A. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA ÕPIK

VIII KLASSILE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

Europa 26

A - 20992

A. KABANOV

INIMESE ANATOOMIA JA FÜSIOLOOGIA ÕPIK

VIII KLASSILE

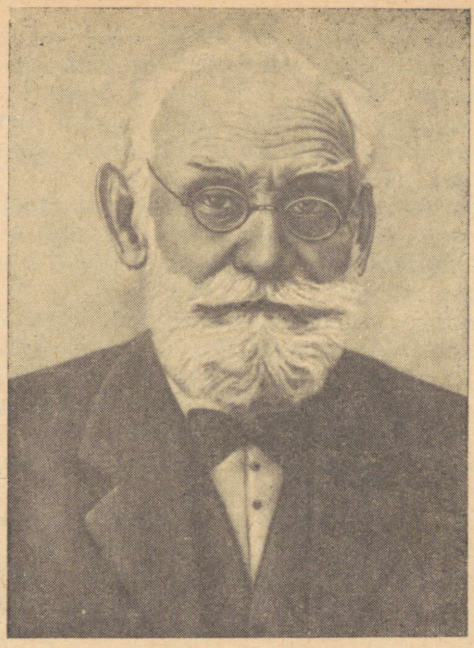
Ene Lokk

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1956

Originaali tiitel:
Проф. А. Н. Кабанов.
Учебник анатомии и физиологии человека
для 8-го класса средней школы.
Учпедгиз 1955.

Tõlge on kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU



I. P. Pavlov.

I. P. PAVLOVI KIRI NOORTELE.

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

Kõigepealt — järjekindlust. Sellest viljaka teadusliku töö tähtsaimast tingimusest ei saa ma kunagi kõnelda erituseta. Järjekindlus, järjekindlus ja järjekindlus. Oma töö algusest peale harjutage end rangele järjekindlusele teadmiste kogumisel.

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 kas või 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 lihtsat tööd teaduses. Uurige, võrrelge, koguge fakte.

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

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

Teiseks — tagasihoidlikkust. Ärge kunagi arvake, et teate juba kõik. Ja kui kõrgelt teid ka ei hinnataks, omage alati mehisust endale öelda: olen võhik.

Ärge laske upsakusel enda 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 kollekiivis, mida mina juhatan, teeb õhkkond kõik. Meie kõik oleme rakendunud ühte ühisesse üritusse ja igaüks viib seda edasi oma jõu ja võimaluste kohaselt. Meil on sageli nii, et ei saa selgusele jõuda, mis on „minu" ja mis on „sinu", kuid selle läbi meie ühine üritus ainult võidab.

Kolmandaks — kirglikkust. 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 *ehitust,* füsioloogia aga organismis toimuvaid eluprotsesse ehk, nagu öeldakse, *elutalitlusi.*

Nende teaduste ülesanded ei piirdu vaadeldavate faktide lihtsa kirjeldamisega. Anatoomia selgitab nii kogu organismi kui ka selle üksikelundite ehituse üldisi seaduspärasusi, näidates nende elundite ehituse sõltuvust talitlustest, mida nad sooritavad. Füsioloogia uurib üksikute elunähtuste vastastikuseid seoseid kui ka nende nähtuste üldseaduspärasusi ja sõltuvust organismi elutingimustest.

Seos ehituse ja talitluse vahel. Kahe teaduse, anatoomia ja füsioloogia ühendamine üheks kooliõppeaineks on seletatav sellega, et nad on omavahel tihedalt seotud. Elundite talitluste, teisiti öeldud töö mõistmiseks on vaja tunda nende ehitust ja vastupidi — keha elundite ehituse mõistmine eeldab õiget kujutlust nende elutalitlustest.

Seos elundi ehituse ja tema talitluse vahel on sedavõrd suur, et elundi töö muutumine kutsub esile muutuse ka tema ehituses. Iga muutus elundi ehituses põhjustab omakorda vastava muutuse tema talitluses.

Inimene, kes teeb iga päev võimlemisharjutusi, sunnib oma keha teatud lihasrühmi pingsalt töötama. Suurenenud tegevuse mõjul suurenevad lihased mahult, muutuvad tugevamaks ja kõvemaks. Vastupidi, lihased, mis on lakanud töötamast, näiteks nende juurde viivate närvide vigastuse tõttu, vähenevad mahus ja kujunevad pikkamööda teistsuguseks, s. t. kaotavad oma normaalse ehituse.

Katsete tähtsus. Organismi ehituse tundmaõppimiseks kasutatakse harilikult *laipade lahkamist.* Elutalitluste uurimine nõuab vaatluste ja *katsete* korraldamist ainult elusa organismi kallal, sest et pärast surma eluprotsessid lakkavad.

Füsioloogid on ammusest ajast peale teinud katseid loomadega. 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).

Katsed võimaldavad mõista ja tundma õppida üksikelundite tegevust. Kuid katsed loovad paratamatult ebatavalise, kunstliku olukorra uuritava elundi töö jaoks. Olukorra kunstlikkus seisneb uinutamisvahendi (näiteks eetri või kloroformi) mõjus organismisse, looma keha lahkamises, kuid peamiselt elunditevahelise normaalse seose rikkumises.

Suur vene füsioloog I. P. Pavlov (1849—1936) rõhutas korduvalt, et õige kujutluse elundi tööst võib saada ainult sel juhul, kui seda uuritakse tervikliku, vigastamata organismi loomulikes tingimustes. Niisugune organismi uurimise käsitlus on eksperimentaalse füsioloogia arengus uueks etapiks.

I. P. Pavlov oli suurepärane katsetaja. Ta valdas kirurgiatehnikat täiuslikult ja oskas teha koertel keerukaid ja leidlikke operatsioone, mis võimaldasid tal vaadelda mao, maksa ja teiste elundite tööd *tervikliku organismi* tingimustes.

I. P. Pavlov juhtis näiteks kehast välja ja kasvatas naha külge ühe juhadest, mida mööda eritub kõhunäärme mahl. Pärast haava täielikku kinnikasvamist ja looma normaalse seisukorra taastumist oli võimalik alustada katseid — näiteks anda koerale teatud toitu ja jälgida, missugusel hulgal ja missuguse koostisega mahl nõristub juhast.

Inimorganismi uurimine nõuab samuti erikatsete korraldamist. Endastmõistetavalt pole inimese kallal kaugeltki võimalik korraldada igasugust katset. Kuid enamik inimestel ja loomadel toimuvaid füsioloogilisi protsesse on omavahel väga sarnased. See võimaldab abivahendina kasutada inimese füsioloogia uurimisel kõrvuti vaatluste ja katsetega tema enda organismi kallal ka katseid loomadega. Ometi aga ei tohi kunagi unustada ka neid väga olulisi iseärasusi, mis inimest eraldavad loomadest.

Pavlov rääkis: „Kõrgemate loomade uurimisel nii väga inimelunditega sarnlevate südame, mao ja teiste elundite kohta saadud andmeid võib rakendada inimese suhtes vaid ettevaatlikult, kontrollides pidevalt tegelikku sarnasust nende elundite tegevuses inimesel ja loomadel." Kui katset inimese kallal pole võimalik korraldada, toimetatakse kontrolli, millest räägib Pavlov, haigete *vaatlemisega*. Sellised vaatlused on inimese füsioloogia uurimise üheks põhimeetodiks.

§ 2. Anatoomia ja füsioloogia tähtsus.

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

Tõestades inimese ja loomade päritolu ühtsust, lükkavad anatoomia ja füsioloogia ümber usulised väljamõeldised inimese loomisest jumala poolt ja aitavad inimest vabaneda ebausust ja eelarvamustest.

Inimorganismis toimuvate protsesside uurimine on näidanud, et need alati alluvad loodusseadustele, muuseas ka kogu looduses kehtivale aine ja energia jäävuse ning 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 mõjul. Et *ravida* haiget ja osata *kaitsta* tervet inimest *haigestumise eest*, peab tundma organismi ehitust ja selles toimuvaid protsesse.

Ilma anatoomia põhjaliku tundmiseta ei saaks kirurg teha äärmiselt keerukaid lõikusi, opereerides noaga keha ükskõik missugust elundit, isegi südant, aju või silma sisemust.

Mitmesuguste elundite tundmaõppimine juhatas kätte edukad võitlusviisid terve rea haigustega, mida varem peeti ravimatuiks. Vitamiinide avastamine ja nende osatähtsuse selgitamine võimaldas leida kindlad teed niisuguste raskete haiguste nagu skorbuut, rahhiit jt. ravimiseks.

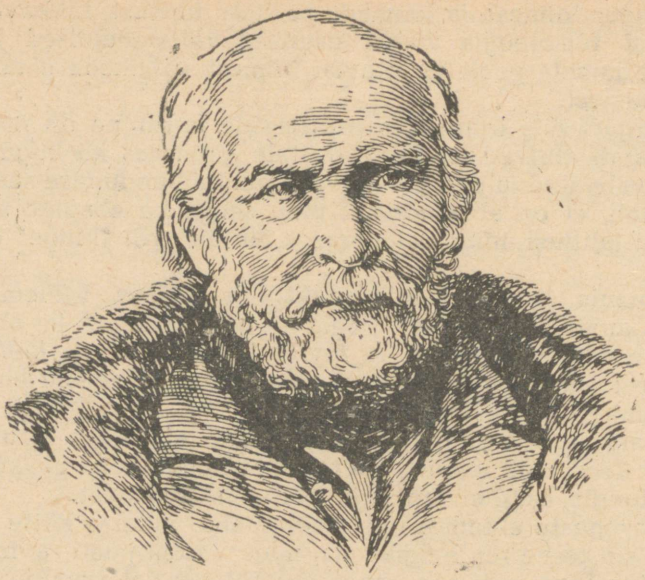
Vere omaduste uurimisega on seotud vereülekande edukas kasutamine, mis paljudel juhtudel päästab haige elu.

Organismi kaitseomaduste täpne uurimine viis tähelepanuväärsete avastusteni nakkushaigustega võitlemise ja nende vältimise alal.

Anatoomia ja füsioloogia tundmisele on rajatud *isikliku* ja *ühiskondliku tervishoiu* reeglid, milledest kinnipidamisel on tervise säilitamisel äärmine tähtsus. Paljud küsimused, mis on seotud toitumise õige korraldamisega, töö- ja elu-olutingimuste üldise parandamisega ning väsimusevastase võitluse organiseerimisega, on lahendatud füsioloogia saavutuste põhjal. Väga suur on füsioloogia tähtsus *kehalise ja vaimse töö õigel korraldamisel*, töö ja puhkuse kõige otstarbekama vahelduse kindlaksmääramisel. Paljudel juhtudel on väsimuse vähenemine ja tööviljakuse tõus olnud selle tulemuseks, et füsioloogid on üksikasjaliselt uurinud töövõtete ja tootmistingimuste poolt organismile avaldatavat mõju.

§ 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 kõrgema närvitalitluse uurimises. Üks suurimaid vene teadlasi I. M. Setšenov (1829—1905) tegi läinud sajandi keskel esi-



N. I. Pirogov.

mesena katse anda psüühilise ehk niinimetatud hingetegevuse füsioloogiline seletus. Ta näitas, et füsioloogia „hoiab enda käes psüühiliste nähtuste tõeliselt teadusliku analüüsi võtit".

Palju aastaid hiljem uuris teine suur vene teadlane I. P. Pavlov aju kõrgeima osa, nimelt suuraju poolkerade koore tegevust ja tegi lõplikult kindlaks, et psüühiline tegevus on peaaju füsioloogilise töö tulemus.

Oma õpetusega kõrgemast närvitalitlusest lõi I. P. Pavlov eesrindliku suuna füsioloogias, mis kutsus bioloogias ja arstiteaduses esile revolutsioonilise pöörde ja etendas tohutu suurt osa marksistliku materialistliku, teiste sõnadega — õige, teadusliku maailmavaate kindlustamises.

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

I. P. Pavlov nõudis alati, et teadus ei eralduks praktilisest elust ja teeniks rahvast. Huvi praktikaküsimuste vastu on meie suurimate teadlaste iseloomustavaks jooneks. Juba XIX sajandi esimesel poolel uurisid vene teadlased vere ülekandmisega ja narkoosi rakendamisega seotud küsimusi. Setšenov oli alati huvitatud neist füsioloogia-alastest küsimustest, mis on seotud praktilise



P. F. Lesgaft.

eluga. Ta uuris väsimust ja selle vastu võitlemise abinõusid ning teda peetakse õigusega üheks tööfüsioloogia rajajaks. I. P. Pavlov püüdis alati rakendada oma teaduslikke avastusi praktikas, eriti haigete ravimisel.

Silmapaistev vene teadlane N. I. Pirogov (1810—1881), kes lähtus kirurgilise praktika huvidest, külmutas laipu ja uuris neid lahates elundite ja kudede vastastikust asetust. Nende töödega pani ta aluse uuele teadusele, topograafilisele anatoomiale.

Kehalise kasvatuse teadusliku korraldamise alal tegi väga palju suur vene anatoom P. F. Lesgaft (1837—1909). Ta lõi uue suuna anatoomias, uurides iga elundi ehitust seoses selle talitlusega. Erilist tähelepanu pööras ta organismi ja talitluste sõltuvusele elutingimustest ja elundite harjutamisest.

Lähenedes kehalise kasvatuse küsimustele just sellelt seisukohalt, töötas ta välja harjutuste süsteemi, mis soodustas organismi parimat arenemist.

I. I. Metšnikov (1845—1916), üks meie maa suurtest teadlastest, lõi oma töödega vere kaitseomaduste uurimise alal õpetuse immuniteedist, s. o. mittevastuvõtlikkusest nakkushaiguste suhtes.

Paljud vene teadlased, nende hulgas Pirogov, Lesgaft, Setšenov, Metšnikov jt., andes oma võimed rahva teenimisele, said eesrindlikeks ühiskonnategelasteks ja kannatasid seetõttu tsaarivalitsuse tagakiusamise all.

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

Nõukogude Liidus on loodud eri-instituudid ja -laboratooriumid inimorganismi uurimiseks.

I. P. Pavlov ja tema arvukad õpilased ja järglased, jätkates närvisüsteemi, seede-, vereringe- ja teiste elundite tegevuse uurimist, on rikastanud teadust uute avastustega, millest praegu paljusid arstiteaduses laialdaselt kasutatakse. Eriti kõrgema närvitalitluse uurimise põhjal osutus võimalikuks ravida mõningaid vaimu- ja närvihaigusi kestva unega.

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

Suurt edu kudede siird-istutamise alal ravi otstarbel saavutas nõukogude professor V. P. Filatov. Ta ravib edukalt mõningaid raskeid haigusi, näiteks luupust ehk nahatuberkuloosi, istutades haigeile laibalt lõigatud nahatükke. On selgunud, et nahk, nagu ka paljud teised elundid, jääb veel kaua pärast inimese surma eluvõimeliseks ja moodustab väga aktiivseid aineid. Laibanaha tüki siird-istutamine aktiviseeris mitte ainult naha naaberosi, vaid ka teisi elundeid, sundides neid pisikutele jõuliselt vastu töötama. Tulemuseks oli tervenemine.

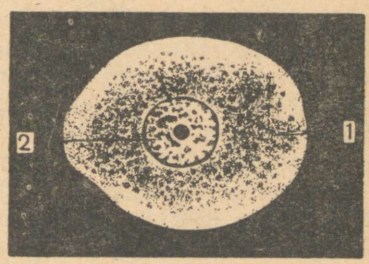
Suured on nõukogude teaduse edusammud vähi ja paljude teiste haiguste uurimise alal.

I. ORGANISM KUI ÜHTNE TERVIK.

§ 4. Elusaine ehitus ja keemiline koostis.

Loomse raku ehitus. Inimese ja loomade keha on rakulise ehitusega. Iga rakk on mikroskoopiliselt väike elund, milles toimuvad eluprotsessid ja mis sooritab teatud elutalitlusi.

Vaadeldes mikroskoobis inim- või loomorganismi mitmesuguseid osi, võime avastada väga suure mitmekesisuse rakkude vormis, suuruses ja ehituses. Sellest hoolimata pole raske märgata ka kõigile rakkudele omaseid ühiseid jooni (joon. 1). Igaühes neist võib eraldada protoplasmat[1] ja tuuma. *Protoplasma* kujutab endast raku poolvedelat põhimassi. Selle väliskiht on tihenenud ja tal on õhukese kile kuju. See on *rakukest*. Protoplasmas asetseb *tuum*, millel on eriline ehitus ja mis on muudest rakuosadest eraldatud õhukese tuumakestaga.



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

Nagu on näidanud nõukogude teadlase O. B. Lepešinskaja paljuaastased uurimused, ei ole elusaine alati rakulise ehitusega. *Mitterakulises elusaines* toimuvad samuti eluprotsessid ja ta võib teatud tingimustel omandada rakulise ehituse.

Elusaine keemiline koostis. Elusaine keemilise koostise uurimine viib kahele väga tähtsale järeldusele.

Esiteks kuuluvad selle koostisse 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 erilisi elemente, mis oleksid omased ainult elusainele ega esineks eluta looduses.

Teiseks on elusainele iseloomulikumad keemilised ühendid 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* ja *süsivesikud*.

Valgud. Valgud on keerukaimad kõigist tuntud keemilistest ühenditest. Nad on elusaine peamiseks koostisosaks. 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.

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

Valgumolekulid on võrreldes teiste ühendite molekulidega väga suured: nad koosnevad sadadest aatomitest. Valgud ei moodusta pärislahuseid. Viimaseis laguneb aine üksikuiks molekulideks, valkude lahustes on aga igaks osakeseks terve rühm molekule.

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

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

Vees rasvad ei lahustu. Kui loksutada 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 mikroskoobi abil.

Vaadeldes rakke mikroskoobis võib neis sageli 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 suur tähtsus rasvataolistel ainetel, mida nimetatakse *lipoidideks.* Nähtavasti võtavad nad osa raku väliskesta moodustamisest. Peale selle ühinevad nad raku valkudega.

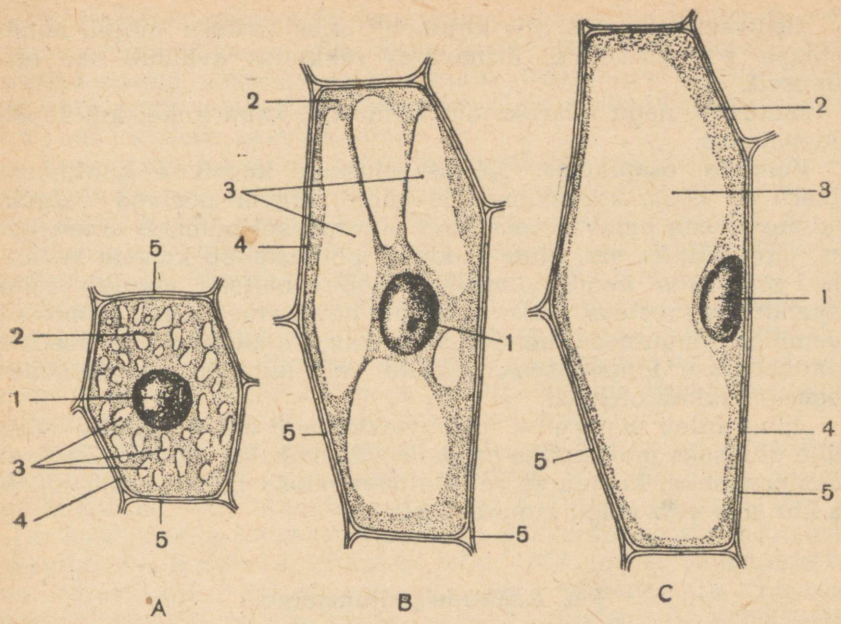
Süsivesikud. Süsivesikute näiteks võivad olla mitmesugused suhkruliigid (viinamarja-, piima-, roosuhkur), tärklis ja (taimedel) tselluloos.

Süsivesikute, samuti nagu 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 ühinevad raku valkudega või moodustavad erilisi protoplasmasisaldisi 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 eriline väga tihe kest, mis koosneb *tselluloosist* (süsivesikust) ja mis etendab välistoestiku osa. Peale selle tekib taimsetes rakkudes nende kasvades *rakumahla põiekesi* (vakuoole), mis pikkamööda suurenevad mahult ja võtavad endi alla rohkem ruumi kui protoplasma ise (joon. 2). Loomsed rakud niisugust mahla ei sisalda.

---

[1] Et eristada rasvatilku protoplasmas, tuleb enne rakku erilisel töödelda.



Joon. 2. Kolm üksteisele järgnevat faasi taimeraku arenemises: 1 — tuum; 2 — protoplasma; 3 — vakuoolid, mille sisuks on rakumahl; 4 — tselluloosist kest; 5 — naaberraku kest.

Kasutades päikeseenergiat, loovad roheliste taimede rakud klorofülli kaastoimel süsihappegaasist ja veest keerukaid orgaanilisi ühendeid. Selle poolest erinevad nad tugevasti loomsetest rakkudest, mis ei saa luua orgaanilisi ühendeid anorgaanilistest ainetest ning vajavad valke, rasvu ja süsivesikuid.

§ 5. Ainevahetus raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel.

Ainevahetus. Iga elus rakk saab teda ümbritsevast keskkonnast vajalikke toitaineid ja hapnikku. Raku sees toitained muutuvad ja *assimileeruvad*, s. o. nad muutuvad elusa raku aineks. Selle kõrval toimub elusa raku aines pidevalt osaline *lagunemine* ja *hapendumine*. Seejuures tekkivad ained, sealhulgas süsihappegaas, erituvad.

Niiviisi toimub raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel pidev ainevahetus, ilma milleta ei saa olla elu. Ainevahetus on omane ka mitterakulisele elusainele.

Üks elu olulisi tunnuseid on *erutuvus*, s. o. võime vastata ärritustele ehk, nagu tavaliselt öeldakse, reageerida mitmesuguseile ümbritsevas keskkonnas toimuvaile muutustele.

Aktiivset seisundit, mis kujuneb rakus ärrituse mõjul, nimetatakse erutuseks. Erinevates rakkudes avaldub see erisuguselt.

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

Valkude osatähtsus. Kõigist elusaine 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 muutub raud hapendudes roosteks. Valkudele on ainevahetuse puhul toimuvad keemilised muutused nende olemasolu vajalikuks tingimuseks. Ainevahetuse lõppemisega hakkab valk lagunema, teiste sõnadega — lakkab olemast.

„Elu," ütleb Engels, „on valkkehade eksisteerimise viis, mille oluliseks momendiks on *pidev ainevahetus neid ümbritseva välisloodusega,* kusjuures selle ainevahetuse lõppemisega lõpeb ka elu, mis viib valgu lagunemisele."

§ 6. Rakkude paljunemine.

Uute rakkude tekkimine. Juba möödunud sajandi keskel tehti kindlaks, et 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.

Kuni hiljutise ajani arvati, et selline pooldumine on rakkude paljunemise ainus viis. Lepešinskaja tõestas aga, et rakud võivad teatud tingimustel tekkida ka mitterakulisest elusainest.

Koekultuuri meetod. Väga hõlpus on jälgida rakkude paljunemist, kultiveerides elusainet toitekeskkonnas. Harilikult võetakse õhuke elunditükike, suurusega mitte üle ühe ruutmillimeetri, ja paigutatakse see kas vereplasma- või lootekudedest (näiteks munas areneva kanaloote kudedest) võetud vedeliku tilgasse.

Sobivalt loodud tingimustes avaldab toitekeskkonda paigutatud koetükk kõiki elu tundemärke. Ta tarvitab toitaineid ja eritab ainevahetuse produkte. Mikroskoobi abil võib jälgida rakkude paljunemist ja kogu tükikese suuremaks kasvamist. Õigeaegselt vahetades toitekeskkonda võib kultuuri säilitada paljude päevade jooksul. Kui aga eraldada suuremaks kasvanud kultuurilt aeg-ajalt väike tükike ja paigutada see värskesse toitekeskkonda, säilib kultuur aastaid. Sellise korduva ümberistutamise teel on õnnestunud jatkata praeguseni elu südametükikeses, mis oli võetud kanalootelt 1912. a.

Rakendades koekultuuri meetodit, tegelevad nõukogude teadlased küsimustega, mis on suure praktilise tähtsusega. Muuseas

on õnnestunud tundma õppida, kuidas toimub elundi taastumine pärast vigastumist ja missugused tingimused soodustavad haavade kiiremat kinnikasvamist. Suure tähtsusega arstiteadusele on nõukogude teadlaste tähelepanekud pahaloomuliste kasvajate, eriti vähi kudede kasvu kohta.

Lepešinskaja kasutas koekultuuri meetodit selleks, et jälgida rakkude kujunemist mitterakulisest elusainest. Purustades magevee hüdra rakke, neid uhmris hoolikalt peeneks hõõrudes, sai ta mitterakulise ehitusega elusaine ja paigutas selle toitekeskkonda. Lepešinskajal õnnestus neis tingimustes mitte ainult jälgida mikroskoobi all, vaid ka jäädvustada kinolindile vaevalt märgatavate täpikeste ilmumist, mis järk-järgult kasvasid, muutudes kerakesteks. Nende kerakeste edasine arenemine viis selgesti erinevate, tuuma ja protoplasmaga rakkude kujunemiseni, kusjuures rakud muutusid liikuvaiks ja pooldusid korduvalt.

Rakulise ehituse avastamise tähtsus. Koekultuuri meetod on kaasaegse teaduse suurimaid saavutusi. Ta võimaldab uurida mitte surnud, vaid elusaid rakke ning jälgida nende tekkimist ja arenemist. Seega suureneb tunduvalt mikroskoopiliste uurimuste osatähtsus. Engels rõhutas juba 1858. a., et mikroskoobil on füsioloogia arenemisel otsustav tähtsus. Ta kirjutas Marxile: „Peamiseks faktiks, mis revolutsioneeris 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... Saladuskate, mis varjas organismi tekke- ja kasvuprotsessi ning struktuuri, oli maha kistud." Mikroskoopilise uurimistöö pidevad edusammud kinnitavad Engelsi sõnu.

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

Areneva loote rakkude paljunemine toimub ka nende kujunemise teel mitterakulisest elusainest. Munarebus tekivad väikesed, ainult mikroskoobis nähtavad „rebukerakesed", mis omandavad järk-järgult rakulise ehituse.

Ainult oma arenemise algul koosneb loode ühesugustest rakkudest. Õige pea muutuvad loote väliskihi rakud ilmselt erinevaiks sisekihi rakkudest. Väliste ja sisemiste kihtide vahele tekib kolmas, keskmine kiht, mis omakorda erineb kahest eelmisest. Need esialgsed rakukihid ehk *lootelehed* annavad alguse keha eri elunditele.

Kudede kujunemine. Erinevus eri rakurühmade vahel suureneb järk-järgult; üha selgemini ilmneb nende mitmekesine ehitus, mis on seotud töö füsioloogilise jaotusega nende vahel. Esialgse kolme lootelehe asemele kujunevad mitmesugused rakurühmad,

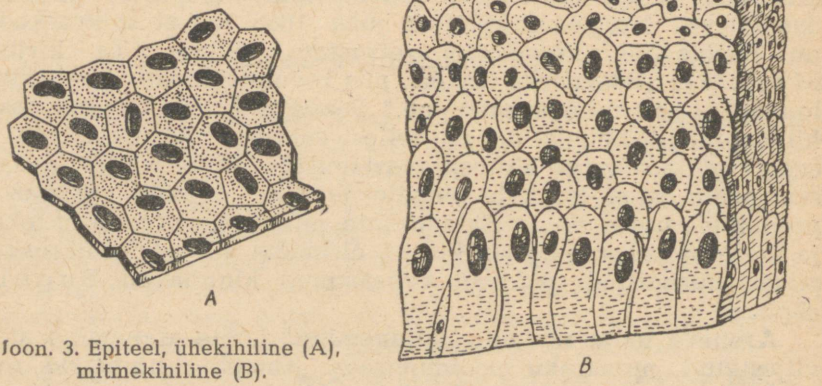
mis kuuluvad eri elundite koosseisu ja sooritavad teatavaid elutalitlusi. Selliseid rakurühmi koos harilikult üksikrakkude vahel leiduva mitterakulise ainega nimetatakse k u d e d e k s.

§ 7. Kudede põhirühmad.

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

Epiteelkoed. Epiteel- ehk kattekude (joon. 3) otsekui katab keha kõiki välis- ja sisepindu.

Epiteelkoest moodustatud naha pealmine kiht, mis etendab *kaitseosa,* kaitseb organismi mehhaaniliste, keemiliste ja teiste välismõjude vastu. Nahaepiteel koosneb mitmest rakukihist.



Joon. 3. Epiteel, ühekihiline (A), mitmekihiline (B).

Ühekihiline epiteel vooderdab kõhu- ja rinnaõõnt, katab siseelundeid (magu, neerusid jt.) väljastpoolt. 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 põhifunktsiooniks on ühtede või teiste ainete valmistamine ja nõristamine, nimetatakse *näärmerakkudeks.* Niisuguste rakkude rühmad võivad moodustada *näärmeid* — elundeid, mis valmistavad teatava koostisega mahla. Viimajuha, s. o. torukese kaudu nõristub mahl näärmest (joon. 4).

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

Sidekoed. Side- ehk tugikoed arenevad kesk-lootelehest ja kuuluvad keha peaaegu kõigi elundite koosseisu.

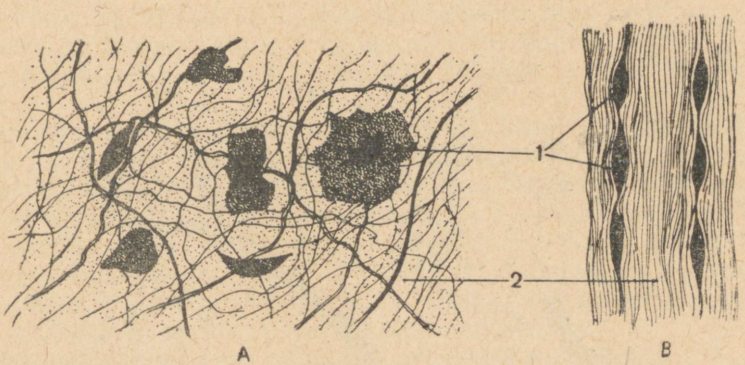
Sidekoe kiht, asudes nahas, tingib selle elastsuse, naha all aga on ta rasva ladestumise kohaks. Sidekoest koosnevad nii lihaste kõõlused kui ka sidemed, mis seovad omavahel skeletiluid. Ka kõhred ja luud kuuluvad tugevasti muutunud sidekoe hulka.



Joon. 4. Lihtsa näärme ehituse skeem:
1 — näärmerakud; 2 — viimajuha.

Sidekoe rakud ei asetse üksteise ligi. Nad on kätketud rakkudevahelisse ainesse, mis moodustab koe põhimassi (joon. 5).

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

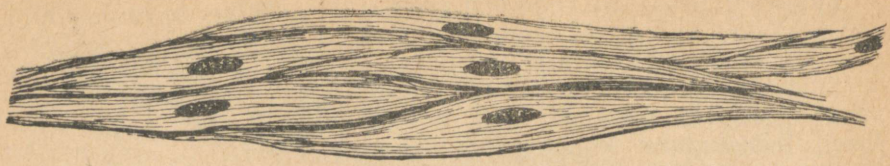


Joon. 5. Sidekude:
A — kiuline sidekude; B — kõõluskude. 1 — rakud; 2 — rakkudevaheline aine.

Lihaskude vastab igasugusele ärritusele (elektriga, happega, torkega) lühenemisega ehk, nagu tavaliselt öeldakse, *kokkutõmbumisega (kontraktsiooniga).* Võime kokku tõmbuda (kontraheeruda) ehk *kokkutõmbuvus (kontraktiilsus)* 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* (joon. 6). Nad koosnevad tugevasti väljavenitatud rakkudest, mille pikkus ei ületa 0,1—0,2 mm, jämedus aga on ainult mõni mikron, s. o. mõni tuhandik millimeetrit. Raku sees asetsevad pikisuunas väga pee-

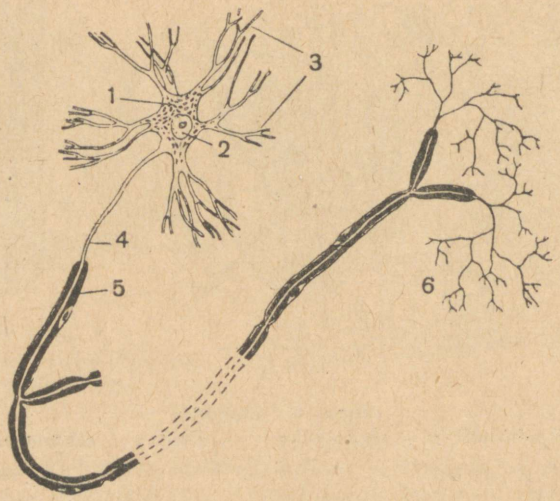


Joon. 6. Silelihaskude.

ned kiukesed ehk *fibrillid,* mis ärrituse mõjul aeglaselt lühenevad, põhjustades sellega ka kogu raku kokkutõmbumise.

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

Närvikude. Närvikude areneb välis-lootelehest. Tema põhiomaduseks on *erutuse edasijuhtimine.*



Joon. 7. Neuroni skeem:
1 — närviraku keha; 2 — tuum; 3 — põõsasharud (dendriidid); 4 — akson ehk neuriit; 5 — kest, mis koos aksoniga moodustab närvikiu; 6 — aksoni lõppharud.

Enamikul närvirakkudel on mitu lühikest harunevat jätket, mida nimetatakse *dendriitideks,* ja üks pikk jätke — *akson* (n e u r i i t). Närvirakku koos kõigi selle jätketega nimetatakse *neuroniks* (joon. 7). Pikki kestaga ümbritsetud jätkeid nimetatakse *närvikiududeks.* Ühinedes kimpudeks moodustavad nad *närve.*

Kudede spetsialiseerumine. Inimese keha koed on äärmiselt mitmekesised. See seletub sellega, et pikas ja keerukas 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 mikroskoobi-preparaadi järgi epiteelkoe ja sidekoe ehitus.

§ 8. Elundid ja elundkonnad.

Keha elundid. Organism koosneb elunditest 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.

Iga elundi ehituse iseärasused on tihedalt seotud ta talitlusega.

Elundkonnad. Vastavalt organismi põhifunktsioonidele liigitatakse keha kõik elundid 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), eritussüsteem, liikumiselundkond ehk luude-lihastesüsteem (skelett, lihased) jt.

Värvilisel tabelil I on näidatud siseelundite asetus.

§ 9. Organism kui tervik.

Isoleeritud elundid. Teatud tingimustel võib üksik elund eksisteerida 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 sõrme. Eriseadeldiste abil laskis Kravkov läbi sellise isoleeritud sõrme veresoonte hapnikuga küllastatud toitevedelikku ja nägi, jälgides sõrme mitme päeva jooksul, kuidas küüs kasvas edasi, veresooned aga säilitasid võime aheneda ja laieneda.

Organismi ühtsus. Üksikelundite tööd uuritakse sagedasti neid organismist isoleerides. Niisugust uurimisviisi tohib aga kasutada ainult väga ettevaatlikult. Isoleeritud elund erineb teravalt

samasugusest elundist, mis asetseb tervikliku organismi tingimustes, sest et viimane on *ühtne süsteem,* milles kõik elundid on üksteisega tihedalt seotud ja üksteist vastastikku mõjustavad.

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. Ka teiste elundite töös tekivad muutused.

Seos elundite vahel ja nende vastastikune mõjustus, järelikult ka organismi ühtsus, teostuvad vereringe- ja närvisüsteemi kaudu.

Vereringe-elundkond. Vereringe-elundkond kindlustab lakkamatu vereringega kõikjal organismis ainevahetust vere ja kehakudede vahel. Iga elund eritab enda elutalitluse tulemusena verre ühtesid või teisi aineid, mis mõjustavad teiste elundite tööd. Sel teel kujuneb keemiline seos, vastastikune keemiline mõjustus elundite vahel.

Närvisüsteem. Kooskõla elundite töös, nende talitluste range allutamise organismi kui ühtse terviku vajadustele loob närvisüsteem. See koosneb pea- ja seljaajust ning arvukaist närvidest, mis nagu veresoonedki läbivad kogu meie keha.

Igas närvis on harilikult kaht liiki närvikiude; ühtesid mööda kandub erutus keha mitmesuguseilt elundeilt kesknärvisüsteemi, s. o. selja- ja peaajusse; teisi mööda — kesknärvisüsteemist töötavaisse elundeisse. Esimesi närvikiude nimetatakse *tsentripetaalseiks,* teisi *tsentrifugaalseiks närvikiududeks.*

Erutusprotsess levib närvis lainetena, *impulssidena*[1], mis voogavad lahus, üksteisega ühinemata, 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, mis on seotud inimese käe mõnekümne lihase kokkutõmbumisega.

Ainult närvisüsteemi kaudu võivad toimuda organismi kiired reaktsioonid igasuguseile ümbritsevas keskkonnas tekkivaile muutustele. Näiteks ootamatu ere valgus, ärritades tsentripetaalse nägemisnärvi lõpmeid, kutsub selles esile erutuse, mis kandub ajusse, sealt aga tsentrifugaalsete närvide kaudu lihastesse, mis kokku tõmbudes sulevad silmad.

---

[1] Ladina sõnast *impulsus,* mis tähendab lööki, tõuget, järsku hetkelist liikumist.

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 *refleksideks* ehk *reflektoorseiks reaktsioonideks.*

Refleks — närvitalitluse alus. Refleksidel põhineb närvisüsteemi *reguleeriv* tegevus. Igasugune muutus, mis tekib keha mistahes elundis, kutsub esile vastavate tsentripetaalsete närvide lõpmete erutuse, mis põhjustabki mitmesuguste elundite reflektoorseid reaktsioone.

Juhtivat osa organismi reaktsioonide kooskõlastamisel etendab närvisüsteemi kõrgeim osa — *peaaju suurte poolkerade koor.* I. P. Pavlovi paljuaastased uurimused on näidanud, et on kaht liiki reflekse.

Ühed refleksid, mis Pavlov nimetas *tingimatuiks,* on püsivad; siia kuuluvad käe eemaletõmbumine torkamisel, sülje eritumine toidu sattumisel suhu, silmade pilgutamine ereda valguse äkilisel ilmumisel jne. Loomadel, näiteks koertel, jäävad tingimatud refleksid püsima suuraju poolkerade koore täieliku kõrvaldamise puhul. Enne Pavlovit uuritigi ainult neid reflekse.

Teised refleksid, mida esimesena uuris Pavlov ja mis ta nimetas *tingitud* refleksideks, omandatakse elu jooksul ega ole püsivad. Katsed koertega näitasid, et need refleksid kaovad täielikult pärast suuraju poolkerade koore kõrvaldamist. Tingitud refleksi näiteks inimesel võib olla sülje eritumine ainuüksi toidu nägemisel või kõnelemisel sellest, käe eemaletõmbumine juhtme juurest sõnade puhul „vool on sisse lülitud" (kuigi mingit käe ärritamist vooluga pole alanud) jt.

Tingitud refleksidel põhineb loomade ja inimese kõrgem närvitalitlus.

Kolmekordne närvikontroll. Närvisüsteem saab mõjustada elundite talitlust mitmesugusel teel. Pavlov kõneles kolmekordsest närvikontrollist.

Esiteks võivad närviimpulsid kutsuda esile või lõpetada elundi tegevuse. Näiteks ärritades teatud närve võib kutsuda esile lihase kokkutõmbumise, mahla nõristamise süljenäärme poolt, südame tuigete peatumise.

Teiseks võivad närviimpulsid kutsuda esile veresoonte ahenemise või laienemise elundis. See põhjustab vere juurdevoolu vähenemist või suurenemist ning tulemusena tekivad muutused hapniku ja toitainete kohaletoimetamises ja ainevahetussaaduste kõrvaldamises, mis kohe kajastub elundi töös.

Kolmandaks on närvisüsteemi kontrolli all kõik elusorganismis toimuvad ainevahetusprotsessid. Igasugune närvisüsteemi poolt esilekutsutud muutus ainevahetuses kajastub tingimata elundi töös. Niisugune kolmekordne närvikontroll kindlustab elundi kiire ja täpse kohanemise organismi vajadustega.

Organismi ja ta eksisteerimise tingimuste ühtsus. Suur vene bioloog I. V. Mitšurin ja ta järglane T. D. Lõssenko näitasid, et iga organism nõuab kindlaid tingimusi oma eluks. Organismi ja ta eksisteerimise tingimuste vahel kujuneb ühtsus: keskkonna muutumine kutsub esile vastavad muutused organismi ehituses ja talitlustes.

Arendades õpetust organismi ja ta eksisteerimise tingimuste ühtsusest, näitas Pavlov, et kõrgematel loomadel etendab muutuvate elutingimustega kohanemisel suurimat osa närvisüsteemi kõrgeim osa — *suuraju poolkerade koor.*

Iga muutus ümbritsevas keskkonnas võib põhjustada uute tingitud reflekside moodustumist, see on organismi uute reaktsioonide tekkimist, mistõttu loomad kohanevad muutuvate eksisteerimistingimustega.

Inimene loob tunduval määral endale ise ümbritsevat keskkonda ja kohandab elutingimused oma vajadustele. Seepärast ei avalda muutused ümbritsevas looduses olulist mõju inimorganismile. Peatähtsuse inimese suhtes omandab see ühiskondlik, sotsiaalne keskkond, milles ta elab ja töötab.

Pavlovlik etapp füsioloogia arenemises. Uut pavlovlikku etappi füsioloogia arenemises iseloomustavad kolm põhilist joont: 1) püüd tundma õppida elundite tööd tervikliku organismi tingimustes; 2) *närvismi* idee, see on selle tunnustamine, et kõikide elundite töö regulatsioon ja kooskõlastamine toimub närvisüsteemi kaudu; 3) suuraju poolkerade koore juhtiva osa tunnustamine organismi tegevuses ja tema vastastikuses sõltuvuses ümbritseva keskkonnaga.

Ainult *pavlovlik füsioloogia* annab võimaluse uurida organismi ühtsuses tema eksisteerimistingimustega.

Küsimused kordamiseks.

1. Loetleda raku koostisse kuuluvate keemiliste ühendite põhirühmad ja anda nende lühike iseloomustus.
2. Milles seisab taimsete ja loomsete rakkude ehitus ja talitluste sarnasus, milles on nende erinevus?
3. Mis on ainevahetus?
4. Kuidas Engels iseloomustab elu?
5. Kuidas toimub rakkude paljunemine?
6. Nimetada loomsete kudede neli põhirühma ja anda nende lühike iseloomustus.
7. Milles väljendub organismi ühtsus?
8. Kuidas kooskõlastuvad organismi talitlused?
9. Mis on refleks?
10. Mis on kolmekordne närvikontroll?

II. LUUDE-LIHASTESÜSTEEM.

§ 10. Luude koostis, ehitus ja omadused.

Luude-lihastesüsteemi tähtsus. Skelett on see vajalik toestik, mille abil keha säilitab oma kuju.

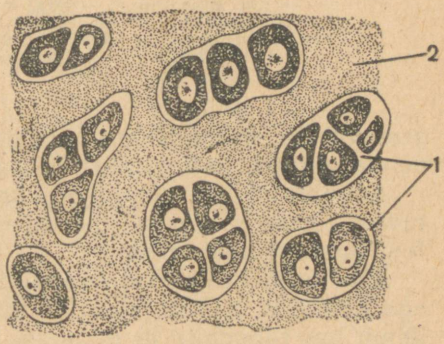
Enamiku luude liikuv ühendus võimaldab neil üksteise suhtes asendit muuta. Luudele kinnitatud lihased, tõmbudes kokku, hoiavad skeleti üksikuid osi paigal või, vastupidi, panevad neid liikuma. Luude-lihastesüsteem võimaldab seega nii keha mitmesuguseid asendeid ruumis kui ka igasuguseid liigutusi, mida me alatasa teeme.

Peale selle kaitseb skelett paljusid tähtsaid siseelundeid hoopide ja rõhumise eest.

Kõhr- ja luukude. Loomariigi arenemisprotsessis ilmus luuskelett võrdlemisi hilja. Praeguste selgroogsete eellastel oli *kõhrskelett*. Ka inimese lootel areneb algul kõhrskelett; edaspidi ta asendub pikkamööda *luuskeletiga*.

Ainult mõned luud, näiteks suurem osa ajukolju luid, arenevad mitte kõhre asemele, vaid otseselt esmasest sidekoest.

Kõhrkude on sidekoe eri kuju. Kõhrkoe rakud paiknevad üksikult või väikeste rühmadena väga tihedas elastses rakkudevahelises aines (joon. 8). Täiskasvanud inimesel säilib kõhrkude ainult üksikuis skeletiosades, peamiselt õhukeste kihtidena üksteisega liikuvalt ühendatud luude kokkupuute-pindadel.

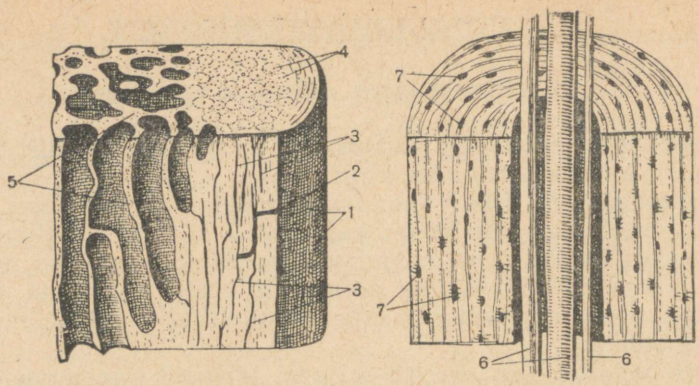


Joon. 8. Kõhrkude:
1 — kõhrerakkude rühmad; 2 — rakkudevaheline aine.

Kõhrskeleti asendumist luulisega saadab kõhrkoe lammutumine. Erilised rakud muutuvad paljunedes *luukoe-rakkudeks* ja tekitavad samaaegselt kiulist rakkudevahelist ainet.

Rakkudevahelise aine kiudude kimbud omandavad *õhikute* (plaadikeste) kuju, mis hakkavad peatselt lubisooladest läbi imbuma. Need õhikud asetsevad kihtidena luukude läbivate kanalite ümber. Kanaleis on veresooned ja närvid. *Luukoe-rakud* asetsevad luuõhikute vahel ja on üksteisega pikkade jätketega ühendatud (joon. 9).

Luude tugevus. Luude tugevus on erakordselt suur. Tõsi küll, tugevast hoobist murduvad ka jämedad luud, kuid nad peavad kergesti vastu neile ettevaatlikult asetatud suurele raskusele. Mõned inimese luud võivad vastu pidada enam kui 1000-kilo-



Joon. 9. 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 närvid luukanalis; 7 — luurakud, nende vahel luuõhikud.

grammisele rõhumisele. Niisugune luude tugevus on tingitud nende ehituse ja keemilise koostise iseärasustest.

Luuõhikud koosnevad *orgaanilisest ainest* ja seda läbiimmutavast *mineraalainest* (peamiselt kaltsiumsooladest ja eeskätt fosforhapust kaltsiumist).

Luu orgaanilisest ainest sõltub 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 lahustub lubi mõne aja pärast ja luu muutub painduvaks nagu kummi.

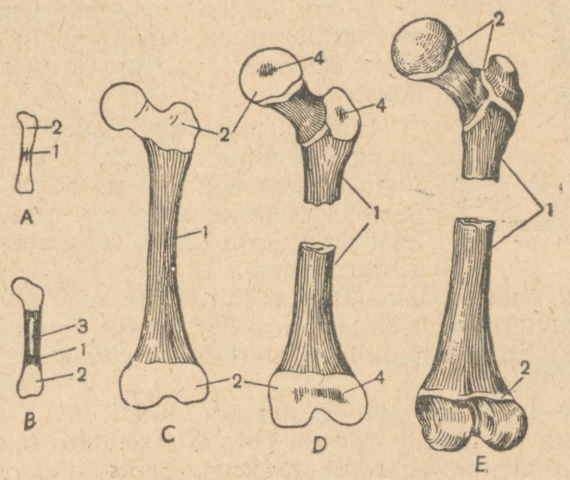
Luu koostis muutub järk-järgult elu vältel. Täisealise inimese kuivatatud luu koosneb sooladest, mida on umbes kaks kolmandikku, ja orgaanilisest ainest, mida on umbes üks kolmandik. Niisugune koostis kindlustab luule suurima tugevuse.

Lapse-eas 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 esinebki lastel, eriti väikelastel, kukkumiste ja löökide puhul väga harva luumurde.

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

Luude kasvamine. Luud on väljastpoolt kaetud tiheda, nende külge kasvanud kelmega. See on *luuümbris*. Otseselt luuga kokkupuutuv luuümbrise kiht koosneb rakkudest, mis võivad tekitada luukude. Paljunedes pooldumise teel põhjustavad nad luude kasvu ja nende kokkukasvamist pärast murde.

Jäsemete kasvavail luudel on luu *keskosa* ja selle otste ehk *pähikute* vahel kõhrelised vahekihid, mis kaovad alles 20.—25. eluaastal. Luu keskosa ja kõhrelise vahekihi puutepiiril toimub uue luukoe moodustumine ning selle tulemusena luu kasvab pikkuses (joon. 10).



Joon. 10. Reieluu lootel ja eri vanuses lastel:
A — kahekuusel lootel; B — kolmekuusel lootel; C — vastsündinud lapsel; D — 5—6-aastasel lapsel; E — 12—14-aastasel noorukil. 1 — luukude luu keskosas; 2 — luu kõhrosa; 3 — õõne tekkimine luu keskosas; 4 — luukoe saarekesed luu otstel.

Luu jämenemiskasv toimub luude pinnale luuümbrise poolt loodavate uute rakkude pealekihistumise teel. Seejuures lammutuvad luu sisekihid kas osaliselt või täielikult. Skeleti pikkade luude arenemisel omandavad luud sellise sisekihtide lammutumise tulemusena paksuseinaliste torude kuju. Pikkade luude *toruline* ehitus ei vähenda nende tugevust. Toru on peaaegu niisama tugev kui jämeduselt temaga võrdne massiivne varb.

Luu tihke (plink-) ja käsnollus. Pikkade toruluude otste, samuti ka enamiku teiste suurte luude (näiteks roiete, lülide) sisemuses toimub ainult 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 luu neis osades, millele ei mõju surve- ega tõmbejõud. Samuti ka vastupidi, nende jõudude rakendamise suunas luuaine ei lammutu. Seetõttu asetsevad põrgad igas luus mitte juhuslikult, vaid täpses vastavuses surve- ja tõmbejõudude suunale (joon. 11). Teiste sõnadega, iga luu siseehitus on tihedas seoses tema funktsiooniga. Kui surve- ja tõmbejõu suunad muutuvad, hakkab vastavalt muutuma ka põrkade asetus. Selline luude ümberkujune-



Joon. 11. Luupõrkade asetus reieluu ülemises otsas (skeem).

mine esineb näiteks pärast jala amputeerimist, samuti kestva haiguse puhul, kui inimene on sunnitud pikemat aega voodis lamama ja luudele ei mõju tavaline koharaskuse **surve.**

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

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

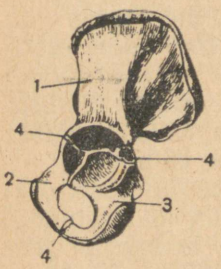
Luuüdi. Luukoe lammutudes täituvad luus tekkivad õõned *punase luuüdiga,* mis koosneb erilisest väga veresoonterikkast sidekoest. Punane luuüdi on *vereloome-elund:* temas tekivad uued verelibled.

Varases lapse-eas esineb punast luuüdi nii käsnalises luukoes kui ka toruluude õõnes. Hiljem asendub punane luuüdi toruluude õõnes järk-järgult rasvkoega, mida nimetatakse *kollaseks luuüdiks.*

Küsimused.

1. Miks esineb lülisamba ja skeleti teiste osade kõverdumist tavaliselt lapse-eas?
2. Missugust mõju võib avaldada skeletile ebaõige rüht ja ebaõige asend istumisel koolipingis?

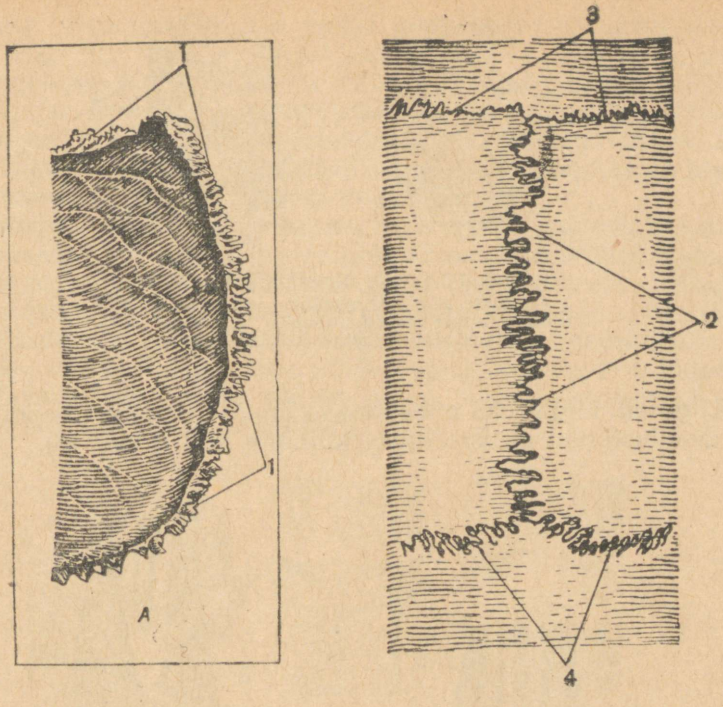
§ 11. Luude omavaheline ühendus.



Joon. 12. Lapse vaagnaluu: 1, 2, 3 — kolm luud, mis hiljem kokku kasvavad; 4 — kõhrekihid nende vahel.

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

Luude liikumatu ühendus võib kujuneda nende *kokkukasvamise* teel. Puusa- ehk vaagnaluu koosneb lapsel tema esimestel eluaastatel kolmest eri luust, mida üksteisega ühendavad kõhrest vahekihid (joon. 12). Viimased asenduvad pikkamööda luukoega ja luud kasvavad üksteisega kokku.



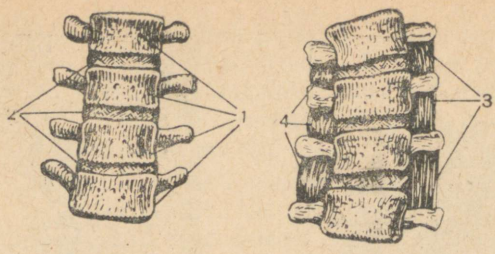
Joon. 13. Luude õmblus-ühendus:
A — osa parempoolset kiiruluud seestpoolt; B — osa koljuluud väljastpoolt. 1 — kiiruluu serv; 2 — õmblus kahe kiiruluu vahel; 3 — õmblus otsmikuluu ja kiiruluude vahel; 4 — õmblus kuklaluu ja kiiruluude vahel.

Ajukolju luude *liikumatus* tuleneb sellest, et ühe luu serva arvukad hambad asetsevad teise luu vastavais hambavahedes. Niisugust luude ühendust nimetatakse *õmbluseks* (joon. 13).

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

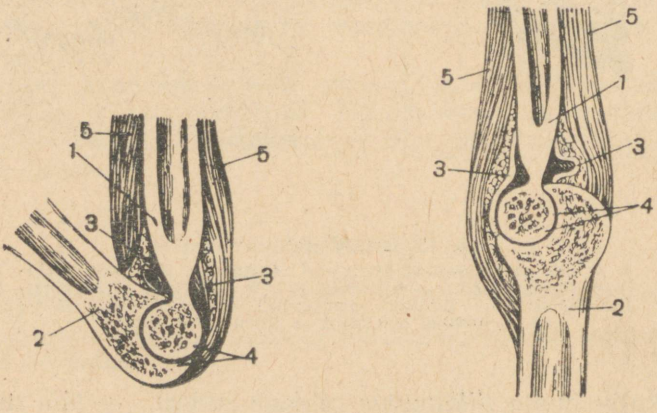
Niisugused kõhrest vahekihid asetsevad lülisamba üksikute lülide vahel. Lihaste kokkutõmbumisel surutakse need vahekihid kokku ja lülid lähenevad veidi üksteisele. Seepärast, kui inimene lamab lõtvunud lihastega, on tema keha veidi pikem kui seismisel. Kui lihased tõmbuvad kokku ainult ühel pool lülisammast, siis surutakse samal poolel kokku ka kõhrest vahekihid ja lülide ääred lähenevad üksteisele. Vastasserval nad, vastupidi, kaugenevad üksteisest. Toimub lülisamba paindumine sinnapoole, kuspool lihased tõmbusid kokku (joon. 14).

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. 14. Luude ühendus kõhre abil:
1 — lülid; 2 — kõhrekihid nende vahel; 3 — lihased lülide vahel lõtvunud seisundis; 4 — lihased lülide vahel kokkutõmbunult.

Liigesed. Liigesteks nimetatakse luude liikuvaid ühendusi, mis on moodustunud eriliste liigesekihnude abil (joon. 15).



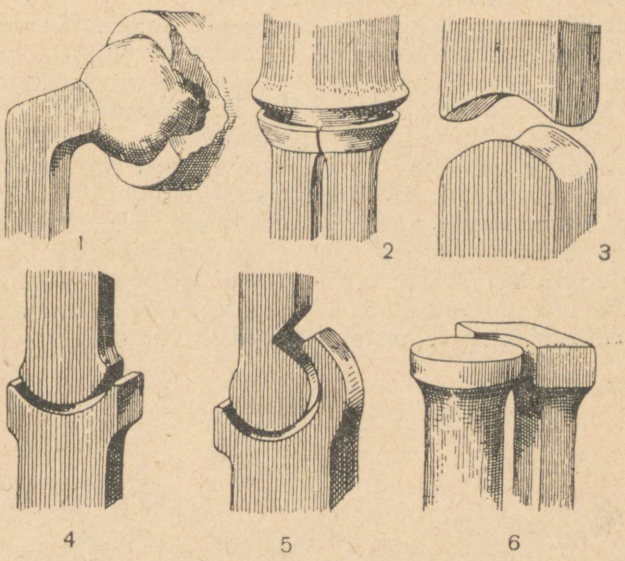
Joon. 15. Küünarliiges läbilõikes käe painutamisel ja sirutamisel:
1 — õlavarreluu; 2 — küünarluu; 3 — liigesekihn; 4 — luude kõhrega kaetud liigesepind; 5 — lihased.

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 vähenemisel aitab kaasa ka vedelik *(liigesevõie),* mis pidevalt nõristub kihnu sisepinnale ja esineb määrdena. Peale selle pehmendab elastsest kõhrest vahekiht 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 sellesse õhk, mille tagajärjel negatiivset rõhku ei teki. Sellepärast on läbitorgatud liigesekihnuga liiges märgatavalt vähema tugevusega; niisuguse liigese tugeval venitamisel eemalduvad luud teineteisest ja võib kergesti juhtuda nihkeid (nihestusi).

Teostades vaatlusi enda juures, pole raske veenduda selles, et liigutused erinevates liigestes pole ühesugused. Ühed liigesed võimaldavad liigutusi ainult ühes tasapinnas, näiteks painutamist ja sirutamist. Teised lubavad teha liigutusi kahel vastastikku perpendikulaarsel tasapinnal, näiteks mitte ainult painutamist ja sirutamist, vaid ka liigutamist külje poole. Kolmandad liigesed võimaldavad liigutusi igas suunas (painutamist ja sirutamist, liigutamist külje poole ja pööramist).



Joon. 16. Liigesepindade põhikujude skeem:
1 ja 2 — kerakujuline (liigutused on võimalikud igas suunas); 3 — sadulakujuline (liigutused kahel vastastikku perpendikulaarsel pinnal); 4, 5 ja 6 — silindriline (liigutused ühel tasapinnal).

Küsimus.

Seletada, miks inimese kasvu täpse mõõtmise tulemused hommikul ja õhtul on erinevad. Millal on inimene „pikem", kas hommikul või õhtul?

Ülesanne.

Tähelepanekute varal enda juures ja skeletiga tutvumise teel ning samuti kasutades joonist 16, teha kindlaks liigutuste olenevus luude liigesepindade kujust ja vastata küsimusele, missugused skeleti liigesed võimaldavad liigutusi a) ühel tasapinnal; b) kahel vastastikku perpendikulaarsel tasapinnal ja c) igas suunas.

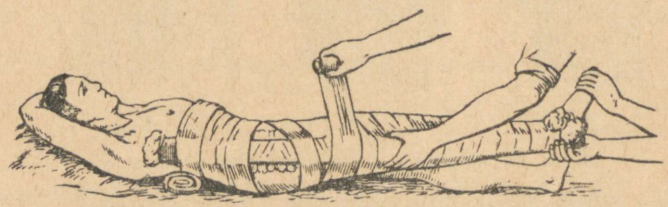
§ 12. Nihestused ja luumurrud.

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

Esmaabi nihestuste puhul. Ebaõige, samuti ka hilinenud abi nihestuse puhul võib põhjustada ebameeldivaid komplikatsioone. Seepärast peab kannatanule esmaabi osutamise juures 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. See on seotud east olenevate muutustega luude koostises. Mõnikord, luu orgaanilise aine ülemäärase vähenemise korral, 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 nahka või, mis veel ohtlikum, vigastada närve ja veresooni.



Joon. 17. Lahase panek reieluu murru puhul.

Luumurru puhul pannakse murdunud kohale lahastega side. Lahasteks nimetatakse plaate, mis asetatakse sidemesse, et kindlustada seotud kehaosa liikumatust. Lahastena 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 kas või osa

reiest; reieluu murru puhul peab üks lahase ots asetsema rindkere tasemel, teine aga sääre alumise osa juures (joon. 17). 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 külge ja murdunud jala teise jala külge.

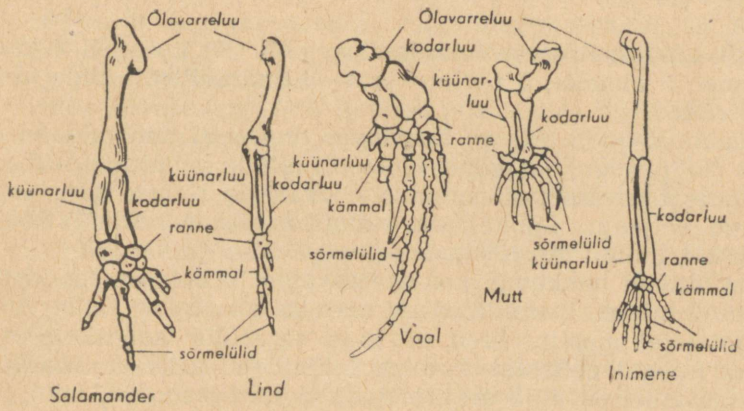
Mõnikord rebeneb luumurru puhul nahk ja tekib lahtine haav. Niisuguste komplitseeritud ehk lahtiste luumurdude korral tuleb kõigepealt panna peale side, et kaitsta haava võimaliku mustumise ja sellele järgneva mädanemise eest.

Kõigil juhtudel, kus võib oletada luumurdu, tuleb kohe pärast esmaabi andmist kutsuda arst ja vigastatu saata haiglasse, kus juures teda tuleb kanda ja transportida väga ettevaatlikult.

§ 13. Inimese skeleti ehitus.

Sarnasus inimese ja loomade skeleti ehituses. Inimese ja selgroogsete loomade kehaehituse ühised jooned paistavad eriti silma nende skelettide võrdlemisel. Isegi niisugustel inimesega mittesarnanevatel loomadel, nagu linnud, roomajad ja kahepaiksed, on samad põhilised luud, mis inimesel.

Kõigi nende loomade skeleti põhiosaks on lülisammas, mis koosneb üksikuist lülidest, mille arv võib olla erinev. Palju ühist võib leida kolju luustikus. Isegi jäsemeil, mis eri loomadel on nii väliskuju kui ka talitluste poolest niivõrd erinevad, on kõigi selgroogsete juures ühesugune ehitus. Kui võrrelda vaala loiba, linnu tiiba, salamandri ja muti käppa ning inimese kätt, võib leida ühtesid ja samu põhilisi luid (joon. 18).



Joon. 18. Mitmesuguste selgroogsete eesjäseme skeletid.



Joon. 19. Inimahvi skelett.

Niisugust sarnasust inimese ja selgroogsete loomade skelettide ehituses seletab nende ühine päritolu. Erinevused on tekkinud erinevate tingimuste mõjul, milledes loomad on elanud. Eriti suur on sarnasus inimese skeleti ja tema lähimate sugulaste — inimlaadsete ahvide — skeleti vahel (joon. 19 ja 20).

Püstikõndimine ja töötamine. Hoolimata ilmsest sarnasusest teiste selgroogsete skelettidega on inimese skeletil omad väga olulised iseärasused. Need iseärasused on tihedalt seotud praeguse inimese eellaste üleminekuga püstikõndimisele ja töötamisele.

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 on küllalt ilmekas erinevus 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 kõige algelisematki kivinuga."

Inimese ahvilaadsetel eellastel sai käsi seoses elutingimuste muutumisega üha vabamaks ja hakkas ikka harvemini etendama toe osa kõndimisel. Täielik üleminek keha püstisele asendile ja käimisele kahel jalal vabastas käed lõplikult töö jaoks. Käe edasine täiustumine toimus tööprotsessis ja selle mõjul.

Üleminek püstisele asendile pani pitseri inimese kogu skeletile.

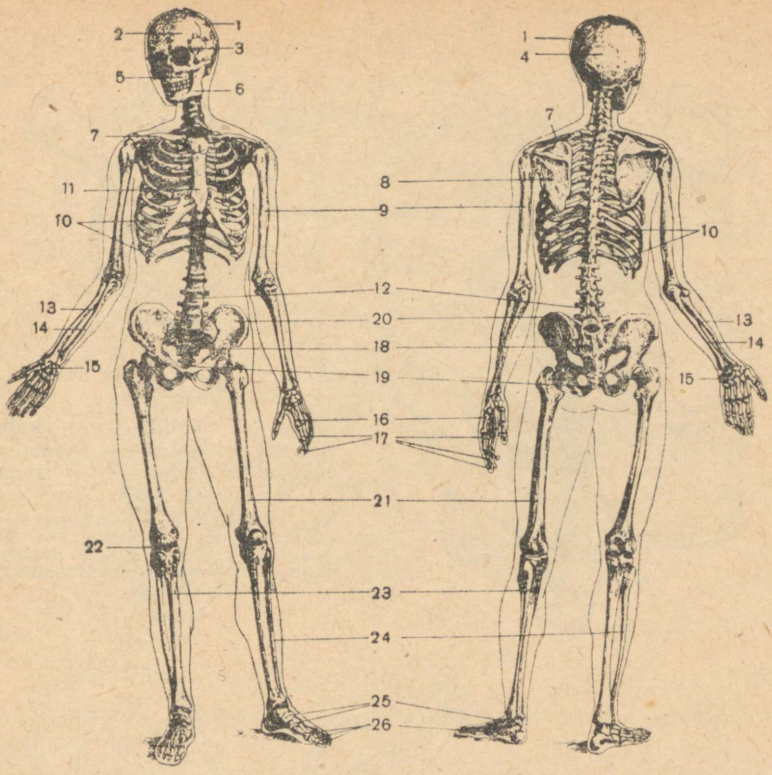
Lülisammas. Inimese lülisammas (joon. 20) koosneb 7 kaela-, 12 rinna-, 5 nimme-, 5 ristluu- ja 4—5 õndralülist. Lülide üldarv on 33—34.

Üksiklüli (joon. 21) on *luurõngas* tugevasti jämendunud eesosaga *(lülikehaga)* ja mõne *jätkega,* millele kinnituvad lihased. Asetsedes üksteise peal moodustavad lülide rõngad toru, milles paikneb seljaaju. Lülikehade vahel on üsna paksud *kõhrest vahekihid,* mille tõttu lülisammas on painduv ja liikuv.

Ristluulülid hakkavad kokku kasvama juba lapse-eas ja täiskasvanud inimesel moodustavad nad ühtse *ristluu.*

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

Loomadel kulgeb lülisammas piki kere peaaegu sirgjoones, moodustades ainult ühe, nimelt kaelakõverduse. Inimese lülisam-



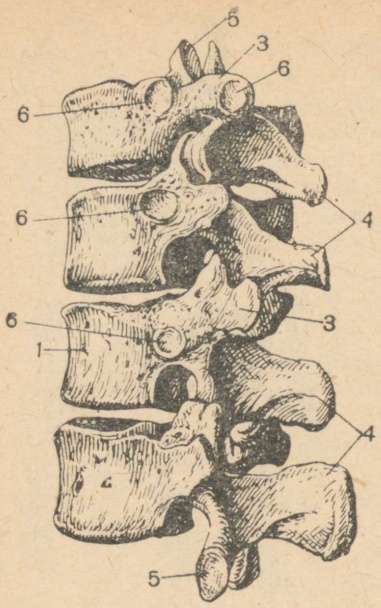
Joon. 20. Inimese skelett:
1 — kiiruluu; 2 — otsmikuluu; 3 — oimuluu; 4 — kuklaluu; 5 — ülalõualuu; 6 — alalõualuu; 7 — rangluu; 8 — abaluu; 9 — õlavarreluu; 10 — roided; 11 — rinnak; 12 — lülisammas; 13 — kodarluu; 14 — küünarluu; 15 — ranne; 16 — kämmal; 17 — sõrmelülid; 18 — ristluu; 19 — õndraluu;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

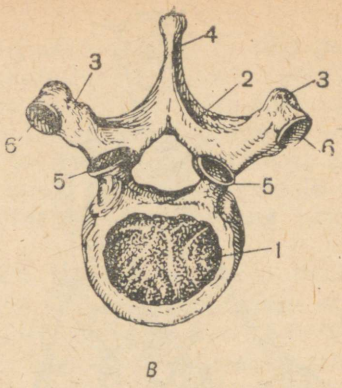
bal on peale *kaelakõverduse* veel *rinna-, nimme-* ja *ristluukõverdus* (joon. 22), mis on inimese omapärane, keha püstise asendiga seotud iseärasus.

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

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.

