

12551
257

Loodus ja teadus Nr. 3

Dr. Aleksander Lipschütz
Tartu Ülikooli füsioloogiaprofessor

Miks me sureme

35 joonisega tekstis

Hind 90 marka

H. Männik:

Praktilised tööd botaanikas (õistaimede määramise kaustik).

Hind 15 marka.

See kaustik püüab olla vahendiks taimede tundmaõppimisel, esiteks anatoomiliste ja morfoloogiliste mõistete praktilisel kordamisel ja teiseks taimede määramisel.

Dots. H. Reichenbach:

Juhe zooloogilisteks vaatlusteks ja kogude korraldamiseks

I. Akvaarium.

49 joonisega, hind 55 mk.

Autori eessõnast: Moodsa loodusloo õppeviisi algnõudeks on, et kogu õppetöö olgu võimalust mööda rajatud ekskursioonide, õppijate iseisvate tööde ja vaatluste peale.

Käesolev juhe tahab olla teetasandajaks ja ettevalmistajaks sel alal. Raamatuke tahab kätte juhatada rea ülesandeid, mida võiks õppijatele soovitada, et neis huvi äratada looduse vastu ja neid iseseisvate vaatluste ja tähelepanekute tegemisele õhutada; tahab ühtlasi aga ka õpetajale näidata, kuidas võiks klassis läbivõetavat materjali sellekohaste näidete abil elustada.

Ajakiri „Loodus“

ilmub 1923. a. 12 korda aastas à 64 lhk., peale selle tahvlid ja kaardid.

Tellimishind aastas 600 mk., $\frac{1}{2}$ a. 300 mk., $\frac{1}{4}$ a. 165 mk., üksik number 60 marka. Tellimisraha võib saata ka postmarkides.

„Looduse“ tellimisi võtavad vastu kõik Vabariigi postkontorid.

Kuulutuste hind: $\frac{1}{11}$ lehek. — 2000 mk.; $\frac{1}{2}$ lehek. — 1000 mk.; $\frac{1}{3}$ lehek. — 750 mk.; $\frac{1}{4}$ lehek. — 600 mk.

Toimetus: Tartus, Vana tän. 1, k.-ü. „Looduses“.
Kaastööd saata K.o.-ü. „Loodus“ ajakirja „Looduse“ toimetusele.

„Looduse“ järgnevalle nr-tele on lubanud kaastööd: Dr. A. Audova, dots. H. Bekker, Dr. Ph., prof. Dr. bot. F. Bucholtz, dots. O. Daniel, prof. Dr. phil. J. G. Granö, ornitoloog M. Härms, dots. H. Jaakson, dots. H. Kaho, dots. K. Koch, dots. P. Kogerman, M. Sc., direktor J. Käls, prof. Dr. med. A. Lipschütz, stud. H. Männik, stud. A. Parts, dots. H. Perlitz, prof. J. Piiper, ass. A. Põhla, dots. H. Reichenbach, prof. D. Rootman, ass. J. Rumma, prof. G. Rägo, prof. J. Sarv, eradots. E. Spöhr, stud. A. Tammekann, ass. R. Tamm, cand. rer. nat. L. Teiss-Poska, kapt. A. Thom, cand. rer. nat. P. Thomson, ass. G. Vilberg, prof. J. Vilip, prof. Dr. phil. K. Väisälä.

Dr. Aleksander Lipschütz

Tartu Ülikooli füsioloogiaprofessor

Miks me sureme

Nii rääkis Zarathustra:

*Tähtsaks peavad kõik suremist: kuid
surm ei ole veel pidustuseks saanud.
Ei ole veel inimesed õppinud, kuidas
tuleb pühitseda kaunimaid rõõmupäevi.*

35 joonisega tekstis

10.—13. saksakeelse ümbertöötatud väljaande järele tõlkinud

J. Klein



9706

K/Ü „Loodus“, Tartus

1923

2



K/Ü „Looduse“ keeleline korrektor M. Bekker.

A 4233.

U 15357429

207e

K. Mattiesen'i trükk, Tartus.

Sisukord

	Lhk.
Eessõna	7
1. Vader surm ja batsillid	9
2. Surm ja teadus	16
3. Elu ja surm	19
4. Surm ja surematus	24
5. Surev rakkuderiik	29
6. Rakkude vanusepõlv rakkuderiigis	34
7. Kuidas me sureme	40
8. Kingloomakese elulugu	51
9. Närvirakkude noorus ja vanus	62
10. Ühepäeva-liblika surm	73
11. Konjugatsioon ja sugutamine	78
12. Eluvedelik ja ainevahetuse puudulikkus	82

Eestikeelne vägaandis eessõna.

Pühendatud

MIHKEL MARTNA'le

autorilt.

Eestikeelse väljaande eessõna.

Üheksa aasta eest, kui ma veel Schveitsis elasin, sain ma kord kirja ühelt eestlaselt, „Päevalehe“ teaduslikult kaastöoliselt. Kirjasaatja avaldas lugupidamist mu rahvalikkudele kirjutustele, mis saksa keeles ilmunud, ja soovi, neid eesti keelde tõlkida. Heitsin rõõmuga nõusse ja kirjutasin eessõnagi juba tõlgitud brošüürile. Vahepeal tuli sõda, ja brošüür jäi il mumata. Mis ma tol korral kirjutasin, maksab aga tänapäevgi veel. Kirjutasin siis, et mul on suur rõõm oma kirjatööga kaasa aidata vaimlise kultuuri tõstmisele Eesti rahva seas, kelle vastu ma suurimaid sümpaatiaid kannan. Avaldasin siis oma veende, et eestlastelgi seisab ees suur kultuuriline tulevik, nagu soomlastel, et ka eestlased meile kunagi on väikese rahvakeha kõrge, keskendatud kultuuri eeskujuks ja ei jäta mõju avaldamata inimkonna kogukultuuri peale. Meie aeg on teadmisele jõudnud, et loodus-teadused on väga suureks ja tähtsaks ehitusekiviks kultuuri arenemises, ütlesin ma tol korral, ja väljendasin lootust, et sel viisil saab minugi väikesele raamatukesele au osaks suurele asjale kaasa aidata.

Selleaegne eessõna olgu eessõnaks käesolevale kirjatööle!

Peab selgusel olema selles, et Eesti rahva hariduse kallal on vaja töötada täiesti süstemaatiliselt, kui tahetakse jõuda suurele sihile, millest ma eespool kõnelesin. Sagedasti tuleb

kuuldavale hääli, et on saavutatud juba väga palju, ja mõnikord asutakse ülesannete kallale, mis on liiga suured. Kuid suurte sõnadega ja paljaste arvudega ei ehitata rahvuslist ajalugu; selleks on vaja süstemaatilist tööd, mis kestab aastasadu ja mis puudutab kogu elu läbilõiku, igapäevase elu materjaalset kultuuri mitte vähem kui vaimlist kultuuri. Teised rahvad, kes varemalt võisid vabale, rahvuslikule arenemisteele astuda ja oma teed üksi pidid minema, on selleks aastasadu tarvitanud . . .

Eestikeelne väljaanne olgu pühendatud minu kallile sõbrale Mihkel Martnale. Mihkel Martna isiklik elukäik on rahva kõrgele materjaalsele ja vaimlisele kultuurile tõusmise sümboliks . . .

Käesoleva raamatukese saksakeelne väljaanne, mis 1914. a. ilmus, on Saksamaal enam kui sajastuhandes eksemplaris levinud. Soomekeelne väljaanne ilmus 1920. aastal.

Lõpuks avaldaksin oma paremat tänu tõlkijale, hr. stud. zool. Juhan Klein'ile ja väsimata kirjastajale „Loodusele“. —

Tartu, septembrikuul 1922.

Ülikooli füsioloogia-instituudis.

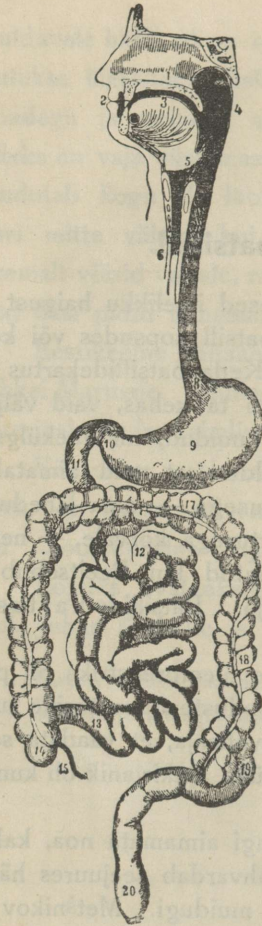
A. Lipschütz.

1. Vader surm ja batsillid.

Nüüdsel ajal põevad paljud inimesed imelikku haigust — batsillidekartust. Neil ei näri tiisikusebatsill kopsudes või kontides, ei ka mädanemistekitaja veres. Keda batsillidekartus tabanud, põeb batsillide käes, kes ei asu ta kehas, vaid väljaspool keha. Batsillidest on nii palju kuulnud, nii ühekülgsest kuulnud, ainult kuulnud ja mitte mõeldud, et neid aimatakse alati ja igal pool — ja niipalju täie õigusega — oma läheduses ja et nende eest põgenetakse suure kartusega kõrvale, — need, igal pool olijad ja kurjad, kes nägematud kui Beeltsebub ja Astharote, teevadki mõnele paha nalja. Batsillide-kartusse jäädakse haigeks.

Ja batsillidekartusse haigeksjääjate ülempreestriks oli professor Metšnikov Pariisis, moodsa loodusteaduse tõsine suurvaim . . . Kuid siin teeksime väikese vaheaja, et vaadata seda Metšnikovi hommikusöögil, mille kohta üks ajakirjanik oli kunagi talt teateid saanud.

Meiesugune võtab laualt ilma midagi aimamata noa, kahvli ja lusika. Ilma teadmata, et meie elu ähvardab seejuures hädaoht — igal pool olijate batsillide poolt muidugi. Metšnikov on seejuures palju ettevaatlikum; enne tarvitamist kuumutab ta nuga, kahvli ja lusikat tule kohal, et igasugused idud ära tappa. Meiesugune hammustab ilma midagi aimamata oma leiba, ilma et ta teaks, et selle kuldpruunil koorukesel istub hädaohtlikke mikroobe. Metšnikov kuumutab leiva enne tarvitamist ära, et batsillidele otsa teha. Meiesugune sööb maasikaid, keetmatuid ja võib olla isegi valmimatuid. Metšnikov ei luba omale maasikalõbu üldse — ikka batsillide pärast. Kuid mõne banaani



1. joon.

Seedimistoru skeem. 1. Suulagi; 2. suuavaus; 3. keel; 4. kurk; 5. kõri; 6. hingekõri; 7. söögikõri; 8. maosuu; 9. magu; 10. maovärat; 11. algussool (12-sõrme sool); 12. peensoole käarud; 13. peensoole üleminek pimesoolde; 14. pimesool, millega jämesool algab; 15. ussjupike; 16., 17., 18. jämesool; 19., 20. pärasool.

Rauber'i järele.

tahab ka Metšnikovi sugune süüa. „Siin näete,“ nii umbes oli Metšnikov ajakirjanikule öelnud, „paar banaani, mis ma koju kaasa toomiseks ostsin. Et see vili on paksu kestaga kaetud, siis arvavad paljud, et banaanides ei ole ühtki batsilli. See pole ometigi õige, ja seepärast valatakse banaanid minu majas alati, enne kui neid süüakse, keeva veega üle. Kastan nad minutiks ajaks keeva vette, ja vili ei kaota seejuures midagi oma heast maitsest . . .“

Seni on ju kõik väga ilus, aga kus selle aja ots, mis säärane hommikusöömine nõuab! Kuid mis küll ei tee see, kes tahab põgeneda surma eest!

Sest surmaga ja batsillidega on Metšnikovi järele lugu niiviisi:

Meis on alati batsille, miljonite ja mustmiljonite kaupa batsille, kes elavad meie sooltes. Nimelt sooleтору alumises osas, jämesooles, on bakterid*) täiesti kodus. Lõpmata suur on nende arv: mõeldagu ainult, et me eneses ühtekokku seitse meetrit soolt kanname, millest poolteist meetrit jämesoole peale tuleb (1. joon.)! Tahaksime lugeda meie soolesisu

*) Käesolevas raamatus on batsillid ja bakterid tarvitatud ühes ja samas tähenduses.

väikeses osakeses asuvad bakterid, siis saaksime juba miljonid. Üle sajatuhande miljoni bakteri — nii siis, miljon korda miljon ja siis veel korda tuhat — on mitmesuguste arvutamiste järele, mis me oma sooltes ühtekokku majutame. Terve kolmandik sellest, mis me soolest päeva jooksul välja heidame, on aina batsillid!

Ja Metšnikov on arvamisel, et see bakteritekari ongi, mis meid varakult hauda viib. Nagu iga muu elus ollus, eritavad bakteridki ainevahetuseprodukte, elu tagemeid, kui tahetakse. Need ainevahetuseproduktid satuvad soolest verre. Mõned keha rakud, näit. maks a rakud, püüavad neid aineid, mis suurel hulgal meie organismile kahtlemata mürkideks on, osalt kinni, töötavad mürgituiks aineiks ümber ja eritavad neerude kaudu välja. Maks on meie keha kaitsjaks, kui tahetakse — politseinikuks. Need on tõsiasjad, mis igaühele tuttavad. Metšnikovi järele ei lähe aga soolebakterite verresattuvate mürkide kahjutakstege mine siiski kõige libedamini, nagu võiks arvata. Sest ei või unustada, et ained, mida jämesoole bakterid toodavad, on tööpoolest väga kanged mürgid. Nad kuuluvad karbooli rühma, ja karbooli tunneb ju igaüks kui surmatoovat mürki. Neid mürke võime leida nii soole kui ka neerude — siin muudetud kujul — väljaheidetes. Ja esimesel pilgul ei näi sugugi võimatu olevat, et — nagu seda Metšnikov tahab — soolebakterite ainevahetuseproduktid on selles süüdi, et me varakult vananeme ja varakult sureme.

On Metšnikovi teooria õige, siis peavad need loomad, kelle kehas rohkem baktereid on, lühemat aega elama kui need, kes oma kehas niipalju baktereid ei majuta, s. o. kel on lühem jämesool. Lühema jämesoolega loom peab Metšnikovi järele kaue mini elama.

Metšnikov võrdles loomade eluiga nende soole pikkusega, ja seejuures selgus tööpoolest, et need liigid, kes lühikese jämesoolega varustatud, nagu näit. linnud, elavad väga kaua, kuna näit. imetajad, kel palju pikem jämesool, palju varemmini surevad. Metšnikov juhib tähelepanu sellele, et näit. luiged, haned, rongad ja mõned kiskjad linnud võivad elada üle 50 aasta, papagoid

ja kakaduud isegi üle 80 aasta. Seevastu surevad koerad, kassid, hobused ja teised imetajad alati hoopis nooremas eas: pea kunagi ei ulatu nende eluiga üle 15 aasta, ja 30-aastane vanus on nendel haruldasemaks erandiks. Võtaksime väga silmatorkava näite: kanarilind elab umbes 20 aastat, sama suur hiir mitte üle 6 aasta. Mida pikem jämesool, seda suurem on ka, arusaadav, nende mürgitoojate bakterite hulk, keda loom endas majutab. Siit tegi Metšnikov järelduse, et soolebakterite mürgid ongi, mis looma lühema eluea tingivad.

On bakterid looma ja inimese varases vananemises ja surmas süüdi, siis on selge, et vananemine ja suremine on tänapäev õieti suureks õnnetuseks. Vananemine on tänapäev nagu haigus: soolebakterid mürgitavad meie keha pikkamisi ära. Vananemine ja suremine on kõige pahem haigus, mis olemas. Tiisikusebatsillid ja teised haigustetekitajad batsillid tapavad need inimesed, kellele õnnetus osaks saanud nimetatud haiguseteki-
tjate küüsi langeda. Soolebaktereid on aga igapähe, kõik inimesed on nende küüsis, ja inimesed, kes haigustest midu suudavad kõrvale hoida, leiavad soolebakterite mürgitusest hukatuse: nad vananevad varakult ja peavad varakult surema.

Metšnikovi teooria tuum on nüüd järgmine: on vananemine tänapäev mingisugune bakterite tekitatud haigus, siis peab vananemise ja suremise vastu võitlema samade abinõudega nagu iga muugi haiguse vastu. Ja Metšnikovile tuli meelde tuttav näide alkoholiga. Me teame, et alkohol on päevast päeva tarvitamise puhul meie kehale kahjulik, et alkoholi tarvitamisel põhjeneb terve rida haigusi, mille kauase põdemise järele inimesed hauda varisevad. Säärast olukorda saame ära hoida seeläbi, et me hoidume mürgist eemale. Et inimesed võiksid kauemini elada ja loomulikku surma surra, peame ka varase vananemise mürgi, soolebakterite mürgi oma kehast eemale hoidma.

See oli Metšnikovile terve programm: asuda võitlusse meie pimesooles pesitsevate bakteritega.

Kuidas aga? See oli suureks küsimuseks.

Metšnikovile tuli siin kõige pealt kaunis radikaalne mõte.

Nimelt on tõsiasi, et meie seitsme meetri pikkune sool on organ, mis inimesel võiks olla küll hoopis teisiti ehitatud kui ta tõepoolest on. Sool on nähtavasti hoopis, hoopis pikem kui me seda tõepoolest tarvitame. Jämesool võib meile isegi täiesti kasuta olla. Igatahes võib inimesel suurema osa jämesoolt välja lõigata, ilma et ta tervis selle all kannataks. Haiged, kes raskete soolehaiguste all kannatasid ja säärase lõikuse pidid läbi tegema, said täiesti terveks. Taimetoitlastele on pikast jämesoolest suur kasu; nende toit on rasketiseeditav ja peab kauemat aega sooles viibima; soolebakterid aitavad siin toidu seedimisel isegi kaasa. Mõned arstid arvavad koguni, et meil olevat jämesool mitte ainult kasutu, vaid otseselt kahjulik. Sest pimesoole ussjupikesel on suur kalduvus haigeks jääda, ja igaüks teab, kui kardetav on pimesoole-põletik, ja et nii mõnigi elujõuline inimese-elu on hooletusse jäetud pimesoole-põletikus oma surma leidnud.

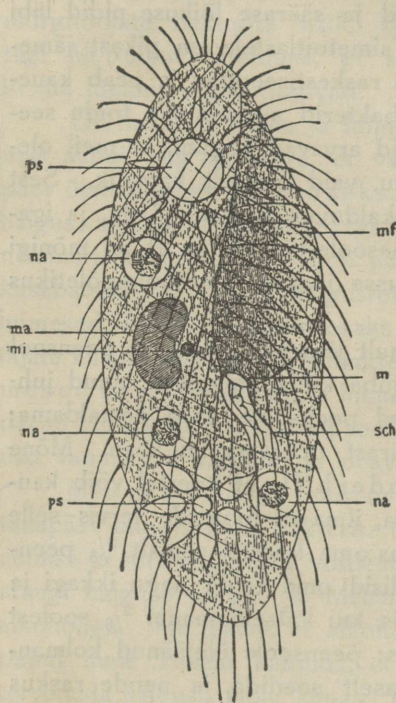
Aga veel enam! Mitte ainult jämesool, vaid ka peensool võiks lühem olla. Arstidel on juba küllalt tegemist olnud juhtumistega, kus nad olid sunnitud peensoole osad eemaldama; säärastegi haigete käsi käis pärast operatsiooni hästi. Mõne aasta eest näitas ameeriklane Underhill, et koertel võib kaunis suure osa peensoolt eemaldada, ilma et loomade tervis selle all kannataks. Underhill eemaldas oma koertel esmalt $\frac{2}{5}$ peensoolest. Koerad jäid ellu, seedisid oma toidu nagu ikkagi ja läksid isegi raskemaks. Alles siis, kui katseloomadel $\frac{2}{3}$ soolest eemaldati, ei olnud asi enam ilus: peensoole ülejäänud kolmandikuga ei suutnud nad küllaldaselt seedida, ja nende raskus langes. Muidugi ei tarvitse ju see, mis Underhill eeskätt lihasööja koera kohta tõestas, täiesti samal määral maksev olla inimese kohta, kuna me ju peale liha tarvitame veel taimelist toitu, mille seedimine on raskem ja nõuab pikemat soolt.

Metšnikov seadis nüüd üles küsimuse, kas vahest ei tuleks inimesel jämesool välja lõigata, et talle seega pikka eluiga kindlustada.

Kuid mõte oli siiski liiga radikaalne, et teda lõpuni mõelda.

Isegi oma jämesoolt, rääkimata siis juba oma peensoole osast, ei tahtnud Metšnikov inimsoo altarile tuua, ohvrina oma idee eest. Ta jättis selle radikaalse tee elu pikendamisele kauges tulevikusammuda ja läks praeguste põlvete eest kompromissile välja.

Talle tulid siin jällegi batsillid meelde, kuid heategevad



2. joon.

Paramecium ehk kingloomake. Väga tugevasti suurendatud. mf suuväli; m suu; sch kurk; na söögitikikesed; ps pulseerivad põikesed (vakuoolid); ma suurtoom; mi väiketuum. Protoplasmakeha on ümberringi kaetud ripsmekarvakestega, milledega rakk vastu vett lööb ja seega edasi liigub. — Stridde'st.

batsillid: hapu piima batsillid. Asi on siin järgmine. Piima hapuksminemine seisab selles, et nn. hapu piima bakterid, kes juba 24 tunni jooksul on piimas määratud arvul signinud, panevad piimasuhkru käärima. Piimasuhkrust tekib seejuures hape, piimahape. Hape laseb piima paksuks minna, sest hapustatud piimas läheb kaseiin, piima tähtsam munavalgeaine, kokku, ta tardub happe mõjul samuti nagu kanamunavalge keetmisel. Hape on abinõuks bakterite mädanemise vastu. Bakterid, kes surnud eluolevuste mädanemise esile kutsuvad, ei saa happe juuresolekul oma tegevust arendada. Nii hoiab hapu maomahl, mis allaneelatud toidu üle ujutab, selle mädanemise ära. Siin, hapus maomahlas ei saa mädanemise tekitajad bakterid elutseda; alles sooles, kus seedimis-mahlad ei ole enam hapud,

vaid leelislised, s. o. kus bakterid ujuvad õige lahjas leelises, algab toidu ehk toidujätiste mädanemine. Nii on lugu, nagu öeldud, nimelt jämesooles, ja siit satub igasuguseid kahjulikke mädanemisaineid vere ringkäiku. Ning Metšnikov mõtles: tubli, teeme bakteritele elu sooles hapuks! Joome haput piima! Seega läkitame oma makku ja sooltesse piimahappe-baktereid ja kihutame mädanemisbakterid sealt osalt minema!

See oli Metšnikovi lipukiri võitluses vaderi surma vastu: mitte piigi ja odaga ei läinud ta võitlusse, vaid batsillide trobikonnaga batsillide vastu.

Kes batsillidekartust põeb, see vangutab uskmatult pead. Õiguse! Sest niikaua kui on tegemist hoogsate mädanemisnähtuste tervisekahjuliku mõjuga sooltes ja võimalusega, nimetatud mädanemise vastu piimatoiduga võidelda, — niikaua seisab Metšnikov tõsiasiade põhjal. Siin ei maksa suure Metšnikoviga kuidagi vaielda, siin on tal õigus. Küsimus seisab aga selles, kas soolebakterid, kes jämesooles mädanemisaineid toodavad, tõesti on need paharetid, kes meid varakult hauda viivad. Kuid Metšnikov ei tahtnud seda küsimust enam edasi arendada ja sest ajast peale töötas ta ainult ühele eesmärgile: muuta bakterite võitlust bakterite vastu sooltes võimalikult nende bakterite kahjuks, kes tema arvates meid varakult hauda saavad. *Corriger la fortune!*

Metšnikov juhtis tähelepanu nimelt bulgaarlaste hapule piimale, jogurtile. Kuskil mujal maal ei olevat nii palju vanu inimesi kui Bulgaarias. Seal olevat väga palju üle saja aastasi inimesi*). Metšnikovi arvates tuleb see kõik hapust piimast, jogurtist, mida bulgaarlased joovad. See oleks nüüd eluvedelik, mis

*) Nagu mulle asjatundjate bulgaarlaste poolt teatatud, põhjeneb see üldiselt levinud arvamine eksitusel. Esimesed eluigade kohta käivad statistikad Bulgaarias olid väga puudulikud. Pärast Bulgaaria riigi asutamist seati sisse kodanikuseisuste registrid, kusjuures tuli leppida inimeste suusõnaliste andmetega. Need olid aga ometi väga puudulikud, mittetäpsad; talumeeste vastused olid sagedasti umbes järgmised: minu isa jutustas, ma olevat juba suur poiss olnud, kui ta sellesse või sellesse vabadussõtta läinud türklaste vastu jne. — Need andmed võlgnen Sofia professorile hr. Wateffile.

palju mõjuvam on kui harilik paks piim. Nii siis, teie surmalapsed, jooge paksu piima ehk jogurti ja te saate vanaks nagu Metuusalem! Oma pikka soolt te ei tarvitse siis ära anda . . .

