

KORTFATTET LÆREBOG

I

MENNESKETS FYSIOLOGI

AF

AUGUST KROGH

DR. PHIL., DOCENT I FYSIOLOGI



GYLDENDALSKE BOGHANDEL
NORDISK FORLAG

MDCCCXVIII

FORORD

Nærværende Lærebog er beregnet paa en Undervisning, der gøres saa anskuelig som muligt ved Forsøg og ved Iagttagelser, som Eleverne tildels kan anstille paa sig selv. Paa de fleste af Bogens Sider er der givet Anvisning paa saadanne Forsøg og Iagttagelser. Mange af disse kan gøres uden videre Forklaring og uden andre Hjælpemidler end saadanne, som altid maa antages at være for Haanden, og disse bør under ingen Omstændigheder forsømmes. Andre kræver en vis Teknik og tildels særlige Apparater. De hertil fornødne nærmere Anvisninger er samlede i et særligt Afsnit bag i Bogen, til hvilket der idelig henvises, og alle nødvendige Hjælpemidler, derunder ogsaa en Samling histologiske Præparater, særlig beregnede for denne Undervisning, bringes i Handelen af H. Struers kemiske Laboratorium. Jeg maa i høj Grad anbefale, at ogsaa de bag i Bogen samlede Forsøg udføres i saa vid Udstrækning som muligt, og jeg er rede til at bistaa enhver, som henvender sig til mig, med at overvinde de Vanskeligheder, som nogle af dem maaske vil frembyde.

Da Fysiologien hidtil er ganske uprøvet som Skolefag, maa den første Lærebog nødvendigvis være temmelig ufuldkommen. Den er derfor kun trykt i et forholdsvis ringe Antal Eksemplarer. Hvis den overhovedet vinder Bifald, vil den kunne ventes udsolgt i Løbet af 3—4 Aar, og i en ny Udgave vil de Forbedringer kunne indføres, hvis Ønskelighed sikkert vil komme for Dagen under Benyttelsen. For at opnaa dette anmoder jeg indtrængende de

Lærere, som benytter Bogen, om at meddele mig deres Erfaringer i saa Henseende.

Samtidig med denne Bog, der særlig er beregnet for Gymnasiets matematisk-naturvidenskabelige Linje, udkommer en Lærebog i Almindelig Naturhistorie og Fysiologi beregnet for de sproglige Linjer som 2den Del af HEEGAARD, VAHL og KROGH: Naturkundskab. Denne indeholder et Afsnit om Celler, Cellevirk-somhed og Forplantning, som her er udeladt, da Matematikerne formentlig bør have en selvstændig og udførligere Fremstilling af den almindelige Naturhistorie, men adskiller sig iøvrigt kun paa mindre væsenlige Punkter — Udeladelse af matematiske Udvik-linger og kemiske Formler — fra nærværende Bog.

Jeg beder Hr. Adjunkt, cand. mag. KR. SIMONSEN modtage min hjærteligste Tak for den Bistand, han har ydet mig ved disse Bøgers Udarbejdelse.

AUGUST KROGH.

CELLER OG VÆV

Den dyriske Organisme, og ligeledes den menneskelige, opstaar af en enkelt Celle, *Ægcellen*, der efter at have forenet sig med en anden Celle, *Sædcellen*, begynder at formere sig ved Deling. De første Stadier af denne Deling lader sig meget let iagttage paa Æg af Frøer [Forsøg 1]. I Begyndelsen er de nye Celler, som dannes ved Delingen, ganske ens og af samme Bygning som den oprinde-lige Ægcelle, idet de bestaar af en nogenlunde fast *Kærne* og halv-flydende Celleslim eller *Protoplasma*. De bliver ved den fortsatte Deling mindre og mindre, men efter nogen Tids Forløb, naar de er naaede ned til en meget ringe (mikroskopisk) Størrelse, vokser Døtrecellerne efter hver Deling ud til Modercellens Størrelse ved at optage Næring ude fra, og da Celledelingen stadig fortsættes, vokser hele den lille Organisme.

Naar man meget nøje studerer Udviklingen af den voksende Organisme, finder man, at de i Begyndelsen ganske ensartede Celler efterhaanden udformes paa for-skellig Vis og ofte i saa høj Grad, at næsten al Lighed med det, man sæd-vanlig forestiller sig ved en Celle, gaar tabt. Paa denne Maade opstaar en Række af forskellige *Celletyper*, der hver udfører sin bestemte Slags Ar-bejde i Organismen: Muskelceller, Ner-veceller o. s. v. Indbegrebet af alle de Celler i Organismen, der hører til sam-me Type, kalder man et *Cellevæv* og taler altsaa om *Muskelvæv*, *Nervevæv* o. s. v. Her skal gennemgaas Bygningen af nogle af disse Væv, medens andre vil blive behandlete i de specielle Afsnit.



Fig. 1. Unge Celler, der er ifærd med at vokse ud til Bindevævs-traade (3.9.0).

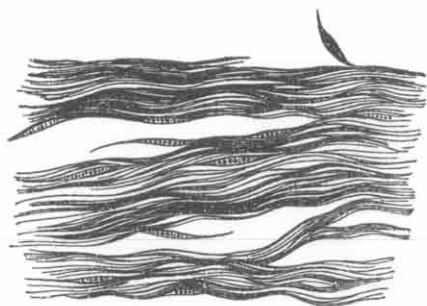


Fig. 2. Bindevæv. Mellem Traadene ses enkelte tendannede Celler (ca. $\frac{3}{10}$).

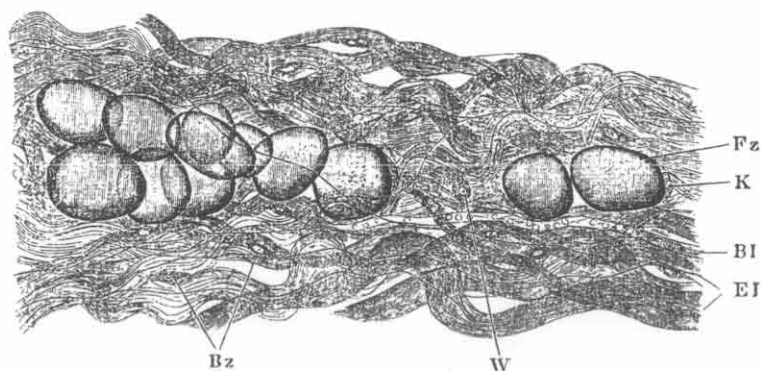


Fig. 3. Bindevæv med Fedtceller (Fz). K en Fedtcellekærne, der er trængt ud til Siden af den Fedtmasse, som opfylder Cellen (ca. $2\frac{7}{10}$).

dannede Celler er forholdsvis talrige og fyldte med Fedt, har vi Fedtvæv. Nogle Traade i Bindevæv er stærkt bugtede og meget elastiske.

I *Bruskvævet* er alle Cellerne af ganske simpel Form, men de har udskilt imellem sig en klar fast Masse *Brusksubstansen*. Saavel Bindevæv som Bruskvæv kan omdannes til *Ben*, idet Cellerne vokser ud og træder i Forbindelse med hinanden ved et Net af Grene. De ordner sig paa bestemte Maader, og den Substans, som de aflejrer imel-

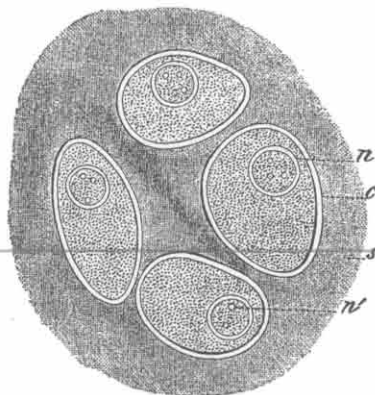


Fig. 4. Brusk. s Brusksubstans, c en Celle med Kærne n (ca. $\frac{9}{10}$).

I *Bindevævet* findes der i Reglen nogle Celler af temmelig almindeligt Udseende, men de fleste er voksede ud til lange seje Bindevævstraade, hvis Protoplasma og Kærne er fuldstændig forsvundet. Traadene kan forløbe hovedsagelig i parallelle Strøg og Bundter, som i Sener, eller paa kryds og tværs i alle mulige Retninger, som de f. Eks. gør under Huden. Naar de forholdsvis uom-

lem sig, bliver meget fast og haard ved Optagelsen af Kalksalte i stor Mængde.

Under den saakaldte *Engelske Syge*, der ofte skyldes uhensigtsmæssig Ernæring, foregaar Kalkaflejringen højst ufuldstændigt, saa at Knoglerne bliver bløde og let misdannes.

Ben og Brusk sammensætter Organismens Skelet, og Bindevævs Opgave er at danne Støtte og Forbindelse for alle Organismens øvrige Væv. Saaledes er f. Eks. i Musklerne de enkelte Traade forenede ved Bindevæv, der ogsaa i tykkere Strøg strækker sig ind mellem Muskelbundterne, medens det som *Sener* forbinder Musklerne med Skelettet.

Epitelvævs Celler er i det ydre oftest ikke særlig omdannede, men desto større Forskel er der paa deres indre Egenskaber. Lege-

mets ydre Overflade og alle dets indre Hulrum er beklædt med Epitel.

Overhuden bestaar af Celler i talrige uregelmæssige Lag. De inderste Celler er mangekantede, bløde og forsynede med tydelig Kærne, men udadtil bliver de fladere, mere og mere hornagtige og faste, medens Kærnen forsvinder. I de yderste Lag er Cellerne fuldstændig omdannede til Horn, og disse døde Celler afslides og afstødes bestandig. De inderste Celler formerer sig stadig ved Deling, og

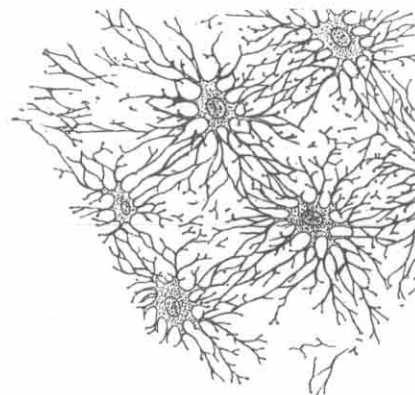


Fig. 5. Benceller (ca. $\frac{9}{10}$).

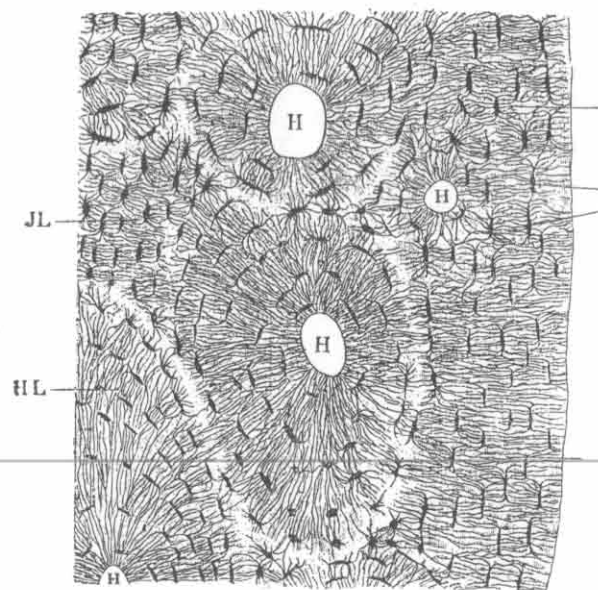


Fig. 6. Snit af Ben med Benceller (JL) ordnede omkring større Kanaler (H). I disse løber de Blodkar hvorfra Bencellerne ernæres (ca. $2\frac{9}{10}$).

efterhaanden som en Celle bliver ældre, trænges den udad og omdannes.

Naar Huden er udsat for stærkt Slid, fornyes den hurtigere ved Cellernes forøgede Vækst; og et langvarigt Tryk paa et Hudparti frembringer ligeledes forøget Vækst af Cellerne og Horndannelse, hvorved der opstaar fortykket Hud eller *Ligtorne*.

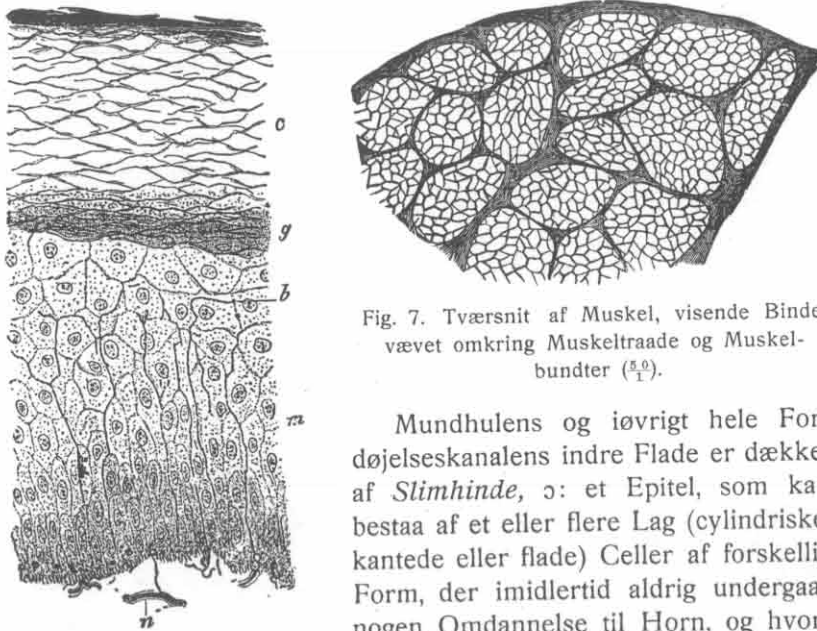


Fig. 7. Tværnsnit af Muskel, visende Bindevævet omkring Muskeltraade og Muskelbundter ($\frac{S}{10}$).

Fig. 8. Snit af Overhuden. Nederst de levende mangekantede Celler med Kærner, *Slimlaget*. Øverst de døde, forhornede Celler, *Hornlaget* (ca. $\frac{3}{10}$).

Mundhulens og iøvrigt hele Fordøjelseskanalens indre Flade er dækket af *Slimhinde*, d: et Epitel, som kan bestaa af et eller flere Lag (cylindriske, kantede eller flade) Celler af forskellig Form, der imidlertid aldrig undergaar nogen Omdannelse til Horn, og hvorimellem der findes særlige *Slimceller*. I disses Indre danner der sig en klar Slimdraabe, der efterhaanden vokser og tilsidst bliver saa stor, at den sprænger Protoplasmaet og træder ud paa Epitelets, Slimhindens, Overflade. Naar det er sket, trækker Slimcellen sig sammen, vokser ud paany og danner en frisk Slimdraabe. Slimcellerne udskiller, *secernerer*, Slim.

Evnen til at secernere, udskille *Sekret*, tilkommer i særlig Grad

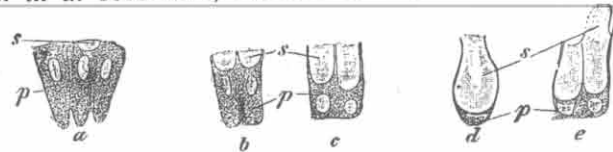


Fig. 9. Slimceller. Begyndende Slimdannelse i a, Udtømmelse i e ($\frac{S}{10}$).

de Epitelceller, der danner *Kirtlerne*. En Kirtel er i sin simpleste Form blot en Indbugtning i et Epitel, men en saadan Indbugtning kan vokse f. Eks. til et langt Rør og forgrene sig til et meget indviklet System af Rør, der alle munder ud i den fælles Udførselsgang.

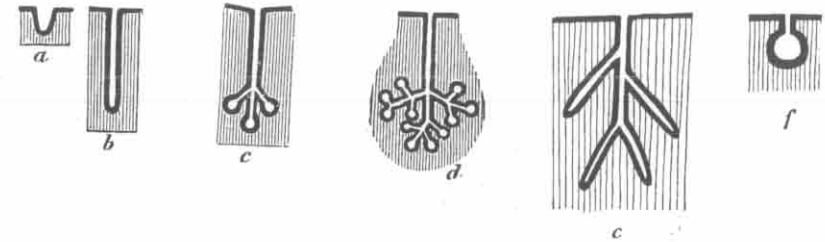


Fig. 10. a-f Skemaer af forskellige Kirtler. Den tykke sorte Linie betegner Epitelet.

Kirtelepitelets Celler danner i Reglen et enkelt Lag, og de er alle i Stand til at udskille visse bestemte Stoffer, der udgør Kirtlens Sekret. Sekretet ophobes i Kirtelgangene og flyder efterhaanden ud gennem Udførselsaabningen.

Eksempler paa Kirtler. Hudens *Svedkirtler* danner et enkelt meget snævert Rør, hvis inderste Ende er rullet nøgleformigt op. De udmunder paa Hudens

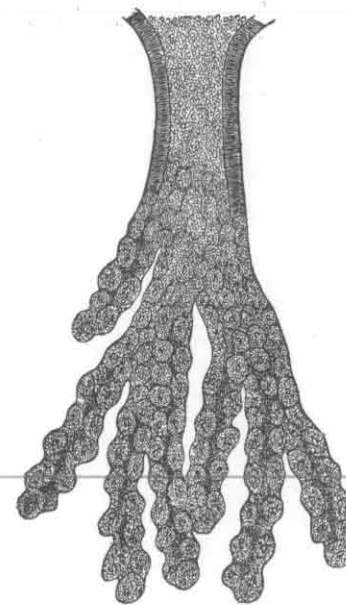


Fig. 11. En svagt grenet Rørkirtel fra Mavevæggen (ca. $\frac{1}{10}$).

