõpmed, tundlikud temperatuuri suhtes.

Teistel retseptoritel on palju keerukam ehitus, milletõttu neile mõjuvad eriti kergesti ainult mõned kindlad ärritused, kusjuures teised ärritused neile mõju ei avalda.

Nii näiteks on nahas närvilõpmed, mis ümbritsevad juuste juuri. Asudes sügavais nahakihtides, on need retseptorid vähe ligipääsetavad niisuguste välisärrituste toimele,

nagu on soe või külm. Siiski erutuvad nad kergesti juuksekarva vähimagi liikumise puhul, mis võib hõlpsasti tekkida isegi selle nõrgal puudutamisel või tuulepuhanguga.

Teised, tiheda kapsliga ümbritsetud naharetseptorid on puudutamise ja rõhumise suhtes vähetundlikud, see-eest aga kutsub nendes erutuse esile vähimgi temperatuurilangus.

Seega seoses oma ehituse iseärasustega on retseptorid spetsialiseerunud, s. o. nad erutuvad ainult kindlate ärrituste puhul.

Meele-elundid. Iga spetsialiseerunud retseptor kujutab endast ülitundlikku aparaati, mis signaliseerib kõigist ümbritsevas keskkonnas toimuvaist muutustest, mis annab organismile võimaluse reageerida ärritustele täpses vastavuses nende iseloomule. Neid signaalaparaate kutsutakse meele-elundeiks ja nende abil me tajume meid ümbritsevat maailma ning oma keha.

Välismaailma peegeldus inimese teadvuses. Välismaailma esemed ja nähtused, mõjudes üheaegselt mitmesuguseile meele-elundeile, annavad meile rea aistinguid. Hoides käes õuna, me näeme teda, kombime, haistame, tajume ta raskust; hammustanud teda, võime määrata maitset. Iga eri aisting peegeldab meie teadvuses õuna üht või teist omadust.

Aistingute allikaks on ümbritsevas maailmas reaalselt olelevad esemed ja nähtused. Nad mõjuvad meele-elundeile. Meele-elundeis tekkivad impulsid kanduvad vastavate suurte poolkerade koorepiirkondadeni, kus kutsuvadki esile psüühilise protsessi, mida nimetatakse aistinguks. Ajukoore keeruka tegevuse tulemusena tekivad aistingute põhjal tajud, mis ei peegelda meie teadvuses üksikuid omadusi (värvust, lõhna, maitset, raskust jne,), vaid asju ja nähtusi tervikuina.

Seega meele-elundite ja aju tegevuse tulemusena tunnetame ümbritsevat maailma, seda oma teadvuses peegeldades.

Meele-elundite vigade kõrvaldamine. Ärritajaid, millele antud meele-elund on kohandatud, nimetatakse loomulikkudeks ehk adekvaatseteks [1]. Siiski saadakse samataolisi aistinguid ka juhtudel, kui tegutsevad antud meele-elundite suhtes ebatavalised, mitteadekvaatsed ärritajad.

Tavalistes tingimustes pole valguseretseptorid ligipääsetavad mingeile teistele ärritajatele peale valguse, mis kergesti läbib silma läbipaistvaid osi. Olles nägemiselundi suhtes loomulikuks, adekvaatseks ärritajaks, kutsub valgus esile vastava aistingu.

Ometigi võib valgusaisting mõningatel juhtudel tekkida ka mitteadekvaatse ärritaja mõjul. Kui silma kõrvaldamisel lõigatakse nägemisnärv läbi, aistib haige hetkelist valgussähvatust. Ka tugev löök meelekohale, kutsudes esile silma põrutuse ja nägemisnärvi mehaanilise ärrituse, annab valgusaistingu (siit on pärit ka väljend „lõi silmist tule välja"). Ükskõik millega me närvi ka ärritame, ta hakkab impulsse saatma ainult suurte ajupoolkerade koore nägemispiirkonda, ja tulemusena tekib valgusaisting.

Võib näida, et olemuselt ühesuguste aistingute tekkimine mitmesuguste ärritajate toime puhul ühele ja samale meele-elundile peaks olema alatiste vigade allikaks ja takistama ümbritsevate esemete ning nähtuste õiget peegeldust meie teadvuses. Kuid seda tegelikult ei juhtu.

Esiteks eristab inimene elukogemuste abil hõlpsasti normaalseid aistinguid, mis on saadud adekvaatsete ärritajate mõjul, neist ebatäpseist ja ebaselgeist aistinguist, mis tekivad ebatavaliste, ebaloomulike ärritajate mõjul. Kohinat ja häält kõrvades, mis on tingitud veretulvast kuulmiselundeisse, me ei sega iialgi ära nende helidega, mis kõlavad ümbritsevas keskkonnas.

---

[1] Ladina sõnast *adaequatus*, mis tähendab — võrdne, ühevääme.

Teiseks ühe elundi kaudu saadud aistinguid kontrollivad alati teised meele-elundid.

Inimese praktiline tegevus, tema elukogemused ja meele-elundite vastastikune kontroll tagavad võimalike vigade kõrvaldamise ja selle tulemusena tekivad inimese teadvuses õiged peegeldused ümbritseva maailma esemeist ja nähtustest.

Retseptorite tundlikkus. Meele-elundid on loomulike ärritajate suhtes ülitundlikud, ületades sageli kõige täpsemate füüsikaliste aparaatide tundlikkuse.

Kui atmosfäär oleks täiesti läbipaistev ega neelaks valgust, siis oleks silmaretseptorite ärrituseks küllaldane see valgusjõud, mida annab üle 30 km kaugusel olev küünal.

Kuigi inimesel on haistmine arenenud palju nõrgemini kui paljudel loomadel, ometigi võib ta aistida isegi niisuguste gaasitaoliste olluste lõhna, mille hulk ühes liitris õhus ei ületa kümnetuhandikku ja isegi sajatuhandikku milligrammi.

Kohanemine ärritaja jõule. Meele-elundite tähelepanuväärivaks omaduseks on tundlikkuse muutumine sõltuvalt ärritaja jõust.

Heledas päikesevalguses on nägemiselundi tundlikkus mitu tuhat korda nõrgem kui pimeduses. Selle tõttu ei näe inimene algul midagi, kui ta heledasti valgustatud toast siirdub poolpimedasse ruumi. Kuid nägemisretseptorid kohanevad järk-järgult nõrgale valgusele ja inimene hakkab ümbritsevaid esemeid selgesti eristama. Kui retseptorid kohanevad pimedusele, siis muutub nende tundlikkus niivõrd suureks, et järsk üleminek ereda valguse kätte pimestab silmi.

Minnes kinnisesse ruumi, kus on palju inimesi, haistame rasket, ebameeldivat lõhna. Mõninga aja pärast, nagu öeldakse, „nina harjub ära" ega hakka enam lõhna haistma.

See seletub haistmisretseptorite tundlikkuse nõrgenemisega. Kohanemine ärritaja jõule tagab meele-elundite normaalse töö ümbritseva keskkonna kõige mitmekesisemais tingimustes.

§ 63. Nahas, limaskestades ja liikumiselundites olevad retseptorid.

Nahas olevad retseptorid. Nahapinnale mõjuvate ärritajate toimel saab inimene kompimis-, sooja-, külma- ja valuaistinguid. Kui nahka puudutada teritatud pliiatsiotsaga, pole raske veenduda mitmesuguste retseptorite olemasolus, mis on vajalikud iga nimetatud aistingu saamiseks: ühtedes punktides tekib kompimisaisting, teistes sooja-, külma- või valuaisting.

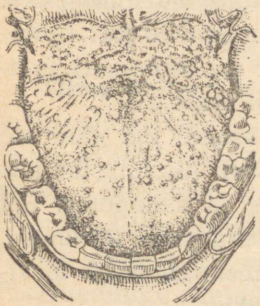
Eri retseptorite olemasolu seoses mitmesuguste aistingutega tõestavad vaatlused haigete juures. Mõningate haigestumiste puhul inimesed ei taju puudutusi, kuna aga tundlikkus valu suhtes on neil säilinud. Teiselt poolt väiksemate operatsioonide puhul, kui tarvitatakse kohalikku narkoosi, s. o. kui väike nahapiirkond muudetakse tundetuks valu suhtes, tunneb haige kirurgi noa puudutust, kuid valu mitte.

Retseptorid on nahas jaotatud ebaühtlaselt. Näiteks säärenaha ühe ruutsentimeetri pinna kohta tuleb 10—15 kompimiskehakest, kuna näo- ja kätenaha üksikutes kohtades ulatub nende hulk kuni 150-ni ja isegi 300-ni.

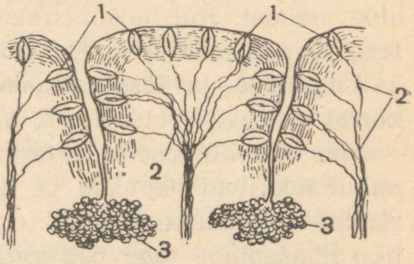
Kompimise teravus oleneb tunduval määral sellest kõige väiksemast vahemaast, mille juures kaht samaaegset puudutust aistitakse eraldi, lahus. Kui sirkliharudega, mille kaugus teineteisest on 50—60 mm, puudutada seljanahka, siis me ei saa mitte kaht, vaid saame ühe puudutusaistingu. Õlavarrenaha mitmesugustes osades saame kaks puudutus-

aistingut 30—40- mm-lise vahemaa juures. Sõrmeotstes ja keeleotsal aistitakse kaht eri puudutust isegi siis, kui sirkliharud on teineteisest ühe või kahe millimeetri kaugusel.

Haistmiselund. Haistmiselund asetseb ninaõõne ülemise pinna limaskestas. Tema retseptorid — haistmisrakud — on tundlikud ainult gaasitaoliste olluste suhtes; vedelad ained ei kutsu ärritust esile. Sellepärast ei tarvitse vedeliku juh-



Joon. 128. Keele ülemine pind (on näha maitsenäsasid).



Joon. 129. Maitsenäsa ehituse skeem:
1 — maitsesibulad; 2 — neist väljuvad närvikiud; 3 — limanäärmed.

timisel ninna tekkida lõhnaaistingut; see tekib ainult vedeliku nuusutamisel, kui neist eralduvad gaasitaolised osakesed.

Sissehingatav õhk läbib ninaõõne alumisi osi. Sellest hoolimata satuvad lõhnavate ainete molekulid hajumise tõttu haistmisrakkudega kaetud piirkonda.

Maitsmiselund. Suuõõne limaskestas ja eriti keelepinnal asetsevad maitsenäsad. Neist väljuvad närvikiud, mis annavad edasi impulsse piklikule ajule ja sealt maitsmistsentrumile suurte poolkerade koores. Maitsmisretseptorite ärritajateks võivad olla ainult lahustunud ained: suhkru magusus saab alles siis aistitavaks, kui suhkur hakkab suus lahustuma.

Kui peenikeste pintslitega, millest igaüks on niisutatud eri maitseaine lahusega, puudutada ettevaatlikult mitmesuguseid punkte keelel, pole raske veenduda eri retseptorite olemasolus magusa, kibeda, soolase ja hapu jaoks.

Maitsed on tihedasti seotud haistmisega. Sibula, õuna, leiva või mistahes teise toiduaine söömisel mõjub ärritaja ühe- või teistsuguse jõuga mitmesugustele maitsmisretseptoritele; samal ajal ärritaja lõhn ärritab haistmisrakke. Tekib keerukas aisting, mida me iseloomustame kui toiduaine maitset. Kui haistmisretseptorid ei funktsioneeri (näiteks tugeva nohu puhul), puudub toidul maitse.

Liigutuste ja tasakaalumeel. Keha asendi iga muutuse korral ärrituvad retseptorid, mis asetsevad liikumiselundeis — lihaseis, kõõluseis, liigeste kihnudes ja sidemetes. Sel puhul tekkivad impulsid on üksikute kehaosade liikumise, samuti ka esemete kaalu, s. o. eseme käeshoidmiseks tarviliku lihasepinge tugevuse aistingu allikaks.

Mõningate seljaaju haigestumiste korral saavad vigastada tsentripetaalsed närvikiud, mis kannavad impulsse jalgadest peaajju. Tsentrifugaalsete närvide tee, mille kaudu impulsid suunduvad läbi seljaaju jalgade lihastesse, jääb terveks. Haige võib teha jalgadega igasuguseid liigutusi, kuid ta ei saa jalgade lihastest ja kõõlustest aistinguid ja seepärast ei taju, missuguses asendis ta jalad on, ei taju, kas nad on sirged või painutatud. Niisugune haige peab käimisel hoolega vaatama oma jalgu, muidu tekib liigutuste koordinatsioonis häire ja ta kukub.

Otoliitaparaadist ja poolringkanalist väljuvail impulssidel on suur tähtsus aistingute suhtes, mis on seotud kehaliigutuste ja tasakaalu säilitamisega.

Ülesanded.

1. Teha järgmine katse: asetage üks käsi sooja ja teine külma vette; siis asetage mõlemad käed üheaegselt nõusse veega, millel on

keskmine (toa) temperatuur. Millega võib seletada erinevaid temperatuuriaistinguid, mida saadakse parema ja vasaku käega?

2. Võtke hobusejõhv või peenike jõhvkarv pikkusega 3—4 sm ja kinnitage see vaha või pehme leiva abil väikese pulga külge. Hoides pulka käes puudutage ettevaatlikult karvakesega naha eri osi randme sisepinnal liigese kõrval randme ja küünarvarre vahel. Küllaldase kannatuse puhul te märkate, et karvakese puudutus on ühes kohas tunnetatav puudutusena, teises torkena, kolmandas soojuse või külmana. Millega on see seletatav?

§ 64. Silm.

Silma ehitus. Nägemiselund silm asetseb kolju koopas, mida nimetatakse silmakoopaks. Silmamuna asetseb selles üsna vabalt ja võib silmalihaste abil pöörduda mitmele poole. Eestpoolt kaitsevad silma laud. Kummagi silmakoopa välises ülemises nurgas on pisarnäärmed; need eritavad vedelikku, mis ei lase silmamuna pinnal kuivada. Pisarvedeliku ülejääk voolab kanalite kaudu ninaõõnde.

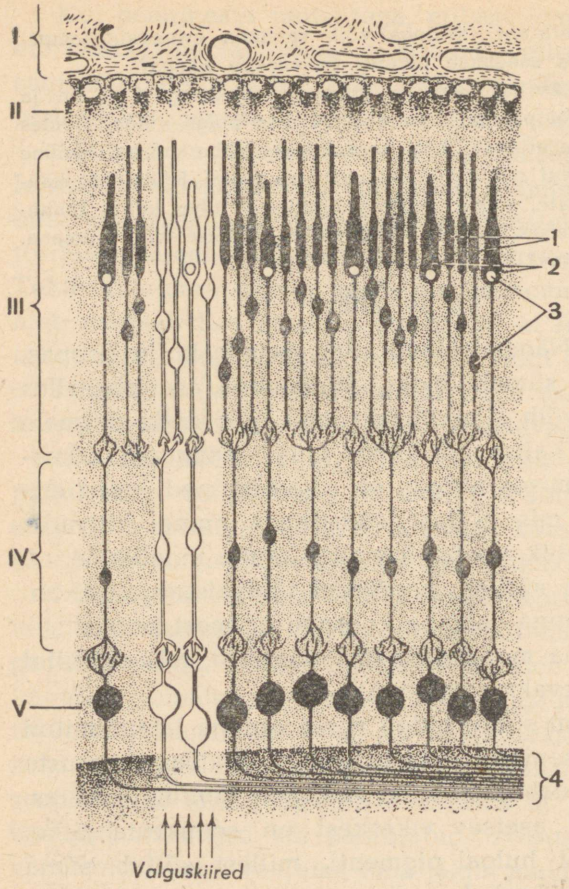
Silmamunas on sültjas, poolvedel läbipaistev aine, nn. klaaskeha. Silmamuna seinake koosneb kolmest kestast.

Silma välispinna moodustab tihe kiudkest, mis esiküljel läheb üle läbipaistvaks sarvkestaks.

Kiudkesta all on suure hulga veresoontega läbipõimitud soonkest. Selle sisepinnal olevad rakud sisaldavad musta pigmenti, mis muudab silmaseina valgusele läbitungimatuks.

Sarvkesta taga asetsev vikerkest on soonkesta jätke. Ta sisaldab suurel hulgal pigmenti, millest sõltub silma värvus. Vikerkesta keskel on ümmargune avaus, silmaava. See võib aheneda ja laieneda vikerkestas asetsevate siledate lihaskiudude kokkutõmbumise tagajärjel. Sõltuvalt silmaava suurusest võib sinna pääseda rohkem või vähem valguskiiri.

Silmaava taga on läbipaistev silmalääts, mis etendab kaksikkumera läätse osa. Ripsvöötmekese abil võib silmalääts pingule tõmbuda või lõtvuda, muutudes lamedamaks



Joon. 130. Võrkkesta ehituse skeem:

I — võrkkestaga külgney soonkesta äär; II — pigmendirakkude kiht; III — kepikeste ja kolvikeste kiht; IV ja V — kaks teineteisele järgnevat närvirakkude rida, milledele kandub erutus kepikestelt ja kolvikestelt. 1 — kepikesed; 2 — kolvikesed; 3 — kepikeste ja kolvikeste tuumad; 4 — närvikiud. Valgetena on näidatud võrkkesta närvirakud, mis on erutusseisundis valguskiirte mõjul.

või kumeramaks. Sarvkesta ja silmalääatse vahel on väike vaheruum, mis on täidetud vesivedelikuga.

Kolmandat, kõige seesmisemat silmamuna kesta nimetatakse võrkkestaks. Võrkkestast algavad silmamuna tagaküljest väljuva nägemisnärvi kiud.

Kepikesed ja kolvikesed. Võrkkestal leidub suur hulk tihedalt asetsevaid valgustundlikke närvirakke. Arvatakse,

et inimese silmas küünib kolvikeste arv 7 miljonini ja kepikeste arv mitmesaja miljonini.