Alaline paksu piima tarvitamine ei käi aga igapäevase maitsega kokku. Seepärast pani Metsnikov ette, tarvitada hapu piima baktereid, keda võib süüa kontsentreeritud kujul nagu pärmi. Pärm pole ju muud midagi kui paljude miljonite väikeste elu-olevuste, pärmirakkude, kogu. Ja kui pärmi lisatakse leivale, miks siis seda ei või teha ka „laktobatsillidega“, hapu piima bakteritega, keda apteegist isegi pillide kujul võib osta. Väikese raha eest muretsetakse omale pikk elu, kantakse oma õnn taskus.

Metšnikov ei jäänud peatama hapu piima bakterite ja jogurti juurde. Nagu suur väejuht oma sõduritega vaenuliste vägede vastu, nii tormas Metšnikov igasuguste truude bakteritega ikka uuesti ja uuesti — kavaldajate, äraandlike jõesoolbakterite vastu lahingusse. Ta kogus omale rügemente, jagas neile korraldusi, paigutas neid kohtadele . . . Ta leidis üles bakterid, kes võitluses jõesoolbakterite vastu veel palju kangemad on kui hapu piima ja jogurti omad.

2. Surm ja teadus.

Ükski arst ei kahtle, et soolte mädanemisained, mis vere ringkäiku satuvad, on tervisele kahjulikud. Kahtlemata võivad mõned haiguslikud olekud, mõned sisemiste organite haigeksjäämised ja nimelt just närvikava väikesed rikked põhjeneda meie rakkude riigi üleujutamisel sooltebakterite ainevahetuseproduktidega. Kes ei tunneks näit. peavalu, mis siis kindlasti tekib kui toidujäänused jäävad kauemaks ajaks jõesoolde kui harilikult. On kindel, et paksu piima tarvitamine on oma keha terveshoidmise abinõuks; võib-olla seepärast, nagu seda Metšnikov arvas, et hapu piima bakterid ja piimahape on meile sõjariistaks võitluses sooltebakterite vastu.

Selle lühikese aja jooksul, kus inimkond paksust piimast

kui elu pikendamise abinõust üht-teist teab, pole ju võimalik kindlaks teha, kas Metšnikov ei ole haput piima kui eluvedelikku vast siiski liiga kõrgelt hinnanud. On ju väga võimalik, et paks piim ei kindlusta meile lõppude lõpuks ometigi puhkamäläinud Metuusalemma vanust.

Kuid oletame, et paks piim on tõesti elu pikendamise abinõuks, nagu seda Metšnikov tahab, ja sooltebakterid paharetideks, kes meid varakult hauda saavad. Kas on teadusel surma probleem seega lahendatud?

Sugugi mitte! Ka Metšnikov ise tahab ju oma paksu piima abil inimese vananemist ja surma ainult edasi lükata. Paksu piima kui „elupikendamise“ abinõu ei saa me ometigi teisiti hinnata kui tuhandeid teisi.

Sest — vaadake ringi, kuidas te elate! Hunnikus koos kitsastes majades, mis näevad välja kui vangihooned. Te ehitate kindlusi õhu, päikese ja valguse vastu. Te mürgistate alkoholiga, nõrgestate oma keha üle jõu käiva tööga, te ei pea kalliks oma ihus oleva vilja ja järeltulijate pühi õigusi — nende õigusi, kes janunevad elu jaatamise järele. Ja tulevad teie juurde linnaehitajad, kes aedlinna planeerivad ja töölinna tahavad pühadeks templeteks muuta, tulevad teie juurde apostlid, kes jutlustavad teile teie laste õigustest, — kuidas vaatate te kõige selle peale? . . .

Kuid — tubli. Tuleb aeg, kus teil on linnaehitajate jaoks silmad ja apostlite jaoks kõrvad. Ja kujutelge: ka Metšnikovi sõnad — hapust piimast — on kukkunud viljakandvale pinnale. Ehk isegi kaugel tulevik on juba käes, kus te ilma jämesooleta ümber uidate, päikese ja valguse käes, inimese õnne väljadel, ja kus töö on teile lõbusaks mänguks saanud. Riigi statistika andmetes ei seisaks inimese keskmine eluiga siis mitte enam seitsekümmend aastat, ei sadakakskümmend aastat, võib olla ta on isegi Metuusalemma omast pikem.

Ja kõige selle peale vaatamata: teadus seisaks ka siis veel, samuti kui tänapäev, surma probleemi ees. Ka ilma jämesooleta ja õnne päikeserikastel väljadel ei elaks me igavesti: me vana-

neksime ja sureksime ometigi. Viimaks siiski kantakse surnud keha, korjus, hauda. Me sureme siis vanusenõrkuse kätte, nagu harilikult kõneldakse.

Kestis kaua, kaua, enne kui inimesed tulid vanusenõrkusest tuleva surma küsimusele. Läheme bakaiiride, Kesk-Brasiilia indiaanlaste juurde ja jutlustame neile, et igäüks peab surema. Bakaiirid naeravad meid täiesti välja. Samuti käiks meie käsi hoopis kõrgemal seisvate melaneeslaste ja polüneeslaste juures. „Metsiku“ kogemused ei ulatu nii kaugemale kui kultuur-inimese omad. Ta teab ainult neist asjadest, millega ta puutub kokku ainult selle väikese horda keskel, kuhu ta ise kuulub, juhtumisi ka neist sündmustest, mille pealtvaatajaks ta ühes oma väheste ajaseltsilistega olnud. Ta ise pole kaugeltki kõiki oma horda inimesi, kaugeltki igäüht näinud surevat; ainult üksikuid, nii oma hordast, kui ka neist väikesist hordadest, kellega ta kokku puutunud, on ta näinud surevat. Ka ei saa ta omale mingit aru anda selle üle, kui palju inimesi on surnud, sest ta suudab ainult kümneni lugeda, harva kahekümneni. Surm on seega ta teadumusingis haruldaseks nähtuseks, sugugi mitte niisuguseks, mida igapäev ette tuleb. Peale selle, juhtub harva, kui surm tabab kedagi kodus, asemel; enam jagu seltsilisi langeb võitluses vaenlaste vastu ehk sureb jahil või mõnel pikemal teekonnal saadud vigastuste kätte. Primitiivsele inimesele on haiguski, mis kedagi tabanud, paha vaim, mis pahareti kombel inimesse asunud. Raukade surmagi peale — mis metsiku horda elus on ju nii kui nii mitteharilikuks nähtuseks — vaatavad metsikud samuti vaimudeusu seisukohalt, pidades seda kuritahtliku vaimu pahaks naljaks.

Ka meie mõte surmast pole vaimudeusust vaba, kui me mõnesuguse eluvedeliku abil mõtleme surma enesest koguni eemale hoida. Teadus aga, igasugusest vaimudeusust vaba, tunneb tänapäev vanusenõrkusest tuleva surma probleemi, vananemise ja paratamatult tuleva surma küsimust. Hoolimata hapust piimast ja kõigist ilusaist asjust, mis maailmas olemas, hoolimata valgusest ja päikesest ja õnnest. See on palju

kaugemale ulatuv bioloogiline, eluteadusline probleem, kui see surm, mille vastu me paksu piimaga ja tuhandete teiste abinõudega arvame võidelda võivat.

3. Elu ja surm.

Korjus kantakse hauda. Liikumata surnukeha on surma sümbol. Ja kui me seame üles suure küsimuse, kas kõik elav ollus peab kunagi vanusenõrkusse surema, siis tõusetame ühtlasi küsimuse, kas kõik elusad rakud, mis kujul nad meile ka ei esineks — üherakulise eluolevuse või taimelise või loomalise rakkuderiigina — oma elu normaalsel ringkäigul surevad, muutuvad korjusteks.

Kuid enne: mis on korjus? Elav ollus, rakkollus, mis enam ei ela.

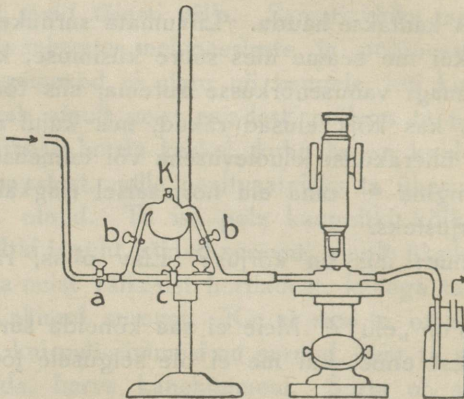
Aga mis on „elu“? Meie ei saa kõnelda suremisest, korjuse tekkimisest enne, kui me ei ole selgusele jõudnud selles, mis on elu.

Elu on väga keeruliste, hästiorganiseeritud raku piirides toimuvate keemiliste protsesside summa. Nende toimingute keskpunktis seisavad munavalge-ained, nii nimetatud seepärast, et keemik leidis nad kanamuna-valgega väga sarnased olevat. Igasugune elu eeldab, et raku munavalge-ained keemiliselt teatud viisil muutuvad; nende muutuste toimumiseks on vaja hapnikku, nii et meil on siin tegemist mingisuguse „põlemisega“. Rakk ei saa seejuures aga otsa, sest raku väikesse keemilisse töökotta võetakse väljast jälle uusi ja uusi aineid, mis elusaks aineks ümber töötatakse. Nii toimub rakus alaline ainevahetus: raku elusa aine koosseisu kuuluvad ained põletatakse, ja põlemisained, raku ainevahetuse-produktid heidetakse rakust välja; väljast võetakse uusi aineid asemele. Igasugused eluavaldused — liikumine, toitumine, sigimine, märkamine ja mõtlemine on ainevahetusega seotud, ja eluteaduse ülesandeks on rakkude ainevahetust seletada.

On igasugune elu elusa olluse ainevahetusega seotud, siis tähendab raku surm, raku elu kustumine seda, et raku aine-

vahetus on seisma jäänud. Tema korjus on rakk, kel ei ole enam elu iseloomustavat ainevahetust.

Kuid seega pole surnukehast ometi veel kõik öeldud. Siin oleks koht kõnelda ühest katsest, kus tuleb ilmsiks veel teisigi tõsiasju, mis me surmast ja korjusest peame teadma.



3. joon.

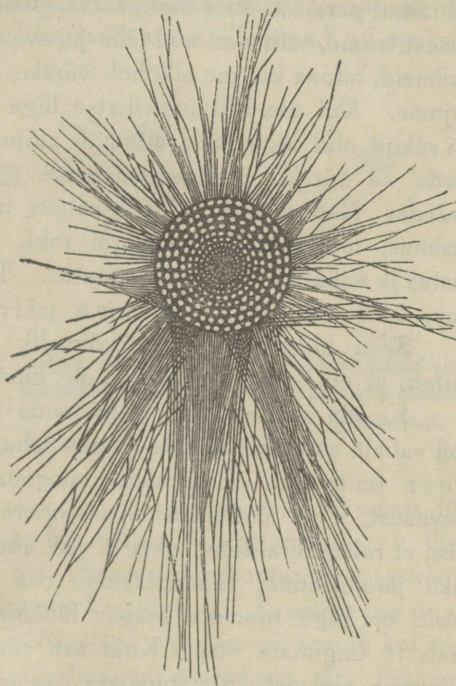
Üherakuliste uurimiskatse korraldus. Mikroskoobi all on klaaskambrike, mille ülemine avaus õhukese kattedklaasiga sulutud. Kattedklaasi alumisel küljel ripub veetilgake, milles uuritavad rakud. Vasemal pool on klaaskambrike ühendatud seadisega, mille abil on võimalik mitmesuguseid gaase klaaskambrisse juhtida. Uuritav gaas, näit. õhk, hapnik või lämmastik tuleb mingisugusest klaasnõust (vasemal pool noolega äranäidatud sihis) klaaskambrisse ja läheb sellest joonise paremal pool märgitud noole sihis jälle välja, voolates enne läbi klaasisoleva vee. Klaasnõu ja uuritavaid loomakeši sisaldava klaaskambrikese vahel asub klaasseadis, mis võimaldab gaasile alkoholi aure soovi järele ligi segada. Avatakse kraan a, siis võib gaas klaasnõust mikroskoobi all olevasse klaaskambrisse voolata ja nimelt c kaudu või jälle b, k ja b kaudu. Sulume kraanid b ja b, siis läheb gaas (näit. õhk või hapnik) mikroskoobi all olevasse klaaskambrisse läbi c. Sulume aga c, siis peab gaas b, k ja b kaudu voolama. K-sse, väikesse klaaskolbikesse võime selle suu peal oleva gummikorgikese avades väikesse, alkoholi kastetud puuvillatükikese pista: läbi klaaskambrikese (mikroskoobi all) voolavale gaasile seltsivad nüüd alkoholi aurud. Tahame oma katseloomakestele mõne aja pärast jälle värsket gaasi juhtida, siis tarvitseb

meil ainult b ja b sulguda ja c avada.

Ishikawa ja Verworni järele. Skematiseeritud.

Püüame akvaariumist mõned kingloomakesed ehk „Paramecium'id“, mikroskoobiliselt väikesed üherakulised eluolevused (2. joon.) lihtsalt sel teel, et me võtame akvaariumist tilga vett. Veetilga paneme väikesele klaasikesele ja asetame selle mikroskoobi alla. Nüüd juhime tast alkoholi-aurud mööda (3. joon.). Juba mõne minuti pärast näeme üherakulisi loomakesi, kes seni elavalt liikusid ja siia-sinna kihutasid, oma liikumisi seisma jätvat. Ja pea näeme neid liikumatult paigal seisvat. Nad on halvatud. Kuid mitte surnud; sest juhime neist uuesti värsket õhku mööda, siis toibuvad nad pea ja on „rõõmsad“ nagu enne.

Me olime loomakesed alkoholiga mürgitanud. Me peame oletama, et mürgitus seisab selles, et ainevahetus on rikutud, vigastatud. Säärase ainevahetuse vigastuse väliseks avalduseks on raku halvatus. Kuna see halvatus aga, nagu me nägime, on üleminev, tagasipöördavaks tehtav, siis peame eeldama, et rakkude ainevahetus sai alkoholimürgitusel küll vigastatuks, sai küll raske hoobi, kuid ei soikunud hoopis. Ainevahetus oli ainult muutunud, oma harilikku-dest rööbastest välja tõugatud. See ongi,



4. joon.

Orbitolites. Üherakuline eluolevus, kes elab Punases meres. Augukestega varustatud lubikestast, mis raku ümbritseb, näeme ebajalakesi välja ulatuvat. Nõrk suurendus.

Verworni järele.

mis narkoosi, millest me siin jutustasime, ja surma üksteisest eraldab: esimesel juhtumisel võib kahju jälle heaks teha, teisel juhtumisel aga mitte.

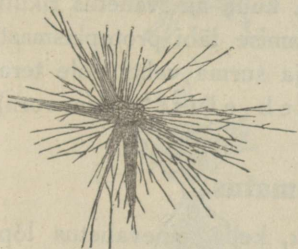
Selle vaatluse najal on meil võimalik korjuse mõistet selgemini piiritella: rakk on korjuseks muutunud, kui ta ainevahetus lõplikult soikunud, „irreparaabelselt kustunud“, nagu selle kohta Verworn ütles . . . Siis on elu kell maha käinud . . .

Kui me oma veetilga üleujutamist alkoholiga alles algasime, kui rakud parajasti alles narkoosi langesid, siis, nagu me ju kogemusest teame, toibuvad nad jälle ja avaldavad kõiki normaalseid eluilmeid, niipea kui me alkoholi värske õhu abil veetilgast välja tõrjume. Kui me aga oma katse liiga pikale oleme venitanud, kui rakud olid liiga kaua alkoholi mõju käes, siis ei lähe enam korda ka värske õhu appisaatmise teel neid halvatuses üles äratada. Nad on surnud, korjusteks muutunud. Ja siin tekib küsimus, missugusel silmapilgul rakk suri, kunas ta elutuluke kustus ja millal ta korjuseks muutus. Teiste sõnadega — küsimus, kus on elu ja surma piir.

Seda küsimust ei ole võimalik vastata. Sest teadumus näitab, et elu ja surma vahel pole kindlat piiri olemas.

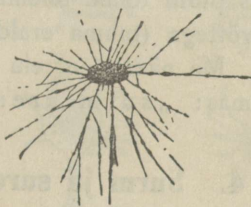
Ka siin teeme hästi, kui me seda probleemi katsume katse abil vabalt elavate rakkude juures lahendada, nagu seda Verworn on teinud. Eemaldame mingisugusest üherakulisest eluolevusest, näit. amööbist, osava operatsiooni teel ühe osa, nii viisi, et rakust eraldatud ossa ei jää ühtki tuuma kildu, siis elab raku järelejäanud, tuumasisaldav osa väsimata edasi. Hoopis teisiti on lugu tuumata osaga: lühema või pikema aja jooksul saab ta tingimata otsa. Kuid see sünnib täiesti pikkamisi — ja surma ajaloost, raku tuumata osa pikaldasest suremisest ühe üherakulise, Orbitolites'eks nimetatud, Punases meres, Siinai kallaste ääres elava ja ligi sentimeetri pikkuseks kasvava loomakese juures lasemegi omale siin Verworni jutustada. Oma lubikesta augukestest ulatab Orbitolites-rakk välja tuumata protoplasmaniidid, ebajalakesed (4. joon.), mille abil rakk liigub ja

toitu püüab. Lõigatakse nüüd Orbitolites'el säärased tuumata protoplasmaniidikesed ära, siis tõmbuvad need esmalt umbes kera-
taoliselt kokku. Hiljemini saadab protoplasma-kerake ise ebajala-
kesi välja (5. joon.), just nagu oleks protoplasma-kerake terve
Orbitolites; ebajalakestega püüab ta isegi toitu. Kuid meie
uuestisündinud Orbitolites en miniature ei suuda toitu seedida.
Tal puudub nimelt see, ilma milleta rakul ei saa olla korrapärast
ainevahetust, — puudub tuum. Sellest tulebki, et protoplasma-
kerake võib küll veel tundide kaupa liikuda, läheneb seejuures
aga paratamatult surmale. Protoplasma-kerake ebajalakesed lähe-
vad tükki (6. joon.) ja langevad koost (7. joon.). Lõpuks on



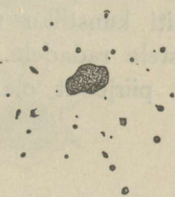
5. joon.

Rakust eemaldatud pro-
toplasma-mass sirutab
ebajalakesi välja.



6. joon.

Väljasirutatud eba-
jalakesed lähenevad
tükki.



7. joon.

Väljasirutatud eba-
jalakesed on tükkideks
pudenenud.

5., 6. ja 7. joon. Verworni järele.

kogu meie protoplasma-kerake muutunud väikeste, liikumata tüki-
keste ja terakeste hõredaks hunnikuks. Ta on surnud . . . Oma-
pärasel luulelisel viisil on Verworn kingloomakese eraldatud,
tuumata osa pikaldast suremist kirjeldanud: „Tuumata osa on . . .
esialgu täiesti normaalne. Ripsmed on tegevad, samuti kui enne,
kui ta muu rakuga veel vigastamatult ühenduses oli. Pikkamisi
läheb aga ripsmete löömine pikaldasemaks ja korraga hakkavad
ripsmed korrapäraselt lööma. Üksikute löökide vahel tuleb ette
pausid . . . Siis hakkab protoplasma mingis kohas laguma . . .
ja sulab liimilis-teraliseks massiks. See teraline lagumine läheb
edasi, kaugemale ja kaugemale, valdab ühe ripsme teise järele

ja paneb nende liikumise igavesti seisma. Nii võib neil huvitavil juhtumisel mikroskoobi all otseselt näha, kuidas surm üle raku roomab, haarates osa osa järele, keset väsimatut liikumist ja sundides nad igavesele rahule. Protsess võib kesta päevade kaupa, teistel juhtumisel on ta aga kiire ja käib mõne tunniga üle kogu raku, nagu säde läheb mööda süütenööri, jättes järele purunenud massid . . .“

Mis meile aga kõigis neis katseis tähtis: et surm areneb siin elust, meie silmade all, pikkamisi, aeglaselt. Korjus ei tekkinud siin ühel hoobil, vaid ta arenes muutuste pika rea kestusel, muutuste kestusel, mis raku elusas olluses ja seega ka raku ainevahetuses pidid toime tulema, kuna ainevahetus rikuti, juhiti kunstliku võttega (tuuma eraldamise läbi protoplasmast) teistele radadele. Me näeme, et elu ja surma vahel pole teravat piirjoont olemas: „surm areneb elust“ (Verworn).

4. Surm ja surematuus.

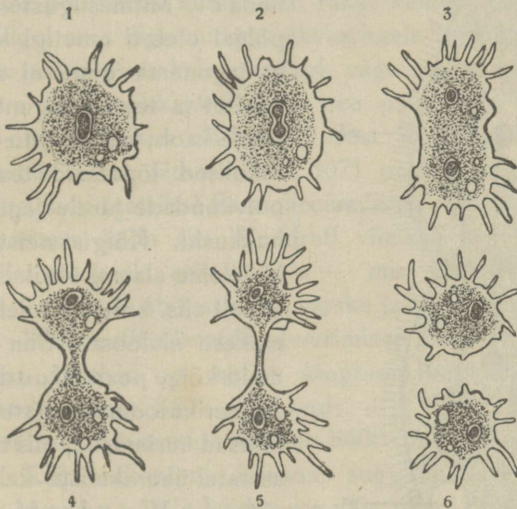
Nüüd teame, mis on korjus: rakk, kelle ainevahetus lõplikult rikutud ja jäädavalt kustunud.

Kuid seni nägime ainult nende rakkude korjuseid, keda me tapsime. Kas sureb rakk ka loomulikkudel tingimustel? Me pole ju omale sugugi veel aru annud selle üle, kas rakkudes loomulikku surma ette tuleb, surma, mis raku eluringi kuulub.

Tahame seda küsimust vastata, siis peame mingisuguse raku eluteed jälgima, vabaltelava üherakulise eluolevuse eluteed.

Üherakulised eluolevused sigivad jagunemise teel. Amöüb, tuumaga protoplasmatakike, kelle elu algusest lõpuni söömises seisab, kasvab täis ja jaguneb siis kaheks osaks. Amööbi ja paljude teiste üherakuliste eluolevuste jagunemisnähtusi on väga üksikasjaliselt uuritud. Kuid üksikasjad meid siinkohal ei huvita. Märkisime omale üles ainult selle tõsiasi, et üherakulise elus tuleb ükskord suur tund, kus raku, nimelt täiskasvanud raku tuum avaldab mitmesuguseid muutusi, mis viimaks tuuma kaheks

osaks jagunemisega lõpeb. Samal ajal hakkab kogu raku protoplasmakeha pikenenema. Ta hakkab keskelt nõõrduma, just nagu oleks talle seasõrg ümber tõmmatud. Kummalgi pool nõõrdumiskohta näeme asuvat mõlemaid tuumapooli — ühest amööbist on saanud kaks, kes ainult veel peene ühendussilla abil teineteisega koos hoiuvad. Lõpuks rebeneb peen sild pooleks, ja



8. joon.

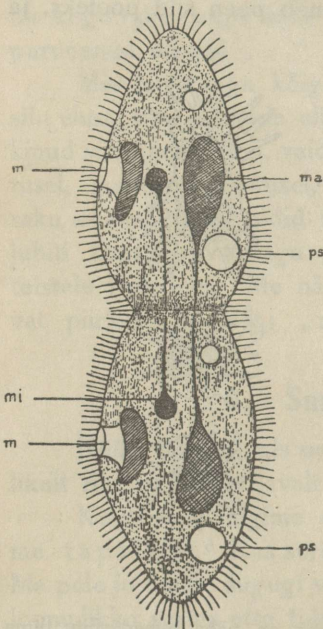
Amööb jagunemas. Amööbi protoplasmakehas on näha tumedavõitu tuum ja pulseeriv põieke (vakuool). On näha amööbi ebajalakesed. 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 — mitmesugused jagunemisstaadiumid. Seletuse leiaste tekstist.

F. E. Schultze järele.

kaks väikest amööbi lähevad kumbki oma teed (8. joon.). Ühtekokku kestab jagunemisaeg mõned minutid või ka tunnid ja isegi päevad; see ei ole erisugustel rakkudel ühesugune. „Emarakust“ on saanud kaks „tütarrakku“, kaks nooremam amööbi, kes täiesti ema sarnased, ainult väiksemad kui see. Tütarrakud kasvavad täis ja kumbki neist jaguneb jälle kaheks osaks, kaheks tütaramööbiks. Ja nii läheb see edasi — lõpmatuseni . . .

Kas tõesti lõpmatuseni? Me veendume varsti, kui tähtis see küsimus meile on.

Esmalt ei või sugugi aimata, mis siis üherakuliste jagunemisele lõpuks pööra ette paneb. Mispärast peab siis peale seda, kui rakk ühtejärke mitmel korral jagunenud, järsku tulema sil-



9. joon.

Paramecium jagunemas. m suu;
ps pulseeriv põieke; ma suurtuum;
mi väiketuum.