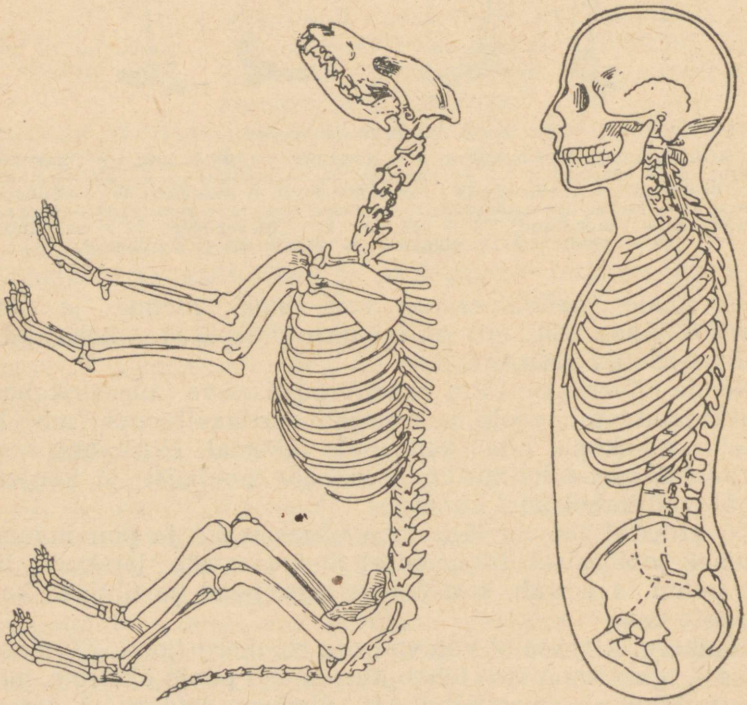
Rindkere. Rinnalülid võtavad osa rindkere (joon. 23) moodustamisest. Igalt rinnalülilt läheb kummalegi poole üks *roie*, mis on temaga liikuvalt ühendatud. 10 ülemise roidepaari eesmised otsad on kõhrede abil ühendatud *rinnakuga*, kusjuures 8., 9. ja



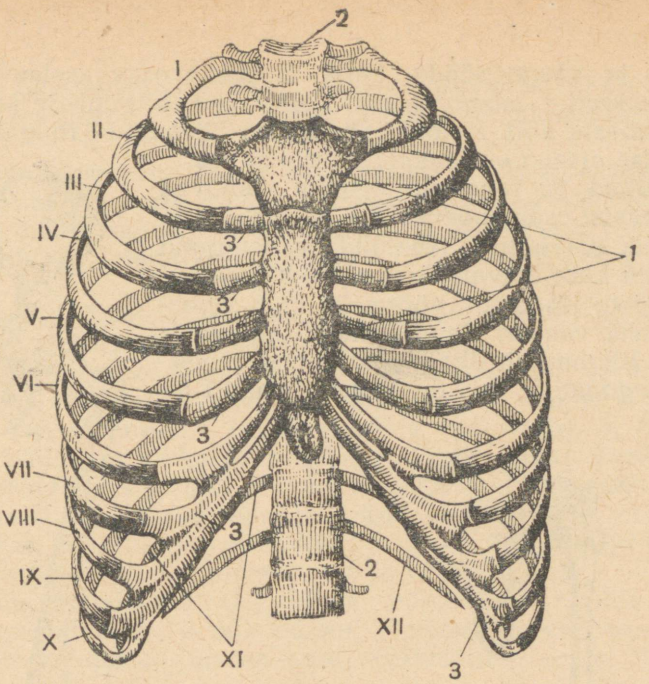


Joon. 21. Lülid: A — kolm alumist rinnalüli ja ülemine nimmelüli küljelt; B — rinnalüli ülalt:

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



Joon. 22. Koera ja inimese lülisamba kõverdused.

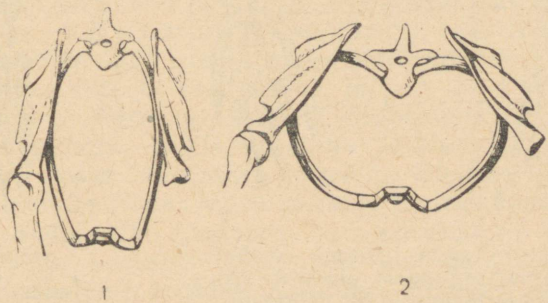


Joon. 23. Rindkere:
1 — rinnak; 2 — lülisammas; 3 — roiete kõhrosad; I—XII — roided.

10. paari kõhred on ühte kasvanud 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 on otsekui eesjäsemete vahel kokku surutud (joon. 24).

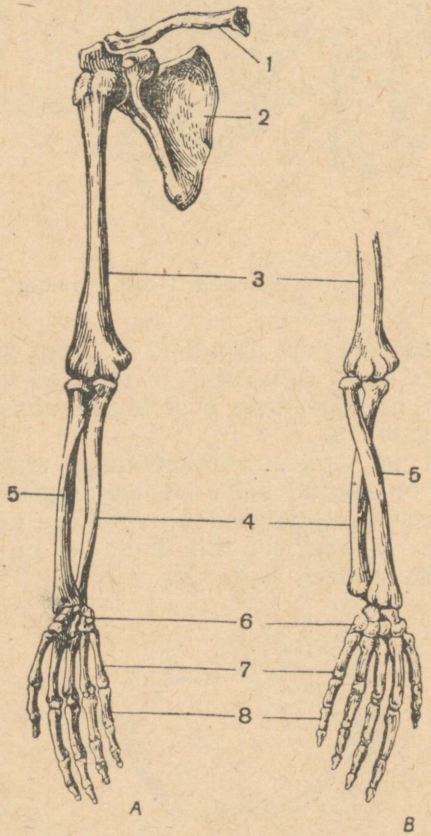


Joon. 24. Loomade ja inimese rindkere kuju skeem:
1 — kitsas rindkere lambal; 2 — inimese lai rindkere lühikese läbimõõduga eest taha.

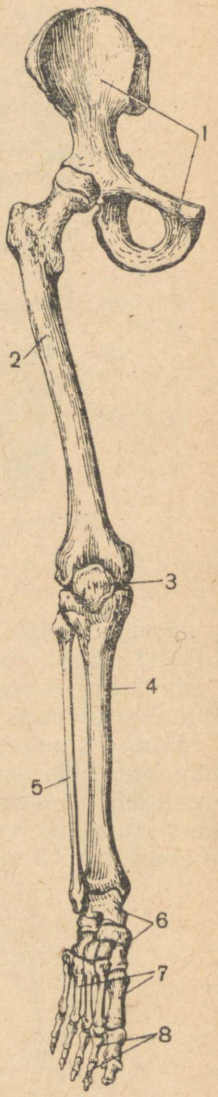
Õla- ja vaagnavööde. Selja ülemises osas asetsevad kaks lamedat luud — *abaluud;* nad kinnituvad lülisambale ja roietele ainult lihaste abil. Kumbki abaluu on ühendatud *rangluuga,* mis oma teise otsaga on ühendatud rinnakuga.

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

Alumiste jäsemete vöötmeks on vaagnavööde ehk *vaagen.* See koosneb ristluust ja sellega liikumatult ühendatud kahest puusaehk *vaagnaluust,* mis on eespool samuti lii-



Joon. 25. Ülemise jäseme skelett kahes asendis: peopesa ettepoole (A) ja peopesa tahapoole (B) pööratud:
1 — rangluu; 2 — abaluu; 3 — õlavarreluu; 4 — küünarluu; 5 — kodarluu; 6 — ranne; 7 — kämmal; 8 — sõrmelülid.



Joon. 26. Alumise jäseme skelett:
1 — vaagnaluu; 2 — reieluu; 3 — põlvekeder; 4 — sääreluu; 5 — pindluu; 6 — pöialapära-luud; 7 — pöialaba-luud; 8 — varbalülid.

kumatult 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 siseelundid kogu oma raskusega kõhu seintele, inimesel aga vaagnaluudele. Seega on inimese vaagnaluude kuju seotud keha püstise asendiga.

Jäsemed. Ülemiste ja alumiste jäsemete skeletil on mõnede erinevuste kõrval palju ühist (joon. 25 ja 26).

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 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 koos tagajäsemetega peamiselt edasiliikumiseks, on inimese käed töötamiselundid.

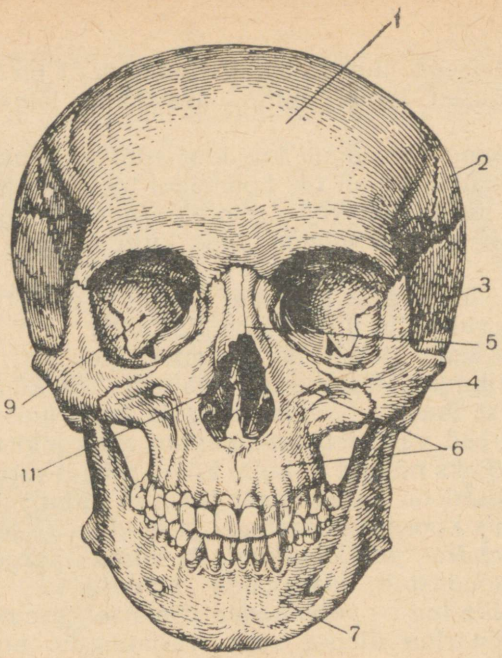
Jalad on käimiselundid ja püstiseisva inimese ainus tugi. Seoses sellega on kõik jalaluud käeluust massiivsemad, pöid aga moodustab tugeva ja laia toe.

Kolju. Koljul (joon. 27 ja 28) on kaks põhiosa: *ajukolju* ja *näokolju*.

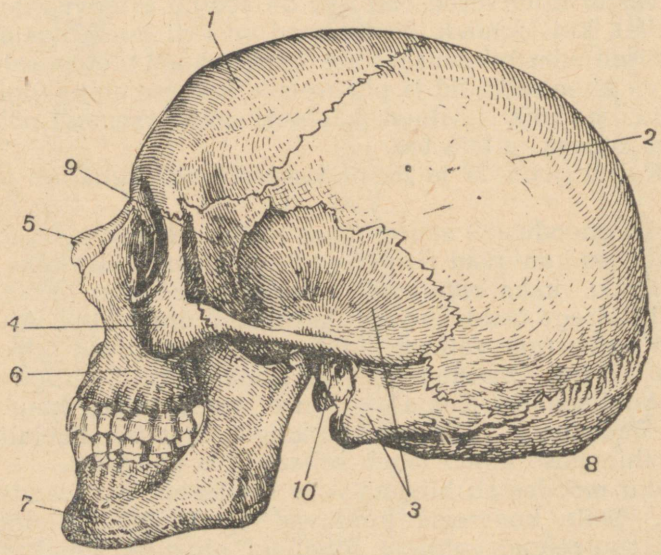
Ajukolju moodustab suure õõne, milles asetseb peaaju. Ajukolju koosseisu kuuluvad järgmised luud: *otsmikuluu*, kaks *kiiruluud*, *kuklaluu*, kaks *oimuluud*, *põhiluu* ja *sõelluu*. Kõik need luud on üksteisega õmbluste abil liikumatult ühendatud. Ajukolju luudes on terve rida väikesi mulke, millest lähevad läbi veresooned ja närvid. Oimuluu sees on kuulmiselund, 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 ülalõualuud, alalõualuu, sarnaluud, suulaeluud, sahkluu, ninaluud, alumised ninakarbikud ja pisarluud (joon. 29).

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

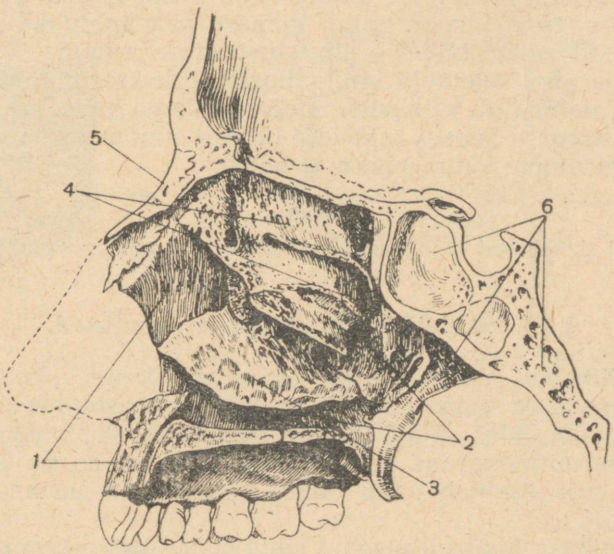


Joon. 27. Kolju eest:
1 — otsmikuluu; 2 — kiiruluu; 3 — oimuluu; 4 — sarnaluu; 5 — ninaluu; 6 — ülalõualuu; 7 — alalõualuu; 9 — põhiluu; 11 — sõelluu.



Joon. 28. Kolju küljelt:
1 — otsmikuluu; 2 — kiiruluu; 3 — oimuluu; 4 — sarnaluu; 5 — ninaluu; 6 — ülalõualuu; 7 — alalõualuu; 8 — kuklaluu; 9 — põhiluu; 10 — kuulmekäik.

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



Joon 29. Näokolju läbilõikes:
1 — ülalõualuu; 2 — suulaeluu; 3 — alumine ninakarbik; 4 — ülemine ja keskmine ninakarbik; 5 — ninaluu; 6 — põhiluu.

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

Silmakoopad on ülalõualuu, otsmikuluu, sarnaluu, põhiluu, sõelluu ja pisarluu ühinemiskohad.

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

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

Seoses üleminekuga püstikäimisele ja ülemiste jäsemete vabanemisega kaotas inimese eellastel näokolju oma ründe- ja kaitseelundi osa. Ka lõualuude mälumisfunktsioonid jäid nõrgemaks seoses toidu eeltöötlemise oskuse ilmumisega. See-eest arenes tugevasti peaaju, mis etendab suurt osa töötamisel. Ta omandas mõõtmed, 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 nükke ja harju.

Inimese pea on toetatud altpoolt. Pea püstiasendi puhul asetseb tema raskuskeskpunkt ainult veidi eespool oma tugipunkti. Kuigi lõdvenenud lihaste puhul inimese pea kaldubki ettepoole, on vaja vaid väikest lihaste pingutust, et seda hoida õiges asendis. Sellega ongi seletatav kuklalihaste nõrk arenemine inimesel. Vastavalt alalõualuu väikestele mõõtmetele on ka mälumislihased arenenud nõrgalt. Seoses tugevate lihaste puudumisega ei ole inimese kolju pinnal suuri nükke ja harju.

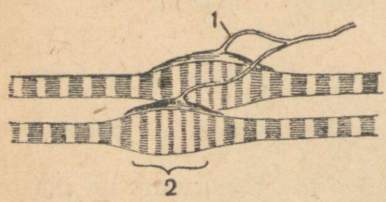
Küsimus.

Millised skeletiosad on kaitseks elunditele ning missugustele?

§ 14. Skeletilihaste ehitus ja omadused.

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

Skeletilihase kiud on otsekui suur hulk üksteisest eraldumata rakke. Niisuguseid keerukaid moodustisi, milles ei saa eraldada üksikuid rakke, nimetatakse *laatrakustikkudeks.*



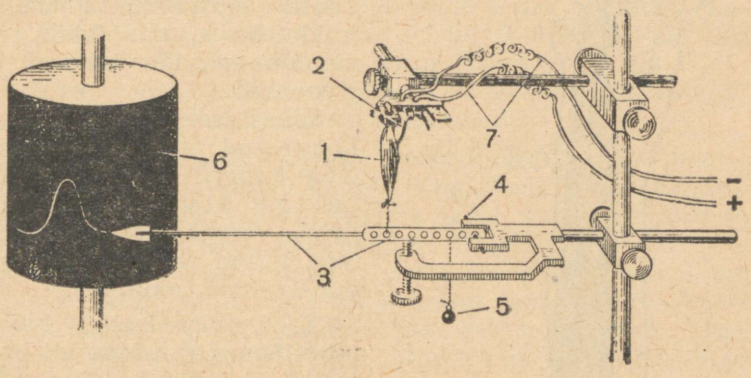
Joon. 30. Vöötlihase kiud:
1 — närvikiu lõpe; 2 — lihaskiu kokkutõmbunud ala.

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 ristvöödiline välimus (joon. 30). 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 see pärast venitamist lasta lõtvuda. 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, kergesti eruta-

tavad ja kokkutõmbumisprotsess toimub 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.

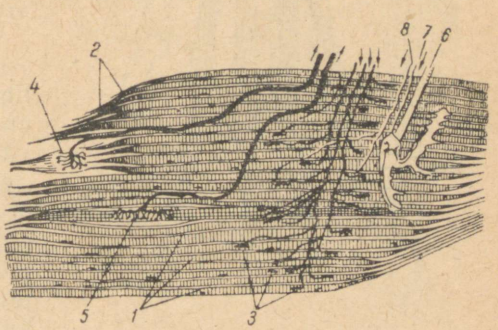


Joon. 31. Konna lihase kokkutõmmete registreerimine keerleva silindri tahmasele pinnale.

1 — lihas selle juurde tuleva närviga (2); 3 — kang registreerimiseks kümograafi silindri (6) pinnale; 4 — kangi pöörlemistelg; 5 — koormus, mis kisub kangi alla; 7 — vooluallikaga ühendatud elektroodid, milledel asetseb närv.

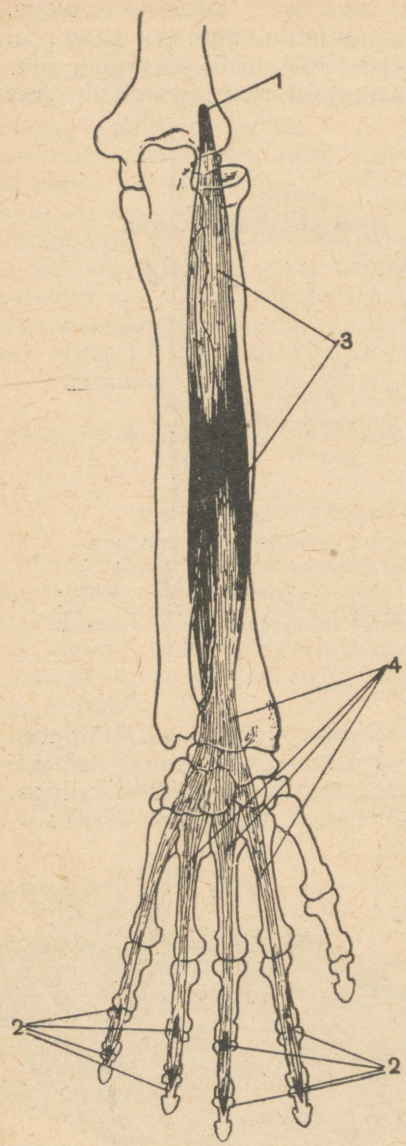
Lihase reageerimine ärritusele. Konna kehast väljalõigatud lihas tõmbub kokku, kui seda torgata nõelaga, lüüa pintsetiga, puudutada tulel soojendatud traadiga, mõjutada elektrivooluga, panna talle peale keedusoola kristall. Teisiti, igasugune ärritus — mehhaaniline, termiline, elektriline, keemiline — kutsub esile lihase kokkutõmbumise. On tähtis ainult, et ärritus oleks küllalt tugev.

Elusas kehas olevad lihased võivad niisuguste kunstlike ärritajate toimet tunda saada vaid erandjuhtudel. Meie lihaste normaalseiks, loomulikeks ärritajaiks on närviimpulsid. Selles pole raske veenduda, kui teeme katse konna kehast väljalõigatud skeletilihasega ühes selle juurde tuleva närviga. Niisuguse lihase



Joon. 32. Närvilõpmed skeletilihases:

1 — lihaskiud; 2 — lihase kõõlus; 3 — tsentrifugaal- (liigutus-) närvi kiudude lõpmed; 4 ja 5 — tsentripetaal- (tunde-) närvi kiudude lõpmed kõõluses ja lihases; 6 — veresoon; 7 — veresoonte juurde tulev närvikiud; 8 — närvikiud, mis annavad edasi mõjustusi lihase ainevahetusele.



Joon. 33. Sõrmi sirutava lihase kinnitumine luudele:

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

kokkutõmbeid on kerge vaadelda, kui kinnitada selle üks ots liikumatult, teine aga ühendada niidi abil kangiga (joon. 31). Kangi liikumine märgib suure täpsusega lihase iga kokkutõmbe, mis tekib reaktsioonina närvi ärritamisel elektrivooluga.

Lihastesse ulatuvad närvid koosnevad suurest närvikiudude hulgast. Lihase sees haruneb iga kiud paljudeks harudeks, varustades närvilõpmetega tervet üksikute lihaskiudude rühma (joon. 32).

Tsentrifugaalsete kiudude närvilõpmetelt kanduvad impulsid 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.

Igale mööda närvi kulgevale erutuslainele vastavad lihased kokkutõmbega, mis enamikul meie keha lihastel 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 skeletilihaste kokkutõmbed, mida näeme ükskõik milliste kehaliigutuste puhul.

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 (joon. 33).

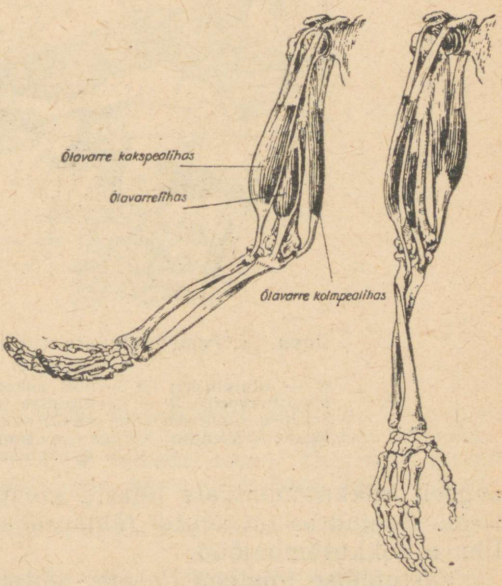
Kokku tõmbudes lihased lühenevad ja kas põhjustavad keha liigutuse või hoiavad keha teatavas asendis.

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

Kõige sagedamini toimuvad keha üksikute osade liigutused üheõlgse kangi põhimõttel, mille puhul toetuspunkt asetseb jõu rakenduspunkti ja vastupidise jõu rakenduspunkti ühendava sirgjoone pikendusel. Enamikul juhtudel on lihase kinnituspunkt toetuspunktile mitu korda lähemal kui raskuskeskpunkt. Seepärast peavad lihased vastupidise jõu ületamiseks arendama väga suurt jõudu. Sel puhul saavutatakse aga märgatav võit liigutuse amplituudis.

Liigest ümbritseb tavaliselt mitu lihast, milledest igaüks kutsub oma kokkutõmbumisega esile teatava liigutuse.

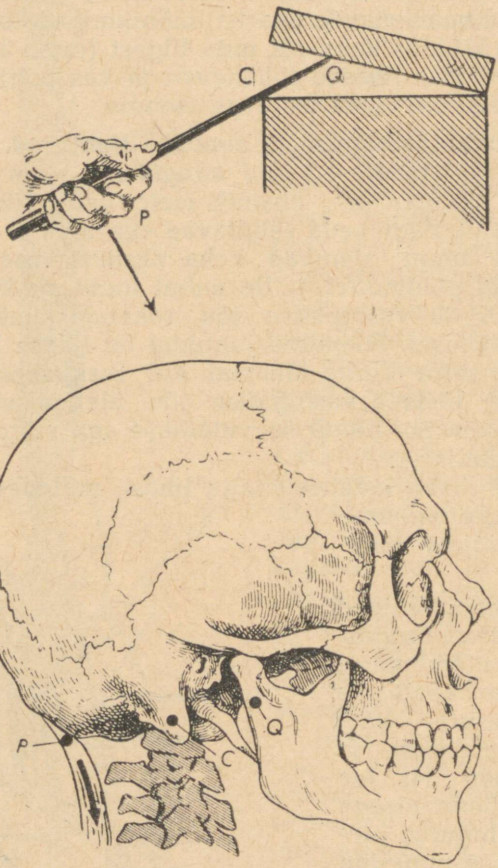
Küünarliigeses võivad kümmekonna mitmesuguste lihaste kokkutõmbumise tõttu toimuda käsivarre painutus ja sirutus, käelaba pöördumine sisse- ja väljapoole (joon. 34). Iga lihase kokkutõmbumisega esilekutsutav liigutus oleneb selle kinnituspunktide asetusest luudel. Õlavarrelihas, mis kinnitub õlavarre- ja küünarluu eesmisele pinnale, painutab kokku tõmbudes küünarliigest; õlavarre kakspealihas, kinnitudes alumise otsaga kodarluu sisemisele pinnale, mitte ainult ei painuta küünarliigest, vaid ka pöörab jõuga käelaba väljapoole; õlavarre kolm-



Joon. 34. Vastupidise toimega lihaste kokkutõmbumine ja lõtvumine (skeem).

pealihas kinnitub alumise otsaga küünarluu tagapinnale ja tõmbab kokkutõmbumisel käe küünras sirgeks.

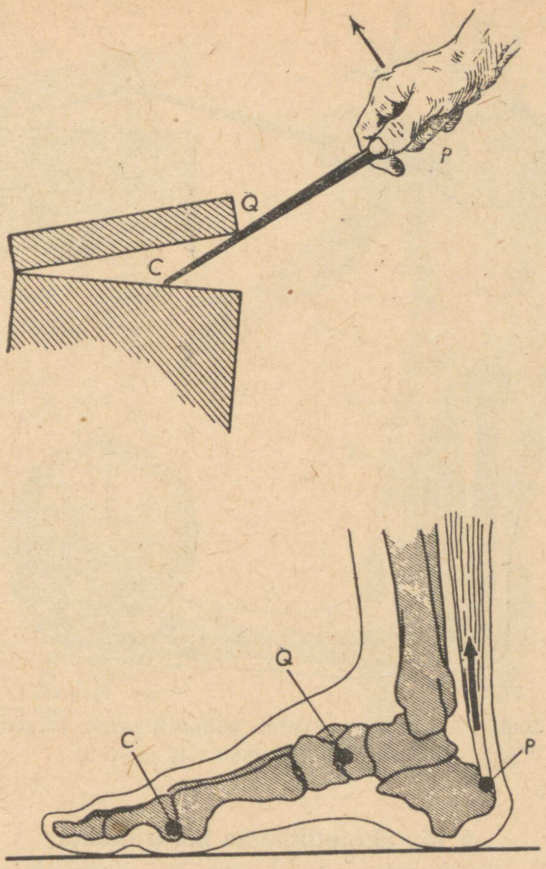
Liigese ümber asetsevad lihased võivad kokku tõmbuda kas eraldi või ühes või teises kombinatsioonis samaaegselt, nagu see enamasti esinebki. Meie liigutuste mitmekesisus on seotud sama-



Joon. 35. Pead toetavate kuklalihaste tegevuse skeem:
C — tugipunkt; P — jõu rakenduspunkt (lihase kinnituskoht); Q — vastupidise jõu rakenduspunkt. Joonise ülemises osas oleval skeemil on kujutatud kaane tõstmine kepiga — samasuguse punktide C, P ja Q asetusega.

aegselt kokkutõmbuvate lihaste kombinatsioonide mitmekesisusega. Seejuures on suure tähtsusega iga liigutusest osavõtva lihase kokkutõmbejõud.

Vastupidise toimega lihaste, näiteks õlavarrelihase (mis painutab käsivart) ja kolmpealihase (mis sirutab käsivart) samaaegne kokkutõmbumine võib liikumist mitte esile kutsuda, ent see-eest liiges püsib teatavas asendis.



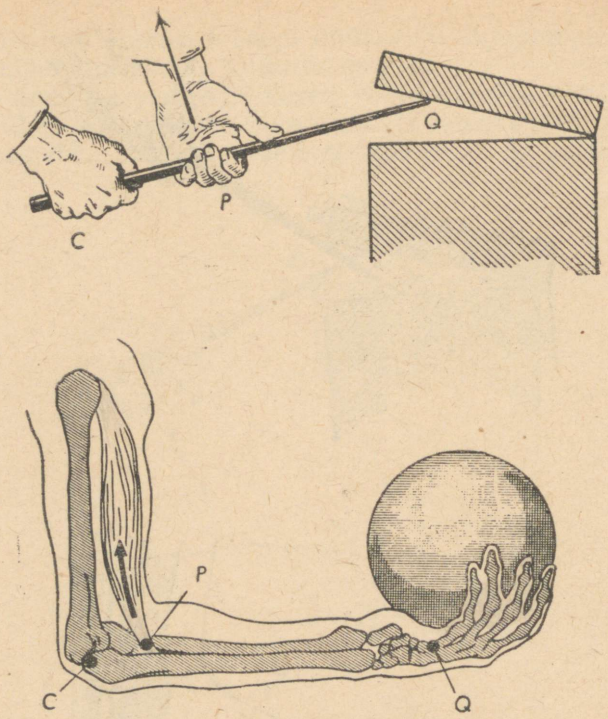
Joon. 36. Sääre kolmpealihase toime sääre-põialiigesele (skeem).
Tähendused on samad mis joon. 35.

Ülesanne.

1. Vaadelda kolju liikuvat ühendust lülisambaga (joon. 35). Leida tugipunkt, jõu rakenduspunkt (lihase kinnitumise koht) ja vastupidise jõu rakenduspunkt (pea raskuskeskpunkti läbival vertikaaljoonel). Kasutades skeemi joonise ülemises osas vastata küsimusele, missugusest kangiliigist võib siin rääkida.

2. Analüüsida samal viisil sääre kolmpealihase toimet sääre-põialiigesele kikivarbaile tõusmisel (joon. 36).

3. Teha sedasama käe painutamise suhtes küünarliigesest (joon. 37). Seletada, mispärast joonise ülemises osas kujutatud kangi (ühepoolset kangi, mille jõu rakenduspunkt asetseb tugipunkti ja vastupidise jõu rakenduspunkti vahel) tehnikas peaaegu ei kasutata.



Joon. 37. Käe painutamine küünarliigesest (skeem). Tähendused on samad mis joon. 35.

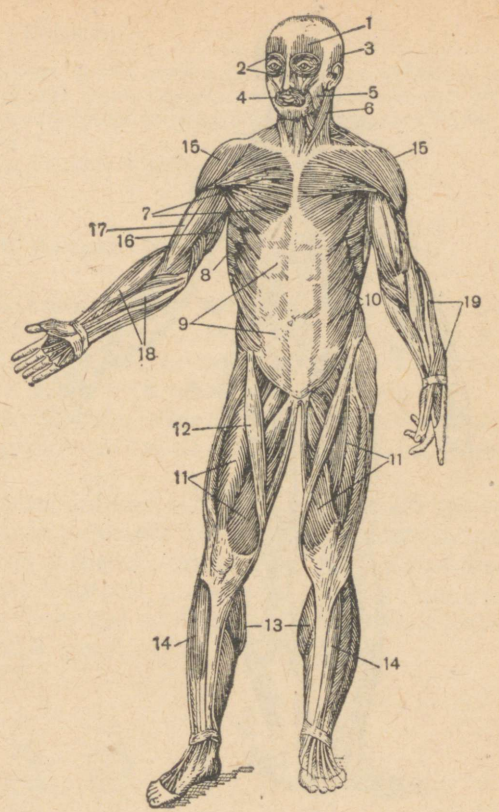
§ 15. Skeletilihaste põhirühmad.

Inimese kehas loendatakse üldse üle 600 skeletilihase (joon. 38 ja 39). Osavõtu järgi eri liigutustest võib neid liigitada mitmeks põhirühmaks.

Pea lihased. Pea lihaste hulka kuuluvad *mälumis- ja miimilised lihased. Mälumislihaste* kokkutõmbumine kutsub esile alalõualuude liigutusi. *Miimilised lihased* on ühe, mõned 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.

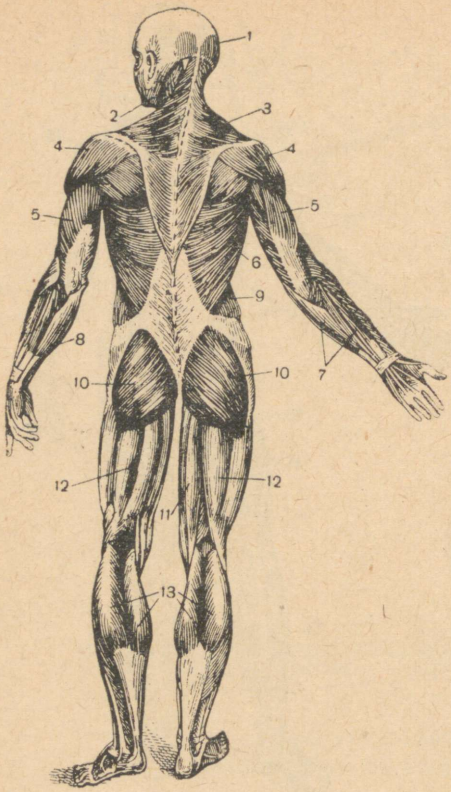


Joon. 38. Inimese lihased eestpoolt:
1 — otsmikulihas, mis tekitab otsmikunahale põikkortse; 2 — silma sõõrlihas, mis suleb silma; 3 — oimulihas; 4 — suu sõõrlihas, mis suleb suu; 5 — mälumislihas (võtab ühes teiste lihastega osa mälumisliigutustest); 6 — peanoogutajalihas (selle lihase kokkutõmbumisel mõlemal pool paindub pea allapoole, kokkutõmbumisel ühel pool pöördub pea 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 keret ettepoole ja tõmbab rindkeret allapoole; 10 — kõhu väline põiklihas (painutab kere 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 küünarliigesest); 17 — õlavarre kakspealihas (painutab kätt küünarliigesest); 18 — kämbla ja sõrmede painutajad; 19 — kämbla ja sõrmede sirutajad.

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. Osa seljalihaseid kinnituvad ühe otsaga lülisamba ja teisega roiete külge; niisugused lihased võtavad osa rindkere liigutamisest.

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 ülal rindkere alumisele servale ja all vaagnaluude ühenduskohale. Kummalgi pool sirglihastest asetsevad *kõhu välimised* ja *sisemised põiklihased.* Kui parem- ja vasakpoolne põiklihas tõmbuvad kokku samaaegselt, painutavad nad 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



Joon. 39. Inimese lihased tagantpoolt:
1 — kuklalihas; 2 — kaelalihased (võtavad osa pea liigutamisest); 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.

poole, mõned neist aga tõmbavad alalõualuud allapoole. Kui pea on fikseeritud liikumatult, siis *peanoogutajalihas* ja mõned teised kaelalihased tõstavad rindkeret.

Terve rühm kaelalihaseid võtab osa *keeleluu* liigutamisest. 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 hääle tekitamisel.

Jäsemete lihased. Käte ja jalgade mitmekesised liigutused toimuvad suure hulga jäseme-, õlavöötme- 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 ette- või tahapoole). Teiste lihaste kokkutõmbumine põhjustab jäsemete lähenemist või eemaldamist.

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

Ülesanne.

Kasutades õpperaamatu jooniseid, otsida endale üles õlavarre kakspea- ja kolmpealihas. Määrata kindlaks, kumb neist lihastest on kokkutõmbunud või lõtvunud seisundis käsivarre küünarliigesest painutamise ja sirutamise hetkel. (Liigutusi tuleb teha pingutuseta.)

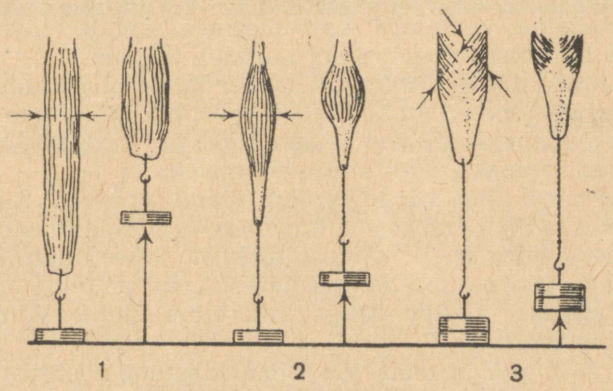
Tuua teisi näiteid vastupidise toimega lihaste töö kohta.

§ 16. Lihaste töö.

Lihase tugevuse ja tema kokkutõmbe suuruse tähtsus. Lihase töö sõltub tema jõust ja kokkutõmbe suurusest. Mida jämedam on lihas, mida rohkemast kiudude arvust ta koosneb, seda tugevam ta on ja seda suuremat tööd suudab ta teha.

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

Mõnes lihases (sääre kolmpealihas jt.) asetsevad kiud mitte piki, vaid viltu nagu linnusule udemed. Need lihased sisaldavad palju enam kiude kui niisama jämedad pikilihased ning seepärast võib nende kokkutõmbejõud ületada pikikiulise lihase kokkutõmbejõudu 2—3-kordselt. See-eest on kiudude viltuasendi tõttu lühenemise ulatus väga väike (joon. 40).



Joon. 40. Lihaste kokkutõmbe ulatus ja tugevus olenevalt nende ehitusest:
1 — lihas pikkade paralleelsete kiududega; 2 — lihas lühikeste paralleelsete kiududega; 3 — lihas viltu asetsevate kiududega (kiudude arv on kahekordne).

Lihaste töö reguleerimine närvide kaudu. Lihaste kokkutõmbumise põhjuseks on närvisüsteemilt tulevate impulsside vool. Närvisüsteemist sõltub ka lihaste toonus, s. o. see pinge, mis on lihasel puhkeseisundis. Nii lihase toonus kui ka tema töö sõltuvad suurel määral temas toimuvaist ainevahetusprotsessidest, mida

reguleerib samuti närvisüsteem kas vahetult või lihase verega varustamise muutmise, s. o. lihase veresoonte ahendamise või laiendamise teel. Lihased on seega allutatud kolmekordsele närvikontrollile.

Inimesel on lihaste töö terves ulatuses allutatud närvisüsteemi kõrgeimale osale — suuraju poolkerade koorele. Niinimetatud *ajukoore liigutuspiirkonna* vigastamisele järgneb liigutuste halvatus. Kui on vigastatud üks poolkera, siis kaovad liigutused ka ainult ühel (vastaspoolsel) kehapoolel.

Ajukoore kaudu võivad lihaste töövõimet mõjustada mitmesugused ümbritsevas keskkonnas kui ka organismis endas toimuvad muutused. Väsimuse, meeleolu languse ja halva tuju puhul muutuvad liigutused loiuks ja halvasti kooskõlastatuks, lihaste toonus aga alaneb — inimene tõmbub vimma, nägu omandab miimiliste lihaste toonuse nõrgenemise tõttu niisuguse inimese iseloomuliku ilme, kelle kohta öeldakse: „otsekui vette kastetud". Ning vastupidi, kui inimene on erk ja teeb tööd heameelega ja innuga, muutuvad tema liigutused täpseks, kooskõlastatuks ja kärmeks, lihaste toonus aga tõuseb — rüht sirgub ja nägu omandab energilise ilme.

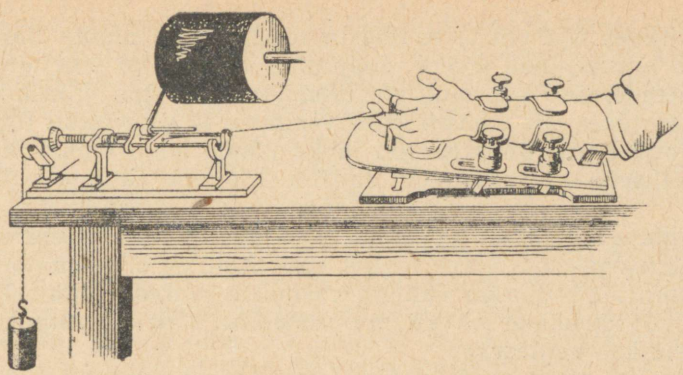
Rütmi tähtsus lihase töös. Nii käimisel, jooksmisel kui ka tööliigutuste (puulõhkumise, viilimise, kirjutamise) puhul tõmbuvad järjekorras kokku eri lihasrühmad, kusjuures üksikute lihaste kokkutõmbumine vaheldub korrapäraselt nende lõtvumisega. Niisugusel liigutuste rütmilisusel on suur tähtsus.

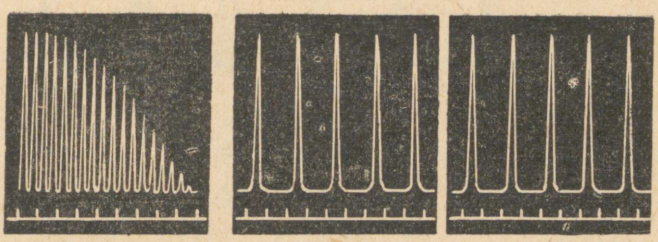
Lihase töötamise ajal toimub temas mõnede lihaskiudude koostisse kuuluvate ainete lagunemine. Üksikute kokkutõmmete vahel lihas puhkab; kiiresti taastub seisund, mis oli enne kokkutõmmet, ja lihas osutub uuesti täiesti töövõimeliseks.

Kui aga mõni lihas või lihasrühm töötab pidevalt, saabub kiiresti väsimus. 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 sirutatud asendis. Kestev lihase kokkutõmbumine võib viia ta täieliku jõuetuseni.

Lihase väsimust ja tema töövõime taastumist pärast puhkust võib jälgida erilisi aparaate kasutades. Üks neist on kujutatud joon. 41. See aparaat on konstrueeritud sõrmi painutavate lihaste töö ja väsimuse uurimiseks. Igal sõrme painutusel teevad lihased tööd, tõstes plokil rippuvat koormust. Nööri külge on kinnitatud liikumatult pliiats, mis joonestab paberile *lihase kokkutõmmete kõvera.* Niisuguse kõvera ülesmärkimiseks kasutatakse pliiatsi asemel sageli erilist sulge, mille teravik liigub pöörleva silindri — kümograafi — tahmaga kaetud pinnal. Selliselt saadud üleskirjutus on kujutatud samal joonisel.

Nagu üleskirjutus näitab, saabub sõrme sagedaste liigutuste puhul kiiresti lihaste väsimus: kokkutõmbe kõrgus langeb pikkamööda ja lühikese aja pärast lakkab koormus üldse tõusmast.





1 2 3

Joon. 41. Aparaat lihaste töö registreerimiseks.
All — sõrmeliigutuste üleskirjutus kümograafil:
1 — liigutuste maksimaalse sageduse juures; 2 ja 3 — harvemate liigutuste juures (2 — algul, 3 — kümme minutit hiljem).

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 tähtsus mitte ainult liigutuste sagedusel ehk tempol, vaid ka nende jõul. Joon. 42 on näidatud lihaste töö tulemused liigutuste ühtlase tempo, kuid koormuse erineva suuruse puhul. Erisuuruste koormuste tõstmisel tehtud töö suurus on arvutatud gramm-millimeetrites[1].

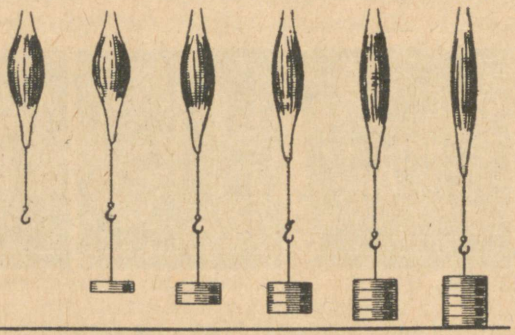
Katse näitab, et töö muutub olenevalt koormuse suurusest: väga väikese koormuse puhul on ka tööhulk väike; koormuse suurendamisel kasvab sooritatud töö hulk pikkamööda, saavutab maksimumi, s. o. suurima suuruse ning hakkab siis alanema; viimaks võib koormus muutuda nii suureks, et lihas ei suuda seda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

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

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU

Sooritades üht või teist lihaste tööd, võime muuta liigutuste jõudu ja kiirust enda soovil. Seejuures muutub ka sooritatud töö hulk. Ülemäärane koormus või ülemäärane tempo kiirendamine põhjustab töötavate lihaste kiire väsimise ja sooritatud tööhulga järsu languse. Iga kehalise töö jaoks võime leida tempo ja koormuse selliselt, et saavutada suurim tööhulk vähima väsimuse juures.

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.



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. 42. Lihase töö olenevalt koormuse suurusest.

Suur vene teadlane Setšenov, kasutades aparaati lihaste töö registreerimiseks, valis niisuguse koormuse, mille puhul sõrme painutamine tempoga 20 korda minutis polnud sugugi väsitav. Seda koormust tõsteti sõrmega katkestamatult nelja tunni vältel. Suurem koormus või kiirem töötempo põhjustasid väsimise lühikese aja järel.

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

Mida rohkem lihas töötab, seda enam vajab ta hapnikku ja toitaineid. Seepärast põhjustab lihaste töö mitte ainult töötavate lihaste eneste tugevnemist, vaid ka hingamis- ja vereringe-elun-

dite 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, kui suur tähtsus on kehalisel tööl, kehakultuuril, spordil, liikumismängudel, võimlemisel ja turistlikel matkadel luude-lihastesüsteemile ning selle kaudu kogu inimorganismi tugevdamisel.

On teada, et I. P. Pavlov, lapsepõlves nõrgajõuline poiss, tugevdas oma tervist, tegeldes järjekindlalt võimlemise ja kehalise tööga. 1936. aastal, tervitades Donetsi kaevurite nõupidamist, kirjutas ta: „Kogu oma elu jooksul ma armastasin ja armastan vaimset ning kehalist tööd, ja viimast vististi isegi rohkem."

Ülesanne.

Võtta raske ese (näiteks kaaluviht) ja teha kindlaks, kui kaua aega saab teda hoida väljasirutatud käes. Pärast puhkust proovida, kui kaua saab kätt rütmiliselt tõsta ja alla lasta, hoides käes sedasama eset.

Küsimused kordamiseks.

1. Missugused omadused on luul ja millest on need tingitud?
2. Kuidas toimub luu kasv pikkuses?
3. Tuua näiteid luude liikumatust ühendusest ja mitut liiki liikuvaist ühendustest.
4. Loetleda esmaabi-andmise põhireeglid nihestuste ja luumurdude puhul.
5. Loetleda inimese skeleti iseärasused, 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 tähtsus.

Koemahl. Ligi 50 protsenti kehakaalust langeb *koemahla* ehk *lümfi* arvele, mis täidab rakkudevahelisi ruume. Puutudes vahetult kokku rakkudega, kujutab ta endast *organismi sisekeskkonda.*

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.

Igasugune rakule vajalike ainete vähenemine või, vastupidi, laguainete kogunemine koemahlas häirib rakkude loomulikku tegevust. Et ainevahetus ja ühes sellega kõik elutalitlused võiksid toimuda normaalselt, peab koemahla koostis olema püsiv. Teisiti väljendades, koemahlasse peab pidevalt juurde tulema rakkude poolt tarvitatavaid aineid, laguained aga peavad sealt kõrvalduma.

Vere ringlemine. Koemahla koostise püsivust tagab vere pidev liikumine veresoontes.

Selgroogsetel, sealhulgas ka inimesel, moodustavad veresooned suletud ringi. Vere liikumist sooni mööda nimetatakse *vereringeks.* Inimesel, nagu kõigil imetajatel, eristatakse kaht vereringet — *suurt* ja *väikest* ehk *kopsu-vereringet* (värviline tabel III).

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 *arterid,* mis juhivad verd pähe ja ülemistesse jäsemetesse.

Kaarest madalamal väljuvad aordist harud kerelihaste ja kõhu siseelundite juurde. Nimmelülide kõrgusel hargneb aort kaheks suureks, alumisi jäsemeid verega varustavaks arteriks.

Paljukordselt harunedes moodustavad suured arterid järjest peenemaid sooni, mis varustavad verega kõiki kehaosi. Kõige peenemad arterid harunevad väga peenikeste *juussoonte* ehk *kapillaaride* tihedaks võrguks. Need on niivõrd peened, et iga nende ristlõike 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 endastmõistetav, et ei ole võimalik loendada täpselt kõiki keha kapillaare. Oletatakse siiski, et nende üldarv küünib umbes triljonini.

Ühinedes omavahel moodustavad kapillaarid *veene.* Peened veenid moodustavad liitudes üha 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 *kopsuarteri* ja selle arvukate harude kaudu paremasse ja vasakusse kopsu. Kopsudes harunevad peenemad arterid kapillaarideks, mis üksteisega ühinedes moodustavad veene. Nagu suureski vereringes, kujunevad ka siin peente veenide ühinemise teel üha 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 *kopsu-vereringeks.*

Kapillaaride läbilaskvuse tähtsus. Olles veresoontes ei puutu veri vahetult kokku elundite ja kudede rakkudega. Kuid läbi kapillaaride õhukese seina, mis koosneb ainult 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 kõigi ainete suhtes ühesugune. Just sellepärast erinebki koemahl oma koostise poolest verest; temas ei ole näiteks peaaegu sugugi valke, kuna veres on neid umbes 7%.

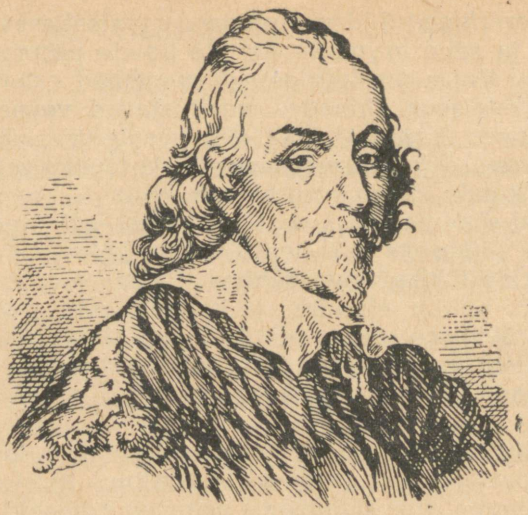
Arteriaalne ja venoosne veri. Suure vereringe arterites ringlev veri on küllastatud hapnikuga. Niisugust verd nimetatakse arteriaalseks. Kapillaarides kaotab veri tunduva osa hapnikust ja rikastub süsihappegaasist. Verd, mis on vaene hapniku ja rikas süsihappegaasi poolest, nimetatakse venoosseks. Suure vereringe veenide kaudu satub venoosne veri südame paremasse poolde ja sealt kopsu-vereringe arteritesse.

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

Vereringe osa ainevahetuses. Nüüd on arusaadav, kui suur tähtsus on vereringel. Vere pideva liikumise tõttu püsib koemahla koostis muutumatuna. Veri toob ja annab talle hapnikku ja toitaineid ning vabastab teda süsihappegaasist ja teistest ainevahetus-saadustest.

Verre kogunevad ainevahetus-saadused eemalduvad püsivalt ümbritsevasse keskkonda; süsihappegaas eritub kopsude, enamik ülejäänud aineid aga neerude kaudu. Soolestiku kaudu tuleb ümbritsevast keskkonnast verre järjest uusi toitainete koguseid, kopsude kaudu aga hapnikku.

Organismi ühtsus ja vereringe. Vereringe-süsteemi tähtsus ei piirdu ainult osavõtuga organismi kudede ja ümbritseva keskkonna vahelisest ainevahetusest. Vereringe kaudu mõjustavad keha elundid üksteist vastastikku keemiliselt. Üksikelundite ehituse ja talitluse erinevuse tõttu pole sarnased ka nende ainevahetus-saadused. Iga elund annab verre ühtesid või teisi aineid, mis mõjustavad keha teiste elundite tegevust.



William Harvey.

Lihastes tekivad nende töötamise ajal ained, mis verre sattudes mõjustavad paljude elundite tegevust. Muuseas tugevdavad nad seedemahlade nõristumist ja seega suurendavad isu. Nende ainete ülemäärane kogunemine verre, vastupidi, pidurdab mahlade nõristumist ja rikub isu. Ka soolestiku seinast nõristuvad ained, mis mõjustavad vere kaudu teisi elundeid, sealhulgas ka lihaseid. See vastastikune ainevahetus, see vastastikune keemiline seos keha elundite vahel aitab kaasa kogu organismi kui terviku ühtsuse ja häireteta tegevuse kindlustamisele.

Vereringe avastamise ajaloost. Vereringe avastamisega on seotud teadusliku, eksperimentaalse füsioloogia rajamine. 1628. a. avaldas inglise arst Harvey (loe: haavi) raamatu, milles esimest korda kirjeldati vere ringlevat liikumist. Raamatu eessõnas kutsus Harvey üles „õppima ja õpetama mitte raamatute järgi, vaid prepareerimise teel, mitte õpetatuse dogmade 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 tõestuse, et süda, pumbates verd, paneb selle ringi liikuma. Sellega pani ta õpetuses inimese organismist toime täieliku revolutsiooni.

Harvey vereringe-õpetuse ümber tekkisid tulised vaidlused. Usuesindajad ja reaktsionäärid tungisid Harveyle kallale sellepärast, et ta lükkas ümber vanaaja „eksimatud" autoriteedid ja

ühes sellega eitas „ülimat mõistust". Kuulus prantsuse XVII sajandi kirjanik Molière (loe: moljäär) pilkas oma näidendeis „Ebahaige" ja „Härra Pourceaugnac" (loe: dö pursonjak) teravalt Pariisi anatoomi Rolan'i ja teisi Harvey vastaseid, kes ei tunnustanud midagi, mis oli uus.

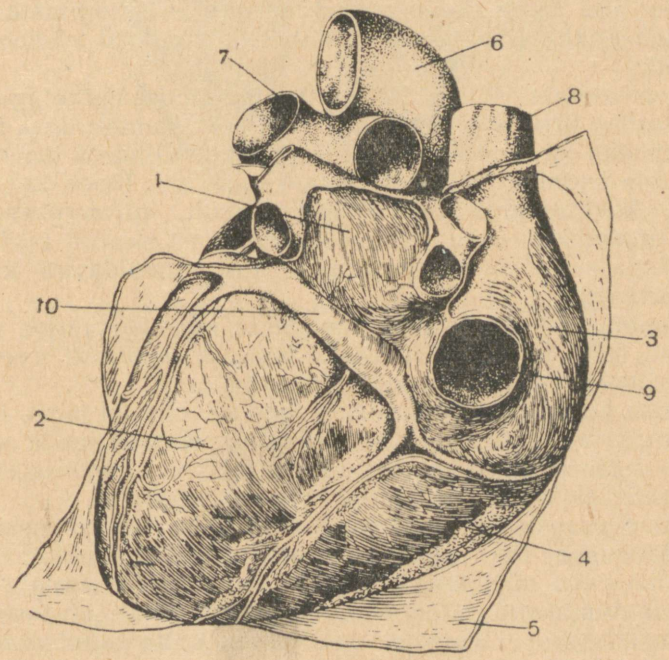
Vaidlused vereringe-õpetuse ümber, teiste sõnadega, vaidlused uue, tõelise teaduse ja endise õpetuse pooldajate vahel lõppesid alles XVII sajandi teisel poolel, kui õpetlased olid esmakordselt mikroskoobis näinud artereid ja veene ühendavaid kapillaare.

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 *südame põhimikuks*, alumist, veidi kitsamat osa — *südame tipuks* (joon. 43).



Joon. 43. 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 — kopsuarter; 8 — ülemine õõnesveen; 9 — alumine õõnesveen; 10 — südame pärgsooned.

Südame seina peamise massi moodustab *südamelihas,* mis on seest- ja väljastpoolt kaetud sileda kelmega. Südant ümbritseb igast küljest tihe *südamepaun.* Südame välispinna ja südamepauna vahel on kinnine õõs, mille seinad on alati niisked, mis kaitseb südant hõõrdumise eest ja kergendab sellega tunduvalt tema tööd.

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

Lihaskiu ärritamisel (näit. elektrivooluga) tekib ärrituse kohal kokkutõmbe-laine, mis levib kiiresti üle kogu kiu. Skeletilihastes levib kokkutõmbe-laine ainult neis kiududes, mis olid ärritatud. Südamelihases levib ta „protoplasmasillakeste" kaudu ühelt kiult teisele, haarates kiiresti kogu lihase. Missuguses südamelihase piirkonnas kokkutõmbe-laine ka tekiks, ta levib üle kogu lihase.

Südamelihase märkimisväärseks omaduseks on tema 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 ainult mõned kümnendikud sekundid.

See on seletatav sellega, et erutuslaine 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, mitteerutuvus aga mõned tuhandikud osad sekundist. Seepärast saavad skeletilihases tekkida sagedased erutuslained, mis võimaldavad kestvaid kokkutõmbeid.

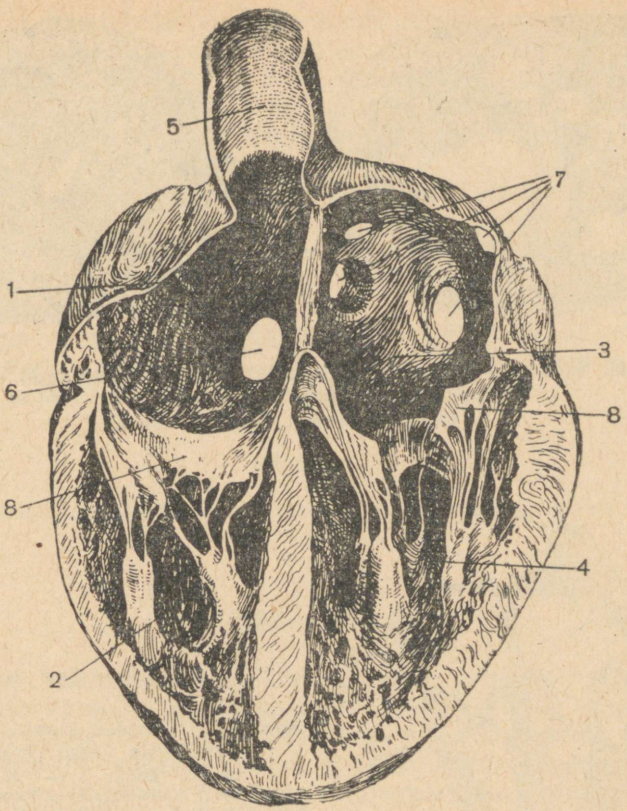
Südamelihas taastab uue erutuslaine andmise võime märksa hiljemini; alles lõtvumise hetkeks muutub ta uuesti vastuvõtlikuks ärritusele ja võib uuesti kokku tõmbuda.

Südame kojad ja vatsakesed. Avadeta vahesein jagab südame paremaks ja vasakuks pooleks (joon. 44). Kumbki neist pooltest koosneb kahest omavahel ühenduses olevast kambrist — õhukeseseinalisest *kojast* ja lihavast *vatsakesest.*

Südame paremasse kotta suubuvad kaks suurt veeni: *ülemine õõnesveen,* mis kogub verd ülemiselt kehapoolelt, ja *alumine õõnesveen,* mis kogub verd alumiselt kehapoolelt. Peale selle suubub südame paremasse kotta veen, mis toob verd südamelihasest endast. Südame vasakusse kotta suubuvad neli *kopsuveeni,* kaks kummastki kopsust.

Suurema osa südamest moodustavad vatsakesed. Paremast vatsakesest väljub *kopsuarter,* vasakust keha peaarter — *aort.*

Erinevus kodade ja vatsakeste seinte paksuses on seletatav nende erineva tööga. Südamekoja lihas tõukab verd ainult vat-



Joon. 44. 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.

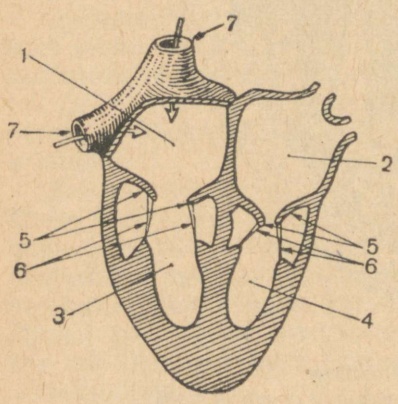
sakesse. Vatsakese lihas, tõmbudes kokku, tõukab verd läbi pika ja harunenud soontevõrgu.

Eriti suur on vasaku vatsakese töö, mis surub verd läbi suure vereringe, järelikult läbi keha kõigi elundite ja kudede kapillaaride, välja arvatud kopsud. Seoses sellega ongi vasaku vatsakese lihas parempoolsest märksa jämedam (joon. 45).

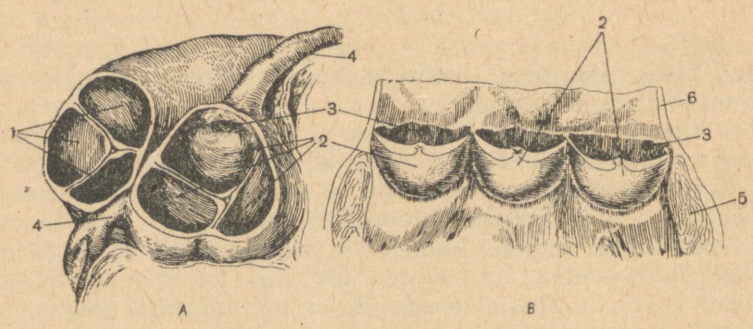
Südameklapid. Südame kodade ja vatsakeste vahel on plaadikujulised *hõlmased klapid* (joon. 46), mis koosnevad tihedast sidekoest. Paremas südamepooles olev klapp koosneb kolmest niisugusest hõlmast, vasakus pooles olev klapp aga kahest. Sulgunud hõlmade puhul suleb klapp südame koja ja vatsakese vahelise ava täiesti. Altpoolt, vatsakese sisepinna lihaskühmudelt lähevad klapi hõlmade juurde kõõlusniidid.



Joon. 45. Südame vatsakesed ristlõikes (vasakul — lõtvunud seisundis; paremal — kokkutõmbe ajal):
1 — parem vatsake; 2 — vasak vatsake.



Joon. 46. Hõlmased klapid 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.



Joon. 47. Poolkuuklapid:
A — ülaltvaade; B — vaade küljelt läbilõikes. 1 — klapp parema vatsakese ja kopsuarteri vahel; 2 — klapp vasaku vatsakese ja aordi vahel; 3 — pärgarteri ava; 4 — pärgarterid (varustavad südamelihast verega); 5 — vatsakese sein; 6 — aordi sein.

Hõlmane klapp 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.

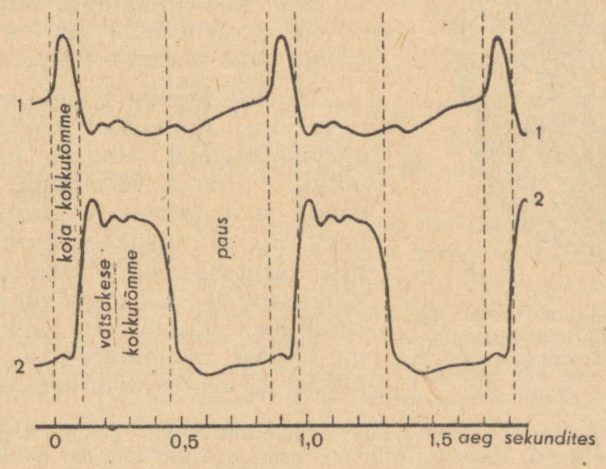
Vatsakestest läheb veri arteritesse. Vere liikumist vastupidises suunas takistavad *poolkuuklapid,* mis asetsevad taskukestena aordis ja kopsuarteris kohal, kus need südamest väljuvad (joon. 47). Vere voolamisel vatsakestest arteritesse surutakse klapi taskukesed soonte seinte vastu ja veri pääseb vabalt läbi. Vastupidise voolu puhul täidab veri klappide taskukesed, viimased paisuvad, sulevad veresoone valendiku täielikult ja takistavad vere tagasivoolamist arteritest vatsakestesse.

Ülesanne.

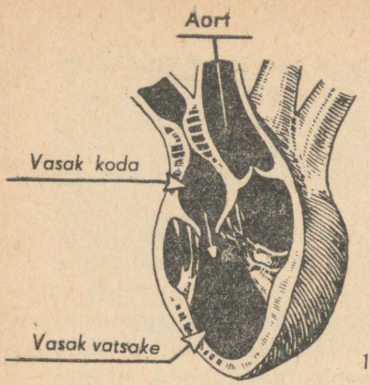
Joonistada süda läbilõikes ja näidata nooltega, mis suunas veri liigub.

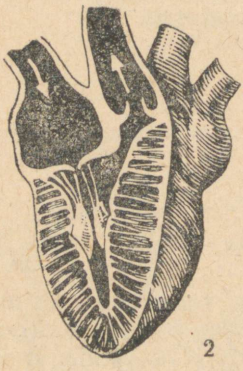
§ 19. Südame tegevus.

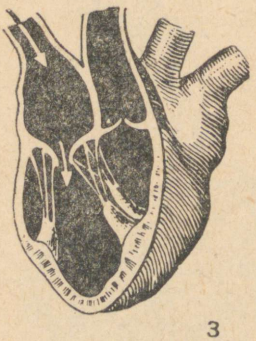
Südame kokkutõmmete rütm. Südame tegevuse uurimiseks kasutatakse katseid loomadega. Kui, abiks võttes narkoosi ja kunstlikku hingamist, lahata rindkere, paljastada süda ja ühendada üks kangike südame kojaga, teine aga vatsakesega, siis võib kümograafiga üles märkida kaks kõverat: üks kujutab kodade, teine vatsakeste kokkutõmbumist (joon. 48).



Joon. 48. Südame kodade (1) ja vatsakeste (2) kokkutõmmete registreerimine eraldi. All on märgitud aeg.







Joon. 49. Südame rütmi eri faasid (skeem):
1 — kodade kokkutõmbe algus;
2 — vatsakeste kokkutõmme;
3 — paus.

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 väikestel, on kokkutõmbed sagedamad.

Südame kokkutõmme algab tema paremas kojas õõnesveenide suubumise kohal; seejärel haarab ta kiiresti mõlemad kojad ja läheb üle vatsakestele, kusjuures need mõlemad tõmbuvad kokku ühel ja samal ajal (joon. 49). 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. Hoopis 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].

[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.

Ka imetaja väljalõigatud süda võib iseseisvalt kokku tõmbuda. Selleks küllastatakse eriliselt valmistatud toitevedelik, 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 teadlane Kuljabko „elustas" rinnalapse südame isegi 20 tundi pärast lapse surma.

Loomulikes tingimustes on kõige erutuvamaks südame piirkonnaks koht, kuhu suubuvad õõnesveenid. Seepärast algavadki seal südame kokkutõmbed.

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

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

Südame väsimatuse põhjus. Süda, mis kaalub ainult 300 g, teeb inimese elu kestel ära 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 vaheldumine. Nimelt nii on lugu käimise, puude saagimise, tööpingi juures töötamise ja teiste töötoimingute juures. Selgeks näiteks väsimatu tegevuse kohta on hingamislihaste töö.

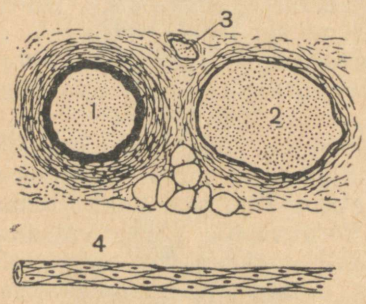
Kui lihase kokkutõmbed toimuvad pidevalt, tekib varsti väsimus. Sellega on seletatav, miks me ei suuda kaua väljasirutatult ja liikumatult paigal püsida või hoida väikestki raskust kõrvalesirutatud käel.

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 ehituse poolest on arterid, kapillaarid ja veenid üksteisest väga erinevad (joon. 50).

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



Joon. 50. Veresoonte ehitus: 1 — suure arteri 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 arterid venivad laiemaks. Oma seinte elastsuse tõttu avaldavad arterid laiendamisele vastusurvet ja suruvad südamepausi ajal neis oleva liigse vere järkjärgult välja, võttes endise seisundi. Niisuguse arterite seinte laienemise ja sellele järgneva ahenemise tagajärjel ei katke südame kahe kokkutõmbe vahel verevool suurtest arteritest vähematesse. Teiste sõnadega, veri liigub soontes pidevalt, hoolimata sellest, et südamest väljub ta ainult vatsakeste kokkutõmbe hetkel.

Mida peenem on arter, seda õhem on ta sein. Keskmise suurusega arterite seintes on võrdlemisi väike arv elastseid kiude ja paks lihaskiht. Kõige peenemate arterite sein koosneb ühest lamedate, väljastpoolt ühes reas asetsevate lihaskiududega kaetud rakkude kihist. Lõpuks kaovad lihaskiud hoopis ja arter 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 arterite omadest õhemad; lihaskiht on neis nõrgalt arenenud ja neis on väga vähe elastseid kiude.

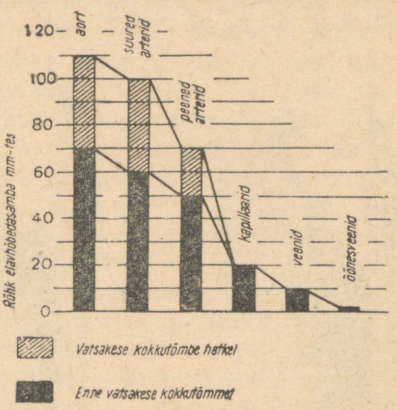
Vererõhk soontes. Tegutsedes pumbataoliselt surub süda verd aorti ja kopsuarterisse. Selle tulemusena on veri neis suurtes arterites tugeva rõhu all, mis tõukab teda läbi kogu veresoonestiku.

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

Vererõhk langeb vere edasiliikumisel ebaühtlaselt (joon. 51). Kõige kiiremini väheneb see neis veresoonestiku osades, kus takistus verevoolule on kõige suurem. Aordi lai valendik, mis täiskasvanud inimese juures on 2—3 cm läbimõõdus, laseb verd

kergemini läbi kui arvukad väikesed arterid, mis kannavad verd keha üksikuisse elundeisse; need omakorda takistavad vere liikumist vähem kui kõige peenemad arterid ja eriti kapillaarid, millede läbimõõt on vaid mõni tuhandik millimeetrit.

Voolates mööda kapillaare ületab veri väga suure takistuse, mis tekib vere hõõrdumisel kitsaste soonekeste seinte vastu. Suur osa vere motoorsest jõust, s. o. vererõhust, kulub edasiliikumisele mööda seda lühikest, kuid rasket veresoonestiku piirkonda. Siin langeb vererõhk kõige kiiremini.



Joon. 51. Vererõhu kõrgus suure vereringe eri lõikudes 15—16-aastasel noorukil.