Valguskiir, sattudes võrkkestale, kutsub kepikestes ja kolvikestes esile keemilisi muutusi, mille mõjul tekib erutus. Kepikestest ja kolvikestest jõuab erutus kõigepealt esimesele, seejärel teisele närvirakkude reale, mille jätked koonduvad võrkkesta kõigist piirkondadest ja moodustavad silmast väljuva nägemisnärvi. Mööda seda närvi läheb erutus ajju.

Päevane ja õhtune nägemine. Kolvikeste abil näeb inimene värve, kepikeste abil aga ainult valgust. Kolvikesed on võrdlemisi vähese valgustundlikkusega, mispärast hämaruses nad ei funktsioneeri ja inimene ei eralda värve. Kepikesed, vastupidiselt, on ülitundlikud.

Mõnede vitamiinide vähesus toidus, samuti ka teised põhjused võivad tekitada haigestumise, mida nimetatakse kanapimeduseks. Selle haigestumise puhul on häiritud kepikeste talitlus: ereda valguse juures jääb nägemine normaalseks, hämaruses aga ei näe haige midagi.

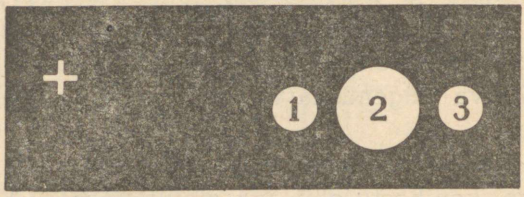
Erisugustel loomadel on erinevused nägemises tingitud kas kolvikeste, s. o. päevase, värvilise nägemise aparaadi, või kepikeste (hämara, värvita nägemise aparaadi) ülekaalust.

Paljudel ööloomadel (nahkhiir, öökull) pole silmas peaaegu üldse kolvikesi. Vastupidi aga kanadel ja teistel päevalindudel on võrkkestas ainult kolvikesed, kuna kepikesed peaaegu puuduvad.

Kollane tähn. Võrkkesta keskel, otse silmaava vastas asetseb kollane tähn. Selle keskosas puuduvad kepikesed, see-eest aga kolvikesi on siin tihedalt. See koht silmas on kõige tundlikum päevavalguse suhtes ja inimene näeb kõige selgemini neid esemeid, mille kujutis langeb kollasele tähnile. Kui vaadeldakse mingisugust eset, siis suunatakse

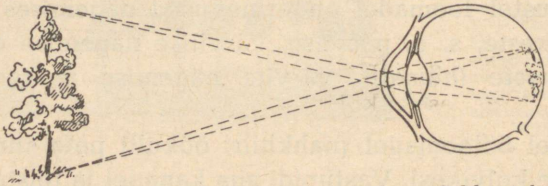
silmi lihaste abil nõnda, et kujutis satuks kummaski silmas kollasele tähnile.

Pimetähn. Nägemisnärvi väljumiskohal ei sisalda võrkkest valgustundlikke rakke. Valgus ei ärrita seda pimetäh-



Joon. 131. Katse, mis võimaldab leida pimetähni. Sulgeda vasak silm ja vaadata parema silmaga risti, hoides joonist umbes 15 sm kaugusel silmast. Joonise järkjärgulisel eemaldamisel silmast satub kolmest sõõrist ühe sõõri kujutis pimetähnile, mille tõttu see sõõr kaob vaateväljalt.

niks nimetatud kohta. Sellepärast me ei näe eset, mille kujutis langeb pimetähnile. Pimetähni võib leida lihtsa katse abil; olles sulgenud vasaku silma, tuleb parema silmaga pingsalt vaadata joonisel 131 kujutatud risti, hoides



Joon. 132. Nähtava eseme kujutise saamine võrkkestal (skeem).

seda 15 sm kaugusel. Järk-järgult joonist eemale nihutades kaob vaateväljalt algul risti lähedal asetsev väike ring, siis suur ja lõpuks kõige kaugem ring, kusjuures ühe ringi kadumisega vaateväljalt saavad teised nähtavaks.

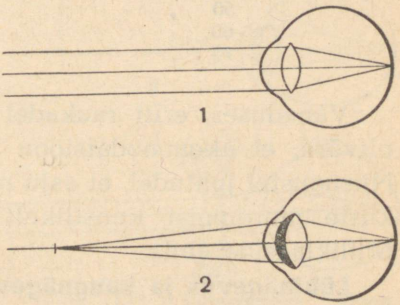
Esemete kujutised võrkkestal. Valguskiired tungivad silma läbi läbipaistva sarvkesta ja, läbinud vesivedeliku, silmaläätse ning klaaskeha, satuvad võrkkestale. Igast vaa-

deldava eseme punktist väljuvad hajuvad kiirtekimbud. Läbinud silma läbipaistvad keskkonnad, nad murduvad ja koonduvad võrkkestal ühte punkti. Kiired neelduvad soonkesta sisepinnal oleva pigmendi tõttu. See väldib valguse vastuhelki.

Eseme eri punktidest satuvad kiirtekimbud võrkkesta mitmesugustele punktidele. Tulemusena tekib võrkkestal asja vähendatud pöördkujutis.

Akommodatsioon. Normaalne inimese silm võib näha selgelt nii lähedasi kui ka kaugeid esemeid. Kohastumist esemete selgeks nägemiseks mitmesuguses kauguses nimetatakse akommodatsiooniks. Silma akommodatsioon toimub silmaläätse kumeruse muutumise teel.

Erilised peened ripsvöötmekesed pingutavad tugevasti silmaläätse ja teevad selle lamedamaks. Niisuguses silmaläätse seisundis koonduvad võrkkestale paralleelsed kiired, teiste sõnadega, kaugel asetsevaist esemeist väljuvad kiired.



Joon. 133. Normaalse silma akommodatsiooni skeem:

1 — kiirte liikumine kaugelevaatamisel (akommodatsioonita); 2 — kiirte liikumine maksimaalse akommodatsiooni puhul; mustaks värvitud osa silmaläätsest näitab selle kumeruse suurenemist.

Ripsvöötmekese kokkutõmbumine nõrgendab silmaläätse pinget. Mida tugevamini ta kokku tõmbub, seda vähem pingutatuks, järelikult ka kumeramaks muutub silmalääts. Vastavalt suureneb kiirte murdumine. Nüüd koonduvad võrkkestale mitte enam paralleelsed, vaid hajuvad kiired, mis tulevad lähedal asetsevaist esemeist.

Lastel on silmalääts väga elastne ja tema kumerus võib tugevasti suureneda. Vanemaks saades silmaläätse elastsus

järk-järgult langeb, mis viib akommodatsiooni nõrgenemisele ja teeb võimatuks vaadelda lähedal asetsevaid esemeid. Laps võib selgesti näha eset, mis on silmast 6—8 sm kaugusel. Normaalse nägemisega täiskasvanud inimesel asetseb lähim punkt, mida ta võib selgesti näha, kaugemal (tabel VI).

Tabel VI.

Akommodatsiooni-jõu muutumine seoses vanusega.

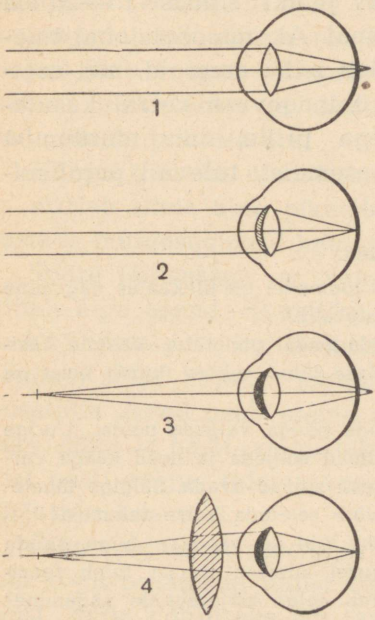
Vanus	Vahemaa silmast kuni lähima selgesti nähtava punktini.
10 aastat	7 sm
20 „	10 „
30 „	15 „
40 „	25 „
50 „	40 „
60 „	1 m
70 „	4 „

Vanaduses, eriti raukadel langeb silmaläätse elastsus niivõrd, et akommodatsioon muutub täiesti puudulikuks. Niisugustel juhtudel, et asju näha selgesti ka lähedalt, tuleb kiirte murdumist kunstlikult suurendada kaksikkumerate prilliklaaside abil.

Lühinägevus ja kaugnägevus. Kaugeilt esemeilt tulevad paralleelsed valguskiired ei koondu mõnedel inimestel silma rahuliku oleku korral mõnesse võrkkesta punkti, vaid selle ette või taha. Kõige sagedamini on see seotud silmamuna ebanormaalse kujuga.

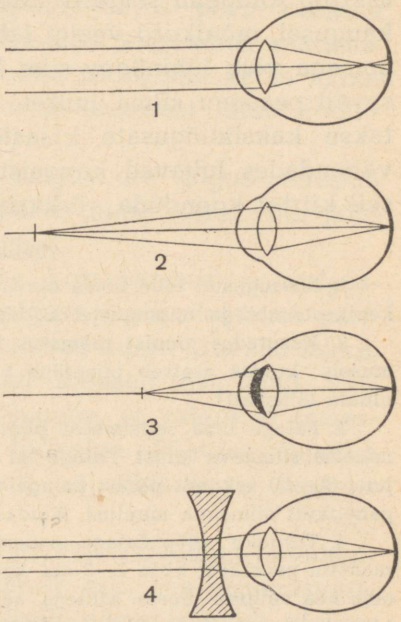
Silma, milles paralleelsed kiired murduvad võrkkesta taga, nimetatakse kaugnägevaks silmaks. Kaugnägemise juures peab isegi kaugete asjade vaatamisel silmaläätse kumerus suurenema. Teiste sõnadega, akommodatsiooni-võimet osaliselt kasutatakse kaugele vaatamisel. Ainult silmaläätse kumeruse tugevama suurenemise juures saab võimalikuks lähemal asetsevate esemete vaatlemine. Siiski on

arusaadav, et kaugnägevatel inimestel lähim selgesti nähtav punkt isegi maksimaalse akommodatsiooni puhul osutub tunduvalt kaugemaks.



Joon. 134. Kaugnägeva silma akommodatsiooni skeem:

1 — akommodatsioonita (paralleelsed kiired ristuvad võrkkestast tagapool); 2 — osaline akommodatsioon kaugelevaatamisel; 3 — kiirte liikumine maksimaalse akommodatsiooni puhul; 4 — nägemise parandamine kumerate klaaside abil.



Joon. 135. Lühinägeva silma akommodatsiooni skeem:

1 — akommodatsioonita (paralleelsed kiired ristuvad võrkkesta ees); 2 — kõige kaugem selgesti nähtav punkt (akommodatsioonita); 3 — kõige lähem selgesti nähtav punkt (maksimaalse akommodatsiooni puhul); 4 — nägemise parandamine nõgusate klaaside abil.

Nii kaugnägevuse kui ka vanusest tingitud akommodatsiooni nõrgenemise puhul kasutatakse kaksikkumerate klaasidega prille.

Silma, milles paralleelsed kiired koonduvad eespool võrkkesta, nimetatakse lühinägevaks. Lühinägevuse puhul

võivad võrkkestal koonduda ainult lähedal asetsevast esemest tulevad hajuvad kiired. Kauged esemed näivad udustena ja laialivalguvatena. Tugeva lühinägevuse juures asetseb kaugeim selgesti nähtav punkt silmast 15—20 sm kaugusel, mõnikord veelgi lähemal. Akommodatsiooni tulemusena võib lühinägev silm hästi näha esemeid, mis asetsevad peaaegu silma juures. Lühinägevuse korral kasutatakse kaksiknõgusate klaasidega prille, mis murdumist vähendades lubavad kaugeist esemeist tulevail paralleelseil kiirtel koonduda võrkkestal.

Ülesanded.

1. Missugustel teile teada olevatel loomadel on ülekaalus nägemine kepikeste abil ja missugustel kolvikeste abil?

2. Kasutades joonist raamatus leida endal pimetähn. Vastata küsimusele: kuidas asetseb pimetähn kollase tähni suhtes (kumb neist on ninale lähemal)?

3. Paluge oma seltsimeest pöörduda näoga valguse poole. Uurige mõlema silmaava laiust. Paluge tal silmad sulgeda ja need käega varjata. 30—60 sekundi pärast paluge uuesti silmad avada. Jälgige tähelepanelikult silmaava muutusi. Kuidas võib seletada katse tulemusi?

4. Torgake nööpnõelaga paberileht läbi ja vaadake augu kaudu raamatu peenikest kirja 2—3 sm kaugusel silmast. Katset tuleb sooritada hea valguse juures. Millega seletub selge kirjatähtede nägemine? Miks halva nägemisega inimesed pilutavad silmi, kui tahavad eset paremini näha?

5. Jälgige silmaava muutumist kiirel üleminekul kaugel asuva eseme vaatlemisest silmale lähedal asuva eseme vaatlemisele. Seletage, mis tähtsus on silmaava kitsenemisel lähedal asuva eseme vaatlemise puhul.

§ 65. Nägemise tervishoid.

Valgus. Lugemisel ja samuti paljude peentööde sooritamisel tuleb silmadel teha suuri pingutusi. Selle tähtsaima meele-elundi normaalse töö säilitamiseks on tarvilik järgida nägemise tervishoiu elementaarseid reegleid.

Kõigepealt peab hoolitsema küllaldase valguse eest, mille juures normaalse nägemisega inimene võib vabalt lugeda peentrükiga raamatut, mis asetseb silmadest 50 sm kaugusel. Mitteküllaldase valguse juures peab inimene kummarduma madalale töö kohale ja pingutatult vaatama. Sageli jääb valgus väheseks tolmu tõttu, mis katab aknaklaase, elektripirne ja lambivarje; seepärast tuleb hoolitseda nende puhtuse eest.

Kahjulik on ka ülemäärane valgus: ere valgus pimestab ja ärritab silma ning pikemaajalise toime puhul võib põhjustada mitmesuguseid haigestumisi.

Suure tähtsusega on valguse korrapärasus ja valgusallika õige asend. Kunstliku valguse juures loetakse parimaks hajuvalgust, kui lambist tulevad kiired lähevad lakke, seejärel sellel hajudes jagunevad ühtlaselt toas laiali. Valgusallika asend peab olema niisugune, et valgus ei pimestaks silmi ja hästi valgustaks töökohta. Päevase õppetöö ajal peab valgus tulema vasakult, et vihikule ei langeks kirjutava käe vari.

Õige valgustus suurendab tunduvalt töövõimet ja vähendab kogu organismi üldist väsimust, eriti aga nägemisväsimust, mille põhjuseks on tavaliselt nägemiselundi ülepingutus. Sagedane ja kestev silmade pingutamine soodustab lühinägevuse arenemist ja nägemise teravuse nõrgenemist.

Lugemise ja kirjutamise tervishoid. Lugemise ja kirjutamise ajal pinge suureneb nägemise teravasti tugevnenud akommodatsiooni ja sageli ka pea ebaõige asendi tõttu. Et hoiduda silmade ülemäärasest pingutamisest, tuleb istuda sirgelt, pead kummardamata, raamat ja vihik tuleb asetada umbes 35 sm kaugusele silmadest, soovitavalt kaldasendis, 20—30° nurga all horisontaalsest tasapinnast.

Lugemine lamades, eriti küljeliasendis, on kahjulik.

Kestva lugemise juures peab aeg-ajalt tegema väikesi

vaheaegu silmade puhkamiseks. Vaheaegadel on kasulik akommodatsiooni nõrgendamiseks suunata pilk kaugusse.

Kui silmad lugemisel kiiresti väsivad, peab pöörduma arsti poole, et kontrollida, kas ei ole tegemist kaugnägevusega.

Nii kaug- kui ka lühinägevuse puhul tuleb kanda arsti retsepti järgi valmistatud prille.

§ 66. Kuulmiselund.

Helivõngete tajumine. Kuulmiselundi vahendusel tajume mitmesuguste kehade võnkumiste juures tekkinud helisid.

Heliallikast, s. o. võnkuvast kehast levivad igasse külge helilained õhu vahelduva tihenemise ja hõrenemise näol. Helikõrgus oleneb keha võnkumise sagedusest. Inimese kõrv võib tajuda helilaineid, mille sagedus on 20—20 000 võnget sekundis.

Välis- ja keskkõrv. Kõrv jaguneb välis-, kesk- ja sisekõrvaks.

Väliskõrv koosneb kõrvalestast ja välis-kuulmekäigust, mis viib oimuluu paksendisse, kus asetsevad kesk- ja sisekõrv. Õhuke, kuid väga tihe trummikile eraldab kuulmekäiku keskkõrva õõnest, kus on kolm üksteisega ühenduses olevat kuulmeluud: vasar, alasi ja jalus. Vasar on ühendatud trumminaha sisepinnaga, jalus tugineb kilele, mis katab sisekõrva viivat avaust.

Normaalseks helivõngete edasiandmiseks on väga tähtis, et õhurõhk keskkõrvas oleks samasugune kui atmosfääris. Rõhu tasakaalustumine toimub Eustachi tõrve ehk kanali kaudu, mis ühendab keskkõrva õõnt neeluga. Tavaliselt on selle kanali väline avaus suletud ja avaneb ainult neelamise momendil. Juhtudel, kui ümbritseva atmosfääri rõhk kiiresti muutub, näiteks lennuki kiirel laskumisel või lange-

varju-hüppel, on soovitav teha sagedaid neelamisliigutusi rõhu tasakaalustamiseks keskkõrvas.

Sisekõrv. Sisekõrv on väga keeruka ehitusega.

Kuulmiselundi juurde ei kuulu kogu sisekõrv, vaid ainult pikk vedelikuga täidetud spiraalne kanal, nn. tigu. Piki kogu kanalit, jagades ta kaheks korruseks, kulgeb õhuke spiraal-leste (basaal-membraan), mille väline kilejas osa koosneb mitmest tuhandest mitmesuguse pikkuse ja paksusega kiukesest.

Otoliit-elundist ja poolringkanaleist koosnev sisekõrva teine osa kujutab endast tasakaalu-elundit ega oma tähtsust kuulmise suhtes.