Stridde'st.

mapilk, kus ta enam ei saa jaguneda? Mitmesuguste vaatluste põhjal oletati ometigi kaua aega, et jagunemisvõime ei ole piiritu, vaid et ta teatud jagunemistearvu järele kaob, kustub. Leiti, et üherakulised lõpetasid teatud hulga põlvkondade järele jagunemise ja hukkusid. Kõigist neist vaatlusist kõneleme alamal üksikasjalisemalt, nimelt siis, kui jutt tuleb kingloomakese eluloost. Siin huvitavad meid kõige pealt Woodruffi, ühe Ameerika loomateadlase (zooloogi) tähtsad uurimused, mis ta viimastel aastatel üherakuliste kallal ette on võtnud. Woodruff on esimesena ümberlökkamatult kindlaks teinud, et üherakuliste jagunemisvõime on piiritu. Woodruff püüdis akvaariumist „metsiku“ Paramecium'i. Ta pani selle mõnesse tilka vette, mida ta enne ühes heinte

ja rohuga oli keetnud. Paramecium on „leotisloomake“, infusoor, kes heinteletises enese kodus tunneb olevat, kuna ta sealt igasugust toidupoolist leiab, mis talle muidu vaba loodus pakub lompides ja soos. Paar veetilka pandi „akvaariumi“, mis ei olnud muud midagi kui klaasitükis olev lohk, mis võis mahutada mõne tilga vett. Woodruff kandis oma kingloomakese hea käekäigu eest äärmiselt hoolt. Peale seda kui metsik Paramecium oli

jagunenud (9. juun.) — sel üherakulisel sünnib see umbes üks kord päevas — kandis Woodruff ühe kummastki tütarloomakesest värskesse leotisvette. Niipea kui metsiku raku esimene järeltulija järgmisel päeval omakorda oli jagunenud, kanti üks ta tütarakkudest jällegi värskesse leotisvette jne. Iga jagunemine märgiti üles, ja Woodruffil oli seepärast täiesti täpsalt teada, mitmendasse põlvkonda kuulus see rakk, kellega tal sel või teisel silmapilgul oma tilgasuuruses akvaariumis tegemist oli. Säärane kasvatuskatse maksis muidugi väga palju vaeva. Kuid selle vaeva tasus rikkalikult kõik see palju, mis kingloomake seejuures oma võimisist näidanud. Sest Woodruffil läks korda oma kasvatusekatset jätkata kuni 5071 põlvkonnani! Kaheksa aastat kestis, kuni metsikul *Paramaecium*'il oli lapselapselapse . . . 5071. lapselaps, keda siis Woodruff viimaks oma suure vaeva viljana võis teadusele esitada. Ja — mis tähtis — see lapselapselapse . . . laps oli just sama värsk ja terve nagu ta metsik esivanem. Woodruffi edaspidised uurimised sama *Paramaecium*'i tüve juures näitasid, et metsik kingloomake võib 13¹/₂ aasta kestusel anda umbes 8400 põlvkonda.

Metsikust esivanemast põlvneb 8400 põlvkonna järele kingloomake. Kuid selles, nii igivanas sugukonnas ei tulnud ette ühtki . . . surnut. Ja kuidas see võis ollagi? Metsikust *Paramaecium*'ist tekkis kaks tütarakku, mõlemast tütarakust jällegi kaks, igast niiviisi tekkinud teise põlvkonna neljast tütarakust jällegi kaks, igast kolmanda põlvkonna kaheksast rakust tekkis uuesti kaks tütarakku jne. kuni 8400 põlvkonnani. Mis meile aga tähtis: *Paramaecium* sigis 8400 põlvkonnani, ilma et selle aja jooksul oleks kuskil surnukehaga tegemist olnud. Sarnased teated tulevad ka teistelt uurijatelt. Enriques'ilt, Metalnikovilt ja Jollos'elt infusooride, Erdmann'ilt ja Doflein'ilt amööbide, M. Hartmannilt vibukaidkandva, taimevärvainega varustatud üherakulise *Eudorina elegans*'i kohta. Kõige selle järele võime kaunis kindlasti oletada, et üherakulised võivad sigida lõpmatuseni, ilma et seejuures oleks kuskil korjusetekkimist märgata.

Me nimetasime korjuse surma sümboliks. Ja kui üherakuliste juures ei tule normaalselt ühtki korjust ette, siis on seega öeldud, et üherakulistel ei ole loomulikku surma olemas. Kui üherakulisi surebki, siis on need õnnetuseohvid, mittedoodsate väliste olukordade ohvid. On välised olukorrad soodsad, siis ei tule üherakuliste riigis surma ette.

Ja kes peakski üherakuliste juures harilikult surema? Kumb mõlemast, täiesti ühesugusest tütarrakust? Vanem, ema peaks ennemini surema — eks ole? Kuid kumb kahest rakust on ema, kumb tütar? „Kujutleme omale minateadvusega amööbi,“ ütles Weismann, kes suure loomuliku surma üheks esimeseks teaduslikuks käsitlejaks oli, kunagi väga tabavalt, „siis mõtleks ta oma jagunemisel: „ma nõõrin enesest ühe tütre lahti“, ja ma ei kahtle, et kumbki pool vaataks teise kui tütre, enese kui esialgse ema peale“. Vanem, emarakk, kui ta tütarrakuga kõrvuti elaks, peaks ennemini surema: siin aga läheb kogu emarakk tütarakkudeks üle . . .

* * *

*

Nii siis, on olemas eluolevusi, kelle juures surm sugugi paratamatu ei ole. Kas tähendab see seda, et surm ei ole eluringi osa?

Niikaua kui me surma all mõistame korjuse tekkimist, on üherakulised — kui neile välised olukorrad soodsad — surematud. Nagu Woodruffi katsed meile täiesti kindlasti näidanud, ei lähe nende ainevahetus soodsate välistingimuste puhul oma arenemiskäigu kestusel kunagi rikki, mille tagajärjeks oleks korjuse tekkimine, s. o. raku hukkumine. Kuna iga üherakuline organism avaldab kõiki elu iseloomustavaid nähtusi, kuna rakk on elusa olluse üldiseks vormiks, siis võime nüüd öelda, et ülalpiiriteldud, korjusetekkimise mõttes võetud surm ei kuulu elunähtuste tsükli. Vanusenõrkusest tulev surm, nagu ta inimesel ja loomal esineb, on ainult erijuhtumine: elus ollus kui niisugune on surematu.

Peab aga hoidma selle järelduse valesümboolsuse eest, kui

ei taheta vastuoksuste rägastikku sattuda. Mõistetakse nimelt elusa olluse surematust laialisemas mõttes, raku muutumatu edasikestmise mõttes — ja niiviisi saadaksegi „surematusest“ harilikult aru —, siis satutakse vastuoksusse kõigi meie teaduslikkude kujutlustega elust. Elu on muutus, ja ei saa olla elusat ollust, mis ei muutuks. Igasugune elu eeldab ainevahetust, teatud keemilisi muutusi, elusa olluse lagumist ja uuesti ehitumist: elusa raku muutumatu olek ei ole võimalik. Elu ilma muutuseta on vasturääkivus enesele: sest elu ilma muutuseta tähendaks elu seisakut.

Tõepoolest, üherakulise eluolevuse kumbki tütarrakk ei seisa koos enam sest elusast ollusest, millest ta emarakk oli üles ehitatud, kui ta tütarrakuna kunagi oma iseseisvat elu oli alganud. Sest ta individuaalse elu kestusel — sellest silmapilgust, kus ta tütarrakuna lahti nõõrdunud, kuni silmapilguni, kus ta ise jälle kaheks tütarrakuks jagunenud — on ta elus ollus alatasa muutunud, ja ükski raku osake ei ole sellest puutumatuks jäänud. Emaraku elus ollus ei kesta seega tütarrakkudes muutumatult edasi, ja surematust elusa olluse muutumata edasikestmise mõttes ei ole olemas.

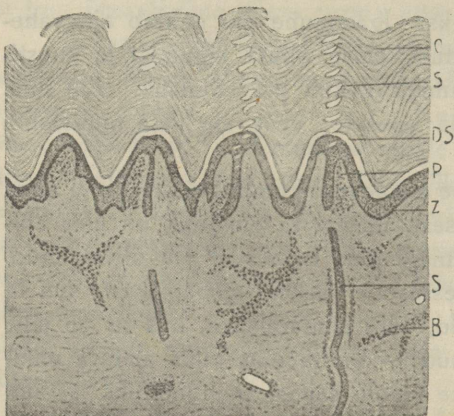
Et eksiavamäsi ära hoida, peaksime siis kindlasti meeles, mis me surematuse all mõistame. Surematust tähendab meile, et raku normaalse arenemistoimuse kestusel ei teki kunagi korjust. Elus ollus on surematu ainult niikaua, kui kaua surma all mõistetakse korjuse tekkimist, jäädavalt kustunud ainevahetusega raku esinemist.

5. Surev rakkuderiik.

Korjuse all mõistsime raku, kelle ainevahetus jäädavalt kustunud. Senikui jutt oli üherakulisest eluolevusest, võisime säärast kujutlust korjusest väga hästi tarvitada. Kuidas tekib korjus aga paljurakulisest eluolevusest?

Paljurakuline eluolevus on rakkuderiik. Selles rakkuderiigis saab rakke alatasa otsa, — nad heidetakse kehast ära,

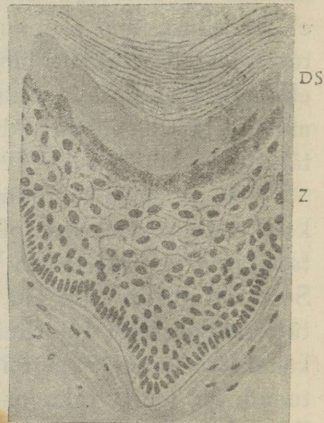
poetatakse sellest lahti. Kõikides looma- ja taimeriigi klassides on see nii. Näiteks on meie naha pealmised kihid surnud, sarvunud rakud, mis aegade jooksul nahast lahti tulevad ja ära langevad; alt kasvab nende asemele nooremaid rakke, ja nende



10. joon.

Ristlâbilõige nahast. Peal marrasknahk (O), all alusnahk (vahekude). Marrasknahas ja alusnahas on näha higinäärme viimakäik (S) ja veresooned (B). P kujutab marrasknahasse ulatuvaid alusnaha näsakesi. Z on kiht rakke, kes pärastpoole sarvuvad ja sarvkihiks (marrasknahaks) muutuvad. Üksikuid rakke pole väikese suurenduse tõttu näha. DS — üleminek sarvuvate rakkude tekkimispaiga ja päris marrasknaha vahel. Nõrk suurendus.

Sigmundi järele.



11. joon.

Lõige läbi naha, tugevamini suurendatud. Sarvuvate rakkude tekkimispaigas on näha üksikuid rakke, kes pärast sarvumise teel niivõrra muutuvad, et neid pole äraagi tunda. Nimetused nagu 10-dagi joonise juures.

Stöhr'i järele.

noorte saatus kannab sama pitsatit, mis nende eelkäijategi oma (10. ja 11. joon.). Ka meie karvad ja küüned on suuremalt osalt surnud naharakud. Samuti lindude suled. Kui linnud sulivad, siis heidavad nad omegi kaunis suure hulga surnud rakkollust ära, nad poetavad endilt rakk-korjuseid. Nii teevad ka paljud lüljalalised nahaajamisel. See üksikute rakkude suuremine

rakkudeühingus algab kaunis varakult: ka emaihus oleva looma nahal on sarvkiht ja karvkate. Juba emaihus hüljatakse sarvkihi ja karvade surnud rakud. Ka meie suu ja soole ilanahalt tuleb alatasa rakke ja isegi vigastamatuid rakke lahti, et siis surmale saagiks langeda. Meie punased verelibled, punased vererakud, kes oma arenemise kestusel tuuma kaotavad ja keda verevool tahtevabade kettakestena kannab, elavad ainult paar nädalat, et siis kokku variseda ja „vana rauana“ — siin sõna otsekohehes mõttes — rakkuderiigi majapidamises tarvitust leida. Mõne nädala võrra nooremad punased verelibled tulevad kondiüdist, oma sündimispaigast kehas, oma surnud eelkäijatele asemele. Ka näärmetes saab alatasa rakke otsa. Isase sugunäärmed saadavad perioodiliselt välja miljonite kaupa eluvärsked rakke, imeväikesi seemnerakke, kes pea kõik hukkaminekule, surmale pühendatud. Ainult mõnedele üksikuile neist miljonitest ja mustmiljonitest rakkudest saab õnn osaks ellu jääda ja lastes edasi elada. Ka emaloomas toimub aegajaline, surmalepühendatud rakkude väljasaatmine. Kõrgematel loomadel on lapse sündimine seotud sellega, et osa emalisest või lapselisest organismist, „emakook“, tuleb kehast lahti ja sureb kõigi oma rakkudega.

Nagu loomadel, nii on see ka taimedel. Taime kehas sureb ikka jälle ja jälle osa rakke, saades paljurakulise taime ehitusmaterjaliks. Näiteks puitunud rakud, kellest on ehitatud mitmesugused veejuhtimis-teed taimes, kellest on lõppude lõpuks ainult puitunud seinad järele jäänud, kusjuures needki on aukudest ja pilukestest läbistatud. Nende rakkude protoplasma on hoopis kadunud. Nii on ka koore, lehtede pealishaha rakud surnud. Edasi saavad miljonid taimekeha rakud lehelangemisel otsa, ja nende surnukehade hulgad määravad meie sügismaastiku värvi. Miljonid taime elusaist rakkudest ohverdatakse „armastusele“, kui õite tolmu haarab tuul ja kannab kaugele — ainult mõned üksikud tolmurakud, nii paljudest üksikud, satuvad emase õie suudmele. Ja ka värvirikka õiteilu eluvärsked ja lõhnupuistavad rakud langevad ohvriks surmale.

Surm töötab meis ja meie ümbruses...

Kui paljurakulise organismi elu lõpeb, siis tähendab see seda, et ta ainevahetus on soikunud. Kuid paljurakulise organismi elu pole muud midagi kui nende rakkude ühine elu, kellest ta ehitatud. Paljurakulise ainevahetus põhjeneb ta rakkude ainevahetusel. On selge, et kui rakkude riik ükskord sureb, siis peavad ka ta rakud surnud olema. Kuid mitte igasuguse rakkude rühma surm rakkude riigis ei muuda viimast korjuseks. Surnud rakud kuuluvad ju osalt taime ja looma rakkude riiki, ilma nende surnud rakkudeta ei saa taim ja loom elada. Kui suur rakkude riik peab korjuseks saama, siis peavad nimelt teatud rakkude rühmad surnud olema. Ja veel enam: juba siis, kui teatud rakud ei täida enam hästi oma ülesannet, ilma et nad tarvitseksid surnud olla, — juba siis võib rakkude riik hukkuda. Seda peame aga veel lähemalt selgitama.

Me mõistame väga hästi, et paljurakulise looma elule ei ole veel piir pandud, kui loom on näit. käed-jalad kaotanud. Kui me aga katseloomal, näit. konnal, südame välja lõikame, siis sureb ta lühema või pikema aja jooksul. Ta peaju, ta musklite, ta maksa jne. rakud ei saa pärast südame eemaldamist enam hapnikku ja nad lämbuvad. Nende ainevahetus soigub, nad muutuvad korjusteks. Lõpuks tuleb silmapilk, kus kogu rakkude riigi, „konna“, rakud on surnud. Me ütleme: katseloom on nüüd surnud, nüüd on ta korjus. Me lõikame mingil katseloomal, näit. kodujänesel, neerud välja. Ainevahetuse laguproduktide, tagemete, kehast väljatoimetamine jääb nüüd seisma, nad kogunevad looma verre ja rakkudesse; rakud surevad — ühed varemini, teised hiljemini, kuni lõpuks on kõik rakkude riigi rakud surnud. Nii on see ka haiguste puhul, kus teatud rakkude ja organite tegevus saab halvatuks, näit. südamehaiguste puhul. Süda ei tööta enam nagu harilikult, sest ta musklorakud on haiged ja nõrgenenud. Kogu rakkude riigi rakud muutuvad seejuures kaaskannatajaiks, nad saavad liiga vähe toitaineid, eeskätt just vähe hapnikku, ja ainevahetuseprodukte ei uheta rakkudest küllalt hoolikalt välja. Lõpuks lõpeb südame korrapärane tegevus hoopis, algab kogu rakkude-

riigi rakkude kiire suremine. Ehk neerud on haigeks jäänud, nad ei tööta enam korralikult, ilma et nende tegevad näärmerakud oma töö oleksid täiesti lõpetanud, ilma et nad oleksid surnud. Kõik keha rakud saavad neerurakkude korratu töö all kannatada, ja tuleb tund, kus südame või peaaegu rakud töö seisma jätavad. Nad surevad — suur rakkude suremine rakkude-riigis algab.

Sarnane on lugu ka taimega. Kaotab taim oma juured, siis surevad lühema või pikema aja pärast kõik taimelise rakkude-riigi elusad rakud. Lõikame mingi taime tüvest — parajasti pealpool juuri — tüki puud välja: taim närtsib, rakud surevad. Taim muutub korjuseks.

Kõik kokku: paljurakuline organism sureb siis, kui teatavad rakud jätavad oma hariliku töö seisma ja segavad seega kõigi teiste rakkude ainevahetuse normaalset käiku rakkude-riigis. Kuid kõik rakkude-riigi rakud ei sure ühel ajal. Teata-vasti võib, nagu seda Harrison, Carrel j. t. näidanud, kehast eraldatud kudet vereleemes ehk seerumis kuude kaupa elus hoida. Kujutleme nüüd, et me lõikasime kahe aasta vanuses surnud hiire kehast mingi koe, kas või näit. põrna välja, et seda keha temperatuuris seerumi sees edasi elatada. Kudet võib veel kuude kaupa elus ja isegi kasvamas hoida; ta võib veel elus olla, kui meie hiir juba vahepeal on loomu-likku surma surnud. Nagu surm raku sureva, tuumatu osa üle „ronib“ — kui kõnelda Verworni keeles —, nii ronib ta pikka- misi ka üle rakkude-riigi üksikute rakkude. Ükskõik mis palju- rakulise organismi surma otseselt tingis: alati surevad ühed rakud varemini, teised hiljemini, kuni lõpuks on kogu rakkude- riik korjuseks saanud...

Me tahame teada, miks me sureme. Mispärast me vana- neme ja lõpuks korjuseks muutume? Missugust teed peame käima, kui me siin vastust tahame leida?

Me peame kõige pealt tundma õppima muutused, mis paljurakulise organismi rakkudes elu kestusel, surmaks areneva elu kestusel ilmsiks tulevad.

6. Rakkude vanusepõlv rakkuderiigis.

Me kuulsime metsikust, kes sugugi ei taha aru saada, et inimene peab surema. Looduseinimene näeb surmas õnnetust, mille saatjaks oli tingimata paha vaim: paha vaimu vastu ei oldud küllalt viisakas, ja viisakas peab vaenuliste vaimude vastu olema, kui tahetakse puutumatuks jääda ja kui ei taheta end igasuguste piinlikkude juhtumiste küüsi anda. Kui keegi sureb, siis on selles tingimata vaenuline vaim tegev olnud.

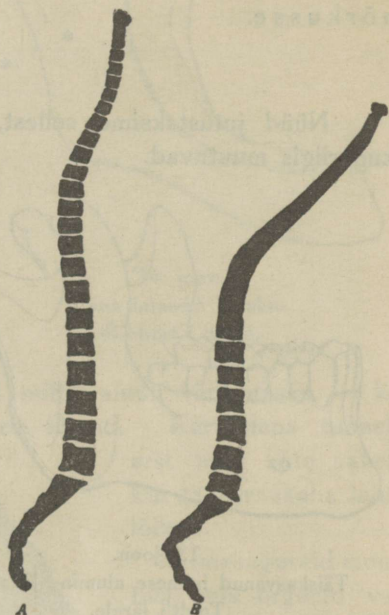
Võtaksime ja vaataksime käesaja statistikute andmeid inimeste suremise kohta, siis võiksime looduseinimesele peaaegu õiguse anda, et ei ole olemas „loomulikku“ surma, vanusenõrkusest tulevat surma, ja et inimeste suremise juures ei ole kunagi „asjad korras“, et seal on pahad vaimud tegevuses. Saksamaal sureb igal aastal üle miljoni inimese, ja neist sureb vanusenõrkusse ainult üle sajatuhande, mitte rohkem kui näit. tiisikusse. Siia tuleb veel juurde, et sajast-tuhandest inimesest, kes üle kuuekümnepäevase vanaks saanud ja nähtavasti vanusenõrkusse surnud, tõepoolest ainult vähesed on vanusenõrkuse tõttu hauda varisenud. Et keegi tõesti on vanusenõrkusse surnud ja mitte haigusse, mis ta vananenud, nõrka keha tabanud, selle kohta võib ainult siis midagi kindlat öelda, kui surnu organid võetakse õige põhjaliku mikroskoobilise uurimise alla. See sünnib ainult harukordadel, siis, kui vanake oli surnud avalikus haigemajas, ja ka siis mitte alati. Kus säärast eriteadlaste uurimist surnu juures pole ette võetud, seal ei saa kunagi võimatuks pidada, et meil on tegemist haigusest tulnud surmaga. See kahtlus on õigustatud seda enam, et just kõrges vanuses on inimesed väga kerged haigeks jääma; neid tabavad siis haigused, mis mõni noorem oleks kergesti läbi põdenud. Seejuures tuleb arvesse võtta, et mitte vähem kui kolmandik kõigist surnuist ei ole suremise eel arsti ravitsemist üldse näinud. Arst, kes säärasel juhtumisel peab surma põhjuse üle otsust andma, ei suuda üle kuuekümnepäevase inimese surma põhjuseks loomulikult muud midagi ette tuua kui vanuse-

nõrkust, — mis ju on õige ainult niipalju, kui palju vanusenõrkus oli vana inimese surmas tõepoolest kaassüüdlane. Kuid teaduslikult täppis otsus selle üle, kas vana inimene on tõesti vanusenõrkusse ja mitte mõnda haigusse surnud, — seda ei ole arsti otsus kaugeltki. Nagu juba mainitud, ainult üksikasjaline korjuse-uurimine noa ja mikroskoobi abil lubab meid otsustada, kas keegi on surnud vanusenõrkusse ja mitte mõnesugusesse haigusse.

Nii on meile arusaadav, et kuulus arst Nothnagel võis tulla veendele, et „pea kõikide inimeste haudaviijaks on välised jõud ja haigused... ja et õige väike osa inimesi sureb loomulikkult surma, võib-olla sajast-tuhandest ainult üks“.

Ja nüüd see „teisest küljest“.

Uuritakse vanade inimeste organeid, ükskõik, kas need inimesed surid vanusenõrkusse või mingisugusesse haigusse, siis leitakse neis alati täiesti karakterlikke muutusi. Neist muutustest jutustame allpool veel. On selge, et me neid, iga vanas inimeses eettulevaid muutusi peame vaatama kui vanuse muutusi... Kuigi vanake ei ole vanusenõrkusse surnud, siis on kõigile raukadele ühised vanuse-muutused ometigi selleks pinnaks, millel haigus — mille mõni noorem oleks kergesti läbi põdenud — arenes ja paha pöörde võttis. Et tänapäev sureb vanusenõrkusse nii



12. joon.

Selgroo kõverdumine vanuses.

A. 35-aastase naisterahva selgroog.

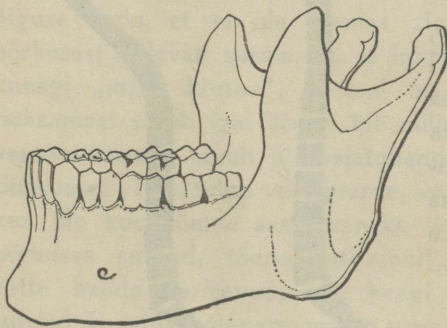
B. 83-aastase meesterahva selgroog.

Minot'i järele Evald'ist.

vähe inimesi, ei tule sellest, et vanusenõrkusest tulevat surma ei ole olemas, vaid nähtavasti sellest, et vananenud organismi tabavad väga kergesti igasugused haigused, mis nooremaile nimesile ei ole surmavad. Rauk, kes mingisugusesse haigusse sureb, sureb ühtlasi ka vanusenõrkusse.

* *
*

Nüüd jutustaksime sellest, kuidas vananevad rakud rakukuderiigis muutuvad.



13. joon.
Täiskasvanud inimese alumine lõualuu.
Toldt'i järele.

Küürus, kortsus põskedega, hambutu vanaeit on meile vanuse sümboliks. Rasvkude, mis naha kunagi pringi, sileda hoidis, on kadunud, ja nahk on voldis. Sidekoelised kõõlused, mis selgroo lülid üksteisega tugevasti sidusid, on oma painduvuse kaotanud nagu paljutarvitatud gummiside. Selgroog

annab pealmise kehapoole rõhumisele järele, pealmine kehaosa langeb ettepoole (12. joon.). Hambad langevad lõualuudest välja, hambaid sisaldav osa kaob seal ära (13. ja 14. joon.).