Overflade i smaa Gruber, der paa Fingerenderne kan iagttages med Lupe. Sekretet er Sveden, og under heldige Omstændigheder kan man direkte se de ganske smaa Sveddraaber træde frem af Kirtelmundingerne. *Spytkirtlerne* er meget stærkt forgrenede Rør, hvis yderste Ender er opsvulmede, og det er blot omkring disse opsvulmede Ender, at Epitelet er sekretorisk. Saadanne Kirtler kaldes *Druekirtler*. Sekretet er Spyttet, hvis Egenskaber vi siden skal lære nærmere at kende.

Kirtler med meget sammensat Bygning er *Nyrerne* og *Leveren*.

En særlig Form for Epitel er *Fimrepitelet*, hvis Celler er forsynede med

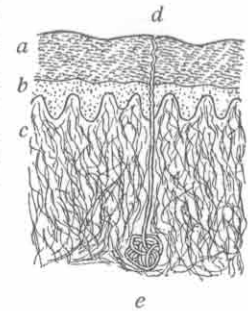


Fig. 12. Snit af Huden. a Overhudens Hornlag, b Slimlaget, c Læderhuden med dens Papiller, d Udførselsaabningen for Svedkirtlen e (ca. $\frac{2}{10}$).

haarformede Protoplasmaudløbere, der uafbrudt er i Bevægelse, saaledes at de gør et kraftigt Slag i en bestemt Retning og derefter langsomt bøjer sig tilbage. Da alle Cellerne arbejder i samme Retning, kan smaa lette Legemer transporteres henad Epitelets Over-

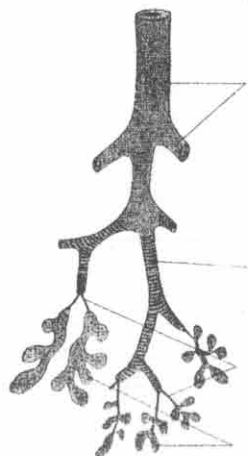


Fig. 13. En lille Del af en Spytkirtel. Skematisk.

flade [Forsøg 2]. Fimreepitelet findes hos Mennesket i Næsehulen og Luftrøret og transporterer alle smaa fremmede Legemer ud, der ellers vilde trænge ned i Lungerne. Især alt det Støv, som man ikke kan undgaa at indaande, uskadelliggøres paa denne Maade.

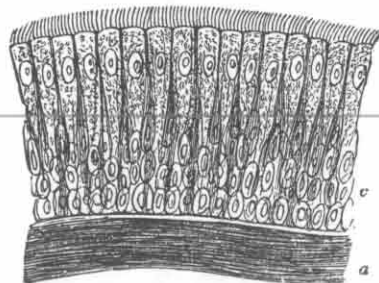


Fig. 15. Fimreepitel (3.5.0).

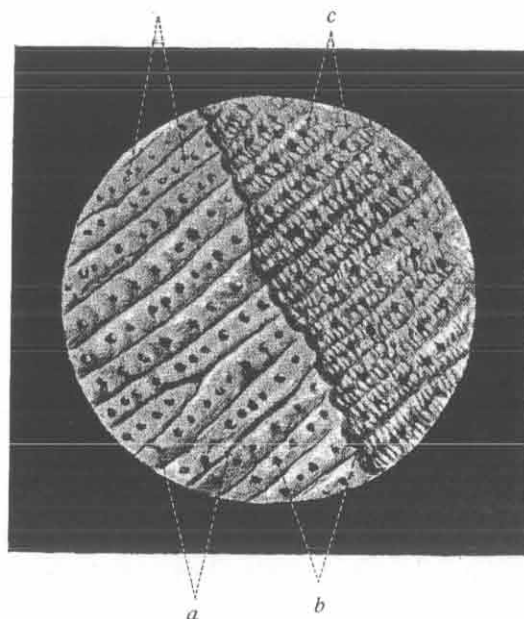


Fig. 14. Menneskehud fra Fladen. Til højre er Overhuden fjærnet, saa at man ser Læderhudens Papiller. a Furer, b Svedporer, c Papiller (4).

Muskelvævs Celler, Muskeltraadene er meget lange og tynde, og Kærnen eller Kærnerne er trængte helt ud til Siden. Man har to forskellige Slags Muskeltraade, de *glatte* og de *tværstribede*, der aldrig forekommer sammen i samme Muskel.

Glat Muskelvæv, hvis Cellestruktur er let at erkende, findes

i alle indre Organer, f. Eks. i Tarmvæggen, Kirtlerne og Blodkarrene. Det er ordnet i Hinder eller uregelmæssige Strøg, indesluttet i Bindevæv, men ikke i tydelige Muskler. Det kan foretage langsomme Sammentrækninger, ved hvis Hjælp de paagældende Organers Bevægelser sker. Saa-danne Bevægelser kaldes uvilkaarlige, fordi de ikke er undergivne Viljens Herredømme.

De tværstribede Muskeltraade er i Reglen anordnede i mere eller mindre tykke Bundter, Musklerne, af hvilke de fleste ved Sener fæster sig paa Skelettet. Alle Muskeltraade i en Muskel trækker sig sammen samtidig og med betydelig Hurtighed, overensstemmende med Individets Vilje. De tværstribede Muskler kaldes derfor ogsaa vilkaarlige. Hjertets Muskulatur er tværstribet, men ikke vilkaarlig.

Nervevævs Bygning vil blive beskrevet under Nervefysiologien.

Regeneration. Nogle af Organismens Celler lever normalt lige saa længe som Individet, men andre, og da særlig mange Epitelceller, dør hurtigt og fornyes stadig ved Deling af dem, der bliver tilbage. Hvis Vævsdele dræbes eller fjernes ved Vold, foregaar der en Gendannelse eller *Regeneration*, der imidlertid hos Mennesket er højst ufuldkommen. Et bestemt Væv kan kun regenereres ud fra tilbageblevne Dele af samme Væv; og hos Mennesket er det egentlig kun Hud, Bindevæv og Ben og under visse Omstændigheder Nerver, der paa denne Maade kan gendannes.

Naar Overhuden beskadiges, men Beskadigelsen ikke gaar ned til de dybeste Lag, udsondrer de tilbageblivende Celler en klar Vædske, der stivner til en fast Skorpe. Beskyttede af denne Skorpe mod Udtørring og andre skadelige Indflydelser deler Cellerne sig hurtigt, og der foregaar en livlig Vækst udad, hvorved det manglende snart erstattes. Først naar Cellerne nærmest under Skorpen er blevne forhornede, saa at de kan taale Berøring med Luft og Vand, afstødes Skorpen.

Hvis der er dannet et dybere Saar, saa at Overhuden og noget

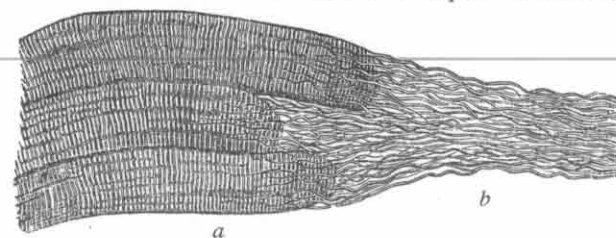


Fig. 17. a tværstribede Muskeltraade, b Sene (ca. 2.0.0).

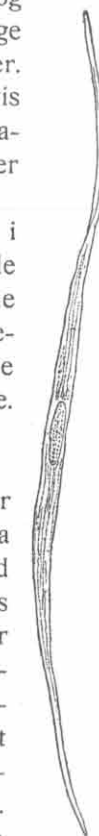


Fig. 16. Glat Muskelcelle (ca. 2.0.0).

af det underliggende Væv mangler fuldstændig, begynder de nærmeste levende Bindevævsceller tillige med indvandrede hvide Blodlegemer hurtig at dele sig og vokse ud i Saaret som kornede Masser af smaa runde Celler, Saaret *granulerer*. Der vokser Blodkar ind i

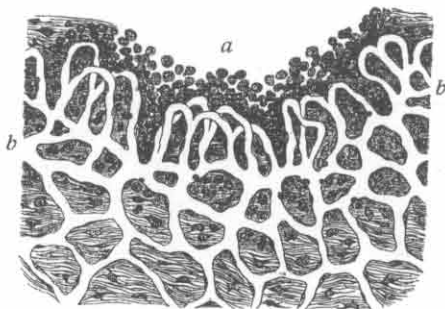


Fig. 18. Skema af et granulerende Saar.
a Granulationer, b Blodkar.

vævet trækker sig meget stærkt sammen og trækker den nydannede Hud med sig ned i Saaret. Der dannes et *Ar*. De i Granulationerne dannede Blodkar omdannes næsten alle til Bindevæv. Arret bliver meget blodfattigt, derfor hvidt.

Under visse Omstændigheder og af ubekendte Aarsager kan det hændes, at Celler, særlig Epitelceller eller Bindevævsceller, paa et eller andet Sted i Legemet giver sig til at vokse vildt og danne Knuder eller uregelmæssige Legemer, de saakaldte *Svulster*.

Granulationsmasserne, og Overhuden søger at vokse hen over dem fra Saarets Rande, men dette foregaar meget langsomt. Naar Saarhulen er fuldstændig udfyldt, og Overhuden omsider er vokset hen over den, omdannes Granulationsmassen lidt efter lidt til almindeligt Bindevæv, idet mange Celler gaar til Grunde, og de øvrige vokser ud til Bindevævstraade; Binde-

LEGEMETS KEMISKE BESTANDDELE

Grundstofferne. De Stoffer, som opbygger det menneskelige Legeme, er i kemisk Henseende i høj Grad mangfoldige, men de er alle sammensatte af et ganske ringe Antal Grundstoffer, af hvilke endda de fleste kun forekommer i ganske smaa Mængder. De Grundstoffer, der saaledes er Tale om, er Kul, Brint, Ilt, Kvælstof, Svovl, Fosfor og Klor, samt Metallerne: Kalium, Natrium, Kalcium, Magnesium og Jern. Disse Stoffer forekommer i Organismen paa to væsenlig forskellige Maader, idet en Del findes som simple Salte, Natriumklorid, Kalciumfosfat o. s. v., der enten er opløste i Organismens Vædske eller aflejrede i Vævene, medens andre hovedsagelig forekommer som Bestanddele i de meget sammensatte saakaldte organiske Forbindelser. Disse indeholder alle uden Undtagelse Kul, Brint og Ilt, men de fleste desuden Kvælstof og Svovl, og lejlighedsvis indgaar der ogsaa andre Grundstoffer i dem som Fosfor og Jern.

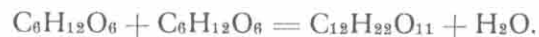
De vigtigste af de organiske Stoffer, der opbygger Legemet, inddeles i tre Grupper: *Fedtstofferne*, *Kulhydraterne* og *Æggehvide-stofferne*. Vi vil se lidt nærmere paa disse Stoffers kemiske Forhold, forsaavidt de har Betydning for Forstaaelsen af deres Væren og Virken i Organismen.

Fedtstofferne kan i kemisk Henseende opfattes som en Slags Salte, idet de er sammensatte af saakaldte *fede Syrer*, organiske Syrer, af hvilke man kender en lang Række som Eddikesyre, Smørsyre, Stearinsyre o. s. v. og *Glycerin*, der optræder som Base. Til sætter man til et Fedtstof en stærk Base som Kaliumhydroxyd og desuden Alkohol, saa gaar Basen i Forbindelse med den fede Syre og danner et Kalisalt, medens Glycerinet drives ud. De fede Syrer Kali- og Natronsalte kaldes *Sæber*; de er temmelig letopløselige i Vand, medens Fedtstofferne selv er uopløselige [Forsøg 3].

Hvis et flydende Fedtstof rystes med Vand, deles det ud til smaa Draaber, der dog efter nogen Tid samler sig igen; man kalder det, at Fedtet *emulgeres*. Hvis der er Sæbe eller Alkali til Stede, bliver Emulsionen meget fuldkommen, og Fedtdraaberne flyder ikke mere sammen [Forsøg 4]. En saadan naturlig Emulsion haves i Mælk.

Fedtstofferne har meget forskellige Smeltepunkter; de fleste er faste ved almindelig Temperatur, men nogle flydende. De smelter alle temmelig let. I Organismen findes Fedtet, som før nævnt, indlejret i smaa Draaber i Cellerne; det er altid en Blanding af forskellige Fedtstoffer, der i Reglen er afpasset saaledes, at Fedtet netop er flydende ved den Temperatur, som det er udsat for paa det paagældende Sted. Fedtet under Huden har lavere Smeltepunkt end Indvoldsfedt. Der er gjort interessante Forsøg herover paa den Maade, at de forskellige Individer af et Kuld Grise blev udsat for forskellige Temperaturforhold under Opvæksten. En blev holdt i Kulde, en i Varme, en fik Skindpels. Det viste sig, at Hudfedtets Smeltepunkt blev lavt hos den første Gris og højt hos de to sidste.

Kulhydraterne er som bekendt sammensatte af Kulstof, Ilt og Brint, saaledes at Ilt og Brint indgaar i dem i samme Forhold som i Vand. For de Kulhydrater, som vi faar med at gøre, skelner man mellem tre Grupper, *Druesukkergruppen* eller *Monosaccharider* med Sammensætningen $C_6H_{12}O_6$, *Rørsukkergruppen* eller *Disaccharider* ($C_{12}H_{22}O_{11}$) og *Stivelsegruppen* eller *Polysaccharider* ($(C_6H_{10}O_5)_n$), af hvilke de to første sammenfattes under Benævnelsen *Sukkerarter*. Disaccharider bestaar af to Molekyler Monosaccharid, der er forbundne med hinanden, idet 1 Mol. Vand er traadt ud



Polysaccharider bestaar af et større (ubekendt) Antal Molekyler Monosaccharid, forenede saaledes at 1 Mol. Vand udtræder af hvert.

Opløsninger af Druesukker og flere andre Sukkerarter (dog ikke Rørsukker), iltes meget let, naar der tilsættes lidt Natriumhydroxyd og opvarmes. Herved bliver Vædsken brun og giver en tydelig Lugt som af brændt Sukker. Er der i Opløsningen ogsaa et Metalsalt, som Kobbersulfat, tages Ilten fra det, og der dannes et rødt Bundfald af Kobberforilte.

Naar Gærceller lever i en Opløsning af Druesukker, spalter de det til Alkohol og Kultveilte.

Kulhydraterne af Rørsukker- og Stivelsegruppen er sammensatte af Druesukkerarter og kan spaltes til disse. Koges f. Eks. Rørsukker

med fortyndet Syre i nogle Minutter, dannes der Druesukker, hvilket kan ses af, at man nu kan faa Reaktion med Natriumhydroxyd og Kobbersulfat [Forsøg 5].

Kulhydraterne af Stivelsegruppen er i Modsætning til Sukkerarterne gennemgaaende tungtopløselige i Vand, og Opløsningerne er mer eller mindre slimede og uklare. *Stivelse* kan først opløses i kogende Vand, og koncentrerede Opløsninger stivner ved Afkøling til en Gelé. Tilsættes Jod til en Stivelseopløsning, antager den en stærk blaa Farve, der forsvinder ved Opvarmning, men kommer igen ved Afkøling. *Dekstrin* giver med Jod en rød Farve, og dyrisk Stivelse, *Glykogen*, et Stof, der forekommer i Menneskets Lever, og som vi siden skal lære nærmere at kende, giver med Jod en brun Farve.

Koges en Opløsning af Stivelse eller Glykogen i nogen Tid med fortyndet Saltsyre, gaar Stoffet over til Dekstrin og efter nogen Tids Forløb til Sukker, hvilket kan paavises ved Jodprøven og ved Kobbersulfatprøven [Forsøg 6].

Kulhydraterne findes kun i ringe Mængde i den menneskelige Organisme. De optages i betydelig Mængde med Næringen, især Stivelse, men ogsaa Sukkerarter. I Tarmen omdannes alt det optagne til Druesukkerarter, der opsuges, og af hvilke en Del paany omdannes til Glykogen og aflejres i visse af Organismens Celler.

Æggehvidestofferne omfatter et stort Antal Stoffer, hvis kemiske Bygning er overmaade sammensat. Fælles for dem alle er, at de indeholder Kvælstof, hvilket kan paavises, naar de ophedes med Natriumhydroxyd, idet der da udvikles Dæmpe af Ammoniak [Forsøg 7]. Fælles for de allerfleste af dem er visse Farvereaktioner. Tilsættes rigelig koncentreret Salpetersyre til et Æggehvidestof eller en Æggehvideopløsning, fremkommer en straagul Farve, der derefter ved Tilsætning af Ammoniak bliver orangegul. Det er denne Reaktion, som viser sig, naar man spilder Salpetersyre paa sine Fingre.

De egenlige Æggehvidestoffer, der udgør den langt overvejende Del af de fleste levende Celler og findes som Opløsning i Blodvædsken, i Hviden af Æg o. s. v., indeholder en ringe Mængde Svovl. Sølvskeer, der er i Berøring med dem, bliver ofte sorte af Svovlsølv. De er opløselige, nogle i rent Vand, andre kun i svage Saltopløsninger [Forsøg 8]. Opvarmer man deres Opløsninger, som er gjort svagt sure, *koagulerer* de, hvorved de omdannes saaledes, at de bliver

ganske uopløselige [Forsøg 9]. Det er det, der sker med et Æg, naar det koges, og ligeledes med Kød.