Kõrvaretseptorite ärritamine. Heli tekitab trummikile võnkumised, mis kanduvad kuulmeluude kauda edasi teisele sisekõrva käiku katvale kilele. Selle teise kile võnkumine kandub edasi sisekõrva täitvale vedelikule ja selle kaudu spiraal-lestme kiukestele.

Vastuseks üksikutele helidele ei võngu mitte kõik, vaid ainult kindlad kiukesed. Selles suhtes nad meenutavad klaverikeeli. Kui avatud klaveril tekitada kindla kõrgusega heli, näit. heli do, siis vastuseks hakkab helisema keel, mis on häälestatud samale toonile. Seda nähtust kutsutakse resonantsiks ja sellele ongi rajatud mitmesuguste helide tajumine.

Kiukeste võnkumine kutsub esile eriliste tunderakkude ärrituse, mis kuuluvad nõndanimetatud Corti organisse. See organ asetseb eraldi basaal-membraanil kogu selle pikkuses. Tunderakkudest väljuvad tsentripetaalsed närvikiud, mis annavad edasi neis tekkinud impulsse aju poolkera koore kuulmistsentrumile.

Ühe või teise spiraal-lestme piirkonna vigastamine toob endaga kaasa kuulmise kaotuse vastavas kõrguses helide suhtes.

Ülesanded.

1. Koostada alljärgneva skeemi järgi tabel aistingute kohta, mida saadakse nägemiselundi, kuulmiselundi, otoliit-elundi, poolringkanalite, haistmis-, maitsmis- ja kompamiselundi vahendusel, samuti lihastes ja kõõlustes asetsevate retseptorite kaudu.

Elundi nimetus	Aisting
Nägemiselund — silm	Valgus, värv, kaugus (silmamõõt), eseme mõõt ja kuju

2. Tuua näiteid meele-elundite eksituste kohta (peale nende, mis esinevad õpikus). Seletada, miks me oma teadvuses tajume tegelikkust õigesti, hoolimata meele-elundite eksitustest. Mis soodustab eksituste parandamist igas toodud näites?

Küsimused kordamiseks.

1. Missugust osa etendavad meele-elundid ümbritseva maailma tunnetamises?

2. Tuua näiteid meele-elundite kohastumisest ärritaja erinevale tugevusele.

3. Missugune on silma ehitus ja mis tähtsus on ta üksikutel osadel?

4. Kuidas silm kohastub kaugel ja lähedal asuvate esemete vaatlemiseks?

5. Missuguseid akommodatsiooni-häireid te tunnete? Millega on need seletatavad? Kuidas saab parandada kunstlikult akommodatsiooni puudusi?

6. Missugused on nägemise tervishoiu põhireeglid?

7. Missugune on kõrva ehitus?

8. Kuidas toimub kõrvaretseptorite ärritus?

§ 67. Setšenov ja Pavlov — õpetlased, kes rajasid õpetuse kõrgemast närvitegevusest.

I. Setšenov. Vene füsioloogia ajaloos on tähelepanuväärivaks aastaarvuks 1863, mil ühes ajakirjas avaldati Setšenovi artikkel „Peaaju refleksid".



I. Setšenov.

Ivan Mihhailovitš Setšenov, vene teaduse suurimaid esindajaid, sündis 1829. a. Lõpetanud Moskva ülikooli meditsiinilise fakulteedi, sõitis ta välismaale, et tutvuda kuulsate saksa ja prantsuse füsioloogide töödega, ja juba esimestest aastatest alates näitas ta end iseseisva ja andeka õpetlasena ning sai tolle aja üheks suurimaks füsioloogiks.

Pärast Venemaale tagasipöördumist valiti Setšenov Peterburi Meditsiinilis-Kirurgilise Akadeemia professoriks. Oma loenguil demonstreeris ta sageli katseid, mis oli sel ajal ebatavaline.

Belinski, Herzeni ja Tšernõševski eesrindlike ideede mõjul sai Setšenovist veendunud materialist. Kodumaad kuumalt armastava ühiskonnategelase ja patrioodina arendas ta oma elupäevade lõpuni vene teadust materialistlikul alusel ja propageeris materialistlikku maailmavaadet.

Üliõpilasaastaist alates tundis Setšenov huvi psühholoogia vastu; eriti huvitas teda küsimus psüühiliste nähtuste füsioloogilistest alustest.

Juba Belinski osutas sellele, et „psühholoogia, mis ei põhine füsioloogial, on niisama alusetu kui füsioloogia, mis ei tunne anatoomia olemasolu". Selle aja teadlased pidasid muuseas võimatuks uurida psüühilist tegevust katsete sooritamise teel peaaju kallal. „See on sama kui uurida kellamehhanismi, tulistades teda püssist," ütles üks suuremaid füsiolooge.

Setšenovit ei kohutanud tema ees seisva ülesande raskus ja ta tegi julge katse anda inimese psüühilisele tegevusele füsioloogiline seletus.

Sellele katsele eelnes tähelepanuväärv teaduslik avastus, mis tegi Setšenovi nime surematuks. Ta kõrvaldas konnal suured poolkerad, tehes lõike vaheaju piirkonda, ja jälgis reflektoorse reaktsiooni ilmumise kiirust vastuseks koiva ärritamisele happega. Keedusoola kristalli asetamisel aju lõikekohta hilinesid refleksid märgatavalt. See nähtus, mida hakati nimetama „Setšenovi pärssimiseks", tõestab, et aju võib peatada reflektoorsete reaktsioonide tekkimist.

Setšenov mõistis, et tema poolt avastatud reflekside pärssimise faktil peab olema tohutu tähtsus inimese aju, selle keerukama töö selgitamise suhtes, millega on seotud

psüühika ja teadvus. Artiklis „Peaaju refleksid" tõendab Setšenov suure meisterlikkusega, et inimese kõikide psüühilise tegevuse nähtuste aluseks on refleksid, mis vastavalt olukorrale võivad olla kas tugevdatud või pärsitud.

Setšenovi eesrindlikud materialistlikud vaated panid kõikuma, nagu Timirjazev tunnistab, vene naturalistide mõistused. Üks Setšenovi õpilane, silmapaistev vene füsioloog Vvedenski kirjutas „Peaaju refleksidest": „Tõenäoliselt polnud läinud sajandi kuuekümnendatel ja seitsmekümnendatel aastatel ühtegi haritud lugejat, kes poleks seda raamatut lugenud. Ülikooli-noorsoo hulgas oli ta nii populaarne, et üldhariduse seisukohalt loeti kohustuslikuks selle teosega tutvuda. Loomulikult jättis ta lugejasse sügava mulje."

Tsaarivalitsus aga suhtus Setšenovi töösse teisiti. Raamat „Peaaju refleksid" tunnistati äärmiselt ohtlikuks ja määrati hävitamisele: ta autoril tuli lahkuda Meditsiinilis-Kirurgilisest Akadeemiast. Mitu aastat töötas Setšenov Odessas ja tuli siis jälle tagasi Peterburi, kus ta valiti ülikooli füsioloogia-professoriks. Tsaarivalitsus jätkas suure õpetlase tagakiusamist, püüdes üliõpilaskonda ja kogu vene ühiskonda hoida eemal eesrindlike materialistlike ideede mõjust, ja lõpuks sundis teda uuesti Peterburist lahkuma. Kolme aasta jooksul ei suutnud ülemaailmse kuulsusega õpetlane saada füsioloogiliste katsete jaoks laboratooriumi. Üks kuulsamaid saksa professoreid palus Setšenovi tungivalt lahkuda kodumaalt ja sõita alatisele tööle Saksamaale. Setšenov ei sõitnud. Just samal ajal kutsuti ta Moskva ülikooli. Uuesti algas hoogne loov tegevus. Ta uuris füsioloogia-alaseid küsimusi, mis on seotud töövõime ja väsimusega, andis füsioloogilise aluse tööliisklassi nõudmisele kehtestada 8-tunnine tööpäev.

Kogu oma teadusliku tegevuse kestel püüdis Setšenov teha materialistliku teaduse rahva varaks. Ta kirjutas terve

rea populaarteaduslikke artikleid ja raamatuid, pidas suure hulga populaarteaduslikke loenguid. Kaks aastat enne surma, 74 aasta vanuses, hakkas ta vaimustusega pidama süstemaatilisi loenguid Moskvas Pretšistenka tööliste kursustel. Kuid mõne kuu pärast keelas tsaarivalitsus suurel õpetlasel esinemise töölisauditooriumi ees.

Setšenov suri a. 1905.

Kõrgema närvitegevuse uurimine I. Pavlovi poolt. Setšenovi alustatud tööd jätkas suur vene õpetlane I. Pavlov. Idee närvisüsteemi talitluse kõrgemate vormide seosest peaaju refleksidega oli Pavlovi mitmeaastaste tähelepanuväärivate katsete aluseks.

Keegi polnud enne Pavlovit tõsiselt uurinud suurte poolkerade koore kui kõrgema närvitegevuse elundi füsioloogiat. Polnud meetodit, mille abil oleks olnud võimalik uurida poolkerade koore tööd samasuguse täpsusega, millega uuritakse lihaste kokkutõmbumist või maomahla nõristumist. Ja õpetlased tõestasid üha, et looma käitumisega seotud kõrgem närvitegevus on kättesaamatu füsioloogilisele uurimisele.

Lihtsad, üldtuntud faktid tõukasid Pavlovi kõrgema närvitegevuse tundmaõppimise meetodile. Süljenäärmete fistulite abil uuris Pavlov mitme aasta vältel sülje nõristumist koertel. Ta osutas erilist tähelepanu faktile, et sülg nõristub mitte ainult vastuseks otsesele suuõõne limaskesta ärritamisele toiduga, vaid ka teiste ärritajate tegevuse puhul, mis on toidu suhu sattumise signaalideks. Niisugusteks signaalideks võivad olla toidu välimus ja lõhn, koera toitva inimese hääl või sammud jne.

See kehtib mitte ainult süljenäärmete, vaid organismi igasuguse talitluse kohta. Näiteks on piitsa või keppi viibutav inimene valuärrituse signaaliks ja kutsub loomal esile kaitsereaktsiooni — koer kaitseb end või jookseb minema.

Pavlov näitas katsega, et nende signaalide mõju on seotud suurte poolkerade koore talitlusega: koore kõrvaldamisega kaob see mõju täiesti. Koer, kellel on poolkerade koor kõrvaldatud, ei reageeri teda toitva inimese juuresolekule, toidu välimusele või lõhnale ja vaenlase ilmumisele. Ta uriseb vastuseks alati, kui teda puudutatakse, kuid sülje nõristumine algab alles pärast seda, kui toit on talle suhu pandud.

Uurimused signaalidele reageerimisest seadis Pavlov kõrgema närvitegevuse uurimise aluseks. Oleks võinud uurida igasuguste elundite reaktsioone. Pavlov valis süljenäärmed. Süljenäärme fistuli tegemine ei riku organismi normaalset tegevust ja reaktsiooni iseloomu ning tugevuse vaatlemine on väga kerge ja lihtne: võib täpselt mõõta nõristatava sülje hulka igasuguse, isegi kõige lühema ajavahemiku jooksul.

Süljenõristus vastuseks mitmesugustele signaalidele etendab suurte poolkerade koores toimuvate protsesside näitaja osa. I. Pavlovil õnnestus, kasutades oma menetlust, uurida neid protsesse ja kindlaks määrata kõrgema närvitegevuse põhilised seaduspärasused.

§ 68. Tingitud ja tingimatud refleksid.

Tingimatud refleksid. Täiskasvanud koeral ja kutsikal, kes pole kunagi maitsnud liha, algab vastuseks liha suhu panemisele seedemahlade reflektoorne nõristumine. Kui koera käppa ärritada elektrivooluga, siis tõmbab ta käpa ära. Neid kaasasündinud (alalisi) reflekse nimetas Pavlov tingimatuteks refleksideks, sest nad avalduvad alati ega nõua mingeid täiendavaid lisatingimusi.

Tingimatute reflekside kaared ei läbi poolkerade koort,

vaid aju teisi piirkondi; nad säilivad ka pärast koore kõrvaldamist.

Tingitud refleksid. Säilinud poolkeradega koer nõristab sülge juba ainuüksi toidu näitamisel. Ka see reaktsioon kujutab endast refleksi. Siiski erineb ta oluliselt refleksist, mis toimub sama toidu viimisel suhu.

Kui kutsikas pole elus veel kordagi söönud liha, siis ainuüksi selle nägemine ei kutsu esile sülje nõristamise refleksi. Refleks liha nägemisel ilmub alles pärast seda, kui liha näitamisele on järgnenud söötmine.

Samasugusel viisil võib ilmuda sülje nõristamise refleks toidunõu nägemisel, kuid ainult sel juhul, kui koer on sellest juba kord süüa saanud.

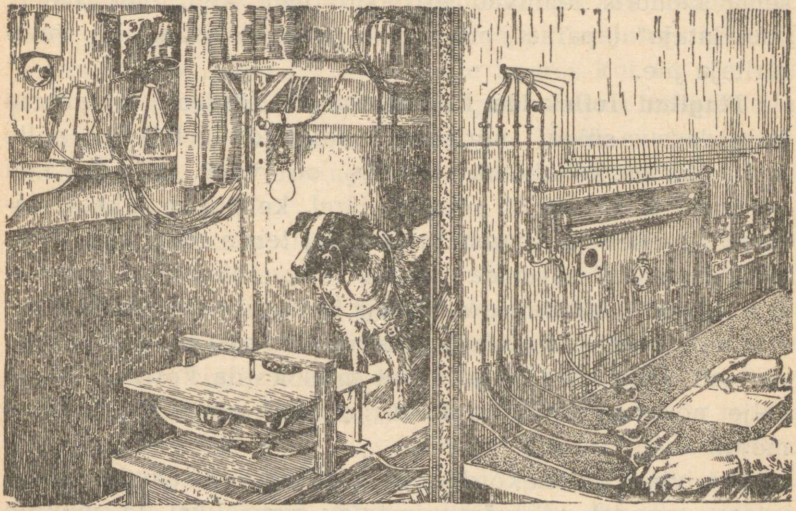
Nende reflekside peamiseks erijooneks on see, et nad ei ole sünnipärased, vaid nad omandatakse, nad kujunevad looma kogu elu kestel. Niisuguseid reflekse nimetas Pavlov tingitud refleksideks, sest nende kujunemiseks on tarvilikud mõningad tingimused.

Tingitud ärritajad signaalidena. Tingitud refleksi võib kujundada igasugusele, looma suhtes täiesti ükskõiksena näivale ärritajale, kui see muutub tingimatuks ärritajaks, s. o. tingimatut refleksi esilekutsuva ärritaja signaaliks.

Nähes toidunõu, mis on saanud toidu signaaliks, tuleb loomal esile sülje nõristamise tingitud refleks. Täpselt samuti ka kui ükskõik milline heliärritaja (kasvõi pasunaheli) saadab alati looma toitmist, siis sel tingimusel lakkab ta olemast ükskõikne, vaid saab toidu signaaliks. Teiste sõnadega, ta kutsub esile tingitud refleksi: piisab juba ühestainsast pasunahelist, et algaks sülje nõristumine.

Sama ärritaja (pasunaheli) võib olla valu signaaliks ja esile kutsuda kaitse-tingrefleksi. Selleks peab heli saatma vastava tingimatu ärritaja tegevus, näiteks käpa ärrita-

mine elektrivooluga. Voolu mõjul tõmbab koer käpa eemale ja vingub — see on tingimatu refleks. Saates pasunaheli voolu sisselülimisega, võib saada sama kaitserefleksi ka ainuüksi pasunaheli puhul.



Joon. 136. Kamber süljenõristuse tingitud reflekside uurimiseks. Valgus on sisse lülitud (tingitud ärritaja); toidunõu on ette asetatud (tingimatu ärritaja). On näha teisi ärritajaid: kaks metronoomi, kaks kella, nahaärritaja — „puudutaja". Katse sooritaja ees on tahvel süljenõristuse-registreerijaga.

Katsete korraldus. Katsed tingitud reflekside uurimiseks nõuavad erilist korraldust.

Hoolikalt tuleb eemaldada kõik kõrvalärritajad, sest igaüks neist võib muutuda kindlaksmääratud signaaliks või lihtsalt segada katset.

Sellepärast asetatakse koer erikambrisse, mille seinad ei lase läbi kõrvalisi hääli. Katsetaja on väljaspool kambrit, jälgides looma eriseadeldiste abil. Sülje nõristumist võib suure täpsusega jälgida vedeliku liikumise järgi piki regist-

raatori skaalat, mis on õhuühenduse teel seoses süljenäärme uurise (fistuli) külge kinnitatud klaasballoonikesega. Surudes mitmesuguseid kummiballoone, võib kambrisse sisenemata asetada ja ära koristada toidunõu ning panna tegutsema kambris leiduvad ärritajad, näit. kell, elektrilamp, „puudutaja" (aparaat, mis annab puudutusaistinguid), valuärritaja jne.

Tingitud reflekside kujunemine. Oletagem, et tahame kujundada sülge nõristava tingitud refleksi, mille ärritajaks on kellahelin. Selleks on vaja lülitada kell helisema ja 15 või 30 sekundi järel, kellahelinat katkestamata, liita sellega tingimatu ärritaja, teiste sõnadega, kummiballooni abil asetada looma ette toidunõu. Seejärel samal hetkel lülitatakse kell välja ja jäetakse toidunõu alles

On iseenesest arusaadav, et söömise ajal jookseb koeral ohtrasti sülge. Kui seda katset mitu korda korrata, algab sülje nõristumine enne toidu andmist ainult kellahelina mõjul.

Sel viisil mitmekordne kellahelina ühendamine söötmisega muudab selle ärritaja toidu signaaliks: ta muutub tingitud ärritajaks. Nüüd piisab ainult kellast, et algaks sülje nõristumine.

Kujunenud tingitud refleksi säilitamiseks on teda tarvis aeg-ajalt tugevdada, ühendades teda tingimatu ärritajaga, s. o. söötmisega. Ilma selleta tingitud refleks nõrgeneb ja lõpuks kustub täiesti.