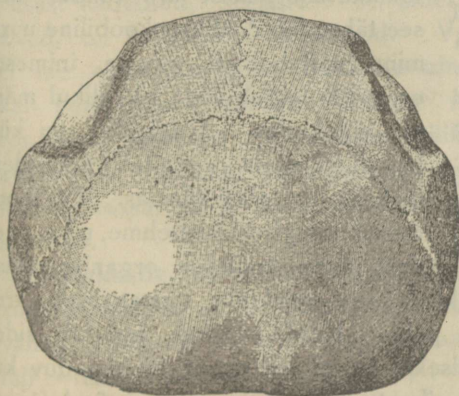
Vananeva inimese mõtlemine ja tegutsemine on samutigi muutunud. Mõeldakse ja tegutsetakse pikaldasemalt, aeglase-malt. Longatakse, kui vanus kätte jõudnud, ka mõtlemises, samuti kui karkudega komberdatakse mööda kivitatud uulitsaid ja treppe.

Vana inimese sisemised organid on väiksemad kui noorema inimese omad. Võib kõnelda organite kaost vanuses. Alumise lõualuu välisest, nähtavast kaost me juba

kõnelesime. Ja nii on see luudega üldse, näit. pea luudega (15. joon.). Luud muutuvad õhemaks; luude õhenemine läheb nii kaugele, et nad hapraks muutuvad. Igaüks teab, et vanade inimeste luud on kerged murduma, nimelt reieluu kael. Ka teiste organite kadu on õige suur, näit. neerude, südame, maksa oma, kusjuures viimane võib väheneda poole võrra. Eriti silmatorkav on aga vanade inimeste peaaju kadu. Peaaju sagarad, mis närvirakkudest ehitatud, muutuvad kitsamaks, sagarate vahel asuvad vaod laienevad. Kuid mitte ainult väiksemaks, — ka kalgimaks on organid vanuses läinud. Karmidena tunneb arst neid käte vahel, kui ta surnukeha lahti lõikab.



14. joon.
Vana inimese lõualuu.
Ribbert'i järele.



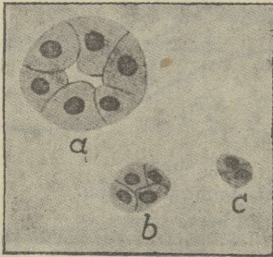
15. joon.

Vana inimese ajuluu. Paremal ja vasemal pool lagipealuul on väga selgesti kondikadu märgata: luudesse on madalad loigukesed tekkinud.

Ziegler'i järele.

Mitmesuguseid muutusi, mis organid vanuses läbi teevad, võib alles siis mõista, kui mikroskoop appi võetakse, et vanade inimeste organeid mikroskoobiliselt uurida. Vaatleksime mikroskoobiliselt näit. vanusenõrkusse surnud inimese neeru (16. joon.). Mõnel kohal on seal veel hästihoidunud

neerurakud näha; nad moodustavad neerutorukesti; nad ei ole sugugi viletsamad kui normaalse neeru omad. Kuid me leiame ka neerurakke, mis täiesti kokku langenud, kus isegi torukeste õõs kadunud. Nende torukeste rakud on väiksemaks läinud, kurtunud ehk „atrofeerunud“, nagu öeldakse. Need rakud on vanusekao läbi teinud. Samuti on lugu ka maksa, näärmete, peaja ja teiste organite rakkudega. Et organite rakud on



16. joon.

Vana inimese neerukanalikeste ristlääbilõiked. *a* rakud on veel hästi hoidunud; selgesti on näha neerukanalikeste õõs. *b* ja *c* atrofeerunud rakud: kanalikesed on kokku langenud, õõsi pole enam olemas. Tugev suurendus. Ziegler'i järele. Vähe skematiseeritud.

sängitatud. Vanuses hakkab aga sidekude lopsakamalt arenema. See poleks veel pahe. Kuid vanuses muutub sidekude väga kalgiks, kiuliseks, ta ei ole enam nii paindub kui kunagi varemalt. Väga silmatorkav on veresooni ümbritseva sidekoe kalgestumine, millest on tingitud siis ka tuksatava pulsi ettetulemine vanade inimeste juures. Nagu neerude, maksa, peaja ja kõikide teiste organite rakud ei suuda vanuses enam nii hästi töötada kui harilikult, sest et nad vanusekao

väiksemaks läinud ehk atrofeerunud, sellest just tulebki, et organid on vanas eas väiksemad kui nooremais aastais. Nii siis, vanuses toimub rakkude atroofia, elusa olluse kadumine. Kõik vananenud keha organid on rakkude elusa olluse kaoga iseloomustatud.

Kalgimaks ja karmimaksiki, nagu öeldud, lähevad organid vanuses. Juba väliselt võib seda vana inimese tuksatavast pulsist ära tunda. Mis see tähendab? Mikroskoobiline uurimine näitab, et vanade inimeste organites leidub väga rikkalikul määral sidekudet. Sidekudet on küll ka eluvärskeis organites, neerudes, maksas jne. alati olemas. Ta moodustab mingisuguse pehme, udusulgedest aluse, millesse organite rakud

läbi teinud, nii on see ka sidekoega. Ta keeldub, ärub teenistusest: ta ei ole rakkudele ja organitele enam pehmeks ja painduvaks voodiks, ta ei ole neile enam toeks nagu varemini. Seda näeme eriti selgrootu kõverdumisest vanuses. Hädaohtlik on see sidekoe ärumine veresoonte juures. Nimelt võib vere levimine kehas ainult siis korralik olla, kui veresooned on jagusalt painduvad. Painduvad veresooned on vereringvoolu pumpaparaadi osaks, vere levitamisel kehas töötavad nad südamega käsikäes. Kuid vedeliku kalkidesse torudesse pressiv pumbavärk tekitab katkestatud voolu, voolu üksikute tõugetena. Seevastu ajab sama pumbavärk vedeliku läbi painduvate torude mitte tõukeliselt, vaid ühetasaselt, katkestamatult. Painduvaid veresoontel on seega vere levitamisel kehas väga suur tähtsus: nad hoolitsevad selle eest, et vere voolamine organitesse ja rakkudesse oleks vahetpidamatu, katkestamatu. Oleksid nad paindumatud, siis voolaks veri rakkude juurde ainult üksikute tõugetena, iga sekundi järele, iga südamelöögi puhul kord. Vanuses on aga veresooned palju oma painduvusest kaotanud, seepärast et sidekude, millesse nad süngitatud, on kalgimaks muutunud. Vere vool rakkude juurde ei ole enam korralik. Rakkude ainevahetus vigastub. Kuid ka verepumpa ennast, südame rakke tabab vanusekadu. Ka süda muutub ju vanuses väiksemaks ja ei suuda siis enam nii tugevasti töötada nagu noorusepäevil. Kõik see mõjub kaasa, et kõikide keharakkude elusa olluse kadu veel kiireneb.

Rakkude vanusekao tagajärjel sisaldab vananenud rakkude riik vähem elusat ollust; ainevahetusel põletatakse viimast vähem. See on ka arusaadav: vananevas organismis põleb elu tuli — täiesti sõnaliselt mõistetud! — mitte enam nagu maikuul, ta ei põle enam lõõmava leegina nagu varemal, nagu inimese nooruses. On leitud, et rakkude ainevahetus väheneb. Nii on põlemistoimingud umbes 7. kuni 8. aastakümnet käivate inimeste juures keskmiselt 20% võrra aeglasemad kui keskmises elueas.

Kõik kokku: rakkude riigi rakud atrofeeruvad vanusepõlves, nad teevad läbi vanusekao, kusjuures rakkude ainevahetus väga tähtsal määral väheneb.

7. Kuidas me sureme.

Kui palju aitab see teadmine, et rakkude riigi rakud teevad läbi vanusekao, — kui palju aitab see teadmine meid küsimuseloleva loomuliku surma mõistmisele lähemale? Viiendas peatükis jõudsimeteadmisele, et paljurakuline organism sureb siis, kui teatavad rakud, kel rakkude riigi normaalses ainevahetuses erilisel suur tähtsus, äruvad oma tegevusest. Kas ei näita nüüd vananeva rakkude riigi rakkude muutused seda, mis sugused keha rakud töö ennemini seisma jätvad ja rakkude riigi suremist alustavad? Ei. Me nägime, et kõik rakud teevad vanusekao läbi. Me tahaksime aga teada, mis pärast tuleb enam-vähem järsku silmapilk, kus kogu rakkude riigi rakkude kiire suremine algab. Sellest ei räägi meile see, mis me rakkude riigi rakkude vanaduskaost ja ta ainevahetuse vähenemisest kuulsime, veel midagi. Tahame siin seletust leida, siis peame teist teed käima. Me ei tohi siis piirduda ainult sellega, et me vanusenõrkusse surnud inimeste organeid uurime. Me peame siis jälgima, kuidas surrakse.

Et otsimist kergendada, vaataksime kõige pealt, kuidas surrakse haiguse kätte, kuidas toimub suremine haiguse puhul.

Kes aga keset elurõõmu tahab juurdlema hakata arvude kallal, mis statistika-ametnikkudelt ja haigemajadest pärit ja kust võib lugeda, millesse ja kuidas inimesed surevad! Kes tahab küll vaadelda surma õudset pilti! Võib ju leppida, et kingloomakese suremisest ja ka inimese vanusenõrkusest tulevast surmast kõneldakse. Kuid — haigusest tulevast surmast, mis meis külmavärinat tekitab!... Siin annaksin sõna Nothnagel'ile, kes vähe enne oma surma ühes kõnes käsitles surma probleemi: „On julge samm, tuua teie vaimusilma ette mitte, nagu muidu harilikult viisiks, kunsti ja luule meeldivaid

kujusid, või liigutavaid sündmusi inimeste elust ja ajaloost, või teaduse lihtsaid ja ilurikkaid küsimusi, vaid mingi nii ööse-sündinud probleemi, nagu seda on suremine. Julgust selleks annab teadmine, et ükski mõtleja ei suuda selle probleemi loodusliku jõu eest põgeneda. On ju tegemist siin paratamata üleskerkiva küsimusega, mis igäüht, ilma erandita, isiklikult puutub. Me võime ta vastu võtta ükskõikselt või kergemeelselt, üleemeelselt või alandlikult, kartusega või koguni rõõmuga, mõtteteadlase rahuga või uurija teadmishimuga, kuid mõttesse tuleb ta sel või teisel teel ikka kunagi. Tõsisest inimesest on aga väga mõistlik, kui ta nähtusele, mis kõik elusa hävitab, pöörab üksikasjalise ja sügava tähelepanu“.

Surmastatistikute andmetes on väga palju „surma põhjusi“ üles loetud. Surma põhjuste ametlik nimekiri, mis Saksamaa üksikute lepinguriikide kõrgemad tervishoiu-ametkonnad arstidele tarvitamiseks soovitanud, sisaldab üle 175 mitmesuguse numברי. Juba „lühikeses nimekirjas“, mida riigi tervishoiuosakond surmastatistika jaoks tarvitas, leiame 23 surma põhjust. Seal sureb inimesi infektsioonihai-gustesse, nagu tiisikusse, tüüfusse, sarlakisse, difteriiti, leetritesse, roosihaigusse, kopsupõletikku ja influentsasse, rõugetesse, düsenteeriasse, ajuseljajädi põletikku, lækastuskõhasse jne. Teised surevad seedimishai-gustesse, südame, kopsude, neerude, maksa, närvikava hai-gustesse. Kolmandad surevad vähihai-gustesse, langevad ohvritena töö võitlusväljadel vabrikutes ja mäekaevandustes, saavad õnnetuste ja mõrtsuka käe läbi otsa, surevad mürkide kätte. Ja ega see pole veel kõik!

Nii tuleb siis kõige pealt välja, et „surma põhjustes“ valitseb lõpmatu mitmekesisus. Lähemal vaatlemisel selgub aga, et inimeste suremine on palju ühetaolisem. Võtame juhtumise, kus inimene on kopsupõletikku surnud. Esimesel pilgul ei näi olevat mingit kahtlust, et kopsude hai-gus on meie patsiendi surmas süüdi. Hai-gete kopsude tõttu pole hingamine enam korras. Keha rakud ei saa küllaldaselt hapnikku. süsihapu gaas ei uheta neist küllalt kiiresti välja. Kõige pealt tabab

see närvirakke, kes hapniku puuduse vastu haruldaselt tundlikud. Haige meeled tumenevad; lõpuks kaotab ta mõistuse. Kuid hingamine pole veel täiesti soikunud ja süda töötab edasi. Aga ka süda hakkab lõpuks väsima. Sest südamerakud võivad ainult siis korralikult töötada, kui nad vere kaudu piisavalt hapnikku saavad ja kui nad ainevahetuse-produktidega üleliia ei täitu. Harilikult viivad isäralised veresooned südame muskli-rakkudele kõige värskemad verd kehas. Nüüd, kus hingamine vaevaliseks jäänud, kus kopsud ei saa jagusal määral hapnikku verre saata, muutub loomulikult ka hapniku juurdevool südame muskli-rakkudele puudulikuks. Südame löökide järjekord muutub korrapäratuks ja lõpuks jääb süda seisma, olgugi et meie haige hingamine ei ole veel täiesti soikunud. Südamele oli aga puudulik hapniku juurdevool niivõrra mitterahuldav, et ta oma tööd jätkata ei suutnud. Meie haige on surnud. Me ütleme, ta suri kopsupõletikku. See on õige niipalju, kui palju kopsupõletik teda haigeks tegi. Kuid kõigist organitest oli süda see, mis kõige enne tõrkuma hakkas, ja kogu rakkuderiigi rakkude suremine algas südame seismajäägiga.

Teine näide. Laps on difteriiti haigeks jäänud. Kõrisõlme põletik kutsub esile hingamise raskenemise. Laps „lämbub“, kui arst ei jõua õigel ajal kohale, et päästvat hingekõri lõikust ette võtta: südame seismajääk, mis hapnikupuudusest tuli, ka siis, kui hingamine veel kuidagiviisi võimalik, on lapse saatuse otsustanud. Ja veel enam: tuleb ette, et difteriiti haigeksjäänud laps sureb südame seismajäägi tõttu enne, kui ta hingamine ei ole üldse veel raskendatud. Ained, mis difteriidibatsillid verre saatnud, on südame mürgitanud. Ka tüüfuse, influentsa, sarlaki ja teiste hakkajate haiguste puhul näeme samuti, et süda muutub bakterite mürgituse tõttu halvatuks, kuna teistes organites esinevad muutused on kõigi nende haiguste aegu väga mitmesugused.

Haige sureb neeruhaigusse. Ta keha on üle ujutatud ainetega, mis harilikult ta organismi ei kuulu. Haige lamab meelemärkuseta. Kuid seni kui süda veel töötab, pole kõik

lootus kadunud. Ained aga, mis haigetest neerudest verre satuvad, mõjuvad südamegi peale, mis neerude haigusest saadik nõrgestatud. Lõpuks ärub süda, ta tegevus soigub. Haige sureb. Süda on oma võimsa sõna öelnud.

Arst tunneb neid tõsiasju, ja esimene asi, mis ta tema kunstile usaldatud haigest tahab teada saada, on südame seisukord. Mida tugevam, mida vastupanevam süda, seda väiksem on surma hädasoht.

Nii võime Nothnageliga öelda: „Inimese suremine algab pea alati südames. Seni kui see rinnas tuksub, ja olgugi ta nii nõrk, nii jõuetu, niikaua elab inimene; viimane südame-löökö — ja siis on kõik lõplikult möödas.

Küsimus, kuidas surrakse, huvitas meid, kuna me tahtsime teada saada, missuguste rakkude tegevus rakkuderiigis kõige pealt soigub, missugused rakkuderiigi rakud oma naabrite suremist alustavad. Sellest, mis me praegu kuulsime, on väga tõenäitlik, selge, et surmakuulutajateks rakkuderiigis on südame musklirakud. Kus süda vaikib, seal jäävad kogu rakkuderiigi rakud hapnikuta — seal on rakkuderiigi elu möödas. See on selge.

Tubli, süda seisab, ja rakud hakkavad rakkuderiigis surema. Kuid südame tuksumise lõppemisega pole ta musklirakud veel surnud. Et see nii on, seda näitavad vene füsioloogi Kuljabko katsed, mis ta paarikümne aasta eest tegi. Kuljabko tegi tagajärjerikka katse surnud inimese südant uuesti ellu äratada. Esimesel pilgul otse nõiategu. Laboratooriumis aga toimus nõiategu järgmiselt. Kuljabko laskis ühest lastehaigemajast Peterburis oma laboratooriumi tuua — pärast surnukehade lahtilõikamist — mitmesugustesse haigustesse surnud laste südamed. Siin sidus ta klaastorukese südamesse ja pumpas automaadilise pumbavärgi abil asjakohaselt kokkuseatud soolalahust läbi südame. Soolalahuse soendas ta enne kehatemperatuuri kõrguseni ja tuulutas hapnikuga hästi läbi. Huvitav on kuulda, missugune oli Kuljabko esimese katse tagajärg. Peale seda, kui ta südant umbes veerand tundi soolalahusega uhtis,

oli süda veel sama eluta kui enne. Kuljabko tahtis katse parajasti lõpetada, kuna ta arvas, et asjal on nüüd lõpp, surnud inimese rinnast võetud südame uuesti elluäratamine ei ole võimalik. Seal kutsuti ta juhtumisi kõrvaltuppa, ja ta jättis oma pumpaparaadi südamega senikauaks veel seisma. Viie minuti pärast oma pumpaparaadi juurde tagasi tulles leidis ta aga südame — tuksuvat! Surnud lapse süda oli jälle tuksuma hakanud, peale seda, kui ta vaevalt pool tundi oli sooja ja hapnikurikka soolalahusega kokkupuutumises olnud — peaaegu kakskümmendneli tundi pärast lapse surma. Kuljabko tegi kümme niisugust katset kopsupõletikku, difteriiti, ajuseljaüdi-põletikku ja soolehaigustesse surnud laste südamega. Kolmel korral ei läinud ellu äratamine korda, kuna teised seitse katset kordaminekuga krooniti. Harilikult hakkasid ainult üksikud osad, mitte kogu süda uuesti lööma. Kuid ühel korral õnnestus südame uuesti ellu äratamine täielikult: süda tuksus korrapäraselt, samuti kui elusas kehas olev süda, seitse- kuni kaheksakümmend korda minutis, ja nii kestis see üle tunni. Siis jäid südamelöögid nõrgemaks, ja järgmisel päeval, kui katset selle südamega korrati, oli ta jäädavalt surnud. Kuljabko tegi oma uuesti ellu äratamise katseid ka kodujäneste südamega, ja ühe, juba seitsme päeva eest surnud kodujänese südame uuestielustamine läks tal korda! Keskajal oleks Kuljabko kui kõige suurem nõid tingimata tuleriidale ja piinakambrisse saadetud...

Väga huvitavad on ka Winterstein'i ja ta kaastööliste katsed. Winterstein tegi uuesti ellu äratamise katseid kodujänestega ja mereseakestega, kes külmamise, narkoosi, lämbumise kätte või peajaaju põrutuse tõttu surnud. Loomadele pritsiti mõni aeg pärast südame seismajääki hapnikkuisisaldavat füsioloogilist keedusoola-lahust kaela tuiksoontesse. Paljude katsete korral, kus looma „surmast“ mõni minut kuni 2 $\frac{1}{2}$ tundi möödas, hakkas süda uuesti reeglipäraselt töötama; ka närvikava ja seega kogu organism tõusis enam-vähem täielikult ellu. Mitmed loomad elasid operatsiooni mitu tundi üle; üks külmamise teel „surmatud“ mereseake, kelle südame Winterstein 20 minutit

pärast igasuguse elutegevuse lõppemist uuesti tegevusse pani, toibus täiesti ja elas veel kaks nädalat! Wintersteinil õnnestus ka umbes kolme kuu vanuse inimese loote uuestiekstamine, kes ema haiguse pärast pidi emakojast eemaldatama. Tast juhiti keedusoola lahuse vool läbi ja kesk-närvikava ärritatavus tuli varsti tagasi. Väike inim-organism „liigutas, tõmbas käekesi rusikasse, reageeris tasasele naha paitamisele ja alles enam kui kahe tunni järele pärast emahust eemaldamist soikus ta elu pikkamisi teist korda“. Wintersteini katsetes on igatahes tegemist südame ja ka närvikava uuestielustamisega hapniku juurdevoolu läbi.

Kuljabko ja Wintersteini katsetes ei saa aga tegemist olla surnud rakkude elluäratamisega. Rakk-korjust ei saa ellu äratada: keda ellu võib äratada, pole veel surnud. Siin pikendati ainult südame musk lirakkude pikaldase suremise aega, surma „roomamine“ üle südame musk lirakkude ja surm löödi siin füsioloogi osavuse läbi tükk maad tagasi.

Seega näitavad meile Kuljabko katsed, et südame musk lirakud ei tarvitse sugugi veel surnud olla, kui süda seisab. Kuid mispärast jääb siis süda seisma, kui südame musk lirakud ei ole veel surnud? Haigus on südame musk lirakke nähtavasti halvanud: mürgised ained, mis patsiendi veres ringlevad, on neid tabanud, või hapnikupuudus on, nagu kopsupõletiku puhul, end maksuma pannud, ja südame musk lirakud, kes oma puhkamata töö tõttu katkestamatut ja rikast hapniku juurdevoolu nii väga tarvitsevad, ei suuda nüüd enam normaalselt töötada. Südame musk lirakkude korrapärase ühestöötamine, millel südamelöökk põhjeneb, ei ole nüüd enam võimalik, ja süda jääb seisma. Viime aga nüüd, nagu Kuljabko katsetes, südame musk lirakudele küllaldaselt hapnikku ja loputame neist tagemed välja, mida igasse puudulikult hingavasse rakku mäena koguneb. Seejuures eemaldatakse ka mürgid, millega südame musk lirakud haiguse puhul üle ujutati. Südame musk lirakud töötavad nüüd jälle paremini ja südame löök saab jälle toimuda.

Seni kõnelesime südame seismajärgist, mis siis ette tuleb,

kui südame musk lirakkude ainevahetus on hapniku puudusel või mürkide mõjul ainult vähe rikkis. Kuid me teame ka juhtumisi, kus südame musk lirakud on täiesti terved, ja ometigi süda ärub järsku oma teenistuse ja jääb seisma. Mõnikord juhtub see tugevate ärrituste, pähelöödud raske hoobi puhul, ränkade pörutuste korral, mis keha tabanud. Arstile on siin peaaju vigastuse ja südame seismajäämise koosrippuvus otse teed selge. Peaajust lähevad närvikiukesed nn. „rändnärvis“ südame juurde. Nii on kogu südagi peaaju valitsuse all. Peaaju töötab südame tööga ühes, tema kindla juhatuse all toimub kogu südame musk lirakkude hulga harjunud töö. Saavad nüüd südametegevust juhtivad peaaju närvirakud — nad asuvad „piklikus peajas“, peaaju ja seljaüdi vahelüli — vigastada, siis võib südame korrapärane töötamine korraga lõppeda. Üleliia tugev impulss peaajust, mille rakud on suure meeleliigutuse või raske hoobi tõttu tugevasti ärritatud, läheb rändnärvi kaudu südame musk lirakkudesse — ja see viib nad segadusse. Seejuures võivad aga üksikud südame musk lirakud täiesti korras olla: ainult nende korrapärane ühestöötamine pole enam võimalik. Säärased, peaajust väljaminevad pörutused pääsevad nimelt siis maksvusele, kui südame musk lirakudki on kuidagi viisi vigastatud, näit. igasuguste südamehaiguste puhul. Seepärast ongi nii tähtis, et südamehaiget ei tabaks mingisugune tugev tundeline ärritus — ükskõik, kas suurest rõõmust või suurest kurvastusest: ta süda võib seisma jääda olukordadel, mis terve südame peale mingisugust mõju ei avalda.

Järelduse teeme siit niisuguse: Kui mitmekesised need haigused ka ei ole, mis meid tabavad, me kõik suure seeläbi, et süda ärub oma musk lirakkude muudatuste või oma tööd juhtivate närvirakkude rikete tagajärjel oma teenistusest rakkuderiigis. Südame musk lirakud ja närvirakud ei tarvitse seejuures veel surnud olla: juba igasugused vigastused, mis nende ainevahetuses ette tulevad ja mis südame musk lirakkude korrapärase töötamise võimatuks teevad, võivad

südame seismajääki põhjustada. On süda seisma jäänud, siis hakkavad kõik rakkude riigi rakud, üks rakkuderühm teise järele, surema.

Kõige esimestena surevad rakkude riigis närvirakud, kes hapniku puuduse vastu väga tundlikud. Teised rakkuderühmad võivad veel kauaks ajaks ellu jääda. Et südame musk lirakud mitmed tunnid pärast südame seismajääki, mitmed tunnid pärast seda kui keha on liikumatuks korjuseks muutunud, veel elus on, sellest me juba kuulsime. Ka on teada, et üksikud skeleti musklid ja teisedki rakud peale südame seismajääki ja peale närvirakkude surma veel mitmeks tunniks ellu jäävad. Alles mitme päeva pärast on viimane elusädeme ke suures rakkude riigis kustunud . . .