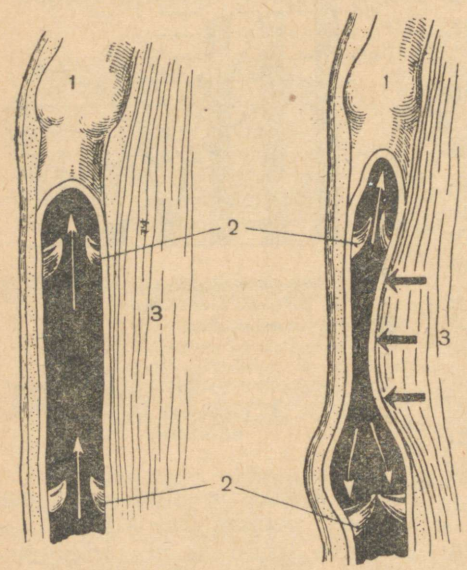
Vere liikumine veenides. Peenikestes veenides tõuseb vererõhk vaevalt 10 mm kõrguse elavhõbeda-samba rõhuni. Südame lähedal, suurtes veenides, on rõhk veel madalam. Järelikult on verel veenides väiksem motoorne jõud; suur osa sellest on juba kulutatud peamiselt peenemate arterite ja kapillaaride läbimisel. Seepärast on vere liikumine veenides ebasoodsamates tingimustes kui arterites. Eriti rasked on vere liikumise tingimused alumiste jäsemete veenides, kus see, tõustes ülespoole, peab ületama veel omaenda raskuse.

Tööliigutused, käimine, võimlemisharjutused ja üldse igasugune lihaste tegevus kergendab vere liikumist veenides, sest et iga lihaste kokkutõmbumine põhjustab ühtedes või teistes venoosse soonestiku osades kokkupigistuse. Seejuures surutakse verd ainult südame suunas. Vastupidises suunas veri ei saa liikuda: seda takistavad *klapid*, mis on sarnased aordi alguses ja kopsuarterites olevate poolkuuklappidega. Niisuguseid klappe leidub veenides kõikjal (joon. 52).

Me sooritame alatasa ühtesid või teisi kas või väikseidki liigutusi. Seejuures ühed või teised lihasrühmad, tõmbudes kokku, rõhuvad neist möödaminevaid veene. Niiviisi on lihaste tegevus alaliseks ja väga oluliseks abinõuks, mis kergendab vere liikumist veenides. Väheliikuv, istuv eluviis, samuti ka liikumatu kehahoiak töötamise ajal loovad venoosse vere äravoolamiseks ebasoodsad tingimused. Neil juhtudel areneb sagedasti vere seisak, mis kajastub üldises tervislikus seisundis.

Pulss. Mõnedes kehaosades on arterid kergesti kombatavad. Õigeks tundemärgiks, et sõrmede all on tõesti arter, on rütmiliste tuigete tajumine. Arteri seina rütmilist võppumist nimetataks pulsiks.

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



Joon. 52. 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.

Vere liikumise kiirus. Jõe kitsas sängis voolab vesi väga kiiresti. Mida enam jõesäng laieneb, seda märgatavamalt aeglustub vee liikumine. Samal viisil oleneb ka vere liikumise kiirus vereringe-süsteemis voolutee laiusest.

Südamest aorti suubunud, voolab veri kiirusega 0,5 meetrit sekundis. Kuidas aga muutub verevoolu kiirus ülemineku puhul peenematesse arteritesse ja seejärel kapillaaridesse? Aordi ristlõike pindala on umbes 300 mm², kapillaari ristlõike pindala aga mõned ruutmillimeetri miljondikud. Näib, nagu peaks verevoolu tee järk-järgult kitsenema ja verevool kiirenema. Kuid tegelikult vere liikumine aeglustub järk-järgult. See oleneb sellest, et verevoolu tee, hargnedes ikka suuremaks harude hulgaks, tugevasti laieneb. Iga hargnemise puhul muutuvad veresooned 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 suurem aordi laiusest. Seepärast voolab veri kapillaarides 500—1000 korda aeglasemalt kui aordis — keskmiselt alla 1 mm sekundis.

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

Teel kapillaaridest südame kojani kitseneb verevoolu tee uuesti ja verevoolu 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 kõigis keha kudedes koemahl ehk *koelümf*. Üleliigne lümf tungib kas tagasi verre või erisoontesse, mida nimetatakse *lümfisoonteks* (joon. 53). Need algavad harilikult umbsete kotikestena ja moodustavad tiheda võrgu. Üksteisega ühinedes kujunevad alg-lümfisoontest kord-korralt üha suuremad sooned. Lõpuks suubub lümf kahe *lümfijuha* kaudu suure vereringe suurtesse veenidesse südame läheduses (värviline tabel II).

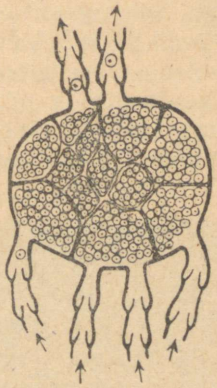
Lümf voolab väga aeglaselt. Lümfi kogus, mis kahe lümfijuha kaudu voolab verre, ületab vaevalt 10—20 l ööpäevas.

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 (joon. 54). Need koosnevad õrnast sidekoest.



Joon. 53. Lümfisoonte algus kudedes (skeem).



Joon. 54. Lümfisõlm. Nooled näitavad lümfi liikumise suunda soontes, milledest ühed suubuvad lümfisõlme ja teised väljuvad sealt.

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

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

§ 21. Vereringe regulatsioon.

Südame tegevus ja organismi vajadused. 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 vajadustega 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 tegevuses.

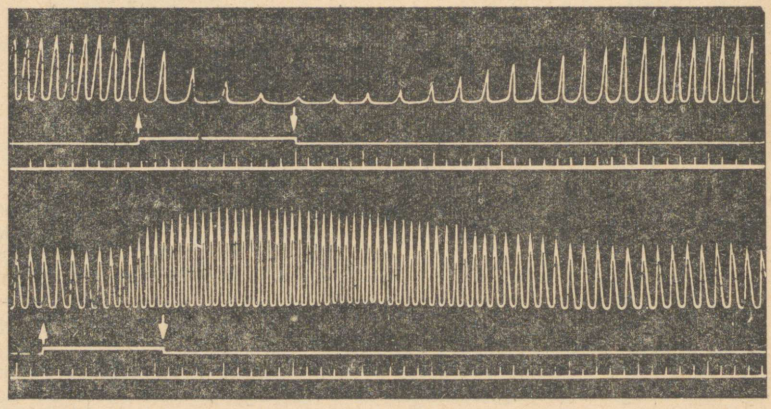
Kuidas siis teostub püsiv ja organismile väga tähtis seos südame ja organismi teiste elundite töö vahel?

Südame innervatsioon. Keha eri elundite tegevust kooskõlastab närvisüsteem. Südame juurde tulevad peaajust *uitnärvid* ja 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, harvemaks 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 harvemaks, nende ärritamisel aga sagenevad. I. P. Pavlov



Joon. 55. Küüliku südame kokkutõmmete registreerimine kümograafil närvide ärritamise puhul: all — sümpaatilise ja ülal — uitnärvi ärritamisel. Allatõmmatud joon märgib aega. Selle kohal on näidatud närvi ärritamise kestus (ärritamise algust ja lõppu märgivad nooled).

avastas juba oma teadusliku tegevuse alguses möödunud sajandi 80-ndail aastail, et sümpaatilise närvi mõnede harukeste ärritamine tugevdab südame kokkutõmbeid. Järelikult sümpaatiline närv kiirendab ja tugevdab südame kokkutõmbeid.

Seega uit- ja sümpaatilised närvid avaldavad südamele vastupidist mõju (joon. 55).

Vere jaotumine elundite vahel. Organismiga juhtub harva, et rasket tööd teevad samaaegselt kõik kehaosad.

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

Lõtvunud lihases on suur enamik kapillaare kokkulangenud seisundis, nii et veri ei pääse neist sugugi läbi (joon. 56). Lihase kokkutõmbumisel 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. Matemaatikaülesande lahendamisel toimub peaajus veresoonte laienemine ja peaaju rikkalik varustamine verega.



Joon. 56. Kapillaarid laienenud (1) ja ahanenud (2) seisundis.

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 täiesti selgesti nähtavaks erinevus tema parema ja vasaku kõrva varustamises verega. Vasakus kõrvas on näha märksa rohkem veresooni kui paremas. Kui aga vasaku kõrva juurde viivat sümpaatilist närvi ärritada elektrivooluga, siis hakkavad selle kõrva veresooned juba mõne sekundi pärast ahenema. Närvi küllalt suure ärritamise puhul muutub kõrv täiesti kahvatuks.

See katse näitab, et veresoonte ahenemine toimub sümpaatiliste närvide mõjul, millede harukesed ulatuvad veresoonte seinte lihasteni.

Samuti toimub närvisüsteemi mõjul 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 ahenemise (naha kahvatumise), sooja mõju aga nende laienemise (naha punetuse). Järsk sattumine külma vette võib esile kutsuda „südame seismajäämise", s. o. lühiajalise südametuigete peatuse.

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

Suurt mõju südamele ja veresoontele avaldavad impulsid, mis tulevad *suuraju poolkerade koorest*. Niisuguse mõju näiteks võivad olla südametuigete tugevnemine või, vastupidi, nõrgenemine, samuti näo punetumine või kahvatumine ärevuse ja hirmu puhul. Olenevalt sellest, kas inimene on erksas või rõhutud meeleolus, kas ta teeb tööd heameelega või sunnitult, mõjustab suuraju poolkerade koor südame ja veresoonte süsteemi tegevust erisuguselt.

Südame ja veresoonte süsteemi eneseregulatsioon. Südame tegevuse regulatsioonis etendavad tähtsat osa ärritused, mis tulevad vereringe-süsteemilt endalt. Südame ja veresoonte seintes on *tsentripetaalsete närvikiudude lõpmeid*. Mõned neist erutuvad soone laienemisel, teised mõnede keemiliste ainete, näiteks süsihappegaasi toimel. Impulsid jõuavad tsentripetaalsete närvikiudude kaudu kesknärvisüsteemini ja nimelt *pikliku ajuni*, kus asetseb niinimetatud *südame ja veresoonte tsentrum*. Siin tekivad vastuimpulsid, mis jõuavad tsentrifugaalsete närvide kaudu südame ja veresoonteni, põhjustades nende tegevuse reflektoorseid muutusi.

Üks vene teadlastest tegi juba ammu kindlaks, et kui vererõhk aordis läheb ülemääraseks ja aordi seinad venivad tugevasti laiali, siis erutuvad neis olevad tsentripetaalse närvi lõpmed. Erutus jõuab läbi kesknärvisüsteemi ja uitnärvide kaudu südameni, mis hakkab harvemini ja nõrgemini kokku tõmbuma, mille tõttu vererõhk langeb normaalse tasemeni.

Sagedasti juhtub, et vere juurdevool paremale südamepoolele järsku suureneb ja süda ei jõua verd kopsuarterisse 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 pidurdamise. Selle tulemusena hakkab süda sagedamini ja hoogsamalt kokku tõmbuma ning tuleb järjest juurdevoolava vere väljasurumisega nüüd juba täiesti toime.

Nende reflekside tähtsuse tegi esimesena kindlaks I. P. Pavlov. Ta näitas, et vereringe-süsteem reguleerib end teatava määrani ise, mille tõttu liiga järsud muutused südame ja soontetegevuses osutuvad peaaegu võimatuks.

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

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

Südame ja soonte süsteemile mõjuvate mitmesuguste ainete seas on erilise tähtsusega adrenaliin ja atsetüülkoliin. Neid mõlemaid tekib organismis närvisüsteemi kontrolli all alati suuremal või vähemal hulgal. *Adrenaliin* mõjustab südant ja veresooni samuti nagu sümpaatiliste närvide ärritus: tema sisseviimine verre ahendab veresooni, kiirendab ja tugevdab südame kokkutõmbeid. *Atsetüülkoliin* avaldab vastupidist mõju: ta aeglustab ja nõrgestab südame kokkutõmbeid ja laiendab veresooni.

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

Küsimused.

1. Miks on pärast tugevat lõunasööki kahjulik teha võimlemisharjutusi või supelda?
2. Kuidas seletada vene vanasõna: „Täis magu ei saa tööst ega õppimisest jagu"?

Ülesanne.

Lugeda endal pulssi hommikul voodis lamades. Missugune verehulk voolab läbi südame vasaku poole ühe minuti jooksul, kui iga kokkutõmbega paiskab süda aorti 60 cm^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 cm^3.

§ 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 ühes minutis 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.

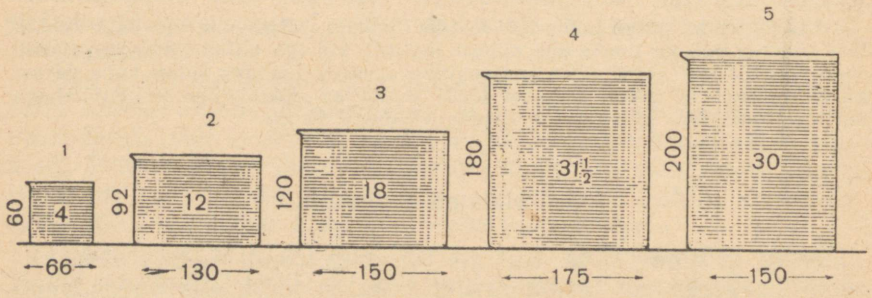
Treeninud, kehalise tööga harjunud, võimlemist või sporti harrastava inimese süda hoogustab oma tegevust peaasjalikult iga kokkutõmbe puhul südamest väljapaisatava verekoguse suurendamisega. Ainult väga suure koormuse puhul hakkab südame kokkutõmmete sagedus järsult tõusma.

Treenimata, väheliikuva eluviisiga ja kehalise tööga harjumata inimese süda võib väga vähesel määral muuta kokkutõmmete mahtu ja suurendab oma tööd peaaegu eranditult kokkutõm-

mete sagendamise teel. See lühendab järsult südame kogu töötsüklit (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 verega täitub, puudub peaaegu üldse. Selle tõttu nõrgeneb südamelihase tegevus ja väheneb südame täitumine veenidest juurdevoolava verega.

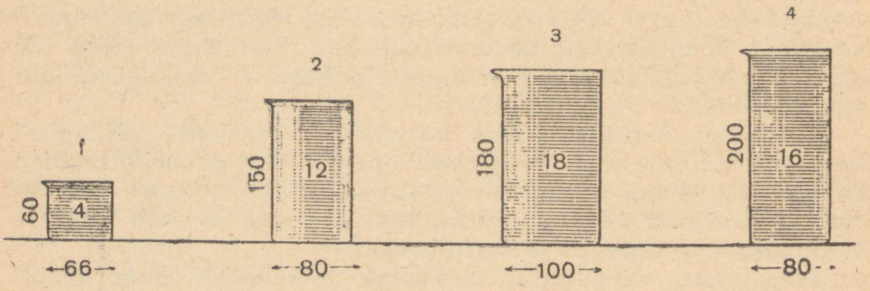
Südame varujõud. Südame varujõud seisavad ta võimes suurendada oma tööd, s. o. suurendada läbipumbatava vere kogust. Joonis 57 selgitab treeninud inimese südame varujõudu.

Sel määral, kuivõrd südamele esitatakse järjest suurenevaid nõudeid, suurendab süda igas minutis väljapaisatava vere kogust. Treeninud inimese juures saavutatakse see algul peaasjalikult iga kokkutõmbe mahu arvel. Ainult väga suure töö puhul hakkab kokkutõmmete arv järsku tõusma, ulatudes minutis 160—180-ni. Edasise töökoormuse suurendamisega ei tule süda ilmselt toime: kokkutõmbed sagenevad veelgi, kuid nende maht väheneb ja



Joon. 57. Treeninud inimese südame töö:

1 — lamamisel; 2 — kiirel käimisel; 3 — aeglasel jooksul; 4 ja 5 — jooksukiiruse edasisel suurendamisel. Klaaside laius vastab verehulgale, mille paiskab süda aorti igal kokkutõmbel (cm³); klaaside kõrgus vastab kokkutõmmete arvule minutis; arv igal klaasil vastab vere hulgale liitrites, mida aort saab ühe minuti jooksul.



Joon. 58. Mittetreeninud inimese südame töö. Tähendused on samad, mis joonisel 57.

üldine väljapaisatava vere kogus langeb 31,5 liitrilt 30 liitrile minutis. Süda ei suuda täita organismi nõudeid ja töö muutub inimesele üle jõu käivaks.

Nõrga, treenimata inimese südamel on väga väikesed varujõud. Joon. 58 esitatud juhul võis süda suurendada ühes minutis väljapaisatava vere kogust ainult 4,5-kordselt (4—18 liitrini). Seejuures tõusis pulss kuni 180 löögini minutis, kokkutõmmete maht aga suurenes väga vähe (66-lt 100 cm^3-ni). Edasine nõuete suurendamine südame suhtes mitte ainult ei suurendanud, vaid isegi vähendas 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.

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 nõrgemaks 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 üle jõu 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 alaline 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. Missugused on arterite, veenide ja kapillaaride ehituse iseärasused?
4. Mille poolest erineb arteriaalne veri venoossest verest?
5. Missugustes arterites 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 erineb vere liikumise kiirus veresoonte eri osades?
12. Missugune tähtsus on aeglasel verevoolul kapillaarides?
13. Kuidas mõjub lihaste tegevus vereringele?
14. Kuidas reguleerub südame tegevus?
15. Mistõttu võib muutuda meie keha elundite täitumine verega?
16. Milles seisneb südame ja veresoonte süsteemi eneseregulatsioon?
17. Kuidas muutub treeninud ja treenimata inimese südame tegevus organismi erineva töö juures?
18. Mis võib esile kutsuda südame üleväsimuse?

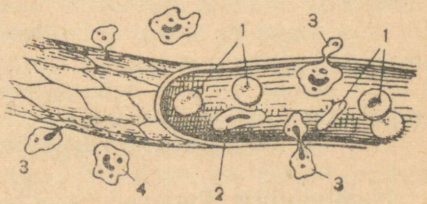
§ 23. Vere koostis.

Vere settimine. Veri on läbipaistmatu ja punase värvusega. Ta on vedelik, milles ujub suur hulk väga väikesi, ainult mikroskoobis nähtavaid vereliblesid (värviline tabel III). Kui verele juurde lisada mõned selle hüübimist ja tompudesse tardumist takistavad ained, siis võib vereliblesid vere vedelast osast eraldada. Pärast niisuguse mittehüübiva vere settimist võib täiesti selgesti eristada kaht kihti. Alumine kiht koosneb vereliblédest; ta on läbipaistmatu, tumepunase värvusega ja kaetud väga õhukese valkja kilega; ülemine kiht on täiesti läbipaistev, veidi kollakas vedelik.

Vereplasma. Vere vedelat osa nimetatakse *vereplasmaks* (vereleem). Üle 90% vereplasmast moodustab vesi. Kloornaatrium (keedusool), süsihapu naatrium ja mõned teised anorgaanilised soolad moodustavad umbes 1%. Ülejäänud osa langeb valkudele (umbes 7%), viinamarjasuhkrule (0,1—0,12%) ja paljudele teistele väikeses koguses esinevatele ainetele, mis on vajalikud keha rakkudele või mis on viimaste tegevuse saadused. Vereplasma sisaldab ka gaase, peaasjalikult hapnikku ja süsihappegaasi.

Valged verelibled. Õhuke, valkjas, tumepunast veresetet kattev kile koosneb *valgetest vereliblédest* ehk *leukotsüütidest.* Neid leidub nii selgroogsete kui ka selgrootute veres. Selgroogsete veres leidub mitut liiki, omaduste poolest üksteisest erinevaid valgeid vereliblesid.

Valge verelible on amööbiga sarnanev rakk. 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 veresoonte seinte, tungivad nad rakkudeja kudedevahelistesse ruumidesse ning rändavad keha kudedes (joon. 59) või ilmuvad limaskestade pinnale.



Joon. 59. 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 veresooni rändavad valged verelibled.

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

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. Selgroogsete veri sisaldab peale valgete vereliblede veel suure hulga *punaseid vereliblesid* ehk *erütrotsüüte.* Need annavadki verele punase värvuse.

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

Kalade ja kahepaiksete punastel vereliblédel 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 vereliblédel on mõne aja kestel siiski tuum. See näitab, et loomariigi ajaloolise arenemise protsessis kaotasid punased verelibled pikkamööda tuuma: algul tuumad vähenesid suuruses ja siis kadusid hoopis.

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* on ainult protoplasma tükikesed. Nad on märksa pisemad valgetest ja punastest vereliblédest. Ühes kuupmillimeetris veres on neid 300 000—500 000.

Vere väljavoolamisel soonest kleepuvad vereliistakud üksteise külge, tekitades 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. Mõnede valgete vereliblede liigid tekivad *põrnas* ja *lümfinäärmeis*.

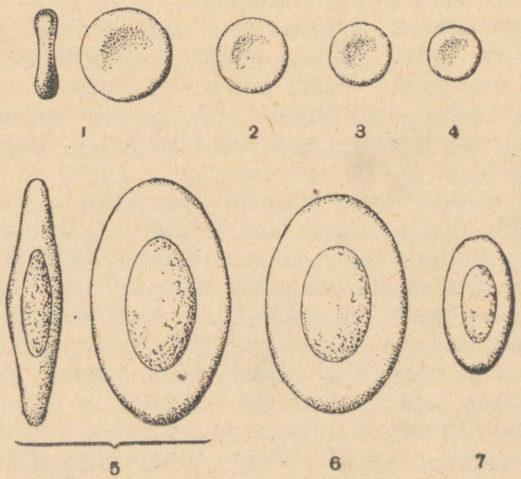
Ülesanne.

Joonestada inimese vere pilt niisugusena, nagu ta näib mikroskoobis.

§ 24. Punased verelibled ja nende funktsioon.

Hemoglobiin. Punased verelibled ehk erütrotsüüdid on hapniku edasikandjad.

Punaste vereliblede peamiseks koosteosaks on väga keerukas aine h e m o g l o b i i n. See on valgu ühend 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 punaste vereliblede hemoglobiiniga. Kui aga veri satub elundeisse, kus rakud on hapniku juba ära tarvitanud, annab hemoglobiin seda rakkudele.



Joon. 60. Inimese ja mitmesuguste loomade punased verelibled.

Ülemine rida — tuumata verelibled; alumine rida — tuumaga verelibled; 1 — elevandil; 2 — inimesel; 3 — hobusel, veisel; 4 — kitsel, seal; 5 — kalal (raikala); 6 — konnal; 7 — tuvil.

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. Pindala suurus sõltub liblede suurusest ja kujust. Selles pole raske veenduda, kui jälgida, kuidas suureneb pind munakivi purustamisel. Tervel munakivil on väiksem pind kui kõigil tema tükkidel kokku. Mida peenemad on tükid, seda suurem on nende üldpindala.

Joonis 60 kujutab mitmesuguste loomade ja inimese punaseid vereliblesid. Imetajatel on punased verelibled märksa 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 ja 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 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 kehvveresuseks.

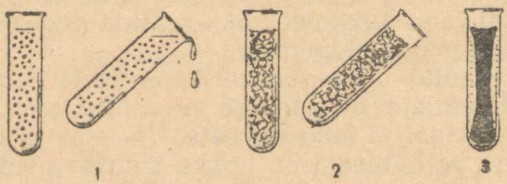
Küsimusi.

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 sellel organismile?

§ 25. Vere hüübimine.

Vere hüübimise vaatlemine. Võtame veresoontest 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 (joon. 61).



Joon. 61. Veretombu tekkimine:
1 — värskelt väljalastud veri katseklaasis; 2 — hüübinud veri; 3 — tombu kortsumine.

Kui vere hüübimise protsessi jälgida mikroskoobi abil, siis võib näha, kuidas vereleemes tekivad üksteise järel väga peened niidikesed. Need põimuvad, moodustades pikkamööda tiheda võrgu, mille silmustes takerduvad verelibled (joon. 62).

Fibriin. Veri hüübib seepärast, et vereleemes leidub teiste valkude seas väike kogus *fibrinogeeni,* mis läheb kergesti üle lahustamatusse olekusse ja eraldub lahusest väga peente niidikeste kujul, mis moodustavad tombu. Selle valgu lahustamatut teisendit 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 niisugune veri jätta katseklaasi, siis setivad verelibled järk-järgult ja nende kohale jääb läbipaistev kollakas vedelik, mida nimetatakse *vereseerumiks* ehk *verevadakuks* ja 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 aru saada keerukast vere hüübimise protsessist, on vaja tutvuda organismi ühe tähelepanuvääriva 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. Nagu teada, oleneb keemiliste protsesside kiirus temperatuurist: mida kõrgem see on, seda kiiremini ja energilisemalt areneb keemiline reaktsioon. Paljud protsessid, sealhulgas süsivesikute hapendumise protsess, mis on organismis nii laialdaselt levinud, võivad toimuda väljaspool organismi ainult väga kõrges temperatuuris. Samal ajal aga toimuvad needsamad protsessid organismis väga kiiresti kehatemperatuuri juures.

On aineid, mille juuresolekul mõned keemilised reaktsioonid võivad tugevneda ja kiireneda. Neid aineid nimetatakse kiirendajateks ehk *katalüsaatoriteks*. Samasuguseid reaktsiooni kiirendajaid leidub igas organismis. Neid nimetatakse *fermentideks*.

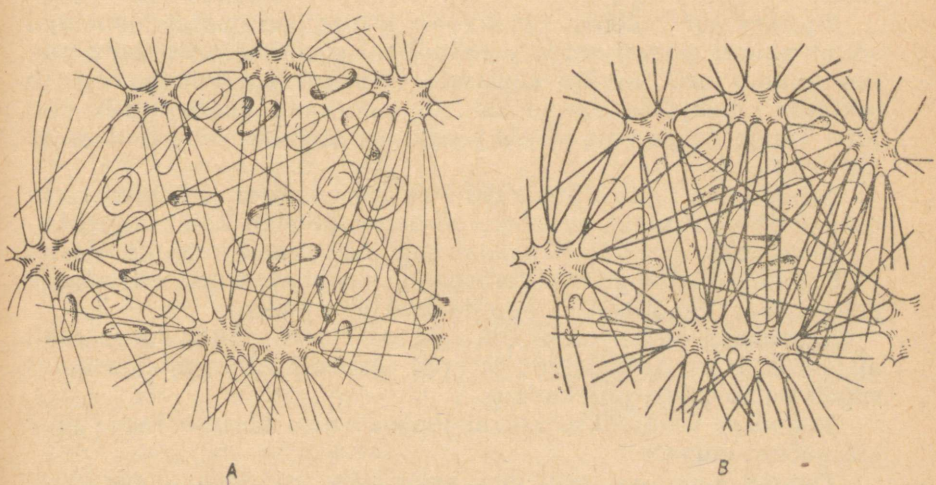
Fermente toodavad elusa organismi rakud. Nende tähtsus on harukordselt suur: keemiliste protsesside valdav enamik saab organismis toimuda ainult mitmesuguste fermentide osavõtul.

Fermentide omadused. Üheks tähelepanuväärivaks fermentide omaduseks on nende võime mõjuda ainult oma juuresolekuga. Keemilistes protsessides on nad otsekui vahendajad 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 mitmesuguseid eri liiki fermente. Neist ühe, nimelt *trombiini* osavõtul toimub vere hüübimine.



Joon. 62. Vere hüübimine.

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

Harilikult on trombiin tegevuseta ehk, nagu räägitakse, mitteaktiivses olekus. Erilise aine, *„aktivaatori"* mõjustusel läheb trombiin üle aktiivsesse olekusse ja siis hakkab veri hüübima.

Loomulikes tingimustes veri ei hüübu, sest temas puudub „aktivaator". See sisaldub vereliistakuis. Nende purunemisel (nad purunevad aga 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 kaltsiumisoolad. Mõne keemilise aine (näit. oblikhapu naatriumi) lisandamisel verele kaltsiumisoolad sadestuvad ja selle tulemusena kaotab veri hüübimisvõime. Kui tahetakse vältida soontest väljalastud vere hüübimist, lisandatakse sellele veidi oblikhaput naatriumi.

Veresoonte ummistumine. Soonte sisemuses veri ei hüübi. Mõnikord aga saab reuma või mõne teise haiguse puhul vigastada südame või veresoonte sisekest. Vigastuse kohal hakkab veri hüübima ja tekivad veretombud ehk *trombid.* Kui mõni trombi osake lahti pääseb, võib see ühes verevooluga mõnesse elundisse kanduda ja seal veresoonte ummistumise esile kutsuda. Peaaju või teiste elundite veresoonte ummistumine võib olla 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.

Suurimaks ohuks on *arteriaalne verejooks.* Olles suure rõhu all, paiskub veri vigastatud arterist 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 vigastuvad kõige sagedamini ainult kapillaarid ja peenimad arterid ning veenid.

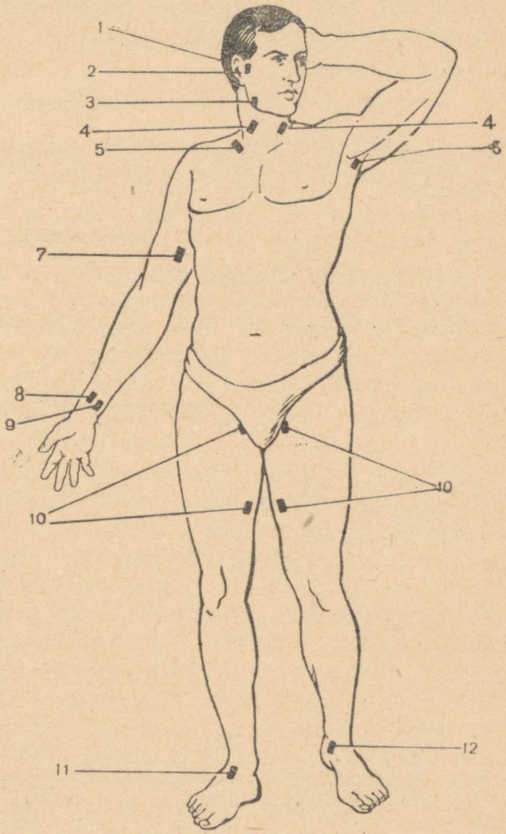
Seejuures jookseb verd kogu haava pind, kattudes väikeste verepiiskadega. Niisugust verejooksu nimetatakse *kapillaarseks.*

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 arter, mis juhib verd vigastatud kehapiirkonda. Joon. 63 on näidatud keha tähtsamate arterite kinnipigistamise kohad. Sõrmitsedes neid kohti oma kehal, võib õppida neid kiiresti ja vabalt üles leidma.

Et käe või jala haavamise korral arter pikemaks ajaks kinni suruda, seotakse side kõvasti õlavarre või reie ümber. Sideme materjaliks võib olla kummivoolik, vöö, marliside, taskurätt jms.; arteri paremaks kinnisurumiseks paigutatakse sideme alla marlisidemest rull või kokkurullitud puhas riideriba. Sidet võib asetada vaid lühikeseks ajaks (1—2 tunniks). Sideme pikemaajalisel püsimisel võib tekkida kudede kärbus.

Verejooksu nõrgendamine arteri kokkupigistamisega vajutava sideme abil kiirendab tunduvalt vere hüübimist.



Joon. 63. Arterite kinnipigistamise kohad verejooksu puhul:
1 — kuklaarter; 2 — oimuarter; 3 — väline lõuaarter; 4 — unearter; 5 — rangluualune arter; 6 — kaenlaalune arter; 7 — õlavarrearter; 8 — kodararter; 9 — küünararter; 10 — reiearter; 11 — eesmine sääreluuarter; 12 — tagumine sääreluuarter.

Tugeva verejooksu korral, võtnud tarvitusele ülalpool näidatud esmaabivahendid, tuleb kohe arst välja kutsuda. Et takistada vere äravalgumist ajust ja kergendada südame tegevust, on vaja kannatanu paigutada nii, et tema pea oleks kehast madalamal, käed ja jalad aga tõstetud kõrgemale; teda tuleb soojendada kehasoojendajate või kuuma veega täidetud pudelite abil ja anda sagedasti sooja jooki.

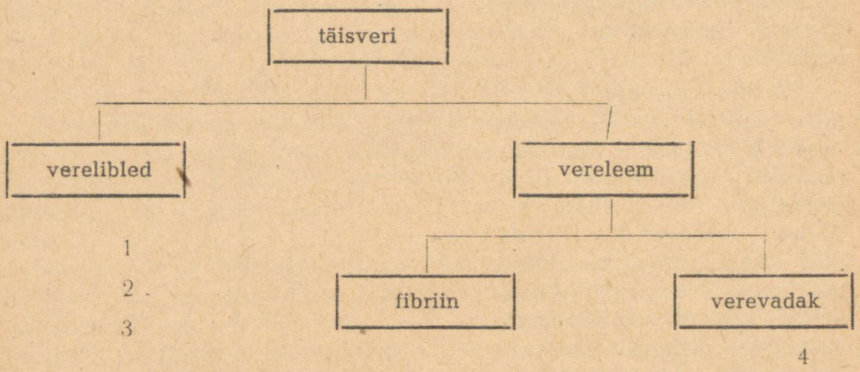
Trombiini rakendamine. Nõukogude teadlastel on õnnestunud välja töötada vereleemest trombiini saamise menetlus; niisuguse trombiini lahusega niisutatud marli peatab kiiresti verejooksu. Seda viisi tarvitati edukalt Suure Isamaasõja aastail, eriti aju ja siseelundite haavamiste puhul.

Küsimus.

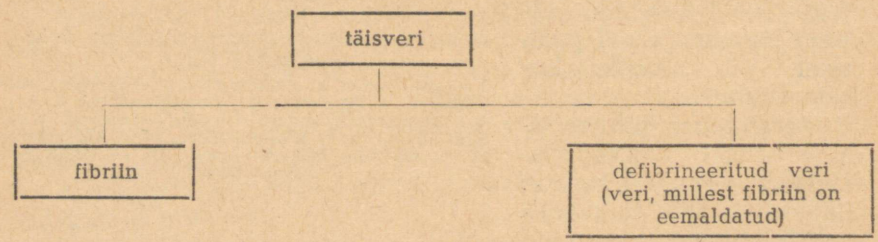
Mõnikord tekib lastel pakase käes mängimisel kriimustusi või marrastusi, mis kaua jooksevad verd. Millega võib seletada niisugust pikaajalist verejooksu?

Ülesanded.

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



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



3. Kasutades joon. 63 õppida tundma endal keha tähtsamate arterite kinnipigistamise 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 ei teki haigus kaugeltki alati igal pisikute tungimisel organismi. Haiguse tekkimiseks ei piisa pisikute tungimisest organismi, vaid nad peavad leidma seal ka soodsa pinna paljunemiseks, et võita 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 haiguste tekkimist. Näiteks paljud pisikud, sattunud makku, hukkuvad maomahla koostisse kuuluva soolhappe mõjul; ka limaskestadest erituv lima mõjub paljudele pisikutele hukutavalt ning igal juhul takistab nende kiiret paljunemist.

Põletik. Iga elund võib vastata kaitsereaktsiooniga nii löömise, haavamise ja põletuse puhul tekkivale mehhaanilisele 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 põletikuks. 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.. Närvisüsteem, mõjustades ainevahetusprotsesse, avaldab mõju põletikulise reaktsiooni käigule.

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

I. I. Metšnikov — immuunsuse-õpetuse rajaja. Ilja Iljitš Metšnikov, kelle nimi on tuttav kogu maailmale, sündis 1845. a. Juba 8-aastaselt 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.



I. I. Metšnikov.

Metšnikovil õnnestus oma unistus teostada. 1882. a. 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. I. Metšnikov sellele, et tundma õppida organismi võitlust nakkushaigustega. Täie õigusega võib öelda, et ta rajas õpetuse immuunsusest, s. o. mittevastuvõtlikkusest nakkushaigustele.

Tema tööde teine osa käsitles enneaegse vananemisega võitlemise probleemi.

Alatised 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 (loe: pastöör) 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 Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon, milleni Metšnikovil ei saanud osaks elada: ta suri 1916. a.

Valgete vereliblede osatähtsus. Metšnikovi immuunsuse-õpetuse 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 (joon. 64). 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.

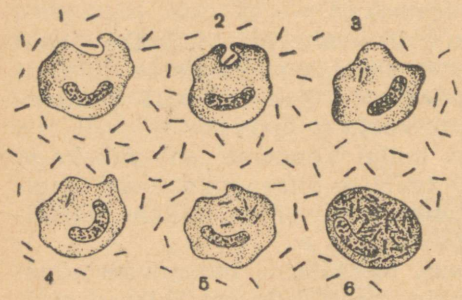
Selles võib veenduda, kui viia looma verre vedelikku, milles hõljub tuši või teiste värvide terakesi: varsti nad kaovad verest ja neid võib siis leida ainult mõnede kindlate rakkude seest.

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 tunginud pisi-

kuid. 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 kehavedelikkude 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. Kõigi nende ainete mõju pisikuile kergendab ja tugevdab fagotsütoosi.



Joon. 64. Fagotsütoos:
1—5 — pisikute haaramise üksteisele järgnevad staadiumid; 6 — mädarakk.

Antikehad. Kui organismi satuvad mõned 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 ei ole kahjulikud 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.

Antikehade tekkimine nagu iga teinegi organismis arenev protsess on närvisüsteemi ja eriti selle kõrgeima osa, suuraju poolkerade koore mõju all. Sellega ongi seletatav ammutuntud tõsiasi, et organismi võime võidelda haigusega oleneb tema üldisest seisukorrast ja välistingimuste mõjust.

§ 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 *immuunsuseks.*

Loomulik immuunsus. Mõnikord on inimene juba sündides mõne haiguse suhtes mittevastuvõtlik. Harilikult aga omandatakse immuunsus nakkushaiguste põdemise tulemusena. 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* (kaitsepoogete) abil või *raviseerumi sisseviimise* teel.

Esimesed katsed kunktlikult 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 hukutavate tagajärgede vastu kaitsepookeid.

XVIII sajandi lõpul leiti inglise maa-arsti Jenneri (loe: dženneri) 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 tööde 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 jumalasalgajateks 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 tulemusena 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. Inimest võib aidata võitluses tema organismi tunginud pisikutega, kui süstida tema organismi nn. raviseerumit.

On teada, et difteeriapisikud asuvad kõige sagedamini kurgumandlitele. Jäädes sinna, mürgitavad nad siiski kogu organismi, eritades väga tugevat mürki ehk *toksiini*, mis kutsubki esile raskeid haigusnähtusi. Vastuseks toksiini ilmumisele organismi hakkab selles kujunema vastav antikeha, mille mõjul difteeriatoksiin muutub kahjutuks. See antikeha sisaldub veres; teda nimetatakse *antitoksiiniks*, 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 valmis antikehadega raviseerumit, immuniseeritakse loom (näiteks hobune või küülik), teiste sõnadega, tekitatakse sellel loomal kunstlik immuunsus, 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, tekib immuunsus, mille kujundamisest 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 see-eest ta kujuneb kohe pärast seerumi süstimist.

Kunstliku immuunsuse, mida tekitatakse 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 hoolimata. Neil juhtudel möödub haigus palju kergemini, piirdudes sageli vaid kergelt

haiglase olekuga. Järelikult ei ole mittevastuvõtlikkus haiguste suhtes alati täielik. See oleneb sellest, kuivõrd hästi paneb organism vastu 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 inimene 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 olid osal lindudel pandud jalad külma vette. Selgus, et külmetada saanud kanade hulgas oli haigestunute protsent märksa suurem.

Inimorganismi seisukorda ning järelikult ka tema vastuvõtlikkust haiguste suhtes määrab tunduvas ulatuses närvisüsteem. Närvisüsteemi ja nimelt suuraju poolkerade koore kaudu mõjustavad organismi kõik need tingimused, sealhulgas ka sotsiaalsed, milledes inimene elab ja töötab. Sellepärast võivadki ületöötamine, meeleolu langus ja rasked, masendavad mõtted tõsta vastuvõtlikkust haiguste suhtes.

Nakkushaigustevastase võitluse edusammud NSV Liidus. Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni, 1919. a. kirjutas V.I. Lenin alla dekreedile kohustusliku 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 revolutsioonieelse ajaga on suremus tuberkuloosi järsult vähenenud.

Kõigis koolides ja lasteaedades tehakse meil difteeria- ja sarlakivastaseid süstimisi. Laialt rakendatakse süstimisi kõhutüüfuse, düsenteeria ja teiste haiguste vastu. Kõige 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 haruldane.

Organismi üldseisukorrale avaldab väga suurt mõju ühiskondlik miljöö, 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 tööjõu ekspluateerimise võimalus ise. Iga aastaga paranevad need sotsiaalsed tingimused, mis soodustavad tervise karastumist ja vähendavad vastuvõtlikkust haiguste suhtes. Selle tulemusena on meie maal haigestumine ja suremus võrreldes revolutsioonieelse ajaga järsult langenud.

Küsimus.

Kui perekonnas keegi haigestub nakkushaigusesse (näiteks difteeriasse), kuidas siis tuleb kutsuda esile immuunsus selle isiku organismis, kes puutub kokku haigega? Seletada, miks teine viis ei ole antud juhul rakendatav.

§ 28. Vereülekanne.

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

Vanasti tehti korduvalt katseid kanda inimesele üle loomadelt võetud verd. See lõppes harilikult surmaga. Ent ka inimese veri pole alati kõlblik ülekandeks, 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 mikroskoobi abil, kui on segatud oina verd inimese verevadakuga: üksikute punaste vereliblede asemel ilmuvad vaateväljale suurest hulgast üksteisega kokkukleepunud libledest koosnevad tombukesed. Samasugune nähtus toimub mõnikord, kui on segatud ühe inimese vere vedelat osa teise inimese verest võetud punaste verelibledega. Kui see toimub vere ülekandel, ummistavad tekkinud tombukesed veresooni ja põhjustavad elule ohtlikke rikkeid vereringes.

Kui aga toimus kokkukleepumine, pidi esiteks vereplasmas leiduma eriline antikeha, mis põhjustab punaste vereliblede kokkukleepumist; teiseks peab punastes verelibledes olema aine, mida see antikeha saab mõjustada. Inimese vereplasmas võib esineda kaks erisugust antikeha ning punastes verelibledes võib olla kaks ainet, millele need antikehad mõjuvad.

Vererühmad. Veri ei sisalda kunagi ühel ja samal ajal antikeha ja ainet, millele ta mõjub. Kui see oleks teisiti, kleebiks vereplasma oma punased verelibled kokku ja vereringe poleks võimalik. Vastavalt sellele, missuguseid antikehi ja nende poolt mõjustatavaid aineid veri sisaldab, jagunevad kõik inimesed nelja rühma.

Punastes vereliblede sisalduvaid aineid tähistatakse ladina tähtedega A ja B. Vastavaid antikehi tähistatakse kreeka tähtedega α (alfa) ja β (beeta).

Esimesse rühma kuuluvad inimesed, kelle vereplasma sisaldab mõlemaid antikehi α ja β; niisuguste inimeste punastes vereliblede ei saa eneseste mõistetavalt olla ei ainet A ega ainet B. See on 0-rühm (null-rühm). Teise rühma inimeste veri sisaldab ainult üht antikeha β; punastes vereliblede 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 vereliblede on mõlemad ained A ja B; selle rühma inimeste vereplasmas 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 1 näitab missugusesse rühma peab kuuluma vereandja veri, et seda võiks haigele üle kanda. Näiteks kui vereandja veri kuulub esimesse rühma, võib seda üle kanda kõigile haigeile, neljanda rühma verd aga tohib üle kanda ainult nendele haigetele, kelle veri kuulub samasse rühma.

Tabel 1

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 ülekanne 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 vereülekannet nii laialdaselt kui meil. Nõukogude teadlased on töötanud välja uusi vere konservimise, samuti ka laiba vere kasutamise viise.

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 vere saatmiseks frondile. 5,5 miljonit nõukogude patrioodi andsid oma verd kodumaa vaprate kaitsjate päästmiseks.

Küsimused kordamiseks.

1. Mis osa etendavad punased ja valged verelibled?
2. Mis on fermendid ja missugust osa etendavad nad organismis?
3. Kuidas toimub vere hüübimine ja mis tähtsus sellel on?
4. Milline peab olema esmaabi lõike- ja muude haavade korral?
5. Tavaliselt asuvad arterid 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 immuunsus? Missuguseid immuunsuse liike te tunnete?
9. Mis soodustab inimesel vastuvõtlikkuse vähenemist haiguste suhtes?
10. Mis tähtsus on vereülekandel? Missugustest reeglitest tuleb kinni pidada vereülekande korral?

IV. HINGAMISELUNDID.

§ 29. Hingamiselundite tähtsus.

Hapniku tähtsus. Iga elusolend vajab tema organismis toimuvateks hapendusprotsessideks hapnikku. Hapendumisel nagu ka teiste rakuaine lõhustumist ja lagundumist põhjustavate keemiliste protsesside puhul vabaneb potentsiaalne *energia.* Peale selle toimub hapendumise teel rakkude ja kudede elutegevusprotsessis kujunevate paljude mürgiste laguproduktide *kahjutuks tegemine.*

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

Gaasivahetus organismi ja keskkonna vahel. Organismil on pidev vajadus saada ümbritsevast keskkonnast hapnikku ja ära anda väljapoole liigne süsihappegaas. Gaasivahetust organismi ja teda ümbritseva keskkonna vahel nimetatakse hingamiseks.

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 organismi ja ümbritseva keskkonna vahel.

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

Vees elavatel alamatel selgroogsetel on hingamiselunditeks lõpused. Üleminekul elult vees elule maismaal hakkavad arenema *õhukotid* ehk *kopsud.* Kopskaladel ja mõnedel kahepaiksetel on nii lõpused kui ka kopsukotikesed, mis on neile täiendavateks hingamiselunditeks.

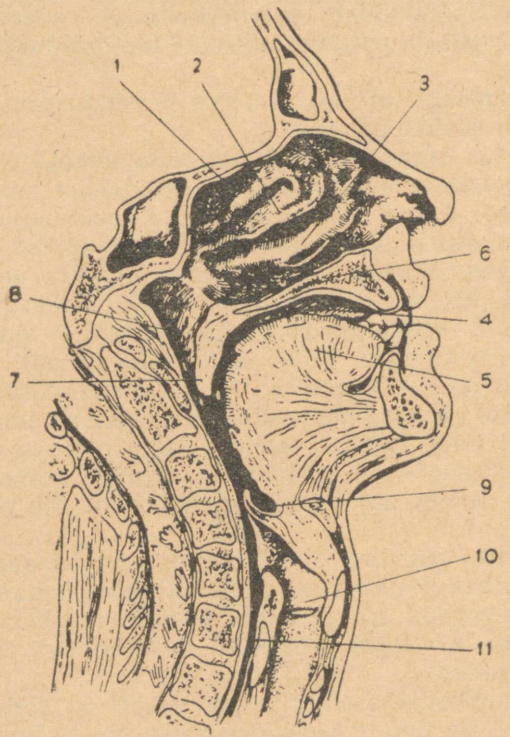
Alamatel kahepaiksetel, näit. proteusel, on kopsukoti seinad siledad, mille tõttu nende kopsudes oleva õhuga kokkupuutuvate veresoonte pindala on väga väike. Salamandri kopsukotis on arenenud väikesed kurrud, mille tõttu on selle pindala veidi suurenenud.

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

Roomajatel, lindudel ja imetajatel on kopsud ainsateks hingamiselunditeks ja nad on omandanud väga suure pindala.

§ 30. Hingamiselundite ehitus.

Hingamistee. Inimese hingamine toimub ainult kopsude kaudu. Enne kopsudesse jõudmist peab sissehingatav õhk sooritama pika teekonna. Hingamistee algab *ninaõõnega* (joon. 65), mida eraldab suuõõnest vahesein, eespool kõva *(kõva suulagi)* ja tagapool pehme *(pehme suulagi).* Ninaavade ehk *sõõrmete* välisäärel on karvakesed, mis takistavad suuremate tolmukübemete



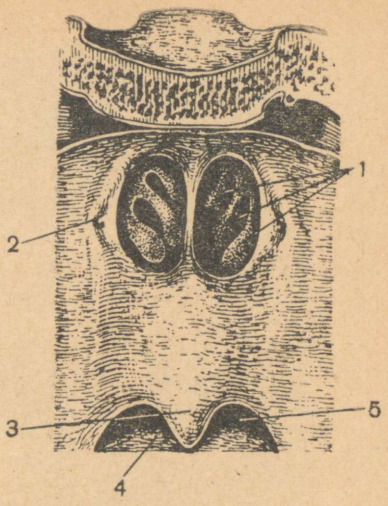
Joon. 65. Hingamistee:
1, 2, 3 — ninakarbikud; 4 — suukoobas; 5 — keel; 6 — kõva suulagi; 7 — pehme suulagi; 8 — ninaneeluruum; 9 — kõripealis; 10 — kõri (näha häälekurrud); 11 — söögitoru.

ja muude sedalaadi osakeste sattumist ninna. Ninaõõs on avadeta vaheseinaga jaotatud kaheks pooleks, vasakuks ja paremaks. Ninaõõne kummagi poole välisseintel asetsevad *ninakarbikud,* mis jagavad ninaõõne reaks kitsasteks piludeks, mille vahelt läheb läbi sissehingatav õhk (joon. 66).

Sissehingatav õhk, läbinud ninaõõne, satub tagapool asetsevasse *nina-neeluruumi.* Selle alumisest osast *(neelust)* saavad

alguse kaks toru: eespool — hingetoru, tagapool — söögitoru.

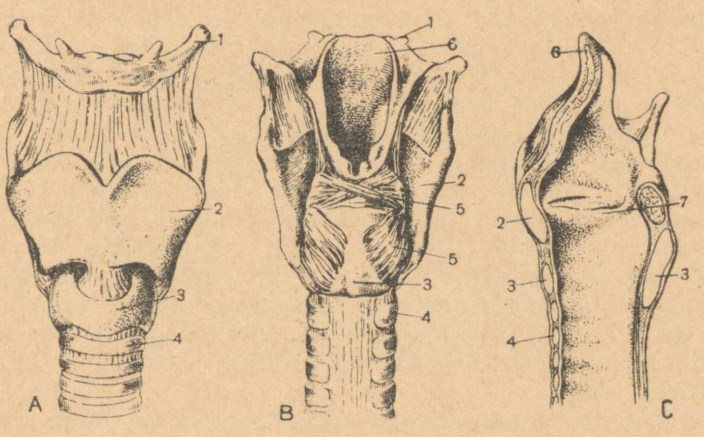
Hingetoru ülemist osa nimetatakse *kõriks* (joon. 67). Kõri seintes on mitu omavahel liikuvalt ühendatud kõhre. Kõige suurem neist — *kilpkõhr* — tungib kõri esiküljel tugevasti ettepoole; teda on sõrmitsedes kaelal kerge tunda. Kõri esiküljel, kilpkõhrest kõrgemal, asetseb *kõripealise kõhr*, mis suleb toidu neelamise ajal pääsu kõrisse.



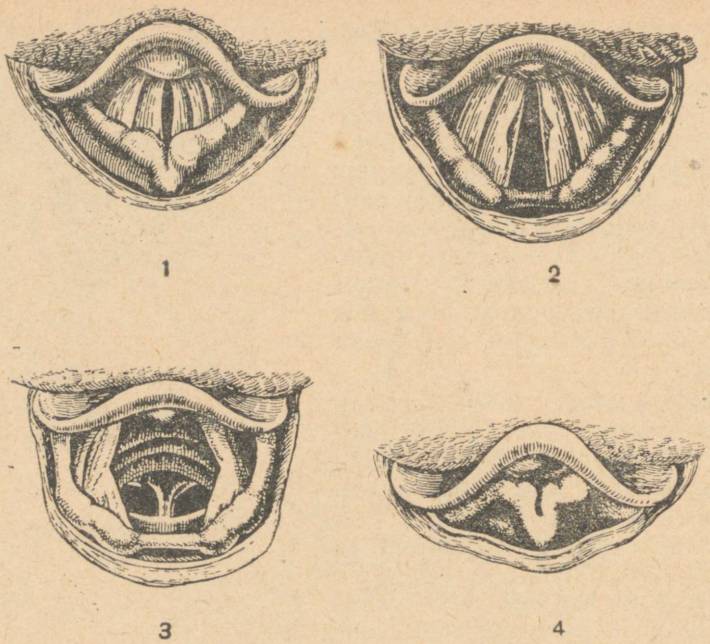
Joon. 66. Ninaõõs (vaadatuna nina-neeluruumi poolt):
1 — ninakarbikud; 2 — keskkõrva viiva kanali ava; 3 — kurgunibu; 4 — keelepära tagumine osa; 5 — suuõõs.

Hääleaparaat. Kõriõõnes on *häälekurrud* — kaks eest tahapoole suunduvat limaskesta kurdu. Nendevahelist pilu nimetatakse *häälepiluks* (joon. 68).

Tavalise hingamise juures on häälekurrud lõdvad ja häälepilu laialt avatud. Kui aga häälekurrud on pingul ja pilu ahenenud, siis tekitab läbiminev väljahingatava õhu vool häälekurdude võnkumise. Seejuures, nagu viiulikeele võnkumiselgi, tekivad helilained ja me kuuleme heli. Inimese hääle helikõrgus muutub sõltuvalt häälekurdude paksusest, pikkusest ja pingsusest. Kõri on seega hääleelund. Kõrvuti sellega on inimese artikuleeritud kõne juures suur tähtsus suu- ja kõriõõnel, keelel ning huultel.



Joon. 67. Kõri: A — eestvaade; B — tagantvaade; C — läbilõikes.
1 — keeleluu; 2 kilpkõhr; 3 — sõrmuskõhr; 4 — trahhea kõhr; 5 — kõrilihased; 6 — kõripealis; 7 — häälekurrud.

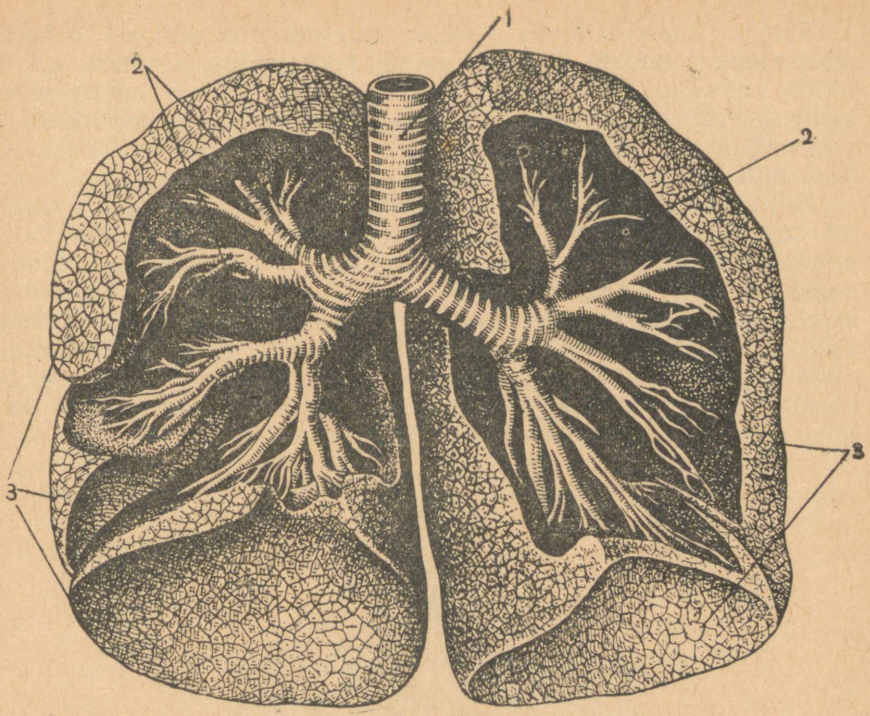


Joon. 68. Häälepilu (ülaltvaade):
1 — heli tekitamisel; 2 — sissehingamisel; 3 — sügaval sissehingamisel (sügavuses on näha trahhea jagunemine kaheks bronhiks); 4 — häälepilu reflektoorne sulgumine tugevasti lõhnava aine lähendamisel ninale.

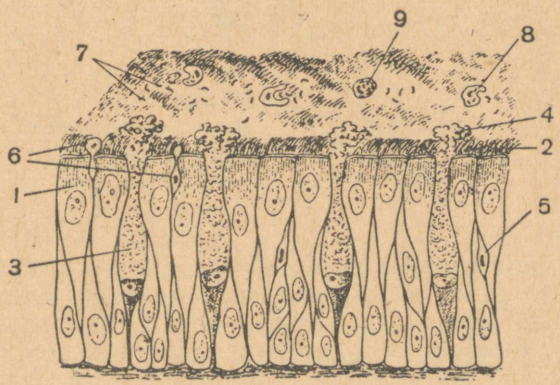
Trahhea ja bronhid. Hingetoru, mis algab kõri alumisest otsast, nimetatakse *trahheaks.* Ta haruneb kaheks *bronhiks,* millest üks viib paremasse, teine vasakusse kopsu (joon. 69). Kopsus harunevad bronhid mitmekordselt. Kõhrest poolrõngad, mis asetsevad trahhea ja bronhide seintes, teevad need elastseks ega lase neil kokku vajuda, mille tõttu pääseb õhk neist vabalt läbi.

Limaskest. Hingamistee on kaetud limaskestaga. Selles on nii üksikuid näärmerakke kui ka terveid näärmerakkude rühmi, mis moodustavad pidevalt lima eritavaid väikesi näärmeid. Limaskesta niiskele pinnale jäävad kergesti kinni pisikud ja väikesed tolmukübemed, mida sisaldab sissehingatav õhk. Seetõttu on hingamistee läbinud õhk peaaegu vaba hõljuvatest kübemekestest. Peale selle nõrgendab lima pisikuid, vähendades nende paljunemisvõimet 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".



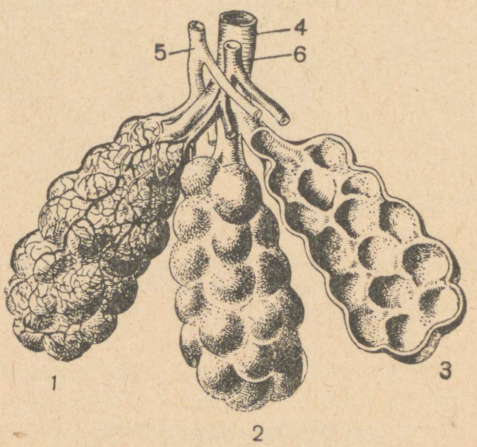
Joon. 69. Kopsud (kopsukude on osaliselt eemaldatud, et bronhide harunemine oleks nähtav):
1 — trahhea; 2 — bronhid; 3 — kopsud.



Joon. 70. 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 — pisikut haarav valge verelible; 9 — „mädakehake" (hävinud valge verelible).

Enamik limaskesta rakke on varustatud suure hulga liikuvate *ripsmetega* (joon. 70). Need voogavad lakkamatult lainetena, nagu hällib viljapõld tuule käes. Ninaava suunas painduvad 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 neid vaadelda väljastpoolt, on üle külvatud pool-ümmarguste kühmudega, millele seespool vastavad sopid, nõndanimetatud *alveoolid* ehk *kopsusombud* (joon. 71). Kopsumullide seinad koosnevad ühest lamedate rakkude kihist, mis on väljastpoolt ümbritsetud väga peente veresoonte tiheda võrguga. Kopsumullides toimub gaasivahetus vere ja kopsuõhu vahel läbi nendevahelise õhukese kile, mille moodustavad mullikeste ja veresoonte seinad.



Joon. 71. Kopsumullid:
1 — kopsumull tiheda veresoonte võrguga; 2 — veresooned on eemaldatud (on näha sompe puhetiste näol); 3 — kopsumull läbilõikes; 4 — väikseim bronh; 5 — veen; 6 — arter.

Kopsumullide rohkuse (ligikaudu 3 miljonit) ning nende sombulise ehituse tõttu on kopsude sisepind väga suur. Kui kõik 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, läheb kopsu kattev pleura (kopsukelme) katkestamatult üle rinnaõõnt seestpoolt vooderdavaks pleuraks. Järelikult on

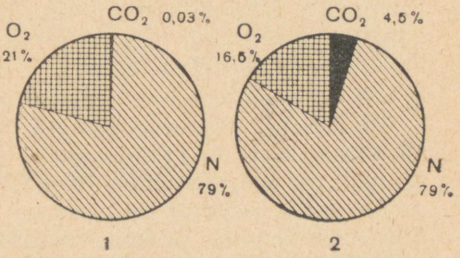
kumbki kops igast küljest ümbritsetud otsekui kotiga, mille kaks külge puutuvad kõikjal teineteisega kokku, jätmata enda vahele vaba ruumi.

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 veidi kokku, täites vaid väikese osa rindkere ruumalast.

Täiesti kokkuvajunud seisundis on kopsud 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 seetõttu, et seestpoolt rõhub kopsuseintele õhk, väljastpoolt aga niisugust rõhumist ei ole, sest et kopsude ümber asub hermeetiline õhuta kott; see moodustub pleura kahest lehest, millest üks on kokku kasvanud rindkere seinaga ja teine kopsu välispinnaga. Kopsu poolt avaldatava õhurõhumise tõttu liibuvad mõlemad pleuralehed tihedalt teineteise vastu.

§ 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 (joon. 72). Välisõhk sisaldab kuni 21% hapnikku, süsihappegaasi hulk aga ei ületa mõnd sajandikku protsenti. Väljahingatavas õhus kahaneb hapniku hulk kuni 16%-ni, seevastu aga süsihappegaasi sisaldus kasvab järsult, jõudes 4—4,5%-ni. See seletub hapniku tungimisega kopsudest verre ja süsihappegaasi väljumisega verest kopsumullides asuvasse õhku.



Joon. 72. Sissehingatava (1) ja väljahingatava (2) õhu koostis.

Gaasivahetus kudedes. Keha kudedesse voolav veri on küllastunud hapnikuga, 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 järk-järgult kogu korteris.

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 gaasi on ümbritsevas õhus rohkem kui vedelikus, toimub difusioon vastassuunas. Kui asetada tuppa lubjaveega klaas, tungib süsihappegaas difusiooni tõttu õhust vedelikku, mis pikkamööda muutub ebaselgeks (hägustub) seoses peaaegu lahustamatu süsihapu kaltsiumi tekkimisega selles. Kopsu voolav veri sisaldab rohkem süsihappegaasi ja vähem hapnikku kui kopsuõhk. Seepärast tungib hapnik õhust verre, süsihappegaas aga verest õhku.

On endastmõistetav, 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 mitte kogu verre tunginud 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 hapnikuga 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 temaga punaste vereliblede hemoglobiin. Ja vastupidi, sedamööda kuidas hapniku hulk plasmas väheneb, laguneb ka hemoglobiini ja hapniku ühend ning vabanenud gaas läheb plasmasse.

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

Veri on seega aktiivne hapniku edasikandja, seda leidub temas mitte ainult lahustunud olekus, vaid ka ebapüsiva keemilise ühendi näol hemoglobiiniga.

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

Vingumürgitus. Ümbritsevas õhus leiduda võivate gaaside seas on erilise tähtsusega süsinikhapend (CO), vingugaasi peamine koostisosa, mis tekib orgaaniliste ainete mittetäielikul põlemisel. Punaste vereliblede hemoglobiin ühineb kergesti süsinikhapendiga, tekitades palju püsivama ühendi kui hapnikuga. Süsinikhapend, mis on sattunud õhust verre, neeldub kohe punastesse verelibledesse, vabastades sellega vere vedelat osa uute süsinikhapendi annuste jaoks. Seetõttu difusioon ei katke ja verre tungivad järjest uued süsinikhapendi annused, mida erütrotsüüdid pidevalt haaravad. Seepärast võibki isegi väga vähene vingu sisaldus õhus aegamööda esile kutsuda selle suurt kuhjumist veres.

Hemoglobiini osa, mis on ühinenud süsinikhapendiga, ei saa ühineda hapnikuga. Seepärast väheneb vingumürgituse puhul hapniku hulk veres ja ühtlasi on elundeis häiritud hapendusprotsesside normaalne kulg.

Esmaabi vingumürgituse puhul. Vingumürgitus esineb tihti igapäevase elu tingimustes, kui ahjukütmisel suitsulõõr suletakse 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 nina õlekõrrega. Kui see ei aita, tuleb teha *kunstlikku hingamist.*

§ 32. Hingamisliigutused.

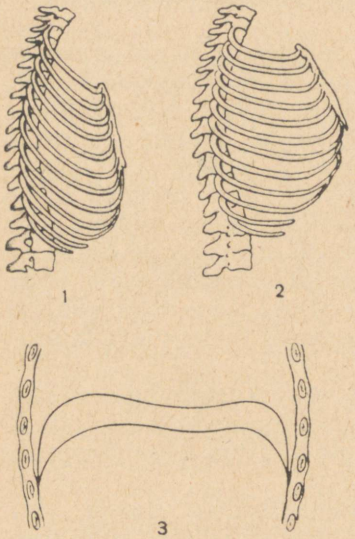
Kopsude ventilatsioon. Gaasivahetus õhu ja vere vahel võib toimuda ainult kopsude ventilatsiooni korral, mis teostub hingamisliigutuste abil. Hingamislihaste kokkutõmbumine kutsub esile rinnaõõne mahu muutuse. Seoses rinnaõõne mahu muutumisega muutub kopsude maht.

Järgnedes rinnaõõne paisumisele, paisuvad ka kopsud ja sinna tungib välisõhk samuti, nagu ta tungib sepalõõtsa selle laialitõmbamisel. Rinnaõõne mahu vähenemisel surutakse kopsud kokku ja neis olev üleliigne õhk väljub. Rinnaõõne mahu vahelduv suurenemine ja vähenemine sunnib õhku kord kopsudesse tungima, kord sealt väljuma.

Rinnaõõne mahu muutumine. Rinnaõõs võib paisuda nii pikuti kui ka laiuti. Paisumine pikuti (ülevalt alla) toimub *vahelihase*

ehk *diafragma* kokkutõmbumisel. Vahelihase kokkutõmbumisel muutub selle kuppel lamedamaks (joon. 73).

Rinnaõõne 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, rinnaõõne läbimõõt suureneb, roiete allapoole vajumisel aga väheneb (joon. 73).



Joon. 73. Rindkere mahu muutumise skeem:

1 — rindkere allalastud roietega (väljahingamine); 2 — sama tõstetud roietega; 3 — vahelihase kupli asend väljahingamisel (ülemine piirjoon) ja sissehingamisel (alumine piirjoon).

Rahulik hingamine. Kui inimene rahulikult lamab või istub, teeb ta 15—16 hingamisliigutust minutis. Iga liigutusega vahetub võrdlemisi väike osa kopsudes olevast õhust — umbes 500 cm^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 aga kumerdub üles kõhuelundite survel. Seega tõmbuvad rahuliku hingamise ajal lihased kokku ainult sissehingamisel. *Väljahingamine* toimub passiivselt lihaste lõtvumise tulemusena.

Sügav hingamine. Sügava hingamise puhul võib kopsude ventileerimist mitu korda suurendada sisse- ja väljahingamise tugevdamisega.

Tugevdades sissehingamist, võime täiendavalt kopsudesse sisse viia 1500—2000 cm^3 õhku. Sügav hingamine toimub mitte ainult ülalnimetatud, vaid ka täiendavate lihaste, näit. abaluudest ja õlavarreluudest roieteni ulatuvate lihaste ja kaelalihaste abil.

Pärast rahulikku väljahingamist võib inimene veel välja hingata ligikaudu 1000—1500 cm^3 õhku. Seejuures muutub diafragma tavalisest kumeramaks ja roided tõmbuvad tugevasti allapoole. See toimub roietevaheliste väljahingamislihaste, samuti ka täiendavate väljahingamislihaste, peamiselt kõhulihaste, s. o.



Joon. 74. Kopsude mahu muutumine rahulikul ja sügaval hingamisel.

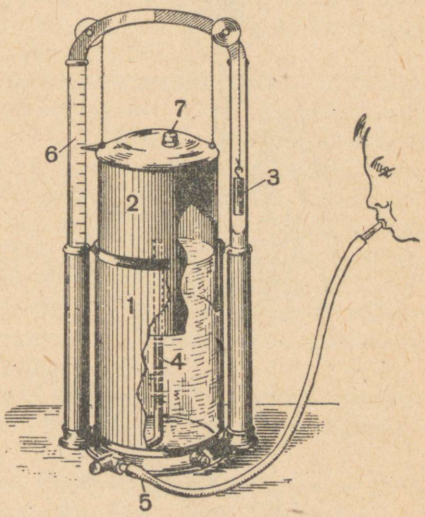
kõhuseinte lihaste kokkutõmbumise tagajärjel. Viimased on oma ülemise otsaga kinnitunud rindkere alumise ääre külge. Kokku tõmbudes tõmbavad nad rindkere allapoole; samaaegselt surudes kõhuõõnt (kõht „tõmbub kokku"), sunnivad nad diafragmat tugevamalt rinnaõõnde kumerduma.

Kopsude eluline maht. Muutus rinnaõõne mahus sõltub hingamise sügavusest (joon. 74). Rahulikul hingamisel muutub tema maht väga vähe; sügava hingamise puhul võib inimene viia kopsudesse mitu liitrit õhku.

Õhu hulka, mida inimene võib sisse hingata pärast maksimaalset väljahingamist (või vastupidi, välja hingata pärast maksimaalset sissehingamist), nimetatakse kopsude eluliseks mahuks. Selle mõõtmiseks kasutatakse spiromeetrit — aparaati, mis on kujutatud joonisel 75.

Spiromeetri abil tehtud uurimused on näidanud, et kopsude eluline maht on inimestel erinev. Tavaliselt kõigub see 3000 ja 5000 kuupsentimeetri vahel.

Sügava hingamise tähtsus. Pärast rahulikku väljahingamist jääb kopsudesse 2500—3000 cm^3 õhku. Sooritanud rahuliku sissehingamise, viib inimene kopsudesse täiendavalt umbes 500 cm^3 õhku, millest kopsumullikesteni jõuab ainult 300—350 cm^3, sest et vähemalt 150 cm^3 jääb hingamisteedesse (nina-neeluruumi, kõrisse, trahheasse ja bronhidesse). Sel teel satub rahulikul sissehingamisel kopsumullikestesse kõigest umbes 350 cm^3 välisõhku, mis moodustab mitte rohkem kui $1/7$ osa kopsumullide õhust.