Tingitud sidemed ajukoores. Toit, sattudes keelele, ärritab maitseretseptoreid. Tekkinud impulsid kanduvad maitsenärvi tsentripetaalsete närvikiudude kaudu pikliku aju süljenõristamis-tsentrumini, luues seal erutuskolde; sealt lähevad vastus-impulsid mööda tsentrifugaalseid närvikiude süljenäärmeteni. Sel viisil läbib sülge nõristava refleksi kaar pikliku aju. Samaaegselt ulatuvad impulsid

kuni maitsmistsentrumini suurte poolkerade koores, kus samuti nagu piklikus ajuski tekib erutuskolle. Siiski pole ajukoore osavõtt tingimata tarvilik ei sülge nõristava ega teiste tingimatute reflekside tekkimisel.

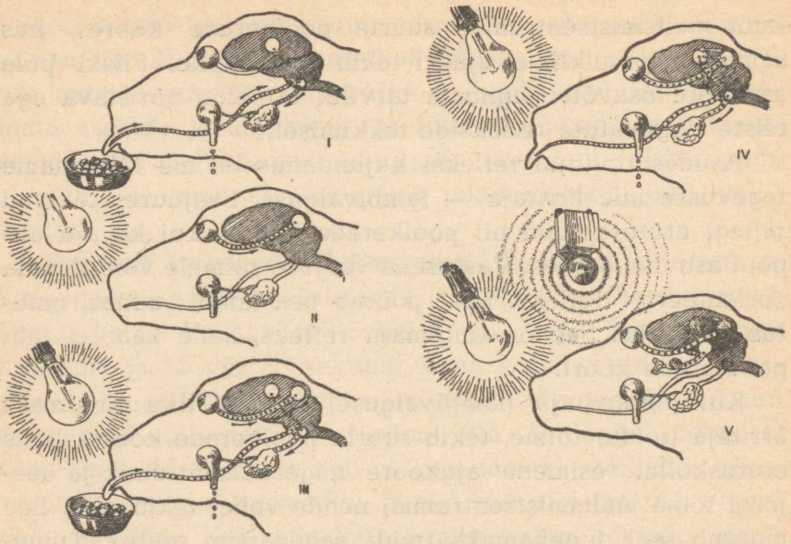
Asudes tingitud refleksi kujundamisele, me rakendame tegevusse uue ärritaja — lambivalguse. Seejuures tekivad jällegi erutuskolded nii poolkerade koores kui ka aju allpool asuvais osades. Vastusena valguse toimele võib ilmuda „orienteeriv" refleks: koer pöörab pea lambi suunas, muutub valvsaks. See on tingimatu refleks; selle kaar ei läbi poolkerade koort.

Kui uue ärritaja (lambivalguse) toimele liita tingimatu ärritaja (toidu) toime, tekib suurte poolkerade koores kaks erutuskollet: esimene ajukoore nägemistsentrumis ja seejärel teine maitsmistsentrumis; nende vahel tekib side. See muutub seda tugevamaks, mida sagedamini erutuvad üheaegselt mõlemad ajukoore piirkonnad. Varsti on side nende vahel niivõrd tugev, et esimeses piirkonnas lambivalguse mõjul tekkinud erutus laieneb teisele, mis toob kaasa sülje nõristamise, hoolimata sellest et toidunõu oli alles kohale asetamata.

Selle tingitud refleksi kaar läbib suurte poolkerade koore kaks piirkonda: esiteks tekib erutuskolle kindlas nägemistsentrumi piirkonnas; seejärel — kahe ajukoore punkti vahel tekkinud sideme tõttu — kandub erutus nägemistsentrumist vastavasse maitsmistsentrumi piirkonda ja sealt pikliku aju sülge-nõristava tsentrumi kaudu süljenäärmeteni.

Seega tingitud refleksi kujundamise protsessis tekib ajukoore kahe kindla punkti vahel side, mille tõttu erutus esimeses punktis kutsub tingimata esile erutuse teises punktis. Niisugust sidet nimetatakse tingsidemeks.

Tingimatute ja tingitud reflekside võrdlemine. Tingimatud refleksid ei nõua spetsiaalset kujundamist.



Joon. 137. Tingimatute ja tingitud reflekside skeem:

I — süljenõristuse tingimatu refleks; II — neutraalse valgusärritaja toime (erutuskolle asub ajukoore nägemistsentrumis; orienteerivat reaktsiooni pole näidatud); III — tingitud refleksi kujundamine; neutraalse ärritaja tugevdamine tingimatu ärritajaga (ajukoores on üheaegselt kaks erutuskollet); IV — tingitud refleks; V — tingitud refleksi pärssimine (erutuskolde tekkimine ajukoore kuulmistsentrumis ja teiste tsentrumite pärssimine).

Nad on sünnipärased, antakse edasi pärimise teel, on ühesugused kõikidel ühe ja sama liigi loomadel ja seepärast võib neid nimetada ka liigirefleksideks. Nad omavad alalisi kindlaid kaari, mis ei läbi aju kõrgeimat piirkonda, vaid lähevad sellest allpool asetsevate piirkondade kaudu.

Vastupidiselt tingimatuile refleksidele omandavad loomad tingitud reflekse elu kestel, kujundades neid kindlais tingimustes, eelkõige uue ärritaja mitmekordse tugevdamise teel seda saatva tingimatu refleksi poolt.

Uue tingitud refleksi tekkimiseks on tarvis, et vastavate närvitsentrumite erutatavus oleks küllaldaselt kõrge ja et kõrvalised ärritajad ei segaks.

Kujunenud tingitud refleksid võivad kestvalt püsida

ainult sel juhul, kui neid kasvõi harvagi tugevdatakse. Ilma tugevdamiseta nad kustuvad. Järelikult on tingitud refleksid omandatud ja ajutised; nende tekkimine oleneb sellest miljööst, milles loom elab. Seepärast erisugused tingitud refleksid võivad kujuneda mitte ainult ühe ja sama loomaliigi eri indiviididel, vaid isegi ühel ja samal loomal eri aegadel. Erinevalt liigirefleksidest võib neid nimetada individuaalseiks.

Iga uue tingitud refleksi jaoks tekivad eri kaared, mis alati läbivad aju kõrgemat piirkonda (koertel suurte poolkerade koort).

Tingitud reflekside tähtsus. Elus kohtub iga loom kõige mitmekesisemate ärritajate hiigelhulgaga. Paljud neist jäävad tingitud ärritajaiks; nad signaliseerivad ümbritseva keskkonna mitmesugustest nähtustest, mil on organismi suhtes ühe- või teistsugune tähtsus. Muutus keskkonnas, milles loom elab, põhjustab mõningate vanade tingitud reflekside kadumise ja uute tekkimise.

Võtame näiteks toakoera, kellel on tekkinud rida tingitud toidu- ja kaitsereflekse. Kõik nad kaovad, kui koer kaotab oma kodu ja muutub hulkuvaks. Nende asemele tekivad uued, sõltuvalt neist uutest tingimustest, millesse koer on sattunud. Ja igasugusele muutusele väliskeskkonnas vastab närvisüsteem uute tingitud reflekside kujundamisega, kusjuures vanad, mis ei saa enam kinnitust tingimatute ärritajate poolt, kaovad.

Tingitud reflekside tähtsus selles seisabki, et nad tagavad looma kohanemise kõige mitmekesisematele ja pidevalt muutuvatele elukondlikele tingimustele.

Ülesanded.

1. Tuua mõni näide tingimatute reflekside kohta peale nende, mis esinevad õpikus.

2. Tuua mõni näide tingitud reflekside kohta peale nende, mis esinevad õpikus, ja näidata, missuguste tingimatute reflekside alusel on need välja kujunenud.

§ 69. Ärritus- ja pärssimisprotsessid suurte poolkerade koores.

Tingitud reflekside pärssimine. Suurte poolkerade koores, nagu kõikides teisteski närvisüsteemi osades, toimub alaline ärritus- ja pärssimisprotsesside koostöö. Tugeva erutuskolde tekkimine mingisuguses kooreosas kutsub selle teistes osades esile vastupidise seisundi, s. o. pärssimise. Kui samal ajal, mil mõjub tingitud ärritaja (näit. lambivalgus), kostab terav heli, siis tingitud refleks pärssub. Heli kutsub koore kuulmistsentrumis esile tugeva erutuskolde; see tekitab koore teistes osades, muu hulgas ka nägemistsentrumis, pärssimise; tulemusena lambivalgus, mis tavaliselt kutsub esile sülje reflekstoorse nõristumise, ei tekita sel korral mingisugust reaktsiooni.

Niisugust pärssimist, mis tekib igasuguse kõrvalise ärritaja mõjul ja ei nõua erilist kujundamist, nimetas Pavlov tingimatuks pärssimiseks.

Tingitud pärssimine. Teistel juhtudel ei teki pärssimine otsekohe, vaid järk-järgult, kujunedes teatavate kindlate tingimuste esinemisel. Taolist pärssimist, mille näitena võib olla tingitud refleksi kadumine toetuse puudumisel, nimetas Pavlov tingitud pärssimiseks.

Oletagem, et koeral on kujunenud sülge nõristav tingitud refleks, mille esilekutsujaks on parema reie naha sügamine. Kasutades iga mõne minuti järel ainuüksi tingitud ärritajat (sügamist), kinnitamata seda söötmisega, täheldame, et algul iga uue ärrituse puhul nõristuva sülje hulk väheneb ja lõpuks kaob sülje nõristumine täielikult.

Näib, nagu peaks kustunud refleks ka järgmisel päeval puuduma. Kuid tegelikult puhkeb see uue jõuga: jälle võib täheldada sülje nõristumist ainult sügamisel. Refleksi taastumine seletub sellega, et kustumise juures, s. o. tingitud

ärritaja mittetoetamisel tingimatu ärritajaga, tekib vastavas koore piirkonnas erutusseisundi asemel pärssimine, mis ongi refleksi nõrgenemise või täieliku pidurdamise põhjuseks. Refleks puudub kogu selle aja vältel, mil vastavas ajukoore punktis kestab pärssimine; selle lõppemisega ilmub kustunud refleks uuesti, ilma et oleks toiduga toetatud.

Ärrituste eristamine. Katseliselt on kindlaks tehtud, et naha eri piirkondadest lähevad impulsid koore mitmesugustesse punktidesse. Kui koeral on kujunenud sülge nõristav tingitud refleks sügamisel, ilmub erutus vastavas ajukoore punktis ja seejärel läheb üle koore söömistsentrumisse. Katsume nüüd asetada „puudutaja", s. o. aparaadikese, mida kasutatakse naha ärritamiseks, mitte paremale reiele, vaid vasakule käpale, kerele või teisele kohale nahal. Osutub, et ka neis tingimustes tekitab sügamine tingitud refleksi, kuigi selle uue piirkonna ärritamist pole kunagi toetanud tingimatu ärritaja.

See seletub sellega, et erutus, jõudnud ajukoore kindlasse punkti, ei jää sellesse, vaid levib, kandub naaberpiirkondadesse. Seepärast tingitud refleksi kujunemisel seostub söömistsentrumiga mitte ainult ajukoore punkt, mis on erutatud parema reie naha ärritamisest, vaid ka naha teistele piirkondadele vastav ümbrus.

Erutuse levik muutub siiski järk-järgult üha vähem märgatavaks; ta kontsentreerub, keskendub piiratud alale. See erutuse kontsentratsiooni-protsess kiireneb tunduvalt, kui koera kehale kinnitada mitu „puudutajat" eri kohta ja edaspidi sööta looma, tekitades sama ärritust ainult paremal reiel, teiste nahapiirkondade ärritust aga mitte kaastada toiduga. Niisuguse katse juures hakkab mõne aja pärast sülge nõristuma ainult selle nahapiirkonna sügamisel. Keha teiste osade ärritamisel hakkab vastavais ajukoore punktides arenema tingitud pärssimine ja refleksi ei ilmu.

Sel viisil toimub poolkerade koores üksteisega sarnaste ärrituste eristamine: üks neist kutsub esile tingitud refleksi, teised aga tekitavad vastavais ajukoore punktides pärssimise ega anna refleksi. Ühetaoliste signaalide eristamine võib saavutada kõrge täiuslikkuse. Kasutades metronoomi, s. o. aparaati, mida kasutatakse taktilöömiseks, võib leida, et koera närvisüsteem eristab 96 ja 100 lööki minutis: kui 100 löögiga kaasneb toitmine, 96 löögiga aga ei kaasne, siis hakkab sülg nõristuma ainult metronoomi 100 löögi korral. Inimesele on niivõrd peen löökide tiheduse eristamine saavutamatu.

Ärrituste analüüs ja süntees. Eristamine, teiste sõnadega, ärrituste analüüs algab juba meele-elundeis, sest eri ärritajad (valgus, heli jt.) mõjuvad erisuguseile retseptoreile. Vähe sellest, igas meele-elundis toimub ka veelgi peenem a[illegible]. Nii kuulmisnärvi üksikud närvilõpmed erutuvad mi[illegible] kõrgusega helidest. Sellepärast toimub juba kuulmiselundis väga peen helikõrguste eristamine. Samasugune ärrituste peen eristamine toimub ka teistes meele-elundites.

Siiski ei piirdu ärrituste eristamine meele-elundite tegevusega. Neis elundeis tekkivad impulsid tungivad kuni vastavate koorepiirkondadeni ja siin ilmuvad erutus- ja pärssimiskolded, mis viivad edasisele ärrituste eristamisele.

Meele-elundeis algav ja suurte poolkerade koores lõppev ärrituste analüüs kujutab endast ühtset protsessi. Seepärast ühendas Pavlov retseptori, tsentripetaalse tee retseptorist kooreni ja vastava koorepiirkonna üheks mõisteks: analüsaatoriks.

Meele-elundid on analüsaatori välised ehk perifeersed lõpmed ja suurte poolkerade koor — nende sise- ehk tsentraallõpe.

Ajukoores toimub mitte ainult eristamine (analüüs), vaid

ka sarnaste ärritajate ühendamine (süntees). Sünteesi aluseks on erutus- ja pärssimisprotesside levimis- ehk irradieerumisvõime. Toome näite. Koeral on kujunenud tingitud kaitserefleks — käpa ülestõstmine. Tingimatuks ärritajaks on elektrivool, mis annab valuärrituse; tingitud ärritajaks on väikese kellukese heli. Esmakordselt tarvitatud suur, palju madalama heliga kell kutsub esile sama reaktsiooni: koer tõstab käpa. Antud juhul toimus poolkerade koores kahe sarnase ärritaja ühendamine (süntees).

Side ja vastastikune koostöö impulsside vahel, mis signaliseerivad igasuguseist nähtustest nii ümbritsevas keskkonnas kui ka organismis endas, viivad alati ärrituste ühendamisele (sünteesile) ja eristamisele (analüüsile).

Ärrituste analüüsi- ja sünteesiprotsessi eluline tähtsus on täiesti ilmne. Nad võimaldavad ümbritsevas olustikus orienteeruda ning reageerida õigesti mitmesugustele ärritajatele. Tarvitseb ainult meenutada vabadus [illegible]lavate metsloomade käitumist. Neile on iga krabin, vari, kõige nõrgem lõhn, vähim õhuvõnkumine toiduläheduse või ohu signaaliks. Ainult sünteesi tulemusena ja samal ajal ärrituste peene eristamise tõttu võib loom õigel ajal märgata ähvardavat ohtu, avastada saagi ja anda olukorrale vastava reaktsiooni.

Erutus- ja pärssimisprotsesside liikumine. Aastatepikkune tingitud reflekside uurimine võimaldas Pavlovil ja tema kaastöölistel kindlaks määrata erutus- ja pärssimisprotsesside liikumise iseloomu ja seaduspärasuse suurte poolkerade koores. Keha kõigist kohtadest suunduvad pidevalt impulsid mitmesugustesse ajukoore rakkudesse. Nende impulsside mõjul tekkinud erutus- ja pärssimiskolded ei jää liikumatuks; algul nad levivad, haarates teisi ajukoore punkte, seejärel kontsentreeruvad, siirdudes tagasi lähteseisundisse. See irradiatsiooni ja sel-

lele järgneva erutuse ja pärssimise kontsentreerumise nähtus kujutab endast üht närvisüsteemi talitluse põhilist seadust.

Teiseks põhiliseks seaduseks on erutus- ja pärssimisprotsesside vastastikune induktsioon, s. o. vastupidise seisundi edasijuhtimine. Niiviisi vastuseks ajukoores tekkinud erutuskoldele tuleb koore teistes punktides esile pärssimisseisund, mis takistab erutusprotsessi levikut kogu ajukoorele, sundides teda uuesti kontsentreeruma punktis, kus ta tekkis. Kuid siingi lõpuks erutus vaibub, asendudes vastassuunalise protsessiga — pärssimisega.

Sel viisil erutus- ja pärssimisprotsessid mõjutavad teineteist pidevalt. Tulemusena tekib suurte poolkerade koores väga keerukas põiming ehk, Pavlovi väljendi järgi, erutus- ja pärssimisprotsesside mosaiik. See mosaiik on alalises liikumises: erutus- ja pärssimiskolded vahelduvad teineteisega, kord ilmudes ja jällegi kadudes ajukoore mitmesugustes punktides.

Pavlovi tingitud refleksi-õpetuse tähtsus. Oma tingitud refleksi-õpetusega lõi Pavlov uue füsioloogia peatüki — materialistliku õpetuse kõrgemast närvitegevusest. Ta näitas, et suurte poolkerade koort kui kõrgema närvitegevuse elundit võib füsioloog uurida niisama sügavalt ja üksikasjaliselt kui teisigi kehaosi. Nõukogude teadlased eesotsas Pavloviga tõestasid, et kõrgema närvitegevuse aluseks nii loomade kui ka inimese juures on samad erutus- ja pärssimisprotsessid, mis on iseloomulikud ka teistele närvisüsteemi osadele. Nende protsesside mitmeaastase uurimisega avastati seaduspärasused loomade käitumisviisides, selgitati käitumistüüpide mitmekesisus, toodi selgus niisugustesse nähtustesse nagu uni ja hüpnoos.