Koger man en slimet og uklar Æggehvideopløsning, eller endog koaguleret Æggehvide i nogen Tid med en ringe Mængde Natriumhydroxyd, bliver den tyndflydende og klar, idet Æggehvidestofferne spaltes, og der dannes de saakaldte *Proteoser* og *Peptoner*. Disse er mindre sammensatte, Peptonerne langt mindre sammensatte end de naturlige Æggehvidestoffer og meget letopløselige.

I kemisk Henseende nær beslægtede med de egenlige Æggehvidestoffer er saadanne Stoffer som Blodets Farvestof, *Hæmoglobin*, og *Ostestoffet* i Mælk, og herhen hører ogsaa *Kollagen*, hvoraf Brusk og Bindevæv hovedsagelig bestaar.

Opheder man Brusk eller Bindevæv med Vand i lukkede Kedler til høj Temperatur (over 100°), dannes der *Limstof* (*Gelatine*), der adskiller sig fra de egenlige Æggehvidestoffer ved, at det ikke koagulerer ved Opvarmning, men tværtimod opløses langt lettere end i Kulden.

Hornstoffet (*Keratin*), hvoraf Overhudens yderste Lag, Haar og Negle bestaar, er meget modstandsdygtigt mod kemiske Angreb. Det er ganske uopløseligt i Vand og Syrer og angribes kun vanskeligt af Natriumhydroxyd.

Fermenter. Vi har set i det foregaaende, at de meget sammensatte Stoffer, hvoraf Organismen bestaar, ved visse Paavirkninger kan *spaltes* til simplere Forbindelser. Fedtstofferne ved Indvirkning af Kaliumhydroxyd til Sæbe og Glycerin, de sammensatte Kulhydrater ved Hjælp af Syre til Druesukkerarter og Æggehvidestofferne ved Kali eller Natron (iøvrigt ogsaa ved Syrer) til *Proteoser* og *Peptoner*.

Naar disse Spaltninger undersøges nærmere, finder man, at det anvendte Reagens i Reglen virker ved sin blotte Nærværelse og ikke, saaledes som vi er vant til ved kemiske Reaktioner, gaar i Forbindelse med noget af Produkterne. En Virkning af denne Art kaldes *katalytisk*.

Ved Forsæbning af Fedt have begge Virkemaader. Forsæbning foretages som omtalt ved Kali og Alkohol. Kaliens Virkning er tildels kemisk, idet noget af den gaar i Forbindelse med den fede Syre. Alkoholen virker derimod fremskyndende ved sin blotte Nærværelse.

Det er karakteristisk for disse katalytiske Virkninger, at Resultatet ikke afhænger af det virksomme Stofs Mængde. Forsæbningen bliver lige fuldkommen, hvad enten der er 1 Draabe eller et rige-

ligt Kvantum Alkohol til Stede, men vil i første Tilfælde tage meget længere Tid. Ganske det samme gælder f. Eks. Spaltningen af Stivelse med Syre. Man faar tilsidst de samme Sukkerarter frem, hvad enten man anvender 1 Draabe Vinsyre eller en betydelig Mængde stærk uorganisk Syre.

Organismen frembringer selv en stor Mængde Stoffer med katalytisk Virkemaade, som man kalder *Fermenter* eller *Enzymer*. Det er Stoffer, som i kemisk Henseende er ganske ukendte. De kendes kun paa deres Virkninger, som er, at de omdanner og oftest spalter visse bestemte Stoffer. En meget ringe Mængde af et Ferment kan omdanne en ubegrænset Mængde af det Stof eller de Stoffer, som det nu virker paa.

Vi vil som Eksempel noget nærmere studere Fermentet *Ptyalin*, som findes i Spyt. Det har den Egenskab at paavirke Kulhydrater af Stivelsegruppen og spalte dem til Dekstriner og til Sukker. Virkningen er meget let at vise, idet man blot behøver at spytte i et Glas med lidt tynd Stivelseopl. Efter kort Tid er Stivelsen forsvunden, og Sukker kan paavises. Tilsætter man til forskellige Glas med Stivelseopløsning samme Mængde Spyt [Forsøg 10] og undersøger Virkningen ved forskellige Temperaturer, finder man, at Omdannelsen foregaar overmaade langsomt ved lav Temperatur. Hurtigheden stiger med Temperaturen og bliver størst ved ca. 37°. Derefter aftager den paany, og det kan vises, at Fermentet ødelægges ved de højere Temperaturer. Ved ca. 70° ødelægges Ptyalinet fuldstændigt og i Reglen meget hurtigt. Fermenterne i det menneskelige Legeme virker alle bedst ved Legemets Temperatur, ca. 37°. Ptyalinets Virkning er meget afhængig af fremmede Stoffer. Tilsætter man til et Glas med Stivelse en forsvindende Mængde Natriumhydroxyd og derefter Ptyalin, udebliver Virkningen fuldstændig, og en lidt større Syremængde er ogsaa i Stand til at forhindre den [Forsøg 11].

Der findes i den menneskelige Organisme et stort Antal Fermenter. Nogle virker som Ptyalinet paa Stivelse og Glykogen, andre spalter Kulhydrater af Rørsukkergruppen til Monosaccharider, andre igen danner *Proteoser* og *Peptoner* af Æggehvidestoffer o. s. v.

Fermenterne viser visse fælles Ejendommeligheder i fysisk-kemisk Henseende, som man kan udnytte til at fremstille dem af de Organer eller dyriske Vædske, hvori de findes. De kan alle fældes af Alkohol uden at lide nogen Paavirkning, og efter at være saa-

ledes fældede kan de udtrækkes med Vand eller Glycerin og paa den Maade vindes i forholdsvis ren Tilstand.

Toksiner og Antistoffer. Ganske lignende fysisk-kemiske Egenskaber viser en Række Stoffer, som maa omtales paa Grund af den store Betydning, som de har faaet i de senere Aar. De ligner Fermenterne ogsaa deri, at de frembringer meget store Virkninger i yderst smaa Mængder, men deres Virkninger er ikke saaledes kemisk bestemte som Fermenternes, men kommer hovedsagelig frem overfor den levende Organisme.

Herhen hører alle de Giftstoffer, som man kalder *Toksiner*. En stor Mængde saadanne Stoffer dannes af Bakterier. Man har f. Eks. Difteritoksin, Koleratoksin etc. Hvis en Bakteriefarm har været dyrket nogen Tid i en passende Næringsvædske, og Bakterierne derpaa fjernes, viser Vædsken, naar den indføres i et Dyr's Blod, meget karakteristiske giftige Egenskaber, som altsaa beror paa Toksinets Tilstedeværelse. Toksinet kan fældes med Alkohol etc. og ødelægges ved Opvarmning. Andre Giftstoffer, der hører herhen, er Slangegiftene og adskillige lavere Dyr's Giftstoffer.

Ved alle disse Stoffers Forhold til Organismen er der en Ting, som er meget karakteristisk. Hvis man indfører en saa ringe Mængde i et Dyr, at det ikke tager blivende Skade, saa kan man efter nogen Tid indføre en større Mængde og efterhaanden give Mængder, der normalt vilde virke dræbende, uden at se nogen Virkning. Dette udtrykker man ved at sige, at Dyret er *immuniseret* mod den paagældende Gift.

Et nærmere Studium viser, at Immuniteten skyldes Dannelsen af helt nye Stoffer i Dyrets Blod. Tager man nemlig Blod fra Dyret og lader det stivne, *koagulere* ved Henstand, saa vil den Vædske, *Serum*, som efterhaanden udskilles af det koagulerede Blod, findes at kunne ophæve Virkningen af det Giftstof, som Dyret er immuniseret imod. Man fremstiller f. Eks. *Difteriantitoksin* ved gentagne Gange at indsprøjte Difterigift paa en Hest. Nogen Tid efter aarelader man Hesten og fremstiller Serum af Blodet, og dette Serum, *Difteriserum*, indeholder Antitoksinet. Blandes en passende Mængde af det med Difterigift, bliver Blandingen ganske uskadelig, og sprøjtes det ind i et Menneske, der allerede har Difteritis, formindsker det i hvert Fald Giftens Virkninger og kan bringe dem til Ophør.

Indsprøjter man gentagne Gange et Æggehvidestof af et Dyr i Blodet paa et andet, f. Eks. Hønsæggehvide i Blodet paa en Kanin, saa dannes der Antistoffer mod det indførte Æggehvidestof.

Fremstiller man Serum af en saaledes behandlet Kanin, viser det sig, at dette Serum fremkalder Bundfald i Opløsninger af Hønsæggehvide. Hønsæggehvide og et hvilket som helst andet Æggehvidestof, der ikke stammer fra en Kanin, virker altsaa som en Gift, omend en temmelig svag Gift, naar det indføres i en Kanin's Blod, og med Hensyn til Mennesker gælder noget ganske lignende. Hvis Æggehvidestofferne i Føden skal komme den menneskelige Organisme til Nytte, maa de omdannes til Menneskeæggehvide. Dette sker ved Fordøjelsen.

FORDØJELSEN

De vigtigste Stoffer i vor Næring henhører til de samme Grupper som dem, hvoraf vort Legeme består, er altsaa Fedtstoffer, Kulhydrater og Æggehvide-stoffer, men det er dog aldrig helt de samme Stoffer som Legemets egne, og de findes ofte i Næringen i uopløst Form. *Fordøjelsen* gaar ud paa dels at opløse dem, saa

at de kan optages i Legemet, dels at spalte dem paa en saadan Maade, at det menneskelige Legemes Stoffer kan dannes af dem. *Fordøjelsen* foregaar ad kemisk Vej ved Hjælp af Fermenter, men den understøttes i høj Grad ved den mere eller mindre grundige mekaniske Bearbejdelse, som Føden undergaar dels i Munden, dels i Mave-

Fordøjelsen i Mundhulen. I Mundhulen foregaar dels *Tygning*, hovedsagelig ved Kindtæn-

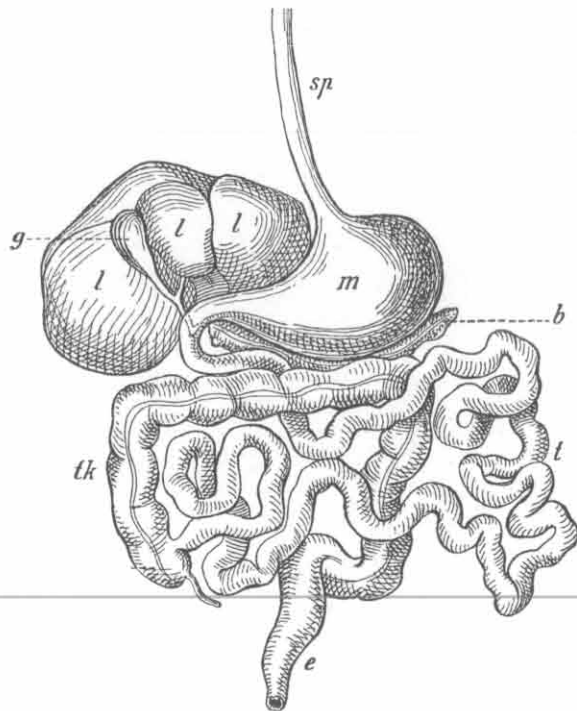


Fig. 19. Fordøjelseskanalen og dens Kirtler. Skematisk. *sp* Spiserør, *m* Mave, *t* Tyndtarm, *tk* Tyktarm, *e* Endetarm, *l* Lever, *g* Galdeblære, *b* Bugspytkirtel.

dernes malende og knusende Bevægelser, dels blandes Føden med *Spyt*, som afsondres af tre Par Spytkirtler, hvoraf de største ligger ved Ørerne og staar i Forbindelse med Mundhulen ved Gange, der aabner sig paa Kindernes Indside.

Det er disse Spytkirtler, der svulmer op og bliver ømme ved *Faaresyge*.

Spyttet afsondres som bekendt ikke lige rigeligt under alle Omstændigheder, men dets Mængde afhænger i høj Grad af Føden. Naar man ikke spiser, afsondres, *secernerer* der meget lidt, især

f. Eks. under Søvn. Tygning af Føde fremkalder Sekretion, men ingenlunde altid lige stærk. Spiser man f. Eks. en tør Kiks, vil man hurtigt mærke, at der der- ved kun fremkommer en meget sparsom og utilstrækkelig Sekretion. Føjer man et velsmagende Stof til, f. Eks. Smør, bliver Sekretionen straks betydelig rigeligere. Det, vi her har at gøre med, er en Proces, der spiller en uhyre Rolle ved alle Legemets Funktioner, og som vi vil møde Gang

efter Gang. Vi kalder den *Refleks*. En eller anden sensitiv Nerve, i dette Tilfælde altsaa en Smagsnerve, paavirkes, *irriteres*, som det kaldes, paa en eller anden Maade; Irritationen ledes til et *Nerve-centrum* i Rygmarven eller i den Hjernedel, som vi kalder den *forlængede Marv*, og herfra udgaar der saa, uden Viljens og i Reglen uden Bevidsthedens Mellemkomst, en nervøs Paavirkning, der sætter et Organ i Virksomhed, f. Eks. bringer en Gruppe Muskler til at trække sig sammen eller, som i dette Tilfælde, bringer Spytkirtler til at arbejde og udskille *Spyt*. At det virkelig foregaar saadan, kan man overbevise sig om ved Forsøg, og vi vil senere se noget mere indgaaende paa disse Processer. Hovedsagen for os i denne Forbindelse er, at Spytsekretionen kommer i Stand ved *Refleks*, og at det især er Smagsstoffer i Føden, der fremkalder den.

Smagsstofferne er ikke altid nødvendige for at frembringe Spytsekretion. Undertiden sker det ved Paavirkning af Lugtesansen eller endog ved den blotte Fore-

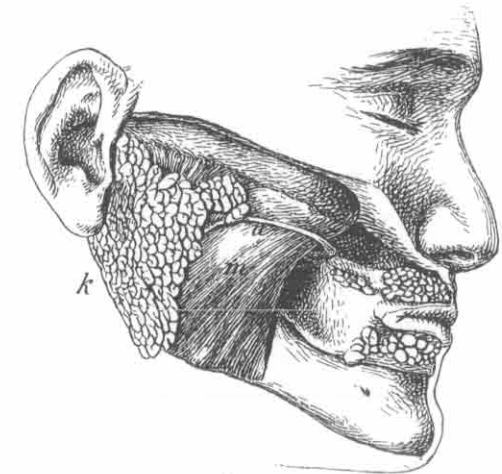


Fig. 20. *k* Ørespytkirtlen, *u* dens Udførselsgang, *m* Tyggemusklen.

stilling om noget velmagende, at „Tænderne løber i Vand“, d. v. s. at man føler Spyttet fra Ørespytkirtlerne flyde ned ad Kindernes Indside.

Hvad Spytets Kemi angaar, har vi allerede udførlig gennemgaaet Ptyalinet og dets spaltende Virkning paa Kulhydrater af Stivelsegruppen. Den Virkning, som det naar at udfolde i Munden, er naturligvis meget ringe, da Tiden er saa kort, men dets Arbejde fortsættes i nogen Tid, efter at Føden er kommen i Maven. Foruden

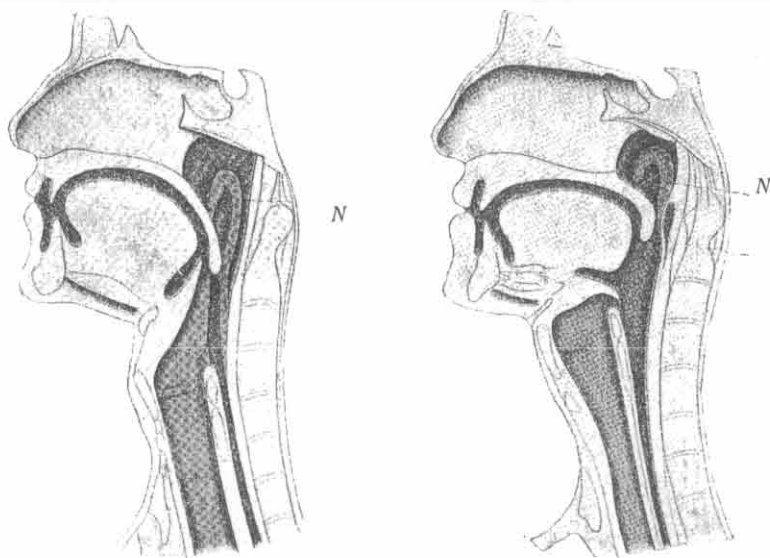


Fig. 21—22. Mundhule og Svælg under Aanding og under Synkning. Skematiseret. N Næsesvælgrummet med Munden af det Eustachiske Rør.

Ptyalin indeholder Spyttet af betydningsfulde Stoffer Slim, eller med det kemiske Navn *Mucin*, hvis Rolle væsenlig er mekanisk, idet det letter Fødens Befordring gennem Spiserøret.

Naar en Mundfuld er vel tygget og sammenæltet med Spyt, bliver den sunket. Dette er en temmelig indviklet Proces. Den indledes ved en Viljeshandling. Føden bliver anbragt paa Tungen og presset tilbage i Mundhulen.