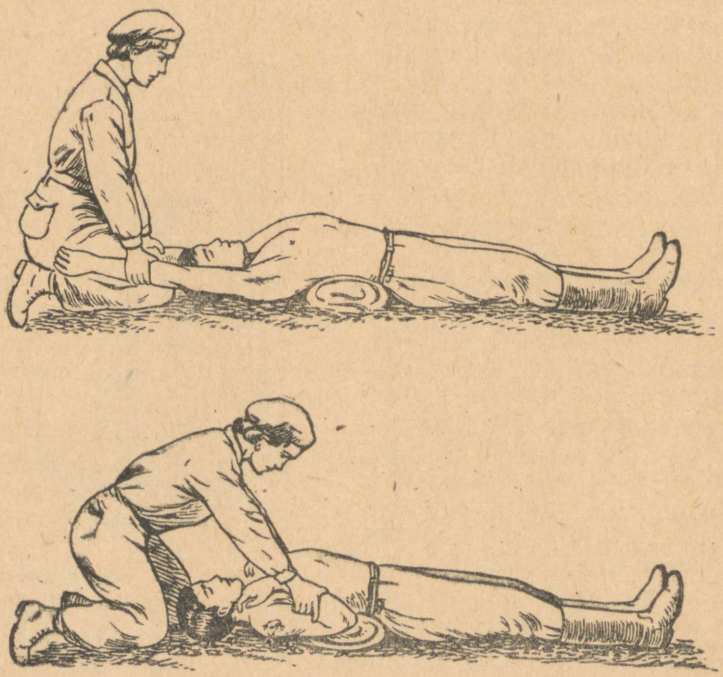


Joon. 75. Spiromeeter:
1 — veega täidetud väline silinder; 2 — eelmise sees olev sisemine silinder; 3 — raskus, mis tasakaalustab sisemise silindri; 4 — toru, mille kaudu väljahingatav õhk läheb spiromeetrisse (toru sisemine ots on vee tasemest kõrgemal); 5 — suulisega kummitoru; 6 — skaala spiromeetrist väljasurutud õhu määramiseks; 7 — kork.

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

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

Kunstlik hingamine. Kui hingamisliigutused jäävad seisma, võib neid elustada kunstlikult. Kunstlikku hingamist kasutatakse uppunute, elektrilöögist rabatute jne. elluäratamisel. Seda tehakse rindkere vahelduva laiendamise ja kokkusurumisega kõrvalise jõu abil (joon. 76). Seistes kannatanu pea juures tõstab abistaja tema käed üles nii kaugele, kui see on võimalik. Seesuguste käte-



Joon. 76. Kunstlik hingamine: üleval — seisund sissehingamisel, all — seisund väljahingamisel.

liigutuste mõjul roided tõusevad, rindkere laieneb ja toimub sissehingamine. Siis painutatakse kannatanu käed küünarnukkidest terava nurga all ja surutakse nad rinnale, rõhudes roideid. Seejuures roided laskuvad, rindkere surutakse kokku ja toimub väljahingamine. Kunstliku hingamise rütm peab vastama loomulikule hingamisele — 16 hingamisliigutust minutis.

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

Ülesanne.

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

§ 33. Hingamise regulatsioon.

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

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

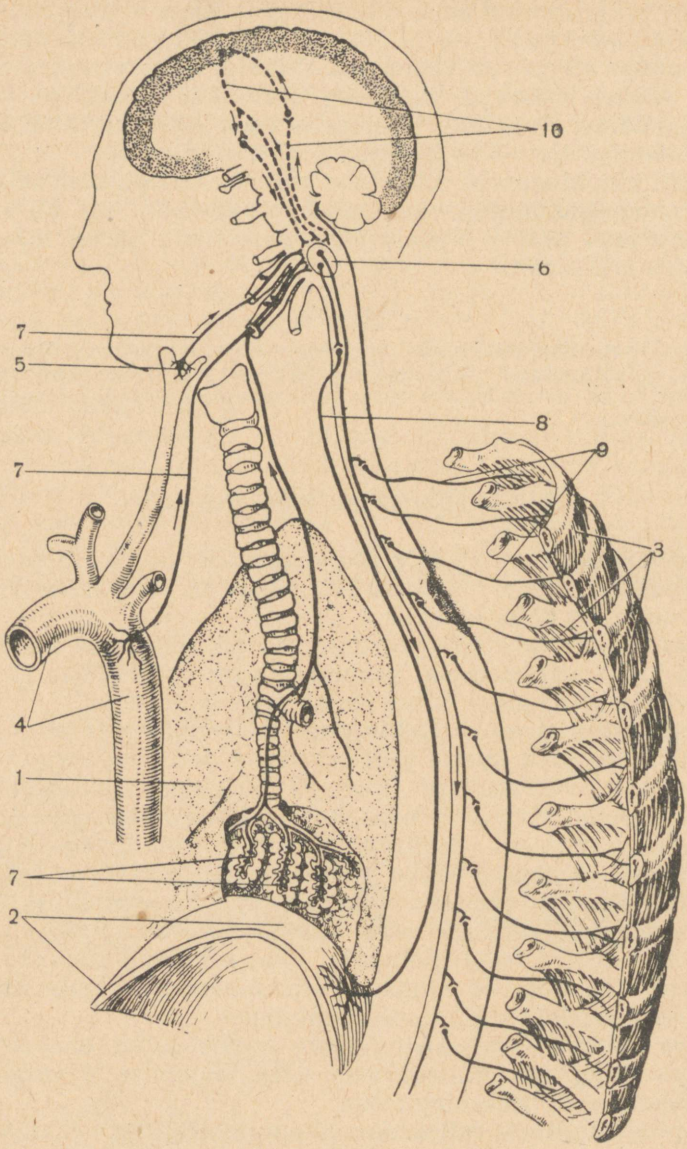
Hingamisliigutuste reflektoorne eneseregulatsioon. Kopsuni ulatuvad meile juba tuntud *uitnärvi* harud, mis koosnevad tsentripetaalseist närvikiududest (joon. 77). Ühtede tsentripetaalsete kiudude lõpmed erutuvad kopsukoe laialivenimisel (teisiti öeldult sissehingamisel). Tekkivad impulsid suunduvad hingamistsentrumisse, kutsudes esile sissehingamislihaste reflektoorse lõtvumise. Selle tulemusena väheneb rindkere mahult ja toimub väljahingamine.

Teised uitnärvi tsentripetaalsed kiud erutuvad sügaval väljahingamisel ja kutsuvad hingamistsentrumi kaudu esile sissehingamislihaste reflektoorse kokkutõmbumise.

Seega toimub hingamisliigutuste reflektoorne eneseregulatsioon, sissehingamine kutsub esile väljahingamise ja väljahingamine kutsub esile sissehingamise.

Hingamisliigutuste reflektoorsed muutused. Hingamisliigutuste iseloom, sagedus ja sügavus võivad muutuda reflektoorselt — vastusena naha ja teiste kehapiirkondade ärritamisele. Näiteks ajutise hingamise katkemine, mis tekib äkilisest sukeldumisest külma vette, on ühenduses nahas olevate tsentripetaalsete närvide lõpmete ärritusega.

Suure tähtsusega on hingamisliigutuste reflektoorne tugevnemine või nõrgenemine nende närvilõpmete ärrituse mõjul, mis paiknevad veresoonte seintes ning eriti seal kohas, kus unearter



Joon. 77. Hingamise reflektoorse regulatsiooni skeem.

1 — kops; 2 — vahelihas; 3 — roietevahelised lihased; 4 — aordi kaar; 5 — unearteri hargnemiskoht; 6 — hingamistsentrum piklikus ajus; 7 — kopsukoelt, aordilt ja unearteri hargnemiskohast lähtuvad tsentripetaalsed närvikiud; 8 — vahelihase juurde suunduvad tsentrifugaalsed närvikiud; 9 — roietevaheliste lihaste juurde suunduvad tsentrifugaalsed närvikiud; 10 — hingamistsentrumit suuraju poolkerade koorega ühendavad tsentripetaalsed ja tsentrifugaalsed teed.

hargneb väliseks ja sisemiseks (joon. 77). Ühed närvilõpmed erutuvad veresoonte laienemisel (s. o. vererõhu suurenemisel), mis kutsub esile hingamise reflektoorse peatumise. Teised, keemilise ärrituse vastu tundlikud närvilõpmed erutuvad süsihappegaasi sisalduse suurenemisel veres. Sel juhul hingamine reflektoorselt tugevneb ja sageneb.

Kaitserefleksid. Hingamisteede limaskesta ärritamine kutsub esile kaitseiseloomuga reflektoorseid reaktsioone. Näiteks nuuskpiiritusega niisutatud vatitüki lähendamine ninale ärritab haistmisnärvi lõpmeid, mis kutsub esile *hingamise reflektoorse peatumise;* seejuures sulgub häälepilu (joon. 68, 4) ja kahjulikud ained ei saa tungida hingamiselunditesse. Limaskesta nõrgem ärritamine põhjustab *aevastamist.* Ärritavate ainete sattumine kõri, trahhea ja bronhide limaskestale põhjustab reflektoorselt *köha.*

Nii aevastamise kui köha puhul sulgub sügava sissehingamise järel häälepilu ja tõmbuvad kokku väljahingamislihased, mille tulemusena kopsudes olev õhk surutakse kokku. Seejärel läheb häälepilu järsult laiali lahti ja kokkusurutud õhk tungib jõuliselt välja. Aevastamisel läbib õhk nina, köhimisel aga suu.

Aevastamine ja köhimine aitavad kaasa hingamisteede vabanemisele neisse sattunud ärritavaist aineist.

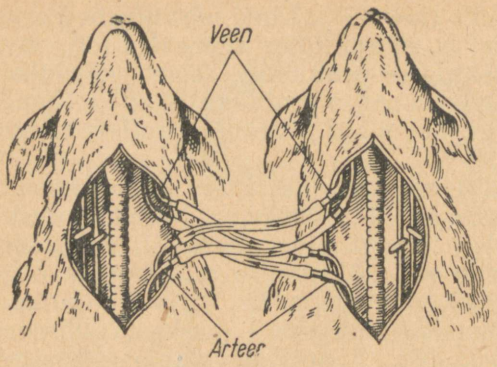
Suuraju poolkerade koore osatähtsus. Hingamisliigutused võivad toimuda ka ilma suuraju poolkerade koore osavõtuta. Siiski mõjustab suuraju poolkerade koor hingamist alati, saates impulsse hingamistsentrumi juurde. Sellest annab tunnistust võimalus muuta hingamisliigutuste sagedust ja tugevust tahtlikult, näiteks kõnelemise ajal.

Ajukoore mõjuga on seotud ka need hingamise muutused, mis iseloomustavad naeru ja nuttu. *Naeru* puhul häälepilu avaneb ja sulgub vaheldumisi väljahingamisel, *nutu* (nuuksete) puhul toimub seesama sissehingamisel.

Süsihappegaasi toime hingamistsentrumisse. Hingamistsentrumi erutumine ning järelikult ka hingamisliigutuste sagedus ja sügavus olenevad veres leiduvate keemiliste ärritajate, eriti süsihappegaasi toimest hingamistsentrumisse, mida on kerge kindlaks teha katse abil ristuva vereringega.

Kahel koeral lõigatakse kaela ühel poolel katki *unearterid,* mis kannavad verd pähe, ja *kägiveenid,* mis toovad verd peast südamesse. Torude abil ühendatakse katkilõigatud arterite otsad nii, et ühe koera veri satub teise koera unearteri ja vastupidi (joon. 78). Kaela teisel poolel asetseva unearteri ja kägiveeni 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.

See on tingitud sellest, et hingamistsentrumi erutuvus sõltub suurel määral temast läbivoolava vere koostisest.



Joon. 78. Katse ristuva vereringega.

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 etendab hingamisliigutuste regulatsioonis olulist osa süsihappegaasi sisaldus veres.

Küsimused.

1. Miks ujujad enne sukeldumist mitu korda sügavalt sisse hingavad? Mis tähtsus sellel on?
2. Seletage, miks vastsündinul tekivad esimesed hingamisliigutused alles pärast seda, kui nabaväät läbi lõigatakse.

Ülesanne.

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 ning pange tähele, kas hingamisliigutused lakkavad seejärel mõneks ajaks. Vaatluste tulemused ühes üksikasjalise seletusega kirjutage vihikusse.

§ 34. Hingamise tervishoid.

Õige hingamise tähtsus. Õige hingamine soodustab tervise karastamist ja töövõime suurendamist. Üheks õige hingamise põhitingimuseks on hoolitsus rindkere arendamise eest, mida saavutatakse õige rühi hoidmisega seismisel, käimisel ja istumisel, igapäevase hommikvõimlemisega (kehaliste harjutustega) ja sportimisega. Hästi arenenud rindkerega inimene hingab harilikult ühtlaselt, rütmiliselt. Kui sage ja ebaühtlane hingamine takistab produktiivset vaimset tööd, siis rahulik, normaalne hingamine, vastupidi, soodustab keskendatud tööd.

Hingamise normaalsest rütmist on võimalik kinni pidada ainult nina kaudu hingamisel. Nina kaudu hingamise tähtsus ei piirdu siiski sellega. Läbides ninaõõne kitsaid käike soojeneb sissehingatav õhk ja vabaneb tolmust ning pisikutest.

Ümbritseva õhu mõju organismile. Värske välisõhk avaldab organismile soodsat mõju. Kinniste, tuulutamata ruumide õhk on aga kahjulik. Sinna kogunevad veeaurud, süsihappegaas, halvasti lõhnavad ained, mis tekivad higi lagundumisel. Neile võivad lisanduda tolmukübemed ja mitmesugused gaasitaolised ained, mis vabanevad näiteks toiduvalmistamisel.

Isikud, kes palju viibivad õhustamata ruumides ja vähe värskes õhus, muutuvad kehvvereseks ja loiuks, väsivad kergesti ning tunnevad peavalu.

Nakkushaiguste edasikandumine õhu kaudu. Õhk võib muutuda mõnede haiguste leviku koldeks. Köhimisel, aevastamisel, kõnelemisel ja isegi väljahingamisel satuvad haige hingamiselundeist õhku väikesed piisad, mis võivad sisaldada pisikuid. Tavaliselt jäävad need piisakesed pikemaks või lühemaks ajaks õhku ja tungivad hõlpsasti ümbritsevate inimeste hingamiselundeisse. Säärane nakkus esineb eriti tihti gripi, difteeria, läkaköha, leetrite ja sarlakite 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 ega sadestu kaua. Mõned nakkushaigused, näiteks tuberkuloos, antakse kergesti edasi niisuguste nakatatud tolmukübemekestega; sellist nakkust nimetatakse *tolm-infektsiooniks.*

Tolm- ja eriti piisk-infektsioon on ohtlikud peamiselt kinnistes ruumides. Välisõhk, olles alaliselt liikuv, kannab ära ja hajutab kiiresti temasse sattuvaid pisikuid.

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 normaalsed omadused. Seepärast ei tohi tube koormata liigse mööbliga.

Ruumides on tarvis õhku pidevalt ventileerida. Seal, kus viibib 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 tohi astuda tubadesse üleriideis, puhastada seal riideid ja jalatseid.

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

Ühiskondlike tervisekaitse abinõude 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 tervisekaitse abinõud.

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

§ 35. Tuberkuloos ja võitlus sellega.

Tuberkuloos on nakkushaigus. Tuberkuloos (tiisikus) on kõige levinumaid nakkushaigusi. Kapitalistlikes maades põeb tuberkuloosi peamiselt töötav elanikkond: Londoni, New Yorgi, Pariisi ja teiste tööstuslinnade töölislinnaosades on haigestumine tuberkuloosi 6—7 korda suurem kui kodanlaste poolt asustatud linnaosades. Eriti kannatavad tuberkuloosi all koloniaalmaade orjastatud rahvad. Ameerika Ühendriikides on suremus tuberkuloosi tõttu neegrite seas mitu korda suurem kui valgete seas, mis on seotud neegritest elanikkonna poolorjaliku seisundiga.

Tuberkuloosi tekitajaks on mikroskoopiliselt väikese peenikese kepikese kujuline pisik. *Tuberkuloosi-kepikesed* võivad inimorganismis kiiresti paljuneda. Kuigi nad väljaspool organismi ei paljune, võivad nad soojuses ja niiskuses säilida nädalaid ja isegi kuid. Päikesevalgus tapab nad mõne tunni, mõnikord ka mõne minuti jooksul. Samuti hukkuvad nad keetmisel.

Tuberkuloosi vormid. Sattudes inimorganismi võivad tuberkuloosi-kepikesed põhjustada mitmesugustes elundites muutusi ja isegi lammutusi. Pisikute ümber tekivad väikeste *köbrukeste* ehk ladina keeles *tuberklite* kujulised põletikukolded (siit ka haiguse nimetus tuberkuloos). Üksikköbrukesed ühinevad mõnikord üksteisega; siis kujunevad suuremad tabamuskolded.

Inimlaipade lahkamisel ja uurimisel on avastatud, et niisuguseid köbrukesi on peaaegu kõigil täiskasvanuil, kes pole kunagi tuberkuloosi põdenud. Nagu vaatlused näitavad, satuvad tuhanded tuberkuloosi-pisikud organismi väga kergesti, kuid viimane saab paljudel juhtudel neist kiiresti jagu ja alanud haigestus lõpeb, jäädes märkamatuks. Inimorganismi edu võitluses nakkusega oleneb tema üldisest seisukorrast, mille, nagu on juba tähendatud, määrab *närvisüsteem*. Ebaõige eluviis, üle jõu käiv töö, ületöötamine, nälgimine ja teised organismi nõrgestavad põhjused alandavad tema võimet pisikute kahjulikule toimele vastu panna ja selle tulemusena areneb tuberkuloos.

Kõige sagedamini tabab tuberkuloos *kopse*. Haiguse esimesteks tunnusteks on harilikult kiire väsimus, isupuudus, kõhnumine, väike köha, higistamine ja mõningane temperatuuri tõus.

Raskeil juhtudel muutub köha tugevaks ja piinavaks ning kujuneb välja teravailmeline kurtumus.

Lapseeas esineb sageli *lülisamba-* ja *liigeste-tuberkuloos.* Kui ei saada õigeaegselt ravi, põhjustab lülisamba haigestumine sageli selle kõverdumist ja küüru tekkimist. Kauaks ravita jäetud puusa- või põlveliigese-tuberkuloosi puhul võib inimene jääda kogu eluajaks lonkajaks.

Luupus (nahatuberkuloos), mis tabab peamiselt näonahka, ja mõnede teiste elundite haigestumised tuberkuloosi algavad sagedasti lapseeas.

Väga raskeks haiguseks on ajukelme tuberkuloos *(tuberkuloosne meningiit).*

Tuberkuloosi ravitavus. Isegi rasked tuberkuloosivormid on ravitavad. Eduka ravi tagatiseks on haiguse varane kindlakstegemine. Seepärast on äärmiselt tähtis pöörduda arsti poole juba esimeste krooniliste, s. o. püsiva haiglase oleku tunnuste puhul. Haigus võib areneda kaugele, kui haige ei pööra tähelepanu niisugustele, näivalt ebaolulistele tunnustele nagu halb isu, nõrkus, kiiresti saabuv väsimus, väikesed temperatuuritõusud, valud põlveliigeses või skeleti teistes osades.

Tuberkuloosi kindlakstegemisel on, eriti laste juures, suure tähtsusega vähese hulga *tuberkuloosi-kepikeste ekstrakti* viimine naha alla — nakkuse olemasolul ilmub sellel kohal, kus on viidud sisse ekstrakt, punetus ja paistetus. Tuberkuloosikahtlane haige saadetakse haiguse täpseks kindlakstegemiseks ja ravimiseks tuberkuloosi-nõuandlasse.

Peaülesandeks on tuberkuloosi ravimisel tugevdada organismi ja sellega aidata tal tulla võitjaks võitluses haigusega. Seepärast tuleb hoolitseda eeskätt tervishoiulise režiimi põhireeglitest kinnipidamise eest. Nende reeglite hulka kuuluvad: küllaldane viibimine värskes õhus, eriti ühendatud kehalise tööga, toa õhustamine, kestev uni avatud õhuakna all, võimlemine, jalutuskäigud (talvel uisutamine ja suusatamine) ning õige ja korrapärane toitumine. Tuberkuloosihaigeil on täiesti keelatud suitsetamine ja alkoholi tarvitamine. Nõukogude Liidus on ehitatud suur hulk erisanatooriume, kus haiged, kasutades reeglipärast tervishoiurežiimi, kosutavad hästi oma organismi.

Kasutatakse ka muid raviviise. Nii näiteks pumbatakse kopsutuberkuloosi puhul pleura-õõnde õhku. Seejuures langeb vastav kopsupool kokku, mis soodustab tuberkuloosikolde paranemist. Sama eesmärgiga kasutatakse luu- ja liigesetuberkuloosi ravil maksimaalse rahu loomiseks haigusest tabatud elundi jaoks kipssidemeid, korsette ja lahaseid.

Viimaseil aastail on meie kodumaa tööstus hakanud tootma *streptomütsiini,* mis pidurdab tuberkuloosi-kepikeste arenemist ja paljunemist. Mõnede tuberkuloosivormide ravimisel kasutatakse streptomütsiini suure eduga. Muuseas on ta hea toimega tuberkuloosse meningiidi puhul, mida veel hiljuti peeti ravimatuks.

Abinõud tuberkuloosi nakatumise vältimiseks. Nakatumine tuberkuloosi võib juhtuda vahetul kokkupuutel nakkusallikaga. Näiteks võib nakatuda, kasutades haige toidunõusid, käterätikut või taskurätikut või hingata sisse tema poolt nakatatud õhku (piisk- ja eriti tolmnakkus).

Et nakkust vältida, tuleb võidelda tolmuga ja eriti nakkuse edasikandjate, kärbestega, ning pidada puhtana ihu, riided ning elu- ja tööruumid. Kuna nakkuse peaallikaks on röga, on väga tähtis, et tuberkuloosihaige koguks seda erilisse suletavasse sülje-toosi, kataks aevastamisel ja köhimisel suu rätiga, kasutaks alati eri voodit, käterätikut ja toidunõusid, ei suudleks ega võtaks sülle lapsi.

Suure tähtsusega on nakkustõrjes organismi üldine kosutamine, mida saavutatakse vastava kehalise kasvatusega ja õige töö- ning puhkusereŽiimiga.

Suurt levikut on meie maal leidnud *kaitsesüstimised*, mis soodustavad tuberkuloosivastase aktiivse immuunsuse kujunemist. Lapsed, kellele neid on tehtud, haigestuvad tuberkuloosi märksa harvemini ja kui haigestuvadki, siis kulgeb haigus väga kergelt ning lõpeb harilikult tervenemisega. Et immuunsust alal hoida, peab kordama süstimist iga 2—3 aasta tagant.

Võitlus tuberkuloosi vastu NSV Liidus. Meie maal on suremus tuberkuloosi tõttu suurimais linnades — Moskvas ja Leningradis — esimese kümne aasta jooksul pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni vähenenud enam kui kaks korda. See oli elanikkonna tervishoiu-alaste töö- ja elu-olutingimuste parandamise tulemuseks. Töötajate elatustaseme edasine tõus, samuti ka eriabinõude tarvituselevõtmine, nagu näiteks elanikkonna perioodiline läbivaatus haiguse varaseks kindlakstegemiseks, haiglate-nõuandlate ja sanatooriumide laialdase võrgu loomine ja massiliste kaitsesüstimiste korraldamine, alandavad iga aastaga ikka enam suremust tuberkuloosi tõttu.

Kapitalistliku ekspluatatsiooni hävitamine ja kommunismi edukas ülesehitustöö on võimaldanud töötajate materiaalse ja kultuurilise elatustaseme pidevat kasvu, on teinud võimalikuks laialdaste tervisekaitse abinõude tarvituselevõtmise, mida korraldavad partei ja valitsus, ning on seega loonud eeldused tuberkuloosi kui massilise haiguse likvideerimiseks NSV Liidus.

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 erineb sissehingatav õhk väljahingatavast õhust?
6. Kuidas toimub gaasivahetus organismi ja ümbritseva keskkonna vahel?
7. Mis toimub organismis vingumürgituse 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?
15. Kuidas kaitsta end tuberkuloosi haigestumise vastu?

V. SEEDE-ELUNDID.

§ 36. 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 seotud igas rakus toimuva rakuaine pideva osalise lagunemisega.

Kõik kaod organismis taastuvad 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 hüvitamiseks. Kui loom jätta ilma toiduta, lahjub ta ruttu ja lõpuks hukkub kurtumusest (kõhnumisest).

Toit on seega organismile *ehitusmaterjaliks* ja ühtlasi ainsaks *energiaallikaks.*

Toitained. Toitaineteks nimetatakse toidu koostisosi, mis on vajalikud organismile. Nende hulka kuuluvad kõigepealt need kolm rühma keerulisi orgaanilisi aineid, mida on iga raku protoplasma ja tuuma koostises, nimelt *valgud, rasvad* ja *süsivesikud.*

Peale selle kuuluvad toidu koostisse mitmesugused *mineraalained* (kloornaatrium, kloorkaltsium ja teised anorgaanilised soolad), vesi, samuti ka vähesel hulgal erilisi aineid *(vitamiinid),* mis on suure tähtsusega organismi normaalsele ainevahetusele.

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 hulk muid aineid. Kuid enamik toiduaineid sisaldab ühel või teisel määral mitmesuguseid eri toitaineid.

Et teadlikult ja õigesti suhtuda toitumisküsimustesse, on tarvis teada valkude, rasvade ja süsivesikute sisaldust mitmesuguseis toiduaineis. Hoolimata viimaste äärmiselt mitmekesisest koostisest, võib neid liigitada mitmesse põhirühma[1].

1. Liha- ja kalasaadused. Liha ja kala on üheks valkude peaallikaks: nad sisaldavad tavaliselt 15—20% valke. 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 rühma rasvaväheste ainete hulka kuuluvad vasikaliha, kanaliha, karpkala, koger, koha, haug jt., rasvarikaste hulka — sealiha, lambaliha, heeringas, luts, lõhi, beluuga, enamik vorstisorte.

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

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 rida teisi organismile vajalikke aineid.

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

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

4. Loomsed ja taimsed rasvad. See toiduainete rühm ei sisalda peaaegu, sageli aga ka üldse süsivesikuid ega valke. Paljud rasvad saadakse looma- või taimesaaduste erilisel töötlemisel (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% vahel (salat, kurgid). 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 peaallikaks, sest et sisaldavad tärklist keskmiselt 50—70%. Nii nagu liha ja kala, sisaldavad need saadused palju valke (valkude kogus moodustab keskmiselt ligi 10%). Rasvasisaldus on väga väike.

Toiduvalmistamisel lisatakse neile aineile 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. Kaunviljade seemned. Eriti valgurikkad on herned, põldoad, aedoad (türgioad), sojaoad ja läätsed (20—30%); neis on palju ka süsivesikuid. Sojauba, mis mõnel pool on peamine toiduaine, 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 on puhas süsivesik. Mesi, marja- ja puuviljakeedised, karamell ning 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 toiduained on ühtlasi kahe toitaine rühma allikad? Missuguste rühmade?

§ 37. 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 omastamiseks on vajalik eelnev ümbertöötamine.

Selles ümbertöötamisprotsessis toimub toidu mehhaaniline ja keemiline muutumine.

Mehhaaniliseks muutmiseks on toidu peenendamine hammaste abil, samuti ka niisutamine. Peenendatud ja lahustatud kujul allub toit hõlpsamini *keemilistele muutustele*, mis seisavad valkude, rasvade ja süsivesikute keerukate osakeste lõhustumises. See lõhustumine ehk *seedimine*, mis toimub *seedefermentide* kaasabil, tekitab lihtsamaid aineid, mis tungivad vabalt läbi sooleseina.

Süsivesikute lõhustumine. Seedeprotsessis lõhustub iga tärklise molekul lihtsa süsivesiku — *viinamarjasuhkru* ehk *glükoosi* — mitmeks molekuliks. Alatiseks toiduks tarvitatava roo- või peedisuhkru molekul lõhustub kaheks lihtsate süsivesikute — *glükoosi* ja *puuviljasuhkru* osakeseks. Piimasuhkur, mis kuulub piima koostisse, lõhustub samuti kaheks lihtsate süsivesikute osakeseks.

Valkude lõhustumine. Valkude lõhustumine ei toimu korraga. Selle protsessi algsaadused on veel väga keerukad ained, mille edasine lõhustumine viib lihtsamate ühendite — *amiinhapete* tekkimisele.

Praegusel ajal tuntakse üle 20 mitmesuguse amiinhappe, mis kuuluvad valkude koostisse. Erinevate loomade ja taimede, samuti ka keha eri elundite ja kudede valkudes on eri amiinhapete sisaldus erinev.

Rasvade lõhustumine. Rasva iga molekul lõhustub üheks *glütseriini* molekuliks ja kolmeks *rasvhapete* molekuliks.

Ühinedes leelisega tekitavad rasvhapped soolasid, mida nimetatakse *seepideks.* Majapidamises tarvitatav seep on rasvhapete naatriumsool ning seda saadakse rasvhapetest 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 toimub seedefermentide mõjul, mis tungivad vakuoolisse protoplasmast. Seedimata jäänused heidetakse välja hetkel, mil vakuool on amööbi liigutuste tõttu nihkunud keha välispinna lähedale.

Rakuväline seedimine. Suurte ainuõõssetega (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 lima külge, mida nõristavad 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 kõrgema organisatsiooniga on loom, seda suurem tähtsus on rakuvälisel seedimisel.

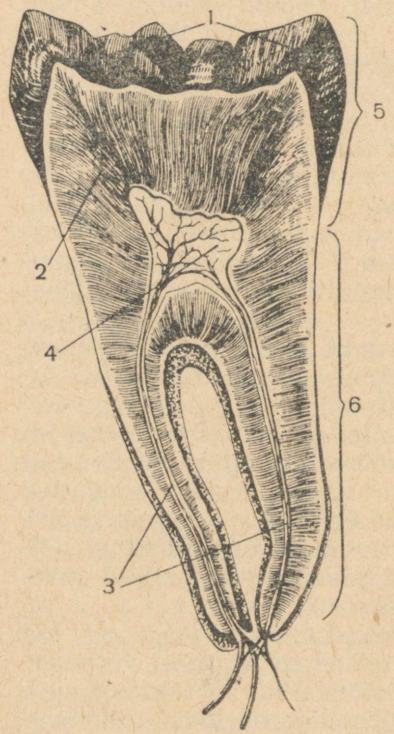
Selgroogsetel loomadel toimub toidu seedimine täielikult väljaspool rakke, seedekanalis, kuhu arvukad seedenäärmed nõristavad mahlu, mis sisaldavad kõiki vajalikke fermente.

Fagotsüüdid. Sajandeid kestnud arenemise tulemusena on loomadel toidu seedimine raku sees kaotanud oma esialgse tähtsuse ja hakanud toimuma nendest väljaspool — seedekanali sees. Kuid rakusisene seedimine pole täielikult kadunud. See on säilinud, kuid omandanud teise, organismile mitte sugugi vähema tähtsuse.

Nagu näitas suur vene 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.

§ 38. 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 välja kerkib, *krooniks* (joon. 79). 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. 79. Hamba ehitus:
1 — hambavaap; 2 — dentiin; 3 — kanalid, mille kaudu närvid ja veresooned tulevad hamba õõnde; 4 — hamba õõs; 5 — hamba kroon; 6 — hamba juur.

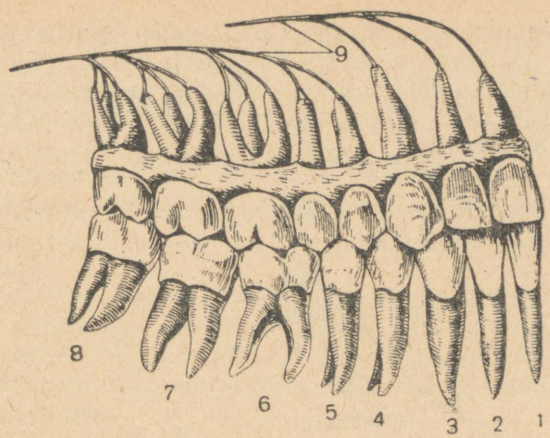
Hammaste hulk ja kuju. Inimesel on 32 hammast, 16 kummaski lõualuus (joon. 80). Kummagi lõualuu nelja eeshammast nimetatakse *lõikehammasteks*; neile järgnevad *silmahambad* (üks kummalgi pool), siis kaks *eespurihammast* ja kolm *purihammast*.

Toidu puremine ja peenendamine toimub purihammastega. Silmahammastega hammustatakse või rebitakse lahti suuremaid tükke. Lõikehammastega peamiselt hammustatakse toitu.

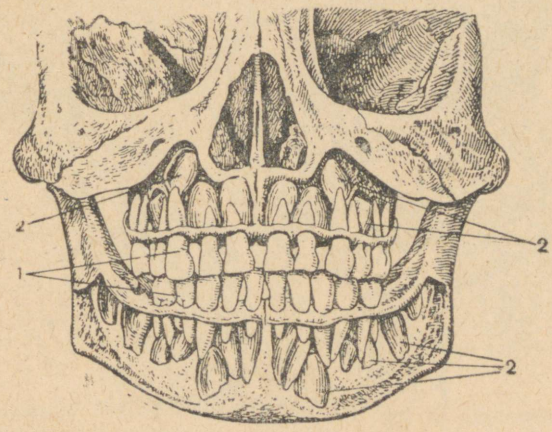
Piimahambad. Algul ilmuvad lapsel ajutised *piimahambad*. Kahe- kuni kahe ja poole aastastel ulatub nende arv kahekümneni: kaheksa lõike-, neli silma- ja kaheksa eespurihammast (joon. 81).

Esimesed suured jäävpurihambad ilmuvad tavaliselt 6—8-aastaselt. Sel vanuseastmel algab ka hammaste vahetus: piimahambad langevad järk-järgult välja, asendudes jäävhammastega. 12—14-aastaselt lõpeb hammaste vahetus; samal ajal tulevad teised purihambad.

Kõige tagumised purihambad (kummalgi pool üks) ilmuvad tavaliselt mitte enne 18. eluaastat, tihti isegi 25—30-aastaselt; neid nimetatakse „tarkusehammasteks".



Joon. 80. Inimese hambad:
1 ja 2 — lõikehambad; 3 — silmahammas; 4 ja 5 — eespurihambad; 6, 7 ja 8 — purihambad (viimane on tarkusehammas); 9 — närvikiud, mis lähevad hambajuurtesse.

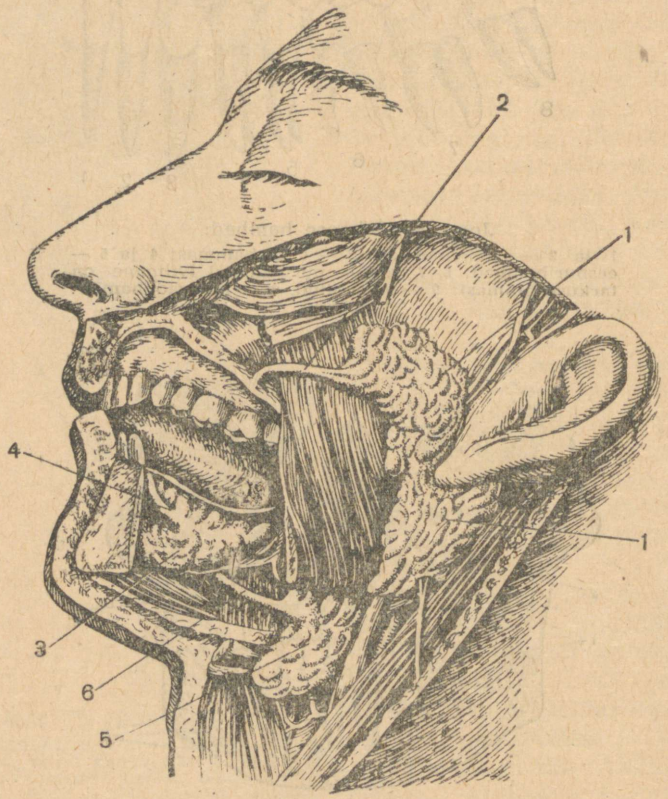


Joon. 81. Piimahambad:
1 — piimahambad; 2 — jäävhammaste algmed.

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 riknevad kergemini. Eriti õrnad on piimahambad.

Vaabavigastus kutsub tavaliselt esile hamba järkjärgulise purunemise. Mädanev hammas võib alati põhjustada kõrvalasetsevate hammaste haigestumist, mistõttu on eriti tähtis näidata suuõõnt arstile kaks korda aastas, et plombida või kõrvaldada vigastatud hambad.

Hamba lagunemise põhjuseks on tihti hammaste vahele jäänud toiduraasukeste mädanemine. Viimaste kõrvaldamiseks on



Joon. 82. Süljenäärmed:
1 — kõrva-süljenääre; 2 — kõrva-süljenäärme juha; 3 — keelealune süljenääre; 4 — keelealuse süljenäärme juha; 5 — lõuaalune süljenääre; 6 — lõuaaluse süljenäärme juha.

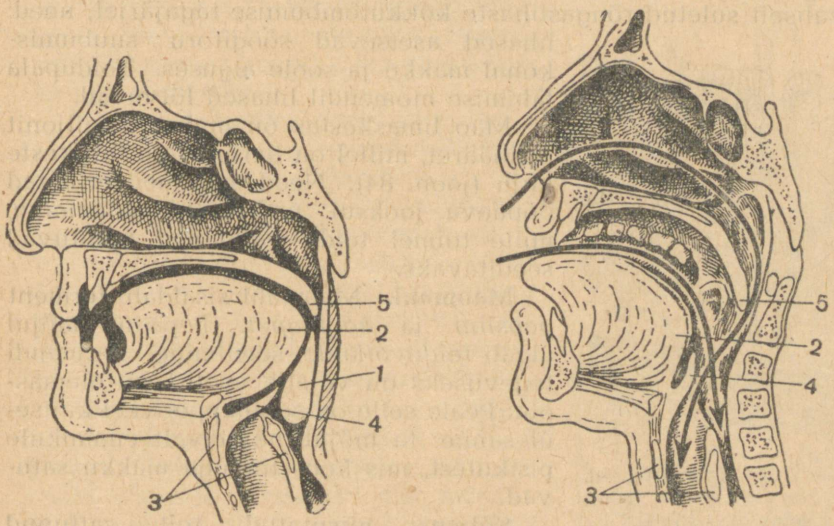
vaja iga päev enne magamaheitmist hambaid pulbriga puhastada, harjates neid algul väljastpoolt ülevalt alla ja alt üles ning siis seestpoolt. Samal eesmärgil tuleb pärast söömist loputada suud joogiveega.

Süljenäärmed. Suuõõs on alati niiske. See on tingitud tema seintes asuvaist arvukaist pisinäärmeist, mis nõristavad lima, samuti ka sülje eritumisest kolmest suuõõnde avanevast suurte

süljenäärmete paarist: *kõrva-süljenäärmeist, lõuaaluseist* ja *keelealuseist süljenäärmeist* (joon. 82). Oma ehituselt meenutavad need näärmed viinamarjakobaraid. Nad koosnevad arvukatest väikestest kerakujulistest või kotitaolistest näärmetest. Ühinedes moodustavad nende näärmete juhad ühise viimajuha, mida mööda väljub sülg.

Ööpäeva jooksul nõristab inimene 600—700 cm^3 sülge. Sülg niisutab kuiva toitu ja uhub ära suu limaskestalt kahjulikke ning tarbetuid aineid.

Inimese sülje koostisse kuulub ferment *ptüaliin*, mis soodustab *tärklise* muutumist *linnasesuhkruks*. Teine süljes esinev ferment jätkab alanud lõhustumist ja muudab linnasesuhkru *viinamarjasuhkruks*. Niiviisi võtab sülg osa toidus sisalduvate süsivesikute seedimisest.



Joon. 83. Neelamisakt. Vasakul — hingamisel õhu ja neelamisel toidupala liikumise skeem; paremal — toidupala allaneelamise hetk:
1 — toidupala; 2 — keel; 3 — kõri; 4 — kõripealis; 5 — pehme suulagi.

Neelamine. Puretud ja süljega niisutatud toit tõugatakse keele liigutuste abil *neelu*. Seejuures tõuseb pehme suulagi, sulgedes nina-neeluava; kõri tõmbub ülespoole ja teda katab kõripealis, mis paindub tahapoole. See väldib toidu sattumist ninaneeluavasse ja kõrri. Keelega surumisel lükkub toidupala *söögitorru*, mis on seest vooderdatud limaskestaga (joon. 83).

Söögitoru ülemise osa lihased on vöödilise ehitusega. Kogu ülejäänud osa sisaldab silelihaste kiude, mille kokkutõmbumine põhjustab toru rõngakujulise ahenemise. Kokkutõmbumine haa-

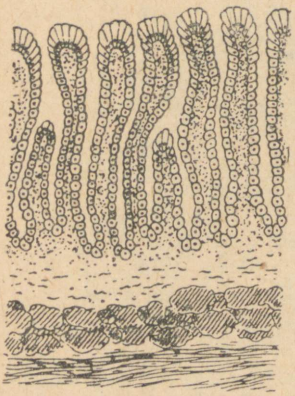
rab algul ülemise osa ja läheb siis liikudes söögitoru mööda kuni maoni. Nende ussi liikumist meenutavate kokkutõmmetega juhitakse toit *makku*.

Ülesanne.

Joonestada hamba ehituse skeem.

§ 39. 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* (sissepääs makku söögitoru poolt) kui ka *maolukuti* (väljapääs maost soolde) on tavaliselt suletud rõngaslihaste kokkutõmbumise tagajärjel; need lihased asetsevad söögitoru suubumiskohal makku ja soole alguses. Toidupala läbimise momendil lihased lõtvuvad.



Joon. 84. Maonäärmed. All on näha osa maoseina lihaskihist.

Mao limaskestas on umbes 5 miljonit pisinääret, millel on harunevate torukeste kuju (joon. 84). Need näärmed eritavad ööpäeva jooksul umbes 2 l *maomahla*, mille toimel toidu valkained muutuvad seeditavaks.

Maomahl. Maomahl sisaldab ferment *pepsiini* ja *soolhapet*. Pepsiini mõjul algab *toiduvalkude* seedimine. Fermendi tegevuseks on vajalik soolhappe olemasolu. Peale selle on soolhappel veel kaitseülesanne: ta mõjub hävitavalt enamikule pisikutest, mis koos toiduga makku satuvad.

Süljega niisutatud toit, sattunud makku, ei segune tavaliselt ja püsib tükk aega liikumatult, muljutuna kokkutõmbunud maoseintest. Nõristudes 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. Sel määral, kuidas toit seedib, pääseb ta mao alumisse ossa, maolukuti piirkonda. Siin tõmbuvad maoseinad laineliselt kokku. Toidumass seguneb ning pääseb väikeste annuste haaval soolde.

§ 40. Soolestik.

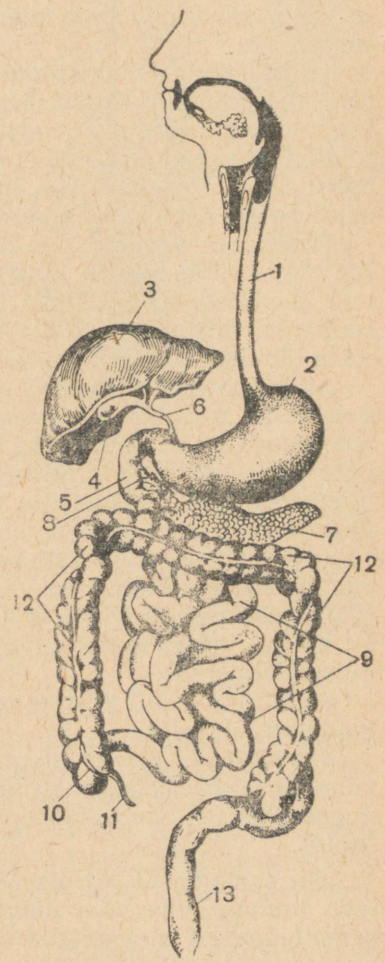
Sooled. Maost satub toit *sooltesse* ja läbib pika tee algul läbi *peensoole* ja siis *jämesoole* (joon. 85). Aeglasel liikumisel toit järk-järgult seeditakse. Soolestikust imenduvad seedesaadused verre.

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 seoses toidu iseloomuga. Lihatoiduga võrreldes sisaldab taimtoit vähem toitaineid, pealegi seedib väga aeglaselt taimetselluloos, mis moodustab taimerakkude kesta. Seepärast tarvitatakse taimtoitu suuremal hulgal ning ta püsib kauem soolestikus.

Kaksteistsõrmik. Peensoole algusosa nimetatakse *kaksteistsõrmikuks.* Sinna suubuvad *kõhunäärme-* ja *maksajuhad.* Need mõlemad elundid on nagu süljenäärmedki tihedalt seotud seedekanaliga mitte ainult selle poolest, et nad võtavad osa seedimisprotsessist, vaid ka oma arengu poolest: nende algmed ilmuvad lootel seedekanali külgmiste sopististena.

Kõhunääre. *Kõhunääre* on samasugune keeruline harunenud nääre nagu süljenäärmedki. Kõhunäärme mahl sisaldab fermente, mis mõjuvad toidu kõigile kolmele peamisele koostisosale: valkudele, rasvadele ja süsivesikutele. Kõhunäärme mahla mõjul lõhustuvad *valgud* märksa põhjalikumalt kui maos: nad lagunevad üksikuiks *amiinhappeiks.* Kõhunäärmemahla teine ferment, samuti nagu ptüaliin, muudab *tärklise suhkruks.* Rasvaferment lõhustab *rasvad glütseriiniks* ja *rasvhappeks.*

Maks. Maks asetseb kõhuõõne parempoolses ülemises osas vahelihase all. See on väga suur elund, mille kaal täiskasvanud inimesel on umbes 1 kilogramm.



Joon. 85. Seede-elundite skeem:
1 — söögitoru; 2 — magu; 3 — maks; 4 — sapipõis; 5 — kaksteistsõrmik; 6 — sapijuha; 7 — kõhunääre; 8 — kõhunäärme juha; 9 — peensool; 10 — pimesool; 11 — ussjätke; 12 — jämesool; 13 — pärasool.

Nagu kõigi elundite, nii ka maksa juurde suundub arter, mis toob hapnikurikast verd. Peale selle läheb maksa juurde värativeen, milles on maost, soolestikust, kõhunäärmest ja põrnast äravoolav veri (värviline tabel II). Harunedes maksas mitmekordselt, moodustab see veen uuesti kapillaare. Järelikult läbib soolestikust läbivoolav veri kapillaare kahel korral. Niisugune iseärasus on seletatav selle tähtsa osaga, mis on maksal ainevahetuses ja eriti seeditud ning imendunud toitainete edaspidises saatuses.

Maksa üheks funktsiooniks on *sapi* valmistamine. Sapp satub sapijuha kaudu kaksteistsõrmikusse. Kuigi sapp ei sisalda seedefermente, kergendab ta teiste fermentide tegevust ja soodustab toiduainete seedimist. Maks valmistab sappi pidevalt, kuid soolestikku satub see ainult siis, kui kõrtjas toit läheb maost kaksteistsõrmikusse. 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.

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 lõtvumisest. 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 ka kehast väljalõigatud sooletükikesel, kui see asetada füsioloogilisse lahusesse.

Peristaltika abil kõrtjas toit pidevalt seguneb ja kandub sooltes aeglaselt edasi.

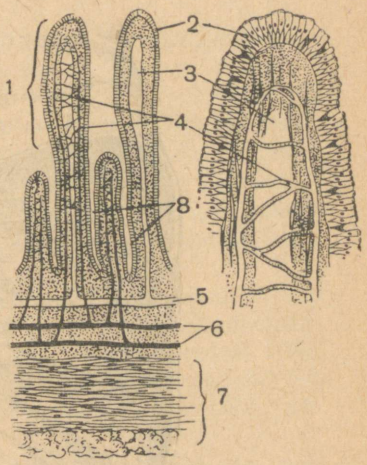
Soolehatud. Ainete tungimist ümbritsevast keskkonnast läbi nahakatte või seedekanali limaskesta verre ja lümfi nimetatakse *imendumiseks*. Seedeainete imendumine toimub peamiselt peensooles.

Kui asetada tükike peensoole limaskesta vette ja vaadelda teda luubiga, siis võib näha suurt hulka kurde, mis on kaetud sametiebemeid meenutavate tihedate näsadega. Neid näsasid nimetatakse hattudeks (joon. 86). Kurdude ja eriti hattude tõttu suureneb tunduvalt soole pind; see kiirendab toitainete imendumist.

Iga hatu sisemuses on väga peente veresoonte võrk ning sealt algab lümfisoon, mis hatust väljudes suubub sooleseina lümfisoontesse.

Imendumine füsioloogilise protsessina. Varem arvati, et imendumine on seeditavate ainete lihtne läbinõrgumine hatu seinast.

Selle protsessi põhjalikum tundmaõppimine aga näitas, et hatu seinast ei nõrgu läbi kaugeltki kõik ained. Sõltumata vedeliku rõhust ja ainete kontsentratsioonist kummalgi pool seina, võivad ained minna ainult ühes suunas — soole õõnest hatusse. Kõik see kõneleb sellest, et imendumine on füsioloogiline protsess, mida ei saa seletada filtreerimise ja osmoosi seadustega. Imendumine on hatu pealmise kihi rakkude aktiivse tegevuse tulemus.



Joon. 86. Soolehatu ehituse skeem (paremal on osa soolehatust tugevasti suurendatud): 1 — soolehatt; 2 — rakkude kiht, millede kaudu toimub imendumine; 3 — lümfisoone algus soolehatus; 4 — hatuveresooned; 5 — lümfisoon sooleseinas; 6 — veresooned sooleseinas; 7 — osa lihaskihist sooleseinas; 8 — soolenäärmed.

Maks kaitsetõkkena. Verre imendunud ained satuvad kõigepealt maksa, sest soolestikust voolab veri algul maksa ja alles siis südamesse. Säärasel vere liikumise teel on tohutu suur tähtsus.

Tinutamata vasknõust söömisel võivad nähtamatud vaseosakesed sattuda seedekanalisse ja seejärel, olles maomahla happe toimel muutunud lahustuvaiks sooladeks, tungida verre. Verre võivad tungida ka plii, tsingi, arseeni ja terve rea teiste tervist kahjustavate ainete ühendid, mida leidub mõnede tööstuste tolmus. Niisuguste, meid ümbritsevas keskkonnas pidevalt leiduvate ainete hulk on äärmiselt suur.

Maks kas muudab kahjutuks mürkained, mis on soolestikust verega kaasa toodud, või viib need lahustumata olekusse ja eritab siis ühes sapiga. Sattunud uuesti, kuid juba lahustumatutena soolekanalisse, kõrvalduvad nad kehast koos väljaheidetega. Seega on maks üheks kaitsetõkkeks (barjääriks) organismi sise- ja ümbritseva keskkonna vahel.

Jämesool. Peensooles imendumata jäänud toit satub jämesoolde; siin lõpeb imendumine, kusjuures imendub peamiselt vesi.

Jämesoole lõpposa, mille kaudu heidetakse välja soole sisaldis, nimetatakse *pärasooleks.*

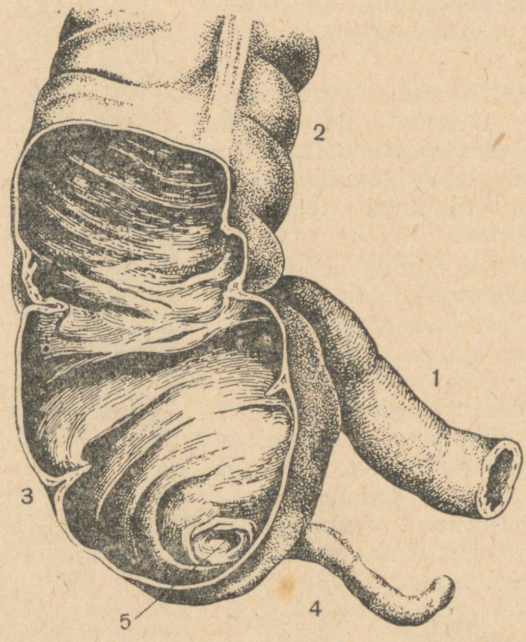
Pimesool. Jämesoole algusosa nimetatakse *pimesooleks* (joon. 87).

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 inimesel pimesool arenenud väga nõrgalt.

Ussjätke. Pimesoolega on ühenduses peen vihmaussi meenutav *ussjätke* (joon. 87).

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



Joon. 87. Pimesool:
1 — peensool; 2 — jämesool; 3 — pimesool; 4 — ussjätke; 5 — ussjätke ava.

kahju. Temasse jääb seisma toitu, mis seal hakkab mädanema, või sinna asuvad elama solkmed. Kõik see võib esile kutsuda *ussjätke-põletiku* ehk *apenditsiidi*. Neil juhtudel tuleb sageli teha operatsioon ning jätke täielikult kõrvaldada.

§ 41. I. P. Pavlov ja tema tööd seedefüsioloogia alal.

I. P. Pavlovi tähtsus seedefüsioloogia arendamisel. Seedeprotsessi tundmaõppimine on peaaegu täielikult seotud meie kodumaa teaduse arenemisega. Võib julgelt öelda, et vene teadlased, eeskätt I. P. Pavlov, tegid täieliku pöörde õpetuses seedimisest, mida välismaal mitte põhjuseta ei nimetata „füsioloogia vene haruks".

I. P. Pavlovi elulugu. Ivan Petrovitš Pavlov sündis 1849. a. preestri perekonnas. Lõpetanud vaimuliku seminari, otsustas Pavlov selle aja eesrindlike ideede mõjul omandada loodusteadusliku hariduse. Ta astus Peterburi ülikooli loodusteaduskonda ja juba teisel kursusel alustas teaduslikku uurimistööd. Üliõpilaspõlves valminud töö eest, mis käsitleb kõhunäärme innervatsiooni, autasustati teda kuldmedaliga.

Pärast ülikooli lõpetamist astus Pavlov Meditsiinilis-Kirurgilisse Akadeemiasse, mille lõpetas 1879. a.

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. P. Pavlovi, keda tunti juba siis visa ja kirgliku uurijana.

Pavlov alustas uurimisi entusiasmiga. Kogu laboratoorium koosnes ühest 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 seede-elundite tegevuse uurimisele.

Kui Pavlov mõne aasta pärast sõitis välismaale tolle aja suurimate füsioloogide juurde, siis selgus, et tal polnud välismaalastelt midagi õppida ja et ta ise võib neile paljugi õpetada. Ja tõepoolest, välismaa teadlased hakkasid varsti sõitma Pavlovi juurde Venemaale, et temalt õppida.

Pavlovil polnud kunagi puudust õpilastest. Tema väikesse laboratooriumi tulid arstid, kes olid huvitatud füsioloogiast, ja igaühele neist leidus tööd. Laboratooriumis valitseb sõbralik tööõhkkond. Pavlov nakatas kõiki oma entusiasmiga, oma andumusega teadusele.

Paljud tema õpilased said hiljem kuulsaiks füsioloogideks või arstideks.

1891. a. 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 uuris Pavlov üksikasjaliselt, kuidas reguleerub seede-elundite tegevus, kuidas nad kohanevad organismi muutuvate vajadustega ja toidu mitmesuguse koostisega.

Mõne aasta möödudes valiti Pavlov professoriks, Meditsiinilis-Kirurgilise Akadeemia füsioloogiakateedri juhatajaks. Hiljem, 1906. aastal, valiti ta Teaduste Akadeemia tegevliikmeks.

Tema nimi oli välismaal laialt tuntud ning 1904. aastal sai Pavlov väljapaistvate tööde eest seedekanali füsioloogia alal rahvusvahelise preemia.

Kuid sel ajal oli Pavlov juba vähem huvitatud seedimise küsimustest. Uurides süljenäärmete tegevust koerte juures, tegi ta kindlaks, et toiduaine nägemine või lõhn kutsub esile süljenõristuse, mis oma iseloomult on sarnane sellega, mida võib näha sama toiduainega toitmisel. Veel rohkem, süljenõristus ilmub koeral, kui ta kuuleb talle harilikult toitu toova talitaja samme või häält.

Pööranud tähelepanu nendele faktidele, tegi Pavlov katset kasutada neid peaaju kõrgema osa, suuraju poolkerade koore tundmaõppimiseks. See katse õnnestus täielikult. Üle 35 aasta uuris Pavlov närvisüsteemi tegevust, kasutades selle tegevuse näitajana süljenäärmete tööd. Pavlovi ja tema arvukate õpilaste tööde tulemusena loodi sootuks uus füsioloogia haru — õpetus tingitud refleksidest.

Tsaarivalitsus hoolitses suure teadlase eest vähe. Piiratud vahendid ei võimaldanud Pavlovil laialdasemalt arendada oma tööd. Imperialistliku sõja perioodil aga vaibus Pavlovi laboratooriumide elu peaaegu täielikult.

Alles pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni loodi Pavlovile ja tema õpilastele soodsad tingimused teaduslikuks tegevuseks. Kodusõja ajal, hoolimata äärmiselt raskeist elutingimustest, rakendas Nõukogude valitsus erilisi abinõusid Pavlovi elu- ja töötingimuste parandamiseks. V. I. Lenini korraldusel said koerad tema laboratooriumis toitu korrapäraselt. Nii päästeti loomad, kellega Pavlov katsetas aastaid tingitud reflekside tundmaõppimiseks.

Pavlov mõistis ja hindas meie kodumaa uue elu suure ülesehitustöö tähtsust. Veel suurema energiaga andus ta armastatud tegevusele, püüdes tuua teadusliku tööga 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 1936. aastal.

Seoses leninliku komsomoli X kongressiga kirjutas suur nõukogude teadlane, oma kodumaa tuline patrioot, vähe aega enne oma surma nõukogude noorsoole avaliku kirja, milles leidsid väljenduse peajooned, mis on iseloomulikud Pavlovile kui teadlasele ja inimesele. Selle tähelepanuväärse kirja täielik tekst on toodud õpiku esimestel lehekülgedel.

Seedimise uurimise uus meetod. Juba 1842. a. 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 kor-

giga; haav toru ümber õmmeldi kinni. Koer talus seda operatsiooni kergelt.

Sel kombel tekkis operatsiooni tulemusena kunstlik ava 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 üksikasjaliselt tundma õppida seedeelundite tegevust. Ülesanne seisis mitte ainult selles, et õppida tegema uuriseid seedetrakti ükskõik millisesse ossa. Oli tarvis jõuda puhta seedemahla saamiseni, mis poleks segatud toidu ja teiste mahladega. Eriti tähtis oli see, et uurise asetamisega poleks häiritud soolestiku normaalne tegevus.

Pärast kauakestnud ja visasid otsinguid õnnestus Pavlovil kasutusele võtta kõhunäärme krooniline (püsiv) uuris. Kõhunäärme mahl satub kaksteistsõrmikusse kahe viimajuha kaudu. Ühe neist juhtis Pavlov väljapoole ja õmbles naha külge ühes lühikese sooletükikesega. Nüüd nõristus mahl ühe juha kaudu nagu varemgi soolde, teise kaudu aga välja.

Kuid opereeritud loomad kannatasid raskelt uuriste ümber tekkinud haavandite tõttu ning enamik hukkus ruttu. Pavlovi erakordne tähelepanuvõime aitas tal raskusest üle saada.

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 kõhunäärme mahla söövitava toime vastu, jäi suurele teadlasele eluajaks meelde. Kui 1935. a. püstitati Pavlovi initsiatiivil Leningradis Eksperimentaalse Arstiteaduse Instituudi õuele mälestussammas koerale, märgiti selle bareljeefile järgnev kiri:

„Purustanud krohvi ja teinud sellest endale poorse aseme, näitas koer eksperimenteerijale kätte võtte, mille abil kunstlikust avast väljanõrguv kõhunäärme mahl ei söövita kõhtu."

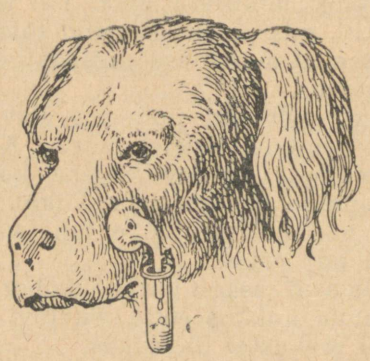
Kasutades mitmesuguseid uuriseid, mõnikord mitut ühel ja samal koeral, õppis Pavlov tundma kogu seedekanali tegevust; ta selgitas selle mitmesuguste osade seose ja vastastikuse toime.

Oma töödega seedimise alal tegi Pavlov füsioloogias tõelise pöörde, näidates käegakatsutavalt, kui tähtis on uurida elundi tööd tervikliku organismi loomulikes tingimustes.

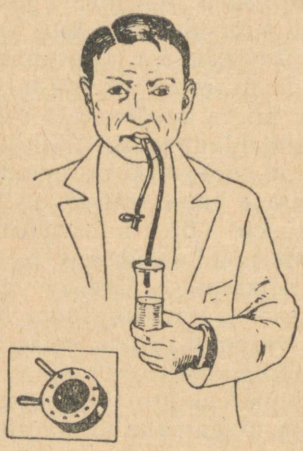
Pavlovi ja tema kaastööliste töödel on tohutu suur tähtsus inimorganismis toimuvate protsesside mõistmiseks: nad määravad kindlaks toitumistervishoiu tähtsaimad reeglid ja aitavad orienteeruda seede-elundite mitmesugustes haigustes ning valida õiget raviviisi.

§ 42. Seedenäärmete tegevuse regulatsioon.

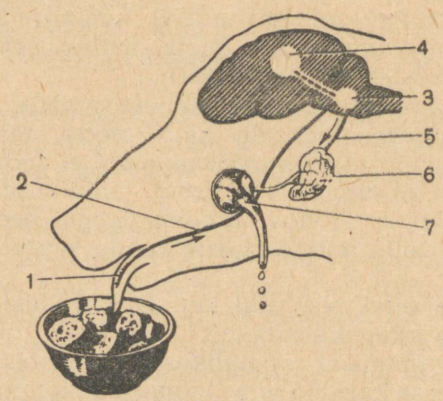
Süljenõristuse regulatsioon. Süljenäärmete töö uurimiseks loomadel tegi Pavlov kunstlikke uuriseid, juhtides näärmejuha välja (joon. 88). Inimese süljenõristuse uurimiseks kasutatakse erilisi imejaid, mis kinnitatakse suuõõnde süljenäärmejuha väljumiskohale (joon. 89).



Joon. 88. Süljeuuris koeral.



Joon. 89. Süljenõristuse uurimine inimesel; all on imeja sülje kogumiseks.



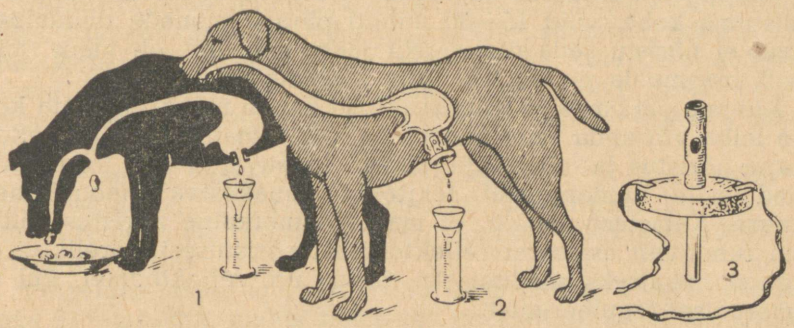
Joon. 90. Süljenõristusrefleksi skeem:
1 — aistimisnärvi lõpmed keelel; 2 — tsentripetaalne närv; 3 — süljenõristustsentrum piklikus ajus; 4 — erutuskolle ajukoores; 5 — tsentrifugaalne närv; 6 — süljenääre; 7 — lehter.

Inimesel ja loomadel eritavad tähtsamad süljenäärmed sülge reflektoorselt. Sattunud suuõõnde, ärritab toit maitsmisnärvide lõpmeid. Neis tekkivad impulsid kanduvad piklikku ajju ja sealt teiste (tsentrifugaalsete) närvide kaudu näärmesse, kutsudes esile selle tegevuse (joon. 90).

Toidu nägemine, lõhn ja isegi kõnelus sellest, ärritades vastavate närvide (nägemis-, haistmis- ja kuulmisnärvide) lõpmeid, kutsuvad esile süljenõristuse tingitud refleksina; see nõristus toimub suuraju poolkerade koore osavõtul. On küllalt maitsva toidu meenutamisest, et „suu läheks kohe vesiseks". Sülje nõristumine mingi toiduaine nägemise või sellest kõnelemise puhul on samasugune kui selle toiduaine suhupanemisel.

Maonäärmete tegevuse regulatsioon. Toidu sattumisel suhu, samuti ka selle nägemisel või lõhna haistmise 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 (joon. 91). Et koer nälga ei sureks, pandi talle toit uurise kaudu otse makku.



Joon. 91. Mõnede mao seedimise uurimiseks teostatavate operatsioonide skemaatiline kujutus:
1 — maouuris ja läbilõigatud söögitoru; 2 — isoleeritud pisimagu; 3 — toru mahla kogumiseks pisimaost.

Katse näitas, et mõni minut pärast *„näilist toitmist"*, mille puhul toit valgus läbilõigatud söögitoru kaudu välja, hakkas tühjast maost nõristuma puhast maomahla. Nõristumine ei lakanud 1—2 tunni jooksul. Pärast mao juurde viivate uitnärvi harukeste läbilõikamist ei kutsunud „näiline toitmine" esile maomahla nõristumist. See tõestab, et maonäärmete tegevust reguleerib närvisüsteem, s. t. see toimub reflektoorselt. Maomahla nõristumine võib olla nii *tingimatu* kui ka *tingitud*, s. o. *suuraju poolkerade koore* osavõtul toimuv.

Puhta, toidulisanditeta maomahla kogumiseks ja uurimiseks jagas Pavlov mao keeruka operatsiooniga kahte ebavõrdsesse ossa: suureks ja pisi- ehk isoleeritud maoks. Söögitorust võis toit sattuda ainult suurde makku ja sealt liikuda soolestikku. Pisimagu oli välisavaga varustatud umbne kott. Operatsiooni kogu keerukus seisis selles, et oli tarvis säilitada tervelt mitte ainult pisimakku kulgevad veresooned, vaid ka närvid. Säärastel tingimustel toimus mahla nõristumine pisimaos, kuhu toitu ei sattunud, samuti nagu suures.

Vaatlused näitasid, et kui toit pärast normaalset toitmist makku sattus, 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 ärritavad nad maonäärmeid ja selle tulemusena jätkub mahla nõristumine.

Nõukogude teadlane I. P. Razenkov tõestas katseliselt, et koerale 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 humoraalselt tekitatud kauakestva maonäärmete erutuse. Katsetest nähtub, et mahla humoraalne nõristus sõltub üsna tunduvalt esmasest reflektoorsest nõristusest. Järelikult on toidu normaalseks seedimiseks tarvis nii *reflektoorset* kui ka *humoraalset* reguleerimist.

Maonäärmete töö uurimiseks inimesel võetakse maosisaldist harilikult suu kaudu sisseviidud kummitoru abil. Üksikjuhtudel on õnnestunud korraldada vaatlusi inimestel, kel on haavatasaamise või muu vigastuse tõttu kujunenud maouuris (-fistul).

Sooltes toimuva seedimise regulatsioon. Ka kõhunäärme mahla ja sapi sisenemist kaksteistsõrmikusse reguleerib organism reflektoorselt ja humoraalselt. *Reflektoorne regulatsioon* toimub nii ilma suuraju poolkerade koore osavõtuta (tingimatud refleksid) kui ka selle osavõtul (tingitud refleksid). Seepärast võib mahlade nõristumise esile kutsuda ainuüksi toidu nägemine või selle lõhn. Kuid reflektoorne nõristumine pole suur võrreldes sellega, mida võime näha *humoraalsete* ärritajate toimel.

Pavlov tegi kindlaks, et hapu maomahlaga läbiimbunud kõrtja toidu tulek kaksteistsõrmikusse kutsub esile kõhunäärme mahla

rikkaliku nõristuse. Sama võib tähele panna puhta maomahla või soolhappe kunstlikul sisseviimisel kaksteistsõrmikusse.

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.

Akadeemik K. M. Bõkovil õnnestus uurida inimese kõhunäärme töö regulatsiooni, tehes katseid haigega, kel raske vigastuse tõttu oli tekkinud selle näärme juha uuris.

Soolemahla, s. t. peensoole seinas asetsevate näärmete mahla söögi ajal või toidu nägemisel ei nõristu. Selle nõristumine toimub ainult soole neis osades, mis puutuvad antud momendil kokku toiduga. Viimane ärritab limaskesta ja põhjustab kohalikku mahlanõristust.

Seede-elundite töö kooskõla. Kõik seedekanali elundid, alates suuõõne elundeist ja lõpetades jämesoolega, töötavad harukordselt kooskõlastatult.

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 söödud toidu omadustest ja koostisest.

Kui võtta suhu soolhappe nõrka lahust, nõristub kaunis palju sülge, kuid see on väga vedel ja tavaliselt suuremal määral leelisene. Rohket ja vedelat sülge nõristub ka kuivikute söömisel. Pehme leiva söömisel ilmub paks sülg, sedagi 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 soolekanali töö alati otstarbekohane. Paljudel juhtudel ei vasta seedemahlade hulk ja

koostis toidu omadustele. 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 lihased, ussjätke ja teised kehaehituse iseärasused, millest paljud on pärit ammu väljasurnud esivanematelt. Organismi töö otstarbekohasus on elutingimustega kohastumise tulemus paljude põlvkondade vältel.

Normaalse seedimise tingimused. Normaalne seedimine sõltub suurel määral seedemahlade enamiku esmasest, reflektoorsest nõristusest.

Näärmete tööd, järelikult ka isu mõjustavad 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 ka inimese meeleolu. Tusk, mure, viha ja tugev erutus võivad põhjustada täieliku seisaku juba alanud mahlanõristuses ja esile kutsuda isukaotuse.

Side seede-elundite töö ja mitmesuguste välistingimuste ning organismi seisukorra vahel toimub *suuraju poolkerade koore* kaudu.

Ülesanne.

Koostada seedefermentide tabel, näidates, kus iga ferment tekib ja milles avaldub ta osavõtt seedeprotsessist.

Küsimused kordamiseks.