Rakendades ülemäära tugevaid ärritajaid ja samuti toetatavate ja neile lähedaste mittetoetatavate tingitud ärrita-

jate erilisi kombinatsioone, sai Pavlov koertel ajukoore haigusliku seisundi, väga sarnase sellega, mis ilmub inimesel mõningate närvi- ja vaimu- (psüühiliste) haiguste puhul. See võimaldas Pavlovil selgitada niisuguste haigestumiste puhul ajukoores tekkivaid füsioloogilisi protsesse ja määrata raviviise.

Pavlovi õpetus, andes lihtsa ja selge arusaamise kõrgemast närvitegevusest ja samuti ka une- ja hüpnoosinähtudest ning mõningaist vaimuhaigustest, lükkab seega ümber religioossed väljamõeldised „surematust hingest", ennustavaist ja „prohvetlikest" unenägudest, inimestest, kes olevat „vaevatud kurjast vaimust", tervekssaamisest „ime teel" ja muist sääraseist asjust.

Ülesanne.

Tuua elust võetud näiteid tingitud reflekside pärssimise kohta.

§ 70. Inimese kõrgema närvitegevuse omapärasusi.

Inimese põhiline erinevus loomadest. Inimese elu põhitingimuseks on töö, mis on seotud tööriistade valmistamise ja kasutamisega. Just nimelt töö lõi inimese. Tööprotsessis tekkisid ja täienesid kõik inimorganismi põhilised omapärasused, mis teevad ta loomadest erinevaks. Inimeste kollektiivne töö, ühistöö, soodustas artikuleeritud kõne tekkimist ja arengut. Tihedas seoses töö ja artikuleeritud kõnega on inimaju silmapaistev arenemine — uute piirkondade ilmumine suurte poolkerade koores ja kõikide ülejäänud piirkondade töö ümberkorraldumine.

„Algul töö," ütleb Engels, „ja seejärel ning seoses sellega artikuleeritud kõne olid peamisteks stiimuliteks, mille mõjul ahviaju muutus järk-järgult inimajuks . . ." Ja selle

tulemusena tõusis inimene kõrgemale arenguastmele võrreldes kogu ülejäänud loomade maailmaga. Inimese psüühika, teiste sõnadega, tema aistingud, mõtlemine, tunded, soovid on mõõtmatult kõrgemal loomade psüühikast. Seda inimesele omast psüühika kõrgeimat arenguastet nimetatakse teadvuseks.

Loomade psüühika ja inimese teadvus. Inimese teadlikule tegevusele on iseloomustav sihikindlus. Inimene seab endale eesmärgi ja leiab teid selle saavutamiseks.

„Ämblik teostab operatsioone, mis meenutavad kuduja operatsioone, ja vahast kärgede ehitamisega teeb mesilane häbi mõnedele inimestele-arhitektidele. Kuid algusest saadik ka halvim arhitekt erineb parimast mesilasest selle poolest, et ta, enne kui ehitada kärge vahast, ehitas selle juba oma peas. Tööprotsessi lõpus saadakse tulemus, mis oli juba selle protsessi algul töötaja kujutluses ..." (Marx.)

Neis Marxi sõnades avaldub suure selgusega inimese teadvuse erinevus loomade psüühikast. Oma psüühilises tegevuses peegeldavad inimene ja loom ümbritseva maailma nähtusi. Siiski inimene, p e e g e l d a d e s m a a i l m a o m a t e a d v u s e s, üldistab vaadeldavaid nähtusi, määrab kindlaks nende ilmumise seaduspärasuse. See annab talle võimaluse kasutada neid oma huvides, allutada endale loodus ja oma tööprotsessis maailm ümber kujundada. Engels ütleb: „ . . . loom ainult k a s u t a b välisloodust ja tekitab tas muutusi lihtsalt oma juuresolekuga; inimene aga tema enda poolt teostatud muudatustega sunnib loodust teenima oma eesmärke, v a l i t s e b tema üle."

Pole mingit kahtlust, et kõrgemail loomadel võib olla elementaarne, algeline mõtlemine. Siiski ainult inimese mõtlemine annab võimaluse mitte üksnes üldistada vaatluste tulemusi, vaid ka teha järeldusi teiste nähtuste suh-

tes, mida ei ole otseteed vaadeldud, ja samuti ennustada sündmuste käiku. Teadlik mõtlemine on inimesel arenenenud seoses tööriistade, algul lihtsamate ja pärast üha keerukamate tööriistade valmistamise ja kasutamisega.

Teadvuse sotsiaalne tinglikkus. Arenedes tööprotsessis, sõltus teadvus kogu inimajaloo kõigi aegade jooksul toidu ja riiete hankimisviisist ja muudest olemasolu vahendeist, teiste sõnadega, tööriistadest ja töökogemusest, vahekordadest, mis olid kehtivad inimeste vahel tööprotsessis. Inimühiskonna töö määras riigikorra ja pani pitseri inimeste vajadustele, nende kultuurielule ja vaateile. J. V. Stalin ütleb: „...milline on inimeste eluviis, selline on nende mõtteviis." See tähendab, et teadvus on ühiskonna ajaloo saadus.

Teadvus ja aju. Teadvust ei saa lahutada ajutegevusest. Mitte ükski psüühiline protsess ei või toimuda ilma aju tööta. Varem arvati, et teadvus oleneb mingisugustest kindlatest ajukoore piirkondadest. Nüüd on kindlaks tehtud, et ta on seotud kogu suurte poolkerade koore tegevusega.

Inimesel on kõrgem närvitegevus palju keerukam kui koeral või ükskõik missugusel teisel loomal. Siiski võib inimese ja kõrgemate loomade suurte poolkerade koore töös leida mitte ainult erinevusi, vaid ka ühiseid jooni. Seepärast ongi Pavlovi õpetus tingitud refleksidest andnud väga palju inimese kõrgema närvitegevuse mõistmiseks.

Tingitud sidemed inimesel. Inimesel, samuti nagu loomadelgi tekivad suurte poolkerade koores tingitud sidemed, mis on kogu kõrgema närvitegevuse aluseks. „Ajutine närviside on universaalseim füsioloogiline nähtus loomade maailmas ja meis enestes." (Pavlov.)

Tingitud reflekside kujunemist võib täheldada imikul

tema esimestel elukuudel. Tema huulte igasugune puudutus kutsub esile imemisliigutusi. See on tingimatu refleks. Lapse mitmekordse lutist toitmise tagajärjel tekib tingitud refleks: imemisliigutused ilmuvad juba ainuüksi luti nägemisel. Taolised tingitud refleksid võivad kujuneda ka täiskasvanud inimesel. „See," ütleb Pavlov, „on tegelikkuse esimene signaalsüsteem, mis meil on ühine loomadega." Kuid inimese kõrgemas närvitegevuses taandub ta siiski teisele kohale.

Tingitud sidemete kujunemisel inimese ajukoores etendab erilist osa sõna. „Sõna, olles esimeste signaalide signaaliks," ütleb Pavlov, „lõi teise, spetsiaalselt meile omase, tegelikkuse signaalsüsteemi." Pavlovi õpetuse kohaselt kujunevad tingitud sidemed inimese ajukoores peamiselt kõneärritajate mõjul. Kõne olulise külje moodustavad mitte üksikud sõnad ja häälikud, vaid nende kombinatsioon, mis on omandanud mõttelise tähenduse. Teiste sõnadega, sidemed tekivad kõne mõistmise, tajumise tulemusena.

Ärrituste analüüs ja süntees. Inimesele on tunduvalt enam omane täielik ja sügav ärrituste analüüs ja süntees, kuigi tema üksikud meele-elundid pole kaugeltki nii täiuslikud kui loomadel.

„Kotkas," ütleb Engels, „näeb inimesest tunduvalt kaugemale, kuid inimese silm näeb asjades tunduvalt enam kui kotka silm." Koeral, võrreldes inimesega, on kuulmine palju enam arenenud. Ta eristab $^1/_8$ tooni, mis on inimkõrvale täiesti kättesaamatu. Kuid koer ei suuda mõista inimese kõnet, ta pole suuteline analüüsima kõneärritajaid.

Inimesele iseloomulik ärrituste sügav analüüs ja süntees sõltuvad tema aju ehituse omapärasusest ja tegevusest. Inimese teadvus on tingitud just suurte poolkerade koore kõrgest arengust.

§ 71. Närvisüsteemi tervishoid.

Närvisüsteem ja väsimusetunne. Inimese töövõime, samuti ka erksuse- ja väsimusetunne olenevad tunduval määral närvisüsteemi seisundist.

Kui inimene teeb mingit füüsilist või vaimset tööd, tekivad suurte poolkerade koores erutuskolded. Ühtlasi on pärsitud selle töö sooritamisega mitte seoses olevad ajukoore piirkonnad.

Mida rohkem on inimene oma tööst huvitatud, seda tugevamini on erutatud ühed poolkerade koore piirkonnad ja seda sügavamalt on pärsitud teised. Seepärast võib inimene, kes on süvenenud oma tegevusse, jätta tähele panemata kõik, mis tema ümber toimub: ta ei näe toas olevaid inimesi, ei kuule, millest nad räägivad.

Seejuures sooritatakse töö paremini, tähelepanelikumalt ja kiiremini. Huvitavat tööd (tööd, mis on seotud küllalt tugevate erutuskolletega) võib teha pikema aja kestel, tundmata väsimust.

Suur tähtsus on töötahtel. Töövõime on kõige kõrgem, kui inimene suhtub töösse teadlikult ja püüab seda sooritada võimalikult kiiremini ja paremini. Mitte asjata ei peeta halvaks tööliseks inimest, kes ei ilmuta oma töö vastu huvi.

Pavlovi katsed on näidanud, et nõrgad, ühekülgsed ja organismi suhtes neutraalsed ärritajad soodustavad poolkerade koores pärssimise levikut. Samasuguselt mõjub igav, üksluine töö, mida tehakse vastumeelselt. Seejuures langeb ajukoore erutatavus ja ilmub väsimuseaisting, mis siiski väheneb ja mõnikord isegi täiesti kaob, kui tekib huvi töö vastu.

Väsimus. Töö, eriti aga füüsiline töö, asetab organismi aktiivsesse seisundisse, suurendab ainevahetust, tõstab kõikide elundite ja osaliselt ka närvisüsteemi erutuvust. Siiski

tekivad aegamisi muutused elundite ja kudede keemilises koosseisus ja kuhjuvad mitmesugused ainevahetussaadused. Seejuures väheneb nii kogu organismi kui ka üksikute elundite töövõime. Erinevalt lihtsast väsimusetundest nimetatakse niisugust seisundit kurnatuseks. See ei põhjusta kahjulikke tagajärgi ja tema tekitatud muutused kaovad pärast puhkust täielikult.

Väsimusetunne, tööviljakuse vähenemine ja huvi nõrgenemine töö vastu, mis tavaliselt esineb areneva väsimuse esimestel staadiumidel, on seotud pärssimisprotsesside järkjärgulise tugevnemisega. Mida enam hakkavad nad domineerima erutuste üle, seda raskem on teha tööd.

Pavlovi tabava väljendi kohaselt tekib ajukoore närvirakkudes „kaitsepärssimine", mis, kaitstes organismi ülemäärase väsimuse ja kurnatuse eest, ilmub sageli ammu enne väsimuse tekkimist, mõnikord isegi kohe töö algul. Neil juhtudel tuleb selleks, et tööd edukalt jätkata, tahtepingutusega ületada pärssimisega seoses olev väsimuseaisting, suurendada ajukoore erutuvust. Parim abinõu selle saavutamiseks on teadlik suhtumine töösse.

Puhkus. Selleks, et väsimus ei muutuks närvisüsteemile ja kogu organismile kahjulikuks liigväsimuseks, peab töö vahelduma puhkusega, mille kestel taastuvad organismi jõud ja tema töövõime.

Pärast rasket või kestvat tööd tunneb inimene sageli võitmatut soovi lamada või rahulikult istuda. Mõnikord — väga suure väsimuse puhul — nõuab organism tõepoolest täielikku rahu. Siiski ei saa enamikul juhtudel piirduda niisuguse passiivse puhkusega. Puhkus peab soodustama organismi tugevdamist, ja selleks on tarvis, et ta oleks aktiivne.

Paljudel juhtudel on puhkuseks ühe tööliigi vahetamine teisega. Nii on füüsiline töö suurepäraseks puhkuseks pärast pingsat vaimset tegevust. Teiselt poolt füüsilisest

tööst väsinud inimene loeb mõnuga raamatut või mängib malet, niiviisi puhates.

Inimene peab tingimata osa oma vabast ajast kulutama aktiivseks puhkuseks, mida saadab viibimine värskes õhus. Ekskursioonid, jalutuskäigud, uisutamine, suusatamine ja paljud sportlikud mängud on asendamatuks puhkuseks närvisüsteemile, tugevdades organismi. Eriti tähtis on igahommikune võimlemine. See tugevdab organismi ja otsekui laeb inimest kogu päevaks, tõstes tema töövõimet. Igaüks, kes hommikuti sooritab korrapäraselt kehalisi harjutusi, tunneb nende soodsat mõju organismi üldseisundile.

Päevarežiim. Päevarežiimi all tuleb mõista inimese poolt sooritatava tegevuse jaotamist päeva kestel. Töö, puhkus, uni, söömine, jalutuskäigud — kõik see peab toimuma kindlaksmääratud kellaajal. Õige päevakorra juures tekivad kergesti tingitud refleksid aja suhtes, kujuneb välja elurütm. Kui inimene sööb ühel ja samal kellaajal, siis hakkavad tal sel ajal nõristuma seedemahlad, tekib isu ning toit seedib paremini.

Tavaliseks saanud kellaaegadel keskendub tähelepanu palju kiiremini ja kergemini ning töö edeneb paremini.

Kui inimene iga päev kindlal kellaajal heidab magama ja tõuseb üles, siis uinub ta õhtuti kiiresti ja ärkab hommikuti kergesti.

Kindel režiim loob suurte poolkerade koores harjumustele, elurütmile tarvilikud tingitud sidemed, mis kergendab kogu organismi tööd.

Päevarežiim peab olema korraldatud nii, et esmajärjekorras oleks tagatud töö õige vaheldumine puhkusega, mis loob parimad tingimused aju ja kogu organismi tegevusele ning kaitseb inimest liigväsimuse eest. Samuti on tarvilik ette näha õiged söömavahed, mis vastaksid seedeelundite tegevusele ja kergendaksid nende tööd. Tervise tugevda-

mise otstarbel peab varuma küllaldase aja jalutuskäikude jaoks ja oma keha tervishoiuks. Lõpuks peab päevarežiim tagama õige ja piisavalt kestva une.

Uni ja selle tähtsus. Eluprotsessid võivad normaalselt toimuda ainult ärkveloleku ja une perioodilise vaheldumise tingimustes. Uni taastab organismi jõu. Kestev unetus toob kiiremini surma kui toidupuudus. Nagu on näidanud katsed koertega, tekivad kestva unetuse tõttu närvisüsteemis, eriti suurte poolkerade koores, tunduvad muutused, mis viivad lõpuks närvirakkude hävimisele.

Suurte poolkerade koores toimuvate protsesside uurimine võimaldas Pavlovil seletada und kui ajukoores laialt levinud ja peaaju alumisi piirkondi haaranud pärssimist.

Küllalt tugeva erutuskolde ilmumine ajukoores, näiteks hamba- või kõhuvalu mõjul, võib peatada pärssimise ja seega katkestada uneseisundi. Ja vastupidi kõik, mis aitab pärssimisel ajukoores levida, näiteks kära, valguse ja teiste tugevate ärritajate kõrvaldamine, kergendab une tulekut. Lahti riietudes ja end vaibaga kattes vähendab inimene impulsside voolu meele-elundeist, sest ta kõrvaldab riiete ja külma ärritava tegevuse. Impulsside voolu vähenemine lihastest, kõõlustest ja liigestest saavutatakse lihaste lõtvumise ja mugava asendi võtmisega.

Harjunud toimingud, mida me sooritame iga päev enne magamaminekut — hammaste puhastamine, pesemine, voodi kohendamine, lahtiriietumine —, muutuvad tingitud ärritajateks, mis kutsuvad ajukoores esile pärssimisprotsessi leviku. Seda protsessi soodustavad nõrgad, ühekülgsed ja neutraalsed ärritajad; sellega seletubki see kergus, millega algab une pealetükkimine liikuva rongi rahuliku kiigutamise ja rataste mürina juures või igava raamatu lugemisel. Last magama uinutades loob ema just ühetoonilise impulsside voolu, mis aitab pärssimisel ajukoores kiiremini levida.

Suur mõju uinumise kiirusele on organismi ja eriti suurte poolkerade koore seisundil. Väsimus pärast tavalist vaimset ja eriti füüsilist tööd, nõrgendades aju erutatavust ja soodustades kergemat pärssimise levikut, kiirendab uinumist.

Vastupidist mõju avaldab aju liigväsimus, mis on tingitud ülemäärasest, pingsast tööst, ärritustest, muredest, hirmust.

Sageli on unetuse põhjuseks liigväsimus ja ülemäärane erutus.

Pärssimise levik nõrgendab kogu kesknärvisüsteemi talitlust; see toob kaasa lihaste toonuse nõrgenemise ja ainevahetuse languse, mis omakorda muudab hingamiselundite ja vereringe-elundite tööd: pulss ja hingamisliigutused harvenevad.

Ajukoore valvepunktid. Pavlovi laboratooriumis oli ühel koeral kujundatud süljenõristamise tingitud refleks, mille esilekutsujaks oli toon do. Kasutati ka teisi heliärritajaid, mida siiski ei toetatud toiduandmisega. Selle tulemusena need helid mitte ainult ei kutsunud esile tingitud refleksi, vaid vastupidi, tekitasid suurte poolkerade koores pärssimisprotsessi arengu. Kui mitu korda järjest anti ainult pärssivaid helisid, uinus koer töölaua juures. Kuid tarvitses ainult rakendada tingitud ärritajat (tooni do), kui koeral hakkas nõristuma sülge ja uni katkes.

Ajupiirkondi, mis peavad une ajal sidet välismaailmaga, nimetas Pavlov ajukoore kontroll- ehk valvepunktideks. Tavaliselt on nad seotud niisuguste ärritajatega, mis on loomale eriti tähtsad (siin toodud näite puhul oli see toiduärritaja).