Naar den er kommet et Stykke tilbage, udløses der ved Berøringen med den bløde Gane og overhovedet med Svælgets Vægge en Række Reflekser, hvorved den videre Transport besørger. Det begynder med, at Tungen hæver sig forfra bagtil og altsaa presser Mundfulden tilbage, derefter trækkes den pludselig voldsomt bagud og nedad og slynger derved Bidden ned gennem Svælg og Spiserør. Svælg har samtidig udvidet sig. Man kan tildels føle disse Bevægelser foregaa, naar man foretager en Synkning. Samtidig med at dette sker, lukkes de forskel-

lige „falske Veje“. Naar man ikke netop synker, er Spiserøret sammenfaldet og lukket, hvorimod der er aaben Forbindelse gennem Svælg mellem Næsen og Luftrøret, krydsende, som det ses paa Figuren, Vejen fra Mund til Spiserør. Under disse Forhold er Munden aflukket bagtil. Under Synkninger sker der det, som ses paa Figuren, at den bløde Gane hæver sig og lægger sig op til Svælgets Bagvæg, saa at Næsehulen aflukkes. Strubehovedet trækkes opad og fremad, og Strubelaaget bøjes bagover og lukker for Luftrøret. Denne Bevægelse medvirker til at give fri Passage gennem Svælg og den øverste Del af Spiserøret. Hvis den af en eller anden Grund ikke foregaaer rigtig, kommer Føden let i „den gale Hals.“

Vi har altsaa set, at Bidden blev slynget ned i Spiserøret og ikke kunde komme andre Steder. Den gaar nu videre ved sin Vægt, ved den Fart, den har, og eventuelt ved Trykket af de Bidder, der følger efter. Spiserøret selv foretager ingen Bevægelser, saalænge der synkes. Men holder man op, trækker det sig stærkt sammen først foroven og langsomt fremadskridende nedefter. Følgen bliver, at alle Madrester føres ned til Maven.

Fordøjelsen i Maven. I Maven bliver Føden kemisk paa-virket af *Mavesaft*. Mavesaften udskilles ikke, saaledes som Spyttet, fra store selvstændige Kirtler, men fra et meget stort Antal mikroskopiske, rørformede Kirtler i selve Mavens Vægge. Det har vist sig ved lagttager paa opererede Mennesker og ved Dyreforsøg, at Fødens Passage gennem Munden fremkalder Mavesafsekretion ved Refleks. Sekretionen bliver særlig rigelig, naar Føden er *velsmagende*, men fremkaldes ikke ved Syn og Lugt eller ved Forestilling om god Mad. Foruden reflektorisk ved Smagen fremkaldes Sekretion ogsaa ved kemisk Irritation af Mavevæggen. Her har de rene Næringsstoffer næsten ingen Betydning, men heller ikke særlig de stærkt smagende. Derimod visse lidet kendte, saakaldte *Ekstraktivstoffer*. Kød og Mælk indeholder saadanne. Hønsæggehvide og Brød derimod ikke.

Mavesaften er meget tydelig sur, hvad jo de fleste har haft Lejlighed til at erfare ved Brækninger. Ved Analyse finder man, at den indeholder fri Saltsyre. Syremængden varierer ikke saa lidt; i Reglen er der hos Mennesker 1—2 pro mille. Syren dannes ligesom de andre Stoffer i Mavesaften i selve Mavevæggenes Kirtler. Mavesaften indeholder forskellige Fermenter, af hvilke dog kun et har større Betydning. *Pepsin*, som det hedder, er æggehvidespal-tende, danner Proteoser og lidt Pepton, men virker kun i nogen-lunde sur Vædske og bedst, naar der er 3—5 pro mille fri Saltsyre tilstede [Forsøg 12].

Maven er i Ro, naar den ikke indeholder Føde, men naar der kommer noget i den, fremkaldes ved Refleks rytmiske Sammen-trækninger af de glatte Muskler, som findes i dens Vægge. Det er

hovedsagelig den snævre Del af Maven, *Pylorus*, nærmest Tyndtarmen, der skiftevis udvider sig og trækker sig kraftigt sammen og derved foretager en stadig Æltning af Maveindholdet. Resultatet af hele Behandlingen i Maven er, at Føden omdannes til en temmelig tynd Vælling, *Chymus*. Chymus udtømmes, tildels i smaa Portioner, i Tyndtarmen.

Den Tid Føden opholder sig i Maven er meget forskellig. Enkelte Næringsmidler, f. Eks. Mælk, behandles i Reglen hurtigt. Man bruger Betegnelsen *tungt-* og *letfordøjelig* om Spiser, der opholder sig henholdsvis længe og kort i Maven, men Grænsen er meget usikker og individuelt varierende. Dette hænger sammen med Variationer i den udskilte Mavesafts Mængde og fordøjende Egenskaber; disse Ting er afhængige af Fødens Smag, Individets Appetit og andre nervøse Indflydelser. I Almindelighed kan man sige, at jo bedre Føden er tygget, desto kortere bliver Opholdet i Maven og fremdeles, at Indtagelse af store Mængder Føde paa en Gang betinger et langvarigt Ophold i Maven.

Adskillige skadelige Stoffer bevirker, naar de kommer i Maven, at der indtræder *Brækning*, som dog ogsaa kan fremkaldes paa anden Vis. Brækning bestaar i voldsomme Sammentrækninger af Maven, Aabning af Spiserøret og Tillukning af Luftrøret og den bageste Næseabning. Ved Brækningen udtømmes Maveindholdet og dermed de skadelige Stoffer, mere eller mindre fuldstændigt, gennem Munden.

Mavens Betydning for Organismen maa ikke væsenlig søges i den kemiske Fordøjelse, som foregaar i den. Dens Hovedfunktion synes at være den, at den er en Beholder, hvorfra Føden kan afgives til Tarmen i halvflydende, vællingagtig Tilstand og i mindre Portioner ad Gangen. Fremdeles har den stor Betydning ved at ødelægge en hel Del Giftstoffer og dræbe mange Bakterier. Dette skyldes især Saltsyren, der er stærkt antiseptisk [Forsøg 12]. Man har fundet ved Forsøg paa Dyr og ogsaa iagttaget efter Operationer paa Mennesker, at Maven kan undværes fuldstændig. I saadanne Tilfælde maa Føden gives i vællingagtig Form, hyppig, men i smaa Portioner. Naar dette sker, fordøjes den godt i Tarmen, men det paagældende Individ er alligevel meget udsat for Tarmlidelser og Fordøjelsesforstyrrelser, fordi Mavens antiseptiske og antitoksiske Virkning er bortfalden.

Tarmfordøjelsen. Naar Chymus træder ind i Tarmen, møder den en Række ny Sekreter, der har en meget indgribende kemisk Virkning paa Næringsstofferne.

Der er for det første *Bugspyttet*, der kommer fra *Pankreas* eller Bugspytkirtlen. Bugspyttet secernerer ligesom Mavesaft og Spyt ved Refleks. Denne Refleks udløses, naar Føden kommer ind i Tarmen, men Ekstraktivstoffer og Smagsstoffer har ingen Betydning. Det, der især fremkalder Refleksen, er Syre. Vi har altsaa her endnu en vigtig Rolle, som Mavesyren kommer til at spille.

Hvad Bugspyttets Kemi angaar, saa er det for det første rigt paa Karbonater, der neutraliserer Saltsyren fra Maven, idet Kultveilde frigøres. Foruden Karbonater indeholder Bugspyttet et Antal meget betydningsfulde Fermenter, der paavirker dels Kulhydrater, som spaltes til Sukker (Monosaccharider), dels Æggehvide-stoffer, som spaltes til Peptoner, og endelig ogsaa et, der virker paa Fedtstoffer og spalter dem i fede Syrer og Glycerin.

Disse Fermenter kan nogenlunde let paavises i Udtræk af Bugspytkirtler eller i tørrede mere eller mindre rensede Præparater af *Pankreatin*, der gaar i Handelen.

Fedtfordøjelsen. Fedtet er, naar det kommer i Tarmen, i Reglen smeltet ved Legemets høje Temperatur og fordelt (emulgeret) mere eller mindre fint. Det paavirkes nu af Fermentet *Steapsin* og spaltes til Fedtsyre og Glycerin. Glycerinet er letopløseligt. Fedtsyrerne forener sig tildels med de Karbonater, der er til Stede, driver Kultveilden ud og danner fedtsure Salte eller Sæber. En Del af Fedtsyrerne bliver frie, og hvorledes det gaar med dem, skal vi straks komme til.

Kulhydratfordøjelsen. Stivelse spaltes af et Ferment, *Amylopsin*, der ganske ligner *Ptyalin*; men desuden foregaar der videre Omdannelse til Monosaccharider ved andre lidet kendte Fermenter.

Æggehvidefordøjelsen. Æggehvide-stofferne fordøjes af Fermentet *Trypsin*, der virker overmaade kraftigt paa dem og danner en Mængde Pepton. Trypsin behøver ikke Syre for at virke saaledes som Pepsin.

Foruden Bugspyttet træder ogsaa et andet Sekret, nemlig *Galden*, ud i Tarmen under Fordøjelsen. Galden afsondres i Leveren og opbevares i Galdeblæren, indtil den udtømmes i Tarmen. Dens Afsondring fremkaldes ikke ved Refleks, men foregaar uafbrudt, omend med forskellig Livlighed. Galdens Udtømmelse fra Galdeblæren sker derimod ved Refleks, og i den Henseende spiller Fødens Fedt en væsenlig Rolle som Irritant.

Galden indeholder ingen Fermenter. De væsenligste Stoffer er *Galdesyrene*, sammensatte organiske Forbindelser, der i Forening med uorganiske Baser, Kali og Natron danner galdesure Salte. Disse er letopløselige, og deres Opløsninger har den Egenskab at opløse fede Syrer. Paa denne Maade bliver altsaa de frie Fedtsyrer, der opstaar ved Bugspyttets Virkning paa Fedt, og som er ganske uopløselige i Vand, sat i Stand til at passere Tarmvæggen i opløst

Tilstand. Desuden synes Galden at forøge Virkningen af det fedtspaltende Ferment. Det viser sig, at naar Galden udelukkes fra Tarmen ved Operation eller paa Grund af Sygdom, fordøjes Fedt meget daarligt, og hele Klumper af Fedtsyrer kan findes i Ekskrementerne.

Galden udmærker sig ved en stærk Farve; denne skyldes særlige *Galdefarvestoffer*.

Hvis Galdens Afløb til Tarmen paa en eller anden Maade spærres, gaar Galdefarvestofferne over i Blodet og fremkalder *Gulsot*.

Foruden Galde og Bugspyt udskilles der endnu i Tarmen *Tarmsaft*, der dannes af smaa Kirtler i selve Tarmvæggen paa lignende Maade som Mavesaften. Tarmsaften er rig paa Karbonater og medvirker altsaa til at neutralisere Mavesyren; den indeholder et proteosespaltende Ferment *Erepsin*, og den synes at virke stærkt fremmende paa Pankreasfermenternes Virksomhed.

Foruden de kemiske Processer i Tarmen, som skyldes Fermenterne, foregaar der andre, som Organismen kun i ringe Grad er Herre over. Tarmen er et udmærket Udklækningssted for Bakterier. De, der er kommen levende fra Passagen gennem Maven, formerer sig meget stærkt og giver Anledning til mere eller mindre livlig Forraadnelse, idet de nærer sig af Tarmindeholdet. Ved deres Angreb, især paa Æggehvide-stofferne, giver de Anledning til Dannelsen af meget ildelugtende Forbindelser og til forskellige Luftarter (Kulbrinte og Svovlbrinte).

Der finder en skarp Konkurrence Sted mellem Tarmvæggen og Bakterierne. Naar alt gaar, som det skal, optager Tarmen det aller-meste af Fordøjelsesprodukterne, inden Bakterierne kan faa Lejlighed til at angribe dem, men er Fordøjelsen i Uorden, kan Forraadnelsen blive stærk. Forraadnelsen er ikke ubetinget skadelig; i een Henseende er den tværtimod nyttig og, i hvert Fald for Planteædere, ligefrem nødvendig. Bakterierne angriber nemlig Cellulosevæggene i Plantecellerne og gør derved det nærende Indhold tilgængeligt for Tarmens Vædsker. Hverken Mennesker eller andre Pattedyr har noget Ferment, der virker paa Cellulose, og uden Bakterier vilde derfor enhver Plantecelle, der ikke var sprængt ved Kogning eller ved Tygning, tillige med sit Indhold passere Tarmen upaavirket.

Tarmens Bevægelser tilsigter ikke nogen mekanisk Sønderdeling eller Behandling af Føden, det, der kan gøres ad denne Vej, er allerede gjort i Mund og Mave. Tarmen blander kun Indholdet til

en vis Grad og bevæger det af Sted. Dette sidste sker ved de *peristaltiske Bevægelser*, der viser sig som en Udvidning med paafølgende Indsnøring, der bevæger sig som en Bølge, men yderst langsomt (1 cm. i $\frac{1}{2}$ —10 Minutter) hen over Tarmen.

Af de Aarsager, som fremkalder Tarmbevægelser, er de mekaniske vistnok de mest fremtrædende, og det forholder sig saaledes, at dels Udvidelse af Tarmen ved Fyldning, dels Irritation af Væggen fra faste Bestanddele i Tarmindeholdet bevirker Bevægelserne. Her viser Fødens *Fyldestoffer* deres Betydning. Naar Føden er for koncentreret, saa at den ikke fylder nok, udløser den ikke ordenlig Peristaltik, og det samme kan blive Tilfældet, hvis den er helt flydende og ikke kan „kradse“ paa Tarmvæggen. Man har et interessant Forsøg med en Kanin: Giver man den Mælk alene, kan den ikke trives, skønt Mælken indeholder alle nødvendige Stoffer i tilstrækkelig Mængde og fremkalder god Sekretion af Fordøjelsesvædsker. Tilsætter man derimod raspet Horn, som er absolut ufordøjeligt, trives Dyret udmærket, fordi Tarmen nu irriteres paa passende Maade til at udføre sine Bevægelser. For Mennesket spiller denne Form for Irritation ikke fuldt saa stor en Rolle, men der er dog ikke Tvivl om, at celluloserige Fødemidler, som f. Eks. de fleste Grøntsager, har deres væsenlige Betydning derved, at de fylder i Tarmen og mekanisk irriterer dens Vægge. Resultatet af en for langsom Peristaltik bliver i Reglen dels en forøget Forraadnelse i Tarmen, dels en stærk Indtørring af Tarmindeholdet, fordi Tarmvæggen faar Lejlighed til at opsuge alt Vandet. Omvendt vil en meget hurtig Peristaltik medføre en ufuldstændig Opsugning af Næringsstofferne og tyndtflydende Tarmudtømmelser (*Diarré*). Kort sagt Forstoppelse og *Diarré* beror paa Anomalier i Peristaltiken.

Peristaltiken paavirkes meget tydeligt ved kemisk Irritation med visse Stoffer. De fleste Næringsmidler forholder sig i denne Henseende indifferent, men mange Frugter indeholder dog Stoffer, der virker forøgende paa Peristaltiken, altsaa er *Afføringsmidler*.

Ved Fordøjelsen opløses og omdannes altsaa Fødens Næringsstoffer, saaledes at de kan opsuges af Tarmvæggen. Fordøjelsen og for en stor Del ogsaa Opsugningen af Næringsstofferne foregaar hovedsagelig i Tyndtarmen, der jo er meget lang (8 Meter), og som Føden derfor er længe om at passere. I Tyktarmen fuldendes Op-

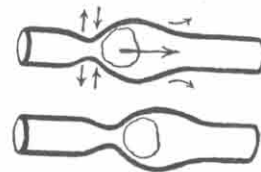


Fig. 23. Skema til at vise peristaltisk Bevægelse.

sugningen, særlig af Vand, og tilsidst bliver der tilbage en temmelig fast Blanding af ufordøjelige Stoffer, Rester af Fordøjelsesfermenterne, Slim og afstødte Celler fra Tarmvæggen og Produkter af Bakteriernes Stofskifte. Alt dette tilsammen danner *Ekskrementerne*, der samler sig i den nederste Del af Tyktarmen og Tid efter anden udstødes ved en særlig kraftig peristaltisk Bevægelse, idet de to stærke ringformige Snøremuskler, der normalt holder Tarmen lukket, samtidig slappes. Den yderste af disse Muskler bestaar af tværsribede Muskeltraade og er derfor underkastet Viljens Herredømme.

Ekskrementerne indeholder i Reglen en vis Mængde af Fødens Næringsstof, der af en eller anden Grund ikke er blevet fordøjet. Jo mere af Næringsstofferne, der findes i Ekskrementerne, desto daarligere siges den paagældende Føde at være *udnyttet*. Udnyttningen afhænger i høj Grad af Fødens Natur. Næringsstofferne i dyriske Næringsmidler udnyttes i Reglen næsten fuldstændigt, idet 95 % eller mere optages; men Udnyttningen af vegetabiliske Næringsmidler er gennemgaaende temmelig daarlig. Nødder og Mandler er meget fedtrige, men spiser man dem raa, kommer kun c. 50 % af det indeholdte Fedt Organismen til gode. Man maa skelne vel imellem Udnyttning og Fordøjelighed. Grøntsager f. Eks. er temmelig letfordøjelige, d. v. s. de opholder sig ikke længe i Maven, især naar de er vel tyggede, og volder næsten aldrig Fordøjelsesbesværligheder, men de Næringsstoffer, som de indeholder, udnyttes meget daarligt. Det gælder i Almindelighed, at for at udnytte Plantestoffer godt, maa man have en lang Tarm, desto længere, jo grovere Stofferne er. Det angives, at Stammer i Rusland, der gennem mange Generationer har levet vegetariansk, har en betydelig længere Tarm end Mennesker sædvanlig.