Nii valdab meid vader surm, kui ta haiguste, oma maa-kuulajate ja urgitsejate kaudu oma tulekust meile teatanud.

* *
*
*
*

Meie senine töö seisis õieti selles, et vaadelda, kuidas valdab meid vanusenõrkusest tulev surm, kuidas me vanusenõrkusse sureme. Haigusest tulevast surmast kõnelesime ainult seepärast, et me oma otsimist tahtsime kergendada. Selle eesmärgi saime kätte: meie tähelepanu on pöördud nüüd otsekohe kahele rakkuderühmale rakkude riigis, kahele rühmale, mida me peame silmas pidama — südame musk lirakudele ja närvirakkudele. Need rakkuderühmad tunnistasime surmakuulutajaiks haiges rakkude riigis. Võib-olla on nad seda ka vananevas rakkude riigis. Vaatame järele.

Me teame juba, et vananevas rakkude riigis muutuvad kõik organid väiksemaks, ja et see organite suuruse vähenemine põhjeneb rakkude vanusekaol. Vanuses ei suuda rakud enam niipalju töötada kui nooremais aastais. Me kuulsime, et vananeva rakkude riigi rakkude ainevahetus väga tugevasti langeb. Siit võiksime väga hästi järeldada, et südame musk lirakude langenud tegevuse võime ongi, mis südame lõpuks seisma sun-

nib: südame musklorakkude korrapärane ühestöötamine pole enam võimalik, ja süda ärub. Seda enam, et veresooned, millest süda peab vere läbi kihutama, pole enam nii painduvad nagu varemalt ja koormavad nõrka, vananenud südant tööga isegi veel rohkem kui nooremail päevil.

Ka peaja on vanusekao läbi teinud. Ribbert'i järele, kellele me mõtterikka uurimuse eest surma üle tänu võlg-neme, teeb peaja ja seega ka hingamist ja südamegevust juhtiva närvirakud vanusenõrkusest tuleva surma puhul veel palju raskemaid vigastusi ja muutusi läbi kui südame musklorakud ise.

Süda töötab kuni kõrge vanuseni — ilma et ta puhkaks ja väsiks, kuigi ta ei ole oma kohal enam nii kui kunagi mai-kuul. Seevastu tuleb vananeva inimese mõtlemises alati muutusi ette, mis näitab, et närvirakkude vigastused on kaunis suured. Küpse vanust iseloomustavad suured teadumused ja kavakindel kriitika mõtlemises — omadused, mis meile igasuguste eluküsi-muste lahendamisel väga suurt kasu toovad. Raugavanuses, raukuses kaovad aga inimesel mõlemad need omadused. Rauga mälu hakkab nürinema, uutest asjadest ta enam palju aru ei saa, ta on ükskõikne ümbruse vastu. Ta muutub mitteleoloogiliseks, ühekülgseks, „egoistlikuks“, nagu armastatakse öelda, — tuleb aeg, kus mitte noorus, vaid ka küps mees satub raugaga vastollu. Usaldamatuks, jonnakaks muutub rauk; sest kõik, mis noorust täidab, ei ole enam rauga kohane, — ta ei suuda enam sammu pidada noorusega. Kõik kokku: rauga mõistus nürineb, nürineb pikka misi; sagedasti vihastab ta tasa, et ta ei suuda elule kaasa minna, jääb maha neist, kellest ta teadumuste poolt kunagi kaugel, kaugel ees olnud. Sellele, mis me rauga mõistusest igapäevasel vaatlemisel õpime, vastavad täielikult muutused, mis kõrges vanuses surnud inimeste peajude uurimisel leitakse. Võib öelda, et üheski teises organis ei ole vanusemuutused nii kaugeleulatuvad, nii suured kui peaja. Palja silmaga nähtavaid peaja muutusi mainisime juba varemalt ja ühes alamal-järgnevas peatükis õpime tundma veel mikroskoobiliselt nähtavaid muutusi, mida närvirakud vanuses avaldavad.

Vaimliste võimete nürinemine, mis raugavanust iseloomustab, ei või ju iseenesest selles süüdi olla, et enam-vähem järsku tuleb silmapilk, kus rakkude kiire suremine rakkude riigis algab. Mõnedel, sündimisest peale vigastel inimestel, nagu mikrokefaalidel, s. o. „väiksepealistel“ on suuraju koor algusest peale juba niivõrra puudulikult arenenud, et nende inimeste vaimuelus kõik see puudub, mis meile inimese üldse „inimeseks“ teeb. Kuid säärased „inimesed“ võivad väga vanaks elada. Teisest küljest võivad loomad, kel kogu suuraju eemaldatakse, hoolimata väga kaugele ulatuvatest riketest kogu oma ülespidamises, ometigi veel kaunis kaua, isegi aasta otsa elada. Kuid surm ähvardab peaju kuskilt mujalt. Järgmine loomakatse toob siia selguse. Vigastatakse nimelt seda peaju osa, kus hingamistjuhtivad närvirakud asuvad, siis sureb loom silmapilkselt. Torgatakse õõnsa metalltorukesega noorele koerale või kodujänesele kuklasse, sügavasse ja kindlasti küllalt, et piklikku peaju tabada, siis soigub looma hingamine silmapilkselt. Ükski hingamisliikumistel kaasatöötav muskel ei liigu enam. Me vigastasime selle närvirakkude rühma piklikus peajus, mis hingamisliikumisi juhib. Prantslane Flourens, kes läinud aastasaja neljakümnendates aastates neid küsimusi hoolega uuris ja õpetlaste seas lõplikult kinnitas, kui suur tähtsus on sellel närvirakkude rühmal korrapärase hingamisliikumiste toimetulekus, nimetas selle rakkuderühma väga tabavalt „elu sõlmeks“.

Nüüd peame aga juba ette oletama, et atrofeerumise ehk vanusekao alla ei kuulu mitte ainult need närvirakud, kelle tegevusel mõtlemine toimub. Ka hingamist ja hingamisliikumisi juhtivad närvirakud kistakse vanuses armuta kaasa. On vigastused nende närvirakkude ühestöötamise hästikorraldatud mehhanismis juba küllalt suured, siis langeb see mehhanism kokku. Hingamine jääb järsku seisma ja — surrakse. Viimane välja hingamine, ja hing on välja läinud — sõna otsekoheses mõttes.

Ka on võimalik, et südame tegevust juhtivad närvirakud hakkavad järsku tõrkuma. Vana süda langeb siis kokku. Jällegi — elul on lõpp.

Nii peame pärast kõike seda, mis me vanusenõrkusest põhjustatud surmast kuulsime, oletama, et surmakuulutajaks on siin n ä r v i r a k u d. Närvirakkude töö mehhanismis ettetulevate vigastustega algabki vananenud rakkude kiire suremine rakkudeeriigis.

Kuid ometigi pole see õige, kui öeldakse, et vanusenõrkusest tulev surm põhjeneb teatud peaaaju-rakkude vanusekaol. Muutused, mis vananenud närvirakud läbi teinud, on ainult osa kõigist neist muutustest, mis kogu rakkudeeriigis toime tulnud; teisedki rakud on vananenud. Kogu rakkudeeriigi rakud olenevad aga üksteisest. Kui näit. närvirakud, kelle kaastöötasüdame musk lirakud teguvõimetud on, oma töö seisma jätavad, siis mõõdavad nad südamerakkudele ainult sama mõõdupuuga, millega need närvirakkudele mõõtnud. Sest nimelt siis, kui närvirakud juba parajasti surma eel olid, tegi vana süda neile liiga, kuna ta neile enam niipalju verd ei saatnud, kui see varemalt sündis. See maksti nüüd südamele kätte — ja nii on sellega vananevas rakkudeeriigis igal pool lugu. Kõik teisedki rakud töötavad ainult puudulikult. Maks ja neerud, mille ülesandeks on kehast tagemete väljatoimetamise eest hoolitseda, ei jõua oma tööga enam valmis, näärmed, mis teatud aineid peavad verre eritama, lasevad oodata. Ja lõpuks tuleb tund, kus hingamist ja südant valitsevad närvirakud panevad töö käest; rakkude kiire suremine rakkudeeriigis algab.

Nii siis, vanusenõrkusest põhjustatud surmaga on lugu niiviisi, et kõigi nende vigastuste kestusel, mis rakke tabavad, kõik rakkudeeriigi rakud kaevavad üksteisele hauda — ja langevad kõik ise sinna sisse.

Nüüd katsuksime selgusele jõuda, kuidas toimuvad rakkudes vanusemuutused, mis rakkudeeriigi surma saadavad, kuidas rakkudeeriigi rakud atrofeeruvad, kõhetuvad. Igasugune rakkude elu on ainevahetusega seotud. Seega peame vanusemuutused katsuma üle viia paljurakulise organismi rakkude ainevahetuse rikkele, rikkele, mis rakkude elu kestusel rakkudeühingus tekib. Kuna n ä r v i r a k u d on oma teenistusest lahtiütlemises kõigist

teistest rakkudeühingu rakkudest esimesed, siis pööraksime erilist tähelepanu just neile.

Kõige pealt peame aga veel hoolega kuulama kingloomakese elulugu. Ja sellest siis jutustamegi.

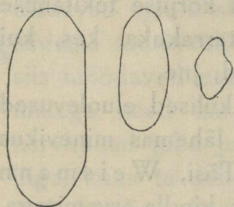
8. Kingloomakese elulugu.

Juba 4. peatükis jõudsime teadmisele, et kingloomake on soodsail välistingimusil surematu. Surematu ses mõttes, et juhtumise korral, kui *Paramaecium*'i mingisugune õnnetus ei taba, isegi ta 8400. põlvkond ei avalda veel korjuse tekitamise tunnismärke. Emarakk jaguneb kaheks tütarrakuks, kes, kui aeg käes, jälle kaheks tütarrakuks jagunevad, jne.

Kuigi ammu juba teati, kuidas üherakulised eluolevused sigivad, on nende surematust ometigi alles lähemas minevikus Woodruff'i uurimiste läbi tõestatud. Tõsi, Weismann esines juba enam kui kolmekümne aasta eest kindla arvamisega, et üherakulised on surematud. Kuid aastate kestusel tuli üherakuliste elust mitmesuguseid tõsiasi ilmsiks, mis vastupidisele arvamisele pidid maad andma. Arvati oletada võivat, et üherakulisedki ei pääse vanusenõrkusest tulevast surmast. Esimesed uurimused selle küsimuse lahendamiseks võttis ette prantslane Maupas.

Oma vabadel tundidel, mis Maupas'le ta raamatukoguhoidja ametis ainult siin-seal üle jäid, uuris ta usinasti üherakuliste elu ja rajas omale seega kestva mälestusmärgi bioloogias. Aastate kestusel uuris ta paarikümne mitmesuguse üherakuliste liigi elulugu, kingloomakese ja ta sugulaste, „ripsmeliste infusiooniloomakeste“ — nagu nende teadusline nimetus kõlab — elulugu. Siin tegi ta tähelepanekuid, mis Weismann'i käsitusele üherakuliste surmast näisid vastu rääkivat. Maupas vaatles üksteisele järgnevaid jagunemisi infusooride juures ja leidis, et üherakuliste jagunemisevõime ei ole piiramatult. Pärast teatud arvu jagunemisi nägi ta kõigi loomaliikide juures, keda ta oma vaatluste otstarbel kasvatas, muutusi ette tulevat; ta pidas

neid vanusemuutusteks. Pärast 100, 200 või 300 jagunemist — kord nii, kord teisiti — langes kingloomakeste jagunemise kiirus: kestis juba kauemini, kui emarakk enesega nii kaugele sai, et kaheks tütarrahuks jaguneda. Tõidummutamine jäi seisma, olgugi et loomad olid akvaariumis küllaldaselt toitu. Lähem mikroskoobiline uurimine näitas, et loomad olid suurelt vähenenud (17. joon.): loomade pikkus langes näit. 0,160 millimeetrilt järk-järgult alla 0,135, 0,110, 0,090, 0,070, 0,045 ja 0,040 millimeetrile. Nende keha oli läbipaistvaks muutunud, ja lõpuks olid nad osa oma ripsmekarvakesist kaotanud; ka tuum osutas kaugeleulatuvaid muutusi.



17. joon.

Mitmesugustest põlvkondadest pärit olevate infusooride kontuurid. On näha rakkude suuruse kahanemist. Maupas' järele. Skematiseeritud.

Ometi võisid loomad ses olekus veel jaguneda, kuid, nagu juba mainitud, vaheaeg üksikute jagunemiste vahel oli nüüd pikem. Lõpuks, kui loomad väga väikeseks ja muutused nende kehas väga silmapaistvaks saanud, ja kui nad ar vurikkad ripsmed kaotanud, jätsid nad jagunemise hoopis ja surid. Nad muutusid korjusteks. „Nii vananeb ja sureb infusoor vanusenõrkusse“, ütleb Maupas ja tuleb otsusele, et üherakulised ei sünnita mingisugust erandit üldisest reeglist, mis igasuguse elusa olluse kohta maksab. Maupas' järele on surm seega eluringi osa, ja

igasugune elu lõpeb tema arvates surmaga. Maupas' arvates pole mingisugust elusa olluse surematust olemas.

Sarnaseid tähelepanekuid üherakuliste juures tegid veel teisedki uurijad. Väga tuttavaks on saanud ameerika loomateadlase Calkins'i uurimistööd. Nagu Maupas, nii leidis Calkinski, et kui infusoorid ühtelugu jagunevad, siis tuleb umbes pärast 90. kuni 170. põlvkonda silmapilk, kus loomad suuruselt vähenevad ja ei jagune enam nii kiiresti nagu varemalt, kuni nad lõpuks oma jagunemisvõime hoopis kaotavad. Calkins — nagu muu seas ka juba Maupas — pani korrapäratuidki jagu-

nemisi tähele, poolikult jagunenud emarake, teataval määral „väärmoodustusi“, mis siis esinevad, kui emaraku alanud jagunemine ei jõua enam oma normaalsele lõpule.

Siin peame veel meelde tuletama teist Maupas' tähelepanekut. Kui kaks looma sel silmapilgul, kus vanusemuutusi veel märgata ei olnud, teineteisega liitusid, et mõne aja pärast jälle koost ära minna, siis „noorenesid“ nad, said „vananemise“ vastu kaitstuks. Infusooride ajutist liitumist ehk konjugatsiooni on arvurikkad uurijad uurinud. Kaks looma litsuvad end vastamisi (18. joon.), liituvad lühikeseks ajaks, kusjuures mõlemate loomakeste tuumollus laguneb ja teineteisega vahetub. Peale seda lahkuvad loomad jälle teineteisest. Konjugatsiooni arvurikkad üksikasjad meid siin ei huvita. Calkins leidis, et mitte ainult konjugatsioon ei aita loomi sellest halvast olukorrast välja, vaid igasugused lihtsad ärritusvahendidki, nagu muutused toitlahuse koosseisus, temperatuuri tõusmine ja raputus. Calkins ütleb, et infusoorid langevat jagunemise kestusel nii ja nii mitme põlvkonna järele depressioon-

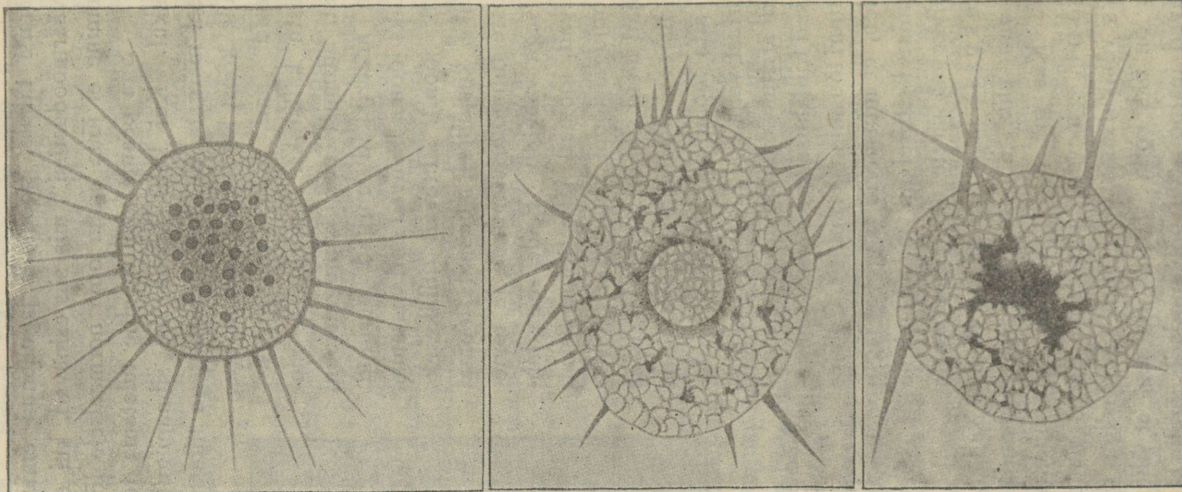
olekusse ja sellest pääsevad nad välja, kui nad konjugeeruda saavad ehk mõnesuguste ärritusvahenditega kokku puutuvad.

Kas me nüüd muutusi, mis üherakuliste organismis aja jooksul esinevad, nimetame ühes Maupas'ga vanusemuutusteks või kutsume neid ühes Calkins'iga depressiooninähtusteks, see on üks kõik. Tõsiasi on see, et üherakulistes eluolevustes võivad teatud arvu põlvkondade järele ette tulla muutused, mis



18. joon.

Paramaecium'ide konjugatsioon. Protoplasmas on näha suurtooma ja väiketuoma. Prof. H. Joseph'i ülesvõtte järele, Kammerer'ist, Sugu määramine ja pärivus.



19. joon.

Algav depressioon: tuummass on suurenenud, ebajalakased on veel kõik normaalsed.

20. joon.

Depressiooni rohkem märgata-
vaks saanud ajajärk: on tekkinud
„hiiglatuum“, ebajalakased on segi
ja neid on vähe.

21. joon.

Sama, mis 20-dal joonisel, päev
hiljemalt: hiiglatuum on välja
tõugatud, ainult üksikud eba-
jalakased on veel järele jäänud.

19., 20., 21. joon. Kingloomake depressioon. Richard Hertwig'i järele.

sel juhtumisel, kui neid konjugatsioon ehk mingisugused ärritusvahendid ei saanud hävitada, looma tingimata surma saadavad. Nii siis, üherakulised on teatavail olukordadel surelikud nagu paljurakulistegi loomade elus ollus. Kui kaugeleulatuvad need muutused on, mis raku ainevahetuses depressiooni puhul ilmsiks tulevad, seda on meile Richard Hertwig'i uurimused kingloomakese juures näidanud (19., 20. ja 21. joon.). Ja nii sureb üherakuline, keda me kunagi varemalt ülistasime kui surematut.

* *

*

Me oleme nüüd vasturääkivuste rappa sattunud ja sellest peame katsuma välja pääseda. Olgu — me õpime seejuures väga palju.

Woodruffi katsete põhjal tulime varemalt vaatele, et üherakulised on surematud. Maupas', Calkins'i ja Richard Hertwig'i vaatlused on meile nähtavasti vastupidist näidanud, — et ka üherakulised vananevad ja surevad. Tahame seda vasturääkivust lahendada, siis peame kõige pealt üles seadma küsimuse, kas vahest mitte katse tingimused Woodruffil ühelt poolt, Maupas'l, Calkins'il ja Richard Hertwig'il teiselt poolt ei olnud erisugused. See oli tõepoolest nii. Woodruff kandis, nagu me juba varemalt kuulsime (vrdl. lhk. 27), tütarrakud pärast iga jagunemist värskesse toitlahusesse. Nii läks tal siis korda enam kui kolmeteistkümne aasta jooksul kasvatada tuhanded kingloomakese põlvkonnad, ilma et tema katseloomakesed oleksid depressioonolekusse langenud ehk vanusemuutusi avaldanud. Teisiti oli lugu aga Maupas', Calkins'i ja Richard Hertwig'i katsetes. Siin jäid loomad mitmeks ja mitmeks päevaks samasse toitlahusesse. Sel katsetingimuste vahel on aga väga suur tähtsus. Toitlahusesse satuvad ainevahetuse produktid, mis temas elavate rakkude ainevahetusel looduvad, tagemed, mis iga raku elus tekivad. Need tagemed peavad rakkudest välja toimetatama,

kui rakkude tervis peab alale jääma, nii nagu aurukatlast peab tuha eemaldama, kui keeruline mehhanism ei pea rikki minema. Kogunevad aga rakkude ainevahetuse-produktid mõne aja jooksul toitlahusesse, siis läheb rakkudele nende ainevahetuse-produktidest vabanemine nähtavasti raskeks. Mida rohkem tagemeid on toitlahuses olemas, seda raskem on nende välja-toimetamine rakkudest. Millel see raskus põhjeneb, on küsimus oma ette. Siin on meile aga tähtis, et ainevahetuse-produktide kogunemine toitlahusesse tingib tagemete kogunemise rakkudessegi. Ainevahetuse-produktide kogunemine aga takistab raku ainevahetust, takistab elu käiku ja saadab loomad surma.

On see kõik õige, siis oleks vasturääkivus, mis meid rahutuks tegi, lahendatud ja üherakuliste surematus päästetud. See, mida Maupas, Calkins ja Richard Hertwig üherakuliste vanusemuutusteks ehk depressioonolekuteks pidasid, poleks siis mingisugune vananemine ega mingisugune olek, nagu ta üherakuliste eluprotsesside hulka tingimata peab kuuluma, vaid haiguslik rike, nagu tuhanded teisedki, mis raku võivad tappa.

Nüüd peame üksikasjalisemalt selgusele jõudma, kas kõike seda, mida üherakuliste juures on „vanusemuutustena“ ehk depressioonolekutena tähele pandud, tõepoolest võib üle viia ainevahetuseproduktide kogunemisele ja sellest tingitud rakkude vigastumisele. Hulgalsed katsed selle kohta, kuidas toitlahus võib üherakulisse eluolevusse mõjuda ja teda vigastada, juhtumise korral, kui temasse ainevahetuse-produkte koguneb, — need katsed võlgname jällegi Woodruff'ile. Alamal näeme veel, kuidas need Woodruffi katsed on õpetust paljurakulise organismi surmast väga tähtsal määral edendanud.

Põhjanev katse, millega Woodruff juba kõik oma edaspidised katsed nagu teataval viisil kokku võttis, seisis järgmises. „Metsiku“ raku juba 1021. lapse . . . lapselapse kaht tütarraku kasvatati kumbagi isesugustes tingimustes edasi. Kuna ühe raku tütarrakud kanti pärast iga uut jagunemist värskesse toitlahusesse, jäid teise raku omad mõnikord mitu

põlvkonda järgemööda, s. o. mitmeks päevaks ühte ja samasse toitlahusesse, samuti nagu see oli Calkinsi katsetes.

Varsti peale seda oli jagunemiskiirus neil rakkudel, kelle toitlahust nii sagedasti värske vastu ei vahetatud, vähenenud. Väga silmapaistvaks sai aga v a h e mõlemate esivanemkingloomakese järeltulijate ülalpidamises mõni kuu hiljemini. Teise esivanema järeltulijatel hakkas jagunemiskiirus ikka enam ja enam vähenema. Loomakesed jagunesid nüüd ainult kord umbes paari päeva jooksul. Pea jätsid teise esivanema järeltulijad jagunemise hoopis ja surid, kuna esimese omad olid just samasugused kui nelja kuu eest, mil katse algas. Esimene esivanem andis 107 päeva jooksul, mis katse kestis, 179 põlvkonda, teine kõigest 138 põlvkonda.

Kuidas seletada mõlemate esivanemate järeltulijate ülalpidamise vahet? Millel põhjenes teise rea „vanusenõrkus“ ehk „depressioonolek“? Nähtavasti sellel, et selle rea kingloomakesed said põlvkondade kestusel seeläbi viga, et nende ümberpaigutamine värskesse toitlahusesse pärast iga jagunemist lõpetati. Me peame oletama, et „vanusenõrkus“ ja „depressioon“ mis Maupas ja Calkins üherakuliste juures tähele panid, ei olnud seega tõepoolest muud midagi kui loomakeste vigastumine toitlahuse läbi, kus nad mitu põlvkonda järgemööda pidid viibima. Seega ei tarvitse üherakulistel sugugi mitte tingimata vananeda, ja depressioon ei ole sugugi mitte niisugune nähtus, millest üherakuline eluolevus oma eluloo kestusei mööda ei pääse.

Igatahes on väga tõenäitlik, et üherakulised saavad ka v a b a s l o o d u s e s v i g a, nagu Maupas' ja Calkins'i katsetes, ja et nad siis samutigi depressioonolekust mööda ei pääse. Kuid see ei muuda sugugi Woodruffi poolt kindlakstehtud tõsiasi, et see „vananemine“ ja „depressioon“ ei ole infusoori eluloos sugugi p a r a t a m a t u nähtus ja et üherakuline võib, kui teda mingisugused vigastused ei taba, tõepoolest surematu olla.