1. Missugune tähtus on toitumisel organismi suhtes?
2. Missugused toitained kuuluvad toidu koosseisu?
3. Loetleda toiduainete põhirühmad, andes igale rühmale iseloomustuse ja näidates neis valkude, rasvade ja süsivesikute umbkaudse sisalduse.
4. Milles seisab seedeprotsess ja missugune tähtsus on sellel organismi suhtes?
5. Loetleda järjekorras seedekanali osad ja nendega seotud näärmed.
6. Missuguseid muutusi teevad seedekanalis läbi valgud, rasvad ja süsivesikud?
7. Nimetada hammaste eest hoolitsemise põhireeglid.
8. Miks nimetatakse õpetust seedimisest „füsioloogia vene haruks"?
9. Kuidas uuritakse süljenäärmete tegevust?
10. Kuidas toimub maomahla nõristuse regulatsioon?
11. Missuguste operatsioonide abil õnnestus Pavlovil uurida igakülgselt mao tegevust?
12. Missugused on maksa põhifunktsioonid?
13. Missugustest elunditest pääseb veri maksa värativeeni kaudu? Missugune tähtsus sel on?
14. 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 toimuvad organismis. Ainevahetus on kõigi eluavalduste alus ja ta toimub pidevalt igas organismis, olles selle olemasolu vajalik tingimus. Ainevahetuse lakkamisel lakkab kogu elutegevus ja organism sureb.

Aine muutusega käib alati kaasas energia muundumine. Näiteks vabaneb keerukate orgaaniliste ainete lõhustumisel neis talletatud potentsiaalne, s. o. varjatud keemiline energia, muundudes soojusenergiaks või mehhaaniliseks 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 muutustele ja muunduvad raku enda aineks. Seda ainete omastamist, nende sarnastumist rakuainega nimetatakse *assimilatsiooniks.* Assimilatsiooni puhul, s. o. elusaine tekkimisprotsessis rikastuvad rakud mitte ainult aine, vaid ka selles peituva potentsiaalse energia poolest.

Elusaine loomise kõrval toimub organismis pidevalt selle osaline lagunemine. Elava raku kooste-ainete lagunemist, lõhustumist nimetatakse *dissimilatsiooniks.* Dissimilatsiooniprotsessis toimub potentsiaalse (varjatud, keemilise) energia vabanemine, selle muundumine teisteks energiavormideks, peamiselt mehhaaniliseks soojus-energiaks. Selle näiteks võivad olla skeletilihastes toimuvad nähtused. Ärrituse mõjul tekivad lihaskoes keemilised muutused. Seejuures muundub lihase potentsiaalne energia mehhaaniliseks (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 ja temas suure-

neb elusaine hulk, siis 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 elusas organismis ei või aine ja energia tekkida mitte millestki ja kaduda jäljetult. Nad ainult alluvad lõpmatuile muundustele. Aine ja energia allikaks organismis võivad olla ainult toit ja selles sisalduv energia.

Organismi 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. sisenemisele koos toiduga.

Siit võib järeldada, et aine ja energia jäävuse ja muundumise seadus on võrdselt rakendatav nii eluta kui ka elusa looduse suhtes.

Ainevahetusnähtuste keerukus. Ainete sisenemine 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 toimub eri elundeis erisuguselt. See on seletatav nende rakuprotoplasma keemilise koostise erinevusega. Muuseas on erisuguste elundite valgud erinevad. 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 ainevahetussaadused, sattunud verega teistesse elunditesse, võivad mõjustada nende tööd. Näitena võiks tuua isu paranemise ja kogu elutegevuse üldise tõusu, mida tavaliselt täheldatakse pärast kehalist tööd. See on seotud vahepealsete ainevahetussaaduste sattumisega verre, mis tekivad lihastes nende tegevuse ajal. Kauakestva ja raske kehalise töö puhul koguneb verre lihaste ainevahetussaadusi ülemäära, mis tingib vastupidise tegevuse: tekib elundite, eriti seedenäärmete erutuvuse tunduv nõrgenemine, millega seoses kaob ka isu.

Fermentide osa ainevahetuses. Ainevahetuse keerukad ja mitmekesised protsessid toimuvad organismis arvukate fermentide osavõtul, milledest igaüks kiirendab ainult rangelt kindlaksmääratud keemilisi reaktsioone.

Fermendid tekivad elusate rakkude tegevuse tulemusena; teiste sõnadega, nad on ainevahetuse saadused. Samal ajal on nad kõigi ainevahetuse protsesside tingimata vajalikud osalised. Nendeta pole võimalik organismi elu.

Paljude teadlaste, nende hulgas nõukogude akadeemikute A. N. Bahhi ja A. I. Oparini tööde kaudu on tundma õpitud fermentide osa nii hapendus- kui ka mitmesugustes teistes protsessides, mis toimuvad organismis. On kindlaks tehtud, et fermentide tegevuse häirimine 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 rasvhapete 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.

Imenduv 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 jällegi siseneb verre ning läheb keha elundite ja kudede toiduks.

Süsivesikud on lihaste kokkutõmbumise energia peaallikaid. Nad on tarvilikud ka närvisüsteemi tegevuseks.

Süsivesikute ainevahetusest 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, mis kutsub 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 suhkrutõve puhul, mis põhjustab tihti surma. Haigeid ravitakse insuliini süstimisega.

Glükogeeni vastupidine muutumine suhkruks tugevneb meile juba tuntud aine — *adrenaliini* — toimel.

Valkude ainevahetus. Toiduvalkude lõplikud seedesaadused — *amiinhapped* — pääsevad muutumatult verre sooleseinte kaudu. Iga elus kude kulutab ära osa oma valkudest. Verest saabuvad amiinhapped on materjaliks, millest kujunevad 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 loomade organismis.

Maksa osa ainevahetuses. Imendunud valkude, rasvade ja süsivesikute hulga vastavust organismi tarvidusele hoiab oma tegevusega alal tunduval määral maks, mida tihti nimetatakse meie keha kesklaboratooriumiks.

Kui inimene toitub peamiselt valgurikka toiduga, toimub nimelt maksas ammiinhapete muutumine süsivesikuiks. Samuti võivad süsivesikud muutuda maksas ka rasvaks ja rasvad süsivesikuiks. Just seepärast võivadki organismis rasvad talletuda ka juhul, kui toit on rikas süsivesikute (tärklis, suhkur) ja vaene rasvade poolest.

Ainevahetusprotsessis tekib alati teatav hulk organismile mürgiseid aineid. Paljud neist muunduvad maksas ja kaotavad oma mürgisuse. Näiteks muundub mürgine ammoniaak maksas kahjutuks *kusiaineks*, mis siseneb verre ja siis väljub koos uriiniga.

Ainevahetus liigse toitumise puhul. Tavalise, normaalse toitumise puhul jääb kehakaal muutumatuks, teiste sõnadega, organismi sisenevate ja sellest väljuvate ainete hulk on võrdne.

Tugeva toitumise puhul laguneb osa imendunud toitainete ülejäägist väga ruttu ja läheb organismist välja, osa aga ladestub rasvavaruna. Seejuures tõuseb kehakaal.

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 puhul. Mitteküllaldase toitumise puhul võib inimene kaotada aineid rohkem, kui ta neid saab ümbritsevast keskkonnast. Sel juhul täheldatav kehakaalu vähenemine näitab, et organism elatub oma varude arvel. Kehakaalu vähenemisele 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 nälginud kassi mõned 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 kestval nälgimisel 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. Valkude, rasvade ja süsivesikute kõrval on toidu vajalikuks koostisosaks vesi ja mineraalained (anorgaanilised soolad).

Organismi normaalne veesisaldus on rakkude elutegevuses väga tähtis. Tuvidega tehtud katsed on näidanud, et 11%-line veekaotus põhjustab mitmesuguseid haigusnähtusi. 22%-lise veekaotuse juures aga tuvid hukkuvad.

Vee auramisel naha ja kopsude kaudu, samuti ka ühes uriini ning roojaga kaotab inimene iga päev vähemalt kaks liitrit vett.

Organismile vajalike mineraalainete, eriti naatriumi-, kaaliumi-, magneesiumi-, kaltsiumi- ja rauaühendeid saab inimene küllaldasel hulgal tavalisest toidust. Puudu jääb ainult *kloornaatriumist*, eriti taimse toidu kasutamisel.

Mõnede haiguste ajal on ainevahetus soolade osas 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.

Ainevahetuse regulatsioon. Üksikuid fakte närvisüsteemi mõju kohta ainevahetusele tunti ka enne Pavlovit. Kuid õpetuse kõigi ainevahetusprotsesside alluvusest närvisüsteemile lõi Pavlov. Pavlov nimetas niisugust regulatsiooni *troofiliseks*[1], s. o. elundi toitumist, elutegevust, ainevahetust juhtivaks.

Troofilise regulatsiooni rikkumisega on seletatav haavandite ilmumine koera jäseme nahal, millel operatsiooni teel on kõrvaldatud kõik tsentripetaalsed närvikiud. Paljud ainevahetuse korratusega seotud haigused inimesel on troofilise regulatsiooni rikkumise tulemuseks.

Ajukoore osa ainevahetuse regulatsioonis. Bõkov ja tema kaastöölised, tehes katseid nii loomade kui ka inimestega, näitasid, et ainevahetusprotsessid võivad muutuda tingitud reflekside mõjul, s. o. suuraju poolkerade koore osavõtul. Ajukoore mõjuga on seletatav ainevahetuse suurenemine ainuüksi mõtte puhul kehalisest tööst.

---

[1] Kreekakeelsest sõnast *trophe* — toit.

§ 45. Toitlusnormid.

Inimese organismi energiakulu mõõtmine. 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 muundub lõpuks soojuseks ja sellena võib teda koguda ja kalorites[1] ära mõõta.

Teine energeetiliste kulude arvutamisviis põhineb organismi poolt tarvitatud hapniku hulga kindlakstegemisel. On teada, et hapendusprotsesside tagajärjel vabaneb organismis tarvitatud ühe liitri hapniku kohta 5 kalorit. Kui inimene tarvitab ühe tunni vältel ära 20 l hapnikku, siis see vastab energia kulule, mis võrdub 100 kaloriga. Ööpäeva ulatuses oleks see 100×24=2400 kalorit.

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 ei tee kehalist tööd ja on väheliikuv, peamiselt istuva eluviisiga, kulutab poolteist korda rohkem energiat.

Vaimse töö puhul on täiendav energiakulu väga väike. Kehalise töö puhul on energiakulu üldiselt seda suurem, mida rohkem lihaseid võtab osa keha liigutustest.

Keskmise raskusega kehalise töö ja liikuva eluviisi puhul tõuseb energiakulu kahe- kuni kahe ja poole kordseks, ulatudes 3000—3700 kalorini ööpäevas. Väga raske kehalise töö puhul võib see kulu olla tunduvalt suurem.

Võimatus hinnata tööd energiakulu järgi. Õpetlased ja praktikud on korduvalt püüdnud hinnata inimese tööd energiakulu järgi, kuid säärane hindamine on täiesti ebaõige. „Katsutagu," kirjutas Engels, „väljendada mõned *skilled labour* (kvalifitseeritud tööd) kilogramm-meetreis ja arvutada selle alusel töötasu!" Engels arvas, et niisuguse katse tulemusena „saaksime ainult mõttetuse".

Ja tõsi, energiakulu on seoses peamiselt lihaste tööga, mis on tööprotsessi, s. t. inimese teadliku, ühiskondlikult kasuliku tegevuse ainult üks külg. Väljendada seda kaloreis on võimatu.

Valkude, rasvade ja süsivesikute kalorsus. Assimileerides valke, rasvu ja süsivesikuid, saavad rakud varuks neis ainetes sisalduva potentsiaalse energia, mis dissimilatsiooniprotsessis

---

[1] Suureks kaloriks ehk kilokaloriks nimetatakse soojuse hulka, mis on vajalik 1 kg vee soojendamiseks 1° C võrra.

vabaneb. Et määrata toitainete potentsiaalset energiat, on tarvis kindlaks teha nende hapendumisel vabaneva energia hulk.

Katsed on näidanud, et ühe grammi rasvade hapendumisel vabaneb keskmiselt 9 kalorit. Ühe grammi valkude või süsivesikute hapendumisel meie kehas eraldub umbes 4 kalorit.

Toiduannuse kalorsus. Toiduannuse kalorsus peab vastama inimese poolt ärakulutatavale energiahulgale. Mida rohkem inimene kulutab, seda enam peab ta saama. Täiskasvanud inimene, kes ei tee rasket kehalist tööd, peab saama ööpäeva jooksul keskmiselt 3000—3500 kalorit.

Toiduannuse koostis. Normaalseks toitumiseks on tarvis, et toit sisaldaks küllaldasel hulgal kõiki põhi-toitainete liike: valke, rasvu ja süsivesikuid.

Kui inimene toituks ainult süsivesikuist ja rasvadest ega saaks sugugi valke, järgneks sellele paratamatult surm. Valgud on ehitusmaterjaliks, milleta elusaine 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.

Valkude, rasvade ja süsivesikute vahekord toidus peab olema enam-vähem püsiv. Järsud kõrvalekaldumised neis suhetes võivad tekitada tõsiseid häireid organismis. Ainult valgust koosnev või valgurikas, samuti ka liialt rasvane toit on organismile kahtlemata kahjulik. Tavalistes tingimustes, et saada 3000 kalorit, peab täiskasvanud inimene tarvitama ööpäevas keskmiselt:

valke	100 g,
rasvu	60 g,
süsivesikuid	500 g.

Raskete tööde puhul, mis on seotud suure energiakuluga, tuleb toiduannust suurendada, kusjuures rasvade, valkude ja süsivesikute hulk peab kasvama proportsionaalselt.

Vahel tekib vajadus suurendada mõnd toidu põhiosa. Nii tunnevad inimesed kaugemail põhjamaadel tugevate külmade ajal vajadust suurema hulga rasvade järele.

Toiduainete omastatavus. Toiduainete toiteväärtus oleneb mitte ainult nende koostisest, vaid ka nende koostises olevate toitainete omastamisest organismi poolt. 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 tselluloosist kestaga, millele ei avalda mõju fermendid; teiseks sellest, et loomse päritoluga valkude koostis on inimese keha valkude koostisele lähedasem. Seepärast tuleb umbes pooled valgud saada loomsest toidust.

Toiduainete omastatavus sõltub suurel määral nende valmistusviisist; näiteks omastatakse kartulipuder paremini kui keedetud kartul, viimane aga paremini kui praetud kartul.

Toiduainetest omastatakse keskmiselt 90%. Seda peab arvestama toiduannuse koostamisel ja seepärast alati vastavalt suurendama selle kalorsust umbes 10% võrra.

§ 46. Vitamiinid.

Vitamiinide tähtsus. Organism vajab mitte ainult valke, rasvu, süsivesikuid ja soolasid, vaid ka teisi teatud aineid, mida nimetatakse *vitamiinideks.* Vitamiinideta ei saa elada ei inimene ega loomad.

Vitamiinide puudulik tarbimine 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 väärtuslikke aineid, millel on normaalse ainevahetuse säilitamisel suur tähtsus.

Vitamiinid tekivad taimedes. 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 et lehmad saavad suvel värsket rohtu, talvel aga toituvad heintest, mis sisaldavad vitamiine tunduvalt vähem.

Üksikuid vitamiine tähistatakse ladina tähtedega.

Vitamiin C. Ammust ajast on teada, et nälja-aastail ja ka sõjaajal, eriti ümberpiiratud linnade elanikkonna hulgas, levib tihti skorbuudi-epideemia. Skorbuut on raske haigus. Algul tunneb haigestunu üldist nõrkust, väsimust ja valu jalgades. Siis tulevad järk-järgult nähtavale tõsisemad haiguse tunnused: algab igemete veritsemine; algul tekivad nahas, lihastes ja siseelundeis väikesed, siis aga suurema ulatusega verevalumid; luuüdi vereloometalitlus satub korratusse, areneb raske kehvveresus. Kuid haiged paranevad ruttu, kui avaneb võimalus kasutada toiduks värsket juur- ja puuvilja.

Värske juur- ja puuvilja tervendav mõju sõltub C-vitamiinist, mida sisaldavad peamiselt elusad 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.

Inimorganismi ööpäevane C-vitamiini vajadus on 0,1 g.

Vitamiin A. A-vitamiini puudus või vähesus toidus häirib nägemist ja tekitab raske *silmahaiguse*, millele võib järgneda pimedaksjäämine; epiteelkudedes, näiteks nahal ja limaskestades, tekivad muutused, mis teevad organismi vastuvõtlikumaks nakkushaigustele ja väga tundlikuks igasuguste vigastuste vastu; lapseeas tekib *kängujäämine kasvus.*

Kõige rohkem on A-vitamiini kalamaksaõlis: rikkalikult on teda ka maksas, koorevõis, munakollases ning taimesaadustes — porgandis, spinatis, oblikas, rohelises sibulas, punases pipras jne. Täpsemalt öeldes, taimed ei sisalda A-vitamiini, vaid selle lähedast ainet, millest ta looma organismis tekibki.

Täiskasvanud inimene peab ööpäevas saama A-vitamiini ligikaudu 5 mg.

B-grupi vitamiinid. See, mida varemini nimetati B-vitamiiniks, on 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 käiku. Nende vitamiinide puudus või vähesus toidus tekitab organismis raskeid häireid.

Maades, kus rahvas toitub peamiselt riisiga, 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, vitamiini, mida leidub enamikul kõrsviljadest ainult seemnete iduosas. Riisi puhastamisel kõrvaldatakse koos kestaga ka vitamiiririkas idu ja nii saadakse hästi puhastatud, kuid vitamiinideta toiduaine.

Meie maal beribeeri-haigust peaaegu ei esine. Kuid tihti annavad väsimus, isupuudus, kalduvus kõhukinnisusele ja lihaste nõrkus tunnistust selle vitamiini mitteküllaldasest sisaldusest tarvitatavas toidus. Kasvu aeglustumine ja seismajäämine, mõned silmahaigused, nahalõhkemise sagedane esinemine, korratused närvisüsteemi tegevuses — kõik need häired sõltuvad sageli B-grupi ühe või teise vitamiini puudusest toidus.

1. Kasutades tabeleid õpiku lõpus, kirjutada 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, koostada umbkaudne ööpäevane toidunorm enda või mõne teatava ala töötaja jaoks. Arvutada valkude, rasvade ja süsivesikute ning kalorite hulk koostatud toidunormis; arvutada eraldi loomse ja taimse päritoluga valkude hulk. Anda üksikasjaline hinnang 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, rasvade ja süsivesikute sisalduse poolest;

c) kas selles 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. Toitlustamise tervishoid.

Toidu mitmekesisuse tähtsus. Mida maitsvam ja isuäratavam on toit, seda paremini ta seedib ja omastatakse. Suur tähtsus on toidu mitmekesisusel. Üksluine toit tüütab ruttu, ei ärata isu ja seepärast ka seedib halvemini; mitmekesist toitu süüakse naudinguga, seetõttu seedib paremini ja toob enam kasu.

Peale selle on üksluise toidu juures raske kindlustada kõigi vajalike toiduainete ja eriti vitamiinide normaalset sisaldust toiduannuses.

Toitlustamisrežiim. Toitlustamisrežiimil on suur tähtsus. Ei tohi korraga ära süüa kogu päevast toiduannust; on tarvis süüa päevas mitu korda, umbes iga nelja tunni tagant. Sööma-vaheaegadel 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. Einetamise kellaajad võib määrata olenevalt töötingimustest, kuid neist tuleb täpselt 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 ainele.

Puhtuse pidamine. Söömisel on tarvis pidada piinlikku puhtust. Kui seda ei tehta, võib kergesti koos toiduga sattuda seede-elundeisse 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 energiavahetusprotsess inimorganismis?
2. Missugust osa etendab maks ainevahetuses?
3. Kuidas muutub ainevahetus liigsel toitumisel ja nälgimisel?
4. Kuidas toimub ainevahetusprotsesside regulatsioon?
5. Mida nimetatakse kaloriks? Missuguse hulga kaloreid annab ühe grammi valkude, rasvade ja süsivesikute hapendumine meie kehas?
6. Missugune on energia ööpäevane kulutus inimese mitmesuguse tegevuse puhul?
7. Missugune peab olema keskmine ööpäevane valkude, rasvade ja süsivesikute tarvitus?
8. Mis on vitamiinid, mis tähtsus neil on organismis ja missugused tagajärjed on A-, B- ja C-vitamiini puudumisel toidus?
9. Missugust osa etendavad vitamiinid ja fermendid ainevahetuses?
10. Missugused on toitlustamise tervishoiu põhireeglid?

VII. ERITUSELUNDID.

§ 48. Eritusprotsesside tähtsus.

Ainevahetuse lõppsaadused. Igas rakus toimub lakkamatult ainevahetus. Mitmesugused ainevahetusprotsessis tekkivad ühendid muutuvad viimaks lõppsaadusteks, mis organismis edaspidi enam ei muundu.

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 tingimata 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), väävelhappe 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 pikkamööda organismist.

Inimesel erituvad nad peamiselt *kuseelundite* kaudu, mis ongi spetsiaalsed erituselundid.

Kuid ainevahetussaadused kõrvalduvad osaliselt ka teiste elundite kaudu. Kopsude abil kõrvaldub süsihappegaas; peale selle on väljahingatav õhk alati küllastunud veeaurust; veekadu kopsude kaudu on ööpäevas umbes 400 g.

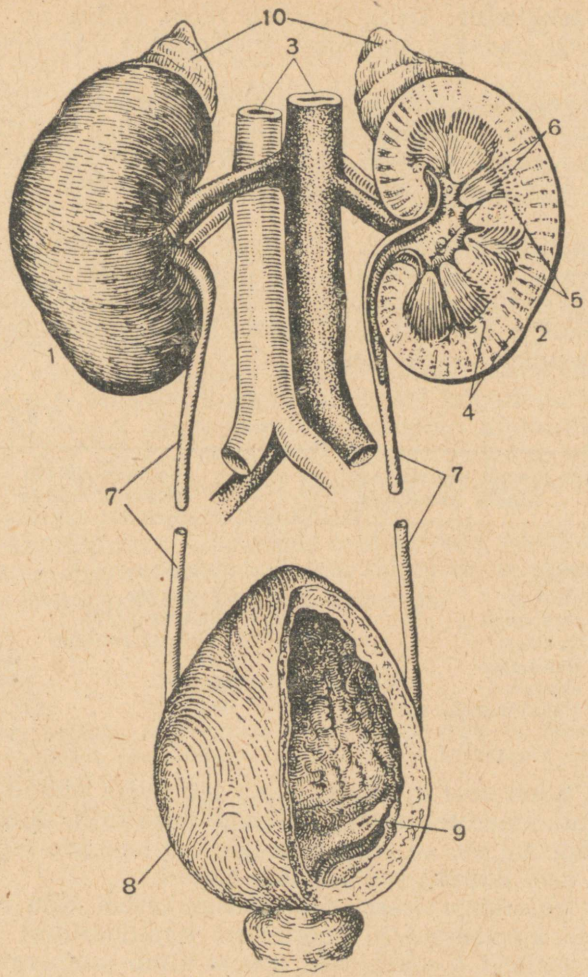
Higi eritumise teel läheb *naha* kaudu kaotsi suur hulk vett. Koos veega erituvad naha kaudu soolad ja üsna väike hulk valkude orgaanilisi lagusaadusi.

Erituselundite töö kaitseb organismi ainevahetussaaduste kuhjumise eest ja ühes sellega soodustab verekoostise muutumatuse säilitamist.

§ 49. Kuseelundite ehitus ja töö.

Neerude ehitus. *Neerud* asetsevad kõhuõõne tagumises osas, mõlemal pool lülisammast (joon. 92). Nad valmistavad *uriini (kust).*

Neerus eristatakse kaks kihti: tume väliskiht *(koorollus)* ja hele sisekiht *(säsiollus).* Väliskihis võib luubi abil näha palju tumedaid täppe. Need on verekapillaaride *päsmakesed.* Nad aset-



Joon. 92. Erituselundid:
1 — parem neer (väljastpoolt); 2 — vasak neer (pikilõige); 3 — veresoonod; 4 — väliskiht (koorollus); 5 — sisekiht (säsiollus); 6 — neeruvaagen; 7 — kusejuha; 8 — kusepõis (osa selle seinast on välja lõigatud kusejuha suubumiskoha näitamiseks); 9 — kusejuha suubumiskoht; 10 — neerupealised.

sevad väikestes õõntes — *kihnudes*, millest saavad alguse peenikesed torukesed; need ulatuvad sisekihini ja suunduvad sealt tagasi väliskihti. Uksteisega ühinedes moodustavad torukesed jämedamaid juhasid, mis läbivad neeru sisekihi ja suubuvad õõnde, mida nimetatakse *neeruvaagnaks* (värviline tabel IV).

Uriini tekkimine. Uriin koosneb veest, milles on lahustunud *anorgaanilisi soolasid, kusiainet, kusihapet* ja rida teisi ainevahetussaadusi.

Mõned teadlased püüdsid käsitada neere kui lihtsaid kurnasid ja võrdlesid uriini tekkimisprotsessi kurnamise või difusiooniga. Kuid selgus, et see protsess on palju keerukam kui kurnamine või difusioon, sest et see on seoses elusate rakkude aktiivse tegevusega.

Nagu nähtub tabelist 2, puuduvad uriinis mõned ained, mida sisaldab veri, nimelt valgud ja suhkur. Naatriumisisaldus on kummaski vedelikus ligikaudu võrdne. Muid aineid sisaldab uriin suuremal hulgal kui veri, kuid igaüht neist aineist sisaldub uriinis ja veres kindlas vahekorras.

Tabel 2

Veres sisalduvate ainete nimetused	Samade ainete sisaldus uriinis
Valk	Ei sisaldu
Suhkur	Ei sisaldu
Naatrium	Niisama palju
Kaalium	7 korda rohkem
Kusihape	12 „ „
Kusiaine	65 „ „
Väävelhappe soolad	90 „ „

Lisaks tuleb veel märkida, et mõned verre viidud ained (näiteks värvaine metüleensinine) lähevad üsna ruttu täielikult uriini.

See kõik näitab, kuivõrd keerukas on neerude tegevus, mida seni pole veel küllaldaselt tundma õpitud.

Uriini 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 muudab vedelik järk-järgult oma koostist ja kontsentratsiooni ning muutub uriiniks.

Uriini tekke regulatsioon. Juba ammu oli teada, et uriini tekkimist mõjustavad veres esinevad ained. Mõned neist suurendavad, teised nõrgendavad uriini tekkeprotsessi. Peale neerude tegevuse *humoraalse regulatsiooni* toimub *regulatsioon* ka *närvide kaudu,* mida on väga hõlpus uurida Pavlovi poolt väljatöötatud uurise-meetodi (kusejuha kehast väljajuhtimise) abil.

Bõkovi tööd kusejuha uuristega koerte juures on näidanud, et neerude tegevus on *suuraju poolkerade koore* mõju all ja et on võimalik kujundada uriinitekkimise muutusi tingitud refleksidena. On teada, et vee viimine makku kutsub esile uriinitekkimise reflektoorse suurenemise. Pärast vee sisseviimise katse mitmekordset kordamist suureneb neerude tegevus tingitud refleksina ka siis, kui ainult ollakse miljöös, milles katse on tehtud. Bõkovil õnnestus kujundada uriinierituse refleks mitmesugustele tingitud ärritajatele.

Uriini väljajuhtimine. Tekkinud uriin satub neeruvaagnasse ja sealt pikka torru — *kusejuhasse,* mis ühendab neeru *kusepõiega.* Kusejuhas on silelihaste kiud, millede kokkutõmbumine soodustab uriini edasiliikumist.

Kusepõis asetseb kõhuõõne alumises osas. Tal on paks lihaseline sein ja ta võib selle kokkutõmbumisel koonduda ja uriiniga täitumisel tugevasti laiali venida. Kusepõie alumises osas on rõngaslihas, mis suleb väljapääsu. Uriin juhitakse välja *kusiti* kaudu. Urineerimisel rõngaslihas lõdveneb, põieseinte lihased aga tõmbuvad kokku, surudes uriini välja.

Uriini väljajuhtimist, sealhulgas urineerimist, reguleerib närvisüsteem. Urineerimise võimalus omal tahtel on seletatav *suuraju poolkerade koore* poolt tuleva mõjustusega.

Küsimused kordamiseks.

1. Loetleda rasvade, süsivesikute ning valkude lagu- ja hapendussaadusi. Mis tähtsus on nende eemaldamisel organismist ja kuidas see toimub?
2. Missugune on neeru ehitus?
3. Kuidas toimub uriini tekkeprotsess?
4. Kuidas toimub neerude tegevuse regulatsioon?

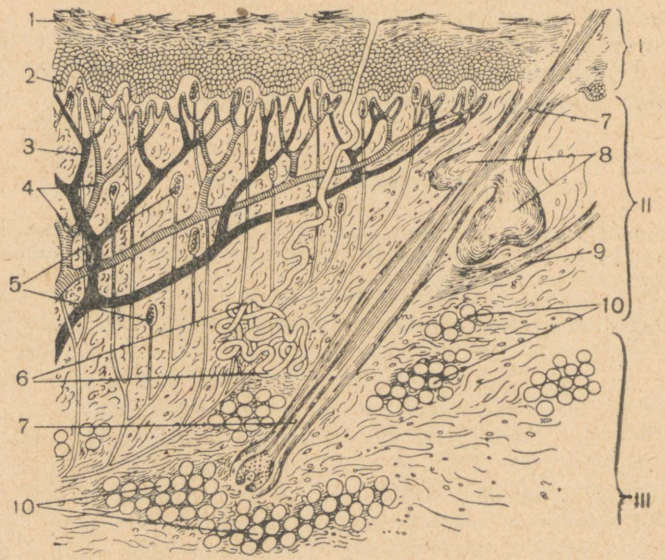
VIII. NAHK.

§ 50. Naha ehitus.

Marrasknahk. *Nahk* on keha väline kate, mis kaitseb organismi kudesid välismõjude eest (joon. 93).

Naha välist kihti nimetatakse *marrasknahaks.* See koosneb mitmekihilisest epiteelist. Marrasknaha alumises põhikihis asetsevad üksteisega tihedalt kokkupuutuvad rakud. Need kasvavad ja paljunevad pidevalt. Aluskihi rakkude pooldumise teel tekkinud noored rakud 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. Marrasknaha teiste, eriti ülemiste kihtide rakud väärastuvad järk-järgult ja hukkuvad. Väärastudes nad lii-



Joon. 93. Naha ehituse skeem:
I — marrasknahk; II — pärisnahk; III — nahaalune kohev sidekude: 1 — marrasknaha sarvkiht; 2 — marrasknaha rakkude alumine kiht; 3 — veenid; 4 — arterid; 5 — tundenärvi lõpmed; 6 — higinääre; 7 — juuksejuur; 8 — rasunääre; 9 — karvapüstitaja silelihas; 10 — rasvarakkude kogumikud.

buvad üksteise vastu, muutudes tihedaks *sarvaineks,* mis eemaldub nahapinnalt valgete soomustena. Soomuseid võib hõlpsasti näha, kui nad on kinni jäänud juustesse — see on kõigile tuntud kõõm.

Naha värv oleneb marrasknaha rakkudes leiduvast erilisest värvainest — nahapigmendist.

Pärisnahk. Naha keskmist, paksemat kihti nimetatakse *pärisnahaks*. See koosneb sidekoest, milles on suur hulk elastseid kiude. Viimaste tõttu on nahk tugev, venib kergesti liigutuste puhul ja katab ühtlaselt kogu keha.

Pärisnahk on rikas vere- ja lümfisoontest. Siin asetsevad ka närvilõpmed, *juuste (karvade) juured, rasu-* ja *higinäärmed.*

Rasunäärmed. Rasunääre, mis sarnaneb väikese, mõnikord harunenud kotikesega, eritab *naharasu*, mis katab õhukese kihina nahka ja juukseid (karvu), tehes need mittemärguvaks ja käega katsumisel pehmeks. Nagu näha joonisel 93, avanevad rasunäärmete juhad tavaliselt *karvatuppedesse.*

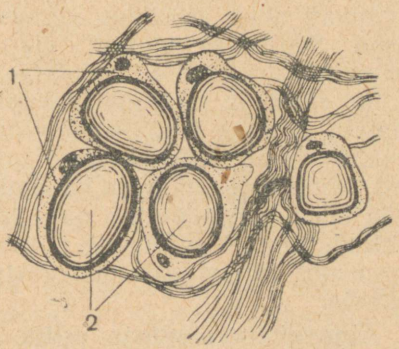
Siinsamas asetsevad silelihaste kiudude peened kimbukesed suruvad kokku tõmbudes näärmeist rasu välja ning sirutavad (ajavad püsti))juukseid.

Higinäärmed. Higinääre on kokkukeritud toruke, mille rakud eritavad higi. Inimese nahas on umbes 2—3 miljonit higinääret. Nende poolt eritatava higi hulka reguleerib närvisüsteem. Näitena võib tuua higi eritamise reflektoorse suurenemise 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*, peamiselt kloornaatriumi sisaldusest.

Nahaalune sidekude. Naha sisemine kiht, mida nimetatakse *nahaaluseks sidekoeks* 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 (joon. 94). See nahakiht kaitseb siseelundeid vigastuste eest ja vähendab soojuse kadu. Koos sellega on ta organismis rasvavarude kuhjumise põhikohaks.



Joon. 94. Rasvkude:
1 — rasvarakud; 2 — rasvakogumik rakkudes.

§ 51. Naha tähtsus.

Naha läbilaskvus. Marrasknaha tihe naharasuga läbiimbunud *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 teostatakse Nõukogude Liidus aniliini kasutamisega seoses olevate protsesside mehhaniseerimist ja on tarvitusele võetud rida teisi abinõusid, mis väldivad mürgitusi.

Organismi kaitse vigastuste vastu. Marrasknaha surnud, sarvunud rakkude tihe kiht kaitseb tema all olevaid elusaid rakke, mis saaksid vigastada ka kõige õrnemast puudutusest, kui nad oleksid keha pinnal. Neis kohtades, mida ärritatakse tugevamini, näiteks jalatallal, võib sarvkiht muutuda väga paksuks.

Konnasilmad ja *villid* („rakud") on naha ja eriti selle sarvkihi tugevad paksendused sagedase hõõrdumise tagajärjel. Tavaliselt tekivad villid peopesa neis kohtades, mis kehalise 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 elundeid.

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 sarvunud rakkude kihi; marrasknaha rakud muutuvad pigmendirikkamaks ja nahk muutub *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 seda paksemaks muutub sarvunud rakkude kiht. Päevitumine ja marrasknaha paksenemine on seega organismi kaitsereaktsioon vastuseks päikesekiirte ülemäärasele toimele.

Ainevahetussaaduste eritus. Mõnel loomal, näiteks konnal, eritub tunduv hulk ainevahetussaadusi naha kaudu. Inimesel on eritus naha kaudu vähene ega etenda märgatavat osa. Piisab märkimisest, 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 säilimine. Terve inimese kehatemperatuur on igasuguse ilmaga ja igal aastaajal ühel tasemel — umbes 37° C.

Kehas tekib pidevalt soojust. Eriti palju tekib seda lihaste tugeva töö puhul. Et meie keha liigselt ei kuumene, 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. *soojusejuhtivuse* 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 seda ja soojuskadu ümbritsevasse õhku marrasknaha kaudu toimub märksa kiiremini kui veresoonte tavalise laiuse korral.

Sama sünnib ka lihaste töö puhul, kui tekib vajadus soojust rohkem ära anda: naha veresooned laienevad, verevool tugevneb ja soojust kaotatakse enam.

Vastupidi, kui ümbritseva õhu temperatuur langeb, siis veresooned ahenevad ja soojuse kadu naha kaudu väheneb.

Niiske õhk juhib soojust paremini kui kuiv õhk. Seepärast võib niiske ja külma ilmaga soojuse äraandmine, hoolimata naha veresoonte 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.

Higi eritumise 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 kõrvaldub organismi ülekuumenemise oht rohkelt erituva higi aurumisega.

Aurumissoojus on väga suur. Seepärast neelabki auruv higi naha välispinnalt suurel hulgal soojust. Selle tulemusena ei tõuse kehatemperatuur isegi 40—50-kraadilises kuumuses.

Higi eritumine suureneb mitte ainult 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 eritumise muutumine sooja või külma toimel nahale, samuti pärast vee joomist on *tingimatu refleks. Suuraju poolkerade koore* mõjustuse näiteks on higi eritumine ehmatuse puhul („külm higi"), samuti ka higi eritumise suurenemine tingitud refleksina ainuüksi vee tõstmisel suu juurde.

Higi aurumise kiirus ja järelikult ka soojuskao suurus sõltub õhutemperatuurist, õhu niiskusest ja liikumisest. Mida soojem ja kuivem on õhk, seda kiiremini aurub higi. Tuulise ilmaga, isegi niiske õhu korral, toimub tugev higi aurumine. Kui õhk ei liigu ja on küllastunud veeaurudega, siis higi ei auru. Sellega on seletatav, miks pole võimalik kaua viibida kuumas saunas.

Organismi ülekuumenemine ja jahenemine. Kui suur ka oleks organismi võime reguleerida soojuse äraandmist naha kaudu, on sel siiski oma piirid.

Väheliikuva, liiga sooja ja niiske õhu käes väheneb järsult soojuse kaotus ja selle tulemusena võib tekkida elule ohtlik keha ülekuumenemine, niinimetatud *kuumarabandus.*

Kuumarabanduse peatunnuseks 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 puhul. Just selle tõttu võib kergesti haigestuda grippi, angiini ja isegi 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 külmetusastet: esimesel astmel külmetunud koht algul kahvatub tugevasti, siis hakkab punetama ja paistetama. Teisel astmel tekivad villid. Külmetuse kolmandal astmel katkeb vereringe, mis põhjustab kudede surma; seejuures muutub nahk mustaks.

Külmetuse esimesel astmel on tarvis uuesti elustada vere liikumist ja sundida verd voolama kannatanud organi juurde; see saavutatakse energilise hõõrumisega (kõige paremini lume abil). Külmetuse teise ja kolmanda astme puhul on tarvis pöörduda arsti poole.

Põletus. Kerge põletuse korral tekib ainult punetus põletatud kohas. Tugevamal põletusel naha ülemine kiht eraldub 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 kannatada saanud rakkude hävimis- ja lagusaadustega.

Põletus võib tekkida mitte üksnes soojuse mõjul, vaid ka sel juhul, kui nahale satuvad mõnesugused keemilised ained (näiteks väävelhape, soolhape, lämmastikhape jt. kanged happed või söövad leelised) või sõjalised mürkained nagu ipriit, lüisiit jt.

Küsimused.

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 loetletud tingimusel ei ole võimalik soojuskadu higi eritumise teel ja missugusel — soojuse juhtimise teel?

§ 52. Nahatervishoid.

Ebapuhas nahk nakkuse levitusallikana. 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 õnaraisse ja kurdudesse, ummistab rasunäärmete avasid ja raskendab higistamist.

Koos tolmuga jäävad nahale mitmesugused pisikud, kellele nahaeritiste lagusaadused on heaks toitekeskkonnaks.

Kasimata inimese kehal tõuseb bakterite arv tohutult suureks — kuni 40 tuhat naha 1 cm^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 mädaniku tekitajaid ning epideemia puhul *koolera, kõhutüüfuse* ja *düsenteeria pisikuid.*

Naha ja riietuse puhtuse hooletusse jätmisel ilmuvad inimese kehale mitmesugused parasiidid. Mõned neist võivad põhjustada ühe või teise haiguse. Nii näiteks sügelislest, olles tunginud marrasnahka 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 enda kui ka teiste tervise säilitamiseks on tarvis alati hoolitseda naha puhtuse eest.

Vähemalt kord nädalas on tarvis pesta kogu keha seebi ja sooja veega, vahetades pärast pesemist ihupesu, mis on läbi imbunud naha eritistega.

Nägu, kaela, käsi ja jalgu (eriti kui nad higistavad) peab pesema iga päev. Peale selle on vaja pesti käsi iga söögi eel. Eriti kergesti koguneb mustust küünte alla, mispärast neid tuleb õigeaegselt lõigata.

Nahavigastuste tagajärjed. Ühtede või teiste mõjustuste tagajärjel võib nahas tekkida rebend, haav või haavand. Vigastatud koha kaudu võivad organismi tungida mitmesugused kahjulikud ained ja — mis on eriti ohtlik — haigusttekitajad 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 järkjärgult marrasknaha põhikihi paljunevate rakkudega, millede peale ilmuvad üsna ruttu sarvuvate rakkude kihid.

Riided. Naha normaalsele talitlusele on suur tähtsus riietel. 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 soojuskadu. 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, ja selle kihte võimalikult vähem.

Suviriided peavad õhku ja aure laskma hõlpsasti läbi, et kergendada higi aurumist ja ühes sellega suurendada soojuse äraandmist.

Pesu, mis puutub vahetult kokku nahaga, peab hästi imema endasse naha eritisi ja läbi laskma õhku. Pesuks sobivad kõige paremini pehmed riided, mis ei tekita nahaärritusi.

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 sarvunud rakkude soomuseid. Seepärast tuleb pesu vahetada vähemalt kord nädalas.

Naha osa organismi karastamisel. Naha loomulikud ärritajad — õhk, päike ja vesi — muudavad naha vähem hellitatuks, vastupidavamaks õhutemperatuuri kõikumistele, terveks ja eluvõimeliseks.

Verre imendudes mõjustavad terve naha mõned ainevahetussaadused, mille hulk suureneb nimetatud ärritajate toimel, keha kõiki elundeid, sealhulgas ka närvisüsteemi, suurendades nende elutegevust. Peale selle erutavad loomulikud ärritajad nahas asetsevaid tundenärvide lõpmeid ja tugevdavad reflektoorselt 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, on väga tähtis karastada ennast lapsepõlvest alates, kasutades mõistlikult naha loomulikke ärritajaid.

Suvel on tarvis võtta päikese- ja õhuvanne. Et vältida päikesepõletust, tuleb lasta nahal harjuda päikesekiirte toimega pikkamisi. 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. Terve aasta läbi on tarvis 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. Loetleda nahatervishoiu põhireeglid.
6. Missugused on põhinõuded, mida tuleb esitada riiete suhtes?

IX. SISESEKRETSIOON.

§ 53. Sisesekretoorsed näärmed.

Humoraalne regulatsioon. Iga elund eritab verre aineid, mis võivad mõjustada teiste elundite tegevust. Nii eritavad kõik elundid vastavalt sooritatavale tööle verre ühel või teisel hulgal süsihappegaasi. Ükski süsihappegaasi sisalduse muutus veres ei jää mõjutuks organismi suhtes — ta avaldub silmapilkselt hingamistsentrumi erutatavusel. Sel viisil toimubki hingamise keemiline ehk humoraalne regulatsioon.

Ainevahetusprotsessid pole eri elundites ühesugused, seepärast pole ühesugused ka keemilised ained, mis neist verre satuvad. Seetõttu etendavadki eri elundid keemilise kaasmõju suhtes erisugust osa. Maoseintest satuvad verre ained, mis võtavad osa seedeprotsessi humoraalsest regulatsioonist; naha rakud eritavad verre aineid, mis avaldavad tunduvat mõju närvisüsteemi ja teiste kehaelundite tegevusele.

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. Mõned vitamiinid on materjaliks hormoonide tekkimisel.

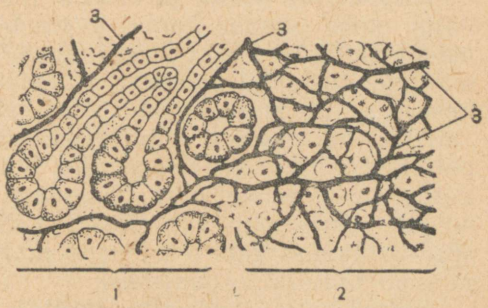
Hormoonide hulka kuuluvad *adrenaliin* ja *atsetüülkoliin,* mis võtavad osa vereringe humoraalsest regulatsioonist. Need mõlemad ained on hästi tuntud; on õnnestunud kindlaks määrata nende keemiline koostis ja neid valmistada sünteetiliselt laboratooriumis. Keemiliselt on õnnestunud saada ka teisi hormoone. Ent mõningate hormoonide koostis ja ehitus on senini veel vähe tuntud. Niisuguste hormoonide hulka kuulub näit. *sekretiin,* mis tekib kaksteistsõrmiku seinas ja kutsub esile kõhunäärme mahla nõristumise.

Välis- ja sisesekretoorsed näärmed. Niisugustel näärmetel nagu sülje-, mao- ja higinäärmed on viimajuha, mille kaudu nõristub nende tekitatud mahl — nõre ehk sekreet[2]: mao ja sooltemahlad nõrguvad seedekanali õõnde, higi ja naharasu — kehapinnale. Viimajuhadega näärmeid nimetatakse *välissekretoorseiks näärmeiks.*

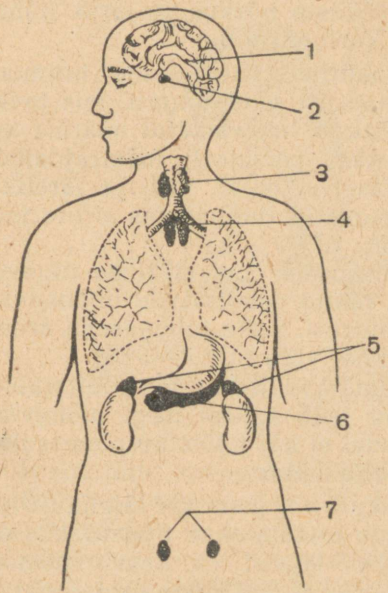
Erinevalt neist nimetatakse näärmeid, milles tekivad hormoo-

[1] Kreeka sõnast *hormao,* mis tähendab — ergutan, virgutan.
[2] Sekreet — ladina sõnast *secretio,* mis tähendab — eritan.

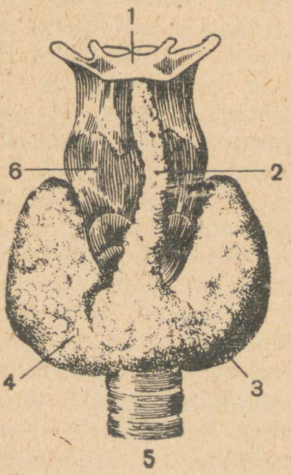
nid, *sisesekretoorseiks näärmeiks*. Neil puuduvad viimajuhad ja nad nõristavad nende poolt toodetud ained vahetult lümfi ja verre. Erinevus välis- ja sisesekretoorsete näärmete ehituses torkab teravasti silma kõhunäärme vaatlemisel mikroskoobis (joon. 95). Selle elundi ühed osad on viimajuhadega ja toodavad seedemahla, mis nõristub kaksteistsõrmikusse. Teised, *saarekesteks* nimetatud osad, on sisesekretoorsed näärmed. Neil pole viimajuhasid ja nad on väga rikkalikult varustatud veresoontega. Saarekeste rakkude poolt toodetav hormoon *insuliin*, mis soodustab viinamarjasuhkru muutumist glükogeeniks, satub vahetult verre. Mõningate tähtsamate sisesekretoorsete näärmete asukohta näitab joon. 96.



Joon. 95. Kõhunäärme ehituse skeem:
1 — välissekretsiooni-elundiks olev näärmeosa; 2 — sisesekretsiooni-elundiks olev näärmeosa; 3 — veresooned.



Joon. 96. Tähtsamate sisesekretoorsete näärmete paigutus:
1 — käbinääre; 2 — ajuripats (hüpofüüs); 3 — kilpnääre; 4 — harknääre; 5 — neerupealised; 6 — kõhunääre; 7 — sugunäärmed.



Joon. 97. Inimese kilpnääre:
1 — keeleluu; 2 — kilpnäärme keskosa; 3 ja 4 — tema parempoolne ja vasakpoolne osa; 5 — hingetoru; 6 — kilpkõhr.

§ 54. Kilpnääre.

Kilpnäärme asend ja ehitus. Sisesekretoorseist näärmeist on kõige enam tundma õpitud *kilpnääret*. See asetseb kaelal, pisut madalamal kõri kilpkõhrest (joon. 97). Selle näärme rakkude rühmad moodustavad põiekesi, milledel erinevalt süljenäärme põiekestest ei ole viimajuhasid. Põiekeste sisemusse koguneb limane vedelik, mis sisaldab kilpnäärme hormooni. Selle hormooni hulk pole kõigil inimestel ühesugune: ühtedel võib näärmetalitlus olla kõrgendatud, teistel nõrk. Tugevasti muutunud näärmetalitlusega haigete juures tehtud vaatlused ja samuti näärme kõrvaldamise ja siird-istutamise katsed loomade juures on aidanud selgitada kilpnäärme tähtsust organismis.

Kilpnäärme ülemäärane talitlus. Mõnedel inimestel on kilpnääre suurenenud ja valmistab ülemääraselt palju hormooni. Kogunenud vedelik paisutab tugevasti põiekesi ja näärme maht suureneb tunduvalt. Kilpnäärme ülemäärane talitlus võib põhjustada tõsist haigestumist — *basedovi tõbe*.

Basedovi tõve puhul suureneb ainevahetus väga tugevasti. Hapnikutarbimine 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 suurenev lihaste nõrkus ja järsk kõhnumine, mis sageli ulatub äärmise kurtumiseni.

Kilpnäärme mitteküllaldane talitlus. Kilpnäärme hormooni koosseisu kuulub jood. Sellest vähesest joodihulgast, mis tavaliselt leidub joogivees ja toidus, jätkub täiel määral näärme normaalseks talitluseks. Kuid mõnedes, peamiselt mägirajoonides Uraalis, Kaukaasias ja Kesk-Aasias on muld, 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 valmistavad intensiivselt limast vedelikku, mis paisutab põiekesi. Selle tulemusena areneb välja *hõõtsik*, kusjuures näärme kaal võib olla 4—5 kg.

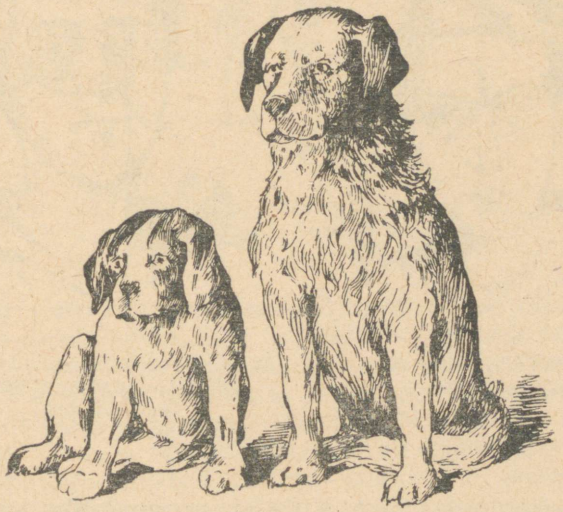
Näärme tugevast kasvust hoolimata ei ületa tema poolt valmistatav hormooni hulk normi, vaid jääb sellest isegi mõnevõrra madalamaks. Siiski enamail juhtudel ei käi hõõtsiku olemasoluga kaasas tähelepandavaid haiguslikke nähte.

Mõnikord lõpetab nääre 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 tagajärel omandab nahk tursunud ilme; silmad on vaevalt avatud, suu on lahti ja sageli ripub keel suust välja. Kogu organismi talitlus muutub ebanormaalselt aeglaseks: süda tõmbub kokku harvemini kui terveil isikuil, kehatemperatuur langeb, seede-elundid 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 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 närvitalitlus on häiritud, kaob huvi kogu ümbruse vastu, mälu nõrgeneb, vaimsed võimed alanevad väga tugevasti.

Näärme eemaldamine ja siird-istutamine. Kilpnäärme eemaldamine loomadel, näiteks koertel, kutsub esile samad nähud, mis müksödeemihaigeil inimestelgi. Loomad muutuvad nüriks ja loiuks, neil ilmneb kehaturse, isu kaob, hakkavad arenema kehvveresus ja kogu organismi kurtumus. Kilpnäärme eemaldamine noortel loomadel põhjustab peale selle seisaku kasvus (joon. 98).



Joon. 98. Kaks täiskasvanud koera ühest pesakonnast. Ühel neist (vasakul) eemaldati kolme kuu vanuses kilpnääre.

Kui aga jätta loomal kas või osake näärmest alles, siis eespool kirjeldatud nähtusi kas ei teki hoopis või nad ilmnevad väga nõrgal kujul.

Haigussümptoomid kaovad ka sel juhul, kui siird-istutatakse loomale, kel oli kilpnääre kõrvaldatud, mõnelt teiselt samasse või väga lähedasse liiki kuuluvalt loomalt võetud kilpnäärme tükike. Siird-istutatud 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 siird-istutatakse nääre kõhuõõnde.

Taolist paranemist võib näha, kui loomale, kellelt kilpnääre on eemaldatud, lisada söögi sisse mõne teise looma kilpnäärme ekstrakti või tükikesi.

Näärme mõju arenemisele. Kilpnäärme hormoon on tähtsaimaid organismi arengu regulaatoreid. Kui konnakullesel eemaldada kilpnääre, siis tema metamorfoos, s. o. moone täiskasvanud konnaks pidurdub tugevasti. Ja vastupidi, kilpnäärme preparaadi lisandamine veele, milles asub kulles, kiirendab metamorfoosi tunduvalt.

Aastaaegadega kaasaskäivad nähtused loomadel (roomajate kestumine, lindude sulgimine jm.) olenevad samuti suurel määral kilpnäärme hormoonist.



Joon. 99. Basedovi tõbe põdev naine.



Joon. 100. Sama naine pärast lõikust — osa kilpnäärme eemaldamist.

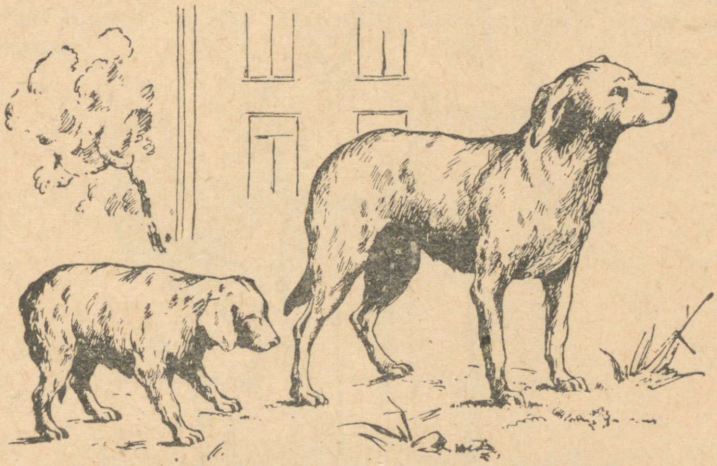
Kilpnäärmehaiguste ravi. Kilpnäärme puuduliku talitluse korral antakse organismile puuduvat hormooni. Selleks võetakse sisse loomade kilpnäärmeist valmistatud peenekshõõrutud pulbreid või tablette. Haige peab neid preparaate tarvitama kogu eluaeg, nii nagu lühinägelikul tuleb alati kasutada prille või lonkuril karke.

Mõnikord annab häid, kuigi ajutisi tulemusi äsjasurnud inimeselt või inimesele lähimalt loomalt — ahvilt — võetud kilpnäärme või selle osa siird-istutamine haigele. Enamikul juhtudel aga siird-istutatud nääre järk-järgult imendub, hävib ning mõne kuu pärast tuleb haigus jälle tagasi.

Kilpnäärme ülemäärase talitluse puhul eemaldavad mõnikord kirurgid osa näärmest ja siis kaovad organismist need haiglased sümptoomid, mis tulenesid hormooni suurest hulgast (joon. 99 ja 100).

§ 55. Ajuripats.

Ajuripats ehk hüpofüüs asetseb peaaju alumisel pinnal nägemisnärvide väljumiskoha läheduses. Ajuripats valmistab tervet rida hormoone, mis reguleerivad mitmesuguseid ainevahetusprotsesse.

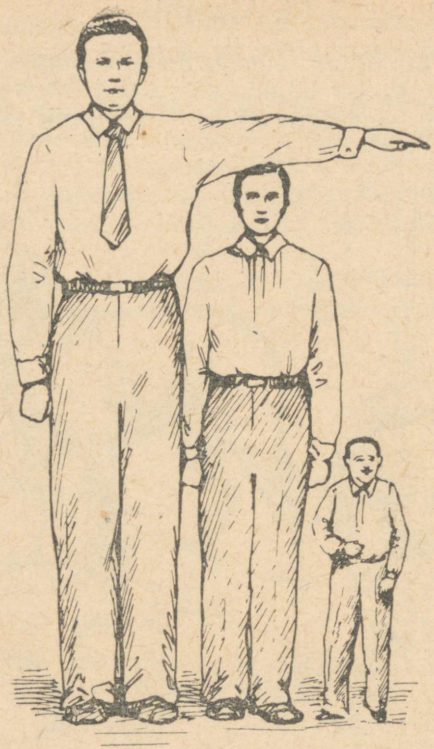


Joon. 101. Kaks koera ühest pesakonnast. Ühel neist (vasakul) on ajuripats kõrvaldatud.

Üks hüpofüüsi hormoonidest mõjustab noore organismi, eriti tema luude kasvu (joon. 101). Ajuripatsi puudulik talitlus lapseeas aeglustab kasvamist. See aeglustus võib olla niivõrd suur, et haigete pikkus täiseas on kõigest 70—80 cm — nad on seega normaalsest inimesest kaks korda lühemad. Niisuguseid ebanormaalselt väikese kasvuga inimesi nimetatakse *kääbusteks* (joon. 102).

Ajuripatsi suurendatud talitluse puhul võib näha vastupidist nähtust: laps hakkab intensiivselt kasvama ja muutub *hiiglaseks*, kasvuga kuni 2 m ja enam. On teada hiiglasi, kelle pikkus on ulatunud isegi kuni 265 cm-ni (joon. 102). 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 käib kaasas 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 operatsioonile surm.



Joon. 102. Ajuripatsi mõju kehakasvule: keskel keskmist kasvu keskealine inimene, vasakul hiiglane (ajuripatsi ülemäärane talitlus), paremal täiskasvanud kääbus (ajuripatsi puudulik talitlus).

§ 56. Sugunäärmed.

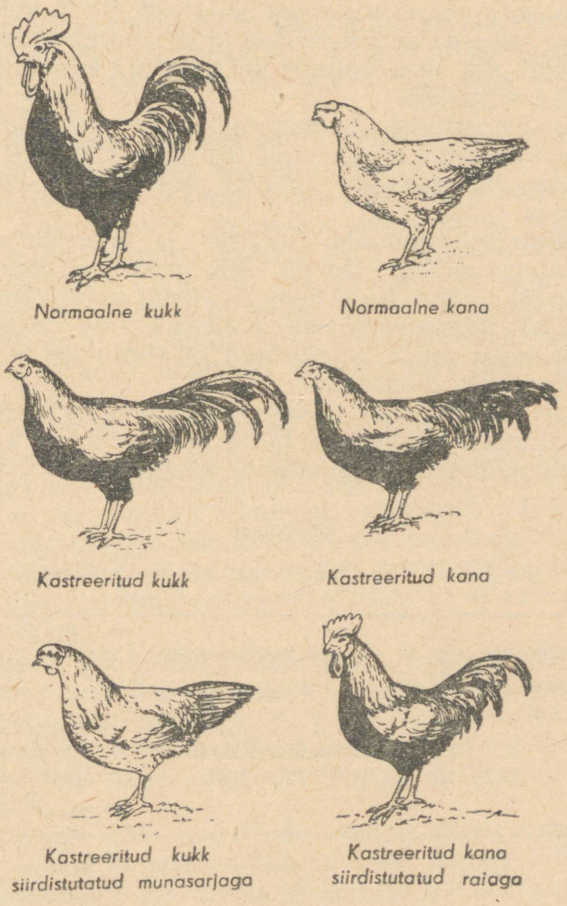
Sugunäärmete eemaldamine. Isassugunäärmeid nimetatakse *seemnesarjadeks* ja emassugunäärmeid *munasarjadeks.* Seemne- ja munasarjad nõristavad verre hormoone; neid peab selle tõttu pidama sisesekretoorseteks näärmeteks.

Juba muistsel ajal pandi tähele, et sugunäärmed mõjustavad kogu organismi terves ulatuses väga tugevasti. Sugunäärmete eemaldamine ehk *kastreerimine* põhjustab järske muutusi organismis.

Kui kastreerimine on teostatud varases eas, ei arene loomal *teisesed sugutunnused,* s. o. isas- ja emasorganismi kehaehituse välised iseärasused. Nii näiteks ei arene kastreeritud kukel temale iseloomulik sulestik, ei kasva suureks hari. Kana, kellel on

eemaldatud munasari, kaotab kanadele omased jooned ja muutub väga sarnaseks kastreeritud kukele (joon. 103). Peale selle põhjustab kastreerimine suure rasvahulga ladestumist nende kehas.

Inimkond kasutab juba ammu kastreerimise tulemusi majanduslikeks otstarbeiks. Eemaldades pullidel seemnesarjad, saadakse taltsaid härgi, keda on väga hõlpus kasutada põllumajanduslikel töödel. Kukki ja kulte kastreeritakse rasvase liha saamiseks.



Joon. 103. Sugunäärmete eemaldamise ja siirdistutamise katse.

Mõnel maal eemaldatakse usulistel põhjustel inimestel seemnesarjad ja tehakse nad sellega eluajaks vigaseks. Kui operatsioon on sooritatud lapseeas, lakkab teiseste sugutunnuste arenemine: ei kasva vurrud ja habe; kogu eluajaks jääb püsima lastele iseloomulik kõrge ja hele hääl; skelett ja eriti vaagen säili-

tab samuti lapsevormid; kujuneb märgatav nahaalune rasvakiht. Kastreerimine mõjustab tugevasti ka kõrgemat närvitalitlust, mis avaldub inimese kogu käitumises. Eriti iseloomulik on äärmise loiduse ja laiskuse, samuti kalkuse ja egoistlikkuse kujunemine; alaliselt kaovad mõtte erksus ja elavus.

Sugunäärmete siird-istutamine. Näärmete mõju teiseste sugutunnuste arenemisel ilmneb eriti selgesti katsetel teise sugupoole näärmete siird-istutamisega kastreeritud loomadele (joon. 103). Pärast munasarja siird-istutamist kastreeritud kukele arenevad kukel emase teisesed sugutunnused ja ta muutub kana sarnaseks; ning vastupidi, kui siird-istutada kastreeritud kanale seemnesari, ta saab kuke välimuse.

Niisugust kunstlikku „soomuutmist" on teostatud ka mõnel teisel loomal. Need katsed tegid lõplikult kindlaks, et teiseste sugutunnuste arenemine on tihedalt seotud sugunäärmete sisesekretsiooniga.

Sugunäärmete hormoonid. Seemne- ja munasarja hormoone on hästi õpitud tundma. Nad on oma keemiliselt koostiselt üksteisele väga lähedased. Kuid nagu näitavad sugunäärmete eemaldamise ja siird-istutamise katsed, avaldavad isas- ja emashormoonid väga erinevat mõju organismile ja põhjustavad ainult oma sugupoole tunnuste arenemist.

Munasarjas tekib peale teiseste sugutunnuste arenemist põhjustava hormooni ka hormoon, mille juuresolek on vajalik *raseduse* ja *piimanäärmete* normaalseks arenemiseks.

Ülesanne.

Koostage teile tuntud sisesekretoorsete näärmete tabel järgmise skeemi järgi:

Näärme nimetus	Missugused muutused tekivad organismis	
	näärme ülemäärase talitluse puhul	näärme puuduliku talitluse või näärme eemaldamise puhul

§ 57. Sisesekretoorsete näärmete tähtsus.

Side sisesekretoorsete näärmete vahel. Iga sisesekretoorne nääre, eritades verre oma talitluse saadusi, etendab kindlat osa ainevahetusprotsesside regulatsioonis. Seejuures mõjustavad eri näärmed üksteist ja nende vahel kujuneb tihe koostöö.

Nii näiteks tugevdab üks ajuripatsi hormoonidest sugunäärmete talitlust; tema eemaldamine lõpetab kiiresti suguhormoonide

tootmise. Sugunäärmete hormoonid mõjustavad omakorda ajuripatsi talitlust, nõrgendades selle tegevust.

On kindlaks tehtud sugunäärmete ja kilpnäärme vastastikune mõjustus; kilpnäärme talitlus on ajuripatsi ühe hormooni range kontrolli all.

Neist näiteist selgub, kui keerukates tingimustes toimub eluprotsesside keemiline regulatsioon. Sisesekretoorsed näärmed reguleerivad oma hormoonidega mitte ainult keha mitmesuguste elundite, vaid ka üksteise talitlust.

Ühe näärme normaalse töö lakkamine mõjub silmapilkselt ka teiste talitlustele. See omakorda kutsub organismis esile rea muutusi ja põhjustab korratusi, mis võivad olla väga keerukad ja mitmekesised.

Sisesekretsiooni regulatsioon. Sisesekretoorsete näärmete nagu ka keha kõigi teiste elundite tööd reguleerib närvisüsteem. Katsed näitavad, et sisesekretoorse näärme juurde viiva närvi ärritamine kutsub esile hormooni suurendatud tekkimise. *Uitnärvi* ärritamine näiteks kutsub esile kõhunäärme saarekeste poolt valmistatava hormooni insuliini suurendatud nõristamist verre. Need mõjustused on reflektoorse iseloomuga. Sisesekretoorsete näärmete töö muutumine tingitud reflekside mõjul tunnistab seda, et need näärmed alluvad oma tegevuses *suuraju poolkerade koorele.*

Teiselt poolt on ammu teada fakte hormoonide, näiteks kilpnäärme hormooni mõju kohta aju talitlustele ja muuseas suuraju poolkerade koore tööle. Järelikult närvisüsteem ja sisesekretoorsed näärmed mõjustavad teineteist vastastikku. Juhtiv osa jääb siiski närvisüsteemile. Sisesekretoorsete näärmete tegevuse allumine närvisüsteemi ja eriti suuraju poolkerade koore mõjule tagab organismi paremat kohanemist ümbritseva keskkonna muutlike tingimustega.

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 viia organismi reeglipäraselt kilpnäärme preparaate.

Mitte vähem tähtsad on edusammud mitmesuguste hormoonide kasutamisel majanduslikes huvides. Ühtede või teiste hormoonide sisseviimisega looma organismi või üksikute sisesekretoorsete näärmete eemaldamise abil õnnestub juhtida loomade arenemist meile soovitavas suunas. Nii näiteks põhjustab loomade kastreerimine suurel hulgal rasva kogumist nende kehasse; loomad muutuvad rahulikuks ja sõnakuulelikuks.

Hormoonide abil võib esile kutsuda loomade kasvu kiirenemist, suurendada lihakaalu juurdekasvu nuumamisel, tõsta munevust ja parandada munade kvaliteeti, mõjustada loomade sigivust, sulgede, villa jne. arenemist.

Küsimused kordamiseks.

1. Kuidas toimub humoraalne ühendus elundite vahel?
2. Mille poolest erinevad sisesekretoorsed näärmed 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. Missugust mõju organismi talitlustele avaldab ajuripats?
7. Missugust osa etendavad sugunäärmete hormoonid?
8. Missugused on ravimeetodid sisesekretoorsete näärmete tegevuse häiretega seotud haigestumiste puhul?
9. Missugust praktilist rakendamist arstiteaduses ja põllumajanduses on leidnud meie teadmised sisesekretoorsetest näärmetest?

X. NÄRVISÜSTEEM.

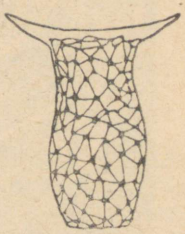
§ 58. Närvisüsteemi tähtsus.

Organismi reaktsioon ümbritsevale keskkonnale. Organismi eksisteerimine pole võimalik ilma tema ja ümbritseva keskkonna vastastikuse mõjustuseta. Organism reageerib igasugustele tema ümber toimuvatele muutustele, kui need on küllalt tugevad. Seejuures ei piirdu reaktsioon nende elunditega, mis vahetult ärrituvad, vaid haarab kogu organismi. Äkki kostnud autosignaal ärritab ainult kuulmiselundi tunderakke. Kuid reaktsioon sellele helile võib olla väga keerukas: 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.

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 erutavad naha närvilõpmeid ja impulsid lähevad kesknärvisüsteemi ja sealt tsentrifugaalsete närvikiudude kaudu mitmesugustesse elunditesse, kutsudes esile muutuse nende tegevuses.

Kõrgematel loomadel, eriti inimesel on närvisüsteemi tähtsus organismi ümbritsevale keskkonnale reageerimisel erakordselt suur. Närvisüsteemi abil orienteerub organism teda ümbritsevas maailmas, kohaneb pidevalt muutuvate elutingimustega.

Närvisüsteemi üldehitus. Närvisüsteem on kõigil hulkrakseil, välja arvatud käsnloomadel. Ainuõõssetel (näiteks hüdral) on see kogu kehas laialipaisatud võrgu taoline, mis koosneb üksteisega jätkete abil ühendatud rakkudest (joon. 104). Säärases närvisüsteemis levib erutus igas suunas täiesti ühtlaselt ja seepärast järgneb vastuseks ükskõik missuguse kehaosa ärritusele üks ja sama liigutusreaktsioon kõigi lihasrakkude kokkutõmbumisega. Vastavalt sellele on ka hüdra käitumine üsna üksluine.



Joon. 104. Hüdra närvisüsteemi ehituse skeem.

Sedamööda, kuidas arenes loomariik, muutus ja arenes ka närvisüsteemi ehitus ning koos sellega kujunesid organismi reaktsioonid palju keerukamaks ja mitmekesisemaks.

Kõigil selgroogsetel, sealhulgas ka inimesel eristatakse kesknärvisüsteemi ja piirdenärvisüsteemi (värviline tabel V).

Kesknärvisüsteem on suur närvikoe kogum ning koosneb *seljaajust*, mis asetseb lülisamba sees, ja *peaajust*, mis asetseb koljuõõnes.

Arvukad *närvid*, mis väljuvad selja- ja peaajust, moodustavad *piirdenärvisüsteemi*. Selle mitmesugustes lõikudes on närvirakkude väikesed kogumid — *närvitängud*.

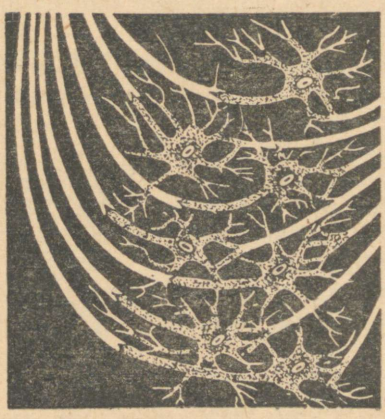
Kehaelundite tegevuse koordinatsioon. Kõik organismi reaktsioonid on närvisüsteemi osavõtul alati rangelt kooskõlastatud ja koordineeritud. Näiteks käe kõverdumine küünarnukist on terve rühma lihaste koordineeritud tegevuse tagajärjeks; painutajad lihased tõmbuvad kokku, kusjuures igaüks neist igal üksikjuhul tõmbub kokku teatava jõuga: samaaegselt lõtvuvad sirutajad lihased; igaühel neist on lõtvumise ulatus jällegi rangelt kindel. Vähe sellest: iga lihase seisundi muutusega käib kaasas tema veresoonte laienemine või ahenemine. Järelikult käib lihtsa käepainutusega kaasas terve rida organismi kooskõlastatud muutusi.