NÆRINGSSTOFFERNES OPSUGNING

Næringsstoffernes Opsugning foregaar gennem Tarmvæggens Epitel. Dettets Overflade er overordenlig stor, idet Tarmens indvendige Flade dels er foldet stærkt paa tværs, dels besat med et uhyre Antal (ca. 4 Milioner) fine Frynser, *Tarmtrævlerne*. Jo større Overfladen er, desto større Mængde kan der optages, selv om der paa hvert Sted kun gaar ganske lidt igennem. Tarmens Overflade er saa stor, at hvis der gennem hver cm.² gaar $\frac{1}{10}$ cm.³ i Timen, bliver det til 2 Liter for hele Tyndtarmen.

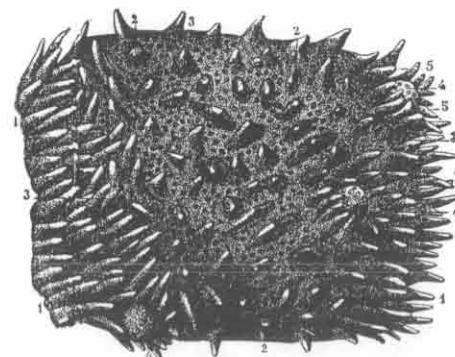


Fig. 24.

Et Stykke Tarmvæg med Tarmtrævler (ca. $\frac{1}{10}$).

Tarmvæggen og Tarmtrævlerne er beklædt med Epitel, og ind i hver Tarmtrævl strækker der sig Blodkar og et større tyndvægget Lymfekar. Lymfekarrene fra Tarmen forener sig med dem fra det øvrige Legeme til en større Stamme, *Brystgangeren*, der aabner sig ind i Venesystemet tæt ved Hjertet og altsaa udgyder sit Indhold i Blodet. De Vener, der kommer fra Tarmens Haarkar, gaar ikke direkte over i Legemets andre Vener, men de samler sig til en særlig, stor Blodaare, *Portaaren*, der gaar til Leveren og der paany opløser sig i et Haarkarnet.

Tarmepitelets Celler er levende, og saalænge de er det, er de i Stand til til en vis Grad at vælge og vrage mellem alle de Stoffer, som findes opløste i Tarmens Indre, og hovedsagelig optage dem, som Organismen har Brug for, nemlig Vand, forskellige Salte, de til Sukker omdannede Kulhydrater, Sæberne, Glyce-

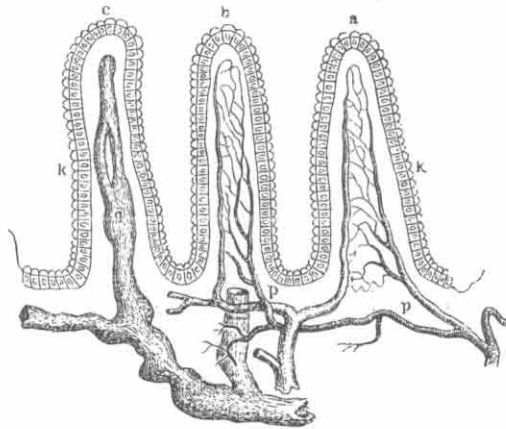


Fig. 25. Tre Tarmtrævler. k Epitel, p Blodkar, q Lymfekar. Skematisk. (ca. $\frac{8}{10}$).

i Leveren, som alt Blodet fra Tarmen jo

Sukkeret passerer Tarmepitelet uforandret og afgives til Blodet, men det meste af det kommer ikke længere end til Leveren, hvor det optages af Levercellerne, og omdannes til det stivelseagtige Kulhydrat, Glykogen.

Af de fede Syrer (og Sæber) og Glycerin dannes der allerede i Tarmepitelets Celler paany rigtige Fedtstoffer. Disse, der er uopløselige, finder man i Epitelcellerne som smaa Draaber, ganske smaa ud mod Epitelets frie Flade, men tiltagende i Størrelse indefter. Fedtdraaberne udskilles fra Epitelcellernes bageste Ender og kommer ind i Tarmens Lymfekar. Den Lymfe, som strømmer gennem disse, fyldes i større eller mindre Grad med mikroskopiske Fedtdraaber og antager derved et mælkeagtigt Udseende. Man benævner denne fedtfylde Tarm-

ringen og de i Galden opløste Fedtsyrer, som er opstaaede af Fedtstofferne, og endelig de af Æggehvdestofferne dannede Peptoner. Disse Stoffer er det Raamateriale, hvoraf Organismen kan opbygge alle de mere sammensatte Stoffer, som den har Brug for, og en væsenlig Del af denne Opbygning foregaar straks i Tarmepitelets Celler eller kommer igennem.

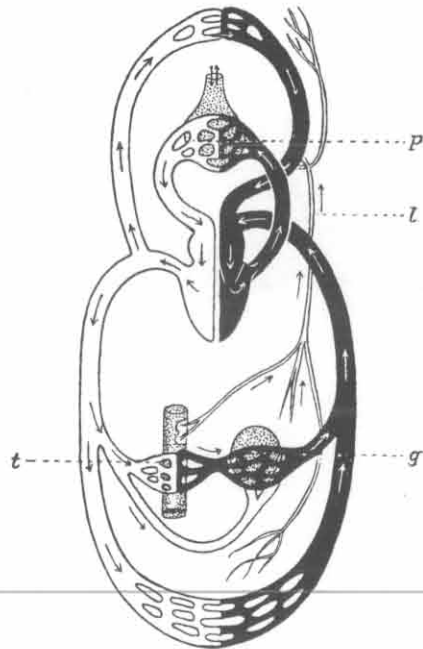


Fig. 26. Skema af Kredsløbet. t Tarmen med Haarkarnet og Lymfekar l, g Haarkarnettet i Leveren, der faar Blod saavel fra Portaaren som direkte fra Arteriesystemet. p Haarkarnettet i Lungerne.

lymfe som *Chylus*. Gennem Brystgangen strømmer Chylus, ligesom den øvrige Lymfe, langsomt over i Blodaarerne.

Paa lignende Maade som med Fedtet gaar det vistnok ogsaa med Æggehvdestofferne, men medens Fedtet er let at følge i Cellerne ved Mikroskopets Hjælp, er det meget vanskeligt at holde Rede paa Æggehvdestofferne. Saa meget er imidlertid sikkert, at de i Tarmen dannede Spaltningsprodukter, Peptonerne, aldrig kommer længere end til Tarmens Epitelceller. Der forsvinder de, og efter alt hvad man ved, dannes der af dem netop den Slags Æggehvdestoffer, som altid findes i Blodet. Disse optages i Portaaren og lader sig naturligvis ikke forfølge videre.

Vi har nu fulgt Næringsstofferne paa deres Vej, indtil de er blevne fuldstændig *assimilerede* med Organismen. Her skal ganske kort sammenfattes, hvad det egentlig er, der er sket ved Fordøjelsen og Opsugningen. I den Form, hvori Stofferne foreligger i vore Næringsmidler, er de for en stor Del uopløste og uopløselige. Intet Stof, der ikke er opløst, kan passere et højere Dyrs Tarmvæg. En Hovedside ved Fordøjelsesprocesserne er altsaa, at alle disse Stoffer ved passende Midler og især ved Spaltning til simplere Forbindelser bringes i Opløsning. Dette gælder om Stivelse, om Fedt og om alle Æggehvdestoffer, der er koagulerede ved Varme eller paa anden Maade gjort uopløselige. Det gælder imidlertid ingenlunde for alle vore Næringsmidler. Sukkerarterne, f. Eks., og mangfoldige Æggehvdestoffer findes opløste eller i opløselig Form i Næringen. Der var ikke det mindste i Vejen for, at de kunde absorberes uden nogen- somhelst Fordøjelse, og de bliver ogsaa absorberede uforandret, hvis de indføres direkte i Tarmen uden at komme i Berøring med Fordøjelsesfermenter. Fordøjelsen af disse Stoffer er altsaa for saa vidt overflødig, men den spiller en anden Rolle, som er meget væsenlig. Hvis man nemlig gør Forsøget og lader f. Eks. raa Hønsæggehvide optages fra Tarmen, saa viser det sig, naar det kommer ind i Blodet, at det er et fremmed Stof, som Organismen ikke kan bruge; der dannes Antistoffer imod det, som tidligere omtalt, og det meste af det udskilles straks uforandret gennem Nyrerne. Heraf kan sluttet, at det væsenlige ved Fordøjelsen er, at

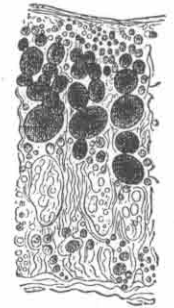


Fig. 27. Epitelceller med Fedtdraaber fra Tarmen (ca. $\frac{8}{10}$).

alle de Stoffer, som er fremmede for Organismen, spaltes i Tarmen til simplere Forbindelser. Af Spaltningsprodukterne formaar Organismens levende Celler, fremfor alt Tarmens Epitelceller, at opbygge netop de Stoffer, som er ejendommelige for den paagældende Organisme.

KREDSLØBET OG BLODET

De fra Tarmen optagne Næringsstoffer og overhovedet alle Stoffer, der skal føres rundt i Legemet, transporteres med Blodet, der holdes i et bestandigt Kredsløb gennem alle Legemets Dele.

Kredsløbet holdes i Gang ved en Pumpemekanisme, *Hjærtet*, der ved sine Sammentrækninger driver Blodet ud i Pulsårerne, *Arterierne*, som er temmelig tykvæggede, elastiske Rør. Disse forgrener sig meget fint og gaar tilsidst over i Haarkarrene, *Kapillærerne*, der danner et tæt Netværk i alle Organer (se Fig. 32). Disse Haarkar og ligeledes de fine Arteriegrene frembyder en stor Modstand mod Blodets Bevægelse paa Grund af Gnidningen mod deres Vægge. Paa den anden Side af Kapillærerne samler Karrene sig igen til større og større *Vener*, hvis Vægge er tynde og meget eftergivelige. De største Arterier og Vener hos Mennesket er omtrent 2—3 cm. tykke. Haarkarrenes Vidde er ikke mere end ca. 0,01 mm.

Kredsløbet er som bekendt dobbelt (se Fig. 26). Hjærtet bestaar egenlig af to med hinanden forbundne Pumper, af hvilke den ene (venstre Hjærtehalvdel) sender Blodet ud i Legemet. Derfra vender det tilbage til højre Hjærtehalvdel, som sender det til Lungerne, hvorfra det endelig paany kommer til venstre Hjærte. Vi skal nu se lidt nærmere paa, hvorledes dette gaar til.

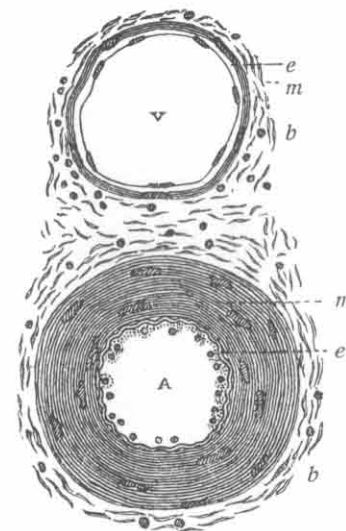


Fig. 28. Tværnit af en lille Arterie, A, og en Vene, V. (3.5.0) e et tyndt Lag af flade Epitelceller, m et Lag af glatte Muskelceller, b Bindeæv.

Hjertet udfører sin Pumpevirksomhed derved, at det skiftevis trækker sig sammen og udsprøjter det Blod, der findes i det, og derpaa igen slappes, saa at det kan løbe fuldt af Blod. Bevægelserne foregaar i den Orden, at først Forkamrene trækker sig sammen og udtømmer deres Indhold af Blod i Hjerterekamrene, dernæst sammentrækker de kraftige Hjerterekamre sig, og sluttelig er der en

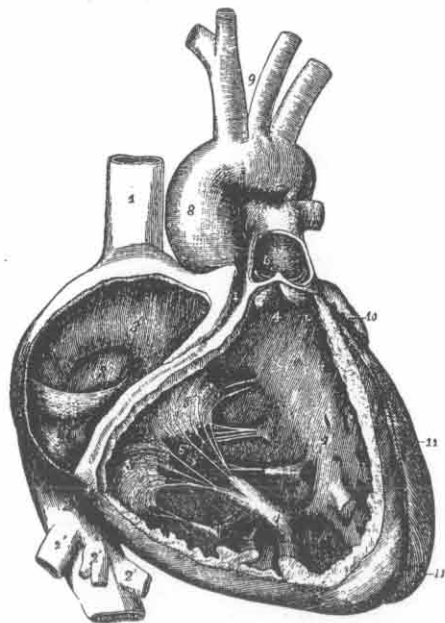


Fig. 29. Hjerte af et Menneske ($\frac{1}{2}$). Højre Hjerte aabnet for at vise Klapperne. 3 Højre Forkammer, 4 Højre Hjerterekammer, 5 Klapperne mellem For- og Hjerterekammer med deres „Senetømmer“, 6 de halvmaaneformede Klapper i Lungearterien.

Stykke, men pludselig standse ved en Klap. I selve Hjertet findes der, som bekendt, dels Klapper paa Overgangen mellem Forkamre og Hjerterekamre, dels de saakaldte halvmaaneformede Klapper i Roden af de store Arteriestammer. Disse Klappers Bygning og Virkemaade kan iagttages paa et udskaaet Hjerte [Forsøg 14]. Den Del af Hjertet, som udfører det egenlige Arbejde ved Blodets Transport, er Hjerterekamrene. Forkamrenes Muskulatur er meget svag, og de udfører kun et yderst ringe Arbejde ved deres

kort Pavse, før det samme Spil begynder igen. Disse Forhold kan meget let iagttages paa Hjertet af en bedøvet Frø [Forsøg 13]. Hos Mennesket er Tidsforholdet mellem disse Bevægelser saaledes, at Forkamrene trækker sig sammen i 0,1 Sekund, Hjerterekamrene derefter i 0,3 Sekunder, og endelig varer Pausen ca. $\frac{1}{2}$ Sekund.

Den Retning, hvori Blodet strømmer ved Hjertets Sammentrækninger, bestemmes af *Klapperne*. For det første findes der jo talrige Klapper i Venerne, der forhindrer Blodet i at løbe tilbage. De er i Almindelighed

lette at iagttage paa overfladiske Armvener, naar man trykker disse sammen ved at stryge indefra udad. Man ser da Blodet følge med et

Sammentrækning. At de alligevel spiller en betydningsfuld Rolle skal vi om lidt se.

Blodstrømmen i Karrene. Naar nu Hjertet ved hver Sammentrækning driver en bestemt Mængde Blod ud i Arterierne, hvad vil der saa ske?

Hvis Blodkarsystemet bestod af fuldkommen stive Rør, der kun kunde rumme en aldeles bestemt Vædskemængde, saa maatte i samme Tid nøjagtig den samme Blodmængde strømme ud af Venerne og ind igen i Hjertet. Saaledes gaar det imidlertid ikke, dels fordi Pulsaarernes Vægge er elastiske og kan udvide sig, naar Blodet presses ind i dem, men ogsaa fordi de fine Haarkar gør meget

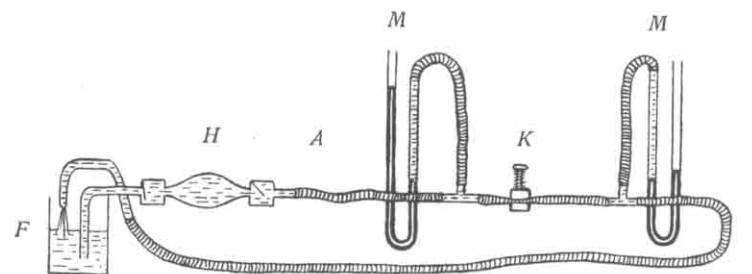


Fig. 30. Kredsløbsmodel. H „Hjerterekammer“, A „Arterie“, V „Vene“, K Modstand, der repræsenterer Kapillærerne, F „Forkammer“, M Manometer.

stor Modstand mod Blodets hurtige Bevægelse, saa at det ikke kan naa at strømme over i Venerne lige saa hurtigt, som det kommer ud af Hjertet. Man kan faa en meget nøjagtig Forestilling om Blodstrømmen i Legemet ved Forsøg med en Model som hosstaaende Tegning.