Samasugused valvepunktid on magava inimese suurte poolkerade koores. Haige lapse sängi juures uinunud ema ei reageeri tugevale piksekärgatusele, kuid ärkab vastuseks

lapse nõrgale oigamisele. Kahurilaskmise ajal rahulikult magav sõdur ärkab kohe, kui kostab komandöri hääl.

Unenäod. Une ajal võivad mitmesugustes ajupiirkondades tekkida piiratud erutuskolded; nende olemasoluga seletuvad liigutused ja mõnikord isegi üleshüppamine ja kõnelemine unes.

Unenäod on samuti seotud erutuskolletega, mis tekivad suurte poolkerade koorde kehaelundeist tulevate impulsside mõjul. Impulsside voolu tekitavaiks ärritajaiks võivad olla muutused kehaasendis, nälja- ja januaistingud, soolestiku või põie liigtäitumus, muutus hingamisliigutustes või südametegevuses. Sageli on rasked, ebameeldivad unenäod seotud ülemääraselt täidetud kõhuga, mille puhul kõhuelundid suruvad diafragmat, tõstavad seda ülespoole ning sel teel raskendavad südametegevust ja hingamist. Nina ootamatu vabanemine limast kergendab hingamist ja võib esile kutsuda unenäo lendamisest vabas õhus.

Unenäod tekivad ka meele-elundeist lähtuvate impulsside mõjul. Katsed magavate inimestega on näidanud, et kraanist voolava vee sulina juures võib inimene unes näha jõge või koske ja vastusena kuumavee-pudeli asetamisele jalataldade juurde — päikesest hõõguva liivaga kuuma kõrbet.

Väga sageli on unenäod seotud meie silme all toimunud nähtustega, millest me oleme kuulnud, lugenud, mõelnud. Me võime unes näha sündmusi, mis ammugi on mälust kustunud või omal ajal jäänud märkamatuks ega ole ulatunudki teadvuseni, kuigi toimusid meie juuresolekul.

See seletub sellega, et suurte poolkerade koore rakkudes säilivad jäljed kõikidest, isegi kõige tühisemaist ja põgusamaist impulssidest, mis tulevad meele-elundeist.

Unenägude sisu ja iseloom on tihedalt seotud ajutege-

vuse omapärasustega, isiklike muljete, mälestuste, huvide ja muredega.

Sageli ka ärkvelolekus hüppavad inimese mõtted ühelt esemelt teisele, magajale aga on see eriti iseloomulik. Sellega seletubki, miks inimene võib unes näha kõige võimatumaid ja mõttetumaid asju.

Mõnikord langeb unenägu juhuslikult ühte tegelikkusega. Harimatud ja ebausklikud inimesed räägivad neil juhtudel „ennustavaist" unenägudest. Neis juhuslikes unenägudes ei saa muidugi olla mitte midagi „ennustavat".

Une tervishoid. Selleks, et uni oleks organismile vajalikuks puhkuseks ja täiel määral taastaks päeva jooksul kulutatud jõu, peab ta kõigepealt olema küllaldaselt kestev.

Täiskasvanud inimene peab ööpäeva jooksul magama 8 tundi. Noorte ja laste normaalne uneaeg on seda suurem, mida nooremad nad on: 14—16-aastased õpilased peavad magama vähemalt 9 tundi.

Magama tuleb heita alati ühel ja samal ajal. Õhtune ja öösine uni on alati sügavam ja kasulikum kui hommikune, seepärast on parem heita magama vara ja tõusta vara.

Miski ei tohi une ajal takistada hingamist, vereringet, naha normaalset tööd. Magama heites tuleb päevane pesu asendada puhta öösärgiga. Mingid vööd ja seosed ei tohi keha pigistada, sest see segab vereringet. Magada on vaja väljasirutatult, kõige parem paremal küljel, asetanud käed vaiba peale. Magades vasakul küljel, surutakse rinnakorvi vasak pool kokku ja südametegevus raskeneb.

Väga tähtis on une ajal hingata värsket õhku. Seepärast tuleb enne magamaminekut tuba hästi tuulutada. Veel parem on jätta õhuaken — soojal aastaajal aken — kogu ööks lahti. Mitte mingil juhul ei tohi end katta nii, et vaip on üle pea.

Õhk toas peab une ajal olema jahe: mitte üle 15°—16° C. Pole tarvis end katta liiga soojalt.

Küsimused kordamiseks.

1. Missuguseid reflekse nimetatakse tingituiks ja mille poolest nad erinevad tingimatuist?
2. Kuidas kujunevad tingitud refleksid?
3. Missugune peab olema katsete korraldus tingitud reflekside uurimisel?
4. Missugune tähtsus on tingitud refleksidel loomade elus?
5. Missugustel tingimustel tekib tingitud reflekside pärssimine ja mis tähtsus sel on?
6. Kuidas toimuvad erutus- ja pärssimisprotsessid suurte poolkerade koores?
7. Mis on analüsaatorid? Kuidas toimub ärrituste analüüs ja süntees?
8. Missugused on inimese kõrgema närvitegevuse iseärasused?
9. Missugune osatähtsus on Setšenovil ja Pavlovil inimese kõrgema närvitegevuse õpetuse arendamisel?
10. Kuidas areneb väsimus?
11. Missugused tingimused soodustavad töövõime suurenemist?
12. Kuidas tuleb organiseerida oma puhkust?
13. Missugune tähtsus on õigest režiimist kinnipidamisel organismi suhtes?
14. Missugune tähtsus on unel? Kuidas Pavlov seletas und?
15. Loetella une tervishoiu põhireeglid.

X. SISESEKRETSIOON.

§ 72. Sisesekretoorsed näärmed.

Humoraalne regulatsioon. Iga elund eritab verre aineid, mis võivad mõjutada teiste elundite tegevust. Nii eritavad kõik elundid verre ühel või teisel hulgal süsihappegaasi, vastavalt sooritatavale tööle. Ükski süsihappegaasi sisalduse muutus veres ei jää ükskõikseks organismi suhtes — ta avaldub silmapilkselt hingamistsentrumi erutatavusel. Sel

viisil toimubki keemiline ehk humoraalne hingamise regulatsioon.

Ainevahetusprotsessid pole eri elundites ühesugused, seepärast pole ühesugused ka keemilised ained, mis neist verre satuvad. Seetõttu etendavad üksikud elundid keemilise kaasmõju suhtes erisugust osa. Maoseintest satuvad verre ained, mis võtavad osa seedeprotsessi humoraalsest regulatsioonist; naharakud eritavad verre aineid, mis avaldavad tunduvat mõju närvisüsteemi ja teiste kehaelundite tegevusele; kaksteistsõrmiksooles tekib ja kandub sealt verre sekretiin, mis kutsub esile kõhunäärme mahla eritumise.

Hormoonid. Humoraalsest regulatsioonist ei võta kõik ainevahetuse saadused ühesugusel määral osa. Mõned neist on organismis toimuvate protsesside reguleerimisel nii tähtsad, et nende olemasolu veres muutub eluliselt vajalikuks.

Niisuguseid aineid nimetatakse hormoonideks[1].

Tavaliselt on hormoonid väga aktiivsed ained. Kuigi neid leidub veres tühisel, vaevalt märgataval hulgal, avaldavad nad sellest hoolimata suurt mõju mitmesugustele organismis toimuvatele protsessidele. Selles suhtes võib hormoone võrrelda vitamiinidega. Põhiline erinevus nende vahel seisab selles, et vitamiinid satuvad organismi toiduga, hormoonid aga tekivad temas endas. Seejuures on mõned vitamiinid materjaliks hormoonide tekkimisel.

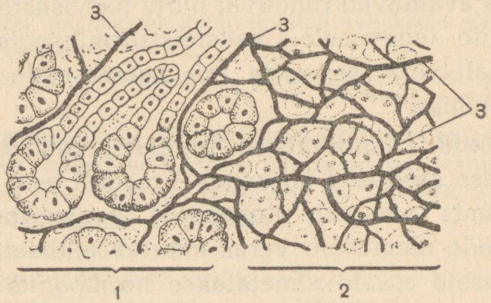
Hormoonide hulka kuuluvad adrenaliin ja atsetüülkoliin, mis võtavad osa vereringe humoraalsest regulatsioonist. Need mõlemad ained on hästi tuntud; on õnnestunud kindlaks määrata nende keemiline koostis ja neid valmistada sünteetiliselt laboratooriumis. Keemiliselt on õnnestunud saada ka teisi hormoone.

---

[1] Kreeka sõnast „hormao", mis tähendab — erutan, virgutan.

Ent mõningate hormoonide koostis ja ehitus on senini veel vähe tuntud. Niisuguste hormoonide hulka kuulub näit. sekretiin, mis tekib kaksteistsõrmiksoole seinas ja kutsub esile kõhunäärme mahla nõristumise.

Sisesekretoorsed näärmed. Niisugustel näärmetel nagu sülje-, mao- ja higinäärmed on viimajuha, mille kaudu eritub nende tekitatud mahl, nõre ehk sekreet[1]: mao- ja sooltemahlad nõrguvad seedekanali õõnde; higi ja naha-



Joon. 138. Kõhunäärme ehituse skeem:
1 — ala, mis on näärme välissekretoorseks osaks;
2 — ala, mis on näärme sisesekretoorseks osaks;
3 — veresooned.

rasv — kehapinnale. Viimajuhadega näärmeid kutsutakse välissekretoorseiks näärmeiks.

Erinevalt neist nimetatakse näärmeid, milles tekivad hormoonid, sisesekretoorseiks näärmeiks. Neil puuduvad viimajuhad ja nad nõristavad oma väljatöötatud ained vahetult lümfi ja verre.

Erinevus välis- ja sisesekretoorsete näärmete ehituses torkab teravasti silma kõhunäärme vaatlemisel mikroskoobis. Selle organi ühed piirkonnad omavad viimajuhasid ja toodavad seedemahla, mis nõristub kaksteistsõrmiksoolde. Teised, saarekesteks nimetatud piirkonnad, kujutavad en-

[1] Sekreet — ladina sõnast *secretio*, mis tähendab — eritan.

dast sisesekretoorset nääret. Neil pole viimajuhasid ja nad on varustatud väga ohtralt veresoontega. Saarekeste rakkude poolt toodetav hormoon insuliin, mis soodustab viinamarjasuhkru muutumist loomseks tärkliseks, satub vahetult verre.

Mõningate tähtsamate sisesekretoorsete näärmete asukohta näitab joonis 139.

§ 73. Kilpnääre.

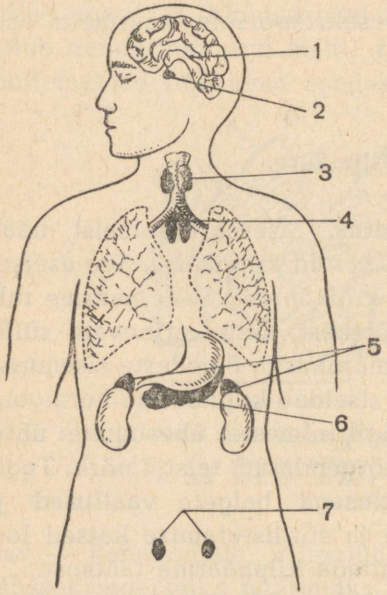
Kilpnäärme asend ja ehitus. Sisesekretoorseist näärmeist on kõige enam tundma õpitud kilpnääret. See asetseb kaelal, pisut madalamal kõri kilpkõhrest. Selle näärme rakkude grupid moodustavad põiekesi, millel erinevalt süljenäärme põiekestest ei ole viimajuhasid. Põiekeste sisemusse koguneb limane vedelik, mis sisaldab kilpnäärme hormooni. Selle hormooni hulk pole kõigil inimestel ühesugune: ühtedel võib olla näärmetalitlus kõrgendatud, teistel nõrk. Tugevasti muutunud näärmetalitlusega haigete vaatlused ja samuti näärme kõrvaldamise ja siirdistutamise katsed loomade juures on aidanud selgitada kilpnäärme tähtsust.

Kilpnäärme ülemäärane talitlus. Mõnedel inimestel on kilpnääre suurenenud ja valmistab ülemääraselt palju hormoone. Kogunenud vedelik paisutab tugevasti põiekesi ja näärme maht suureneb tunduvalt. Kilpnäärme ülemäärane talitlus võib põhjustada tõsist haigestumist — basedovi tõbe.

Basedovi tõve puhul suureneb ainevahetus järsult. Hapnikutarvidus on suur isegi rahuliku lamamise juures. Süda tõmbub kokku tugevasti ja väga sagedasti. Haige on pidevalt erutatud olekus, reageerib kõigele väga elavalt, ärritub kergesti ja kannatab tavaliselt unetust. Selle haiguse teisteks tunnusteks on pungis silmad, üha tugevnev lihaste

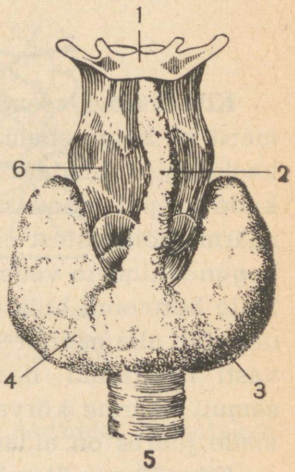
nõrkus ja märgatav kõhnumine, mis sageli ulatub äärmise kurtumiseni.

Kilpnäärme mitteküllaldane talitlus. Kilpnäärme hormooni koosseisu kuulub jood. Sellest vähesest joodihulgast,



Joon. 139. Tähtsamate sisesekretoorsete näärmete asetus:

1 — ülemine ajuripats (käbinääre); 2 — ajuripats (hüpofüüs); 3 — kilpnääre; 4 — harknääre; 5 — neerupealised; 6 — kõhunääre; 7 — sugunäärmed.



Joon. 140. Inimese kilpnääre:

1 — keeleluu; 2 — kilpnäärme keskosa; 3 ja 4 — tema parempoolne ja vasakpoolne osa; 5 — hingetoru; 6 — kilpkõhr.

mis tavaliselt leidub joogivees ja toidus, jätkub täiel määral näärme normaalseks talitluseks. Siiski mõnedes mägirajoonides Uuralis, Kaukaasias ja Kesk-Aasias on pinnas, vesi ja järelikult ka taimed väga joodivaesed; niisugustes tingimustes ei ole joodi küllaldaselt ka inimese organismis.

Kilpnääre reageerib joodi vähesusele oma talitluse tugevdamisega. Näärmekude suureneb ja rakud töötlevad intensiivselt limast vedelikku, mis paisutab põiekesi. Selle tulemusena areneb välja hõõtsik, kusjuures näärme kaal võib olla 4—5 kg. Näärme tugevast kasvust hoolimata mitte ainult ei ületa tema poolt valmistatavate hormoonide hulk normi, vaid jääb sellest isegi mõnevõrra madalamaks. Siiski enamail juhtudel ei kaastu hõõtsiku olemasolule tähelepandavaid haiguslikke nähte.

Kretinism. Mõnikord inimese esimestel eluaastatel kaastub kilpnäärme suurenemisele tema koe muundumine, mille tulemuseks on raske haigus — kretinism.

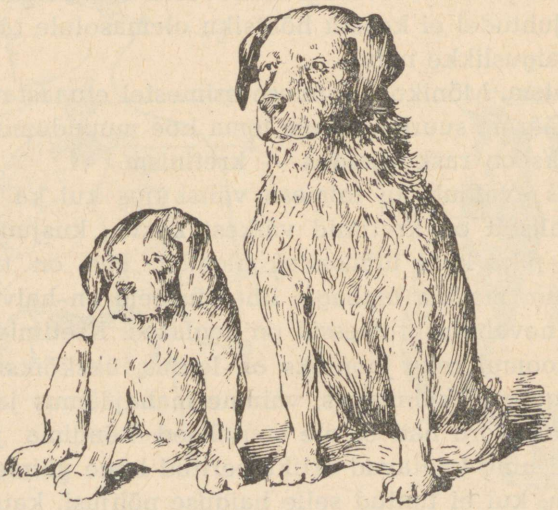
Haigus avaldub nii inimese väliskujus kui ka käitumises. Tavaliselt on kretiinid väikest kasvu, kusjuures neil on sageli pikk kere lühikestel jalgadel. Pea on tihti ülemäära suur, madala laubaga; lihassüsteem on halvasti arenenud; ainevahetusprotsessid on aeglased. Kretiinide käitumise iseloomulikeks joonteks on loidus, ükskõiksus kõige vastu, liigutuste kohmakus, vaimne mahajäämus ja töövõimetus. Mõnikord nad ei ole suutelised kõndima ja ainult roomavad ning kaotavad artikuleeritud kõne võime.

Varem, kui ei tuntud selle haiguse põhjusi, katsuti kretiine ravida sel teel, et neil lõigati välja hõõtsik, s. o. suureks kasvanud kilpnääre. Kuid selgus, et säärane operatsioon ainult suurendab juba niigi raskeid häireid ja toob lõpuks surma.

Limaturse. Mõnikord nääre lõpetab täielikult või peaaegu täielikult oma talitluse. See tekitab haiguse, mida nimetatakse limaturseks ehk müksödeemiks. Müksödeemihaiged lapsed ei kasva peaaegu üldse. Nahaaluse sidekoe tursumise ja väärastumise tagajärjel omandab nahk tursunud ilme; silmad on vaevalt avatud, suu on lai ja sageli ripub keel suust välja. Kogu organismi talitlus muutub ebanor-

maalselt aeglaseks: süda tõmbub kokku harvemini kui terveil isikuil, kehatemperatuur langeb, seedeelundid töötavad loiult. Vanemaks saades muutuvad niisugused lapsed idiootideks, kes ei ole suutelised tööd tegema. Harilikult ei ela nad kaua ja surevad noorelt.

Kui müksödeemi haigestub täiskasvanud inimene, siis



Joon. 141. Kaks täiskasvanud koera ühest pesakonnast. Ühel neist (vasakul) eemaldati kolme kuu vanuses kilpnääre.

see muidugi ei väljendu tema kasvus, kuid muud nähud on samad, mida me nägime laste haigestumisel. Samuti ilmneb haiglane paksus, näo ja keha turse; kõrgem närvitegevus on häiritud, kaob huvi kogu ümbruse vastu, mälu nõrgeneb, vaimsed võimed langevad järsult.