Närvisüsteem reguleerib kõigi elundite tegevust, kohandades lakkamatult nende tööd organismi vajadustele. Seetõttu pole mitte ainult lihaste kokkutõmbumine, vaid ka siseelundite talitlused rangelt koordineeritud.

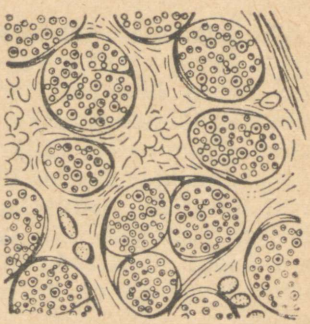
Aju osa ümbritseva maailma tunnetamisel. Meeleorganite ja närvisüsteemi kaudu saab inimene aistinguid ja tunnetab ümbritsevat maailma. Närvisüsteemi tegevusega on seotud inimese *mõtlemine* ja kogu tema *käitumine*. Mõtlemine ja teadvus on Engelsi sõnade järgi „inimese peaaju produktid".

§ 59. Närvide ehitus ja omadused.

Närvikiud. *Neuron* koosneb *rakukehast*, lühikestest harunevatest jätketest ehk *dendriitidest* ja tavaliselt ühest pikast jätkest



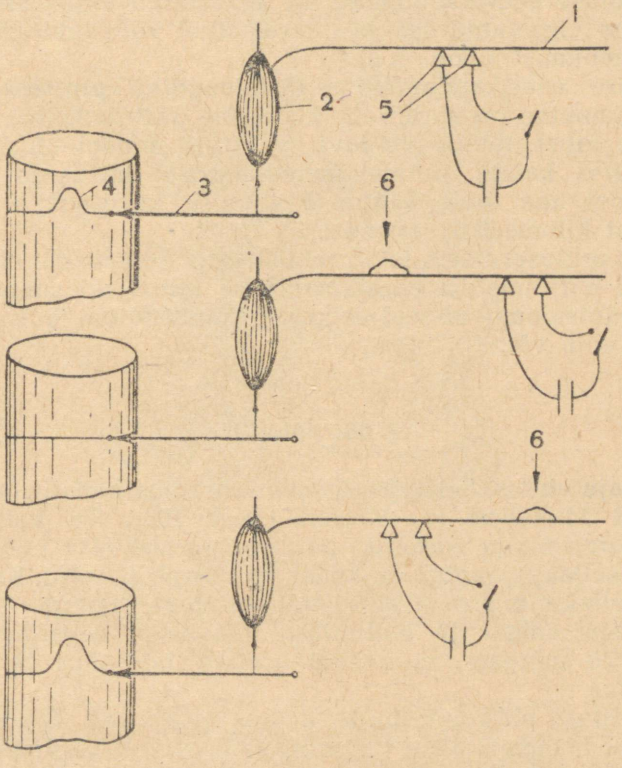
Joon. 105. Närvirakud (hall-ollus); närvikiud (valge-ollus).



Joon. 106. Närv ristlõikes; on näha mitmesuguse jäme dusega närvikiudude kimpe.

ehk *aksonist*. Pikka jätket koos teda ümbritseva kestaga nimetatakse *närvikiuks*.

Pea- või seljaaju läbilõikes võib näha, et mõnes kohas on aju-ollus palju tumedam — see on niinimetatud *hall-ollus*, teises kohas aga märksa heledam — *valge-ollus*. Aju hall-ollus koosneb peamiselt tohutu suurest hulgast närvirakkudest. Närvikiud, mis tulevad neist rakkudest ja mida katab valge kest, kogunevad tihedaks massiks ja moodustavad aju valge-olluse (joon. 105).



Joon. 107. Erutuse edasikandumine mööda närvi (skeem):
1 — närv; 2 — lihas; 3 — kang üleskirjutuste tegemiseks kümograafil; 4 — kümograafil registreeritud lihase-kokkutõmme; 5 — elektroodid närvi ärritamiseks elektrivooluga; 6 — närvile asetatud kloroformiga niisutatud vatt. Erutus ei saa läbida närvi mürgistatud ala.

Närvide ehitus. Närv koosneb suurest hulgast *närvikiududest*, mis erinevad üksteisest peamiselt valge kesta paksuse poolest. Närvikiudude üksik-kimbud, samuti ka kogu närv on ümbritsetud sidekoest kestaga (joon. 106). Enne lõppemist kaotab kiud oma valge kesta ja jaguneb mitmeks harukeseks, mis lähenevad tihedalt kas lihaskiududele, näärme või mõne muu elundi rakkudele või viimaks teise neuroni dendriitidele.

Erutuse edasijuhtimine närvis. Erutuse edasijuhtimine on närvikoe põhiomadus.

Kui konna kehast eraldada lihas koos temasse mineva närviga ja ärritada närvi (elektrivoolu, keemilise aine või rõhumisega), tõmbub lihas kokku. See sünnib seetõttu, et närvis tekkinud erutus, läbinud kogu närvi, kandub närvilõpmeist lihaskiududele. Tarvitseb aga närvi mingit osa mürgistada alkoholi või kloroformiga või soonida see tugevasti niidiga, kui katkeb kohe erutuse edasikandumine üle vigastatud koha; ainult närvi erutamine vigastatud osa ja lihase vahel võib tekitada viimase kokkutõmbumist (joon. 107).

Erutuse edasikandumine — füsioloogiline protsess. Erutuse edasikandumine on äärmiselt keeruline füsioloogiline protsess. Sel pole juhet mööda voolava elektriga midagi ühist. Impulss levib närvi kaudu mitmekümne-meetrise kiirusega sekundis. Elektrivool aga levib juhtmeis valguse kiirusega, s. o. umbes 300 tuhat kilomeetrit sekundis.

Kuigi erutusprotsess levib tublisti aeglasemalt kui elektrivool, on siiski närviimpulsi edasikandumise kiirus nii suur, et organismi reaktsioonid võivad toimuda kümnendiku ja isegi sajandiku sekundi vältel.

§ 60. Seljaaju.

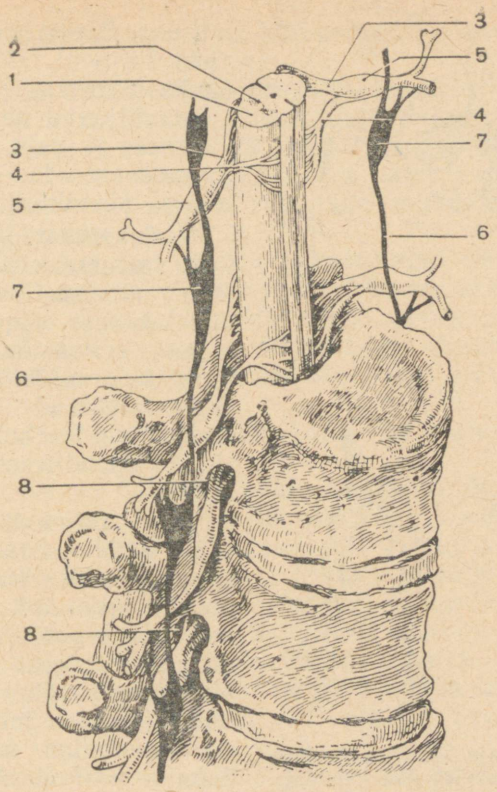
Seljaaju ehitus. Seljaaju asetseb lülisamba kanalis, mille moodustavad lülikehad ja -kaared (joon. 108). Ta kulgeb kahe *vaoga paremaks* ja *vasakuks pooleks* jagatud pika nöörina.

Otse seljaaju tsentris on kanal, mis läheb peaajju. Kanal sisaldab vedelikku, mis oma koostiselt sarnaneb lümfiga.

Seljaaju valge- ja hall-ollus. Vaadeldes seljaaju ristlõiku pole raske märgata, et keskel asetseb *hall-ollus* ja äärtel — *valge-ollus*.

Hall-olluse piirkondi, mille ärritus põhjustab ühe või teise elundi tööd, nimetatakse tingimisi selle elundi *närvitsentrumiks*. Nii on näiteks vahelihase närvisentrum seljaajus kaela piirkonnas; aju selle piirkonna vigastamisel lakkab diafragma kokkutõmbumine. Seljaaju hall-olluses on kere- ja jäsemete lihaste, samuti ka siseelundite närvitsentrumid.

Valge-olluse põhimassi moodustavad *kiud*, mis ühendavad seljaaju mitmesuguseid tsentrumeid üksteisega, kui ka kiud, mis lähevad siit peaaju ühte või teise piirkonda või, vastupidi, peaajust seljaajusse. Närvikiude, mis ühendavad peaaju mitmesuguseid piirkondi, nimetatakse *juhteteedeks*. 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 temalt impulsse, millest suurel määral sõltub peaaju tegevus.



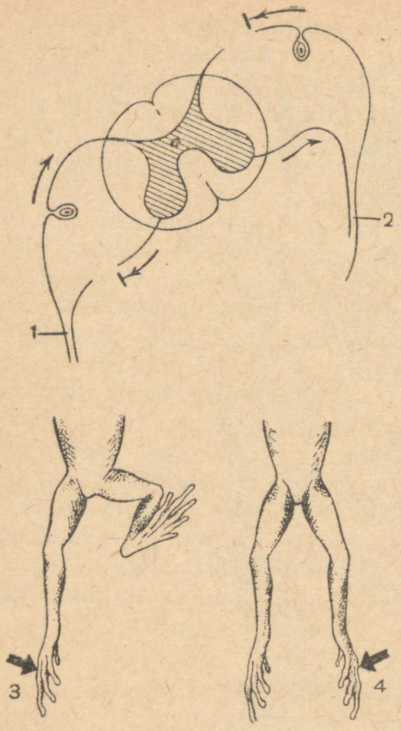
Joon. 108. Seljaaju:
1 — valge-ollus; 2 — hall-ollus; 3 — tagumine juur; 4 — eesmine juur; 5 — lülidevaheline tänk; 6 ja 7 — sümpaatiline piirtüvi; 8 — lülidevaheline ava.

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.*

Kui äralõigatud peaga konnal lõigata läbi paremal pool kõik eesmised ja vasakul pool kõik tagumised juured, siis esineb parema koiva ärritamisel vastus-reaktsioon ainult vasakul poolel, samal ajal kui kogu parem pool jääb liikumatuks. Vasaku koiva ärritamisel reflektoorset reaktsiooni ei esine (joon. 109).

Seega ei takista eesmiste juurte läbilõikamine impulsside edasikandumist nahalt seljaajju, kuid katkestab nende liikumist ajust lihastesse. See tähendab, et tsentrifugaalsed impulsid kanduvad edasi ainult eesmiste juurte kaudu. Igasuguse reflektoorse reaktsiooni puudumine pärast tagumiste juurte läbilõikamist näitab, et tsentripetaalsed impulsid läbivad ainult tagumisi juuri. Seepärast nimetatakse eesmist juurt *liigutus-* ja tagumist *tunde-*



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.

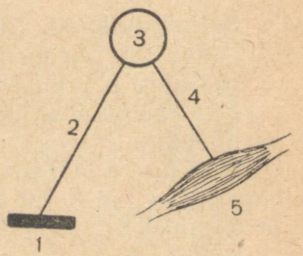
juureks. Pärast väljumist seljaajust liituvad mõlemad juured üheks närviks. Nii on seljaajust väljuvad närvid seganärvid: neis on kaht liiki — tsentripetaalseid ja tsentrifugaalseid — närvikiude.

Refleksikaar. Igasugust ärrituse vastusreaktsiooni, mis toimub närvisüsteemi osavõtul, nimetatakse, nagu me juba teame, *refleksiks* ehk *reflektoorseks reaktsiooniks.* Teed, mida läbivad reflektoorset reaktsiooni tekitavad impulsid, nimetatakse *refleksikaareks.*

Igas refleksikaares (joon. 110) 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. selja- ja peaaju; neljandaks — *tsentrifugaalne närv;* viiendaks ja viimaseks — *elund, mis annab vastusreaktsiooni:* skeletilihas, süda, süljenääre jne.

Kõige lihtsam refleksikaar peab koosnema vähemalt kahest, tsentripetaalsest ja tsentrifugaalsest neuronist.

Tsentripetaalne neuron. Tsentripetaalse neuroni rakud ei asetse seljaajus, vaid tagumises juures, kus nad moodustavad tängu, mida nimetatakse *lülidevaheliseks tänguks.* Nendel neuronitel, erinevalt kõigist teistest, on kaks pikka jätket. Üks neist viib rakukehasse erutuse, mis tuleb tema tundlikest lõpmeist nahas, lihaseis jm., teist mööda saabub erutus rakukehast seljaajusse. Seljaajus see jätke haruneb; üks haru läheb valgeolluse kaudu seljaaju alumistesse osadesse, teine — ülespoole. Mõlemal harul



Joon. 110. Refleksikaare skeem:
1 — elund ühes ärritust vastuvõtvate närvilõpmetega; 2 — tsentripetaalne närv; 3 — kesknärvisüsteem; 4 — tsentrifugaalne närv; 5 — vastusreaktsiooni andev elund.

on lühikesed külgharukesed, mis lähevad hall-ollusesse ja lõpevad seal.

Tsentrifugaalne neuron. Tsentrifugaalsel neuronil on üks pikk jätke (akson) ja mitu lühikest (dendriidid). Rakukeha asub eesmistes väljaulatuvates osades ehk, nagu neid tavaliselt nimetatakse, hall-olluse *eesmistes sarvedes*. Siit läheb pikk jätke algul eesmise juure kaudu ja siis seljaaju-närvi mööda töötava elundini, näiteks lihaseni.

Tsentripetaalse neuroni pika jätke harukesed, lähenenud hall-olluse eesmistele sarvedele, puutuvad kokku tsentrifugaalse neuroni dendriitidega; erutus võib üle minna ainult aksonilt dendriitidele. Vastupidises suunas — dendriitidelt aksonile — erutus üle ei kandu. Sellega on tagatud erutuse ühesuunaline edasikandumine kesknärvisüsteemis.

Põlverefleks. Kahest neuronist koosneva refleksikaare näitena võib tuua põlverefleksi.

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 tundenärvide lõpmete erutuse. Seejuures tekkinud impulsside voog kandub tsentripetaalsete neuronite kaudu seljaajuni ja pöördub sealt tsentrifugaalseid neuroneid mööda tagasi samasse lihasesse, tekitades selles vastusreaktsiooni — kokkutõmbumise (värviline tabel VI).

Lülineuronid. Refleksikaari, mis koosnevad ainult kahest neuronist, esineb väga harva. Enamik kaari on märksa keerukamad, koosnedes kolmest, neljast ja isegi suuremast arvust neuronitest. Kahest ja kolmest neuronist koosnevate refleksikaarte skeemid on kujutatud värvilisel tabelil VI. Nagu on näidatud joonisel, lähevad tsentripetaalse neuroni jätke harukesed mitte üksnes hall-olluse eesmistele, vaid ka *tagumistele sarvedele*. Siin asuvad lüli- ehk vaheneuronite kehad, mis annavad erutuse üle 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 viimase neuroni akson lihasele. Lisada skeemile üksikasjalised seletused. Märkida nooltega, mis suunas võib minna erutus.

§ 61. Seljaaju refleksid.

Refleksid äralõigatud peaga konnal. Seljaaju osavõtul toimuvaid reflekse on väga hõlpus tundma õppida konnal, kellel on kõrvaldatud peaaju ja säilitatud täielikult seljaaju. Refleksside vaatlemiseks riputatakse konn statiivile.

Kui äralõigatud peaga konna koiba pintsetiga näpistada, tõmbub koib eemale. Olenevalt näpistuse tugevusest võivad hakata liikuma kaks, kolm ja isegi kõik neli koiba. See katse näitab, et erutus võib levida hajuvalt ehk irradeerida, haarates seljaaju mitmesuguseid piirkondi.

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 mõjustada 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 kokkutõmmetega.

Tsentripetaalsete impulsside tähtsus. Kesknärvisüsteemi tulevad lakkamatult tsentripetaalsete neuronite kaudu kõigist kehapiirkondadest impulsside vood. Mõned neist tekitavad vastusreaktsioone, kuid rõhuv enamik osutub liiga nõrgaks, et refleksi esile kutsuda. Siiski ei ole need impulsid organismile tähtsusetud. Nad tugevdavad kesknärvisüsteemi rakkude erutuvust.

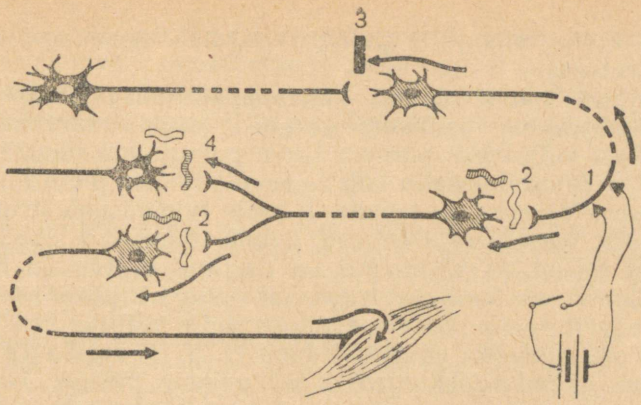
Võib valida niisugused nõrgad ärritused (näiteks elektrivooluga), mis lahus võetuna ei tekita äralõigatud peaga konnal reflektoorset reaktsiooni. Kui aga neid ärritusi korrata teatava sagedusega, mitu korda järjest, ilmub reflektoorne reaktsioon, sest iga ärritus tugevdab rakkude erutuvust.

Mõne haiguse puhul võib inimene kaotada tundlikkuse. Üks haige kaotas täielikult naha tundlikkuse; ta oli ühest silmast pime ja ühest kõrvast kurt. Kui ta terve kõrv vatiga suleti ja terve silm sidemega kaeti, 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.

Sellest näitest ilmneb, kuivõrd suur tähtsus on tsentripetaalsetel impulssidel kogu kesknärvisüsteemi tegevuses, isegi neil juhtudel, kui need ei kutsu esile reflektoorset reaktsiooni.

Refleksside pärssimine. Äralõigatud peaga konna tagakoiva 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 tagakoiva asetamisel happesse eeskoib klambriga kokku pigistada.

Sel juhul kandub kesknärvisüsteemi üheaegselt kaks impulsside voogu — klambriga ärritatud ees- ja happes olevast tagakoi-



Joon. 111. Erutuse üleminek ühelt neuronilt teisele (skeem):

1 — koht, kus närvikiudu ärritatakse elektrivooluga; 2 — erutuse üleminek aksonilt dendriidile; 3 — erutus ei saa üle minna dendriidilt aksonile; 4 — tugevnenud pidurdus takistab erutuse läbiminekut.

vast. Eeskoivast tulevate impulsside voog mitte ainult ei suurenda tagakoiva reflektoorsest reaktsioonist osavõtvate närvirakkude erutust, vaid vastupidi, surub alla, *pidurdab* nende tegevust. Säärane pidurdumine tekitabki viivituse refleksis.

Kesknärvisüsteemi pidurdumise esimeseks tundmaõppijaks oli suur vene füsioloog Setšenov. Praegusel ajal on täpselt kindlaks tehtud, et iga närvirakk võib olla nii *erutus-, kui ka pidurdusseisundis*. Viimast ei saa pidada rahulikuks või tegevusetuks seisundiks. See on niisugune närvirakkude aktiivne seisund, milles erutus ei saa neid läbida (joon. 111). Refleksid, mille teel on tekkinud pärssimiskolle, nõrgenevad või kaovad kogu selle tegevuse ajaks. Mõlemad närvirakkude seisundid — erutus- ja pidurdusseisund — 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 rühmad, mille jätked on seotud painutajate lihastega. Samaaegselt alaneb sirutajate lihaste toonus ning nad lõtvuvad, mis kergendab koiva painutamist. Sirutajate lihaste lõtvumine on selle tulemuseks, et närvirakud, mis on seotud nende lihastega, teiste sõnadega nende närvitsentrumid, langevad pidurdatud seisundisse.

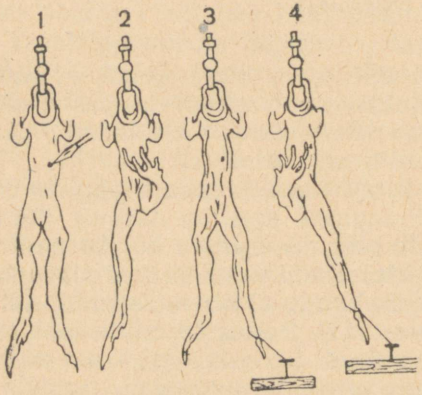
Mõne aja külma käes (näiteks 0° temperatuuril) olnud konna reaktsioonid aeglustuvad tugevasti. Kui niisugune konn vastuseks ärritusele painutab koiba, siis jääb viimane painutatuks üsna hulgaks ajaks ja alles mõne sekundi pärast hakkab aeglaselt langema. Kui vasaku koiva erutuse järel kohe näpistada pintsetiga

paremat koiba, siis selle painutus tekitab samaaegselt vasaku koiva sirutuse.

Kasutades sellise madala kehatemperatuuriga konna aeglustunud reaktsioone, õnnestub kergesti jälgida närvitsentrumite vastastikust mõjustust: parema koiva painutajate lihaste tsentrumite erutus tekitab vasaku koiva samade lihaste pidurdumise, mis kuni siiani olid erutusseisundis, ja selle tulemusena sirutub kohe vasak koib. Igasuguse liigutuse puhul tõmbuvad ühed lihased kokku ja teised lõtvuvad, mis on tingitud erutus- ja pidurduskollete ilmumisest kesknärvisüsteemi vastavais piirkondades. Niisuguse närvitsentrumite vastastikuse mõju määras esmakordselt kindlaks väljapaistev vene füsioloog N. V. Vvedenski.

Erutus- ja pidurduskolded ei jää paigale püsima. Nad vahetavad kogu aeg kohta ja kanduvad ühest aju piirkonnast teise, kindlustades liigutuste õige koordinatsiooni.

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.



Joon. 112. 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.

Seda katset võib sooritada pisut teisiti, nimelt kinnitades parema koiva liikumatult, nagu on näidatud joon. 112. Kui sel puhul ärritada paremat külge, tõmbuvad algul kokku parema, kinnitatud koiva lihased, siis tekivad teise (vasaku) koiva liigutused, mille abil konn eemaldabki paberitükikese.

See huvitav katse näitab, et isegi ainult seljaaju olemasolu korral võib liigutuste koordinatsioon olla väga täpne. Peaaju säilimisega muutuvad reflektoorsed reaktsioonid veelgi keerukamaks ja mitmekesisemaks.

Seljaaju osatähtsus. Tervikliku organismi tingimustes, vigastamata närvisüsteemi puhul etendab seljaaju nii keha elunditelt peaajju kui ka vastupidises suunas liikuvate *impulsside edasijuhtija* osa. Seljaaju *reflektoorsed reaktsioonid* on sõltuvuses kõrgemalasetsevaist kesknärvisüsteemi osadest; alamail selgroogsetel on see sõltuvus väljendatud nõrgemini kui imetajail. Peaaju ja eriti suuraju poolkerade koore osavõtuga seletubki reaktsioo-

nide silmatorkav mitmekesisus, mis nii tugevasti eristab vigastamata organismi reflektoorseid reaktsioone ainult seljaajuga looma refleksidest. Inimesel toimuvad isegi niisugused lihtsaimad seljaaju-reaktsioonid, nagu põlverefleks, peaaju tingimatul osavõtul.

Küsimused.

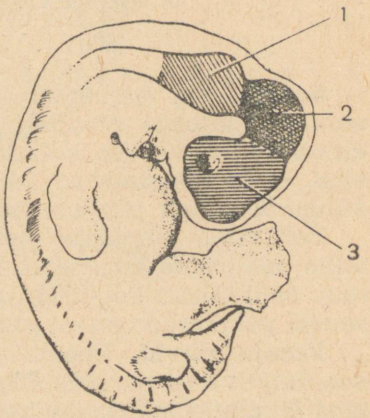
1. Mõne haiguse puhul tekib häire ainult erutuse juhtimises seljaajust peaajju, kuna vastassuunas (peaajust seljaajju) läheb erutus normaalselt. Kas põlverefleks säilib? Kas annab end tunda jala torkimine nõelaga? Kas on võimalikud jala tahtelised liigutused? Seletada, miks ühtedele küsimustele tuleb vastata jaatavalt ja teistele eitavalt.
2. 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.
3. Miks koeral lakkab maomahla nõristumine, kui talle lähendada kass? Tuua teisi näiteid samasuguste reageerimiste kohta. Kuidas neid seletada?

Ülesanded.

1. Joonistada seljaaju ristlõik ühes lihtsaima kaheneuronilise refleksikaare skeemiga (kaar peab algama lihasest või selle kõõlusest ja lõppema samal lihasel). Lisada joonisele üksikasjaline seletus. Märkida nooltega erutuse käik.
2. Joonestada kolmeneuronilise refleksikaare skeem, alustades seda nahalt. Lisada skeemile üksikasjaline seletus. Märkida nooltega erutuse käik.
3. Tekitada endal või oma seltsimehel põlverefleks. Seletada, miks toimub sirutaja lihase kokkutõmme ja jalg hüppab üles.

§ 62. Peaaju ehitus.

Ajupõiekesed. Kõigi selgroogsete looteil on kesknärvisüsteem algul toru, millel on laiend eesotsal (joon. 113). Ristsoondumiste tõttu on sellel otsal kolme puhetise kuju. Neid nimetatakse *eesmiseks, keskmiseks* ja *tagumiseks ajupõiekeseks*, millest igaüks annab alguse aju teatavale osale.

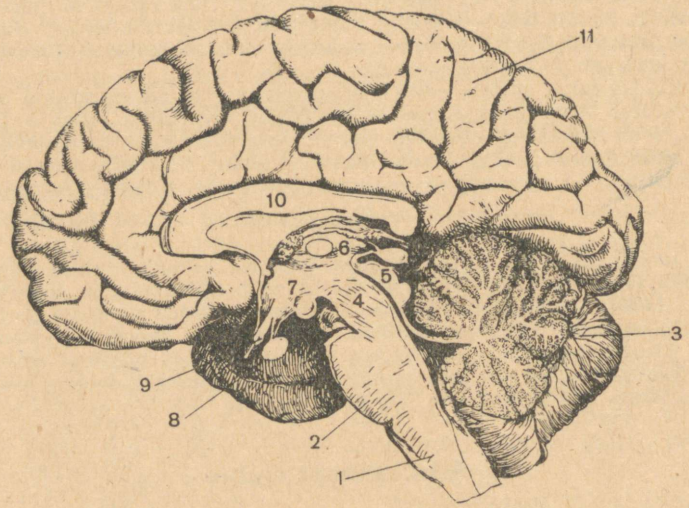


Joon. 113. Inimese loote ajutoru eesmine ots:
1 — tagumine ajupõieke; 2 — keskmine ajupõieke; 3 — eesmine ajupõieke.

Tagaaju. Inimese 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 arenevad tagumisest ajupõiekesest ja neid nimetatakse *tagaajuks*.

Keskaju. Tagaaju jätkuks on *keskaju*, mis on arenenud keskmisest ajupõiekesest ja moodustab üsna väikese osa inimese peaajust.

Tema koosseisu kuuluvad *ajusääred* (kaks väga jämedat kiudude kimpu, mis lähevad vasak- ja parempoolse poolkera sisemusse) ja nende taga asetseb *nelikküngastik*. Kui tõsta üles suuraju pooikerad, siis on nende ja ajukese vahel näha nelja kühmu — see ongi nelikküngastik (joon. 114 on näha ainult kaks kühmu).



Joon. 114. Inimese peaaju pikilõik:
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 — suuraju poolkerade koor.

Eesaju. Aju ülejäänud osa areneb eesmisest ajupõiekesest ja teda nimetatakse *eesajuks*. Eesmise põiekese tagumisest osast areneb *vaheaju*. See koosneb hall-olluse kahest suurest kogumist, mida nimetatakse *kühmudeks*, ja neist allpool asetsevast *kühmudealusest piirkonnast*.

Sellesama põiekese eesosast arenevad *suuraju poolkerad*, mille pealispind koosneb hall-ollusest ja kannab *ajukoore* nimetust. Hall-olluse kogumeid *(ajukoore-aluseid tsentrumeid)* on ka suurte poolkerade sisemuses.

Peaaju närvid. Peaaju alumiselt pinnalt väljuvad 12 paari *peaajunärve* (joon. 115). Ühed neist ühendavad aju meele-elunditega (kuulmis-, nägemis-, haistmisnärvid); teised sisaldavad kiude, mis lähevad pea lihastesse ja nahasse, suu- ja ninaõõne limaskestadesse ja süljenäärmeisse.

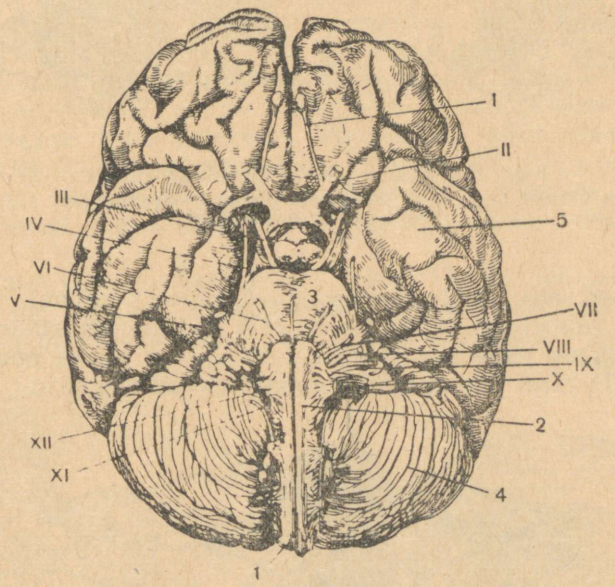
Üks peaaju närv on saanud *uitnärvi* nimetuse. Tema harud lähevad rinna- ja kõhuõõne elundeisse, otsekui uidates kehas.

§ 63. Mitmesuguste selgroogsete peaaju.

Mitmesuguste selgroogsete aju ehituse sarnasus. Võrreldes mitmesuguste selgroogsete, sealhulgas ka inimese peaaju, pole raske märgata sarnaseid jooni nende ehituses. Kõigil selgroogseil areneb peaaju kolmest esmasest ajupõiekesest. Tema põhiosad (piklik aju, ajuke, keskaju, vaheaju, poolkerad) on olemas kõigil selgroogseil. Sarnasuse kõrval on ka erinevusi.

Peaaju kaal. Peaaju erisugust arenemist selgroogsete eri klasside juures näitab tema kaal.

Enamikul kaladel 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.

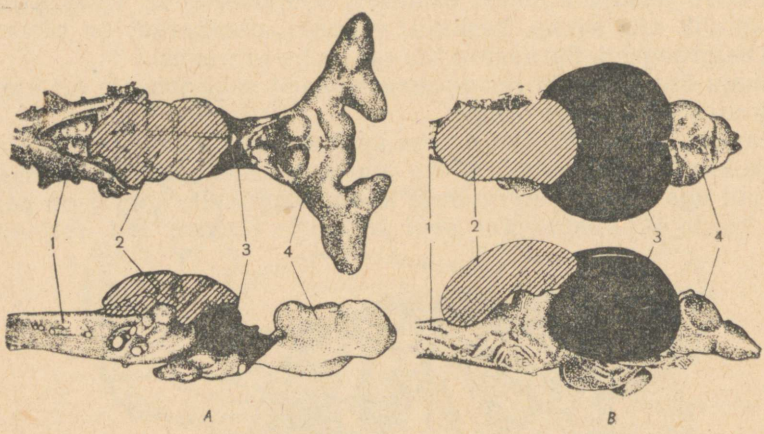


Joon. 115. Peaaju alumine pind:
1 — seljaaju, mis läheb üle piklikuks ajuks; 2 — piklik aju; 3 — ajusild; 4 — ajuke; 5 — suuraju poolkerade koor; I—XII — kaksteist paari peaaju-närve, nende hulgas: I — haistmisnärv; II — nägemisnärv; VII — näonärv; VIII — kuulmisnärv; X — uitnärv.

Kuid mitte ühelgi loomal pole peaaju saavutanud nii kõrget arenemisastet kui inimesel, kellel see moodustab umbes 98% kogu kesknärvisüsteemi kaalust.

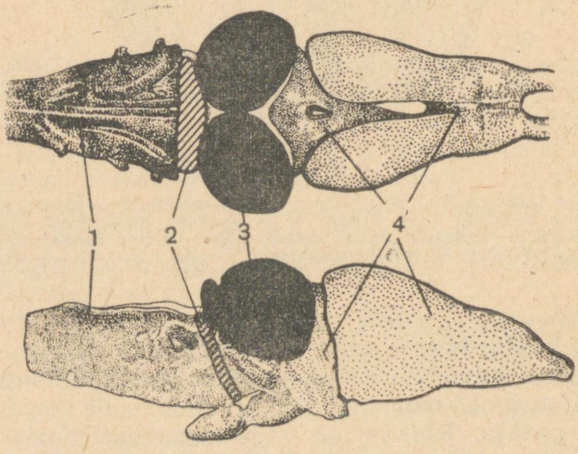
Kalade peaaju. Kaladel on väga arenenud taga- ja keskaju (joon. 116). Eesaju on arenenud nõrgalt ja on nähtavasti seotud ainult haistmisega.

Pärast eesaju täielikku kõrvaldamist käitub kala samuti nagu normaalne kala: ujub akvaariumi visatud esemeteni, eraldades söödavaid mittesöödavaist; ähvardavast ohust ujub ta kiiresti eemale. Keskaju vigastamisel muutub käitumine tunduvalt, kusjuures on osaliselt häiritud liigutuste koordinatsioon.

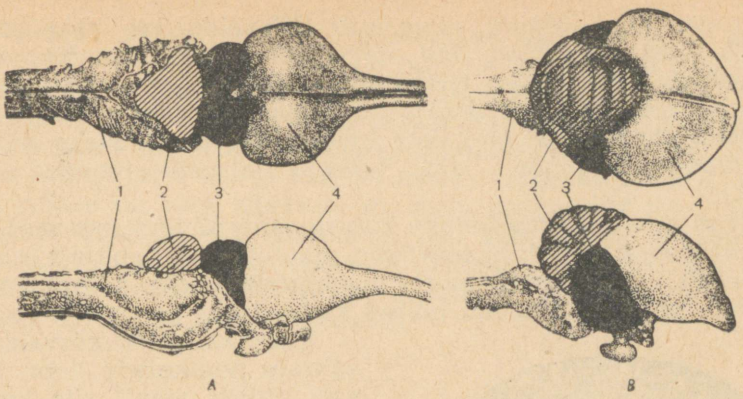


Joon. 116. Kalade peaaju ülevalt ja küljelt:
A — kõhrkaladel (hai); B — luukaladel (lõhi); 1 — piklik aju; 2 — ajuke; 3 — keskaju; 4 — eesaju.

Kahepaiksete peaaju. Kahepaikseil, näiteks konnal, on eesaju arenenud veidi tugevamalt (joon. 117) ja selle eemaldamine kutsub käitumises esile rea häireid, mis aga ei osutu püsivaks ja 1—2 nädala järel pärast operatsiooni kaovad iseenesest.



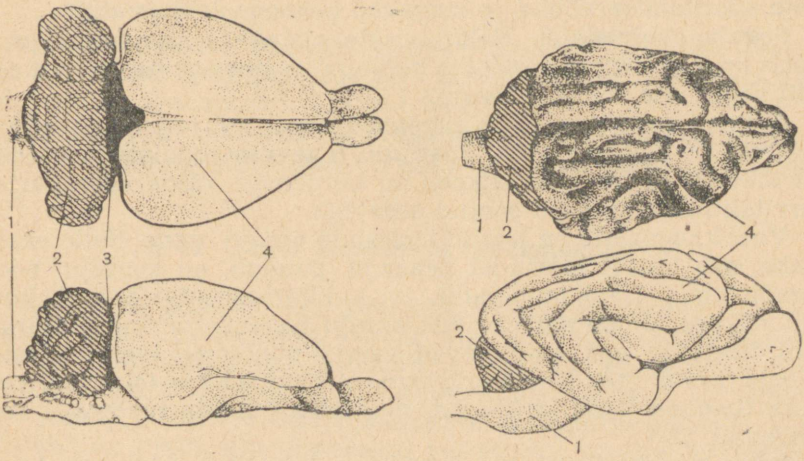
Joon. 117. Kahepaiksete (konna) peaaju.
Tähendused samad, mis joon. 116.



Joon. 118. Roomajate ja lindude peaaju:
A — krokodillil; B — tuvil. Tähendused samad, mis joon. 116.

Roomajate ja lindude peaaju. Roomajail (joon. 118 A) 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 teravaid muutusi käitumises: loom muutub väheliikuvaks, ei otsi ega haara toitu, ei karda inimest.

Lindude suuraju poolkerade (joon. 118 B) tähelepanuvääriv suurus on tingitud ajukoore-aluste tsentrumite eriti võimsast arengust; poolkerade koor on peaaegu niisama vähe arenenud

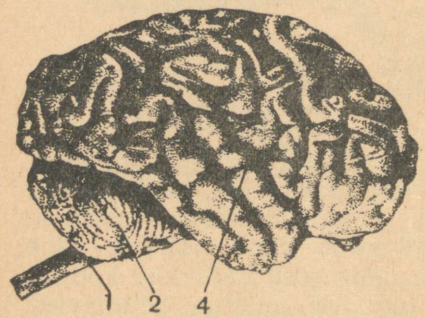


Joon. 119. Imetajate peaaju:
A — küülikul; B — koeral. Tähendused samad, mis joon. 116.

kui roomajailgi. Koore ettevaatlik kõrvaldamine peaaegu ei muuda looma käitumist. Ent mõlemate poolkerade (koore ja koorealuste tsentrumite) täielik kõrvaldamine põhjustab samasuguseid muutusi nagu eesaju kõrvaldamine roomajail.

Imetajate peaaju. Imetajate iseloomustavaks jooneks on eesaju tugev areng (joon. 119). 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 ainult suuraju poolkerade koore kõrvaldamisel tekivad loomadel teravad häired käitumises.



Joon. 120. Ahvi peaaju.
Tähendused samad, mis joon. 116.

Koer, kellel on kõrvaldatud suuraju poolkerade koor, hakkab sööma ainult siis, kui ta koon vägisi toidukaussi torgata; ta ei tunne ära peremeest, vastab puudutustele urinaga, ei tee vahet meelituse ja ähvarduse vahel, ei reageeri kassi juuresolekule, muutub väheliikuvaks; ta komistab tihti takistustele, peatub siis ja seisab kaua aega nende ees liikumatult.

Veel halvemini taluvad suuraju poolkerade koore täielikku kõrvaldamist ahvid (joon. 120). Peale nende muutuste käitumises, mis esinevad koeral, kaotavad ahvid ka tahtlike liigutuste sooritamise võime ja magavad peaaegu lakkamatult.

Peaaju evolutsioon. Selgroogsete ajaloolise arenemise protsessis on käitumise keerukaks muutumine tihedalt seotud peaaju, eriti selle eesosa arenemisega.

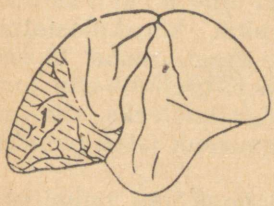
Alamail selgroogseil on tugevasti arenenud taga- ja keskaju, väikesel eesajul aga pole organismi tegevuse regulatsioonis olulist tähtsust. Alles kahepaikseil on kõrgemad, kõige keerukamad närvitalitluse nähtused seotud eesajuga.

Veel kaugemale on läinud imetajate eesaju areng. Selle uueks osaks, mis teistel loomadel peaaegu puudub, on suuraju poolkerade koor. Isegi munejatel ja kukkurloomadel areneb koor tugevasti ja tõrjub tagaplaanile eesaju haistmistsentrumi; kõrgemail imetajail aga suurenevad suured poolkerad koore edasise arengu arvel igas suunas niivõrd, et katavad aju teisi osi; kooresse ilmuvad vaod ja käärud, mis tema pindala tunduvalt suurendavad.

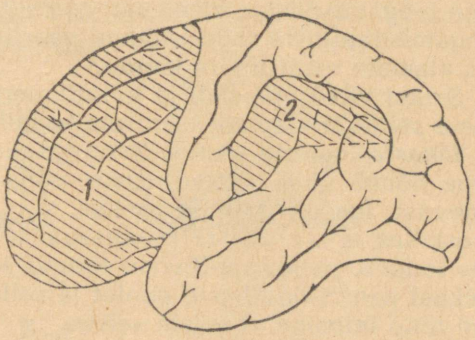
Imetajail on närvitalitluse kõrgemad funktsioonid seotud just suuraju poolkerade koorega. Seepärast põhjustabki selle kõrvaldamine neil loomadel nii teravaid muutusi käitumises.

Ahvidel alluvad suuraju poolkerade koorele mitte ainult närvitalitluse kõrgemad vormid, vaid ka igasugused tahtelised liigutused, mis kaovad pärast koore kõrvaldamist.

Inimese peaaju. Inimese aju peamiseks eritunnuseks on suurte poolkerade, eriti nende eesmise (otsmiku-) sagara erakordselt tugev areng (joon. 121 ja 122). 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 pindala ligikaudu 2000 ruutsentimeetrit, sellal kui nii suurel loomal nagu hobune on selle pindala ainult 350 ruutsentimeetrit.



Joon. 121. Ahvi eesaju.
Joontega on kaetud osa otsmikusagarast eespool liigutustsentrumit.



Joon. 122. Inimese eesaju.
Joontega on kaetud osa otsmikusagarast (1) eespool liigutustsentrumit ja alumine kiirusagar (2).

Inimese ajukoore mikroskoopiline ehitus on tunduvalt keerukam kui ükskõik millisel loomal. Arvatakse, et närvirakkude hulk inimese ajukoores küünib 14 miljardini.

Ilma suuraju poolkerade kooreta on inimese elu võimatu. Isegi väikesel ajukoore vigastusel võivad olla väga rasked tagajärjed.

§ 64. Taga- ja keskaju funktsioonid.

Piklik aju. Suurem osa peaajunärvidest on seotud pikliku ajuga ja tema ees asetseva sillaga. Siia tulevad tsentripetaalsed impulsid kuulmiselundilt, peanahalt ja suuõõne limaskestalt. Siit väljuvad tsentrifugaalsed impulsid pea kõigi lihaste ja süljenäärmete juurde. Uitnärvi tsentripetaalsete ja tsentrifugaalsete kiudude abil on piklik aju ühendatud vereringe-, seede- ja hingamiselunditega.

Piklikku aju, samuti ka silda läbivad tähtsamate eluavaldustega seotud refleksikaared; siin asetsevad *hingamise, südame* ja

veresoonte, miimiliste lihaste, mälumise, neelamise, oksendamise, aevastamise, köhimise, süljenõristuse ja paljud teised *tsentrumid.*

Kui imetajal loomal kõrvaldada kogu ees- ehk suuraju ja keskaju, siis säilivad hingamisliigutused ja vereringe- ning seedeelundite talitlus. Ja vastupidi, pikliku aju ja silla üksikute tsentrumite vigastamine põhjustab nende elundite talitluste häireid.

Pikliku aju hingamistsentrum ühendab, kooskõlastab üksikute hingamislihaste tööd, mille tsentrumid asetsevad seljaaju hallolluse 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 regulatsiooni sooritab hingamistsentrum seljaaju alamate tsentrumite kaudu.

Samal viisil ühendab ja koordineerib piklik aju ka mõningate teiste seljaaju alamate tsentrumite talitlust.

Lihaste toonuse jaotus. Keha tasakaalu ja õige hoiaku säilitamine nõuab kõigi skeletilihaste väga keerukat, kooskõlastatud tegevust. Iga üksiklihase toonus, s. o. pinge, peab olema täpses kooskõlas teiste lihaste toonusega. Kui jala sirutaja-lihaste toonus langeb, painutaja-lihaste toonus aga jääb endiseks, siis on ülekaal painutaja-lihaste poolel ja selle tulemusena jalad paindvad ning inimene ei suuda seista.

Mõnikord, kui näonärv on vigastatud, langeb näo miimiliste lihaste toonus. Kui vigastus haarab ainult parempoolset närvi, siis ilmneb lihaste toonuse nõrgenemine paremal näopoolel, kuna vasakul püsib ta normaalsena. Sel juhul on kogu nägu vasakule poole viltu kistud. Mõnikord esinev kõõrdivaatamine võib tekkida silmamuna ühe lihase toonuse langusest.

Lihasetoonuse säilitamist, järelikult keha normaalse asendi säilimist tagab tsentripetaalsete impulsside vool, millede seas on eriline tähtsus lihaseist ja liigeseist tulevail impulssidel. Lakkamatult signaliseerides keha asendist ruumis kutsuvad nad esile vastavaid reflektoorseid reaktsioone, mis viivad keha õige asendi säilimisele.

Toonuse õige jaotus satub keskaju vigastamise puhul korratusse.

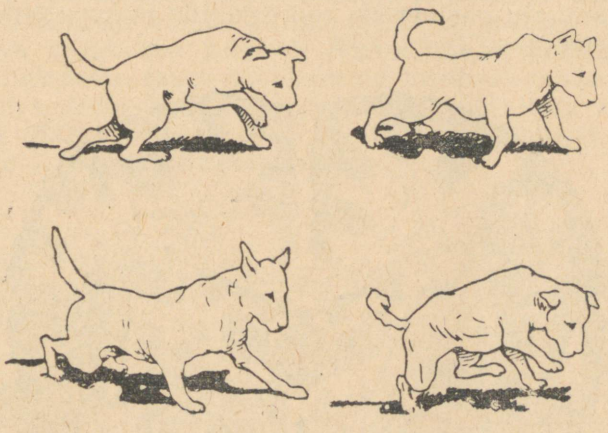
Otoliit-elund ja poolringkanalid. Otoliit-elund ja poolringkanalid asetsevad oimuluu sees kuulmiselundi otseses naabruses (värviline tabel VIII).

Otoliit-elund koosneb kahest kotikesest, mille seesmistel pindadel on karvakestega varustatud tunderakud. Karvakeste otsas ripuvad väikesed lubjakristallide terakesed — otoliidid. Pea asendi igasugune muutmine muudab karvakeste pinget ja ärritab sellega nendega ühendatud närvikiudude lõpmeid. Otoliit-elundist tulevad impulsid kutsuvad esile reflektoorseid reaktsioone, mis aitavad säilitada keha õiget asendit.

Ühest otoliit-elundi kotikesest väljuvad kolmes vastastikku ristloodis tasapinnas kolm poolringkanalit. Pea igasuguse liigutuse puhul rõhub neis leiduv vedelik oma kõikumisega tunderakke, mis on seoses närvikiudude otstega. Sel puhul tekkivad impulsid kutsuvad esile reflektoorseid reaktsioone, mis põhjustavad tasakaalu säilitamise liikumisel.

Orienteerumisrefleksid. Igasugune ootamatu heli- või valgusärritus kutsub esile orienteerumisreaktsiooni. Inimene muutub tähelepanelikuks, pöörab pea ärritaja suunas.

Imetajail võivad orienteerumisrefleksid tekkida heli ja valguse puhul ka kogu eesaju kõrvaldamise korral, kui ainult keskaju on säilinud. Nende keerukate reflekside tsentrumid, mis on suure tähtsusega enesekaitsel, paiknevad hall-olluse kogumeis, mis moodustavad nelikküngastiku.



Joon. 123. Koera liigutused, kellelt on kõrvaldatud ajuke.

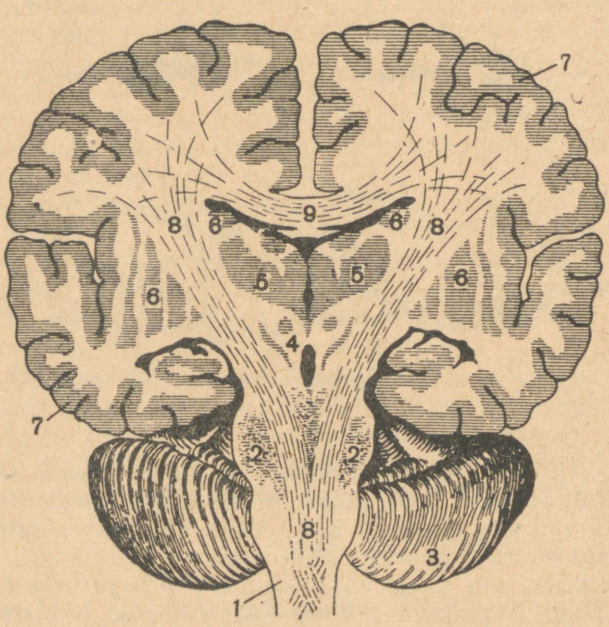
Ajuke. Ajukese pind, mis on uuristatud arvukaist vaokestest, koosneb hall-ollusest. Läbi selja- ja pikliku aju vaheliste neuronite suunduvad siia impulsid kogu keha lihastest, samuti ka eesajust ja eriti suuraju poolkerade koorest.

Nagu teisedki aju osad, võtab ajuke osa liigutuste koordineerimisest. Tema vigastamine toob kaasa häired liigutuste korrapärasuses ja täpsuses. Koeral tekivad pärast ajukese kõrvaldamist häired kõnnakus: liigutused muutuvad kohmakaks, nurgeliseks, ülemääraselt jõuliseks; nad ei saavuta eesmärki, sest et kaob täpsus üksikute lihaste kokkutõmbumises (joon. 123). 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 koonu jõuga maasse; alles pärast mitmekordseid ebaõnnestunud liigutusi haarab koer liha, sattudes sellele justkui kogemata.

Taolisi liigutushäireid esineb inimesel ajukese talitluste korratuste puhul, näiteks joobnud olekus ja mõnede haiguste korral. Ajukese peatähtsus on üksiklihaste kokkutõmmete jõu, kestuse ja järjekorra täpsustamises ehk, teiste sõnadega, liigutuste viimistlemises.

§ 65. Eesaju funktsioonid.

Kühmud ja koorealused tsentrumid. Impulsid, jõudes kõigist kehaosadest kesknärvisüsteemi, kanduvad lülineuronite kaudu aju eesmistesse osadesse, eriti suuraju poolkerade kooresse. Kuid enne sattumist kooresse läbivad kõik tsentripetaalsed impulsid tingimata vaheaju kühme. Kühmud koosnevad hall-ollusest, järelikult on nad närvirakkude kogumid. Kühmurakkudest lähevad närvikiud suuraju poolkerade koore juurde ja koorealustesse liigutustsentrumitesse (joon. 124).



Joon. 124. Peaaju ristlõik:

1 — piklik aju; 2 — ajusild; 3 — ajuke; 4 — keskaju; 5 — kühmud; 6 — juttkeha; 7 — suuraju poolkerade koor; 8 — tsentrifugaalsete kiudude tee suuraju poolkerade koorest seljaajju (all on näha kiudude ristumist); 9 — paremat ja vasakut poolkera ühendavad kiud.

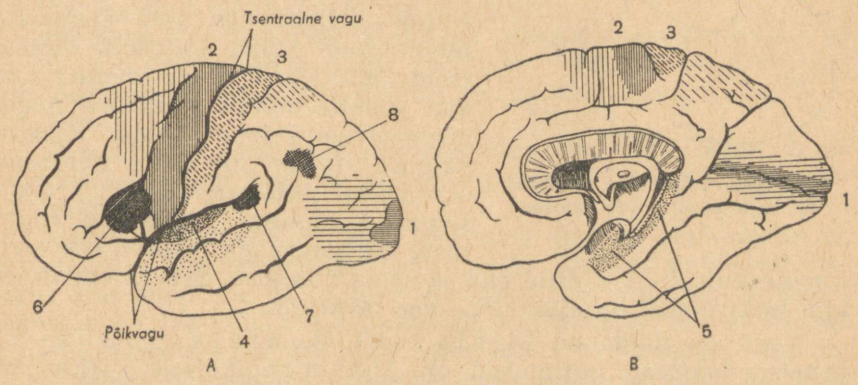
Koorealused tsentrumid võtavad osa keerukate liigutuste sooritamisest. Nende haigestumisel muutuvad korratuiks niinimetatud abiliigutused, milleks on näiteks käte viibutamine käigul, mii-

milised 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 tsentrumid osa rütmiliste, korduvate liigutuste reguleerimisest (näit. kõndimisel) ja samuti neist keerukaist reflektoorseist liigutustest, mis on seotud instinktide avaldumisega.

Kühmudealune piirkond. Kogu organismi tegevuses väga tähtsad hall-olluse kogumid paiknevad kühmude all. Selle kühmudealuse piirkonna tsentrumid reguleerivad ainevahetusprotsesse ja siseelundite tegevust. Närvirakkude jätked ühendavad seda piirkonda ajukoorega ja koorealuste tsentrumitega, mille tõttu on olemas side organismi liigutusreaktsioonide, siseelundite töö ning ainevahetusprotsesside vahel.

Suuraju poolkerade koor. Suuraju poolkerade koor on kõrgema närvitalitluse elund. Ta korraldab organismi reaktsioone ümbritseva keskkonna pidevalt muutuvaile tingimustele. Tema eri piirkondadesse saabuvad impulsid meele-elundeist, lihaseist, kõõluseist, siseelundeist. Kooresse viivad närviteed ristuvad ja seepärast saabuvad paremasse poolkerasse impulsid vasakust, vasakusse — paremast kehapoolest.



Joon. 125. Tsentrumite asend suuraju poolkerade koores: A — poolkerade välispind; B — poolkerade sisepind:
1 — nägemistsentrum; 2 — liigutuste tsentrum; 3 — naha tundlikkuse tsentrum; 4 — kuulmistsentrum; 5 — maitsmis- ja haistmistsentrum; 6 — kõne liigutustsentrum; 7 — kõne kuulmistsentrum; 8 — kõne nägemistsentrum.

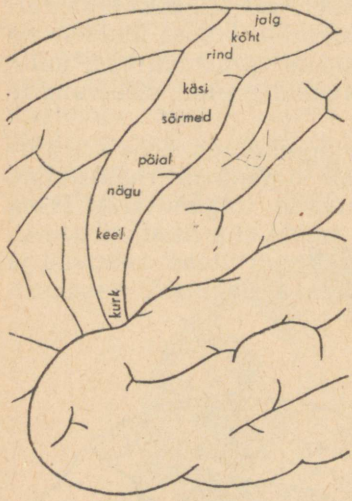
Suuraju poolkerade koor jaotatakse *otsmiku-, kiiru-, oimu-* ja *kuklasagaraks*. Joon. 125 A on näha kaks suurt vagu. Üks neist (põiki) eraldab oimusagarat otsmiku- ja kiirusagarast, teine (keskehk tsentraalne vagu) on piiriks otsmiku- ja kiirusagara vahel.

Ajukoore eri piirkondade ehitus ja talitlused pole ühesugused. Kuklasagaras asetseb *nägemistsentrum*, mille tegevusega on seotud nägemisaistingud. Oimusagaras paikneb *kuulmistsentrum*. Nahaaistingute tsentrumid on tagapool keskvagu, s. o. kiiru-

sagara eesosas. Eespool keskvagu, otsmikusagara tagaosas, asetseb *liigutuste tsentrum* (joon. 126).

Mõnede ajuhaiguste puhul saavad vigastada poolkerade koore üksikud osad, mis põhjustavad häireid vastavais talitlustes. Näiteks verevalum liigutuste tsentrumi kutsub esile keha vastaspoole halvatuse, paise surve nägemistsentrumile põhjustab pimedaksjäämist.

Osa, mida etendavad koore eri piirkonnad, on korduvalt kontrollitud operatsioonide ajal, kui pealuu on olnud avatud ja ajupind nähtav. Niisuguste operatsioonide puhul haiget ei uinutata. Et naha läbilõikamise ja pealuu avamise korral kõrvaldada valuaistinguid, 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 tsentrumit. Kui ärritada operatsiooni ajal elektrivooluga ajukoore nägemistsentrumit, tekib haigel vilkuva valguse aisting; liigutuste tsentrumi ärritamisel teeb haige ühe- või teistsuguseid liigutusi. Ajukoore liigutuste piirkonna iga teatava osa ärritamine kutsub alati esile ühe ja sama liigutuse. See tähendab, et igal lihasrühmal on ajukoores oma tsentrum.



Joon. 126. Liigutuste piirkond suuraju poolkerade koores.

Nagu on näidanud Mislavski, Behterevi, Bõkovi ja teiste teadlaste uurimused, on suuraju poolkerade koores ka niisuguseid piirkondi, millede ärritamine mõjustab *siseelundite* tööd.

Suuraju poolkerade koor on tihedas vastastikuses seoses kõigi allpool paiknevate ajuosadega: viimaste poolt tulevad ajukooresse tsentripetaalsed impulsid, ajukoorelt lähevad nende poole tsentrifugaalsed impulsid. Seega on keha kõigi elundite töö suuraju poolkerade koore kontrolli all, mida teostatakse kesknärvisüsteemi teiste osade vahendusel.

Meele-elunditega seotud piirkonnad ja liigutuste piirkond võtavad inimesel enda alla märksa väiksema osa ajukoorest kui loomadel. See-eest langeb inimese ajukoore kogu pinnast ligikaudu 30% otsmikusagarale ja ligikaudu 9% kiirusagara alumisele piirkonnale (joon. 122). Need ajukoore mõlemad osad erine-

vad tugevasti loomade vastavaist ajukoore osadest mitte ainult suuruselt, vaid ka oma ehituselt ja etendavad nähtavasti eriti suurt osa inimese kõrgemas närvitalitluses.

Eriliste, loomadel puuduvate ajuosadega on seotud inimese artikuleeritud kõne. Ajukoores asetsevad niinimetatud kõnetsentrumid. Joon. 125 on näidatud *kõne liigutus-, kuulmis-* ja *nägemistsentrumi* asetus. Nende piirkondade vigastamine põhjustab seda, et kaob võime kõnelda, kuulda kõnet ja aru saada kirjutatust. Peab siiski ütlema, et kõnetalitlus on seotud mitte ainult nende kolme piiratud ajukoore osaga, vaid ka selle teiste osadega.

§ 66. Vegetatiivne närvisüsteem.

Siseelundite innervatsioon. Seda osa piirde-närvisüsteemist, mis seob aju siseelunditega, nimetatakse vegetatiivseks[1] närvisüsteemiks. Eristatakse kaht vegetatiivse närvisüsteemi osa: *sümpaatilist* ja *parasümpaatilist*[2] süsteemi. Siseelundeil on *kahekordne* innervatsioon; kumbki neist saab impulsse kesknärvisüsteemist nii sümpaatilise kui ka parasümpaatilise osa kaudu (värviline tabel VII).

Vegetatiivse närvisüsteemi seos ajuga. Vegetatiivsed närvid väljuvad ainult mõningatest aju osadest.

Sümpaatilisse süsteemi kuuluvad närvid algavad seljaajust rinna- ja ülemiste nimmelülide kõrguselt. Parasümpaatilised närvid väljuvad pikliku aju ja keskaju üksikosadest, samuti ka seljaaju allosast.

Vegetatiivse närvisüsteemi seos ajuga on kahepoolne: tema närvide koosseisu kuulub nii tsentripetaalseid kui ka tsentrifugaalseid kiude.

Ajuosi, kust lähevad impulsid vegetatiivsesse närvisüsteemi, nimetatakse *vegetatiivseiks tsentrumeiks*. Näiteks kuuluvad piklikus ajus nende hulka südame ja veresoonte, toitumis- ja teised tsentrumid. Kühmudealuse piirkonna tsentrumeid, mis on seotud ainevahetusprotsessidega ning siseelundite tegevusega, nimetatakse sageli *kõrgemaiks vegetatiivseiks tsentrumeiks*. Kuid kõik need tsentrumid alluvad suuraju poolkerade koorele ja on tihedalt seotud aju kõigi teiste osadega. Sellega on näiteks seletatav seos südame töö ja lihaste tegevuse vahel.

Sümpaatiline süsteem. Sümpaatiliste kiudude kimbud, väljudes seljaajust eesmiste juurte kaudu, suunduvad lülisamba külgedel asetseva kahe *sümpaatilise piirväädi* juurde, millel on rida

[1] Vegetatiivne on tuletatud ladina sõnast *vegetativus* — taimne. XIX saj. esimesel poolel jagati organismi funktsioonid loomseteks (liigutused) ja taimseteks (toitumine, hingamine, eritamine ja muud). „Taime elu elundite" juurde minevaid närve hakati nimetama vegetatiivseiks.

[2] Sümpaatiline tuleb kreeka sõnast *sümpathes* — sümpatiseeriv. See termin tekkis väga ammu, nimelt siis, kui arvati, et siseelundite vahel kujuneb erinärvide abil „sümpaatiline" side. Parasümpaatiline tähendab ligikaudu — sümpaatilise kõrval esinev; *para* tähendab kreeka keeles — juures, kõrval.

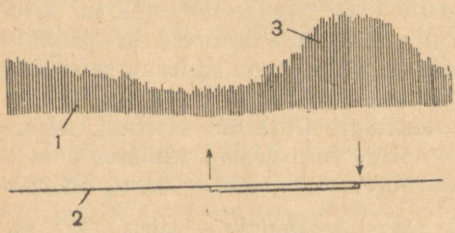
paksendeid ehk tänke, mida moodustavad sümpaatiliste närvirakkude kogumid. Piirväätidest väljuvad arvukad kiudude kimbud kõikide kehaelundite juurde. Ka nende kimpude teel, peamiselt suurte arterite seintel ja siseelundeis endis on närvirakkude kogumeid.

Väga suur närvirakkude kogum asetseb kõhuõõnes aordil. Seda nimetatakse 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 ükskõik missuguse elundi juurde koosneb mitte ühest, vaid kahest neuronist; neist ühe keha asetseb seljaajus (hall-olluse külgkühmudes), teise oma ühes sümpaatilises tängus.

Ajust väljuvad sümpaatilised kiud lähevad sümpaatiliste tänkude närvirakkudeni, kus nad lõpevadki; neil on õhem kest. Sümpaatiliste tänkude pikad rakujätked suunduvad otse kehaelundeisse; neil puudub valge kest täiesti ja seepärast on neil hallikas varjund; nad on liigutusnärvide kiududest mitu korda peenemad. Erutuse edasikandumiskiirus sümpaatilistes kiududes ei ületa tavaliselt 1—2 meetrit sekundis, kuna liigutusnärvides see ulatub 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 osa piirdub mõjuga veresoontele, kuid nõukogude teadlane Orbeli tõestas lihaskiudude sümpaatilise innervatsiooni olemasolu. Kuigi piki sümpaatilisi kiude minevad impulsid ei kutsu esile lihaste kokkutõmbumist, ometi on neil suur mõju nende töövõimele.



Joon. 127. Sümpaatilise süsteemi mõju lihaste talitlusele:

1 — konna kauatöötanud (väsinud) lihase kokkutõmmete üleskirjutus; 2 — sümpaatilise närvi ärrituse märkimine (nool üles-poole — ärrituse algus, nool allapoole — ärrituse lõpp); 3 — kokkutõmmete tugevnemine vastuseks sümpaatilise närvi ärritusele.

Katse varal pole seda raske tõestada. Iga lihast võib väsitada, sundides teda liigutusnärvi ärritamise teel pikemat aega rütmiliselt kokku tõmbuma. Kui aga liigutusnärvi rütmilisele ärritusele lisandada sümpaatiliste kiudude ärritus, tugevneb väsinud lihase kokkutõmbumine uuesti märgatavalt (joon. 127).

Parasümpaatiline süsteem. Parasümpaatiline süsteem innerveerib peamiselt siseelundeid.

Suurem osa siseelundeid saab närvikiude *uitnärvi* kaudu. Väljudes piklikust ajust suundub uitnärv rinna- ja seejärel kõhuõõnde. Teel ta saadab harusid hingamiselundeisse (kõrisse, trahheasse, bronhidesse, kopsudesse), südamesse ja seede-elundeisse (söögitorusse, makku, peensoolde, kõhunäärmesse, maksa).

Põis ja jämesool on varustatud seljaaju alumisest osast väljuva parasümpaatilise närviga.

Siseelundite kahekordse innervatsiooni tähtsus. Sümpaatilised ja parasümpaatilised närvid, viies impulsse ühtede ja samade elundite juurde, avaldavad neile vastupidist mõju (vt. tabelit 3).

Sümpaatilise ja parasümpaatilise süsteemi impulsside intensiivsus võib tunduvalt muutuda. See viib otsekohe ühtedele või teistele muutustele elundi tegevuses. Kahekordne innervatsioon muudab elundite töö täpsemaks ja mitmekülgsemaks, mis võimaldab organismil enam kohaneda muutuvate vajadustega.

Tabel 3.

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 laienemine	Silmaava ahenemine

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 pidurdusprotsesside olemasolu kesknärvisüsteemis?
6. Missugused peaaju osad on arenenud loote taga-, kesk- ja eesajupõiekesest? Leida kõik need aju osad joonistel.
7. Kuidas asetseb valge- ja hall-ollus seljaajus ja peaaju eri osades?
8. Missugused on selgroogsete peaaju evolutsiooni põhijooned?

[1] Suurem osa soontega varustatud alasid saavad parasümpaatilist mõjustust mitte parasümpaatiliste närvide kaudu, vaid teisel, keerulisemal teel.

9. Mille poolest erineb inimese peaaju teiste imetajate peaajust?
10. Missugused on pikliku aju funktsioonid?
11. Kuidas toimub lihaste 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?

§ 67. Meele-elundid.

Retseptorid. Kõigis elundeis asetsevad aistivad närvilõpmed ehk retseptorid, mis annavad erutuse edasi kesknärvisüsteemile. Retseptoritest tulevad tsentripetaalsed impulsid on närvisüsteemi tegevuse vajalikuks tingimuseks, sest nad hoiavad tema erutuvust kindlal tasemel. Peale selle on need impulsid organismi reflektoorse tegevuse allikaks.

Ühed retseptorid asetsevad keha sisemuses ja aistivad siseelundeis, lihaseis, kõõluseis, liigeseis tekkivaid ärritusi; teised asetsevad keha pinnal ja aistivad välisärritusi.

Retseptorite spetsialisatsioon. Ehituselt on kõige lihtsamateks retseptoriteks nõndanimetatud vabad närvilõpmed (joon. 128, 1). Nad erutuvad igasuguse tugeva ärrituse puhul, mida põhjustavad rõhumine või venitamine, soe või külm, keemiliste ainete toime jne.

Teistel retseptoritel on keerukam ehitus, mille tõttu neile mõjuvad eriti kergesti ainult mõned teatavad ärritused, kusjuures teised ärritused neile mõju ei avalda.

Nii näiteks on nahas närvilõpmed, mis ümbritsevad juuste juuri (joon. 128, 2). Asudes sügavais nahakihtides, on need retseptorid vähe ligipääsetavad niisuguste välisärrituste toimele, nagu on soe või külm. Nad erutuvad aga kergesti juuksekarva vähimagi liikumise puhul, mis võib hõlpsasti tekkida isegi selle nõrgal puudutamisel või tuulepuhanguga.

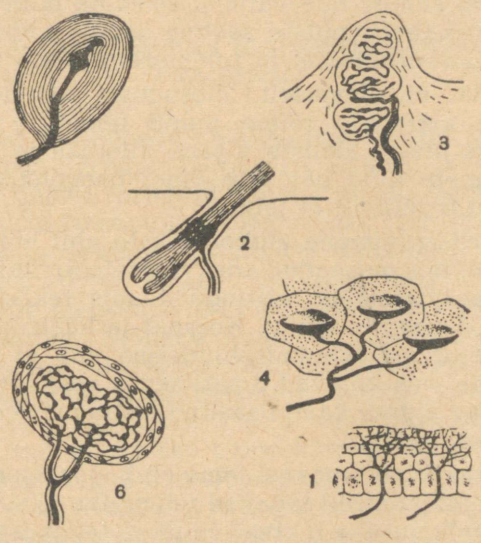
Teised, tiheda kapsliga ümbritsetud naharetseptorid (joon. 128, 5 ja 6) on puudutamise ja rõhumise suhtes vähetundlikud, see-eest aga kutsub nendes erutuse esile vähimgi temperatuurimuutus.

Seoses oma ehituse iseärasustega on retseptorid seega spetsialiseerunud, s. o. nad erutuvad ainult teatavate ärrituste puhul.

Meele-elundid. Iga spetsialiseerunud retseptor on ülitundlik aparaat, mis *signaliseerib* ümbritsevas keskkonnas toimuvaist teatud muutustest, mis annab organismile võimaluse reageerida ärritustele täpses vastavuses nende muutuste iseloomule. Neid signaalaparaate nimetatakse 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, tunneme tema raskust; hammustanud teda, võime määrata maitset. Iga eri aisting peegeldab meie teadvuses õuna üht või teist omadust.

Aistingute allikaks on ümbritsevas maailmas reaalselt eksisteerivad esemed ja nähtused. Nad mõjuvad meele-elundeile.



Joon. 128. Naharetseptorid:
1 — vabad närvilõpmed; 2 — närvilõpe juuksejuure juures; 3 ja 4 — „kompimiskehakesed"; 5 ja 6 — soojust ja külma aistivad närvilõpmed.

Meele-elundeis tekkivad impulsid kanduvad vastavate suuraju poolkerade koore piirkondadeni, kus kutsuvadki esile psüühilise protsessi, mida nimetatakse *aistinguks*. Ajukoore keeruka tegevuse tulemusena tekivad aistingute põhjal *tajud*, mis peegeldavad meie teadvuses mitte üksikuid omadusi (värvust, lõhna, maitset, raskust jne.), vaid asju ja nähtusi tervikuna.

Seega meele-elundite ja aju tegevuse tulemusena tunnetame ümbritsevat maailma, seda oma teadvuses peegeldades.

Meele-elundite eksimuste kõrvaldamine. Ärritajaid, millele antud meele-elund on kohandatud, nimetatakse loomulikeks ehk *adekvaatseteks*[1]. Siiski saadakse samataolisi aistinguid ka juhtudel, kui tegutsevad antud meele-elundite suhtes ebatavalised, mitteadekvaatsed ärritajad.