Modellen bestaar af en Kautsjukpumpe med 2 Ventiler, der repræsenterer et Hjerterekammer, og som man sammenpresser med Haanden i passende Takt. Karrene repræsenteres af Kautsjukslanger, og ved en Skrueklemme sørger man for en Modstand, der svarer til Haarkarrenes. Paa begge Sider af Modstanden er der anbragt Kviksølvmanometre til at maale Trykket. Naar Hjertet arbejder, stiger Trykket paa den arterielle Side af Modstanden til en temmelig betydelig Højde. Fremdeles viser det sig, at det ikke er konstant, men svinger med hver Sammentrykning af Pumpen, hvert Hjerteslag. Det store Tryk udvider Pulsaaren noget, og i samme Forhold som Trykket svinger, udvider den sig og trækker sig lidt sammen igen. Det er denne Bevægelse, som man ogsaa kender fra

Legemets Arterier under Navn af *Pulsen*, og man kan med en Finger tydelig føle Pulsen paa Modellen ligesom paa Pulaaren i Haandleddet. Kommer der Hul paa en Arterie, saa sprøjter Blodet ud i en Straale, der bliver kraftigere ved hvert Hjerteslag.

Naar vi betragter Forholdet paa den anden Side af Modstanden, altsaa i en Vene, saa finder vi, at her stiger Trykket kun ganske lidt og svinger næsten slet ikke. Trykket i Blodet falder, naar det passerer den store Modstand, og samtidig gaar Bevægelsen over fra at være stødvis, som den jo er i Arterierne, til at være jævn, hvilket ved Forsøg med Modellen ses af, at Vandet kommer i en jævn Straale ned i Beholderen til venstre. Aabner man en Vene paa et



Fig. 31. Pulaarens Leje over Haandleddet.

Dyr eller et Menneske, saa flyder Blodet roligt ud af den, men sprøjter aldrig. Den jævne Strøm i Venerne er det, som nødvendiggør Eksistensen af Hjærtets Forkamre. De danner nemlig Beholdere, hvori det tilstrømmende Blod kan opsamles i den Tid, da det ikke kan slippe ind i Hjertekamrene paa Grund af disses Sammentrækning. Hvis de ikke fandtes,

maatte Blodet opholde sig i Venerne og foraarsage store Tryk-svingninger dér. Paa Modellen gør Beholderen til venstre Tjeneste som et Forkammer. Fjærnes den, og forbindes „Venen“ direkte med Pumpen, viser Tryk-svingningerne sig straks.

I gennemsigtige Organer, som Svømmehuden af en Frø eller en Haletudse, kan man under Mikroskopet meget tydeligt iagttage Blodets Strømning og se, hvorledes den fra at være stødvis i Pulaarerne bliver jævn ved Passagen gennem Haarkarrene [Forsøg 15].

Menneskets Hjærte trækker sig sammen gennemsnitlig ca. 70—80 Gange i Minuttet. Hos Børn slaar Hjærtet hyppigere, ved Fødselen ca. 140 Gange, men efterhaanden bliver det langsommere. Ved hvert Slag sender venstre Hjærte ca. 100 cm.³ Blod ud i Legemet, og højre Hjærte den samme Mængde ud i Lungerne. Trykket i Legemets Pulaarer er ca. 100—140 mm. Kviksølv, (hvis et lodret aabent Rør indførtes i en Pulaare, vilde Blodet stige op til en Højde af ca. 1½ Meter over Hjærtet). I Lungepulaaren er Trykket meget lavere (ca. 35 mm.), hvilket kommer af, at Lungerne Haarkar er forholdsvis vide og korte, saa at de kun gør ringe Modstand. Højre Hjærtehalvdel kan derfor ogsaa være svagere og

mere tyndvægget end venstre. I Venerne er Trykket kun ganske ringe. Blodet strømmer i Arterierne og Venerne med stor Hastighed, men er forholdsvis længe om at passere Haarkarrene. Et helt Kredsløb varer kun omtrent ½ Minut.

Kredsløbets Regulering. Alle de anførte Størrelser gælder kun gennemsnitlig. I Virkeligheden er Hjerteslagets Hyppighed, Blodtrykket i Karrene og Modstanden i Haarkarnettet underkastet betydelige Svingninger, og hvad der er vigtigere, Organismen kan regulere dem efter sit Behov. Denne regulerende Indgriben sker ved Hjælp af Nervesystemet.

Hvad for det første Hjærtet angaar, saa viser det den Ejendommelighed, hvorved det adskiller sig fra alle andre Muskler, at dets regelmæssige Sammentrækninger ikke kommer i Stand ved Paa-virkninger fra Centralnervesystemet, men ved Hjælp af Nerveceller i selve Hjærtets Vægge. Selv om det tages ud af Organismen, bliver det ved med at arbejde regelmæssigt i lang Tid, naar blot passende Livsbetingelser er til Stede. Dette kan let iagttages paa et udtaget Frøhjærte [Forsøg 16], men det gælder ikke alene Frøhjærtet, ogsaa et Pattedyrhjærte kan slaa timevis efter at være udtaget af Dyret, naar det holdes opvarmet til Legemstemperatur og stadig forsynes med frisk Blod. Et saadant udtaget Hjærte slaar stadig i samme Takt.

Naar Hjærtet er i Forbindelse med Centralnervesystemet, slaar det ikke altid i samme Takt. Rejser man sig op fra en liggende Stilling, bliver Pulsen straks noget hurtigere. Udfører man et legemligt Arbejde, f. Eks. ved at løbe et Par Gange op og ned ad en Trappe, kommer Hjærtet til at slaa meget hurtigt og med stor Voldsomhed; man kan ofte føle det banke. Afkøles Huden pludseligt og stærkt, f. Eks. ved et koldt Styrtebad, bliver Hjerteslaget en kort Tid kendelig langsommere. Disse Forandringer kommer i Stand ved Refleks gennem særlige Nerver til Hjærtet, og vi skal straks se, hvad de betyder.

Ude i Legemet forandres Karrenes Vidde uophørlig, og dette gælder særlig om de ganske smaa Arterier, hvorfra Haarkarrene udspringer. Karrenes Vægge er nemlig udstyrede med et Lag af ringformede, glatte Muskeltraade (se Fig. 28), og til dem gaar der særlige Nerver, som man kalder *vasomotoriske* (karbevægende), som snart bringer dem til at trække sig sammen, snart til at slappes. Naar alle de smaa Pulaarer i et Organ trækker sig sammen, saa bliver Modstanden stor, der løber kun lidt Blod igennem, og

Organet bliver blegt og køligt. Omvendt, hvis de udvider sig, saa løber der meget Blod igennem, og Organet bliver rødt og varmt.

Karmusklerne, der behersker Karrenes Vidde, paavirkes i Reglen ved Refleks. Afkøles f. Eks. Huden pludseligt og stærkt (koldt Styrtebad), ledes der gennem Følenervene et Indtryk op til Rygmarven og derfra gennem de vasomotoriske Nerver en Paavirkning

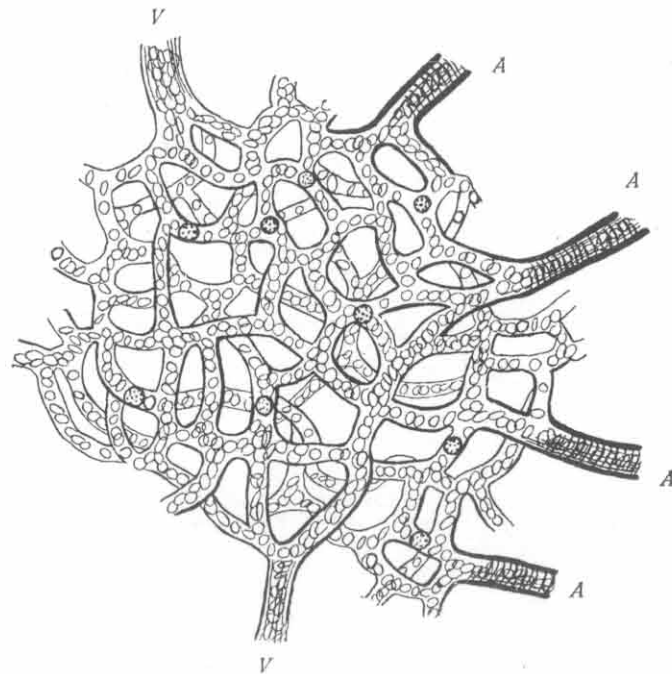


Fig. 32. Et Haarkarnet i blodfyldt Tilstand.
A Arterie, V Vene. Skematisk.

ud til Hudkarrenes Muskler. Huden bliver bleg og blodfattig. Her ved modvirkes det i høj Grad, at Legemet mister Varme. Gnides Huden stærkt eller paavirkes den paa anden Maade mekanisk, opstaar der ved Refleks en Udvidelse af Hudkarrene, hvilket viser sig ved, at Huden bliver rød.

Betydningen af *Massage* er vistnok væsenlig den, at Vasomotorerne paavirkes, Karrene udvides, og det masserede Parti bliver bedre forsynet med Blod.

Vasomotorerne lider, som alle Organer, under Ikke-Brug, og de er tilgængelige for Træning. Beskytter man sin Hud altfor omhyggeligt mod Afkøling, virker Vasomotorerne daarligt, naar der endelig en Gang bliver Brug for dem, og man bliver meget let forkølet.

Omvendt, hvis man hærder sig f. Eks. med kolde Bade, derved trænes Vasomotorerne til at træde i Virksomhed, saa snart der bliver Brug for dem.

Naar et Organ arbejder, medfører det altid en Udvidelse af dets Kar og altsaa en forøget Tilstrømning af Blod. Dette gælder for alle Organer, og det er store Forandringer,

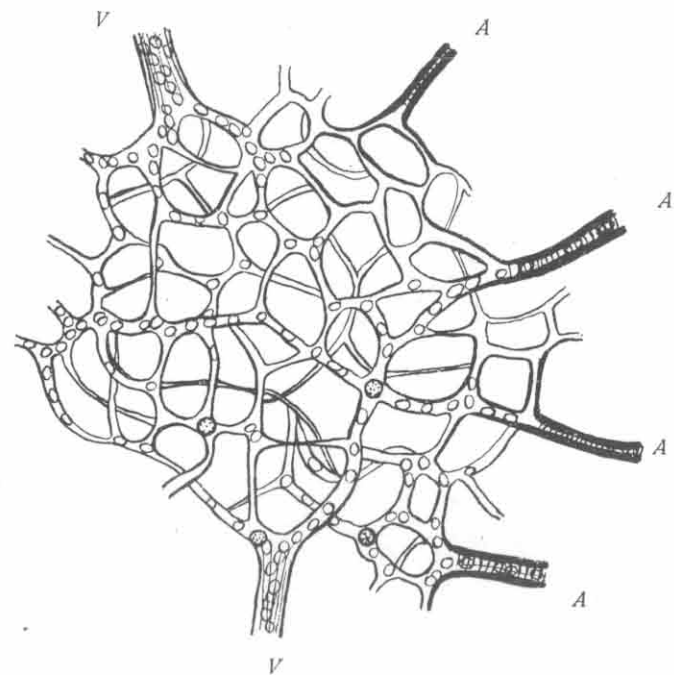


Fig. 33. Samme Haarkarnet i blodfattig, kontraheret Tilstand.
Alle Arterierne og de fleste Kapillærer har trukket sig sammen. Skematisk.

det drejer sig om. Naar f. Eks. en Muskel arbejder, forøges den gennemstrømmende Blodmængde ofte til det 5-dobbelte eller mere. Det samme sker med Kirtler, naar de secernerer, med Tarmen under Fordøjelsen o. s. v.

Løber man f. Eks. op og ned ad en Trappe, sættes alle Benmusklerne i livlig Virksomhed, og der løber meget mere Blod igennem dem end før. Vi kan nu forstaa, hvorfor Hjerteslagene tager til under Arbejde. Naar der skal strømme meget mere Blod gennem de arbejdende Organer, vil der ikke blive nok til de andre Organer (og især til Hjernen, der altid skal have meget), med mindre Hjertet arbejder stærkere. Omvendt, hvis Modstanden i en

større Del af Kredsløbet pludselig stiger (f. Eks. i Huden under et koldt Bad), saa bliver der for meget Blod i Pusaarnerne, Trykket bliver for højt, og Hjertet kunde blive overanstrengt, hvis det ikke straks begyndte at slaa langsommere.

Hjærtarbejdet og Blodmængden kan nu ikke forslaa til at holde alle, eller blot et større Antal, Organer i kraftig Virksomhed samtidig, og hermed hænger det sammen, at man efter et rigeligt Maaltid ikke er vel skikket til større Arbejde, fordi Fordøjelseskana-

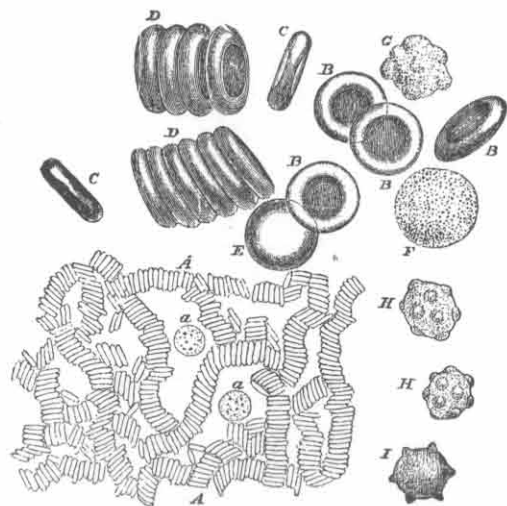


Fig. 34. A røde Blodlegemer, a hvide (ca. 500). B røde Blodlegemer fra Fladen, C fra Siden, E opsvulmet ved Vandoptagelse, H og I indskrumpede i stærk Saltopløsning. F og G hvide Blodlegemer (ca. 1200).

Med en nedtrykt Sindsstemning synes ofte at følge et meget højt Blodtryk, hvilket hidrører fra, at Karrene, i hvert Fald i Huden, er forsnævrede, (Huden er bleg). Lykkes det at faa Hudkarrene til at udvide sig varigt, hvilket f. Eks. kan ske ved Lysbehandling, falder Blodtrykket, og Humøret forbedres ofte kendeligt.

Blodet bestaar af en klar eller gullig Vædske, som kaldes *Blodplasma*, i hvilken der findes et uhyre Antal mikroskopiske *Blodlegemer*, dels *røde*, som Blodet skylder sin Farve, dels farveløse eller *hvide*.

Blodlegemerne er en lille Smule tungere end Plasmaet. Hvis Blodet derfor staar roligt hen i et højt Glas tilstrækkelig længe, vil Blodlegemerne synke til Bunds, og man kan paa denne Maade

og dens Kirtler lægger stærkt Beslag paa Blodet.

Der bestaar en meget nøje Forbindelse mellem Sjælelivet og Kredsløbet. Hjerteslaget, der er ganske uafhængigt af Viljen, kan som bekendt undertiden paavirkes af visse Sindstilstande, f. Eks. Skræk; men i langt højere Grad gælder det om Vasomotorerne i Huden. Man kan blive „bleg af Harme“, „rød i Hovedet“ af Glæde o. s. v. Kvindernes Vasomotorer er i den Henseende langt mere letpaavirkelige end Mændenes.

faa rent Plasma til Undersøgelse. Derimod er Blodlegemerne saa smaa, at de ikke kan filtreres fra.

Blodplasmaet bestaar hovedsagelig af Vand, hvori der altid er opløst forskellige Æggehvide-stoffer (8—9%) og Salte, især Natriumklorid, men desuden lidt af alle de Stoffer, som Blodet under sit Kredsløb transporterer fra Sted til Sted, f. Eks. Sukker. Saadanne Stoffer, der transporteres af Blodet, er altid kun til Stede i det i ganske forsvindende Mængde, men Blodet kan alligevel besørge en betydelig Transport, fordi det strømmer saa hurtigt.

Et af Blodplasmaets Æggehvide-stoffer, *Fibrinogen*, er Aarsag til Blodets mærkelige Evne til at *koagulere* eller „levre“. Naar Blodet kommer udenfor Karrene, stivner det i Løbet af kort Tid til en geléagtig Masse. Ved længere Henstand trækker denne Masse sig sammen og udskiller en klar Vædske, som man kalder *Blodserum*. Hvis man ryster eller pisker Blodet stærkt umiddelbart efter, at det er udtaget af Karrene, foregaar Koagulationen paa en noget anden Maade, idet Vædsken som Helhed holder sig flydende, men opfyldes af hvidlige, seje Trævler og Klumper, som bestaar af Æggehvide-stoffet *Fibrin* [Forsøg 17]. Forskellen paa de 2 Slags Koagulation er mere tilsyneladende end virkelig. I første Tilfælde dannes ogsaa Fibrin, men som et saa tæt Væv, at det indeslutter alle Blodlegemerne. Disse holder sig derimod frie i sidste Tilfælde. I begge Tilfælde foregaar Koagulationen derved, at Fibrinogenet, naar Blodet ikke længere er i Berøring med Blodkarrenes Vægge, gaar over til det uopløselige Fibrin. Betydningen af Blodets Koagulation er den, at Blødninger, der ikke er for voldsomme, standser af sig selv, fordi Blodet stivner i og omkring Saaret. Hvis det ikke skete, vilde selv smaa Saar medføre Fare for Forblødning.

De hvide Blodlegemer (*Leucocyterne*) findes normalt i Blodet i et Antal af ca. 10000 pr. mm.³, d. v. s. en almindelig Draabe indeholder ca. 1/2 Million. Naar man betragter hvide Blodlegemer ved stærk Forstørrelse, ser man, at de er selvbevægelige Celler med en eller flere Kærner, og mest af alt ligner Amøber. De er interessante derved, at de i ingen Henseende er afhængige af Organismens Nervesystem, men optræder som selvstændige Væsner, der jo ganske vist ikke er indvandrede udefra, men nedstammer fra andre Celler i Organismen.