Kuna toitlahus, kuhu katseloomakesed mõneks ajaks jää-

vad, kihab bakteritest, kes *Paramaecium*'ile toiduks, siis ei saa vigastus põhjeneda toidu puudusel; sellele asjaolule juhtisime juba Maupas' katsete kirjeldamisel tähelepanu. Jääb üle ainult see oletus, et rakud saavad säärases toitlahuses vigastada ainetest, mis nad ise toitlahusesse eritavad, ainevahetuse-produktidest ehk tagemetest, mis nende ainevahetusel tekivad.

Woodruff on arvurikaste edaspidiste katsete abil selle oletuse tõestanud. Ta hoidis oma katseloomakesi mitmesuguse suurusega „tilk-akvaariumides“, mis kaks, viis, kakskümmend ja nelikümmend tilka toitlahust võisid mahutada. Tuli välja, et jagunemiskiirus oli seda suurem, mida suurem oli loomakeste „akvaarium“. Jagunemiskiirus on nähtavasti seda suurem, mida kergem on rakkudel oma tagemetest vabaneda, sest me peame oletama, et rakul on seda kergem oma tagemeid välja ära anda, mida suurem on vedeliku hulk, mis neid ujutab ja kus väljaheidetud produktid võivad levida.

Vastandina Woodruff'ile tegi nimelt poola uurija Viegeler uute kasvatusekatsete põhjal järelduse, et kõige pealt just toidupuudus, mitte aga ainevahetuse-produktide kogunemine olevat depressioonis süüdi. Tema katsekorraldus oli teistsugune kui Woodruff'i oma. Küsimust on eksperimentaalselt vaja veel uurida.

Woodruff seadis üles ka küsimuse, kas ainevahetuse-produktid, mida kingloomakese mitmesugused sugulased eritavad, harilikku kingloomakesse ka halvavalt mõjuvad. Ta hoidis *Paramaecium aurelia* nimelise kingloomakese üht tütaraku värskes toitlahuses, teist aga niisuguses toitlahuses, kus *Paramaecium caudatum* viibinud. Mõlemad liigid on teineteisega väga sarnased, nad on üksteisega väga lähedalt sugulased. Woodruff leidis, et *Paramaecium aurelia* toiduvedelik *Paramaecium caudatum*'isse just samuti mõjub kui temasse enesesse. *Paramaecium caudatum*'i tagemetega täidetud toitlahuses langes *Paramaecium aurelia* jagunemiskiirus kohe, kuni loomad seal lõpuks hukkusid. Nüüd tarvitab aga Woodruff oma edaspidiste

katsete jaoks toitlahust, kus kingloomakese kaugem sugulane, nõndanimetatud *Pleurotricha* viibinud. Ja vaata! *Pleurotricha* ainevahetuse-produktidega täidetud toitlahuses edenesid *Paramaecium*'id täiesti normaalselt. Nüüd tegi Woodruff järgmise riskkatse. Ta kasvatas *Pleurotricha* tütarrakke: üht tütarrakku värskes toitlahuses, teist aga kingloomakese toitlahuses. *Paramaecium*'i ainevahetuse-produktidega täidetud toitlahuses edenesid *Pleurotricha*-loomakesed täiesti normaalselt. Need katsed ütlevad meile, et toitlahus, milles *Paramaecium* kaua aega viibinud, võlgneb oma halvava mõju ainuüksi sellele, et sinna koguneb aineid, mis loomad oma ainevahetusel ise produtseerinud.

Kui väga palju tagemed ümbrust, „miljööd“ muudavad, näitas M. Hartmann omis *Eudorina*-katseis. Peale seda kui ta oma kultuurid 2 $\frac{1}{2}$ aastat heas olekus oli hoidnud, tuli depressioon ilmsiks. Hartmann arvas esmalt, et kultuurid on sisemistel põhjustel kurnatud. Võeti aga tarvitusele uued klaasid, siis arenesid toredad kultuurid, kuna vanades klaasides depressioonolekud endiselt edasi keetsid! Samade klaaside vahetpidamata tarvitamise puhul muutus nähtavasti klaas või tekkisid sademed, mida hariliku puhastamise ja keetmise teel enam ei suudetud eemaldada.

Lõppude lõpuks on nüüd väga tõenäitlik, et „vananemine“ ehk „depressioon“, mis üherakulisi rea põlvkondade järele tabab, põhjeneb vigastumisel, mille tekitajaks on ainevahetuse-produktid, mis loomad ise produtseerinud.

Siin on üks vastuväide võimalik. Woodruff ja Erdmann leidsid, et *Paramaecium*'i jagunemisvõime teatud põlvkondade arvu järele väheneb; tuleb ilmsiks karakterlik „rüt“m“. Seejuures toimuvad tuum-aparaadis mitmesugused muutused, mis konjugatsiooni puhul ettetulevatega sarnanevad (v. eespool). Nähtust nimetati „endomiksisis'eks“. Pärast endomiksist, raku tuum-aparaadi ümberehitumist ilma konjugatsioonita, sai rakk oma endise jagunemiskiiruse jälle tagasi. Võiks nüüd

öelda, et rütmid näitavad ometi seda, et ka üherakulistel tuleb põlvkondade kestusel sisemisil põhjusil muutusi esile, mis nõrgenemise ja aeglasema kasvamis- ja jagunemisvõime kaasa toovad. Meil oleks siin siis tegemist üherakuliste vanusemuutustega. Sel puhul juhime aga tähelepanu selle peale, et *Paramaecium* suudab ometigi seda nõrkust endomiksise, s. o. sisemise mehhanismi läbi ületada! Surnukeha-tekkimist ei tule ette! Ei tule ette mingisugust raku surma, nagu paljurakulistel organismidel, kus rakkudel endomiksisevõime puudub. Tõsi, võib ju öelda, et endomiksise puhul saab tuumamaterjal hukka, nii et ka üherakulisel tekib „surnuainet“. Kuid säärasel juhtumisel peaksime ju ka igasuguseid ainevahetuse-produkte „surnuaineteks“ kutsuma. Vaidlus elu ja surma üle poleks siis üldse enam võimalik. Teatavas mõttes on ju igasugune elu ühtlasi ka suremine, mingisugune „*destruction organique*“, nagu seda suur füsioloog Claude Bernard kunagi nimetas. See ei tohi aga juhust anda elu ja surma mõistet identifitseerida, samastada. Vastuoksa: me peame nad lahus hoidma, kui me vaidluses mingisugusele selgusele tahame jõuda.

Muide, Jollos on näidanud, et ka „rütmide“ ja „endomiksise“ sagedus oleneb välistest kultuuritingimustest, vististi kogunevatest ainevahetuse-produktidest. Ka esinevad rütmid ja endomiksised ainult mõnikord ja võrdlemisi komplitseeritult ehitatud ripsmelistel infusooridel, kuhu kuulub *Paramaecium*. „Nad on viimaste omapärasest organisatsioonist tingitud ja kujutavad seega erijuhtumist“, tähendab Doflein. Ka hoitakse siin korjusetekkimine ära . . .

Hartmann on juhtinud tähelepanu veel selle peale, et mõnedel üherakulistel, kes erisuguste moodustustega, nõndanimetatud „organellidega“*) varustatud, näit. ilusa räniskeletiga radiolaaridel langeb emaraku jagunemine sagedasti imeilusa emaorganisatsiooni hävimisega ühte; tütararakud peavad selle

*) organellid = üherakuliste eluolevuste organid ehk erinenud osad.

organisatsiooni siis uuesti üles ehitama. „Need radiolaarid surevad sigimisel paratamatult loomulikku surma“, ütleb Hartmann. Suured kehaosad, ühtlasi ka protoplasma ja tuum saavad hukka. Ei tohi aga unustada, et radiolaarid oma väga keerulise ehituse, oma rakk-keha mitmesuguste eriosade tõttu teistest üherakulistest niivõrra erinevad, et nende ülalpidamisest ei saa mingit üldist järeldust teha. Mis me radiolaaride juures näeme, võib juba üleminekuks olla paljurakuliste loomade loomulikule surmale. Kindlaid piire pole ju orgaanilises riigis olemas . . .

* * *

*

Elmised vaatlused lubavad meid järeldada, et omapärased muutused, mis Maupas, Calkins, Richard Hertwig ja teised uurijad üherakuliste juures pärast teatud arvu jagunemisi ehk põlvkondi tähele pannud, ei ole vanusemuutused, millest rakk oma eluloos mööda ei pääse, vaid et nad põhjenevad vigastumisel, mille tekitajaks on ainevahetuse-produktide kuhjumine rakus.

Selle tõttu võiks arvata, et Maupas', Calkinsi ja Richard Hertwigi uurimused ei seisa loomuliku surma suure probleemiga mingisuguses ühenduses. Kuid tõepoolest on kõik need uurimused paljurakulise organismi loomuliku surma probleemis otsustava tähtsusega.

Muutused, mis Maupas ja Calkins „vanusemuutustena“ ehk depressioonina oma loomakeste juures tähele pannud, pole muud midagi kui põlvkondade kestusel alatasa suurenev rakkude kadu. Viskaksime ainult pilgu Maupas' andmetele ja joonistele, mis väljendavad üherakuliste suuruse vähenemist Maupas' katsetes (vrld. lhk. 52). Ka Calkins ja teised uurijad on leidnud, et üherakuliste „depressioon“ on raku suuruse vähenemisega iseloomustatud. On vähenemine juba küllalt suur, siis järgneb silmapilk, kus rakk sureb. Tõsiasi, et rakud iga põlvkonnaga suuruselt vähenevad, võime käsitada ses mõttes, et rakkude ainevahetuses on tekkinud rikked, mis neile kestvalt

võimatuks teinud niipalju aineid väljast vastu võtta, kui palju ainete väljamineku katmiseks vaja. Väga tõenäitlik, et see üherakuliste ainevahetuse rike põhjeneb nende keha ülekuhjumisel ainevahetuse-produktidega.

Teisest küljest teame endistest seletustest, et vananeva rakkude riigi rakkudes toimub atroofia, kõhetumine. Me tegime omale ülesandeks rakkude vanuseatroofiat rakkude riigis üle viia rikkele nende ainevahetuses, rikkele, mis rakkude elu kestusel rakkude riigis enam ja enam end märgata annab. Nende teadmiste põhjal, mis me eespool üherakuliste elust oleme saanud, peaksime nüüd küsima, kas vahest paljurakulisegi organismi rakkude vanuseatroofia ei võiks põhjeneda rakkude ülekuhjumisel ainevahetuse-produktidega. Meie ees on siin ühing, paljude rakkude ühiseluline riik. Võimalik, et rakkudel pole ühingus oma ainevahetuse tagemete väljasaatmiseks küllalt võimalust, umbes nii kui kingloomakestel Maupas' ja Calkinsi katsetes. Läheb meil korda tõenäitlikuks teha, et rakkude riigi rakkudesse koguneb elu kestusel tagemeid, mille väljatoimetumine nende üheselamise tõttu suures ühingus ei suuda toimuda küllalt kiiresti, siis oleme paljurakuliste loomade loomuliku surma probleemid hea tüki maad edasi saanud: me oleksime siis leidnud rakkude riigi rakkude ainevahetuse rikke, mille arvele tuleb vanuseatroofia kirjutada ja mis lõpuks saadab rakud ja seega ka kogu rakkude riigi hukka.

Nii siis, vaatame, kas on tõenäitlik see oletus, et rakkude riigi tagemeid koguneb.

9. Närvirakkude noorus ja vanus.

Närvirakkusid peaksime eriliselt silmas, sest me tulime veendele, et vanusemuutused, mis peaaegu toimuvad, on kaunis suured, ja et selgus, et teiste, rakkude riigi vananenud rakkude kiire suremine algab peaaegu teatud osade ärumisega.

Terve rida uurijaid on töötanud küsimuse kallal, milles seisavad need muutused, mis närvirakkudes vanuses esinevad.

Peale vähenemise, millest me eespool juba kuulsime, on neis teissuguseidki muutusi tähele pandud, ja need huvitavad meid siin eriti.

Kes oma kahekümneaastase raske uurimistegevusega meie tunnetust närvirakkude vanusemuutuste üle on süvendanud, on vene patoloog Mühlmann. Leiti, et vanade inimeste närvirakkudes tuleb ette väikesi, rasvläikivaid terakesi ja tume-daid täppeid ehk pigmenti, ja esmalt oletati, et rasvaterakeste



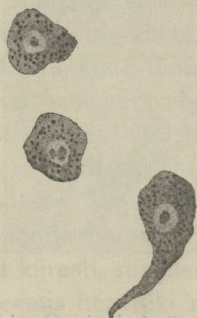
22. joon.

Kolme aasta vanuses surnud poisslapse seljaüdi närvirakud. Osmiumhappe mõjul mustaks läinud terakesed on kogu rakus laiali pillatud. Mõnedes rakkudes pole terakesi üldse olemas. (Mõnedes rakkudes pole löige raku tuuma tabanud.)

ja pigmendi esinemine närvirakkudes on vanade inimeste mingsuguste haigustega seotud. Siin nüüd algasidki Mühlmanni uurimised. Ta ei leppinud sellega, et ainult vanade inimeste närvirakke küsimusesolevate rasva- ja pigmentiterakeste suhtes uurida. Ta uuris ka juba nooremases surnud inimeste närvirakke. Nii on ta aja jooksul uurinud kuni 90-aastaselt surnud inimeste närvirakke.

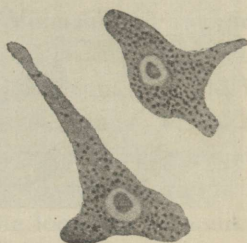
Vaadeldakse laste närvirakke mikroskoobiga, siis leitakse mõnedes neist väikesi hiilgavaid terakesi, mis üle kogu rakk-keha laiali paisatud. Käsitatakse seljaüdi või peaaaju tükikest,

mis klaastükikesel mikroskoobi alla asetatud, nõndanimetatud osmiumhappega, siis lähevad läikivad terakesed mustaks (22. joon.). Osmiumhappel on omadus rasvalisi aineid mustaks värvida. Seepärast peame oletama, et need terakesed seisavad koos rasvataolisest ainest. Tilgutame peaju või seljaüdi tükikesele vähe alkoholi või eetrit, siis kaovad läikivad terakesed: alkoholil ja eetril on omadus rasva lahustada. Seega on meie arvamine, et läikivad terakesed närvirakkudes seisavad koos rasvataolisest ainest, tõestatud. Nagu 22. joonis meile näitab, ei ole noore-ealiste inimeste kõikides rakkudes terakesi olemas, ja ühtedes on nende arv suurem, teistes väiksem. Kuid ühes või tei-



23. joon.

16-aastase meesterahva närvirakud.



24. joon.

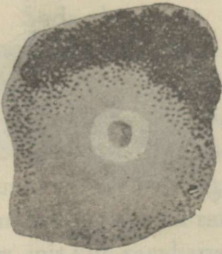
19-aastase naisterahva närvirakud.

ses närvirakus leitakse ometigi sääraseid terakesi, ka siis, kui on tegemist vaevast aastaseks saanud laste surnukehadega.

Vanemate inimeste, näit. 16- ja 19-aastaste närvirakkudes (23. ja 24. joon.) leitakse terakeste arv juba suurem olevat. Nad asuvad siin tihedamini, ja rakkude arv, kus terakesed esinevad, on suurem kui väikeste laste juures. Ka on terakesed — ka siis, kui neid osmiumhappega enamalt ei värvitud — juba nii kui nii tumedad, terakesed on mustaks läinud; neid peame vaatlema juba kui pigmenti.

Kõrgemas vanuses asuvad nüüd juba täiesti tumedad pigmentiterakesed tihedate hunnikutena koos, nagu seda näitab

25. joonis, mis kujutab 80-aastase naisterahva närvirakku. Siin ei saa üksikuid pigmenditerakesi üldse enam lugeda, nii tihedasti asuvad nad koos. Mõnikord võtavad pigmenditerakesed



25. joon.

80-aastase naisterahva seljaüdi närvirakud.



26. joon.

80-aastase naisterahva närvirakk. Skematiseeritud.

vanadel inimestel pea kogu raku oma alla, nii et ainult kitsas protoplasma serv jääb rakus neist vabaks (26. joon.).

Nagu inimestel, nii leitakse ka loomadel vanuse lähene-mise aegu rasva- ja pigmenditerakesi närvirakkudesse kuhjuvat. Mühlmann on uurinud mereseakese, lehma, hiire, papagoi j. t. loomade närvirakkude rasva- ja pigmenditerakeste sisaldavust. Nad olid alati olemas, nagu seda 27. ja 28. joon. meile lehma



27. joon.

Kaheaastase mullika seljaüdi närvirakk.



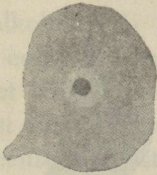
28. joon.

Valge hiire seljaüdi närvirakk. Tugevasti skematiseeritud.

ja hiire kohta näitavad. Vahe noore-ealise ja vananenud raku vahel on väga selgesti näha 29. ja 30. joonisel: sündinud mere-seakesel puuduvad rasvaterakesed, kuna nad $2\frac{1}{2}$ -aastase looma närvirakkudes on kaunis suurel määral olemas. Samuti noorema

ja vanema papagoi juures (31. ja 32. joon.). Mõnikord leitakse pigmenditerakesi raku tuumaski (27. joon.).

Mõnedesse närvikava osadesse võib rasvaterakesi, mis pikkamisi tumedateks pigmenditerakesteks muutuvad, enamalt



29. joon.

Ühe kuu vanuse mereakese
närvirakk.



30. joon.

2¹/₂-aastase mereakese närvirakk.

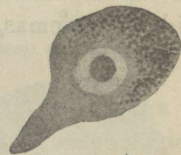
kuhjuda kui teistesse, näit. mõnedesse rakurühmadesse, mis südame- ja hingamismuskulite töö reguleerimise ja hingamismuskulite töötamise puhul kaasa töötavad.

Mühlmanni uurimused võime järgmiselt kokku võtta: närvirakkudes ilmub juba varases nooruses rasvaterakesi, mis vanuse lähenemisel oma arvult ikka ja ikka rohkenevad, kuni nad lõpuks täidavad pea kogu raku.



31. joon.

Umbes 12-aastase papagoi närvirakk.
Tugevasti skematiseeritud.



32. joon.

Vana papagoi närvirakk.

22.—32. joon. Mühlmanni järele.

Uuemal ajal on Harms samasuguseid leidusi teinud, noori ja vanu koeri üksikasjalisemalt uurides. Närvirakud langevad lõppude lõpuks koost, nii et närvirakkude arv, nagu Harms seda kindlaks määras, võib seitsmeteistkümnepäevase-aastaselt koeral mitu korda väiksem olla kui kaheaastaselt loomal.

Ka on tõestatud, et pigmenditerakesi leidub kõikide teiste organite vananenud rakkudes. Eriti silmatorkavad on mingisuguse pruunika pigmendi lademed südame musklorakkudes.

Missugune tähendus on sel pigmendi rakkudesse kogunemisel? Seda küsimust ei ole kerge vastata. Ainult arvamisi saame selle kohta avaldada.

On teada, et ainevahetusel tekib aineid, mis kuuluvad rasvhapete keemilisse rühma. Rasvhapped ühinevad glütseriiniga rasvaks. Antakse loomale suurem hulk rasvhappeid, siis leitakse mõne tunni pärast looma mahlas arvurikkaid rasvaterakesi. Seega on loomalise organismi rakkudel nähtavasti võime glütseriini valmistada, mis siis rasvhapetega rasvaks ühineb. Nende andmete põhjal võiks nüüd kujutella, et rasvhiilgavad terakesed, mida organismi rakkudes juba varasest noorusest peale nähakse ilmutavat, on igatahes mingisuguse rasvataolise aine tilgakesed ja on tekkinud järgmisel viisil. Rasvhapped, mis meie kehas rakkude ainevahetusel valmistatakse, põletatakse aineliste muutuste edaspidisel kestusel rakkudes süsihapuks gaasiks ja veeks, ainevahetuse lõpp-produktideks. Oletame, et ainevahetuse-produktide kahjutukstegemine rakkuderiigi rakkudes ei ole sugugi nii kerge, korralik, nagu ta peaks olema. Siis jääks osa ainevahetuse-produkte rakkudesse paigale, olgugi et nad ei kuulu enam nende koosseisu. Rakkude ainemuutused takistuvad ja rasvhapete edaspidine ümbertöötamine pole enam küllalt kiire. Osa rasvhappeid jääb rakkudesse. Rasvhapped töötatakse ümber rasvataoliseks aineks — tarvisminevat glütseriini võivad rakud ju ise valmistada. On see mõttekääk õige, siis võiksime närvirakkude rasvläikivaid terakesi ehk pigmenditerakesi vaadelda kui ainevahetuse-produkte, mis rakkudesse seetõttu kogunevad, et ainevahetuse-produktide äravedu ja kahjutukstegemine ei toimu seal enam küllalt kiiresti, enam küllalt korralikult.

Kuid me ei tohi unustada, et kõik need üksikasjad on täiesti ainult arvamised! Tõeline asjade käik võib ka teisugune olla, rakkude pigmenditerakesed võivad ka teisiti tekkinud olla. Kuidas sellega ka ei oleks: me ei pääse mööda

tõsiasiast, et kõikidesse meie keha rakkudesse, eeskätt närvi-rakkudesse ja südame musklorakkudesse koguneb pigmenditera-kesi, mis rasvataolisist aineist tekkinud, ja et need terakesed on vististi rakkude ainevahetuse-produktid ehk lihtsalt aineva- hetuse tagemed.

Siin peame meelde tuletama kõik need asjad, mis king-loomakese eluloost oleme tundma õppinud. Muidu surematu kingloomake vananeb ja sureb, kui ta rakk-kehasse tagemeid koguneb. Kingloomakest tabab seejuures atroofia, mida võib võrrelda vanuseatroofiaga rakkuderiigis. Meie esinesime arva- misega, et ka rakkuderiigi rakkudesse koguneb elu kestusel pikapeale tagemeid. Mis võib siin arusaadavam olla, kui et rakkude vanuseatroofia rakkuderiigis tuleb samal viisil toime kui kingloomakese depressioon ja atroofia? Tagemed, mida raku- desse ikka enam ja enam kuhjub, takistavad rakkude ainevahe- tust, rakud vähenevad pikkamisi massilt, atrofeeruvad, kuni nad lõpuks hukuvad, samuti nagu üherakulised Maupas' ja Cal- kinsi katsetes.

Kõik see sunnib meid oletama, et ainevahetuse-produkte pole ühinguna kooselavaist rakkudest vististi võimalik küllalt hoolikalt välja toimetada, et neid koguneb rakkudesse ikka enam ja enam, et nad takistavad rakkude ainevahetust ja kutsuvad esile rakkude atroofia. Niipea kui tagemete kuhjumine närvi- rakkudes ja seega ka närvirakkude atroofia on küllalt kaugele läinud, ei ole need rakud enam oma kohal, nad ütlevad teenis- tuse üles. Me kaotame vaimlise värskuse, me vananeme. Lõpuks tuleb silmapilk, kus tegevuse jätavad seisma needki närvirakud, kes hingamist ja südame tegevust reguleerivad. Vanad südame musklorakud ja kõik teisedki rakud kehas pole samutigi enam nii hästi oma kohal. Hingamine ja südame tuksumine jäävad seisma — rakkude suremine rakkuderiigis algab.

Kuid millest see tuleb, et rakkuderiigi rakkude ainevahetuse- produkte ei toimetata neist nii hoolikalt välja kui üherakulise eluolevuse omi tema rakk-kehast? Siin peame arvesse võtma seda, et üherakuline loomake on vabalt-elav rakk, keda igast

küljest uhab vesi, milles ta elab. Säärastel olukordadel on ainevahetuse-produktide väljasaatmine väga kerge. Rakkude riigi rakudel on asi aga paratamatult raskem. Igatahes, ka rakkude riigi rakud elavad vees, „jooksvas vees“, sest me joome päevas paar liitrit vett ja uuendame niiviisi rohkem kui kolme nädala jooksul kõik oma keha vee. Kuid ainult väheseid rakkude riigi rakke uhab „vesi“ ehk kehavedelikud otseselt. Paljud rakud, kes suurtes kampades koos, on verega ja mahlaga ühenduses ainult naabruses olevate ja verele lähemal seisvate rakkude vahetlitsel. Seepärast on ju kergesti mõistetav, et rakkude riigis ei saa tagemete äravedu toimuda nii korralikult kui kingloomakesel, kes vabalt vees uidab. Rakkude riigi rakud on samas olukorras kui kingloomake, kelle vett küllalt sagedasti ei vahetata. Nad hukuvad, seetõttu, et nad ainevahetuse tagemetega üleliia täituvad.

Edasi peame ka seda arvesse võtma, et veresoonte pehme vahekoeline sulg-ase on aegade jooksul kõvaks muutunud: vanaks läinud vahekude teeb veresooned kalgiks ja takistab vere kiiret juurdevoolu rakkudele kehas.

Kõik kokku: Rakkude üheselamises rakkude riigis peituvadki paljurakulise organismi surma tingimused, loomuliku, vanusenõrkusest tuleva, rakkude riigi rakkude elust raudse paratamatusega areneva surma tingimused. Rakkudes põleva elutule tagemed panevad elu rakkude riigis pikkamisi seisma. Rakkude riik ise saadab enese hukatusse.