Tavalistes tingimustes pole valgusretseptorid ligipääsetavad

[1] Ladina sõnast *adaequatus*, mis tähendab — võrdne, üheväärne.

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 mehhaanilise ärrituse, annab valgusaistingu (siit on pärit ka väljend „lõi silmist tule välja"). Ükskõik millega me närvi ka ärritame, ta hakkab impulsse saatma ainult suuraju poolkerade koore nägemistsentrumisse, 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.

Teiseks, ühe elundi kaudu saadud aistinguid kontrollivad alati teised meele-elundid.

Inimese praktiline tegevus, tema elukogemused ja meele-elundite vastastikune kontroll tagavad võimalike eksimuste 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 selline 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 näegi 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 muu-

tub nende tundlikkus niivõrd suureks, et järsk üleminek ereda valguse kätte pimestab silmi.

Minnes kinnisesse ruumi, kus on palju inimesi, haistame rasket, ebameeldivat lõhna. Mõne aja pärast, nagu öeldakse, „harjub nina ära" ega haista enam lõhna. See seletub haistmisretseptorite tundlikkuse nõrgenemisega.

Kohanemine ärritaja jõule tagab meele-elundite normaalse töö ümbritseva keskkonna kõige mitmekesisemais tingimustes.

§ 68. Nahas, limaskestades ja liikumiselundites olevad retseptorid.

Nahas olevad retseptorid. Nahapinnale mõjuvate ärritajate toimel saab inimene kompimis-, sooja-, külma- ja valuaistinguid. Kui puudutada nahka 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 eri aistingute jaoks tõestavad vaatlused haigete juures. Mõnede haiguste 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 mitte valu. Retseptoorsed närvilõpmed 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 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 saame mitte kaks puudutusaistingut, vaid ühe. Alles suurema vahemaa puhul sirkliharude vahel võib saada kaks lahusaistingut. Küünarvarrenaha mitmesugustes osades saame kaks puudutusaistingut vähimalt 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 ainete suhtes; vedelad ained ei kutsu ärritust esile. Seepärast ei tarvitse vedeliku juhtimisel ninna tekkida lõhnaaistingut; see tekib ainult vedeliku nuusutamisel, kui sellest eralduvad gaasitaolised osakesed.

Sissehingatav õhk läbib ninaõõne alumised osad. Sellest hoolimata satuvad lõhnavate ainete molekulid hajumise tõttu haistmisrakkudega kaetud piirkonda.

Loomadel aitab haistmiselund paralleelselt nägemis- ja kuulmiselunditega orienteeruda ümbritsevas olustikus, näiteks avastada vaenlase või saagi lähedust.

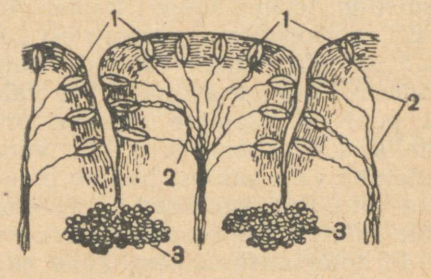
Maitsmiselund. Suuõõne limaskestas ja eriti keelepinnal asetsevad *maitsmisnäsad* (joon. 129 ja 130). Neist väljuvad närvikiud, mis annavad edasi impulsse piklikule ajule ja sealt *maitsmistsentrumile* suuraju poolkerade koores. Maitsmisretseptorite ärritajateks võivad olla ainult lahustunud ained: suhkru 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.

Inimesel on maitsmine ja haistmine tihedalt teineteisega seotud. Need mõlemad meele-elundid tagavad toiduainete peent eristamist ja nende tarvitamiskõlblikkuse kindlakstegemist.



Joon. 129. Keele ülemine pind (on näha maitsmisnäsasid).



Joon. 130. Maitsmisnäsa ehituse skeem:
1 — maitsmissibulad; 2 — neist väljuvad närvikiud; 3 — limanäärmed.

Sibula, õuna, leiva või mistahes teise toiduaine söömisel mõjub ärritaja erisuguse jõuga mitmesugustele maitsmisretseptoritele; samal ajal ärritab ärritaja lõhn 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 asendi tehtavate liigutuste, samuti ka esemete kaalu, s. o. eseme käeshoidmiseks tarviliku lihasepinge tugevuse aistingu allikaks.

Mõningate seljaaju-haiguste 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.

Otoliit-elundist ja *poolringkanalitest* väljuvail impulssidel on suur tähtsus aistingute suhtes, mis on seotud kehaliigutuste ja tasakaalu säilitamisega.

Ülesanded.

1. Tehke 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 cm ja kinnitage see vaha või pehme leiva abil väikese pulga külge. Hoides pulka käes puudutage ettevaatlikult karvakesega naha eri osi randme välispinnal liigese kõrval randme ja küünarvarre vahel. Küllaldase kannatuse puhul te märkate, et karvakese puudutus on ühes kohas tajutav puudutusena, teises torkena, kolmandas soojuse või külmana. Millega see on seletatav?

§ 69. Silm.

Silma ehitus. Nägemiselund, silm (värviline tabel VIII), 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 ülanurgas on *pisaranäärmed;* need eritavad vedelikku, mis ei lase silmamuna pinnal kuivada. Pisaravedeliku ülejääk voolab kanalite kaudu ninaõõnde.

Silmamunas on sültjas, poolvedel läbipaistev aine, nn. *klaaskeha*.

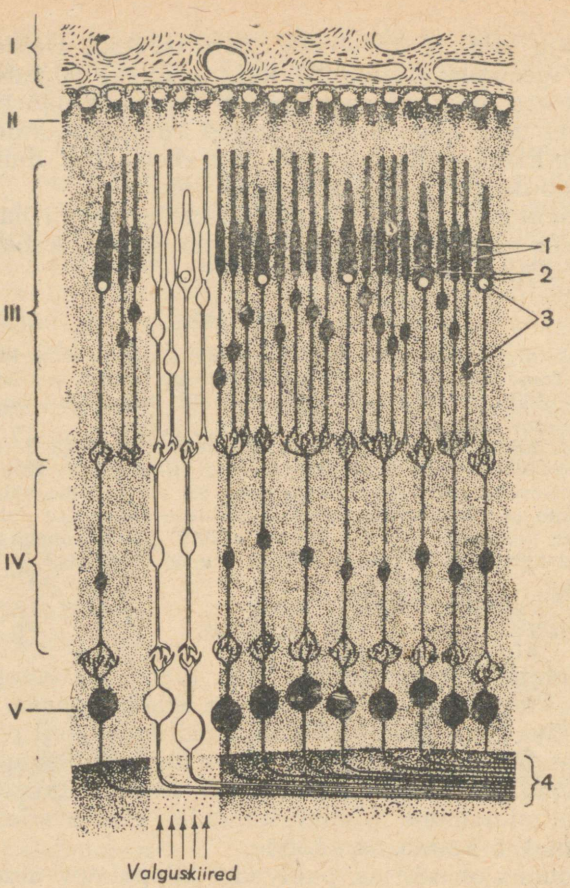
Silmamuna sein koosneb kolmest kestast.

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 jätk. Ta sisaldab suurel hulgal pigmenti, millest sõltub silma värvus. Vikerkesta keskel on ümmargune ava, *silmaava*. See võib aheneda ja laieneda vikerkestas asetsevate siledate lihaskiudude kokkutõmbumise tagajärjel. Sõltuvalt silmaava suurusest pääseb silma sisemusse rohkem või vähem valguskiiri.

Silmaava taga on läbipaistev *silmalääts*, mis etendab kaksikkumera läätse osa. *Ripsvöötmekese* abil võib silmalääts pingule tõmbuda või lõtvuda, muutudes lamedamaks või kumeramaks. Sarvkesta ja silmaläätse vahel on väike vaheruum, mis on täidetud *vesivedelikuga*.



Joon. 131. Võrkkesta ehituse skeem:
I — võrkkestaga külgnev 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.

Kolmandat, kõige seesmisemat silmamuna kesta nimetatakse *võrkkestaks*. Võrkkestast algavad silmamuna tagaküljest väljuva nägemisnärvi kiud.

Kepikesed ja kolvikesed. Võrkkestas on suur hulk tihedalt asetsevaid valgustundlikke närvirakke, *kepikesi* ja *kolvikesi*. 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. Kepi-

kestest ja kolvikestest jõuab erutus kõigepealt esimesele, seejärel teisele närvirakkude reale, mille jätked koonduvad võrkkesta kõigist piirkondadest ja moodustavad silmast väljuva nägemisnärvi (joon. 131). Mööda seda närvi läheb erutus ajju.

Päevane ja õhtune nägemine. Kolvikeste abil näeb inimene värvusi, kepikeste abil aga ainult valgust. Kolvikesed on võrdlemisi vähese valgustundlikkusega, mispärast hämaruses nad ei funktsioneeri ja inimene ei eralda värvusi. Kepikesed, vastupidi, on ülitundlikud.

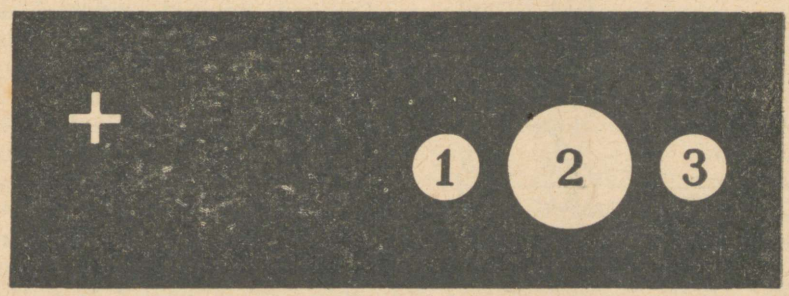
Mõnede vitamiinide vähesus toidus, samuti ka teised põhjused võivad tekitada haigust, mida nimetatakse *kanapimeduseks*. Selle haiguse puhul on häiritud kepikeste talitlus: ereda valguse juures jääb nägemine normaalseks, hämaruses aga ei näe haige midagi.

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 eriti tihedalt. See koht silmas on kõige tundlikum päevavalguse suhtes ja inimene näeb kõige selgemini neid esemeid, mille kujutis langeb kollasele tähnile. Kui silmitsetakse mingisugust eset, siis suunatakse silmad lihaste abil nõnda, et kujutis satuks kummaski silmas kollasele tähnile.

Pimetähn. Nägemisnärvi väljumiskohal ei sisalda võrkkest üldse valgustundlikke rakke. Valgus ei ärrita seda *pimetähniks* nimetatud kohta. Seepärast me ei näe eset, mille kujutis langeb pimetähnile.

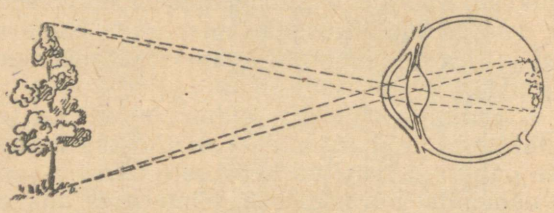
Pimetähni võib leida lihtsa katse abil; olles sulgenud vasaku



Joon. 132. Katse, mis võimaldab leida silma pimetähni.

Sulgeda vasak silm ja vaadata parema silmaga risti, hoides joonist umbes 15 cm kaugusel silmast. Joonise järkjärgulisel eemaldamisel silmast satub kolmest sõõrist ühe sõõri kujutis pimetähnile, mille tõttu see sõõr kaob vaateväljalt.

silma, tuleb parema silmaga pingsalt vaadata joon. 132 kujutatud risti, hoides seda 15 cm 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 jäävad teised nähtavaks.

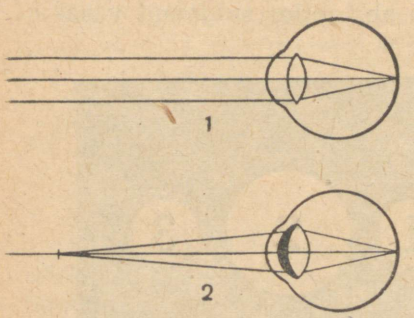


Joon. 133. Nähtava eseme kujutise saamine võrkkestal (skeem).

Esemete kujutised võrkkestal. Valguskiired tungivad silma läbi läbipaistva sarvkesta ja, läbinud vesivedeliku, silmaläätse ning klaaskeha, satuvad võrkkestale. Igalt vaadeldava eseme punktilt lähtuvad kiired hajuva kimbuna. Läbides silma läbipaistvaid keskkondi murduvad nad ja koonduvad võrkkestal ühte punkti. Soonkesta sisepinnal oleva pigmendi tõttu kiired neelduvad. See väldib valguse peegeldumist (hajumist).

Eseme eri punktidest satuvad kiirtekimbud võrkkesta eri punktidele. Tulemusena tekib võrkkestal eseme *vähendatud* ja *ümberpööratud kujutis* (joon. 133).

Akommodatsioon. Normaalne inimese silm võib näha selgelt nii lähedasi kui ka kaugeid esemeid. Silma võimet kohaneda mitmesuguses kauguses olevate esemete selgeks nägemiseks nimetatakse akommodatsiooniks. Silma akommodatsioon toimub silmaläätse kumeruse muutumise teel.



Joon. 134. Normaalse silma akommodatsiooni skeem:

1 — kiirte liikumine kaugelevaatamisel (akommodatsioonita); 2 — kiirte liikumine maksimaalse akommodatsiooni puhul; mustaks värvitud osa silmaläätsest näitab selle kumeruse suurenemist.

Erilised peened sidemekesed pingutavad tugevasti silmaläätse ja teevad selle lamedaks. Niisuguses silmaläätse seisundis koonduvad võrkkestale paralleelsed kiired, teiste sõnadega, kaugel asetsevaist esemeist väljuvad kiired.

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 paral-

leelsed, vaid hajuvad kiired, mis tulevad lähedal asetsevailt esemeilt (joon. 134).

Lastel on silmalääts väga elastne ja tema kumerus võib tugevasti suureneda. Vanemaks saades silmaläätse elastsus järkjärgult langeb, mis viib akommodatsiooni nõrgenemisele ja teeb võimatuks vaadelda lähedal asetsevaid esemeid. Laps võib selgesti näha eset, mis on silmast 6—8 cm kaugusel. Normaalse nägemisega täiskasvanud inimesel asetseb lähim punkt, mida ta võib selgesti näha, kaugemal (tabel 4).

Tabel 4.

Akommodatsiooni-jõu muutumine seoses vanusega.

Vanus	Vahemaa silmast kuni lähima selgesti nähtava punktini
10 aastat	7 cm
20 „	10 „
30 „	15 „
40 „	25 „
50 „	40 „
60 „	1 m
70 „	4 „

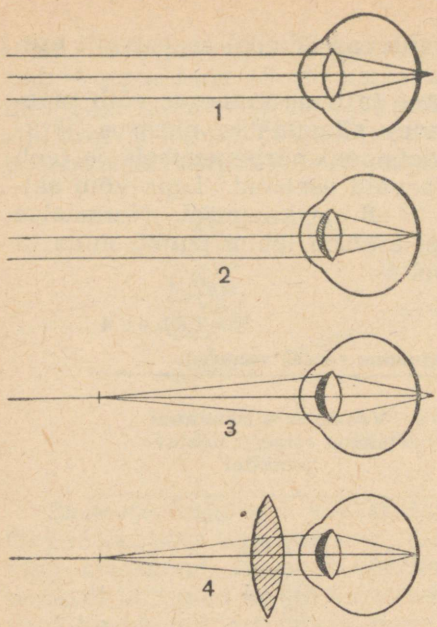
Vanaduses, eriti raukadel, langeb silmaläätse elastsus niivõrd, et akommodatsioon muutub täiesti puudulikuks. Niisugustel juhtudel, et asju näha selgesti ka lähedalt, tuleb kiirte murdumist kunstlikult suurendada kaksikkumerate prilliklaaside abil.

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 t a g a, nimetatakse *kaugnägevaks* silmaks (joon. 135). Kaugnägemise puhub peab isegi kaugete asjade vaatamisel silmaläätse kumerus suurenema. Teiste sõnadega, akommodatsiooni-võimet osaliselt kasutatakse kaugele vaatamisel. Ainult silmaläätse kumeruse tugevamal suurenemisel saab võimalikuks lähemal asetsevate esemete vaatlemine. Siiski on arusaadav, et kaugnägevatel inimestel lähim selgesti nähtav punkt isegi maksimaalse akommodatsiooni puhul osutub tunduvalt kaugeks.

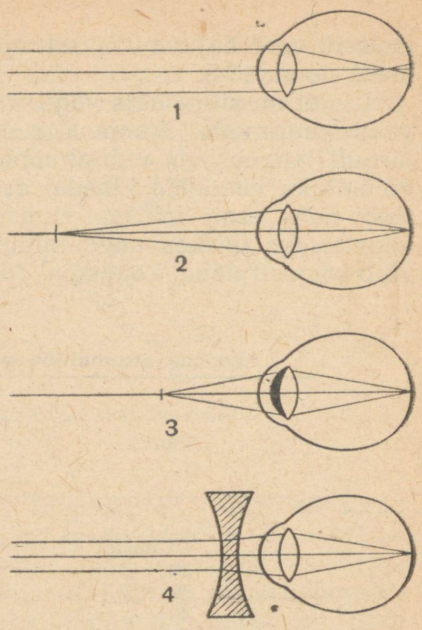
Kaugnägevuse korrigeerimiseks, samuti nagu vanusest tingitud akommodatsiooni nõrgenemise puhul kasutatakse kaksikkumerate klaasidega prille.

Silma, milles paralleelsed kiired koonduvad *eespool* võrkkesta, nimetatakse *lühinägevaks* (joon. 136). Lühinägevuse puhul



Joon. 135. Kaugnägeva silma akommodatsiooni skeem:

1 — akommodatsioonita (paralleelsed kiired koonduvad võrkkestast tagapool); 2 — osaline akommodatsioon kaugelevaatamisel; 3 — kiirte liikumine maksimaalse akommodatsiooni puhul; 4 — nägemise parandamine kumerate klaaside abil.



Joon. 136. Lühinägeva silma akommodatsiooni skeem:

1 — akommodatsioonita (paralleelsed kiired koonduvad võrkkesta ees; 2 — kõige kaugem selgesti nähtav punkt (akommodatsioonita); 3 — kõige lähem selgesti nähtav punkt (maksimaalse akommodatsiooni puhul); 4 — nägemise parandamine nõgusate klaaside abil.

võivad võrkkestal koonduda ainult lähedal asetsevast esemest tulevad kiired. Kauged esemed näivad udustena ja laialivalguvatena. Tugeva lühinägevuse juures asetseb kaugeim selgesti nähtav punkt silmast 15—20 cm kaugusel, mõnikord veelgi lähemal. Akommodatsiooni tulemusena võib lühinägev silm hästi näha esemeid, mis asetsevad peaaegu silma juures. Lühinägevuse korrigeerimiseks kasutatakse kaksiknõgusate klaasidega prille, mis murdumist vähendades lubavad kaugeist esemeist tulevail paralleelseil kiirtel koonduda võrkkestal.

Küsimus.

1. Missugustel teile teada olevatel loomadel on ülekaalus nägemine kepikeste abil ja missugustel kolvikeste abil?

Ülesanded.

1. Kasutades raamatus olevat joonist, leida endal pimetähn. Vastata küsimusele: kuidas asetseb pimetähn kollase tähni suhtes (kumb neist on ninale lähemal)?

2. Paluge oma seltsimeest pöörduda näoga valguse poole. Uurige mõlema silmaava laiust. Paluge tal silmad sulgeda ja neid käega varjata. 30—60 sekundi pärast paluge uuesti silmad avada. Jälgige tähelepanelikult silmaava muutusi. Kuidas võib seletada katse tulemusi?

3. Torgake nööpnõelaga paberileht läbi ja vaadake augu kaudu raamatu peenikest kirja 2—3 sm kaugusel silmast. Katse tuleb sooritada hea valguse juures. Millega seletub selge kirjatähtede nägemine? Miks halva nägemisega inimesed pilutavad silmi, kui tahavad eset paremini näha?

4. Jälgige silmaava muutumist kiirel üleminekul kaugel asetseva eseme vaatlemisest silmale lähedal asetseva eseme vaatlemisele. Seletage, mis tähtsus on silmaava kitsenemisel lähedal asetseva eseme vaatlemise puhul.

§ 70. Nägemise tervishoid.

Valgustus. Lugemisel ja samuti paljude peentööde sooritamisel tuleb silmadel teha suuri pingutusi. Selle tähtsaima meeleelundi normaalse töö säilitamiseks on tarvilik kinni pidada nägemise tervishoiu elementaarseist reeglitest.

Kõigepealt peab hoolitsema küllaldase valgustuse eest. Küllaldaseks peetakse valgustust, mille juures normaalse nägemisega inimene võib vabalt lugeda peentrükiga raamatut, mis asetseb silmadest 50 cm kaugusel. Mitteküllaldase valgustuse puhul peab inimene kummarduma madalale töö kohale ja pingutatult vaatama. Sageli jääb valgus väheseks tolmu tõttu, mis katab aknaklaase, elektripirne ja lambivarje, seepärast tuleb tingimata hoolitseda nende puhtuse eest.

Kahjulik on ka ülemäärane valgustus: ere valgus pimestab ja ärritab silmi ning pikemaajalise toime puhul võib põhjustada mitmesuguseid haigestumisi.

Suur tähtsus on valgustuse ühtlusel ja valgusallika õigel asendil. Kunstliku valgustuse puhul peetakse parimaks hajuvalgust, kui lambist tulevad kiired lähevad lakke, seejärel sellelt peegeldudes jagunevad ühtlaselt toas laiali. Valgusallika asend peab olema niisugune, et valgus ei pimestaks silmi ja hästi valgustaks töökohta. 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 nägemise pinge suureneb teravasti tugevnenud akommodatsiooni ja sageli ka pea ebaõige asendi tõttu. Et hoiduda silmade ülemäärasest pingutamisest, tuleb istuda sirgelt, pead kummardamata, raamat ja vihk tuleb asetada umbes 35 cm kaugusele silmadest, soovitavalt kaldasendis, 20—30° nurga all horisontaalsest tasapinnast.

Lugemine lamades, eriti küljeasendis, 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.

§ 71. Kuulmiselund.

Helivõngete tajumine. Kuulmiselundi abil aistime mitmesuguste kehade võnkumiste juures tekkivaid helisid.

Heliallikalt, s. o. võnkuvalt kehalt levivad igasse külge helilained õhu vahelduva tihenemise ja hõrenemise näol. Helikõrgus oleneb keha võnkumise sagedusest. Inimese kõrv võib aistida helilaineid, mille sagedus on 20 kuni 20 000 võnget sekundis.

Välis- ja keskkõrv. K õ r v jaguneb *välis-*, *kesk-* ja *sisekõrvaks* (värviline tabel VIII).

Väliskõrv koosneb *kõrvalestast* ja *väliskuulmekäigust*, mis viib oimuluu sisemusse, 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 trummikile sisepinnaga, jalus tugineb kilele, mis katab sisekõrva viivat ava.

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 ava suletud ja avaneb ainult neelamise momendil. Juhtudel, kui ümbritseva atmosfääri rõhk kiiresti muutub, näiteks lennuki kiirel laskumisel või langevarju-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 (basaalmembraan)*, mille väline kilejas osa koosneb mitmest tuhandest mitmesuguse pikkuse ja paksusega kiukesest.

Otoliit-elundist ja poolringkanaleist koosnev sisekõrva teine osa on tasakaalu-elund ning tal pole tegemist kuulmisega.

Kõrvaretseptorite ärritamine. Heli tekitab trummikile võnkumisi, mis kanduvad kuulmeluude kaudu 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 meenutavad nad klaveri-

keeli. Kui avatud klaveri juures tekitada kindla kõrgusega heli, näit. do, siis vastuseks hakkab helisema keel, mis on häälestatud samale toonile. Seda nähtust kutsutakse *resonantsiks* ja sellele ongi rajatud mitmesuguste helide aistimine.

Kiukeste võnkumine kutsub esile eriliste tunderakkude ärrituse, mis kuuluvad nõndanimetatud *Corti elundisse*. See elund asetseb spiraal-lestmel kogu selle pikkuses. Tunderakkudest väljuvad tsentripetaalsed närvikiud, mis annavad edasi neis tekkinud impulsse suuraju poolkerade koore *kuulmistsentrumile*.

Spiraal-lestme ühe või teise piirkonna vigastamine toob endaga kaasa kuulmise kaotuse vastava kõrgusega helide suhtes.

Küsimused.

1. Tuua näiteid meele-elundite eksimuste kohta (peale nende, mis esinevad õpikus).
2. Seletada, miks me tajume tegelikkust õigesti, hoolimata meele-elundite eksimustest. Mis soodustab eksimuste parandamist igas toodud näites?

Ülesanne.

Koostada alljärgneva skeemi järgi tabel aistingute kohta, mida saadakse nägemiselundi, kuulmiselundi, otoliit-elundi, poolringkanalite, haistmis-, maitsmis- ja kompimiselundite vahendusel, samuti lihastes ja kõõlustes asetsevate retseptorite kaudu.

Elundi nimetus	Aisting
Nägemiselund — silm	Valgus, värv, kaugus (silmamõõt), eseme suurus ja kuju.

Küsimused kordamiseks.

1. Missugust osa etendavad meele-elundid ümbritseva maailma tunnetamises?
2. Tuua näiteid meele-elundite kohanemisest ärritaja erinevale tegevusele.
3. Missugune on silma ehitus ja mis tähtsus on ta üksikutel osadel?
4. Kuidas silm kohaneb kaugel ja lähedal asetsevate esemete vaatlemiseks?
5. Missuguseid akommodatsiooni-häireid te tunnete? Millega on need seletatavad? Kuidas saab kunstlikult parandada akommodatsiooni puudusi?
6. Missugused on nägemise tervishoiu põhireeglid?
7. Missugune on kõrva ehitus?
8. Kuidas toimub kõrvaretseptorite ärritus?

§ 72. Setšenov ja Pavlov — õpetlased, kes rajasid õpetuse kõrgemast närvitalitlusest.

I. M. Setšenov. Vene füsioloogia ajaloos on tähelepanuväärivaks aastaarvuks 1863, mil ühes ajakirjas avaldati Setšenovi artikkel „Peaaju refleksid".



I. M. Setšenov.

Ivan Mihhailovitš Setšenov, vene teaduse suurimaid esindajaid, sündis 1829. a. Lõpetanud Moskva ülikooli arstiteaduskonna, 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.

Tundes üliõpilaspõlvest alates huvi psühholoogia vastu, suhtus Setšenov erilise tähelepanuga psüühiliste nähtuste füsioloogilistesse alustesse puutuvatesse küsimustesse.

Juba iidsel ajal tekkis kujutlus, et tunded, mõtted ja soovid on seotud „jumaliku hinge" olemasoluga, mis inimese surmahetkel tema kehast lahkub. Filosoofid-idealistid ja kiriklased arutasid kõige tõsisemalt küsimust sellest, kus kohas on organismis „hinge asupaik". Nad pidasid vaidlematuks, et hing on midagi mittemateriaalset, kehatut ega allu loodusseadustele.

Kujutlus „surematust hingest" on tihedalt seotud religioossete uskumustega. Ta on püsinud aastatuhandete jooksul, sest et valitsevad klassid on alati kasutanud usundit „kui valitsemisvahendit, kui ohelikku alamate klasside jaoks" (Engels). Neile oli tähtis säilitada usku hingesse ja hauatagusesse ellu, et kehvikute tähelepanu võitlusest rõhujatega kõrvale juhtida.

Sellepärast rääkisidki õpetlased-idealistid, et hing ei allu kehale ja et psühholoogial pole tegemist füsioloogiaga. Nad pidasid võimatuks uurida psüühilist tegevust katsete sooritamise teel peaaju kallal.

Kuid juba Belinski osutab sellele, et „psühholoogia, mis ei põhine füsioloogial, on niisama alusetu kui füsioloogia, mil pole teada anatoomia olemasolu".

Setšenov tegi esimesena julge katse anda inimese psüühilisele tegevusele füsioloogiline seletus.

Sellele katsele eelnes tähelepanuvääriv teaduslik avastus, mis tegi Setšenovi nime surematuks. Ta kõrvaldas konnal suuraju 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 pidurdada reflektoorsete reaktsioonide tekkimist.

Setšenov mõistis, et tema poolt avastatud reflekside pidurdamise 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 pidurdatud.

Setšenovi eesrindlikud, materialistlikud vaated tekitasid, nagu tunnistab Timirjazev, elevust vene loodusteadlaste hulgas. Üks Setšenovi õpilane, silmapaistev vene füsioloog V v e d e n s k i kirjutas „Peaaju refleksidest": „Arvatavasti polnud läinud sajandi kuuekümnendatel ja seitsmekümnendatel aastatel ühtegi haritud lugejat, kes ei olnud seda raamatut lugenud. Ülikooli-noorsoo hulgas oli ta nii populaarne, et üldhariduse seisukohalt loeti kohustuslikuks selle teosega tutvuda. Loomulikult jättis ta lugejasse sügava mulje."

Teisiti aga suhtus Setšenovi töösse tsaarivalitsus. Raamat „Peaaju refleksid" tunnistati äärmiselt ohtlikuks ja määrati hävitamisele. Setšenovil endal tuli lõpuks 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 eaksa 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 töö. Ta uurib füsioloogia-alaseid küsimusi, mis on seotud töövõime ja väsimusega, annab füsioloogilise aluse töölisklassi nõudmisele kehtestada 8-tunnine tööpäev.

Kogu oma teadusliku tegevuse kestel oli Setšenovi püüdeks teha materialistlik teadus 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 1905. a.

Kõrgema närvitalitluse uurimine I. P. Pavlovi poolt. Setšenovi alustatud tööd jätkas teine suur vene õpetlane I. P. Pavlov. Idee närvisüsteemi tegevuse kõrgemate vormide seosest peaaju refleksidega oli Pavlovi paljuaastaste tähelepanuväärivate katsete aluseks.

Keegi polnud enne Pavlovit tõsiselt uurinud suuraju poolkerade koore kui kõrgema närvitalitluse elundi füsioloogiat. Polnud meetodit, mille abil oleks olnud võimalik uurida suuraju poolkerade koore tööd samasuguse täpsusega, millega uuritakse lihaste kokkutõmbumist või maomahla nõristumist. Ja teadiased tõendasid üha, et looma käitumisega seotud kõrgem närvitalitlus on kättesaamatu füsioloogilisele uurimisele.

Lihtsad, üldtuntud faktid viisid Pavlovi kõrgema närvitalitluse uurimise õigele meetodile. Pavlov uuris mitme aasta vältel sülje nõristumist süljenäärme-fistulitega koertel. Ta osutas erilist tähelepanu faktile, et sülg nõristub mitte ainult vastuseks otsesele suuõõne limaskesta ärritamisele toiduga, vaid ka teiste ärritajate toimel, mis oleksid nagu toidu suhu sattumise signaalideks. Niisugusteks signaalideks võivad olla toidu välimus ja lõhn, koera tavaliselt 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 suuraju poolkerade koore talitlusega: koore kõrvaldamisega

kaob see mõju täiesti. Koer, kellel suuraju poolkerade koor on kõrvaldatud, ei reageeri teda toitva inimese juuresolekule, toidu välimusele või lõhnale ja vaenlase ilmumisele. Ta uriseb vastuseks alati, kui teda puudutatakse. Sülje nõristumine algab alles pärast seda, kui toit on talle suhu pandud.

Uurimused reageerimisest signaalärritustele seadiski Pavlov kõrgema närvitalitluse 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 igasuguse, isegi kõige lühema ajavahemiku jooksul nõristuva sülje hulka.

Süljenõristus etendab vastuseks mitmesugustele signaalidele suuraju poolkerade koores toimuvate protsesside näitaja osa. Pavlovil õnnestus, kasutades oma meetodit, uurida neid protsesse ja kindlaks määrata kõrgema närvitalitluse põhilised seaduspärasused.

§ 73. 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* (alatisi) reflekse nimetas Pavlov tingimatuteks refleksideks, sest nad avalduvad alati ega nõua mingeid täiendavaid lisatingimusi.

Tingimatute reflekside kaared ei läbi suuraju poolkerade koort, vaid aju teisi piirkondi; nad säilivad ka pärast suuraju koore kõrvaldamist.

Tingitud refleksid. Säilinud suuraju poolkeradega koer nõristab sülge juba ainuüksi toidu näitamisel. Ka see reaktsioon on refleks. Siiski erineb ta oluliselt refleksist, mis toimub sama toidu viimisel suhu.

Kui kutsikas pole elus veel kordagi liha söönud, siis ainuüksi liha 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 juhul, kui koer on sellest juba kord süüa saanud.

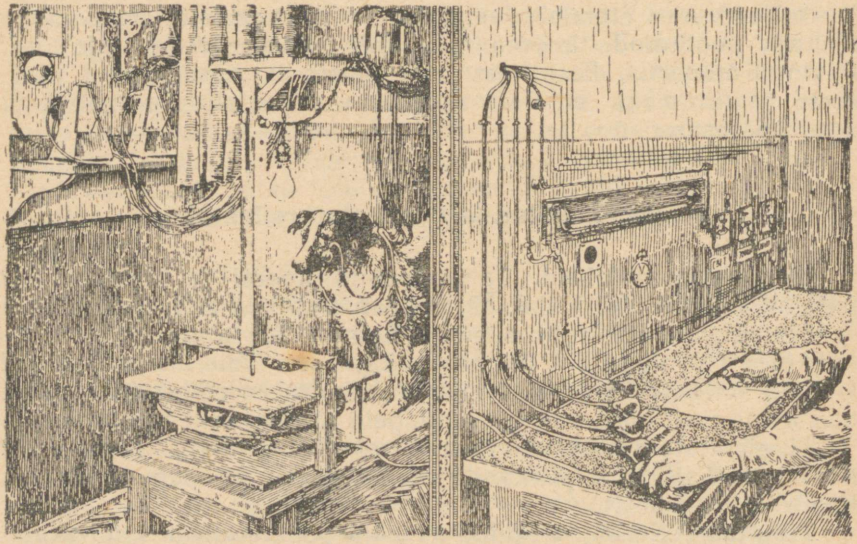
Nende reflekside peamiseks erijooneks on see, et nad ei ole sünnipärased, vaid nad *omandatakse*, nad kujunevad looma kogu elu kestel. Niisuguseid reflekse nimetas Pavlov tingitud refleksideks, sest nende kujunemiseks on tarvilikud mõningad kindlad tingimused.

Tingitud ärritajad signaalidena. Tingitud refleksi võib kujundada igasugusele, looma suhtes täiesti ükskõiksena näivale ärri-

tajale, kui see saab tingimatu ärritaja signaaliks, s. o. tingimatut refleksi esilekutsuva ärritaja signaaliks.

Toidunõu nägemine, saanud toidu signaaliks, põhjustab loomal tingitud süljenõristamisrefleksi. Täpselt samuti ka, kui mingi neutraalne heliärritaja (kas või pasunaheli) saadab alati looma toitmist, siis sel tingimusel lakkab ta olemast neutraalne ning saab toidu signaaliks. Teiste sõnadega, ta kutsub esile tingitud refleksi: piisab juba ühestainsast pasunahelist, et algaks sülje nõristumine.

Sama ärritaja (pasunaheli) võib saada valu signaaliks ja esile kutsuda tingitud kaitserefleksi. Selleks peab heli saatma vastava



Joon. 137. Kamber tingitud süljenõristusrefleksi 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.

tingimatu ärritaja tegevus, näiteks käpa ärritamine elektrivooluga. Voolu mõjul tõmbab koer käpa eemale ja vingub — see on tingimatu refleks. Kui pasunaheliga kaasneb voolu sisselülimine, võib saada sama kaitserefleksi ka ainuüksi pasunaheli puhul.

Katsete korraldus. Katsed tingitud reflekside uurimiseks nõuavad erilist korraldust. Hoolikalt tuleb eemaldada kõik kõrvalised ärritajad, sest igaüks neist võib muutuda teatavaks signaaliks või lihtsalt segada katse normaalset käiku.

Sellepärast asetatakse koer erilisse kambrisse, mille seinad ei lase läbi kõrvalisi hääli. Katsetaja on väljaspool kambrit, jälgides looma eriaparaatide abil (joon. 137). Sülje nõristumist võib suure

täpsusega jälgida vedeliku liikumise järgi piki registraatori 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. kella, elektrilambi, „puudutaja" (aparaat, mis annab puudutusaistinguid), valuärritaja jne.

Tingitud reflekside kujunemine. Oletagem, et tahame kujundada tingitud süljenõristusrefleksi kellahelinaga. Selleks on vaja lülida kell helisema ja 15 või 30 sekundi järel, kellahelinat katkestamata, liita sellega tingimatu ärritaja, teiste sõnadega, kummiballooni vajutamise abil asetada looma ette toidunõu. Seejärel samal hetkel lülitakse 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.

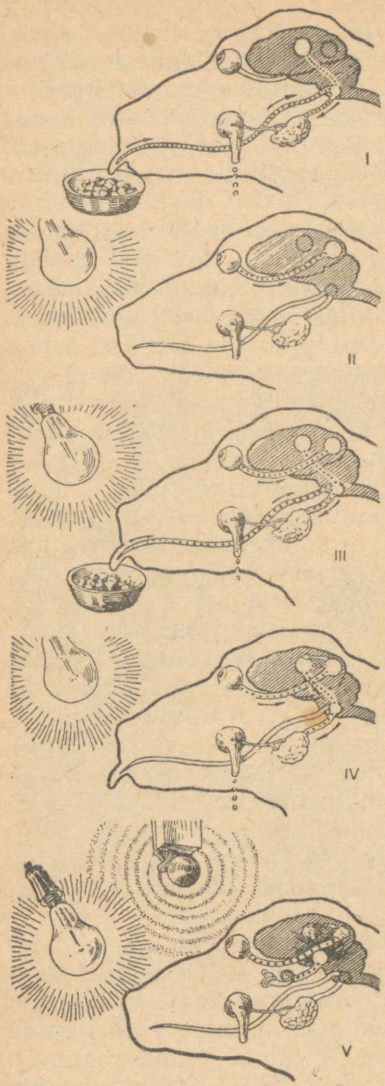
Niisiis, mitmekordne kellahelina ühendamine söötmisega muudab selle ärritaja toiduandmise signaaliks: ta muutub tingitud ärritajaks. Nüüd piisab ainult kellast, et algaks sülje nõristumine.

Kujunenud tingitud refleksi säilitamiseks on tarvis teda aegajalt toetada, ühendades teda tingimatu ärritajaga, s. o. söötmisega. Ilma selleta nõrgeneb tingitud refleks ja lõpuks kustub täiesti.

Tingitud sidemed ajukoores. Toit, sattudes keelele, ärritab maitsmisretseptoreid. Tekkinud impulsid kanduvad maitsmisnärvi tsentripetaalsete närvikiudude kaudu pikliku aju süljenõristustsentrumini, luues seal erutuskolde; sealt lähevad vastus-impulsid mööda tsentrifugaalseid närvikiude süljenäärmeteni. Süljenõristusrefleksi kaar läbib seega pikliku aju. Samaaegselt ulatuvad impulsid kuni maitsmistsentrumini suuraju poolkerade koores, kus samuti nagu piklikus ajuski tekib erutuskolle (joon. 138, I). Siiski pole ajukoore osavõtt tingimata tarvilik ei süljenõristus- ega teiste tingimatute reflekside tekkimisel.

Asudes tingitud refleksi kujundamisele, me rakendame tegevusse uue ärritaja — lambivalguse (joon. 138, II). Seejuures tekivad jällegi erutuskolded nii suuraju poolkerade koores kui ka aju allpool asuvais osades. Vastusena valguse toimele võib ilmuda „orienteerumisrefleks": koer pöörab pea lambi suunas, muutub valvsaks. See on tingimatu refleks; selle kaar ei läbi suuraju poolkerade koort.

Kui uue ärritaja (lambivalguse) toimele liita tingimatu ärritaja (toidu) toime, tekib suuraju 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 nõristumise, hoolimata sellest, et toidunõu on alles kohale asetamata.



Joon. 138. Tingimatute ja tingitud reflekside skeem.

I — tingimatu süljenõristusrefleks; II — neutraalse valgusärritaja toime (erutuskolle asub ajukoore nägemistsentrumis; orienteerumisreaktsiooni pole näidatud); III — tingitud refleksi kujundamine; neutraalse ärritaja toetamine tingimatu ärritajaga (ajukoores on üheaegselt kaks erutuskollet); IV — tingitud refleks; V — tingitud refleksi pidurdumine (erutuskolde tekkimine ajukoore kuulmistsentrumis ja teiste tsentrumite pidurdumine).

Selle tingitud refleksi kaar läbib suuraju poolkerade koore kaks piirkonda: esiteks tekib erutuskolle *nägemistsentrumi* kindlas piirkonnas; seejärel — kahe ajukoore punkti vahel tekkinud sideme tõttu — kandub erutus nägemistsentrumist vastavasse *maitsmistsentrumi* piirkonda ja sealt pikliku aju *süljenõristustsentrumi* kaudu *süljenäärmeteni* (joon. 138, III ja IV).

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 tingitud sidemeks.

Tingimatute ja tingitud reflekside võrdlus. Tingimatud refleksid ei nõua spetsiaalset kujundamist. Nad on sünnipärased, pärandatakse edasi, on ühesugused kõikidel ühe ja sama liigi loomadel ja seepärast võib neid nimetada ka liigipärasteks refleksideks. Neil on alatised kindlad kaared, mis ei läbi aju kõrgemat piirkonda, vaid kulgevad sellest *allpool asetsevate* piirkondade kaudu.

Vastupidiselt tingimatuile refleksidele omandavad loomad tingitud reflekse elu kestel, kujundades neid kindlais tingimustes eelkõige uue ärritaja korduva toetamise puhul 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 kas või harvagi toetatakse. Ilma toetamiseta nad kustuvad. Järelikult on tingitud refleksid omandatud ja ajutised;

nende tekkimine oleneb sellest miljööst, milles loom elab. Seepärast võivad erisugused tingitud refleksid kujuneda mitte ainult ühe ja sama loomaliigi eri indiviididel, vaid isegi ühel ja samal loomal eri aegadel. Erinevalt liigipärastest refleksidest võib neid nimetada individuaalseiks.

Iga uue tingitud refleksi jaoks tekivad uued kaared, mis alati läbivad aju *kõrgemat piirkonda* (koertel suuraju poolkerade koort).

Tingitud reflekside tähtsus. Elu jooksul kohtub iga loom kõige mitmekesisemate ärritajate hiigelhulgaga. Paljud neist jäävad tingitud ärritajaiks; nad signaliseerivad ümbritseva keskkonna mitmesugustest nähtustest, millel on organismi suhtes ühe- või teistsugune tähtsus. Muutus miljöös, milles loom elab, põhjustab mõningate vanade tingitud reflekside kadumist ja uute tekkimist.

Võtame näiteks toakoera, kellel on tekkinud rida tingitud toidu- ja kaitsereflekse. Paljud neist kaovad, kui koer kaotab oma kodu ja muutub hulkuvaks. Nende asemele tekivad uued, sõltuvalt neist uutest tingimustest, millesse koer on sattunud. Elutingimused ei jää kunagi püsivaiks. Igasugusele muutusele ümbritsevas keskkonnas vastab närvisüsteem alati uute tingitud reflekside kujundamisega, kusjuures vanad, mis ei saa enam toetust tingimatute ärritajate poolt, kaovad.

Tingitud reflekside tähtsus selles seisabki, et nad tagavad looma kohanemist kõige mitmekesisematele ja pidevalt muutuvatele eksisteerimistingimustele.

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 nad välja kujunenud.

§ 74. Erutus- ja pidurdusprotsessid ajukoores.

Tingitud reflekside pidurdumine. Suuraju poolkerade koores, nagu kõigis teisteski närvisüsteemi osades, toimub alatine erutus- ja pidurdusprotsesside koostöö. Tugeva erutuskolde tekkimine mingisuguses kooreosas kutsub selle teistes osades esile vastupidise seisundi, s. o. pidurdumise. Kui samal ajal, mil mõjub tingitud ärritaja (näit. lambivalgus), kostab terav heli, siis tingitud refleks pidurdub. Heli kutsub koore kuulmistsentrumis esile tugeva erutuskolde; see tekitab koore teistes osades, muu hulgas ka nägemistsentrumis, pidurdumise; tulemusena lambivalgus, mis tavaliselt kutsub esile sülje reflektoorse nõristumise, ei tekita sel korral mingisugust reaktsiooni (joon. 138, V).

Niisugust pidurdumist, mis tekib igasuguse kõrvalärritaja mõjul ja ei nõua erilist kujundamist, nimetas Pavlov tingimatuks pidurduseks.

Tingitud pidurdumine. Teistel juhtudel tekib pidurdumine mitte otsekohe, vaid järk-järgult, kujunedes teatavate kindlate tingimuste esinemisel. Taolist pidurdumist, mille näiteks võib olla tingitud refleksi kadumine toetuse puudumisel, nimetas Pavlov tingitud pidurduseks.

Oletagem, et koeral on kujunenud tingitud süljenõristusrefleks, mille esilekutsujaks on parema reie naha sügamine. Ainuüksi tingitud ärritaja (sügamise) rakendamine iga mõne minuti järel, toetamata seda söötmisega, viib algul iga uue ärrituse puhul nõristuva sülje hulga vähenemisele ja lõpuks lakkab sülje nõristumine täielikult.

Näib, nagu peaks kustunud refleks ka järgmisel päeval puuduma. Kuid tegelikult puhkeb see uue jõuga: jälle võib tähele panna sülje nõristumist ainuüksi sügamisel. Refleksi taastumine seletub sellega, et kustumisel, s. o. tingitud ärritaja mittetoetamisel tingimatu ärritajaga, tekib vastavas ajukoore piirkonnas erutusseisundi asemel pidurdumine, mis ongi refleksi nõrgenemise või täieliku pidurdumise põhjuseks. Refleks puudub kogu selle aja vältel, mil vastavas ajukoore punktis kestab pidurdumine.

Ärrituste eristamine. Katseliselt on kindlaks tehtud, et naha eri piirkondadest lähevad impulsid ajukoore eri punktidesse. Kui koeral on kujunenud tingitud süljenõristusrefleks sügamisele, ilmub erutus vastavast ajukoore punktist ja seejärel läheb üle ajukoore 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, *irradieerub* naaberpiirkondadesse. Seepärast tingitud refleksi kujunemisel seostub söömistsentrumiga mitte ainult ajukoore punkt, mis on erutatud parema reie naha ärritamisest, vaid ka seda ümbritsev ala, mis vastab teistele nahapiirkondadele.

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 ärritumisel hakkab vastavais ajukoore punktides arenema tingitud pidurdumine ja refleksi ei ilmu.

Sel viisil toimub suuraju poolkerade koores üksteisega sarnaste ärrituste eristamine: üks neist kutsub esile tingitud refleksi, teised aga tekitavad vastavais ajukoore punktides pidurdumise 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 käib kaasas toitmine, 96 löögiga aga ei käi, 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 et eri ärritajad (valgus, heli jt.) mõjuvad erisuguseile retseptoreile. Vähe sellest, igas meele-elundis toimub veel peenem analüüs. Nii erutuvad kuulmisnärvi üksikud närvilõpmed eri 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 ajukoore vastavate piirkondadeni ja siin ilmuvad erutus- ja pidurduskolded, mis viivad ärrituste edasisele eristamisele.

Meele-elundeis algav ja suuraju poolkerade koores lõppev ärrituste analüüs on ühtne protsess. Seepärast ühendas Pavlov retseptori, tsentripetaalse tee retseptorist ajukooreni ja ajukoore vastava piirkonna üheks mõisteks: *analüsaatoriks.*

Meele-elundid on analüsaatori välised ehk perifeersed lõpmed ja suuraju koolkerade koor — nende sise- ehk tsentraallõpe.

Ajukoores toimub mitte ainult sarnaste ärritajate eristamine (analüüs), vaid ka ühendamine (süntees). Sünteesi aluseks on erutus- ja pidurdusprotsesside 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 suuraju poolkerade koores kahe sarnase ärritaja ühendamine (süntees).

Side ja vastastikune mõjustus 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 vabaduses elavate metsloomade käitumist. Neile on iga krabin, iga vari, kõige nõrgem lõhn, vähim õhuvõnkumine toidulähedu se 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 pidurdusprotsesside liikumine. Aastatepikkune tingitud reflekside uurimine võimaldas Pavlovil ja tema kaastöölistel kindlaks määrata erutus- ja pidurdusprotsesside liikumise iseloomu ja seaduspärasuse suuraju poolkerade koores. Keha kõigist kohtadest suunduvad pidevalt impulsid mitmesugustesse ajukoore rakkudesse. Ükski nende impulsside mõjul tekkinud erutus- ja pidurduskolle ei jää liikumatuks — ta levib, irradieerub, haarates teisi ajukoore punkte. See erutuse ja pidurduse irradieerumise nähtus on üks närvisüsteemi talitluse põhilisi seadusi.

Teiseks põhiliseks seaduseks on erutus- ja pidurdusprotsesside *vastastikune induktsioon*, s. o. vastupidise seisundi tekitamine. Nii näiteks kujuneb vastuseks ajukoores tekkinud erutuskoldele ajukoore teistes punktides pidurdusseisund, mis takistab erutusprotsessi levikut kogu ajukoorele, sundides teda uuesti *kontsentreeruma* punktis, kus ta tekkis. Kuid siingi lõpuks erutus vaibub, asendudes vastassuunalise protsessiga — pidurdusega.

Niisiis mõjustavad erutus- ja pidurdusprotsess teineteist pidevalt. Selle tulemusena tekib suuraju poolkerade koores väga keerukas erutus- ja pidurdusprotsesside põiming ehk, Pavlovi väljenduse järgi, mosaiik. See mosaiik on alatises liikumises: erutus- ja pidurduskolded vahelduvad üksteisega, kord ilmudes, kord jällegi kadudes ajukoore mitmesugustes punktides.

Pavlovi tingitud reflekside õpetuse tähtsus. Oma tingitud reflekside õpetusega lõi Pavlov uue füsioloogia peatüki — materialistliku õpetuse *kõrgemast närvitalitlusest*. Ta näitas, et suuraju poolkerade koort kui kõrgema närvitalitluse elundit võib füsioloog uurida niisama sügavalt ja üksikasjaliselt kui teisigi kehaosi. Nõukogude teadlased eesotsas Pavloviga tõestasid, et kõrgem närvitalitlus nii loomadel kui ka inimestel põhineb samadel erutus- ja pidurdusprotsessidel, mis on iseloomulikud ka teistele närvisüsteemi osadele. Nende protsesside paljuaastane uurimine võimaldas avastada seaduspärasused loomade käitumisviisides ja näitas ka, et suuraju poolkerade koor on elund, mille vahendusel toimub organismi kohanemine ümbritseva keskkonnaga. Selles on Pavlovi tingitud reflekside õpetuse hiiglasuur üldbioloogiline tähtsus.

Rakendades ülemäära tugevaid ärritajaid ja samuti toetatavate ja neile lähedaste mittetoetatavate tingitud ärritajate erilisi kombinatsioone, sai Pavlov koertel ajukoore haiglasi seisundeid, väga sarnaseid nendega, mis ilmuvad inimesel mõningate närvi- ja vaimu- (psüühiliste) haiguste puhul. See võimaldas Pavlovil selgitada niisuguste haiguste puhul ajukoores tekkivaid füsioloogilisi protsesse ja määrata raviviise.

Pavlovi õpetus, andes lihtsa ja selge käsituse kõrgemast närvitegevusest ja seletades une- ja hüpnoosinähtusi ning mõningaid vaimuhaigusi, 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 pidurduse kohta.

§ 75. Inimese kõrgema närvitalitluse iseärasusi.

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 iseärasused, mis teevad ta loomadest erinevaks. Inimeste kollektiivne töö, ühistöö, soodustas *artikuleeritud kõne* tekkimist ja arenemist. Tihedas seoses töö ja artikuleeritud kõnega on inimaju silmapaistev arenemine — uute piirkondade ilmumine suuraju poolkerade koores ja kõigi ülejäänud piirkondade töö ümberkorraldumine.

„Algul töö," ütles Engels, „ja seejärel ning seoses sellega artikuleeritud kõne olid kaks peamist stiimulit, mille mõjul ahviaju muutus järk-järgult inimajuks . . ." ja selle tulemusena tõusis inimene kõrgemale arenguastmele võrreldes kogu ülejäänud loomariigiga. 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 sooritab operatsioone, mis sarnlevad kangru omadega, ja mesilane oma vahakärgede ehitusega teeb häbi mõnelegi inimesest ehitusmeistrile. Mis aga juba algusest peale tõstab halvima ehitusmeistri kõrgemale parimast mesilasest, on see, et enne kärje ehitamist vahast on ta selle oma peas juba valmis ehitanud. Tööprotsessi lõpul saadakse tulemus, mis juba protsessi algul oli olemas töölise kujutluses . . ." (Marx.)

Neis Marxi sõnades avaldub suure selgusega inimese teadvuse erinevus loomade psüühikast. Oma psüühilises tegevuses peegeldavad inimene ja loom ümbritseva maailma nähtusi. Kuid inimene, peegeldades maailma oma teadvuses, üldistab vaadeldavaid nähtusi, määrab kindlaks nende kulgemise seaduspärasused. See annab talle võimaluse kasutada neid oma huvides, allutada endale loodust ja oma tööprotsessis maailma ümber kujundada. Engels ütles: „. . . loom ainult *kasutab* välisloodust ja tekitab tas muutusi lihtsalt oma juuresolekuga; inimene aga tema enda poolt teostatud muudatusega sunnib loodust teenima oma eesmärke, *valitseb* tema üle."

Pole mingit kahtlust, et kõrgemail loomadel võib olla elemen-

taarne, algeline mõtlemine. Siiski annab ainult inimese mõtlemine võimaluse mitte üksnes üldistada vaatluste tulemusi, vaid ka teha järeldusi teiste nähtuste suhtes, mida ei ole otseteed vaadeldud, ja samuti ette näha sündmuste käiku. Teadlik mõtlemine on inimesel arenenud seoses tööriistade, algul lihtsamate ja pärast üha keerukamate tööriistade valmistamise ja kasutamisega.

Teadvuse sotsiaalne tingitus. Arenedes tööprotsessis, sõltus teadvus inimajaloo kõigil aegadel toidu, riiete ja muude elatusvahendite hankimisviisist, teiste sõnadega, tööriistadest ja töökogemustest, vahekordadest, mis kujunesid inimeste vahel tööprotsessis. Inimühiskonna töö määras riigikorra ja pani pitseri inimeste vajadustele, nende kultuurielule ja vaateile. J. V. Stalin ütleb: „...milline on inimese eluviis, selline on nende mõtteviis." See tähendab, et teadvus on ühiskonna ajaloo saadus.

Teadvus ja aju. Teadvust ei saa lahutada aju tegevusest. 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 suuraju poolkerade koore tegevusega.

Inimesel on kõrgem närvitalitlus palju keerukam kui koeral või ükskõik missugusel teisel loomal. Siiski, nagu on näidanud Krasnogorski, Ivanov-Smolenski ja teiste nõukogude teadlaste tööd, võib inimese ja kõrgemate loomade suuraju poolkerade koore töös leida mitte ainult erinevusi, vaid ka ühiseid jooni. Seepärast ongi Pavlovi õpetus tingitud refleksidest andnud väga palju inimese kõrgema närvitalitluse mõistmiseks.

Pavlovi õpetus esimesest ja teisest signaalsüsteemist. Nagu loomadelgi, tekivad inimesel suuraju poolkerade koores tingitud sidemed, milledel põhineb kogu kõrgem närvitalitlus. „Ajutine närviside on kõige universaalsem füsioloogiline nähtus loomariigis ja meis enestes." (Pavlov.)

Tingitud reflekside kujunemist võib täheldada imikul tema elu esimestest päevadest peale. 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. „See," ütleb Pavlov, „on tegelikkuse esimene signaalsüsteem, mis meil on ühine loomadega." Kuid inimese kõrgemas närvitalitluses taandub ta siiski teisele kohale.

Tingitud sidemete kujunemisel inimese ajukoores etendab erilist osa *sõna*. „Sõna, olles esimeste signaalide signaaliks," ütleb Pavlov, „lõi teiste, 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.

Nagu on näidanud Ivanov-Smolenski uurimused, on esimene ja teine signaalsüsteem alati sedavõrd tihedas vastastikuses koostöös, et võib rääkida nende ühtsusest. Ning tõesti, mitmesugustelt esemetelt ja nähtustelt saadavad vahetud muljed seostuvad inimesel tingimata mitte ainult vastavate sõnadega, vaid ka mõistetega, mis võimaldavad vahetult muljet mõtestada.

Just teisel signaalsüsteemil, s. o. mõtestatud kõnel põhineb inimmõtlemine, mitte aga üksikhäälikutel või -sõnadel. „Missugused mõtted inimese peas ka tekiksid ja millal nad ka tekiksid, nad saavad tekkida ja eksisteerida ainult keelelise materjali alusel, keeleliste terminite ja fraaside alusel."[1] (Stalin.)

Ärrituste analüüs ja süntees. Inimesele on omane tunduvalt täielikum ja sügavam ärrituste analüüs ja süntees, kuigi tema üksikud meele-elundid pole kaugeltki nii täiuslikud kui loomadel.

„Kotkas," ütles 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 on seotud tema aju ehituse ja talitluse omapärasusega. Inimese teadvus on tingitud just suuraju poolkerade koore kõrgest arengust.

§ 76. Närvisüsteemi tervishoid.

Närvisüsteem ja väsimustunne. Inimese töövõime, samuti ka erksuse- ja väsimustunne olenevad tunduval määral närvisüsteemi seisundist.

Kui inimene teeb mingit füüsilist või vaimset tööd, tekivad suuraju poolkerade koores erutuskolded. Ühtlasi on pärsitud selle töö sooritamisega mitteseoses olevad ajukoore piirkonnad.

Mida rohkem on inimene oma tööst huvitatud, seda tugevamini on erutatud ühed suuraju 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 alati kõrgem, kui inimene suhtub töösse teadlikult ja püüab seda sooritada võimalikult kiiremini ja paremini. Mitte asjata ei peeta halvaks töötajaks seda, kes ei ilmuta oma töö vastu huvi.

---

[1] J. Stalin, „Marksism ja keeleteaduse küsimused". Tallinn, 1953, lk. 74.

Pavlovi katsed on näidanud, et nõrgad, ühekülgsed ja organismi suhtes neutraalsed ärritajad soodustavad suuraju poolkerade koores pidurduse levikut. Samasuguselt mõjub igav, üksluine töö, mida tehakse vastumeelselt. Seejuures ajukoore erutuvus langeb ja ilmub väsimustunne, mis siiski väheneb ja mõnikord isegi täiesti kaob, kui tekib huvi töö vastu.

Väsimus. Töö, eriti aga kehaline töö asetab organismi aktiivsesse seisundisse, suurendab ainevahetust, tõstab kõigi 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 üksikelundite töövõime. Erinevalt lihtsast väsimustundest nimetatakse niisugust seisundit roidumuseks. See ei põhjusta kahjulikke tagajärgi ja tema tekitatud muutused kaovad pärast puhkust täielikult.

Väsimustunne, tööviljakuse vähenemine ja huvi nõrgenemine töö vastu, mis tavaliselt esineb areneva roidumuse esimestel staadiumidel, on seotud pidurdusprotsesside järkjärgulise tugevnemisega. Mida enam hakkavad nad domineerima erutuste üle, seda raskem on teha tööd.

Pavlovi tabava väljenduse kohaselt tekib ajukoore närvirakkudes *kaitsepidurdus*, mis, kaitstes organismi ülemäärase roidumuse ja kurnatuse eest, ilmub sageli ammu enne roidumuse tekkimist, mõnikord isegi kohe töö algul. Neil juhtudel tuleb selleks, et tööd edukalt jätkata, tahtepingutusega ületada pidurdusega seoses olev väsimustunne, suurendada ajukoore erutuvust. Parim abinõu selle saavutamiseks on *teadlik* suhtumine töösse.

Puhkus. Selleks, et roidumus ei muutuks närvisüsteemile ja kogu organismile kahjulikuks üleväsimuseks, 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 roidumuse 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 tegelemine teist liiki tööga. Nii on kehaline töö suurepäraseks puhkuseks pärast pingsat vaimset tegevust. Teiselt poolt, kehalisest tööst väsinud inimene loeb mõnuga raamatut või mängib malet ja puhkab seejuures.

Inimene peab tingimata kulutama osa oma vabast ajast 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 (ergutusvõimlemine). See tugevdab organismi ja otsekui erutab inimest kogu päevaks, tõstes tema töövõimet. Igaüks, kes hommikuti soo-

ritab korrapäraselt kehalisi harjutusi, tunneb nende soodsat mõju organismi üldseisundile.

Päevarežiim. Päevarežiimi all tuleb mõista inimese poolt sooritatava tegevuse jaotust 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 heidab magama ja tõuseb üles iga päev kindlal kellaajal, siis uinub ta õhtuti kiiresti ja ärkab hommikuti kergesti.

Kindel režiim loob suuraju 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 söögivahed, mis vastaksid seede-elundite tegevusele ja kergendaksid nende tööd. Tervise tugevdamise 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 tingimusel. Uni taastab organismi jõudu. Kestev unetus toob kiiremini surma kui toidupuudus. Nagu on näidanud katsed koertega, tekivad kestva unetuse tõttu närvisüsteemis, eriti suuraju poolkerade koores, tunduvad muutused, mis viivad lõpuks närvirakkude hävimisele.

Suuraju poolkerade koores toimuvate protsesside uurimine võimaldas Pavlovil seletada und kui ajukoores laialt levinud ja peaaju alumisi piirkondi haaranud pidurdust.

Küllalt tugeva erutuskolde ilmumine ajukoores, näiteks hamba- või kõhuvalu mõjul, võib peatada pidurduse ja seega katkestada uneseisundi. Ja vastupidi, kõik, mis aitab pidurdusel ajukoores levida, näiteks kära, valguse ja teiste tugevate ärritajate kõrvaldamine, kergendab une tulekut. Lahti riietudes ja end vaibaga kattes vähendab inimene impulsside voolu meeleelundeist, sest ta kõrvaldab riiete ja külma ärritava toime. Impulsside voolu vähenemine lihastest, kõõlustest ja liigestest saavutatakse lihaste lõdvendamise ja mugava asendi võtmisega.

Harjunud toimingud, mida me sooritame iga päev enne magamaminekut, — hammaste puhastamine, pesemine, voodi kohendamine, lahtiriietumine — muutuvad tingitud ärritajateks, mis kutsuvad esile pidurdusprotsessi leviku ajukoores. Seda protsessi soodustavad ka nõrgad, ühekülgsed ja neutraalsed ärri-

tajad; sellega seletubki kergus, millega uni liikuva rongi rahuliku kiigutamise ja rataste mürina juures või igava raamatu lugemisel peale tükib. Last magama uinutades loob ema just ühetoonilise impulsside voolu, mis aitab pidurdusel ajukoores kiiremini levida.

Suur mõju uinumise kiirusele on organismi ja eriti suuraju poolkerade koore seisundil. Väsimus pärast tavalist vaimset ja eriti kehalist tööd, nõrgendades aju erutatavust ja soodustades pärssimise kergemat levikut, kiirendab uinumist.

Vastupidist mõju avaldab aju liigväsimus, mis on tingitud ülemäärasest, pingsast tööst, ärritustest, muredest, hirmust.

Liigväsimus ja ülemäärane erutus on sageli unetuse põhjuseks.

Pidurduse 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 tingitud süljenõristusrefleks, mille esilekutsujaks oli toon *do*. Kasutati ka teisi heliärritajaid, mida siiski ei toetatud toiduandmisega. Selle tulemusena need helid ei kutsunud esile tingitud refleksi, vaid vastupidi, tekitasid suuraju poolkerade koores pidurdusprotsessi arengu. Kui mitu korda järjest anti ainult pidurdavaid helisid, uinus koer katselaua juures. Kuid tarvitses ainult rakendada tingitud ärritajat (toon *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 toitärritaja).

Samasugused valvepunktid on magava inimese suuraju poolkerade koores. Haige lapse sängi juures uinunud ema ei reageeri tugevale piksekärgatusele, kuid ärkab vastuseks lapse nõrgale oigamisele. Kahuripaukude 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.

Ka unenäod on seotud *erutuskolletega*, mis tekivad suuraju poolkerade koorde kehaelundeist tulevate impulsside mõjul. Impulsside voolu tekitavaiks ärritajaiks võivad olla muutused kehaasendis, nälja- ja janutunne, 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 voo-

lava vee sulina puhul võib inimene näha unes jõge või koske ja vastusena kuumavee-pudeli asetamisele jalataldade juurde — päikesest hõõguva liivaga kuuma kõrbe.

Väga sageli on unenäod seotud meie silma all toimunud nähtustega, samuti niisugustega, millest 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 suuraju poolkerade koore rakkudes säilivad jäljed kõigist, isegi kõige tühisemaist ja põgusamaist impulssidest, mis tulevad meele-elundeist.

Unenägude sisu ja iseloom on tihedalt seotud ajutegevuse omapärasustega, isiklike muljete, mälestuste, huvide ja muredega.

Sageli ka ärkvelolekus hüppavad inimese mõtted ühelt asjalt 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" ja „prohvetlikest" unenägudest. Neis juhuslikes kokkusattumustes ei saa muidugi olla mitte midagi prohvetlikku.

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 pikem, 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 paelad ei tohi keha pigistada, sest see segab vereringet. Magama peab 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. Ei tohi end katta liiga soojalt.

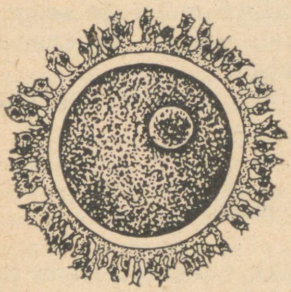
Küsimused kordamiseks.

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 pidurdumine ja mis tähtsus sel on?
6. Kuidas toimuvad erutus- ja pidurdusprotsessid suuraju poolkerade koores?
7. Mis on analüsaatorid? Kuidas toimub ärrituste analüüs ja süntees?
8. Missugused on inimese kõrgema närvitalitluse iseärasused?
9. Missugune osatähtsus on Setšenovil ja Pavlovil õpetuse arendamisel inimese kõrgemast närvitalitlusest?
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. Loetleda une tervishoiu põhireeglid.

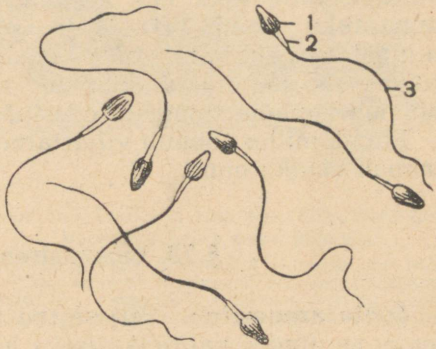
XI. KASVAVA ORGANISMI FÜSIOLOOGILISED ISEÄRASUSED.

§ 77. Viljastus.

Sugurakud. Sugunäärmeid võib vaadelda kui seganäärmeid, milledel on nii sise- kui ka välissekretoorsed omadused. Välissekretoorse osa ülesandeks on ka sugurakkude loomine ja väljajuhtimine.



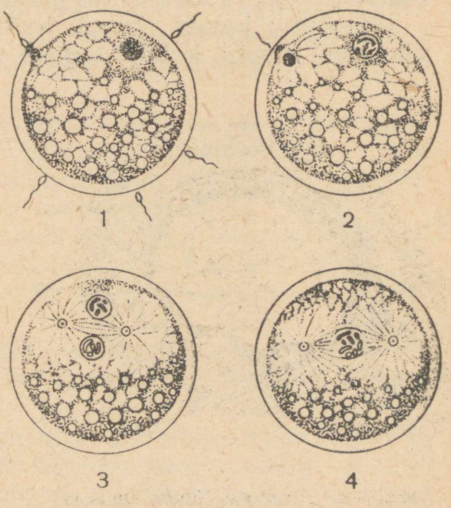
Joon. 139. Inimese munarakk, kaetud lootekestaga.
Sisemuses on näha tuum. Munaraku protoplasma sisaldab toitainete terakesi.



Joon. 140. Seemnerakud:
1 — pea; 2 — kael; 3 — saba.

Emassugurakk ehk *munarakk* areneb emas-sugunäärmes — munasarjas. Isassugurakud ehk *spermatozoidid (seemnerakud)* arenevad isas-sugunäärmes — seemnesarjas.

Munarakk. Valminud munarakk koosneb nagu iga elus rakk rakutuumast ja protoplasmast (joon. 139). Munaraku protoplasmat nimetatakse *iduplasmaks;* see sisaldab areneva loote toitumiseks vajalikku ainetevaru. Inimese ja imetajate munarakk sisaldab ainult seda toitainetekogust, mis on vajalik lootele arenemise algjärgul, sest et hiljem saab see enda arenemiseks vajalikke toitaineid vahetult emalt. Sellega seletubki imetajate munarakkude väike suurus. Inimese munarakk on ainult 0,1—0,2 mm läbimõõduga.



Joon. 141. Isas- ja emassuguraku ühtimine viljastamisel (skeem).

Seemnerakud. Seemnerakud on väga väikesed, ainult mik-

roskoobiga nähtavad rakud (joon. 140). Paksemas osas — *peas* — asetseb rakutuum, pikenenud osa aga, mida nimetatakse *sabaks*, koosneb protoplasmast. Seemnerakud on väga *liikuvad;* nad liiguvad edasi võnkuvate sabaliigutuste abil. Hoolimata mikroskoopiliselt väikesest suurusest võivad nad läbida enda suurusega võrreldes tohutu pika vahemaa — kuni 25 cm tunnis.

Viljastus. Loote arenemine algab *viljastuse* hetkel, s. o. hetkel, millal isassugurakk ehk seemnerakk tungib emassugurakku — munarakku (joon. 141). Kahe suguraku ühinemise tulemusena kujuneb uus rakk, mis oma omadustelt erineb muna- ja seemnerakust. Niisugune ühinemine kindlustab uuele organismile mõlema vanema tunnuste edasipärandamise.