Näärme eemaldamine ja siirdistutamine. Kilpnäärme eemaldamine loomadel, näiteks koertel, kutsub esile samad nähud, mis müksödeemihaigeil inimestelgi. Loomad muu-

tuvad nüriks ja loiuks, neil ilmneb kehaturse, isu kaob, hakkavad arenema kehvveresus ja kogu organismi kurtumus. Kilpnäärme eemaldamine noortel loomadel põhjustab peale selle seisaku kasvus.

Kui aga jätame loomal kasvõi osakese näärmest alles, siis eespool kirjeldatud nähtusid kas ei teki või nad ilmnevad väga nõrgal kujul.

Haigussümptoomid kaovad sel juhul, kui siirdistutatakse loomale, kel oli kilpnääre kõrvaldatud, mõnelt teiselt talle väga lähedasse liiki kuuluvalt loomalt võetud kilpnäärme tükike. Siirdistutatud näärme tükike kasvab sageli külge ja jätkab seal oma harilikke funktsioone. Seejuures on täiesti ükskõik, kuhu nääre istutada — kas varem kõrvaldatud näärme asemele või teise kohta. Sageli siirdistutatakse kõhuõõnde.

Taolist paranemist võib näha, kui loomale, kellelt on kilpnääre eemaldatud, lisada sööda sisse mõne teise looma kilpnäärme ekstrakti või tükikesi.

Näärme mõju arenemisele. Kilpnäärme hormoonid on tähtsaimad organismi arengu regulaatorid. Kui konnakullesel kilpnääre eemaldada, siis tema metamorfoos, s. o. moone täiskasvanud konnaks jääb järsku seisma. Ja vastupidi, kilpnäärme preparaadi lisandamine veele, milles asub kulles, kiirendab metamorfoosi tunduvalt.

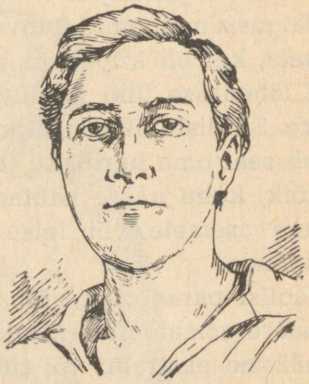
Aastaaegadega kaasaskäivad nähtused loomadel (roomajate kestumine, lindudel sulgede vahetamine jm.) olenevad samuti suurel määral kilpnäärme hormoonidest.

Ravi kilpnäärme haigestumise korral. Kilpnäärme puuduliku talitluse korral antakse organismile puuduvat hormooni. Selleks võetakse sisse loomade kilpnäärmeist valmistatud peenekshõõrutud pulbreid ja tablette. Haige peab neid preparaate tarvitama kogu eluaeg, nii nagu lühinägelikul tuleb alati kasutada prille või lonkuril karke.

Mõnikord annab häid, kuigi ajutisi tulemusi äsjasurnud inimeselt või inimesele lähimalt loomalt — ahvilt — võetud kilpnäärme või selle osade siirdistutamine haigele. Enamail juhtudel aga siirdistutatud nääre järk-järgult imendub, hävib ning mõne kuu pärast tuleb haigus jälle tagasi.



Joon. 142. Basedovi tõbe põdev naine.



Joon. 143. Sama naine pärast lõikust — osa kilpnäärme eemaldamist.

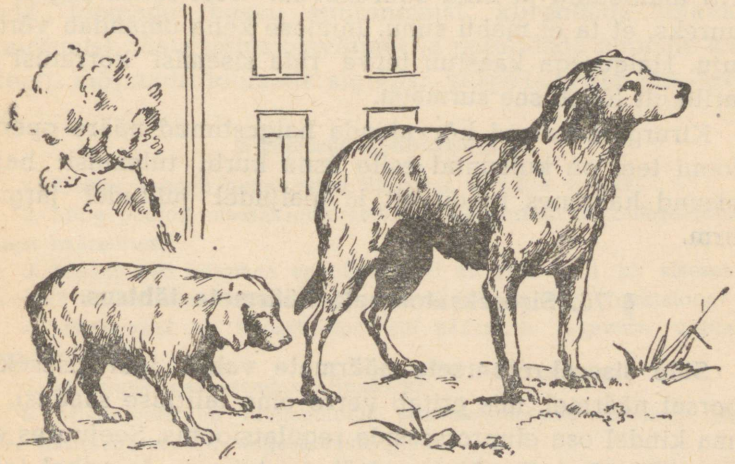
Kilpnäärme suurenenud talitluse puhul mõnikord kirurgid eemaldavad osa näärmest ja siis kaovad organismis need haiglased sümptoomid, mis tulenesid hormooni suurest hulgast.

Ei tule siiski arvata, et on nii kerge ja lihtne võidelda kilpnäärme haigustega. Enamikul juhtudel ei ole tegemist mitte üksi näärme mitteküllaldase või liialdatud talitlusega, vaid ka ta ebanormaalse tegevusega. Seepärast ei ole mitte kaugeltki alati võimalik ravida inimest terveks, kui me ta organismi toome näärmepreparaate või vastupidi, eemaldame osa näärmest.

Kõige paremini õnnestub preparaatide abil ravida limaturset, sest selle haiguse puhul ei ole tegemist mitte näärme väärtalitlusega, vaid tema täieliku või peaaegu täieliku puudumisega.

§ 74. Ajuripats.

Ajuripats ehk hüpofüüs asetseb peaaju alumisel pinnal nägemisnärvide väljumiskoha läheduses. Ajuripats valmistab hulgaliselt hormoone, mis reguleerivad mitmesuguseid ainevahetusprotsesse.



Joon. 144. Kaks koera ühest pesakonnast. Ühel neist (vasakul) on ajuripats kõrvaldatud.

Üks hüpofüüsi hormoonidest mõjutab noore orgnismi, eriti tema luude kasvu. Ajuripatsi puudulik talitlus lapseeas aeglustab kasvamist. See aeglustus võib olla niivõrd suur, et haigete pikkus täiseas on kõigest 70—80 sm — nad on seega normaalsest inimesest kaks korda lühemad. Niisuguseid inimesi nimetatakse kääbusteks.

Ajuripatsi suurendatud talitluse puhul võib näha vastandpilti. Laps hakkab kasvama intensiivselt ja muutub hiiglaseks, kasvuga kuni 2 m ja enam. On teada hiiglasi, kelle pikkus on ulatunud isegi kuni 265 sm-ni. Suurest kasvust hoolimata ei paista hiiglased silma jõu poolest. Harilikult on nad normaalse kasvuga inimestest märksa nõrgemad.

Täiskasvanud inimestel kutsub ajuripatsi ülemäärane talitlus esile väga raske haiguse — akromegaalia. Selle haiguse puhul üksikute kehaosade ebanormaalse kasvamise tõttu lähevad jäsemed pikaks, rindkere paisub, näoluud, eriti alalõualuu ja nina suurenevad. Keel läheb sageli nii suureks, et ta ei mahu suhu. Inimese keha omandab värdja kuju. Haigusega kaastub terve rida sisemisi korratusi ja harilikult lõpeb see surmaga.

Kirurgide katsed kõrvaldada haigestunud nääre operatsiooni teel on kutsunud esile üsna kurbi tulemusi: haige seisund halvenes tunduvalt ja paljudel juhtudel järgnes surm.

§ 75. Sisesekretoorsete näärmete tähtsus.

Side sisesekretoorsete näärmete vahel. Igal sisesekretoorsel näärmel, mis eritab verre oma talitluse saadusi, on oma kindel osa eluprotsesside regulatsioonis. Seejuures erisugused näärmed mõjutavad üksteist ja nende vahel tekib tihe vastastikune koostöö.

Ühe näärme normaalse töö lakkamine mõjub silmapilkselt ka teiste tegevusele. See omakorda kutsub organismis esile rea muutusi ja põhjustab korratusi, mis võivad olla väga keerukad ja mitmekesised.

Hormoonide praktiline rakendamine. Suured edusammud sisesekretoorsete näärmete uurimisel on andnud võimaluse võidelda paljude haigustega, mida varem peeti

mitteravitavaiks. Näiteks võib täielikult likvideerida kilpnäärme tegevuse lakkamisega seotud haiguslikud nähud, kui organismi juhtida reeglipäraselt kilpnäärme preparaati. Mitte vähem silmapaistvad on edusammud mitmesuguste hormoonide kasutamisel majanduslikes huvides. Ühtede või teiste hormoonide süstimisega looma organismi või üksikute sisesekretoorsete näärmete eemaldamise abil õnnestub loomade arenemist juhtida meile soovitavas suunas. Nii põhjustab loomade kastreerimine suurel hulgal rasva kogumist nende kehasse; loomad muutuvad rahulikuks ja sõnakuulelikuks. Hormoonide abil võib esile kutsuda loomade kasvu suurenemist, kiirendada lihavaks muutumist, tõsta munemisvõimet ja parandada munade kvaliteeti, mõjutada loomade sigivust, sulgede, villa jne. arengut.

Küsimused kordamiseks.

1. Kuidas toimub humoraalne ühendus elundite vahel?
2. Mille poolest sisesekretoorsed näärmed erinevad välissekretoorsetest näärmetest?
3. Missugused näärmed on üheaegselt nii välis- kui ka sisesekretoorsed? Milles seisab nende näärmete sisesekretoorne funktsioon?
4. Missugused on sisesekretoorsete näärmete tegevuse uurimise põhimeetodid?
5. Missugust osa etendab kilpnääre?
6. Missugused on ravimeetodid sisesekretoorsete näärmete tegevuse häiretega seotud haigestumiste puhul?
7. Missuguse praktilise rakendamise arstiteaduses ja põllumajanduses on leidnud meie teadmised sisesekretoorsetest näärmetest?

Emade- ja lastekaitse. Ei ole ühtki maad maailmas, mis võiks end kõrvutada noorsoo tervisekaitse alal NSV Liiduga. Töötavale naisele antakse raseduse puhul puhkust enne ja pärast sünnitust ühes toetusraha maksmisega. Raseduse ajal ja pärast sünnitust võib naine kasutada tasuta arstlikku nõuannet, kuidas hoolitseda ema

ja imiku tervise eest. Selleks on olemas erilised nõuandlad. Naistel on võimalus tööajaks jätta oma lapsed lastesõime. Kolmanda lapse sünni puhul saab ema ühekordse toetusraha. Neljanda ja järgnevate laste puhul maksab riik emale igakuist toetusraha viie aasta kestel. Kõigi nende ema ja lapse kaitseks tarvitusele võetud abinõude tõttu on laste suremus järsult langenud. Näiteks on Moskvas imikute suremus umbes kaks korda madalam kui 1913. aastal.

Tervistavad üritused. Nõukogude Liidus on olemas tervisekaitse asutiste süsteem, mis teenindab lapsi ja noorukeid: sanatooriumid, sanatoorsed ja metsakoolid, noorte pioneeride sanatoorsed laagrid, suvised terviseparandamise mängumurud ja kolooniad. Lastesõimed, lasteaiad, koolid ja teised asutised, kus asuvad terved lapsed, töötavad erilise arstliku kontrolli all. Koolides antakse õpilastele sooja einet.

Alaealiste töökaitse. Võtnud võimu enda kätte, likvideeris proletariaat täielikult igasuguse tööjõu, sealhulgas ka laste tööjõu ekspluateerimise. Alaealised suunduvad tootvale tööle tööstuskoolide kaudu, kus nad omandavad kvalifikatsiooni enda poolt valitud erialal.

Alaealiste osavõtt tootvast tööst on meil korraldatud nii, et töö osutub alaealistele õige ja mitmekülgse arenemise ja organismi tugevdamise vahendiks. Eriliselt kahjulikele ja raskeile töödele alaealisi ei lubata.

Kõiki alaealisi, kes töötavad käitistes, kontrollitakse arsti poolt igal aastal ja kontrolli tulemuste alusel eraldatakse need, kes vajavad erilisi ravimenetlusi.

Alaealistele töölistele antakse täiendavat puhkust, neile kindlustatakse kohad puhkekodudes, sanatooriumides ja kuurortides.

§ 76. Laste ja alaealiste tervisekaitse.

§ 77. NSV Liidu kodanike töö- ja tervisekaitse.

Õigus tööle. Töö, mis lõi inimese, on muutunud talle vajaduseks. Elades sotsialistlikus ühiskonnas, me ei saa mõista elu ilma tööta. Nõukogude Liidus, erinevalt kapitalistlikest maadest, ei ole ega saagi olla tööpuudust. NSV Liidu konstitutsiooni X peatükk, mis on pühendatud kodanike põhiõigustele ja -kohustustele, algab 118. paragrahviga, mis tagab õiguse tööle. Igal Nõukogude Liidu kodanikul on õigus saada tööd selle kvantiteedile ja kvaliteedile vastava tasuga. „Õigus tööle kindlustatakse rahvamajanduse sotsialistliku organisatsiooniga, nõukogude ühiskonna tootmisjõudude järjekindla kasvuga, majanduskriiside võimaluse kõrvaldamisega ja tööpuuduse likvideerimisega."

Õigus puhkusele. Konstitutsiooni 119. paragrahv lausub: „NSV Liidu kodanikel on õigus puhkusele." Seda õigust tagab tööpäeva pikkuse piiramine ja iga-aastase palgalise puhkuse kehtestamine.

Puhkuse parimaks kasutamiseks on üle kogu Liidu, sealhulgas maa parimates kuurortides, loodud avar puhkekodude ja sanatooriumide võrk. Need on kättesaadavad kõigile töötajaile ja laialt kasutatavad. Igal aastal veedavad miljonid töötajad oma puhkuse puhkekodudes ja sanatooriumides.

Sotsiaalkindlustus. Stalinlik konstitutsioon (paragrahv 120) tagab Nõukogude Liidu kodanikele materiaalse kindlustatuse vanaduses ja samuti haiguse ning töövõimetuse korral.

See tähendab, et iga töötaja, kes on jõudnud teatavasse

ikka või on haigestunud või kaotanud töövõime haiguse või vigastuse tõttu, saab riigilt toetusraha.

Tasuta arstiabi. Haiguse puhul on kõigil Nõukogude Liidu kodanikel võimalus saada tasuta arstiabi. Kui haige ei suuda minna ambulatooriumi, saab ta arstiabi kodus. Tarviduse korral võidakse ta paigutada haiglasse, kus kindlustatakse tarvilik hoolitsus, ravi ja tasuta toit. Seejuures on haige kasutada kõik arstimisviisid, kaasa arvatud kõige viimistletumad ja keerukamad.

Niisugust elanike tervise eest hoolitsemist ei tunne ükski kapitalistlik riik. Kapitalistlikes maades on arstiabi tasuline ja sageli ei saa töölised seda kasutada, sest neil pole raha, et arsti kutsuda.

Haiguste vältimine. Nõukogude riik seab oma ülesandeks mitte ainult haiguste ravimise, vaid ka nende vältimise (ennetamise), niisuguste elutingimuste loomise, mille juures haigused ei teki.

Seda eesmärki teenindab kõigepealt töökaitse käitistes, kaitseabinõude tarvitusele võtmine, mis väldivad õnnetusjuhtumeid vabrikutes.

Peale selle on tervistkahjustavail tööstusaladel töötavate inimeste tööpäev lühem, puhkus pikem: neile on ette nähtud eritoit, nad on alatise arstliku valve all ja saavad kohad puhkekodudesse ja sanatooriumidesse esimeses järjekorras.

Elutingimuste üldise tervisliku parandamise eesmärgil on NSV Liidus laialt tarvitusele võetud sanitaarsed abinõud: vesivarustuskollete riiklik kaitse, veetorustiku ja kanalisatsiooni ehitamine asulatesse, võitlus tolmu ja õhurikkumisega, linnade haljastamine, elumajade planeerimine vastavalt tervishoiunõuetele, sotsialistlike linnade loomine.

Nõukogude valitsuse poolt kinnitatud grandioosse metsaistutamise plaani ülesandeks on muuta kliimat reas Nõu-

kogude Liidu rajoonides. See plaan, mis omab nii suurt tähtsust põllumajandusele, omab ühtlasi tervendavat mõju elanikkonnale.

Kehakultuur ja sport. Väga suur tähtsus NSV Liidu kodanike tervisekaitses ja tugevdamises on kehakultuuril.

Kehalised harjutused ja sport arendavad lihaseid, parandavad hingamis- ja vereringe-elundite talitlust, treenivad neid ja mõjuvad hästi närvisüsteemi seisundile, arendavad jõudu ja osavust, loovad tugevaid, vastupidavaid ja terveid teraslihastega ja raudse tahtega inimesi.

„Kehakultuur ja sport," ütles M. I. Kalinin, „on tähtsaks teguriks terve, tugeva, osava, leidliku, vahva, takistustega võidelda oskava, kindlalt tulevikku vaatava inimese loomisel." Nõukogude Liidus haaravad kehakultuur ja sport miljoneid inimesi ja nad kujutavad endast võimsat vahendit tervise tugevdamiseks.

Koolidesse, tehnikumidesse ja kõrgematesse õppeasutistesse, samuti ka tööstuskoolidesse ning vabriku-tehasekoolidesse on kehakasvatus sisse viidud kohustusliku õppeainena. Suurt tähelepanu osutatakse sellele ka Nõukogude armees.

Miljonid inimesed võtavad igal aastal osa spartakiaadidest ja kommunistlike noorte ning ametiühingute krossidest.

Kapitalistlikes maades on sport kas väikese rühma jõukast rahvakihist pärinevate asjaarmastajate-sportlaste huvialaks, või ta on tuluallikaks ja, muutudes metsikuks rekordijahiks, viib kiirele organismi läbikulumisele.