Tähenduse suhtes, mis närvirakkudel peab surma toimetuleku kohta olema, on üks vastuväide võimalik. Ribbert on seda vastuväidet huvitaval viisil diskuteerinud.

Võiks öelda, et närvirakkude atroofia ei saaks ometi alati selles süüdi olla, et rakkude riik surema hakkab, sest väga paljud inimesed surevad ju täielisel vaimlisel värskusel, selle peale vaatamata, et nad jõuavad vanuseni, mis inimese keskmisest elueast kaugelt suurem. Mõeldagu näit. ajaloolast Mommsenit, kes oli 86

aastat vana, kui ta suri, ja füüsikut Bunsenit, kes 88-aastasena hauda läks. Mõlemad olid kuni viimaste elupäevadeni täielises vaimlises värskuses. Kuulus füsioloog Eduard Pflüger, kes 81 aastat vanaks sai, pidas kuni oma viimaste elupäevadeni mitte ainult loenguid, vaid töötas väsimatult ka veel laboratooriumis raskete teaduslike uurimiste kallal, millega ta kirjanduseski oli suure tähtsusega füsioloogiliste vaidlusküsimuste keskpunktis. Semestri lõpul oli ta mõned päevad haige ja — suri. Kuulus anatoom Wilhelm Waldleyer, kes Berliinis elas, kirjutas 1920. aasta septembri lõpul: „ . . . kahjuks . . . ma põen nüüd juba mõnda aega südame- ja neeruhaigust . . ., nii et ma tõsisema töö peale ei saa enam mõtelda ja tõsiselt sooviksin, et ma ühel ilusal päeval säärasest teadvuseta olekust — nad tulevad täiesti äkisti, ilma mingisuguse ennustuseta — ei ärkakski enam üles. Seni olen ma alati kõige parema tervise juures olnud ja veel eelmisel suvesemestril, 84-aastasena, pidasin ma nädalas ilma vaevata 2 tundi järgemööda arenemisloolise loengu; nüüd on lõpp lähedal; me peame kõik oma teed minema! Kahjatsen, et ma teile kaebelaulu pean ette kandma“. Tema surmasoov läks kaks kuud hiljemini täide.

Kuidas käib see kokku nüüd sellega, et närvirakkude töö seismajäämisega algab meie rakkude riigi suremine?

Järgmised vaatlused võiksid meile siin väljapääse-tee avada. Peaaju töö põhjeneb paljude närvirakkude ühestöötamisel, ja iga rakkuderühm eraldi võib seejuures töö seisma jätta. Kuna näit. hingamist ja vere-ringvoolu juhtivad närvirakud alles korralikult töötavad, võivad mõtlemise puhul töötavad närvirakud juba enam-vähem atrofeerunud olla. See on vanuses ju täiesti ka reeglilik. Nüüd võib aga juhtuda, et hingamist ja vereringvoolu juhtivad närvirakud jätavad oma töö enamalt seisma kui need rakud, kelle tegevus on hingeliste nähtuste aluseks. Siis sureb rakk täielises vaimlises värskuses. Kestvalt vaimlises tegevuses olnud inimestel ei saa vanusemuutused nii ruttu märgatavaks. „Kestev närvirakkude harjutus on seotud vere korralikuma juurdevooluga ja parema toitumisega ja

toob seetõttu enesega ühes ka protoplasma elavama üleuhtmise ja ainevahetuse-produktide kergema äraveo," ütleb Ribbert. Need närvirakud aga, kes hingamist ja südame-tegevust juhivad, tõttavad nimetatud isikutel samas tempos atroofiale ja surmale vastu kui kõigil teistelgi inimestel, kes vanuse-nõrkusse surevad. Ja siis tuleb korraga päev, kus vikatimees on hõbevalgele raugale, kelle vaimlise värskuse üle me kõik alles imestasime, järele tulnud*).

Selles käsituses on väga palju tõenäitlikku. Seda mõistab igaüks. Me teame, et näit. muskel on töötamise korral oma toidu suhtes palju paremas olukorras kui siis, kui ta ei tööta. Eelduseks on muidugi, et teda üleliia ei koormata, et talle puhkamiseks küllaldaselt aega jäetakse. Mühlmann võttis aga mõne aasta eest ette uurimised, mille põhjal ta seda oletust arvas tõestada suutvat. Mühlmann määras kindlaks paremat ja vasemat kätt juhtivate seljaüdi närvirakkude pigmendihulga. Ta valmistas seljaüdi „käte-pundusest“ mikrokoobilised lõiked (33. joon.) ja luges kogu lõigete reas närvirakud ära, kusjuures ta tugevasti pigmenti sisaldavate närvirakkude arvu eriti üles märkis. Tugevasti pigmenteeritud närvirakkude arv oli paremal pool väiksem kui vasemal. Isikud, kelle närvirakkude pigmendisisaldust Mühlmann uuris, olid paremakäelised ja seega olid



33. joon.

Seljaüdi, selgrookanalist välja prepareeritud Selja poolt vaadates. A juures on näha „käte-pundus“, koht, kus asuvad paljud suured närvirakud, kes käe muskleid juhivad. B juures nimme-pundus, milles jalamuskrite närvirakud.

Toldt'i järele.

*) Mühlmann on arvamisel, et ka haigusest tulev surm saab oma alguse piklikus peaaigus. Ta juhib tähelepanu selle peale, et südamegevust juhtivad närvirakud avaldavad pea alati, eriti aga just südamehaiguste puhul, väga silmatorkavat pigmendiatroofiat.

nad parema käega oma elu jooksul rohkem tööd teinud kui vasemaga. Mühlmann tegi oma vaatluste põhjal järelduse, et rohkem töötavad närvirakud sisaldavad vähem pigmenti, s. o. koguvad endasse vähem ainevahetuse-produkte kui vähemtöötanud rakud. Ilma edaspidiste uurimisteta pole võimalik otsustada, kas Mühlmannil siin tõesti õigus on: vahe parema ja vasema vahel on ometigi liiga väike. Tahetakse aga Mühlmanni uurimiste tagajärjed peaaegu närvirakkudele üle kanda, nimelt neile rakkudele, kes mõtlemise puhul tegevuses, siis oleks asjade seisukord siin järgmine: Mõnedel inimestel, kes vaimliselt väljaarenenutena kehvasti tegevad olnud, teevad peaaegu teatud rakud rohkem tööd kui teistel, kes vaimliselt säärasel määral ei tööta. Esimeste „mõtlemisrakud“ koguvad endasse vähem pigmenti kui teiste omad, ja seepärast võivad vaimliselt töötavad inimesed oma vaimlise värskuse kauemini alles hoida kui teised.

Ometi ei tohi aga uskuda, et igasugune suurendatud töö paneb need rakud, kes seda tööd sooritavad, verrega läbiuhtmise, toitumise suhtes paremasse seisukorda. See on ainult teatavais piirides võimalik. Niipea kui me oma organite rakud, olgu need närvirakud, kes mõtlemise puhul tegevuses, või südamelülitused, kes verd läbi veresoonte ajavad, või muskellülitused, kes mehhaanilist tööd teevad, neerurakud, kopsurakud jne. — niipea kui me nad liiga suurele tegevusele sunnime, millega nad ei ole harjunud, varisevad nad rohkendatud töö all kokku, nagu igapäevane kogemus meile seda näitab. Kõigi meie keha rakkude kohta maksab töö liigvähesus ja töö liigrohkus, mis neile varase haa kaevab, ja teatud töömäär, mis nende jõule kõige kohasem ja neile kindlustab pika ja terviserikka elu. See on miskisugune töö „optimum“, nagu võiks öelda. Töö optimum, „paras-suur“ töömäär on ainuke mõjuv eluvedelik — kui juba niisuguse otsimisel väljas ollakse —, mis teadus meile võib pakkuda.

Kuid seegi eluvedelik pole niivõrra mõjuv, et ta suudaks parandada kõik närvirakkude vigastused ja haavad, mis vanus sinna lööb. Ka vaimliselt kõrgel seisva ja vaimliselt kehvasti töötava ini-

mese vaimujõud hakkab vanuses kaduma. Kuid 80- ja 90-aastase rauga vastu ei kruvi me oma nõudmisi harilikult enam nii kõrgele ja hindame seepärast ta mõtetegevust kõrgemalt kui see tõepoolest õigustatud oleks. „Tõelist olukorda,“ ütleb Ribbert, „otsustaksime õigemini, kui me väljenduksime, nagu me seda sagedasti teemegi, niiviisi, et me ütleme, et see või see on oma vanuse kohta veel tähelepanemisväärne värske. Seega ütleme ühtlasi, et vaimliste tegevuste nõrgenemist on ometigi juba märgata. Nad toimuvad pikaldasemalt ja muutuvad ühekülgsemaks. Ja selle vaimlise tegevuse vähenemise kanname meie täie õigusega üle esmalt tängu- ehk ganglionirakkude muutustele, mis sel ajajärgul ei ole veel igatahes viimase tipuni jõudnud. Suureneb nende atroofia edaspidi veel, siis saab hingeliste talituste langemine märgatavamaks. Korralik mõtlemine läheb pikkamisi võimatuks, uusi muljeid ei töötata enam ümber, areneb ükskõiksus ümbruse vastu, peaaegu vegeteerub ainult, ja tema tegevus kustub pikkamisi kuni surma tulekuni.“

10. Ühepäeva-liblika surm.

Mispärast koguneb närvirakkudesse enamalt tagemaid kui kõikidesse teistesse rakkuderiigi rakkudesse, nii et närvirakud peavad enamalt töötamast keelduma kui kõik teised keha rakud?

Asi on siin järgmine: Närvirakkude ainevahetus on palju elavam kui ainevahetus teistes rakkudes. Üks gramm peaaeguollust tarvitab umbes kolm korda niipalju hapnikku kui üks gramm teisi keharakke. Seetõttu on mõeldav, et närvirakkude ainevahetusel loodud tagemete hulk on suurem kui teiste rakkude tagemetoodang ja et seepärast peavad närvirakud tagemete koorma all võrdlemisi varakult kokku langema.

Närvirakud on iseloomustatud ka veel suure tundlikkusega mitmesuguste mõjude vastu, mis nende ainevahetust tabavad. Närvirakud on „*locus minoris resistentiae*“ meie kehas, nagu seda kunagi Verworn ütles. Nii teame, et närvirakud langevad

juhtumise korral, kui kehasse mürke saadetakse, viimaste mõju alla palju enamalt kui teised keha rakud. Ka teame, et vahetpidamata töötamise puhul väsivad närvirakud palju varem kui teised rakud. Kõik meie „väsimus“ põhjeneb esimesel joonel meie närvikava väsimusel, mitte meie musklike väsimusel. Et vahetpidamata töötamise puhul närvirakud palju varem väsivad kui musklirakud, see tähendab aga praeguste teadmiste juures väsimuse üle mitte midagi muud, kui et närvirakud langevad ainevahetuse-produktide koorma all palju ennemini kokku, halvavad ainevahetuse-produktide mõjul, mida vahetpidamata töötamise puhul palju rohkemal määral tekib ja mida küllalt hoolikalt ei suudeta rakkudest välja toimetada. Närvirakkudesse koguneb „väsimuseprodukte“, nagu öeldakse.

Juba vanemad, R a n k e ja M o s s o katsed on tõenäitlikuks teinud, et musklike tegevuse puhul tekib ainevahetuse produkte, mis musklitesse kogunemise puhul need halvavad. Verworn näitas, et see maksab närvirakkudegi kohta. Mürgitakse konna strühniiniga, siis tulevad loomale rasked musklikrambid peale. Mõne aja pärast muutuvad krambid nõrgemaks, ja umbes 20 kuni 30 minuti järele kaotab loom ärritavuse, — ta on halvatud. Kuid ta musklid pole sugugi veel halvatud: proovime iga üksiku muskli ärritavust, siis veendume, et nad kõik on veel hästi ärritavad. Jälgime aga katset edasi: Verworn sidus halvatud loomale klaastoru tuiksoone, suure, südamest algava vere-soone külge ja ühendas klaastoru peenikese gummitoru abil nõuga, mis sisaldas füsioloogilist keedusoola-lahust*). Keedusoola-lahus voolab siis läbi looma veresoonte. Ka siis, kui hapnik keedusoola-lahusest välja tõrjutakse, avaldab säärane värske keedusoolaga läbiuhtmine looma peale head mõju: konna toibub mõne minuti jooksul ja on nüüd mõni aeg ärritav. Ta vastab ärritustele, näiteks naha puudutamisele või näpistamisele, tõmmates

*) „Füsioloogiliseks keedusoola-lahuseks“ nimetatakse lahust, mis sisaldab 7 kuni 10 grammi keedusoola liitri destilleeritud vee kohta. Säärases soolalahuses hoiduvad elusad rakud mõnda aega, soolalahus täidab teatava määranu vere aset.

oma lihaseid kokku. Läbiuhtmise mõju võib põhjeneda siin ainult selles, et seljaüdi halvatud rakkudest pesti välja ained, mis süüdi olid halvumises, närvirakkude väsimuses. Katse näitab meile seega, et vahetpidamata töötamise aegu koguneb närvirakkudesse ainevahetuse- ehk väsimusprodukte, mis rakud halvavad. Pestakse need tagemed rakkudest välja, siis tuleb viimaste ärritatavus tagasi. Nad toibuvad. Hamburger tõestas mõne aasta eest sama ka konna kurgu limanaha ripsmerakkude kohta: siingi koguneb — nagu arusaadav, igasse teiseги rakku — ainevahetuse-produkte, mis rakke halvavalt mõjuvad.

Väsimusained on ainevahetuse-produktid, nagu neid tekib ka puhkamise korral; vahetpidamatul töötamisel luuakse neid aga hoopis suuremal määral, kui seda veri — ka siis, kui ta juurdevool suurendatud — suudab rakkudest küllalt hoolikalt välja pesta. Nii siis, väsimusainetega ehk kiirenenud ainevahetuse tagemetega ülekujumise tõttu väsivad närvirakud ja kaotavad oma tegevusevõime. Närvirakud võivad koormava töö puhul väsimusainete koorma all ka hoopis kokku variseda; väsimus võib olla niivõrra suur, et üliväsimuse kätte surrakse. Takistatakse koeri kauemat aega magamast, siis saavad nad ühe või kahe nädala jooksul otsa. Sääraste mittemaganud koerte närvirakkudest leitakse muutusi, mis näitavad, et loomad on närvirakkude üliväsimusse surnud (Pieron'i ja Legendre'i katsed Pariisis). Ka inimene sureb, kui ta hulgal ajal ei ole maganud. Vanas Hiinas seisnud üks surmanuhtluse vorm selles, et surmamõistetud kurjategijaid takistatud mõni aeg magamast.

Oma praeguse teadusliku tunnetuse juures paljurakuliste loomade suremise üle võime inimese loomulikku surma vaadelda kui pikaldast suremist rakkude, eriti närvirakkude, ülitäitumise tõttu ainevahetuse-produktidega, mis ainult astmeliselt erineb kiirest suremisest, mis tuleb toime suure üliväsimuse, näit. vahetpidamata ülevaloleku puhul.

*

*

*

Nüüd võtaksime kõne alla tähtsad leidused, mis Harms tegi ühe väikese, Neapoli lahest pärit oleva ussikesse juures. Sel, mõne millimeetri pikkusel ussikesel, nimega *Hydroides pectinata*, on närvikava, mis koostub mõnedest suurematest närvisõlmedest peamises osas, nõndanimetatud peaajust, ja õrnast astrik-närvikavast. Harms tegi omale ülesandeks, loomulikku surma selgrootute loomade juures jälgida; säärase uurimise materjaliks oli nimetatud ussike väga kohane, seepärast, et ta on väga vähenõudlik ja välised mõjud teda kergesti ei vigasta. Ta elas ja kosus näit. isegi Neapoli zooloogilise jaama solkvetes. Tema surma võime vanusenõrkusest tulevaks surmaks pidada. Tilluke ussike elab üle aasta vanaks.

Harms leidis, et esimesed muutused, mis looma suremist nii-ütelda „sisse juhatavad“, toimuvad närvirakkudes, nimelt peaaaju sõlmede rakkudes. Esimesed muutused toimuvad neis rakkudes, kellest närvid välja lõpustesse, looma hingamisorganitesse lähevad. Siis tuleb järg närvirakkude kätte, kes vere ringvoolu ja neerude tegevust reguleerivad. Harms tegi kindlaks, et need muutused närvirakkudes saavad märgatavaks juba siis, kui loom avaldab läheneva surma esimesi tunnismärke.

Harmsi vaatlused tutvustavad meid seega paljuütleva tõsiasi-ajaga, nimelt, et selgrootutelgi loomadel algab rakkude suremine närvirakkude töö seismajäägiga, ja et esimestena keelduvad töötamast just need närvirakud, kes hingamist ja vere ringvoolu juhivad. Harms toimetas oma uurimistööd niivõrra suure materjali kallal — ühtekokku oli tal vaatluseks 560 looma —, et tema järelduste tõelisuses ei saa kahelda. Nüüd võib täiesti üldiselt öelda, et rakkude surm rakkude riigis saab oma alguse närvirakkudest. Ka teiste liikide närvirakkudes on vanusemuutusi tähele pandud. Hodge ja Pixell-Goodrich leidsid neid mesilasel, Hansemann rohutirtsul, E. Water väikestel mageda vee vähkiidel, kopepoodidel, kes elavad üheksa kuu vanuseks. Ka närvirakkude arvu vähenemine on vana mesilase juures kindlaks tehtud.

Sellest võime oletada, et mõnede selgrootute tegi varane

surm — mõned putukad, nagu näit. ühepäeva-liblikas, surevad juba mõni tund pärast seda, kui nad tupest välja on pugenud — on tingitud närvirakkude ülekuhjumisest ainevahetuse-produktidega. Igatahes: ühepäeva-liblikas ja mõned teised selgrootud surevad niivõrra varakult, et tõendamine, nagu sureksid nad vanusenõrkusse ja et siin on tegemist nähtusega, mida tuleks samastada vanusenõrkusest tuleva surmaga hoopis kauemini elavate selgrooliste juures, — see tõendamine paistab esimesel pilgul vasturääkivana. Kuid me juhiksime tähelepanu selle peale, et vanuseatroofia läbiteinud närvirakkude ülesütlemine erineb üleväsitatud närvirakkude kokkuvarisemisest ainult astmeliselt. Esimesel juhtumisel on tegemist rakkudesse seisatama jäänud tagemetejäänustega, mis rakkude ainevahetust pikapeale raskendab ja rakkude kadu kaasa toob: teisel juhtumisel on tegemist närvirakkude niivõrra suure tagemetega ülekuhjumisega, et ainevahetus juba hoopis lühikese aja jooksul väga tähtsal määral rikki läheb, kusjuures närvirakud juba õige pea töötamast keelduvad ja kokku varisevad. Ühepäeva-liblika varases surmas pole meile enam midagi arusaamatut: ka ühepäeva-liblikas sureb vanusenõrkusse. Seal pikaldane vaibumine, siin närvirakkude kiire surm — selles on kõik vahe. Kas ühepäeva-liblikas elab ainult mõned tunnid, kas putukad elavad ainult päevad ja nädalad, teatavad ussikesed mõned kuud, inimene mitmed aastakümned, mõned linnud üle saja aasta ja mõned kalad ja roomajad isegi mitmed aastasajad — looma paljurakulise organismi suremine saab oma alguse närvirakkudest, kusjuures ühe liigi närvirakud varemalt, teise omad hiljemalt langevad neisse kogunevate ja nende ainevahetust takistavate ainevahetuse-produktide koorma all kokku. Loomuliku surma mehhanism, vanusenõrkusest tuleva surma mehhanism näib paljurakulistel loomadel, kel närvikava olemas, alati üks ja sama olevat.

11. Konjugatsioon ja sugutamine.

Halastamatult niidab surm paljurakulisi loomi . . .

Sugutatud munarakk, tulevase paljurakulise looma idu, on mitmel korral jagunenud; idurakust on võrsunud terve rakkude-riik, milles iga üksik rakk on iduraku järeltulija. Lõppude lõpuks surevad kõik rakkude-riigi rakud — peale teatud arvu rakkude, kes lastes edasi elavad. Kuna üherakulistel on kõik tüviraku järeltulijad, nagu Woodruffi katsetes, surematud, jagunevad edasi, on paljurakulise looma suguraku järeltulijate arvust ainult sigirakud, munarakk ja seemnerakk, surematud. Keharakud elavad seevastu üldiselt võttes ainult vähe kauemini kui seda järeltulijate eest hoolitsemiseks vaja. Mooramaa mees on oma ülesande täitnud, ta võib minna . . .

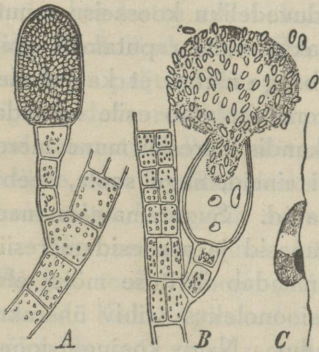
Siin seisame uue küsimuse ees. Rakkude üheselamine ühingus toob enesega paljurakuliste loomade rakkude suremise kaasa. Kuid sigirakud on surematud. Kuidas on see nüüd võimalik, et rakkude-riigi teatud rakud on surematud nagu üherakulisedki? Asi on siin vististi järgmine. Sigirakud vigastuvad rakkude-riigis samuti kui rakud muidu ja nemadki hukkuvad, kui rakkudeühing sureb — peale sugutatud rakkude. Emaline munarakk ja isaline seemne-riidike on just samasuguses olukorras kui kingloomake Calkinsi katseis, — kingloomake, keda depressioon tabab ja kes ainevahetuse-produktidega ülitäitumise tõttu sureb, ning oma rõõmsat elu jälle algab, kui talle võimalus antakse teise kingloomakesega ühineda. Ses suhtes on munarakkese sugutamine sarnane üherakuliste juures esineva konjugatsiooniga. Nagu konjugatsioon võib üherakulistel selle jälle heaks teha, mis tagemetega ülitäitumine seal rikkunud, nii ka sugutamine. Kaks rakku, munarakk ja seemnerakk, ühinevad ja säärase ühinemise tagajärjel omandab rakk võime jaguneda ja pika rakkude-põlvkondade rea ürgemaks saada. Nende järeltulijad surevad, see pärast, et nad rakkudeühingus elavad, peale nende idurakkude jällegi, kellele õnn osaks sai sugutatuks saada jne. Just samuti

kui toiduveidelikus, mida küllalt sagedasti ei vahetatud, need kingloomakesed, kel konjugeeruda õnnestus, oma esialgse jagunemisvõime jälle tagasi said.

Kui kaugele ühtivus konjugatsiooni ja sugutamise vahel ulatub, näitavad järgmised tõsiasjad. Me kõnelesime juba, et Calkins suutis oma kingloomakeste depressioonolekut hävitada mitte ainult seeläbi, et ta neile konjugeerimisvõimaluse andis, vaid ka keemiliste ärrituste, nagu toiduveideliku koosseisu muutmise ja mehhaaniliste ärrituste, nagu akvaariumi raputamise abil. Ameerika füsioloog Jacques Loeb aga näitas, et ka jagunemist, munaraku rakkuderiigiks arenemist võib esile kutsuda, ilma et sugutamist vaja oleks. Loeb kandis meresiiili mune merevette, millele mitmesuguseid keemilisi aineid, nagu soola, seebikivi j. t., vähesel määral juurde lisatud. Sugutamata munad, mida nende ainetega mõjutati, jagunesid ja arenesid meresiiili larvideks. Sugutamata munarakk omandab ärrituse mõjul eluvõime uuesti — samuti kui depressioonolekus viibiv üherakuline, kel konjugatsioonivõimalus puudus. Nagu konjugatsiooni, võib ka sugutamise aset täita mingisugune ärritus.

Väga huvitavad ses suhtes on ka mõned vabas looduses ettetulevad „partenogeneesi“ juhtumised. Partenogeneesi ehk neitsilise sigimise all mõistetakse sugutamata munarakkude arenemist, nagu Jacques Loebi ülalmainitud katseis. Igale looduseuurijale on teada, et munarakud võivad vabaski looduses teatavail olukordadel sugutamata jaguneda ja areneda. Üldiselt tuttav on näide mesilastega. Siin arenevad nii sugutatud kui ka sugutamatud munarakud. Sugutatud munadest kujunevad emad, sugutamatuist — isased, töölised. Sellest peame oletama, et sugutamata munade partenogeneetilist arenemist vabas looduses, nagu Jacques Loeb'i katseis, põhjustavad igasugused ärritused, mida me veel ei tunne. Selle kasuks räägivad vaatlused, mis mõnede väikeste veeloomakeste, näit. ratasloomakeste ja veekirpude partenogeneesi kohta tehtud. Siin arenevad munad suvel, s. o. kõrgemas temperatuuris, partenogeneetiliselt, sugutamatuult. Talimunad võivad areneda aga ainult siis, kui neid

ennemalt sugutatakse. Siin mõjub soojus munarakku nähtavasti samas mõttes kui sugutamine. Nagu juba mitmel korral mainitud, on Calkins näidanud, et temperatuuri tõusmine suudab üherakuliste depressioonolekut hävitada, neile jagunemisvõimet ja eluvõimet tagasi anda; üherakuliste juures on temperatuuri ärritustel õieti sama mõju mis konjugatsioonilgi. Me näeme



34. joon.