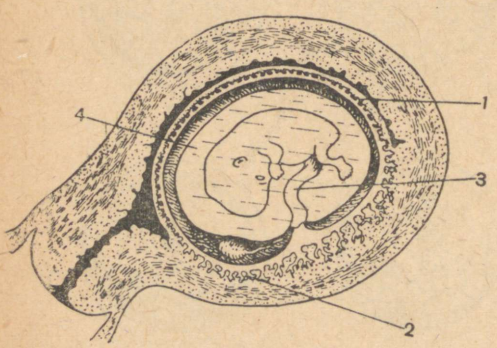
Elund, milles toimub viljastatud munaraku edasine arenemine, kannab *emaka* nime.

§ 78. Emakasisene arenemine.

Loote arenemine. Viljastatud munarakk hakkab kiiresti arenema, muutudes paljurakuliseks looteks, kelle rakkude arv pidevalt suureneb. Kujuneb kolm lootelehte: välimine, sisemine ja keskmine. Nende lehtede edasise arenemise tulemuseks on eri elundite algete tekkimine.

Loote toitumine. Kohe loote arengu alguses tekivad tema ümber kestad, millest üht (välist) nimetatakse *koorioniks;* see on üleni kaetud *hattudega.* Koorioni abil kinnitub loode emaka limaskesta külge (joon. 142), mis selleks ajaks tugevasti paisub ja muutub otsekui kohevaks. Hatud kasvavad tihedalt kokku limaskestaga, moodustades *emakoogi* ehk *platsenta.*

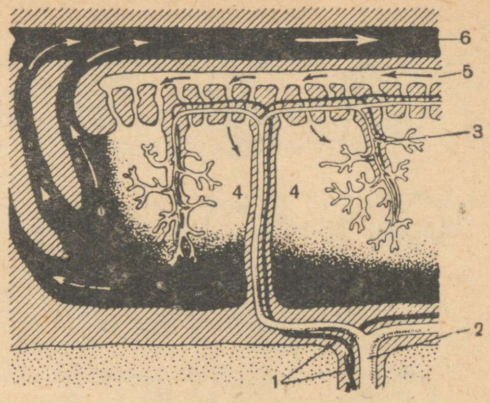
Platsenta kaudu toimub loote ja emaorganismi vastastikune ühendus. Loote kehalt kulgeb emakoogisse pikk väät — *nabaväät.* Selle sees on veresooned. Loote südame kokkutõmbed tõukavad verd nabaväädi arteritekaudu emakoogini, kus toimub ainevahetus ema ja loote vere vahel, kusjuures viimase veri vabaneb ainevahetussaadustest ja rikastub hapniku ja toitainetega. Suure veeni kaudu tuleb arteriaalne veri tagasi loote organismi (joon. 143).



Joon. 142. Inimese loode emakas:
1 — koorion; 2 — emakook; 3 — nabaväät; 4 — loodet ümbritsev vedelik.

Sarnasus inimese ja loomade loodete arenemises. Lootel pole kaugeltki kohe inimese välimus. Varaseis arengujärkudes on inimese, ahvi, küüliku, kana ja isegi kala loode üksteisele

väga sarnased (joon. 144). Kolmandal arenemisnädalal ilmuvad inimese lootel kere peapoolse otsa külgedel kurrud, mis sarnanevad nendega, mida võib näha kõikide selgroogsete loomade arengu algul. Need on *lõpuste* alged. Kaladel arenevad nendest algetest pärislõpused, maismaaloomadel nad hiljem kaovad jäljetult.



Joon. 143. Loote ja ema vere liikumine emakoogi väikeses osas (skeem):
1 — nabaväädi arterid; 2 — nabaväädi veen; 3 — hatud, mida ümbritseb emaverega täidetud ruum; 4 — emaveri; emaveri voolab juurde arterite (5) kaudu ja ära veenide (6) kaudu.

Emakasisese elu eri perioodidel kujuneb ka teisi inimesele mitteomaseid tunnuseid, mis täisealise seisundini ei säili. Nii on lootel kaunis pika aja vältel *saba*. Hiljem kattub kogu keha ja isegi nägu lühikeseks ajaks õrna *karvkattega*.

Inimesele mitteomaseks tuleb pidada ka viiendal nädalal ilmuvat *kõhrskeletti*, mida hiljem asendab luuskelett.

Loomariigi ühtsus. Lihtsamad organismid, mis kunagi maakeral tekkisid, muutusid järk-järgult arenedes uuteks, ikka keerukamalt organiseeritud vormideks. Möödus palju miljoneid aastaid, enne kui ilmusid nii mitmekesised ja üksteisele mittesarnanevad praegused looma- ja taimeliigid. Kuid nii nagu puu oksad saavad alguse ühisest tüvest, nii põlvnevad ka elusolendid, kui palju nad ka üksteisest erineksid, ühisest elutüvest; kõik nad on ühe elupuu arvukad harud.

Teadus loote arenemisest — *embrüoloogia* — on näidanud, et kõigil organismidel tuleb nende arenemisel munast täisealise kujuni nähtavale otsekui ammumöödunud aegade jälgi, mis näitavad nende eellaste arenemisloo üksikuid etappe.

Pole mingit kahtlust, et kõigi selgroogsete, sealhulgas ka inimese looteil esinevad lõpuste alged tunnistavad sellest elu arenemisjärgust, millal nende ühiseellased elasid vees ja nagu kaladki hingasid lõpuste abil.

Kuigi loote arenemises peegelduvad ainult tema eellaste kõige üldisemad jooned, annavad nad siiski kujutluse inimese arengufeest ja põlvnemisest.

Loote edasine arenemine. Arenemise teise kuu lõpuks kaovad lootel lõpuste alged ja kõhrskeleti mitmesugustes osades ilmuvad luustumistuumad — luukoe esimesed saarekesed. Selleks ajaks saavad märgatavaks vahed käe ja jala vahel ja loote kogu välimus omandab inimesele iseloomulikud jooned. Loode lamab teda



Joon. 144. Merisea (vasakul), ahvi (keskel) ja inimese (paremal) loote varasemad arenemisjärgud.
Igas püstreas on ühe ja sellesama loote üksteisele järgnevad arenemisjärgud.

ümbritsevais kestades kui avaras kotis. Selle koti sees leiduv loodet ümbritsev vedelik (joon. 142) võimaldab tal vabalt areneda ja teha liigutusi. Peale selle on ta heaks puhvriks, nõrgendades juhuslikke tõukeid ja lööke, mida ema saab. Loode kasvab ja areneb kiiresti, saades sündimishetkeks umbes 50 cm pikaks ja 3 kg raskeks.

Emakasisese elu 9 kuu jooksul ei hinga laps sisse õhku, ei seedi toitu. Kõike seda teeb tema eest ema. Sellepärast, kui rasedal naisel halvasti töötavad neerud, mis kõrvaldavad verest tarbetuid ja kahjulikke aineid, kui ta ei toitu küllaldaselt või töötab ülemäära, enda organismi üle väsitades, avaldub see kohe loote arenemisel ja tervisel. Seepärast ongi hoolitsus raseda naise eest samal ajal ka hoolitsuseks tulevase lapse tervise eest.

§ 79. Lapse ja alaealise arenemise iseärasused.

Vastsündinud laps. Sündimishetkest peale astub lapse organism otsesesse suhtlemisse ümbritseva keskkonnaga: ta hingab, toitub, kõrvaldab lagusaadusi. Sideme katkemine emaorganismiga põhjustab kohe seda, et lapse veres hakkab kuhjuma süsihappegaasi, mis enne eemaldus emakoogi kaudu. Kuhjunud süsihappegaas ärritab hingamistsentrumit ja selle tulemusena algavad vahelduvad sisse- ja väljahingamislihaste kokkutõmbumised. Alanud hingamisliigutuste tunnuseks on niinimetatud *esimene lapse kisa*.

Üheaegselt esimese kisaga toimuvad muutused vereringes. Enne sündimist, kui kops on kokkuvajunud olekus, läbib teda vaid tühiselt väike verehulk. Peamine verekogus satub südame

paremast poolest mitte kopsu, vaid otse vasakusse südamepoolde ava kaudu, mis on lootel parema ja vasaku koja vahel, või aorti erilise juha kaudu, mis ühendab aorti kopsuarteriga. Hingamisega seotud kopsu laienemine põhjustab kopsuveresoonte laienemise ja see võimaldab vere vaba voolamist mööda väikest ehk kopsuvereringet.

Kodadevaheline ava ja kopsuarteri aordiga ühendav juha kasvavad pikapeale kinni ja kujuneb lõplikult kogu verehulga liikumine läbi mõlema, *suure* ja *väikese vereringe*.

Kasv ja ainevahetus. Laps kaalub sündides keskmiselt 3 kg, esimese aasta lõpul aga — ligi 10 kg. On arusaadav, et niisuguse kiire kasvamise puhul peab ka ainevahetus imikul olema väga *intensiivne*. Ning tõesti, energiakulu kehakaalu ühe kilogrammi kohta on imikul kolm korda suurem kui täisealisel inimesel.

Intensiivne ainevahetus nõuab toitainete ja hapniku jõudsamat kohaletoimetamist. Seoses sellega langeb hingamis- ja vereringe-elunditele suur koormatus.

Hingamine. Vastsündinud laps ei suuda teha sügavaid sissehingamisi ja kopsu vajalik ventilatsioon saavutatakse *sagedama hingamisega*. Sissehingamiste arv minutis küünib esimestel elunädalatel 60-ni. Edaspidi, sel määral, kuidas rindkere kasvab ja selle lihased tugevnevad, muutub hingamine harvemaks.

Südame tegevus. Seoses südamelihase nõrkusega ja veresoonte ebaküllaldase elastsusega tõmbub vastsündinu süda kokku umbes *kaks korda sagedamini* kui täiskasvanu oma.

Nii vastsündinud lapse pulss kui ka hingamisliigutused on mitte ainult suure sagedusega, vaid ka korratu, sageli *muutuva rütmiga*. See on seotud vereringe- ja hingamiselundite mittekülllaldaselt püsiva närviregulatsiooniga.

Edaspidi süda suureneb mahult ja tema lihas läheb paksemaks ja tugevamaks.

Kuid ülemäärane ja eriti pikaajaline kehaline koormatus võib põhjustada südamelihase kurnatust. Seepärast ongi mitte ainult lapse-, vaid ka noorukieas väga vajalik ettevaatlik suhtumine ülemäärasesse kehalisse koormatusse, et mitte põhjustada südame laienemist ja tema tegevuse häireid.

Toitumine. Kasvava organismi toit peab sisaldama küllaldast hulka toitaineid, mis on vajalikud nii keha elundite normaalseks tööks kui ka nende kasvuks. Mida intensiivsem on kasv, seda rohkem valke ja rasvu peab toit sisaldama. Eriti tähtsad on valgud, mis on uute rakkude loomiseks vajalikuks põhimaterjaliks.

Kasvava organismi normaalseks toitumiseks on väga suure tähtsusega *vitamiinid*. Mõnede vitamiinide puuduliku koguse puhul peatub kasv ja on häiritud normaalne arenemine. Peale meile juba tuntud vitamiinide on lapse organismile väga vajalik rasvades lahustuv vitamiin D. Seda sisaldavad kalamaksaõli, munarebu, koorevõi ja mõned teised toiduained.

Reas rasvades ja paljudes taimesaadustes esineb rasvades lahustuv D-vitamiinile lähedane aine. See ladestub naha alla ja muutub päikesekiirte toimel osaliselt D-vitamiiniks.

Lastes päikesel mõjuda nahale, soodustab inimene sellega organismi rikastumist D-vitamiiniga. Seepärast ongi päikese kasutamine lastele eriti suure tähtsusega.

Selle vitamiini vähesuse või puudumise puhul toidus tekivad häired mineraalainete vahetuses ning muuseas alaneb kaltsiumi ja fosfori sisaldus luudes, mis põhjustab nende pehmenemist, hammaste riknemist ja rea teisi häireid. Varases lapseeas (eriti alla ühe aasta) on D-vitamiini puudumine toidus rahhiidi ilmumise põhjuseks.

Esimestel elukuudel toitub imik eranditult *emapiimaga,* mille koostis vastab täielikult lapse vajadustele, varustades teda tarviliku hulga valkude, rasvade, süsivesikute, soolade ja vitamiinidega. Piim sisaldab antikehi, mis kaitsevad lapse organismi mitmesuguste pisikute kahjuliku toime eest. Selle tõttu on emapiimaga toidetud lapsed paljudele nakkushaigustele vähem vastuvõtlikud.

5—6 kuu järel pärast sündimist muutub ainult piimast toitumine puudulikuks ja lapsele hakatakse pikkamööda andma *lisatoiduna* mannaputru, riivitud porgandeid, jõhvikakisselli ja muud toitu, 12-kuuselt aga lõpetatakse rinnaga toitmine täiesti.

Teisel eluaastal kujuneb toit peaaegu niisama *mitmekesiseks* kui täisealisel inimesel: laps võib saada suppe, kohupiima, peenekshakitud liha, keedetud kala, igasuguseid putrusid, köögi- ja puuvilja.

Arvestades südame närviregulatsiooni ebaküllaldast püsivust, ei tohi lapsed, isegi vanemaealised, tarvitada ärritavaid jooke — veini, kanget teed ja kohvi.

Luude-lihastesüsteem. Luuskelett areneb aeglaselt ja järkjärgult (joon. 145).

Sündimise hetkeks koosneb enamiku pikkade luude keskmine osa luukoest, nende otsad aga jäävad veel kauaks *kõhrelisteks.* Nii ilmub esimene luustumissaareke õlavarreluu alumises otsas alles kolmandal eluaastal.

Umbes 25 aasta vanuses lõpeb skeleti luustumine.

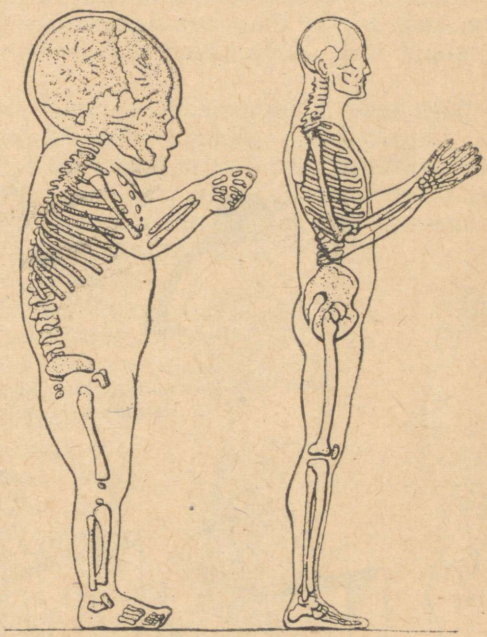
Skeletilihased on imikul arenenud *väga nõrgalt* ega ole võimelised kestvaiks kokkutõmbeiks.

Pikkamööda suureneb lihaste tugevus, liigutused lähevad üha enam kooskõlastatuks. 6—7 aasta vanuses valitseb laps oma lihaseid küllalt vabalt ja tuleb kergesti toime paljude võimlemisharjutustega, mis on seotud tasakaalu säilitamisega. Kuid tal õnnestub vaevaliselt lihaste kestev ja tugev pingutamine.

Kooliea saabumisega algab lihaste *tugeva kasvu* periood. 6-aastaselt langeb skeletilihastele 22% kehakaalust, 16-aastaselt moodustavad nad nagu täisealistelgi 35—40%.

12—15-aastased alaealised suudavad sooritada kõige *mitmesugusemaid töid,* kui keerukat ja peent kehaliigutuste koordinatsiooni nad ka nõuaksid. Kuid ka selles eas, isegi hästiarenenud, tugevate lihaste puhul, tuleb vältida nende liiga kestvat ja suurt pingutamist, sest see mõjub südametegevusele negatiivselt.

Iga lihas tõmbab enda kinnituspunktis luud kindlas suunas, mõjustades sellega luu arenemist ja kasvu, luupõrkade asetust. Mida kõrgem on lihaste toonus ja suurem nende kokkutõmbejõud, seda suurem on nende mõju luu arenemisele. Lihaste kasv ja nende aktiivsuse suurenemine põhjustavad seepärast *skeleti* jõulisema *arenemise* ja *tugevnemise.*



Joon. 145. Vastsündinu ja täisealise skelett.

Järelikult mitte ainult lihaste, vaid ka skeleti normaalseks arenemiseks on suur tähtsus lapse või alaealise küllaldasel liikuvusel. Võimlemisharjutused, sportlikud mängud ja turistlikud matkad, arendades lihaseid, arendavad ja tugevdavad sellega ka kogu organismi.

Lülisamba kõverduste ilmumine. Vastsündinul on lülisamba kõverdused äärmiselt *nõrgalt* välja kujunenud. 2—2½ kuu pärast, seoses kaelalihaste pinguse (toonuse) tõusmisega, hakkab laps pead tõstma ja seda tõstetud seisundis hoidma.

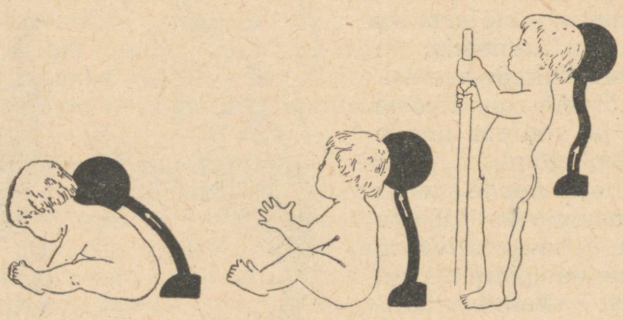
Pea ettepoole vajumist takistavate tagumiste kaelalihaste alaline pingutus kutsub esile lülisamba kaelapiirkonna kõverdumise.

Veidi hiljem, kui laps hakkab istuma, kujuneb teine, rinnakõverdus; üleminekul kere püstiasendile (seismisel ja kõndimisel) areneb nimmekõverdus (joon. 146).

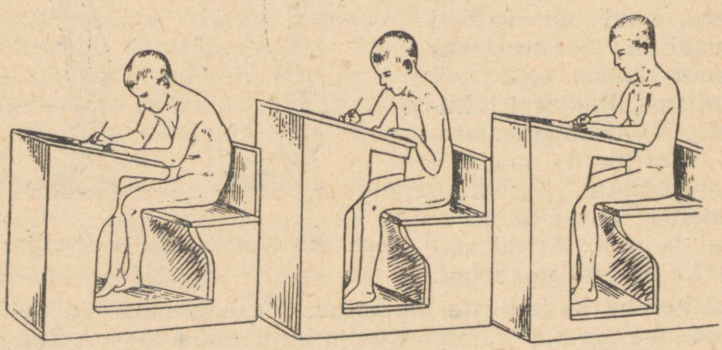
Kuid pika aja kestel muutuvad lülisamba kõverdused kergesti, olenevalt rühist. Küürus istumine suurendab järsult rinnakõverdust ja vähendab nimmekõverdust. Kere kallutamisel külje poole ilmub külgkõverdus. Keha sagedane ja kestev hoidmine ebaõiges asendis võib kutsuda esile lülisamba harjumuslikud ebanormaalsed kõverdused, mis lähevad järk-järgult püsivamaks ja muutuvad haiglasteks kõverdusvigasusteks.

Koolieas ja eriti pärast 10—12 aastat, kui toimub skeleti kiire luustumine, osutub kujunenud kõverdusvigasus sageli parandamatuks ja mõjub negatiivselt üldisele kehalisele arenemisele, hingamiselundite tegevusele ja isegi töövõimele.

Sellepärast ongi nii tähtis pöörata tähelepanu keha õigele asendile töötamisel. Joon. 147 näitab, kuidas peab istuma kooli-



Joon. 146. Lülisamba kõverduste kujunemine seoses istumise ja seismisega.



Joon. 147. Vale ja õige kehahoiak koolipingis:
1 — vale kehahoiak liiga madala laua puhul; 2 — vale kehahoiak liiga kõrge laua puhul; 3 — õige kehahoiak.

pingis. Mitte vähem tähtis pole hoida normaalset rühti seismisel ja käimisel.

Närvisüsteem. Närvisüsteem võtab tingimata osa kõigist organismis toimuvaist protsessidest. Selle arenemisastmest oleneb mitte ainult iga üksiku elundi töö, vaid ka kogu organismi ühised kooskõlastatud reaktsioonid. Ning pole midagi imelikku selles, et juba sünnihetkeks on ta tunduval määral *välja kujunenud.*

Peaaju kaal moodustab täisealisel inimesel umbes 2% kehakaalust, vastsündinul aga — 12—14% (joon. 148). Kooliea algu-

seks moodustab lapse peaaju kaal vähemalt 80% täisealise inimese aju kaalust.

Aju arenemisele vastab kolju kasv. Kui täisealisel inimesel on pea pikkus 1/8 kogu keha pikkusest, siis vastsündinul küünib see 1/4-ni (joon. 149).

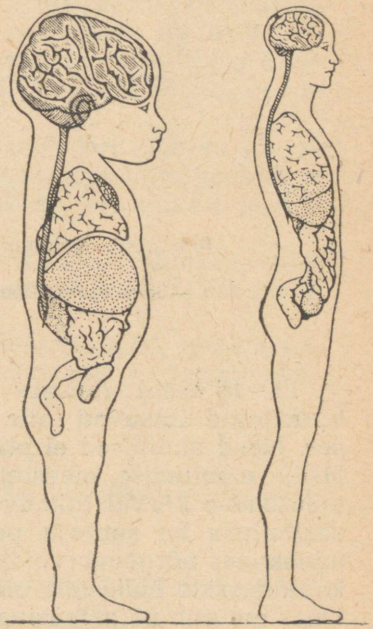
Uued närvirakud saavad kujuneda nähtavasti ainult emaihus arenemise ajal. Teisiti öeldes suureneb aju maht pärast sündimist mitte närvirakkude hulga, vaid nende *kasvu* arvel. Eriti jõudsasti kasvavad dendriidid.

Suuraju poolkerade koor tegutseb vastsündinul veel nõrgalt, kuigi tingitud sidemed võivad juba tekkida. Järk-järgult, sel määral, kuidas arenevad aju vastavad piirkonnad, muutuvad liigutused mitte ainult mitmekesisemaks, vaid ka otstarbekohasemaks. See näitab, et liigutusreaktsiconidest hakkab üha suuremal määral osa võtma suuraju poolkerade koor.

Tingitud reaktsioonid, eeskätt toitmisreaktsioonid, hakkavad kujunema juba esimestel elukuudel. Varsti ilmuvad ka tingitud kaitserefleksid: laps nutab, tõmbab käe ära ainuüksi tingimatu ärrituse signaali puhul, näiteks vastu kätt löömise ähvardusel. Esimese aasta lõpuks kujunevad suuraju poolkerade koores tingitud sidemed *kõneärritajate* suhtes.

Suuraju poolkerade koore arenemine (närvirakkude ja nende jätkete kasv) jätkub pika aastaterea jooksul. Iga aastaga kujunevad *sidemed* ajukoore eri rakkude vahel üha arvukamaks ja keerukamaks. Sellele vastavalt muutub keerukamaks ka lapse kõrgem närvitalitlus. Siiski säilib kuni noorus-eani ajukoorerakkude kõrgenenud väsitavus.

Väikesel ja murdeealisel lapsel *irradieeruvad* erutus- ja pidurdusprotsessid ajukoores võrdlemisi kergesti. Sellega on seotud ka lapseeale omane nõrgem tähelepanu püsivus.

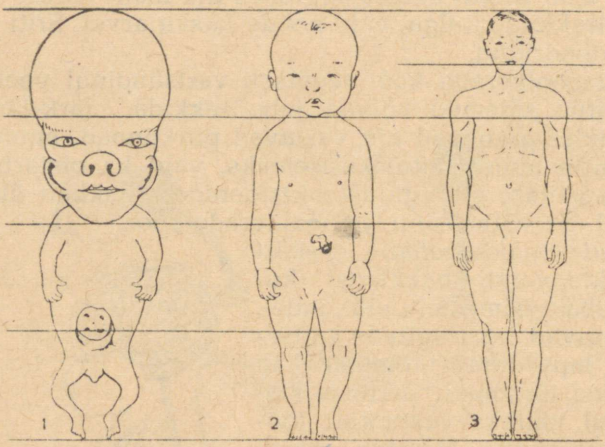


Joon. 148. Aju suuruse suhe kehakasvusse vastsündinud lapsel ja täisealisel inimesel.

Närvisüsteemi, eriti selle kõrgema osa — suuraju poolkerade koore — normaalseks arenemiseks on väga suure tähtsusega tervishoiu põhireeglitest kinnipidamine ning eriti õige päevarežiimi korraldus.

Sisesekretoorsed näärmed. Sisesekretoorsete näärmete osatähtsus pole elu eri perioodidel *ühesugune*. Nii näiteks on esimes-

tel eluaastatel normaalsele kasvule ja arenemisele suure tähtsusega harknääre, mis asetseb rindkeres, rinnaku taga. Hiljem ta jääb pikkamööda kasvus maha; 12—15-ndaks eluaastaks ta väheneb mahus, kusjuures tema näärmekude asendub tunduval määral rasvkoega.



Joon. 149. Kehaproportsioonide muutumine arenemisprotsessis:
1 — kahekuuline loode; 2 — vastsündinud laps; 3 — täisealine inimene.

12—15 aasta vanuses arenevad kiiresti sugunäärmed, mille hormoonid kutsuvad esile järske muutusi kogu organismi talitluses. Need muutused ei piirdu teiseste sugutunnuste ilmumisega. Hääle muutumise, meestel näo karvkatte arenemise ja kehakuju muutumise kõrval toimuvad üldised muutused kogu organismis, sealhulgas ka suuraju poolkerade koore talitluses. Selles üleminekueas nõrgeneb veidi see liikuvus, vallatus, mis on esimeste kooliklasside õpilastele omane. Tähelepanu muutub püsivamaks. Noor muutub paigalpüsivamaks.

§ 80. Laste ja alaealiste tervisekaitse.

Emade- ja lastekaitse. Ei ole ühtki maad maailmas, mis noorsoo tervisekaitse alal võiks end kõrvutada NSV Liiduga.

Nõukogude seadused hoolitsevad lapse eest selle emakasisesest elust peale. 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 enda ja imiku tervise eest.

Selleks on olemas erilised nõuandlad. Naistel on võimalus jätta oma lapsed tööajaks 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 tarvituselevõetud abinõude tõttu on laste suremus järsult langenud. Näiteks on Moskvas imikute suremus umbes kaks korda madalam võrreldes sellega, mis oli enne Suurt Oktoobrirevolutsiooni.

Tervisekaitse abinõud. Nõukogude Liidus on olemas tervise kaitse asutuste süsteem, mis teenindab lapsi ja noorukeid: sanatooriumid, sanatoorsed ja metsakoolid, sanatoorsed pioneerilaagrid, suvised terviseparandamise mängumurud ja suvekodud.

Lastesõimed, lasteaiad, koolid ja teised asutused, 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 töstuskoolide kaudu, kus nad omandavad kvalifikatsiooni enda poolt valitud erialal.

Alaealiste osavõtt tootvast tööst on meil korraldatud nii, et töö ei riku nende tervist, vaid on organismi õige ja mitmekülgse arenemise ja 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.

Küsimused kordamiseks.

1. Kuidas nimetatakse emas- ja isassugurakke ja missugune on nende ehitus?
2. Kuidas toimub viljastusprotsess?
3. Kuidas toimub emakasisene arenemine?
4. Milles sarnaneb inimese ja loomade loodete arenemine ja mida see tunnistab?
5. Missugused on lapse ja nooruki arenemise iseärasused?
6. Missuguse tähtsusega on vitamiin D?
7. Missugused on kasvava organismi toitumise iseärasused?
8. Kuidas kaitstakse Nõukogude Liidus laste ja noorukite tervist?

1. Tähtsaimate toiduainete koostis.

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
1	2	3	4	5	6
1.	Päevalille ja muud taimeõlid	—	97,0	—	880
2.	Nisujahu	10,0	0,5	72,0	335
3.	Nisuleib	6,0	0,4	50,0	230
4.	Rukkijahu	8,0	0,5	75,0	335
5.	Rukkileib	4,0	0,2	48,0	210
6.	Riis (puhastatud)	7,0	0,5	76,0	336
7.	Tatratangud	9,0	1,0	70,0	330
8.	Hirsitangud	13,0	0,8	65,0	320
9.	Manna	8,0	—	75,0	332
10.	Kruubid	9,0	2,0	68,0	326
11.	Odratangud	11,0	2,0	65,0	322
12.	Mais	10,0	0,6	66,0	310
13.	Kaeratangud	12,0	6,0	65,0	360
14.	Makaronid, nuudlid	11,0	0,3	70,0	327
15.	Herned	16,0	0,5	45,0	250
16.	Läätsed	18,0	0,5	45,0	260
17.	Oad	24,0	2,0	48,0	305
18.	Sojaoad	32,0	16,0	29,0	390
19.	Kartulid	2,0	—	20,0	88
20.	Peedid	1,0	—	14,0	60
21.	Porgandid	1,0	0,2	9,0	42
22.	Hapuoblikad	2,0	0,4	3,0	24
23.	Kapsad	3,0	0,5	9,0	52
24.	Hapukapsad	1,0	0,2	4,0	22
25.	Tomatid	0,7	—	3,0	16
26.	Kõrvitsad	1,0	—	5,0	25
27.	Kuivatatud juurviljad	12,0	1,5	45,0	242
28.	Juurviljakonservid				
	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
29.	Seened (värsked)	3,0	0,3	4,0	30
30.	Seened (kuivatatud)	25,0	2,0	30,0	238
31.	Õunad, pirnid	0,4	—	13,0	54
32.	Kirsid	1,0	—	13,0	56
33.	Viinamarjad	0,6	—	18,0	75
34.	Vaarikad, sõstrad, maasikad	1,0	—	8,0	36

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Protsentides			Kalorite hulk toiduaine 100 grammis
		valke	rasvu	süsivesikuid	
1	2	3	4	5	6
35.	Rosinad	2,0	0,3	62,0	260
36.	Keedis marjadest, marmelaad (keedisena) ja džemm (keskmiselt)	0,4	—	60,0	245
37.	Pähklid	15,0	60,0	7,0	630
38.	Tükksuhkur	—	—	100,0	400
39.	Mesi	0,3	—	80,0	321
40.	Šokolaad	5,0	20,0	65,0	460
41.	Kakao	22,0	20,0	20,0	350
42.	Loomaliha (keskmiselt)	19,0	8,0	—	150
43.	Vasikaliha „	19,0	5,0	—	120
44.	Sealiha „	16,0	20,0	—	245
45.	Lambaliha „	17,0	16,0	—	215
46.	Sink	24,0	20,0	—	275
47.	Vorst, keedetud	20,0	15,0	4,0	230
48.	Vorst, suitsutatud	17,0	14,0	—	195
49.	Viini vorstid	14,0	13,0	1,0	180
50.	Maks (vasika-, lamba-, veisemaks)	18,0	3,0	3,0	111
51.	Kanaliha (rasvane)	18,0	9,0	—	155
52.	Haneliha (keskmiselt)	16,0	30,0	—	335
53.	Searasv, sulatatud	—	99,0	—	891
54.	Konservid — hautatud liha	18,0	12,0	1,0	185
55.	Tuurakala, vobla, latikas, karpkala	17,0	5,0	—	115
56.	Koha, haug	18,0	0,3	—	75
57.	Heeringas, soolane	19,0	13,0	1,0	200
58.	Vobla, kuivatatud	45,0	10,0	—	270
59.	Kalamari	30,0	14,0	2,0	254
60.	Kalarasv	—	99,0	—	891
61.	Kalakonservid tomatis	12,0	6,0	1,0	106
62.	Kanamunad	14,0	11,0	0,4	157
63.	Lehmapiim (täispiim)	3,5	3,5	5,0	66
64.	Hapukoor	4,0	30,0	3,0	300
65.	Kohupiim	20,0	5,0	2,0	133
66.	Juust, rõõskkoorest	15,0	40,0	1,0	425
67.	Juust, rasvane (vene-šveitsi)	23,0	25,0	3,0	330
68.	Juust, lahja (hollandi)	35,0	4,0	2,0	185
69.	Koorevõi	0,5	80,0	0,5	730
70.	Või, sulatatud	—	97,0	—	880

2. Tähtsamate toiduainete vitamiinisisaldus.

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
		A[1]	B	C
1	2	3	4	5
1.	Taimeõlid	0	0	0
2.	Nisujahu, peenike (püül)	0	0	0
3.	Nisujahu, jäme (sõelajahu)	0	+++	0
4.	Nisuleib	0	+	0
5.	Rukkijahu, terviklikest teradest	0	++	0
6.	Rukkileib	0	++	0
7.	Hirss, manna, kruubid	0	0	0
8.	Tatratangud	0	+++	0
9.	Kaeratangud	0	++	0
10.	Riis, terviklik	0	+++	0
11.	Riis, puhastatud (poleeritud)	0	0	0
12.	Mais	++	++	0
13.	Sojaoad	++	+++	0
14.	Põldherned	+	+++	0
15.	Põldherned, oad (kaunades)	++	++	++++
16.	Suhkruherned	+++	++	++
17.	Läätsed	0	++	+
18.	Kartulid, keedetud 15 minutit	0	++	++
19.	Kartulid, keedetud 1 tund	0	++	+
20.	Peedid	0	++	++
21.	Porgandid	++++	++	+
22.	Porgandid, keedetud	++	+	+
23.	Kaalikad	0	+	+++
24.	Naerid	+	++	++
25.	Tomatid (punased)	+++	++	+++
26.	Redised	0	+	++
27.	Salat (tumeroheline)	+++	++	+++
28.	Salat (heleroheline)	0	++	++
29.	Hapuoblikad, spinat	++++	+	+++
30.	Roheline sibul	++++	++	+++
31.	Sibulad	0	++	++
32.	Kurgid	0	++	+
33.	Kapsad, toored	+++	++	+++
34.	Kapsad, keedetud	++	++	+
35.	Kapsad, hapendatud	0	+	+
36.	Lillkapsad, keedetud	+	++	++
37.	Õunad	+	+	+

[1] Taimse päritoluga toiduainetes on näidatud kollase pigmendi (A-provitamiini) sisaldus.

Järjek. nr.	Toiduaine nimetus	Vitamiinid		
		A[1]	B	C
1	2	3	4	5
38.	Pirnid	0	++	+
39.	Aprikoosid	+++	++	+
40.	Mandariinid, apelsinid, sidrunid	++	+	+++
41.	Arbuusid	0	+	+
42.	Melonid	+	+	++
43.	Viinamarjad	0	++	+
44.	Rosinad	+	++	0
45.	Kirsid	++	+	++
46.	Karusmarjad	+	+	+++
47.	Mustad ploomid, kuivatatud	+++	+	0
48.	Vaarikad, maasikad	++	0	+++
49.	Mustad sõstrad	++	+	++++
50.	Kibuvitsamarjad (kuivatatud), pihlakad	++++	?	++++
51.	Metspähklid	+	+++	0
52.	Seened	+	++	0
53.	Õllepärm	+	++++	0
54.	Kuuse- ja männiokkad	++++	?	++++
55.	Liha (mitmesugune) ja linnud	+	++	+
56.	Konservliha	0	+	0
57.	Maks, neerud	++++	+++	++
58.	Värske kala	+	+	?
59.	Kala, soolane või konservitud	0	+	+
60.	Kanamunad	+++	++	0
61.	Lehmapiim, suvine	++	+	+
62.	Juust, rasvane	++	+	0
63.	Kohupiim	0	0	0
64.	Või, suvine (kui loomad on karjamaal)	+++	+	0
65.	Või, talvine	++	+	0
66.	Kalamaksaõli (tursa)	++++	0	0
67.	Loomarasv	++	0	0
68.	Searasv	0	0	0

Märkide tähendus tabelis 2:
0 — vitamiinide puudumine või tähtsusetu sisaldus;
\+ — väike vitamiinisisaldus;
++ — küllaldane vitamiinisisaldus;
+++ — palju vitamiini;
++++ — väga palju vitamiini;
? — vitamiini hulk on teadmata.

SISUKORD.

I. P. Pavlovi kiri noortele 3
Sissejuhatus
§ 1. Anatoomia ja füsioloogia — teadused organismi ehitusest ja talitlustest 5
§ 2. Anatoomia ja füsioloogia tähtsus 7
§ 3. Vene teaduse panus anatoomia ja füsioloogia arendamisel . . . 8

I. Organism kui ühtne tervik.

§ 4. Elusaine ehitus ja keemiline koostis 11
§ 5. Ainevahetus raku ja teda ümbritseva keskkonna vahel 13
§ 6. Rakkude paljunemine 14
§ 7. Kudede põhirühmad 16
§ 8. Elundid ja elundkonnad 19
§ 9. Organism kui tervik 19

II. Luude-lihastesüsteem.

§ 10. Luude koostis, ehitus ja omadused 23
§ 11. Luude omavaheline ühendus 26
§ 12. Nihestused ja luumurrud 30
§ 13. Inimese skeleti ehitus. 31
§ 14. Skeletilihaste ehitus ja omadused 40
§ 15. Skeletilihaste põhirühmad 46
§ 16. Lihaste töö 49

III. Vereringe-elundid.

§ 17. Vereringe tähtsus 54
§ 18. Südame ehitus 57
§ 19. Südame tegevus 61
§ 20. Vere ja lümfi liikumine soontes 64
§ 21. Vereringe regulatsioon 68
§ 22. Südame treenimine 71
§ 23. Vere koostis 74
§ 24. Punased verelibled ja nende funktsioon 76
§ 25. Vere hüübimine 77
§ 26. Vere kaitseomadused 83
§ 27. Immuunsus 86
§ 28. Vere ülekandmine 90

IV. Hingamiselundid.

§ 29. Hingamiselundite tähtsus 93
§ 30. Hingamiselundite ehitus 94
§ 31. Gaasivahetus kopsudes ja kudedes 99
§ 32. Hingamisliigutused 101
§ 33. Hingamise regulatsioon 105
§ 34. Hingamise tervishoid 108
§ 35. Tuberkuloos ja võitlus sellega 110

V. Seede-elundid.

§ 36. Toit ja selle koostis 114
§ 37. Seedimine 116
§ 38. Suuõõs 118
§ 39. Magu 122
§ 40. Soolestik 123
§ 41. Pavlov ja tema tööd seedefüsioloogia alal 126
§ 42. Seedenäärmete tegevuse regulatsioon 130

VI. Aine- ja energiavahetus.

§ 43. Aine- ja energiavahetus elu põhifunktsioonina. 135
§ 44. Valkude, rasvade ja süsivesikute ainevahetus ning soolad ainevahetusprotsessis 137
§ 45. Toitlusnormid 140
§ 46. Vitamiinid 142
§ 47. Toitlustamise tervishoid 144

VII. Erituselundid.

§ 48. Eritusprotsesside tähtsus 146
§ 49. Kuseelundite ehitus ja töö 146

VIII. Nahk.

§ 50. Naha ehitus 150
§ 51. Naha tähtsus 151
§ 52. Nahatervishoid 155

IX. Sisesekretsioon.

§ 53. Sisesekretoorsed näärmed 158
§ 54. Kilpnääre 160
§ 55. Ajuripats 163
§ 56. Sugunäärmed 164
§ 57. Sisesekretoorsete näärmete tähtsus 166

X. Närvisüsteem.

§ 58. Närvisüsteemi tähtsus 169
§ 59. Närvide ehitus ja omadused 170
§ 60. Seljaaju 172
§ 61. Seljaaju refleksid 176
§ 62. Peaaju ehitus 179
§ 63. Mitmesuguste selgroogsete peaaju 181
§ 64. Taga- ja keskaju funktsioonid 185
§ 65. Eesaju funktsioonid 188
§ 66. Vegetatiivne närvisüsteem 191
§ 67. Meele-elundid 194
§ 68. Nahas, limaskestades ja liikumiselundites olevad retseptorid . . 197
§ 69. Silm 199
§ 70. Nägemise tervishoid 205
§ 71. Kuulmiselund 206
§ 72. Setšenov ja Pavlov — õpetlased, kes rajasid õpetuse kõrgemast närvitalitlusest 208
§ 73. Tingitud ja tingimatud refleksid 211
§ 74. Erutus- ja pidurdusprotsessid ajukoores 215
§ 75. Inimese kõrgema närvitalitluse omapärasusi 219
§ 76. Närvisüsteemi tervishoid 221

XI. Kasvava organismi füsioloogilised iseärasused.

§ 77. Viljastus 227
§ 78. Emakasisene arenemine 228
§ 79. Lapse ja alaealise arenemise iseärasused 230
§ 80. Laste ja alaealiste tervisekaitse 236

Lisad:

1. Tähtsamate toiduainete koostis 238
2. Tähtsamate toiduainete vitamiinisisaldus 240

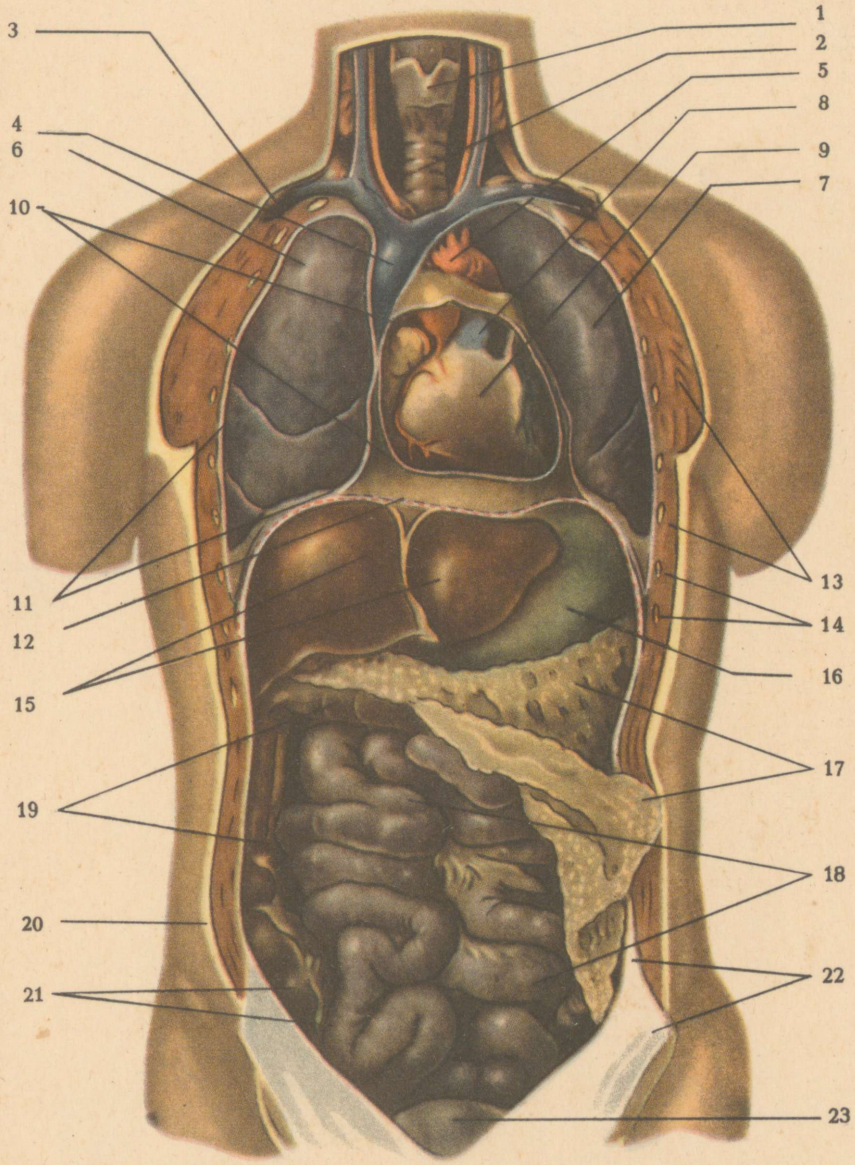
А. Н. Кабанов
УЧЕБНИК АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ 8-го КЛАССА СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ
На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство, Таллин, Пярну маантее 10
Toimetaja J. Metsar.
Tehniline toimetaja A. Sepp.
Korrektor O. Sepp.

Ladumisele antud 29. XII 1955. Trükkimisele antud 2. II 1956. Paber 60×92. 1/16. Trükipoognaid 15,25+8 lisa. Arvutuspoognaid 17,11. Trükiarv 5000. MB-01033. Tell. nr. 2042.

Trükikoda «Punane Täht», Tallinn, Pikk tän. 54/58.

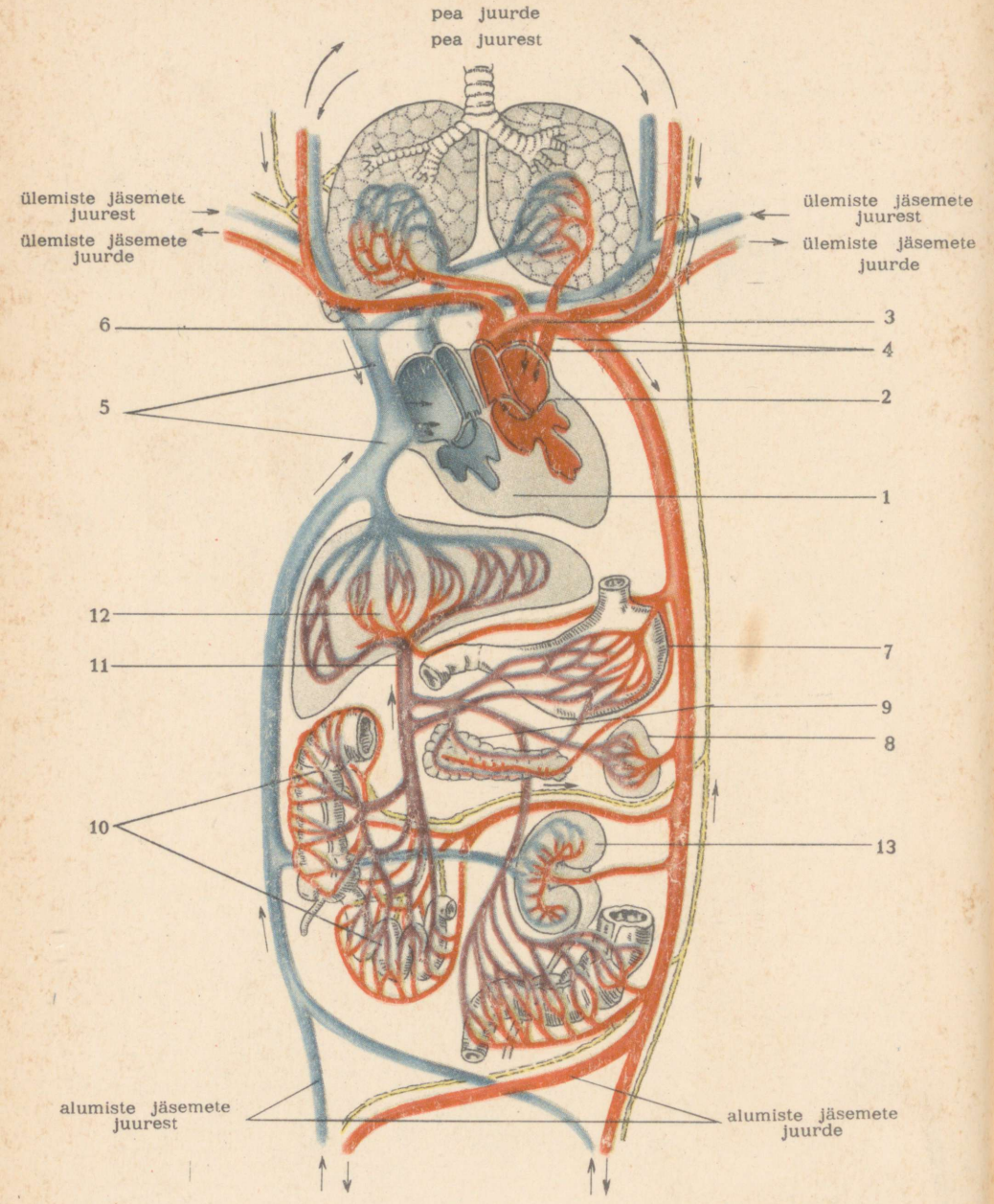
Hind rbl. 3.80

6—6



Tabel I. Siseelundite asend:

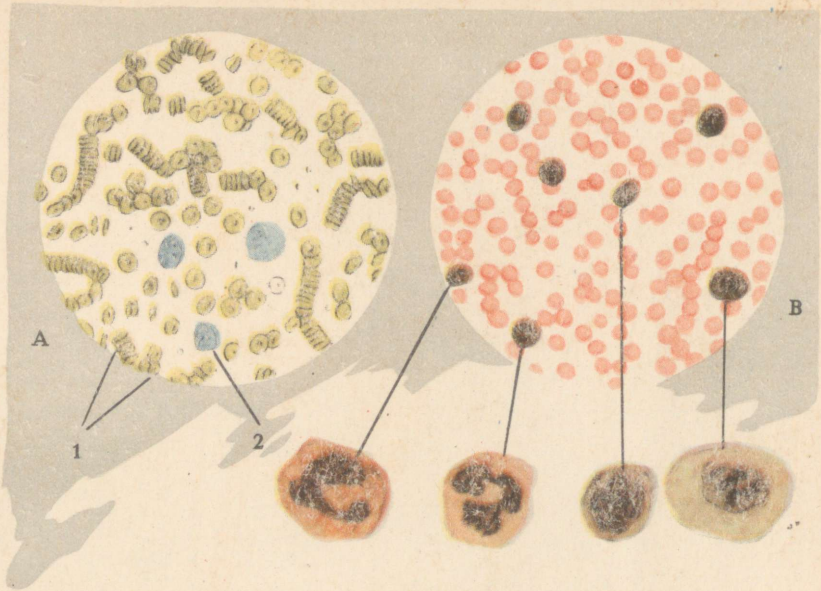
1 — kõri; 2 — trahhea; 3 — rangluu (ristlõige); 4 — ülemine õõnesveen; 5 — aort; 6 — parem kops; 7 — vasak kops (tõmmatud kõrvale, et südant paljastada); 8 — kopsu arter; 9 — süda; 10 — südamepaun; 11 — pleura; 12 — diafragma; 13 — lihased (läbilõikes); 14 — roided (läbilõikes); 15 — maks; 16 — magu; 17 — suur rasvik; 18 — peensool; 19 — jämesool; 20 nahk ja nahaalune kude (läbilõikes); 21 — pimesool ühes ussjätkega; 22 — kõhukelme; 23 — kusepõis.



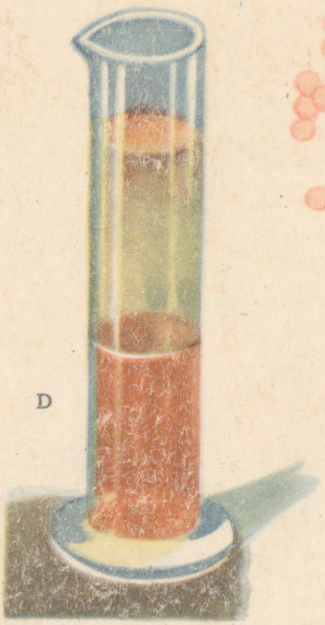
Tabel II. Vere- ja lümfiringe skeem:

punastes soontes voolab arteriaalne veri, sinistes venoosne veri; lilla värviga on näidatud värativeeni süsteem, kollase värviga lümfisooned:

1 — südame parem pool; 2 — südame vasak pool; 3 — aort; 4 — kopsuveenid; 5 — ülemine ja alumine õõnesveen; 6 — kopsuarter; 7 — magu; 8 — põrn; 9 — kõhunääre; 10 — sooled; 11 — värativeen; 12 — maks; 13 — neer.

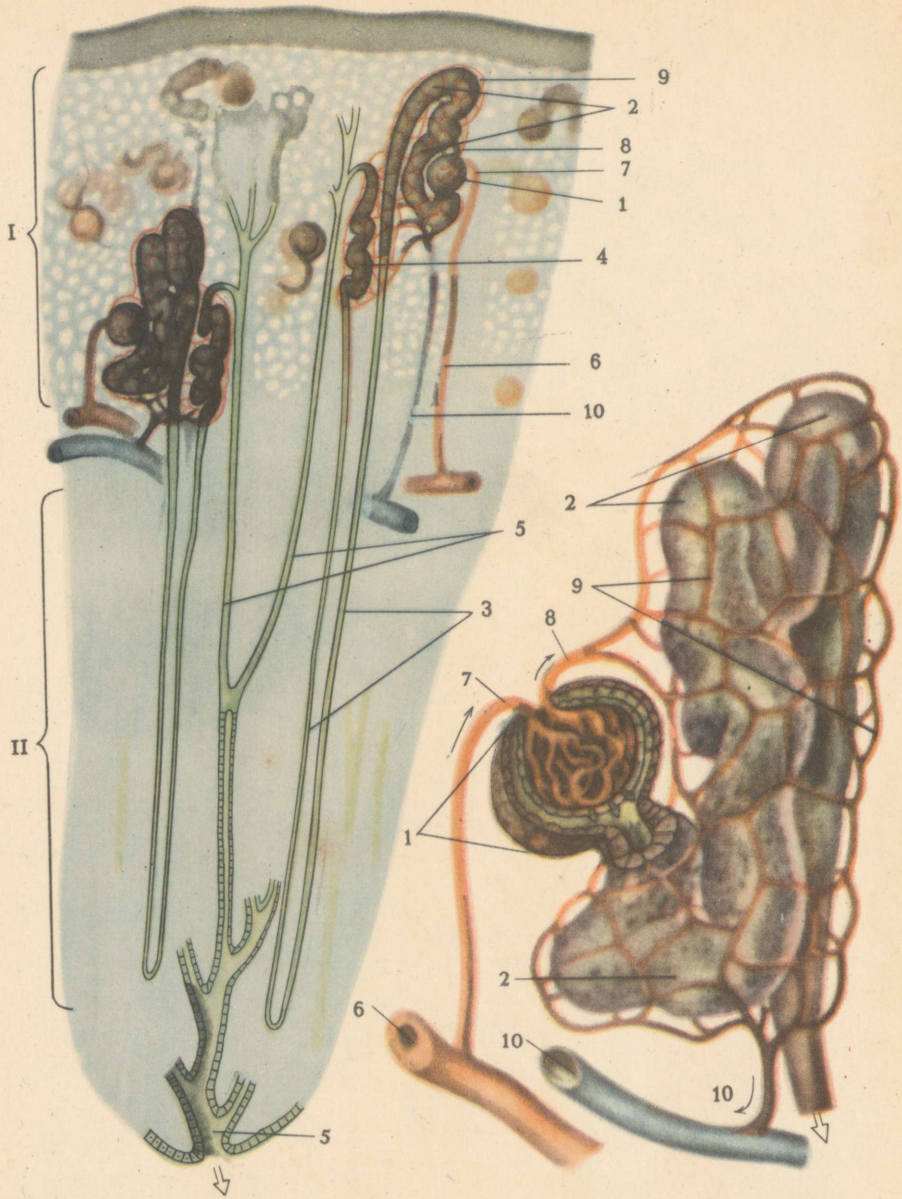






Tabel III. Veri:

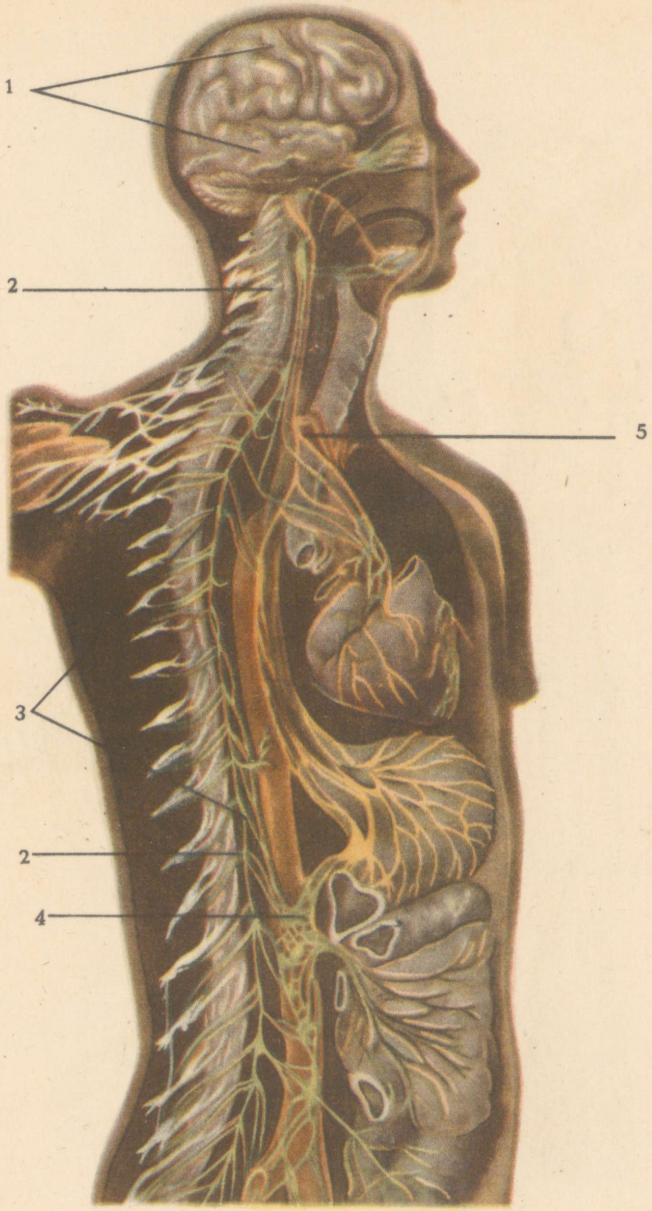
A — veri mikroskoobi all; 1 — punased verelibled; 2 — valge verelible; B — värvitud vere preparaat (allpool mitmesugused valgete vereliblede liigid tugevasti suurendatult); C — inimese (vasakul) ja konna (paremal) punased verelibled võrdselt suurendatult; D — hüübimise eest kaitstud veri pärast kestvat settimist; ülemise kihi (plasma) ja alumise kihi (punased verelibled vahel on näha valkjat valgete vereliblede kihti.



Tabel IV. Neeru mikroskoopiline ehitus (skeem).

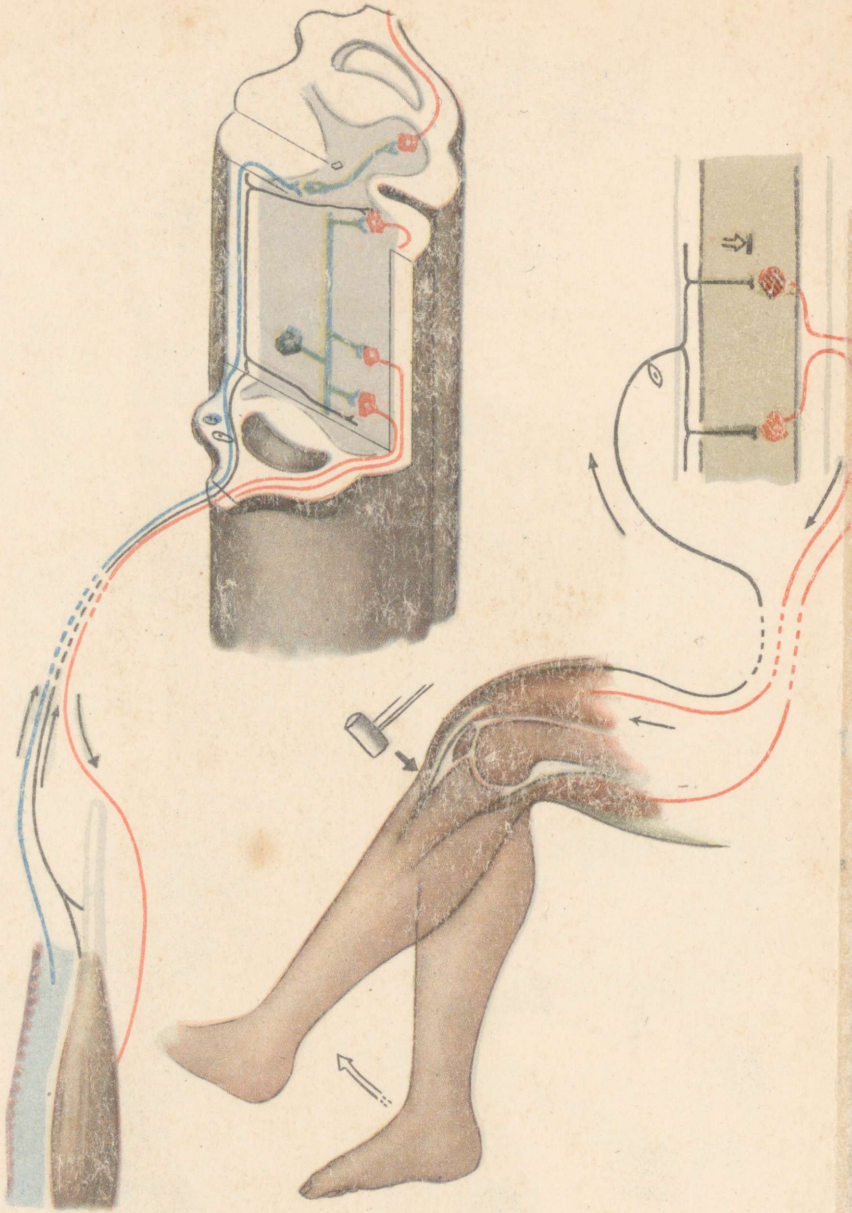
Vasakul neeru välis- (I) ja sisekiht (II). Paremal tugevasti suurendatud üksik päsmake ühes kihnu ja kanali algusega:

1 — kihn soonte päsmakesega; 2, 3, 4 — mitmesugused kanaliosad; 5 — torud, mille kaudu uriin pääseb kanalitest neeruvaagnasse; 6 — arter; 7 — veresoon, mis juhib verd päsmakese juurde; 8 — veresoon, mis viib verd päsmakesest; 9 — kanaleid põimivad kapillaarid; 10 — veen.



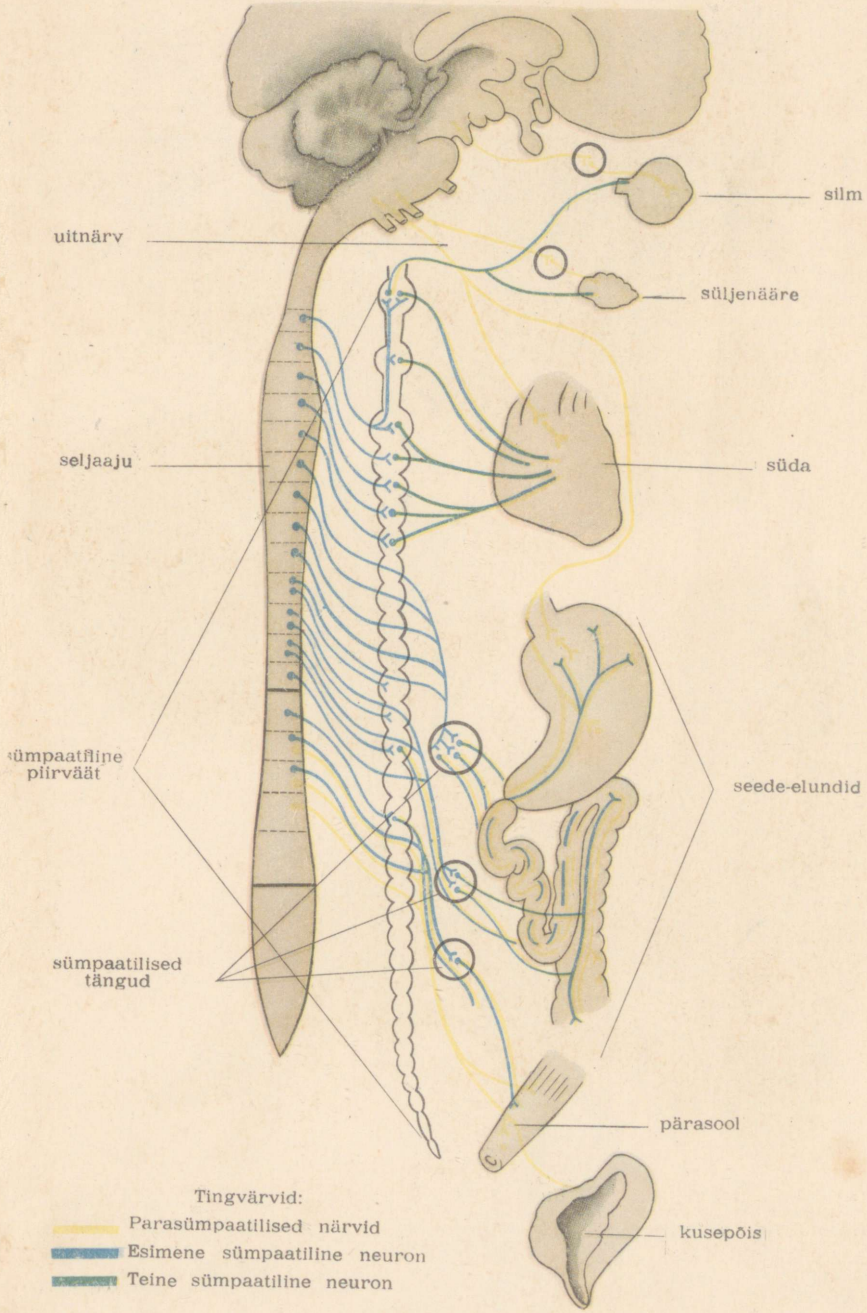
Tabel V. Inimese närvisüsteem (skeem).

1 — peaaju; 2 — seljaaju; 3 — sümpaatilise süsteemi piirväät; 4 — sümpaatilised tängud aordil (päikjaspõimik); 5 — uitnärv (parasümpaatiline). Sümpaatilised närvid on värvitud roheliseks, parasümpaatilised kollaseks, muud närvid valgeks.

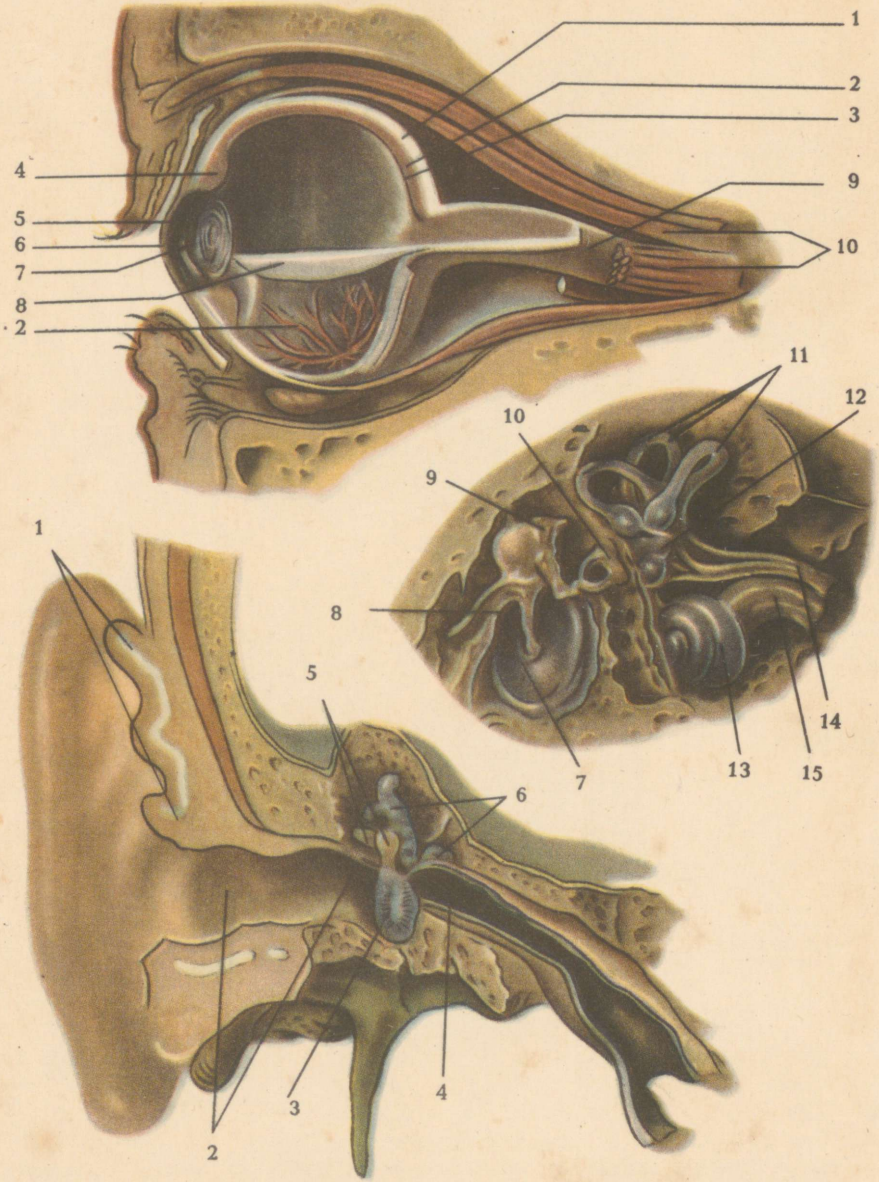


Tabel VI. Refleksi skeem:

Vasakul — kahest ja kolmest neuronist koosnev refleksikaar; paremal — põlverefleksi skeem; tsentrifugaalsed neuronid on värvitud punaseks, tsentripetaalsed mustaks (kõõluse juurest) ja siniseks (naha juurest), vahepealsed neuronid on värvitud roheliseks; nooled näitavad refleksi teed kõõlusest seljaaju kaudu lihase juurde; viirutatud neuron kujutab vastupidise toimega lihase tsentrumi pärssimist.



Tabel VII. Vegetatiivse närvisüsteemi skeem.



Tabel VIII. Nägemiselundi (ülemine joonis) ja kuulmiselundi (kaks alumist joonist) ehitus.

Silm: 1 — kiudkest; 2 — soonkest; 3 — võrkkest; 4 — ripsvöötmeke; 5 — vikerkest; 6 — sarvkest; 7 — silmalääts; 8 — klaaskeha; 9 — nägemisnärv; 10 — silmalihased.

Kõrv: 1 — kõhr kõrvalestas; 2 — välis-kuulmekäik; 3 — trummikile; 4 — Eustachi tõri; 5 — keskkõrv; 6 — sisekõrv; 7 — trummikile sisepind; 8 — vasar; 9 — alasi; 10 — jalus; 11 — poolringkanalid; 12 — otoliit-elund; 13 — tigu; 14 — poolringkanalite ja otoliit-elundi juurest kulgev närv; 15 — teo juurest kulgev närv.

Rbl. 3.80

A
20992

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00815423 1