Leukocyternes betydningsfuldeste Egenskab er deres *Kemotaksi*, hvilket vil sige, at de tiltrækkes af en stor Mængde kemiske Stoffer og frastødes af andre. Særlig karakteristisk for de hvide Blodle-

mer er, at de tiltrækkes af mange Bakterier og deres Stofskifteprodukter. Naar saadanne Bakterier er indførte et Sted i Legemet, f. Eks. i et Saar, begynder det med, at de formerer sig stærkt, og de selv og deres giftige Stofskifteprodukter frembringer ved Irritation og Refleks Udvidelse af Karrene omkring dem. Der kommer Blodfylde, Rødme og Spænding paa det paagældende Sted. Fra Blodet afgives Lymfe med talløse hvide Blodlegemer, det, som populært kaldes *Materie* og med et mere videnskabeligt Navn *Pus*. I dette Pus (eller paa Grænsen af det, naar det er ansamlet i større Mængde) foregaar der nu en Kamp mellem Bakterierne og de hvide Blodlegemer. Disse søger at optage Bakterierne i sig og tilintetgøre dem, og i Reglen ender det jo med, at de hvide Blodlegemer begrænser Bakterierne til det Sted, hvor de er trængt ind, og sluttelig gaar af med Sejren. Der dannes en Byld, som tilsidst udtømmes og læges. Hvis det ikke sker, saa trænger Bakterierne ofte frem, særlig gennem Lymfebaner, og breder sig over et helt Lem eller maaske over hele Organismen. Der opstaar *Blodforgiftning*. Denne Proces, at Leukocyterne optager i sig og tilintetgør fremmede Organismer, kaldes *Fagocytose*, og den spiller en meget vigtig Rolle i adskillige Infektionssygdomme [Forsøg 18].

Visse af disse Sygdomme (Mæslinger, Skarlagensfeber, Tyfus, Kighoste, Kopper) kan man som Hovedregel kun faa een Gang i sit Liv. Dette beror maaske paa, at Organismens hvide Blodlegemer vænnes til at tage Kampen op med de paagældende Bakterier eller maaske paa, at der ved det første Angreb mod Bakteriegiften dannes Antistoffer, som siden vedbliver at være til Stede i Blodet. Mod Kopper, og i den nyeste Tid mod forskellige andre Sygdomme, benytter man *Vaccination*, hvilket vil sige, at man indpoder Smitstoffet i svækket Tilstand, saa at der ikke fremkaldes nogen farlig Sygdom, men dog tilstrækkeligt til, at Organismen bliver i Stand til at modstaa senere Angreb af samme Mikrobe. Det bør dog siges, at netop for Koppernes Vedkommende er de sygdomsvækkende Bakterier endnu ikke fundne, og det er altsaa kun en (meget sandsynlig) Antagelse, at saadanne er til Stede i svækket Tilstand i Vaccinen.

Ogsaa i Organismens normale Liv spiller de hvide Blodlegemer vistnok en betydningsfuld Rolle, især ved Transport af Stoffer. Det er i hvert Fald en Kendsgerning, at Antallet af Leukocyter i Tarmens Blodkar og Lymferum stiger meget stærkt under Fordøjelsen.

Under deres Arbejde gaar de hvide Blodlegemer til Grunde i betydeligt Antal. De nydannes bestandigt i Lymfekirtlerne, af hvilke Milten er den vigtigste.

De røde Blodlegemer findes i Blodet i det uhyre Antal af ca. 5 Millioner i hver mm.³ eller ca. 250 Millioner i en almindelig Draabe. De viser sig under Mikroskopet som flade runde Skiver

uden Kærne, og de mangler rimeligvis selvstændigt Liv. De bestaar af en tynd, rimeligvis flerrummet Hinde, der i sine Hulrum indeholder en stærk Opløsning af det røde Farvestof *Hæmoglobin*, som vi straks skal beskæftige os nærmere med. Bringes de i en stærk Saltopløsning, skrumper de ind og bliver kantede og foldede, ved at Vand træder ud af dem. Omvendt, hvis de kommer i Vand, da svulmer de op og sprænges, hvorefter Hæmoglobinet træder ud og opløses i Vandet. Dette kan iagttages mikroskopisk, men ogsaa til en vis Grad med blotte Øjne. Fortynder man Blod med en Kog-saltopløsning af passende Styrke (ca. 0,7%), vedbliver det at være uigennemsigtigt. Fortynder man det derimod i samme Forhold med Vand, faar man en klar Opløsning af Hæmoglobin. Hæmoglobin udmærker sig fremfor de fleste organiske Stoffer ved at indeholde Jern. I Tilfælde af *Blegsot*, hvor der er Mangel paa Hæmoglobin, giver man Patienter Jernpræparater for at muliggøre Dannelsen af nyt Hæmoglobin.

Hæmoglobin kan indgaa Forbindelser med visse Luftarter. Naar Blod har staaet i nogen Tid, har det en meget mørk Farve. Ryster man det med Luft, bliver det lyserødt. Prøver man med forskellige Luftarter (Ilt, Brint, Kultveilte), viser det sig, at det er Ilt, der fremkalder denne lyserøde Farve [Forsøg 19]. Der dannes en Forbindelse mellem Hæmoglobin og Ilt. Tager man et Reagensglas halvfylt med mørkt Blod, lukker det og ryster det, finder man, at der derefter er en tydelig Fortynding af Luften i det, samtidig med at Blodet bliver lysere [Forsøg 20]. Noget af Luften er altsaa optaget af Blodet, og det kan vises, at det er Ilt. Forbindelsen mellem Hæmoglobin og Ilt, som man kalder *Oxyhæmoglobin*, er *disso-ciabel*, d. v. s. dens Dannelse og Bestaaen afhænger af Iltens Tryk. Man kan fjerne noget af Iltten, f. Eks. ved at ryste lyst Blod i et Glas med noget Kultveilte. Herved bliver det noget mørkere, idet en Del af dets Ilt afgives til det iltfri Lufrum, og Kultveilte optages i Stedet. Erstattes den efter Rystningen iltholdige Kultveilte med frisk iltfri, afgiver Blodet igen Ilt og bliver paany mørkere, og saaledes kan man blive ved, til det ikke mere indeholder Ilt [Forsøg 21]. Noget ganske tilsvarende til denne Iltafgivelse foregaar, hvis Blodet er afspærret fra Luft, men der i Vædsken foregaar Processer, hvorved Ilt forbruges. I saa Fald vil Oxyhæmoglobinet afgive af sin Ilt og derved dække Forbruget. Det er det, som finder Sted, naar Blod henstaar roligt, idet Bakterier bruger Iltten til deres Stofskifte, og det samme finder Sted i Organismen, hvor Blodet

ved at passere Kapillærerne afgiver Ilt til Cellernes Stofskifte og derved gaar over fra at være lyst, arterielt, til at blive mørkt, venøst. Afgivelse og Optagelse af Ilt kan foregaa meget hurtigt paa Grund af Blodlegemernes uhyre Overflade. Den samlede Overflade af et Menneskes Blodlegemer løber op til ca. 4000 m.².

En lignende Forbindelse som med Ilt kan Hæmoglobin danne med Kulilte. Ryster man mørkt Blod med kulilteholdig Lysgas, bliver det lyst, ligesom naar man ryster det med Ilt, men Farven er dog noget forskellig, hvad der især ses ved Fortynding [Forsøg 22]. Ryster man Oxyhæmoglobin med Kulilte (Gas), antager det den samme Farvenuance, hvilket betyder, at Kulilten driver Iltten ud og gaar i Forbindelse med Hæmoglobinet i dens Sted. Kulilten binder Hæmoglobin stærkere end Iltten. Herpaa beror Kulilte(Kulos)forgiftning. Blodet bliver mættet med Kulilte i Stedet for med Ilt og kan følgelig ikke underholde Cellernes Stofskifte.



Fig. 35. Hvide Blodlegemer vandrer ud af et Blodkar.

De røde Blodlegemer gaar til Grunde i temmelig stort Antal, og Hæmoglobinet spaltes til simplere Forbindelser. Dette foregaar vistnok særlig i Leveren, og af Hæmoglobinet Spaltningsprodukter dannes Galdens Farvestoffer. Hvis et Blodkar brister, og Blod træder ud, f. Eks. under Huden spaltes Hæmoglobinet ligeledes efterhaanden, og Resultatet er en Række Farveovergange gennem blaasort, som skyldes iltfrit Hæmoglobin, brunt, grønt og gulligt, som sikkert alle har haft Lejlighed til at iagttage. Nogle af disse Spaltningsprodukter svarer nøje til Galdefarvestofferne. Nydannelse af røde Blodlegemer synes især at foregaa i Benmarven, men Milten tager vistnok ogsaa Del deri.

Lymfen. Overalt i Legemet sker der gennem Haarkarrenes Vægge en Afgivelse fra Blodet af en vandig Opløsning af mange forskellige Stoffer. Denne Opløsning, hvis Sammensætning vistnok varierer fra Organ til Organ, er den Vædske, hvori Legemets Celler egentlig lever. Den kaldes *Lymfe*. Lymfen fylder alle Spalter og Hulrum mellem Cellerne. Foruden opløste Stoffer passerer ogsaa hvide Blodlegemer temmelig frit ud og ind gennem Kapillærernes Vægge og danner en væsentlig Bestanddel af Lymfen. Lymfen bevæger sig langsomt fra det Sted, hvor den er dannet, gennem Spalterum og senere gennem særlige Lymfegange ind imod Kropshulen og vender tilsidst tilbage til Blodet gennem Brystgangen (se Fig. 26). Aarsagen til Lymfestrømmen maa hovedsagelig søges i

Muskelbevægelser. Naar man spænder Musklerne i en Arm, trykkes der Lymfe ud af Armen, og denne Lymfe forhindres tildels i at vende tilbage, derved at alle større Lymfegange er forsynede med Klapper paa lignende Maade som Venerne. Den maa derfor erstattes af frisk Lymfe fra Blodet. Visse Bevægelser som Gaben og Strækken-sig opfattes sædvanlig som sigtende til at hjælpe paa Lymfestrømmen.

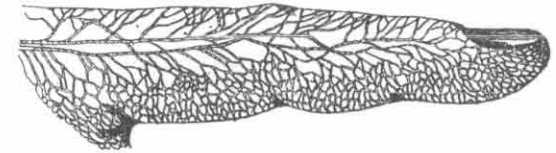


Fig. 36. Lymfekar i en Finger.

Paa sin Vej ind imod Blodet passerer Lymfen forskellige Steder smaa kirtelagtige Organer, der kaldes *Lymfekirtler*. Den største og vigtigste af disse er *Milten*, der ligger i venstre Side under Mellemgulvet. I Lymfekirtlerne dannes hvide Blodlegemer, og i forskellige Sygdomme, hvor hvide Blodlegemer spiller en Rolle, svulmer Lymfekirtlerne op. Der kan næppe være Tvivl om, at den Transport af Stoffer fra Vævene til Blodet, som foregaar gennem Lymfestrømmen, har Betydning, men hvad den betyder, vides der meget lidt om. Den Lymfemængde, der i Løbet af et Døgn føres til Blodet gennem Brystgangen, antages at beløbe sig til 1 à 2 Liter.

NÆRINGSSTOFFERNES NEDBRYDNING

Vi har set, hvorledes Næringsstofferne optages fra Tarmen og gaar over i Blodet under Form henholdsvis af Blodets Æggehvide-stoffer, Druesukker og endelig neutralt Fedt, der føres med Lymfe-strømmen fra Tarmen til en af de store Vener. Vi har endvidere studeret Blodstrømmen og set, hvorledes de optagne Stoffer kan føres til et hvilket som helst Punkt af Legemet. Naar de saaledes føres ud i Legemet, kan der ske et af to med dem. De kan enten *aflejres* (Æggehvidestofferne som levende Protoplasma og de andre i væsentlig uforandret Form) eller *nedbrydes* til simplere Forbin-delser. Naar Blodet strømmer igennem et Organ, f. Eks. en Muskel, kan det afgive Æggehvidestoffer, der kommer til at indgaa i Muskel-massen og forøge dens Omfang og dens Styrke, og under visse Om-stændigheder kan det afgive Sukker, der aflejres som meget fine Korn af Glykogen mellem Muskeltraadene. Endelig kan det afgive Fedt, der som oftest aflejres i grovere Strøg, saa at Muskelmassen bliver hvidstribet og fedtindhyllet.

Aflejring af Næringsstoffer finder især Sted under Opvæksten, hvor der foregaar en stadig Nydannelse af Celler og Vævssubstans. I den voksne Organisme foregaar Nydannelse normalt kun til Er-statning for Celler, der af en eller anden Grund er blevne uskik-kede til deres Funktion. Der foregaar, som bekendt, et stadigt Tab af Overhudsceller, Haar og Neglesubstans, og ogsaa fra Tarmens Epitel afstødes der bestandig Celler, som maa erstattes. Men ellers bliver de fleste Celler, saavidt det vides, ved at være arbejdsdyg-tige overmaade længe, maaske hele Livet, og der er altsaa ikke Brug for synderlig Erstatning.

Hovedmassen af Næringsstofferne nedbrydes, hvilket vil sige, at de gaar i Forbindelse med Ilt, som Organismen optager fra Luf-ten gennem Lungerne. At Stofferne gaar i Forbindelse med Ilt vil

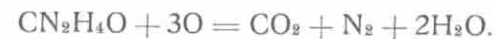
i Virkeligheden sige, at de forbrændes, skønt det foregaar ved for-holdsvis lav Temperatur, og der udvikles ved denne Forbrænding en betydelig Mængde Varme. Organismen virker i Princippet lige-som Dampmaskinen. Næringsstofferne brændes som Kul under Ked-len, og denne Forbrænding er Betingelsen for den stadige Virksom-hed, som er Livet. Naar f. Eks. en Muskel arbejder, iltes, forbrændes, en betydelig Mængde af det Næringsstof, som er nærmest for Haan-den — i Reglen Sukker — og ved denne Forbrænding bliver Musklen i Stand til at yde Arbejde udadtil samtidig med, at der udvikles en betydelig Varmemængde i den. Vi har tidligere set, at Blodstrømmen gennem en Muskel forøges stærkt under Arbejde, og dette tjener netop til at hidskaffe den til Forbrændingen nød-vendige Ilt og til at bortskaffe Forbrændingsprodukterne.

Vi skal nu se noget nærmere paa, hvor og hvorledes Nedbryd-ningen foregaar, og begynder da med Nedbrydningen af Æggehvide-stofferne.

Æggehvidestofferne indeholder, som bekendt, Grundstofferne, Kul, Brint, Ilt, Kvælstof og Svovl. Hvis vi brænder Æggehvide-stof udenfor Organismen under rigelig Tilgang af Ilt, vil Forbræn-dingen i Hovedsagen føre til Dannelsen af Kultveilte, Vand, frit Kvælstof og Svovlilte. Denne Forbrænding er omtrent saa fuldstæn-dig, som den kan tænkes, idet alene Kvælstoffet ikke bliver iltet. Ved Iltningerne inde i Organismen er Forbrændingen af Æggehvide derimod temmelig ufuldstændig. En Del af Kulstoffet iltes ganske vist til Kultveilte og en Del af Brinten til Vand, men Resten for-ener sig med Kvælstoffet til forskellige organiske Stoffer, som endnu kunde iltes yderligere.

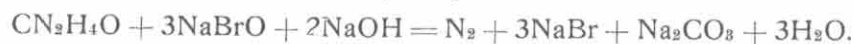
Det eneste af Æggehvidens Grundstoffer, som iltes fuldstændigt, er Svovlet, der forlader Organismen i Form af Sulfater.

Af de omtalte kvælstofholdige organiske Stoffer, der dannes ved Iltning af Æggehvide i Organismen, kender man flere. Det vigtigste — i det mindste hos Mennesker — er *Urinstoffet*. Urinstof, der i ren Tilstand er et krystallinsk, farveløst, letopløseligt Stof, har Form-len $\text{CN}_2\text{H}_4\text{O}$. Det er en Forbindelse, der kunde optage en betyde-lig Mængde Ilt, nemlig 3 Atomer, hvorved der vilde dannes Kul-tveilte, Kvælstof og Vand:



Denne Iltning er let at tilvejebringe udenfor Organismen, f. Eks. med Natriumhypobromit i alkalisk Opløsning (Bromlud). Tilsættes

Bromlud til Urinstof, faar man en meget livlig Udvikling af luftformigt Kvælstof, medens den samtidig dannede Kulsyre bindes af det tilstedeværende Natriumhydroxyd:

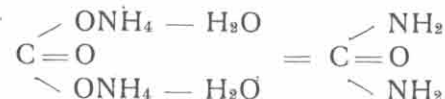


Urinstoffet viser i kemisk Henseende et meget nært Slægtskab med *Ammoniumkarbonat*, der ogsaa er et af Æggehvidestoffernes Nedbrydningsprodukter i Organismen, men som imidlertid let omdannes til Urinstof.