Rändeoste tekkimine pruunvetika *Cladostephus verticillatus*'e juures. A rakkniidid, ülal on näha veel sulutud rakk ar vurikaste rändeostega. B rändeoste väljatulek. A ja B umbes 230 korda suurendatud. C üksik rändeos, umbes 1600 korda suurendatud. (Pringsheim'i järele, Strassburgerist, Botaanika õpiraamat.)

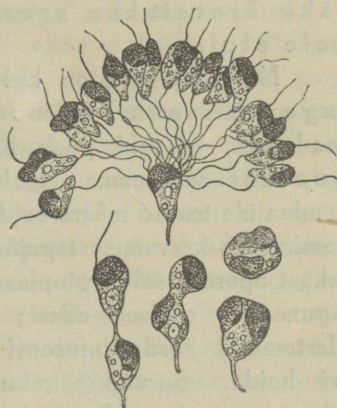
kõike rääkivat selle poolt, et üherakuliste konjugatsioon ja sigirakkude sugutamine on mitmes suhtes sarnased. Nagu konjugatsioon, nii päästab sugutaminegi raku hukkumisest.

Väga huvitav, et konjugatsiooni ja sugutamise lähedad vahekorrad võivad meile avaneda mõnede liikide sigimismvormide uurimisel. Võrdleme sigimisvahekordi näit. ainult pruunvetikate rühma juures, siis võime jälgida, kuidas siin sigimine, mis väliselt erisuguste rakkude (liikumata munaraku ja väleda seemneraku) ühinemises seisab, pikkamisi, järkjärguliselt välja kujuneb konjugatsioonist, mis kujutab väliselt ühesuguste rakkude ühinemist.

Paljudel vetikatel on sigirakkudeks nõndanimetatud rändeosed, õige väikesed rakud, kes ühe või mitme sõudvibukaga varustatud. Rändeosed tekivad jagunemise teel emarakust, kes ar vurikasteks rakkudeks jaguneb (34. joon. A). Need rakud on palju väiksemad kui rakud muidu. Väikeste tütarakkude ehk rändeoste kogu trobikond jääb esmalt emaraku seinte vahele veel ühte, just nagu põiekesse (A). Ühel ilusal päeval läheb põieke lõhki (B), väikesed rakud vabanevad

ja lähevad vabasse vette „rändama“ (C). Seepärast neid rändeosteks kutsutaksegi. Mõne aja pärast kinnituvad rändeosed aluspinnale, kasvavad, jagunevad ja moodustavad lõpuks noore rakkude kolonii, uue vetikpõõsa. Mõnede vetikate juures võivad kaks rändeost, kes teineteisega väliselt täiesti sarnanevad, isekeskis ühineda ja üheks rakuks sulada, nii kui üherakuliste

konjugatsioonis, kus rakud pärastpoole teineteisest igatahes jälle lahkuvad. Kahe raku kestvat ühinemist kutsutakse kopulatsiooniks. Esmalt on rändeosed, nagu öeldud, kõik veel üksteise sarnased. Kuid pruunvetikas on siin juba sammu võrra sugutamisele lähemale astunud: rändeostest, kes kõik veel ühesugustena paistavad, kinnituvad mõned juba varakult veealustele asjadele, teised, liikuvad rändeosed piiravad neid, ujuvad nende ümber, nagu seemnerakud munaraku ümber (35. joon.), kuni vabaltliikuvad rändeosed kohalekinnitutega lõpuks paariti ühinevad, ühte sulavad. Alusele kinnituv rändeost on emalise munaraku algkuju, liikuv rändeost — isalise seemneraku algkuju. Ühe teise pruunvetika juures leiame kahesuguseid rändeoseid, keda juba väliselt võib eraldada: suured ja väikesed rändeosed. Suured kinnituvad lühikeseajalise rändamise järele pea mingisugusele asjale, väikesed kogunevad ta ümber kokku. Kolmanda pruunvetika juures on suured rändeosed algusest peale liikumatud. Siin kujutavad nad juba päriseid liikumatuid munarakke; väikesed vabaltliikuvad rändeosed kujutavad päriseid seemnerakke. Nii võime juba selle



35. joon.

Pruunvetika *Ectocarpus siliculosus*'e rändeoste liitumine. Ülal „emaline“ rändeost, keda paljud „isalise“ rändeosed ümber piiranud. All on näha, kuidas emaline rändeost isalise rändeosega pikkamisi ühte sulab. Suurendatud.

(Bertholdi järele, Strassburgerist).

ühe vetikrühma juures näha, kuidas suguline sigimine ja konjugatsioon lähevad pikkamisi teineteiseks üle.

Konjugatsiooni õppisime tundma kui nähtust, mis üherakuliste depressiooni ja surma suudab ära hoida. Säärase nähtusena esines meile lõpuks ka munaraku sugutamine seemneraku läbi: munarakk kui paratamatule surmale pühendatud rakk äratatakse seemneraku läbi noorusevärskele elule.

Nii konjugatsioon kui ka sugutamine annab tõe raku jagunemiseks. Näib olevat üldiseks orgaanilise looduse seaduseks, et rakk peab kasvama. Elus ollus peab massi poolest suurenema. Kuid elusa olluse massi poolest suurenemine üle teatud määra eeldab jagunemisevõimalust. Raku jagunemine on kasvamise tagajärg ja eeldus ühtlasi. Eemaldatakse rakust operatiivselt protoplasma, siis lükatakse lähem spontaanne jagunemine ajaliselt edasi; korduvate operatsioonide teel läks Hartmannil korda infusoori 30-nest spontaanselt jagunemisest ära hoida. Surutakse raku jagunemine alla, siis ei ole elusa olluse kasvamine ehk massi poolest suurenemine enam võimalik; seda asjaolu tõestavad Rubner'i katsed pärmirakkudega. Paljurakulises organismis jääb rakkude jagunemiskiirus pikkamisi väiksemaks; lõpuks jääb kasvamine seisma — ühes koes varemalt, teises hiljemalt. Närvirakud ei jagune pärast sündimist üldse enam. Nende oma saatus ja kogu rakkude riigi saatus on seega määratud. Ainevahetuse-produktide kuhjumine võib selles süüdi olla, et jagunemiskiirus ja kasvamisintensiivsus pikkamisi langeb. Ka rakkude differentseerumine ehk erinemine mõjub samas sihis: elusa olluse osa raku ja kogu organismi eluskaalus langeb — kui kõnelda Friedenthali sõnadega — seda enam, mida kaugemale on differentseerumine arenenud.

12. Eluvedelik ja ainevahetuse puudulikkus.

Loomuliku surma mehhanism sai meile selgeks: rakkude riigis elavate rakkude pikkamisi suurenev atroofia ehk kõhetu-

mine, tingitud ainevahetuse-produktide kogunemisest, mida küllalt kiiresti rakkudest välja ei toimetatud ja mis rakkude ainevahetust takistavad, kuni lõpuks rakkude riigi teatud rakud, kelle kaastöötamisega kogu rakkude riigi rakkude elu normaalne käik seotud, keelduvad töötamast. Algab kogu rakkude riigi suur ja kiire suremine.

See on vastus suurele küsimusele: miks me sureme . . .

Selles, et ühinguna kooselavad rakud ei suuda küllalt hoolikalt oma ainevahetuse-produkte välja ära anda, seisab suur puudulikkus. Selle ainevahetuse puudulikkuse tõttu peavad paljurakulised loomad surema. Rakkude üheselamine loomalises rakkude riigis oleks võinud võib-olla paremini korraldatud olla, ja paljurakulistel loomadel ei tarvitseks siis vahest ka surra. Mõnede puutaimede kohta kinnitatakse siiski, et nad olevat surematud. Igatahes on teada puid, kes mitmed aastatuhandet vanaks saavad*). Võib-olla oleks vere-ringvoolu ja hingamise parem sissesead, mis tagemete hoolikama väljatoimetamise rakkude ühingu rakkudest võimaldaks, — võib-olla oleks see meid surematuks teinud. See, mis me üherakuliste surematusest kuulsime, tõukab meid niisugusele mõttele.

Seal kuulen ma juba hädaldavat kaebamist: miks me ei ole surematud, nagu seda on üherakulised! Viimastega võrreldes tuntakse end halvemas seisukorras.

Kuid igasugune hädakisa loomuliku sündmustiku vastu on ju — mõttetus. Ainult seetõttu, et me pimedast peast end kõigi oma tillukeste soovidega ja väikeste valudega oleme suure, lõpmatu maailma keskpunkti asetanud, arvame omal õiguse olevat

*) See tõendus pole igatahes põhjendatud. Strassburger tähendas väga õieti, et aastatuhandeidki vanades puudes on kõige vanemad elusad rakud vaevalt üle 80 aasta vanad; muu puuosa seisab koos surnud rakkudest. — Puuindiviid kui niisugune võib nüüd nähtavasti ainult seetõttu nii vanaks saada, et üksikute osade ühendajaks, sidujaks on siin mahlateed ja mitte närviteed. „Mahlateed“ on surnud kude (puuosa), elutu moodustus. Vastandiks sellele seisavad närviteed koos jagunemisvõimetuist, asendamatuist, elusaist rakkudest, kelle eluiga piiratud. Nagu mõned katsed (Zlatoff) näitavad, etendavad taimeski ainevahetuse-produktid vanuseteguritena osa.

loomuliku sündmustiku üle kaevata, tehes teda teataval määral vastutajaks sihtides, mis me omale ise üles seame. Kuid ka siis, kui me asume sellele seisukohale, et inimesel on meelevald looduse seadiseid arvustada, ei oleks meil mingit põhjust hädaldada selle üle, et me üherakulistega võrreldes halvemas seisukorras oleme, kuna me oma ainevahetuse puudulikkuse tõttu vananeme ja peame surema. Mõtleme hoolega järele, mis üherakulise surematuse üksikolevuse kohta tähendab. Emarakk jaguneb kaheks tütarraakuks. Emarakk läheb kaheks tütarraakuks täielikult üle, emaraku individuaalne elu lõpeb. Kuid ta lõpeb ilma korjuse tekkimiseta — ainult selles mõttes on üherakulised surematud. Ja surelikud, paljurakulised loomad — kuidas on nendega lugu, kui vanemad oma järeltulijatele elu kingivad? Emaline ja isaline rakkude riik annab sigimisel ainult väikese osakese oma kehast ära. Nad ei lähe täielikult oma järeltulijateks üle ja nad elavad kui indiviidid oma järeltulijate sündimise kaasa. Järjekult, paljurakulised organismid on üherakulistega võrreldes mitte halvemas, vaid paremas seisukorras: paljurakulised organismid on üherakulistega võrreldes paremuses seepoolest, et nende juures ei tähenda järeltulijate sündimine vanem-organismi individuaalse olemasolu lõppu. Tõsi, teatav puudulikkus on selles, et see kaasaelamine, õigemini: mööda-elamine ei kesta lõpmatuseni, et vanemad ei ela lõpmatult kaua. Kuid teisest küljest on see ometigi suureks looduse kingiks, et vanem-organism võib oma järeltulijate sündimist kaasa ja mööda elada . . .

Tunnetus, et me suremata üherakulistega võrreldes siiski paremuses oleme, et me võime oma järeltulijate sündimisest mööda elada ja noortsugu kasvatada, peaks meile kergendama meie ainevahetuse puudulikkust kanda, puudulikkust, mis meile surma toob.

Kuid ometigi: tuleb küll kahjatseda, et ei saa lõpmata kaua elada. Kellele meist küll ei ole nii mõnelgi korral mõttesse tulnud, et oleks ometi väga ilus, kui saaks mitusada aastat elada — uudishimu pärast lihtsalt, et näha saada, mis

siin maakeral kõik veel tuleb ja kuidas inimesed ja asjad nii umbes viiesaja aasta pärast välja näeksid. Mis selle pika aja jooksul kõik küll ei võiks tulla: võib-olla ei ole Türgimaal enam sultanit, Pipin võib-olla valitseb jälle frankide üle, ja ei lasta enam püssirohuga, vaid vaenlase peale puistatakse lihtsalt mürgiseid gaase, mis keemik — mis küll üks keemik kõik ei või! — on leidnud. Kas pole rõõmustav veel mõnisada aastat elada?*)

Teaduses on ju nüüd inimesed juba nii palju saavutanud, et nii mõnigi võiks mõttele tulla, et kas ei saaks ometi kuidagi abinõu leida, et seda jälle heaks teha, mis emake-loodus meie juures nii puudulikuks jätnud. Oleks vaja leida eluvedelik, mis meie keha rakkudesse niiviisi mõjuks, et nad jälle noorusevärskeks ja nooreneuks muutuksid. Väga raske oleks ju seda abinõu leida. Metšnikovi hapu piim — ja isegi bulgaarlaste viisi järele hapendatud — pole see igatahes mitte. Hapu piim suudab ju Metšnikovigi järele ainult selle jälle heaks teha, mis soolebakterid meie kehas on rikkunud.

Eluvedelikku on ka veel ühest teisest allikast otsitud. Peale seda kui jõuti teadmisele, et meie keha elutoimingud, samuti ka kasvamis- ja kujunemisprotsessid olenevad sisesekretsiooniga näärmeist, aineist, mida teatud organitest verre valgub, katsuti vanusenähtusi nende näärmete tegevuse lõpetamisega seletada. Mõeldi nimelt kilpnääret, mille vanusenähtused pidid olema kõigi teiste vanusenähtuste põhjuseks. Sisesekretsiooniga näärmeist pidi nüüd ka uus eluvedelik voolama. Käsitus, et vanusenähtused saavad oma alguse sisesekretsioonilistest näärmetest, ei ole aga ometigi õigustatud. Kilpnäärme tegevuse lõpetamise tagajärjed, nagu neid arst tunneb, on ometigi hoopis teissugused kui vanusenähtused. Kuid muutused, mis vanuses ka sisesekretsioonilistes organites esile tulevad, mõjuvad oma poolt siiski teistesse keha organitesse. Nii on siis ka arusaadav,

*) Jätsin selle järgu sõna-sõnalt nii, nagu ma ta 1913. aasta lõpul kirjutasin. Kui vähe ma siiski ette aimasin! Ma arvasin nalja ajada, kuid kõik on ometi tõeks saanud. Ja kõik see kare tõde on kogu Euroopa inimkonna kuristikku saatnud!

et mõnede vanusenähtuste vastu võib seeläbi tagajärjerrikkalt võidelda, et kehasse saadetakse piisaval määral sisemisi sekrete (nõresid). Esimesed katsed ses sihis tegi füsioloog Brown-Sequard Pariisis aastal 1889. Brown-Sequard, kes siis 70 aastat vana oli ja närviliste nõrkuste all kannatas, teatas, et tal olevat korda läinud oma haiguseolekuid looma sugunäärme-nõre sissepritsimise teel vähendada. Brown-Sequard teatas, et ta keha- ja vaimujõud olevat suurenenud. Brown-Sequard'i andmed ei leidnud kõigis üksikasjades tõestust, kuid oli kindel, et siin on tegemist uue teega enneaegse vananemise vastu võitlemises. Hiljemalt võeti selle küsimuse lahendamiseks ka loomakatsed ette. Harms võitles tagajärjerrikkalt vananemisnähtuste vastu mereseakeste ja koerte juures, kasvatades ehk „pookides“ neile külge nooremast loomast võetud sugunäärme: vanade katseloomade väljanägemine ja ülespidamine muutus mõneks ajaks, nad „noorenesid“, kui nii võib öelda. Steinach Wiinis tarvitas teissugust võtet: ta sidus isalooma sugunäärme väljaviimata kinni. Umbes 20 aasta eest näitasid prantsuse uurijad Bouin ja Ancel, et nende näärmete sisemine sekretsioon jääb muutmata alles, kui tee, mille kaudu seemnerakud välja saadetakse, kinni seotakse. Seemnetekkimine saab seejuures väga tugevasti kannatada, kuna aga nõndanimetatud „vaerakud“ näärmes lopsakalt kasvama hakkavad. Nende rakkude arvele kirjutasid Bouin ja Ancel sisemiste sekreetide loomise. Olgu see käsitus nüüd õige või mitte, paljud uurijad on tähelepanu juhtinud sellele, et mõni aeg pärast väljaviimata kinnisidumist tulevad suurenenud sisemise sekretsiooni tunnismärgid ilmsiks. Steinach tuli nüüd mõttele seda meetodi vananemisnähtuste vastu võitlemiseks kasutada. Ta katsed hiirte juures andsid kahemõttelisi resultate, osalise „regeneratsiooni“ ehk „nooremise“ mõttes: vananenud hiirte karv läheb jälle tihedaks, nende sugutung ärkab uuesti. Daanimaa uurija Sand proovis Steinachi andmed koera juures järele, ja ta võis neid kinnitada. Inimese juures võtsid säärased katsed kõige esimestena Steinach ja Lichtenstein ette. Need katsed äratasid väga

suurt tähelepanu, ja väga palju on ses küsimuses vaieldud. Peter Schmidt'ilt Berliinist ja Sand'ilt tulevate teadete järele võib selle operatsiooni teel siiski paljudel juhtumistel enneaegse vananemise ja sugulise nõrkuse all kannatajaid inimesi aidata. Kuid ootusi ei tohi siiski liiga kõrgele kruvida, nagu see uute leiduste vastu arstiteaduses moeks on. Noorusekaevuks pole sisemine sugunääre ometigi mitte. Ainevahetuse puudulikkus, mis põhjeneb rakkude halvasti korraldatud üheselamisel rakkude riigis, jääb seejuures alles, ja me peame surema.

Seni pole meil eluvedeliku veel mitte, ja me oleme väga suures kimbatuses. Viimast Türgi sultanit me enam ei näe.

Häda korral on hea nõu kallis. Ja minu nõu on järgmine.

Vähesed inimesed surevad tänapäev vanusenõrkusse, kuna tuhanded mõjud inimesse halvavalt mõjuvad. Inimesed lähevad tänapäev liiga varakult hauda, seepärast et nad halbades korterites elavad, viletsasti söövad ja on kurnatud tööorjad. Need on juba palju arusaadavamad asjad kui soolebakterid ja ainevahetuse puudulikkused. Minge ja — mõistke seda! See on mu hea nõu — lühike, kuid täidesaatmiseks pikk.

Käiakse aga selle hea nõu järele, siis elatakse oma seitsekümmend, kaheksakümmend või sada aastat, rõõmsas meeolus, vaadates tagasi töö rõõmsale elule, tundes rõõmu lastest, keda rõõmsasse ellu saadetakse, ja siis oleks käes aeg, kus inimesed vahest õpivad pühitsema ilusamaid pidustusi, kus surmapäev kujuneb neile —

rõõmupäevaks.

Jaan Rumma

maateaduse ja loodusloo õpetaja Tartu õpetajateseminaris.

Maateaduse õppeviis.

13 joonisega, 176 lehekülge.

Hind 95 marka.

„Kaduma peab see ebaõige vaade, et maateadust võib õpetada koolis igaks, kel selleks ainult hea soov, tahtmine, ilma et oleks vaja erilist ettevalmistust. Oleks aeg lõpetada arved isade õppeviiside mehhaanilise jälgimisega ja soetada omale enam meetoodilisi töid, tõsta üldse rohkem huvi ainet käsitusviiside vastu (lhk. 4). „Härra Rumma on oma tehtava kallal tõsiselt rühkinud. Ta mõistab vana ehk liiga karmilt hukka, aga ta on ustav teejuht, kes iseäranis hästi alaga tutvunud ja õpetajale suured nõudmised ette paneb.“

Tartu Ülikooli maateaduse-prof. J. G. Grano.

„Ülemalnimetatud Jaan Rumma „Maateaduse õppeviis“ tahab oma alal uut sihti näidata, uut rada rajada.“

J. Kents „Kasvatus“ nr. 2 1922, lhk. 18—22.

A. Tammekann:

Lühike kaardiprojektsiooni-õpetus.

Seletused — näited — ülesanded.

60 lk., **hind 130 marka.**

Sisu: Tähtsam kirjandus kaardiprojektsioonide kohta. — Märgid ja oskused. — Matemaatilised eelmõisted. — I. Kaardist ja projektsioonidest üldse. — II. Silindrilised projektsioonid. — III. Koonuselised projektsioonid. — IV. Tasapinnalised projektsioonid. — V. Sobedad (konventsionaalsed) projektsioonid. — Tabelid.

K/Ü „Looduse“ lastekirjandus.

K. Ewald „Loodus jutustab“ (lasteraamat), I 60 m., II 95 m.

Wagner „Lood loomadest“ 40 m.

Ernest Seton-Thompson „Tllo“ (lasteraamat) 60 m.

Ernest Seton-Thompson „Kolm kangelast,“ tõlkinud E. I. Treffner 65 m.

Sillaots-Riikoja „Kodu“ I 150 m.

Ernest Seton-Thompson „Loomkangelased“ I, tõlkinud H. Rumma 100 m.

Ernest Seton-Thompson „Loomkangelased“ II, tõlkinud H. Rumma 75 m.

Ernest Seton-Thompson „Loomkangelased“ III, tõlkinud H. Rumma 75 m.

K/Ü „LOODUS'E“ kirjastusel ilmunud:

- J. Rumma „Maateaduse õppeviis“ 95 m.
J. Rumma „Üldine maateadus“ 195 m.
A. P. Netshajev „Mere tegevus“. Tõlkinud ja täiendanud
J. Rumma. 60 m.
Prof. J. Piiper „Üldise zooloogia põhijooned“ 140 m.
L. Mahistein ja H. Männik „Elus loodus“ algaste 145 m.
Audova-Univer „Bioloogia õpperaamat“ keskk. van. kl. 100 m.
Schmeil „Inimene“ Teinmani tõlge 60 m. 96 lhk.
H. Männik „Praktilised tööd botaanikas“, (kaustik) 15 m.
H. Reichenbach „Zooloogia praktikum keskkoolidele“
130 m.
H. Reichenbach „Juhe zooloogilisteks vaatlusteks ja
kogude korraldamiseks I“ (akvaarium) 55 m.
H. Riikoja-B. E. Raikov „Anatoomia ja füsioloogia alg-
praktikum“ 175 m.
Prof. Polovtsov „Taimede ehitus ja elu“ (teine konts.) 125 m.
G. Vilberg „Harjuma“ (maateadusline lugemik) 215 m.
Prof. W. Oels „Katsed taimede elust“. Eesti keelde toime-
tanud G. Vilberg 160 m.
Prof. Wagner „Zooloogia“ (teine kontsentr) 145 m. I r.
145 m. II r.
Rumma-Raikov „Loodusloo praktiliste tööde õppeviis“.
140 m.
J. Kents „Eestimaa geograafia õpperaamat“ 155 m.
O. Schmeil „Väike looduslugu“. Tõlkinud J. Piiper 150 m.
„Tallinna juht“. Ülevaade Tallinna tähtsamatest kohtadest ja
valitsuseasutustest 150 m.
Shaposhnikov ja Valtsev „Algebraliste ülesannete kogu“
I jagu. Ümber töötanud ja täiend. K. Veski ja J. Grünthal. 140 m.
Prof. J. Sarv „Logaritmide tabelid“ 28 m.
K. Veski ja J. Grünthal „Aritmeetika“ I õppeaasta 65 m.,
II õppeaasta 55 m., III õppeaasta 70 m., IV õppe-
aasta 100 m., V õppeaasta 75 m., VI õppeaasta 135 m.
Prof. G. Rāgo „Tasapinnalise analüütilise geomeetria
põhijooned“ (keskkoolidele) 185 m.
Prof. G. Rāgo „Matemaatilise analüüsi elemendid“ 200 m.
K. Loskit ja A. Paris „Anorgaanilise kvalitatilise ana-
lüüsi praktikum“ 90 m.
Edm. Spohr ja G. Vilberg „Õistaimede määramise abi-
vihik“ 25 m.
Loodus, I aastakäik: I, II, III, IV, V ja VI à 60 m.
Rashevski „Stereomeetria“. Tõlk. K. Veski ja J. Grünthal. 85 m.
G. Vilberg „Eesti taimestik koolidele“, Schmeil-Fitscheni
järel Eesti taimestiku kohaselt ümber töötatud. 220 m.
Kogerman-Männik-Mahistein „Looduseõpetus“ II tr. 130 m.
S. Sütt ja D. Koppel „Maateaduse õpperaamat algkoo-
lidele“, IV õppeaasta 65 m.
D. Koppel ja S. Sütt „Maateaduse ülesannete kaustik“
I vihik 25 m., II vihik 25 m.
Arvo Yippö „Lastetoast koolipingile“, tõlkinud J. Tein-
man. 100 m.
J. Maramaa „Geomeetria“ 100 mk.
Raamatute tutvustaja nr. 1, 2 ja 3.
Hintzer „Vabaharjutused“ 60 mk.
Dots. H. Bekker „Geoloogia õpperaamat“ 200 mk.
Ladu Vana t. nr. 1, telef. 435. Ärijuhi telef. 243.