Võitlus tervise eest ja teadus. Meie maal juhitakse võitlust tervise eest teaduse uusimate saavutuste alusel. Terves reas teaduslikes instituutides töötatakse läbi küsimusi, mis on otseselt seotud võitlusega tervise ja kõrge vanuse saavutamise eest. Ühtedes instituutides uuritakse üksikute haiguste ravimise ja vältimise vahendeid; teistes luuakse

uute, sotsialistlike linnade ja valgete, avarate ning tervislike elamute plaane; kolmandates koostatakse teaduse alusel toidunorme; neljandates uuritakse kehakultuuri ja spordi teaduslikke aluseid.

Kõik need teaduslikud uurimused põhinevad sügaval inimorganismi, tema ehituse, talitluste ja vajaduste tundmaõppimisel.

NSV Liidus on teadus rahva teenistuses ja on seega riiklikuks asjaks. Meie maa teadlastele on antud niisugused võimalused, mida ei ole teistes maades.

Kõik teaduse saavutused rakendatakse praktikas. Sellega luuakse tingimused haigestumiste vähendamiseks, tervise tugevdamiseks ja NSV Liidu kodanike elu pikendamiseks.

1. Tähtsamate taimse päritoluga toiduainete koostis.

Järjek. nr.	Toiduainete nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
1.	Päevalille- ja muud taimeõlid	—	97,0	—	880
2.	Nisujahu, peenike (püül)	9,0	0,5	75,0	340
3.	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	11,0	1,0	70,0	335
4.	Nisuleib	6,0	0,4	50,0	230
5.	Rukkijahu	8,0	0,5	75,0	335
6.	Rukkileib	4,0	0,2	48,0	210
7.	Rukkileib jämedast jahust (kliidega)	5,0	0,3	45,0	205
8.	Rukkikuivikud	7,0	0,3	78,0	345
9.	Riis (puhastatud)	7,0	0,5	76,0	336
10.	Tatratangud	9,0	1,0	70,0	330
11.	Hirss	13,0	0,8	65,0	320
12.	Manna	8,0	—	75,0	332
13.	Kruubitangud	9,0	2,0	68,0	326
14.	Odratangud	11,0	2,0	65,0	322
15.	Mais	10,0	0,6	66,0	310
16.	Kaeratangud	12,0	6,0	65,0	360
17	Makaronid, nuudlid	11,0	0,3	70,0	327
18.	Herned	16,0	0,5	45,0	250
19.	Läätsed	18,0	0,5	45,0	260
20.	Oad	24,0	2,0	48,0	305
21.	Sojaoad	32,0	16,0	29,0	390
22.	Suhkruherned (rohelised)	6,0	0,5	10,0	70
23.	Kartulid	2,0	—	20,0	88
24.	Peedid	1,0	—	14,0	60
25.	Porgandid	1,0	0,2	9,0	42
26.	Kaalikad	1,0	—	7,0	33
27.	Redised	1,0	—	3,0	16
28.	Spinat	3,0	0,5	2,0	25

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
29.	Salat	1,0	0,2	2,0	15
30.	Hapuoblikad	2,0	0,4	3,0	24
31.	Kapsad	3,0	0,5	9,0	52
32.	Hapukapsad	1,0	0,2	4,0	22
33.	Kurgid	0,5	—	1,0	6
34.	Tomatid	0,7	—	3,0	16
35.	Kõrvitsad	1,0	—	5,0	25
36.	Kuivatatud juurviljad	12,0	1,5	45,0	242
37.	Juurvilja konservid:				
	a) baklažaani seemned	1,5	12,0	5,0	135
	b) kabatšoki seemned	1,5	6,0	8,0	92
	c) täidetud baklažaanid ja piprakaunad	1,3	5,0	8,0	82
38.	Seened (värsked)	3,0	0,3	4,0	30
39.	Seened (kuivatatud)	25,0	2,0	30,0	238
40.	Melonid	0,8	—	6,0	28
41.	Arbuusid	0,4	0,2	12,0	52
42.	Õunad	0,4	—	13,0	54
43.	Pirnid	0,4	—	12,0	50
44.	Apelsinid	0,6	—	14,0	58
45.	Sidrunid	0,5	—	13,0	54
46.	Kirsid	1,0	—	13,0	56
47.	Ploomid	0,6	—	16,0	66
48.	Aprikoosid	1,0	—	12,0	52
49.	Virsikud	0,6	—	14,0	58
50.	Viinamarjad	0,6	—	18,0	75
51.	Maasikad	1,0	0,2	9,0	40
52.	Vaarikad, sõstrad	1,0	—	8,0	36
53.	Mustikad	0,6	—	12,0	50
54.	Viigimarjad	3,0	1,0	58,0	250
55.	Rosinad	2,0	0,3	62,0	260

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
56.	Keedis marjadest, marmelaad (keedisena), keedis (keskmiselt)	0,4	—	60,0	245
57.	Metspähklid	15,0	60,0	7,0	630
58.	Kreeka pähklid	16,0	66,0	6,0	680
59.	Peasuhkur	—	—	100,0	400
60.	Mesi	0,3	—	80,0	321
61.	Šokolaad	5,0	20,0	65,0	460
62.	Kakao	22,0	20,0	20,0	350

2. Tähtsamate loomse päritoluga toiduainete koostis.

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
	Liha ja lihasaadused				
1.	Loomaliha (lahja)	20,0	3,0	—	110
2	Loomaliha (rasvane)	18,0	22,0	—	270
3.	Loomaliha (keskmine) . . .	19,0	8,0	—	150
4.	Vasikaliha	19,0	5,0	—	120
5.	Sealiha	16,0	20,0	—	245
6.	Lambaliha	17,0	16,0	—	215
7.	Küülikuliha	20,0	7,0	—	145
8.	Sink	24,0	20,0	—	275
9.	Keedetud vorst	20,0	15,0	4,0	230
10.	Vorst, suitsutatud	17,0	14,0	—	195
11.	Viini vorstid	14,0	13,0	1,0	180

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
12.	Neerud	16,0	4,0	—	100
13.	Maks (vasika-, lamba-, lehmamaks)	18,0	3,0	3,0	111
14.	Vasika ajud	9,0	8,0	—	110
15.	Kanaliha (lahja)	20,0	2,0	—	100
16.	Kanaliha (rasvane)	18,0	9,0	—	155
17.	Haneliha (keskm.)	16,0	30,0	—	335
18.	Searasv, sulatatud	—	99,0	—	891
19.	Pekk	2,0	85,0	—	775
20.	Konservid — hautatud liha	18,0	12,0	1,0	185
	Kala ja kalasaadused.				
21.	Tuurakala, vobla, latikas, karpkala	17,0	5,0	—	115
22.	Koha, haug	18,0	0,3	—	75
23.	Koha, soolane, kuivatatud	45,0	2,0	—	200
24.	Heeringas, soolane	19,0	13,0	1,0	200
25.	Heeringas, suitsutatud	19,0	8,0	—	150
26.	Vobla, värske	16,0	5,0	—	110
27.	Vobla, kuivatatud	45,0	10,0	—	270
28.	Kalamari	30,0	14,0	2,0	254
29.	Kalarasv	—	99,0	—	891
30.	Kalakonservid tomatis	12,0	6,0	1,0	106
	Munad, piim, piimasaadused.				
31.	Kanamunad	14,0	11,0	0,4	157
32.	Munavalge	13,0	—	0,7	55
33.	Munakollane	16,0	30,0	0,3	336
34.	Lehmapiim (täispiim)	3,5	3,5	5,0	66
35.	Lehmapiim (kooritud)	3,5	0,5	5,0	40
36.	Hapukoor	4,0	30,0	3,0	300

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		Valgud	Rasvad	Süsivesikud	
1	2	3	4	5	6
37.	Kohupiim	20,0	5,0	2,0	133
38.	Hapupiim	3,0	3,0	3,0	50
39.	Juust, rõõskkoorest	15,0	40,0	1,0	425
40.	Juust, rasvane (vene, šveitsi, bakštein)	23,0	25,0	3,0	330
41.	Juust, lahja (hollandi)	35,0	4,0	2,0	185
42.	Koorevõi	0,5	80,0	0,5	730
43.	Või, sulatatud	—	97,0	—	880

3. Tähtsamate taimse päritoluga toiduainete vitamiinide-sisaldus.

Jrk. nr.	Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
		A[1]	B	C
1	2	3	4	5
1.	Taimeõlid	0	0	0
2.	Nisu	0	+++	0
3.	Nisujahu, peenike (püül)	0	0	0
4.	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	0	+++	0
5.	Nisuleib	0	+	0
6.	Rukkijahu, terviklikest teradest	0	++	0
7.	Rukkileib	0	++	0
8.	Hirss, manna, kruubitangud	0	0	0
9.	Tatratangud	0	+++	0
10.	Odratangud	0	++	0

[1] Taimse päritoluga toiduainetes on näidatud kollase pigmendi (A-provitamiini) sisaldus.

Jrk. nr.	Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	2	3	4	5
11.	Riis, terviklik	0	+++	0
12.	Riis, puhastatud (poleeritud)	0	0	0
13.	Kliid	0	++++	0
14.	Mais	++	++	0
15.	Sojaoad	++	+++	0
16.	Põlluherned	+	+++	0
17.	Põlluherned; oad (kaunades)	++	++	++++
18.	Suhkruherned (kuivatatud)	+++	++	++
19.	Suhkruherned (värsked)	+++	++	++
20.	Läätsed	0	++	+
21.	Kartulid, keedetud 15 minutit	0	++	++
22.	Kartulid, keedetud 1 tund	0	++	+
23.	Peedid	0	++	++
24.	Porgandid (punased)	++++	++	+
25.	Porgandid (kollased)	+++	++	+
26.	Porgandid, keedetud	++	+	+
27.	Kaalikad	0	+	+++
28.	Naerid	+	++	++
29.	Tomatid (punased)	+++	++	+++
30.	Redised	0	+	++
31.	Salat (tumeroheline)	+++	++	+++
32.	Salat (heleroheline)	0	++	++
33.	Spinat	++++	++	+++
34.	Hapuoblikad	++++	+	+++
35.	Roheline sibul	++++	++	+++
36.	Sibulad	0	++	++
37.	Kurgid	0	++	+
38.	Kapsad, toored	+++	++	+++
39.	Kapsad, keedetud	++	++	+
40.	Kapsad hapendatud	0	+	+
41.	Lillkapsad, toored	+	++	++++
42.	Lillkapsad, keedetud	+	++	++
43.	Õunad	0	+	+
44.	Pirnid	0	++	+

Jrk. nr.	Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	2	3	4	5
45.	Aprikoosid	+++	++	+
46.	Mandariinid	++	+	+++
47.	Apelsinid	++	+	+++
48.	Sidrunid	++	+	+++
49.	Arbuusid	0	+	+
50.	Melonid	+	+	++
51.	Viinamarjad	0	++	+
52.	Rosinad	+	++	0
53.	Kirsid	++	+	++
54.	Karusmarjad	+	+	+++
55.	Mustad ploomid, kuivatatud	+++	+	0
56.	Vaarikad	++	0	+++
57.	Maasikad	++	0	+++
58.	Mustad sõstrad	++	+	++++
59.	Pihlakamarjad	++++	?	++++
60.	Kibuvitsamarjad (kuivatatud)	++++	?	++++
61.	Metspähklid	+	+++	0
62.	Kreeka pähklid	+	++	0
63.	Seened	+	++	0
64.	Õllepärm	+	++++	0
65.	Kuuse- ja männiokkad	++++	?	++++
66.	Mesi	0	0	+
67.	Suhkur	0	0	0
68.	Keedis	0	0	0
69.	Tärklis	0	0	0

Märkide tähendus:

0 — vitamiinide puudumine või tähtsusetu sisaldus;
\+ — väike vitamiinisisaldus;
++ — küllaldane vitamiinisisaldus;
+++ — palju vitamiini;
++++ — väga palju vitamiini;
? — vitamiinide hulk on teadmata.

4. Tähtsamate loomse päritoluga toiduainete vitamiinide-sisaldus.

Jrk. nr.	Toiduainete nimetus	Vitamiinid		
		A	B	C
1	2	3	4	5
1.	Liha (mitmesugune) ja linnud	+	++	+
2.	Konservliha	0	+	0
3.	Maks	++++	+++	++
4.	Neerud	+++	+++	+
5.	Heeringas	+	+	+
6.	Värske kala	+	+	?
7.	Kala, soolane või konservitud	0	+	+
8.	Kanamunad	+++	++	0
9.	Munavalge	0	0	0
10.	Munakollane	++++	++	0
11.	Lehmapiim, suvine	++	+	+
12.	Lehmapiim, talvine	+	+	0
13.	Hapupiim	+	+	0
14.	Juust, rasvane	++	+	0
15.	Kohupiim	0	0	0
16.	Või, suvine (kui loomad on karjamaal)	+++	+	0
17.	Või, talvine	++	+	0
18.	Margariin	0	0	0
19.	Margariin, vitamiinide lisandusega	+++	0	0
20.	Kalamaksaõli (tursa)	++++	0	0
21.	Loomarasv	++	0	0
22.	Searasv	0	0	0
23.	Sulatatud searasv	0	0	0

Märkide tähendus sama mis tabelis 3.

Sisukord.

Lk.

I. P. Pavlovi kiri noortele 3
Sissejuhatus 7
§ 1. Anatoomia ja füsioloogia 7
§ 2. Anatoomia ja füsioloogia tähtsus 8
§ 3. Vene teaduse panus anatoomia ja füsioloogia arendamisel . 10

I. Rakud ja koed.

§ 4. Rakkude ehitus ja keemiline koostis 14
§ 5. Ainevahetus raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel . . 19
§ 6. Rakkude paljunemine 20
§ 7. Kudede põhirühmad 22
§ 8. Elundid ja elundkonnad 26
§ 9. Organism kui tervik 27

II. Luude- ja lihastesüsteem.

§ 10. Luude koostis, ehitus ja omadused 31
§ 11. Luude omavaheline ühendus 36
§ 12. Nihestused, nikastused ja luumurrud 41
§ 13. Inimese skeleti ehitus 43
§ 14. Skeletilihaste ehitus ja omadused 57
§ 15. Skeletilihaste põhirühmad 66
§ 16. Lihaste töö 70

III. Vereringe-elundid.

§ 17. Vereringe 76
§ 18. Südame ehitus 81
§ 19. Südame tegevus 87
§ 20. Vere ja lümfi liikumine soontes 92
§ 21. Vereringe regulatsioon 98

Lk.
§ 22. Südame treenimine 104
§ 23. Vere koostis 108
§ 24. Punased verelibled ja nende funktsioon 111
§ 25. Vere hüübimine 113
§ 26. Vere kaitseomadused 121
§ 27. Immuunsus 126
§ 28. Vere ülekandmine 132

IV. Hingamiselundid.

§ 29. Hingamiselundite tähtsus 135
§ 30. Hingamiselundite ehitus 136
§ 31. Gaasivahetus kopsudes ja kudedes 144
§ 32. Hingamisliigutused 148
§ 33. Hingamise regulatsioon 153
§ 34. Hingamise tervishoid 155

V. Seede-elundid.

§ 35. Toit ja tema koostis 158
§ 36. Seedimine 163
§ 37. Suuõõs 165
§ 38. Magu 171
§ 39. Soolestik 172
§ 40. Pavlov ja tema tööd seedefüsioloogiast 176
§ 41. Seedenäärmete tegevuse regulatsioon 181
§ 42. Imendumine 187

VI. Aine- ja energiavahetus.

§ 43. Aine- ja energiavahetus elu põhifunktsioonina 190
§ 44. Valkude, rasvade ja süsivesikute ainevahetus ning soolad ainevahetusprotsessis 193
§ 45. Toitlusnormid 197
§ 46. Vitamiinid 204
§ 47. Toitluse tervishoid 208

VII. Erituselundid.

§ 48. Erituprotsesside tähtsus 210
§ 49. Kuseelundite ehitus ja töö 212

VIII. Nahk.

Lk.
§ 50. Naha ehitus 214
§ 51. Naha tähtsus 217
§ 52. Naha tervishoid 222

IX. Närvisüsteem.

§ 53. Närvisüsteemi tähtsus 226
§ 54. Närvide ehitus ja omadused 229
§ 55. Seljaaju 233
§ 56. Seljaaju refleksid 237
§ 57. Peaaju ehitus 243
§ 58. Selgrooliste peaaju 245
§ 59. Taga- ja keskaju funktsioonid 252
§ 60. Eesaju talitlused 256
§ 61. Vegetatiivne närvisüsteem 261
§ 62. Meele-elundid 265
§ 63. Nahas, limaskestades ja liikumiselundites olevad retseptorid 270
§ 64. Silm 273
§ 65. Nägemise tervishoid 280
§ 66. Kuulmiselund 282
§ 67. Setšenov ja Pavlov — õpetlased, kes rajasid õpetuse kõrgemast närvitegevusest 285
§ 68. Tingitud ja tingimatud refleksid 289
§ 69. Ärritus- ja pärssimisprotsessid suurte poolkerade koores . 296
§ 70. Inimese kõrgema närvitegevuse omapärasusi 301
§ 71. Närvisüsteemi tervishoid 305

X. Sisesekretsioon.

§ 72. Sisesekretoorsed näärmed 312
§ 73. Kilpnääre 315
§ 74. Ajuripats 321
§ 75. Sisesekretoorsete näärmete tähtsus 322

Lõppsõna.

§ 76. Laste ja alaealiste tervisekaitse 323
§ 77. NSVL kodanike töö- ja tervise kaitse 325
Lisa 329

Vastutav toimetaja M. Hange.

Keeleline toimetaja N. Remmel.

Ladumisele antud 8. VIII 1949. Trükkimisele antud 8. IX 1949. Trükiarv 6000. Paber 56×79, 1/16. Trükipoognaid 21,25. Trükitähti trükipoognas 34 800. Arvutuspoognaid 18,7. MB-06733. Trükikoda „Punane Täht", Tallinn, Pikk 54/58. Tellimise nr. 1319.

На эстонском языке.

А. Кабанов. Анатомия и физиология человека.

Oiendus.

Tekst lk-lt 323 alates pealkirjast „Emade- ja lastekaitse“ kuni lk. 324 lõpuni kuulub lk-l 323 oleva pealkirja „§ 76. Laste ja alaealiste tervisekaitse“ juurde.

Rbl. 7.50

A-18024

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00496596 0