Skriver man Kulsyrens Formel:



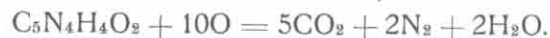
faar man Urinstof, idet to Molekyler Vand træder ud af Ammoniumkarbonatets Molekyl:



I Organismen er Leveren i Stand til at foretage denne Omdannelse. Tilføres der den Ammoniumkarbonat gennem Blodet, forsvinder dette, og den tilsvarende Urinstofmængde optræder i Stedet for i det Blod, der kommer fra Leveren.

Et tredje betydningsfuldt Stof, der dannes ved Iltning af Æggehvide er *Urinsyre* $\text{C}_5\text{N}_4\text{H}_4\text{O}_2$, der er krystallinsk og meget tungtopløseligt. I Organismen findes Urinsyren i Form af urinsure Salte, der ogsaa er temmelig tungtopløselige. Hos Mennesker og Pattedyr dannes og udskilles Urinsyren i Reglen kun i meget ringe Mængde, hvilket i hvert Fald for en Del beror paa, at Leveren, ligesom Tilfældet er overfor Ammoniumkarbonat, har Evne til at omdanne den til Urinstof. Undertiden holder denne Omdannelse ikke Skridt med Dannelsen af Urinsyre, der da kan aflejres som smaa Krystaller Muskler og Led og forårsage Gigt.

Til fuldstændig Iltning behøver Urinsyre 10 Atomer Ilt:



Den er altsaa en mindre iltet Forbindelse end Urinstof, og der gaar mere Energi til Spilde, naar Æggehvidestoffernes Kvælstof udskilles i denne Form, saaledes som det finder Sted hos Fugle, Krybdyr og næsten alle hvirvelløse Dyreformer.

Foruden de nu gennemgaaede Stoffer kendes der endnu et Par andre af mindre Vigtighed, som ligeledes for største Delen kan omdannes til Urinstof ved at passere Leveren.

Hvorledes nu alle disse Stoffer dannes i Organismen, og hvor de dannes, derom ved man kun lidt. Det kan betragtes som nogenlunde sikkert, at der i alle Organer sker en Nedbrydning af Æggehvidestof, som fører til Dannelsen af Stoffer, der dels er bekendte (de nylig omtalte), dels vistnok ubekendte. Disse Stoffer føres med Blodet til Leveren, der omdanner det meste af, hvad der saaledes tilføres den, til Urinstof.

Urinstoffet og de andre kvælstofholdige Nedbrydningsprodukter af Æggehvidestofferne, som undgaar Omdannelse i Leveren, føres med Blodet til Nyrerne, hvor de udskilles sammen med Vand og forskellige Salte som Urin. Den Kultveilde, som samtidig er dannet ved Æggehvidestoffernes Nedbrydning, udskilles derimod gennem Lungerne.

Kulhydraterne, der jo bestaar af Kul, Ilt og Brint, indføres, som omtalt ovenfor, i Blodet i Form af Druesukker, og en ringe Mængde af dette Stof kan altid paavises i Blod af Mennesker og Dyr. Større Mængder aflejres i Form af Glykogen, hovedsagelig i Leveren, men ogsaa i Musklerne.

Glykogen er, som tidligere nævnt, et stivelseagtigt Stof, hvis Opløsning i Vand aldrig er helt klar, men hvidligt skinnende, *opaliserende*. Sætter man en Draabe Jodopløsning til en Opløsning af Glykogen, bliver den stærkt brun (ligesom en Stivelseopløsning bliver blaa); Farven forsvinder ved Opvarmning og kommer igen ved Afkøling. Tager man Leveren af et Dyr, der nylig er dræbt, f. Eks. en Frø, er det i Almindelighed let at paavise, at den indeholder Glykogen, men derimod enten intet Sukker eller kun ubetydelige Spor. Det gøres ved at koge Leveren i lidt Vand, der er gjort surt med en Draabe Eddikesyre, rive den ud med varmt Vand i en Morter og filtrere. Naar Filtratet indeholder Glykogen, er det opaliserende og giver den omtalte rødbrune Reaktion med Jod-Jodkalium. Glykogenet kan imidlertid ikke holde sig i Leveren, men omdannes til Sukker. Lader man den udskaaene Frølever ligge i en passende Tid (c. 24 Timer), finder man derefter ikke mere Glykogen i den, men i dets Sted den tilsvarende Sukkermængde. Noget ganske lignende sker inde i Organismen. Tilføres der Leveren meget Sukker, optager den det og aflejrer det som Glykogen. Er det gennemstrømmende Blod derimod sukkerfattigt, fordi der bruges Sukker andre Steder i Organismen, afgiver den Sukker fra Glykogenforraadet. Leveren virker altsaa som Forraadsorgan og som Regulator paa Blodets Sukkermængde, en Regulator, der er meget nødvendig, fordi

selv et ringe Overskud af Sukker i Blodet medfører, at Stoffet udskilles uforandret gennem Nyrerne.

Sukker nedbrydes vistnok i alle arbejdende Organer og ganske særlig i Musklerne. Sukkeret forbrænder næsten altid fuldstændigt til Kultveilde og Vand, men Forbrændingen foregaar ingenlunde altid paa en Gang eller i et Sæt. Der kan dannes forskellige foreløbige Spaltningsprodukter, der først senere brændes til Kultveilde og Vand.

Efter de senere Aars Undersøgelser synes Alkohol at dannes i mange Organer som foreløbigt Spaltningsprodukt af Sukker. I hvert Fald danner disse Organer under visse Betingelser Alkohol af Sukker uden nogen Medvirkning af fremmede Organismer eller Stoffer.

Hvis der tilføres Organismen mere Kulhydrat, end den kan forbrænde, aflejres Overskudet som Glykogen, men af dette Stof kan Organismen kun indeholde en begrænset Mængde, et Menneske f. Eks. ikke over 300 Gram. Tilføres der stadig Organismen et Overskud af Kulhydrat, sker der en Omdannelse, hvis Forløb vi ikke kender, af Sukker til Fedt, som kan aflejres i temmelig ubegrænset Mængde. Det er denne Omdannelse, som man benytter sig af, naar man foder planteædende Dyr, f. Eks. Gæs, ved Hjælp af fedtfattigt, men overmaade kulhydratrigt Foder, og den er heller ikke ukendt hos Mennesker.

Organismens Kulhydratstofskifte kan paa forskellig Vis komme i Uorden. Allerede hvis man paa een Gang indtager meget Sukker i en saadan Form, at det hurtigt kan absorberes, kan det ske, at der kommer mere i Blodet, end Leveren og de andre Forraadsorganer kan magte i Øjeblikket, og Følgen bliver, at Sukker udskilles med Urinen. Der er altsaa Grænser for Leverens regulerende Evne.

Der kan indtræde det Tilfælde, at Organismen overhovedet mister Evnen til at forbrænde eller aflejre Kulhydrat. Det er denne Tilstand, som kaldes *Sukkersyge*. Den viser sig derved, at Kulhydrat, der indføres, altsammen omdannes til Druesukker og udskilles som saadant gennem Nyrerne med Urinen. Intet af det bliver til Glykogen eller Fedt, og det forbrændes ikke eller — ved lettere Tilfælde — i alt Fald kun i temmelig ringe Omfang. Sygdommen behandles ved, at man saa vidt mulig fjærner Kulhydrater af Kosten, altsaa ikke giver Sukker eller Stivelse i nogen Form, ikke Brød, ikke Kartofler, ikke Melspiser.

Om Nedbrydningen af Fedt vides næsten intet. Fedt synes ikke at kunne omdannes til noget andet. Naar det aflejres, aflejres det som Fedt, hvor der er Plads til det, og naar det nedbrydes, brænder det fuldstændig til Kultveilde og Vand.

AANDEDRÆTTET

Vi har nu set, hvorledes de forskellige Stoffer, som optages i Legemet ved Ernæringen, nedbrydes. Nedbrydningen er en Forbrændingsproces, idet den foregaar ved Optagelse af Ilt og fører til Dannelsen af Kultveilde, Vand og visse kvælstofholdige faste Stoffer. Den dertil fornødne Ilt tages fra de røde Blodlegemer, hvis Farvestof derved bliver mørkere, og den dannede Kultveilde opløses i Blodet. Naar det mørke, venøse Blod kommer til Lungerne, optages ny Ilt fra Luften i dem, og Kultveilden afgives.

Lungerne er som bekendt anbragte i den af Ribbenene og Mellemgulvet dannede Brystkasse, som de udfylder fuldstændig med Undtagelse af det Rum, Hjærtet og de store Kar indtager. Foroven træder de i Forbindelse med hver sin Gren af Luftrøret og gennem Lungepulsårerne og Lungevenerne med Hjærtet, men iøvrigt er de fuldstændig fri og ikke paa noget Punkt fastvoksende til Brystkassens Vægge. Luftrøret aabner sig foroven gennem Strubehovedet i Svælget og staar altsaa i Forbindelse baade med Mundhulen og Næsehulen. Passagen er under normale Forhold helt aaben, men den kan spærres enten ved at Mund og Næse lukkes, eller ved at Stemmebaandene (se Fig. 66) trækker sig sammen og

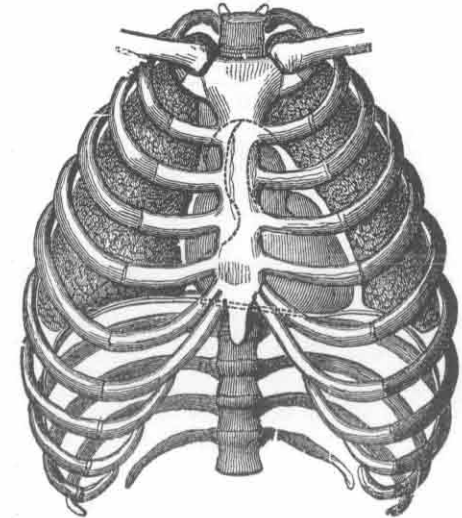


Fig. 37. Lunger og Hjærte i Brystkassen. Mellemgulvet ses som en buet Dobbeltlinie.

lukker Stemmeridsen. Inde i hver Lunge deler Luftrørgrenene sig i stadig finere smaa Grene (*Bronchier*), hvis Vægge ligesom Luftrørets

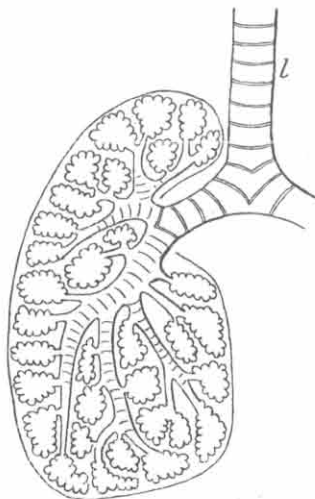


Fig. 38. Skema af en Lunge med Bronchier og Alveoler.



Fig. 39. Et lille Stykke Lunge med Alveoler a og b og Bronchiegrene c ($2\frac{1}{2}$).

er beklædte med Fimreepitel. De allerfineste Grene svulmer op til en uhyre Mængde smaa Blærer, *Lungealveolerne*, hvis Epitel er ganske tyndt og fladt. Hver enkelt Lungeblære er omspændt med et tæt Net af Haarkar, hvorigennem Blodet strømmer fra Lungepuls-aarerne til Lungevenerne. Imellem Blærerne er Lungerne opfyldte med elastiske Bindevævstraade, og de er derfor meget elastiske. Man kan puste en Lunge meget stærkt op med Luft, men saa snart man holder op, trækker den sig straks sammen og driver Luften ud [Forsøg 23].

Naar Lungerne er pustede op, er Lufttrykket inden i dem større end uden om dem. I den levende Organisme er Lungerne altid pustede temmelig stærkt op. Naar Passagen gennem Luftrøret er aaben, maa Lufttrykket inde i dem

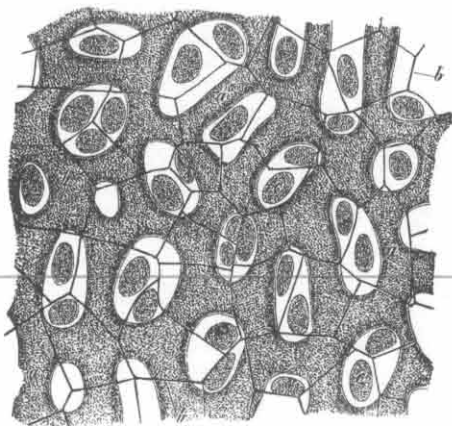


Fig. 40. Et Stykke Lungealveole af en Frø, med Haarkar og Epitelceller ($3\frac{5}{10}$).

være det samme som i Atmosfæren, og Trykket udenom dem i Brystkassen derfor betydelig lavere. Dette viser sig ogsaa at være Tilfældet. Brystkassen er fuldstændig lufttæt, men aabner man den paa et nylig dræbt Dyr, strømmer der en stor Mængde Luft ind, og man ser Lungerne falde sammen og blive ganske smaa. Man betegner Trykforskellen mellem Brystkassens Rum (udenom Lungerne) og den ydre Luft med Navnet *det negative Tryk* i Brystkassen.

Indaanding foretages derved, at man ved Hjælp af Muskler udvider Brystkassen. Da den er lufttæt, maa Lungerne følge med i Udvidelsen, og Luften strømmer da ind i dem gennem det aabne Luftrør. Naar man aander ud, slappes Musklerne, den elastiske Brystkasse vender tilbage til sin Hvilestilling, Lungerne trækker sig sammen, og Luft strømmer ud gennem Luftrøret. Disse Forhold forstaas meget let, naar man gør Forsøg med en Lungemodel [Forsøg 24].

Brystkassens Udvidelse under Indaanding kommer i Stand paa to Maader, nemlig dels derved, at Ribbenene hæves og svinges udad særlig ved Hjælp af smaa Muskler, der er anbragte imellem dem, dels ved at Mellemgulvet, der er en pladeformet Muskel, som i Hvile hvælver sig som en Kuppel op i Brystkassen, trækker sig sammen og bliver fladere. Man anvender begge Midler til Aanding, men ikke i lige Grad. Voksne Kvinder aander mest ved at hæve Ribbenene, Mænd og Børn især ved at afflade Mellemgulvet.

Dette gælder dog kun, saalænge Aandedrætsbevægelserne har deres normale Størrelse, hvorved gennemsnitlig ca. 500 cm.³ suges ind og straks derefter drives ud. Ved meget dybe Indaandinger an-

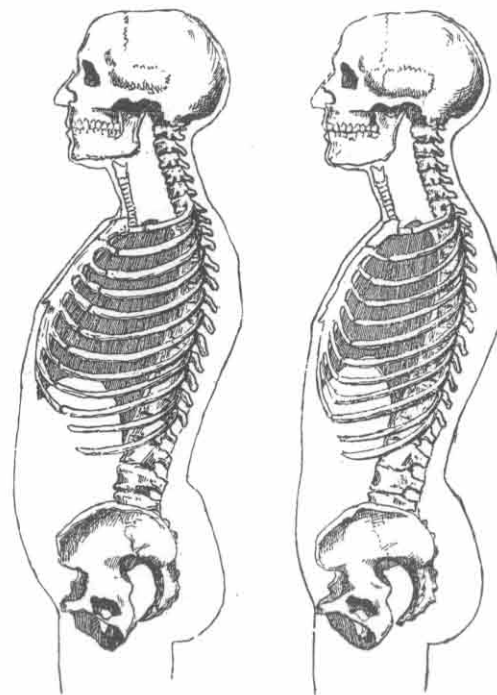


Fig. 41. Brystkasse og Mellemgulv i Indaandings- og Udaandingsstilling.

vender man overhovedet alle de Muskler, der er i Stand til at udvide Brystkassen, og herved lykkes det at optage endnu en meget betydelig Luftmængde, nemlig gennemsnitlig ca. 1500 cm.³. Man

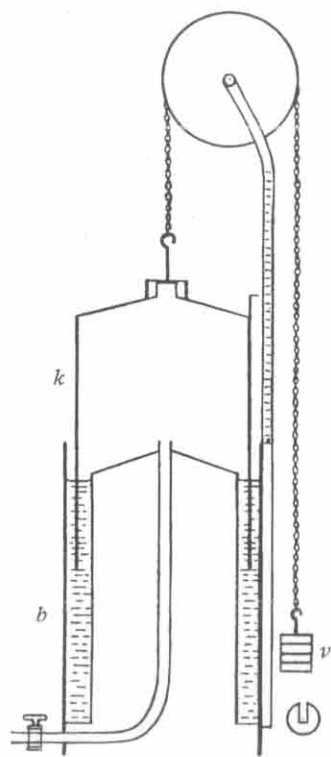


Fig. 42. Et Spirometer, bestaaende af en Klokke af Blik *k* paa ca. 25 Liter, der kan bevæge sig op og ned i en ringformet Vandbeholder af tilsvarende Dybde *b*. Klokken, der er meget letbevægelig, er saaledes afbalanceret med Vægten *v* og Kæden, at den er i Ligevægt i alle Stillinger. En Viser, der er anbragt foroven paa Klokken, peger paa en Inddeling, der angiver Rumfanget af den indesluttete Luft.

nu først ud saa dybt som muligt. Derefter aander man nogle Gange frem og tilbage i Spirometret, idet man slutter med en dyb Udaanding. Analyserer man endelig Luften i Spirometret, finder man,

kalder den Luftmængde, som man endnu kan faa Plads til efter en normal Indaanding, for *Komplementærluft*. Efter en normal Udaanding, naar Brystkassen er i sin Hvilestilling, er det endnu ved Muskelanvendelse muligt at sammenpresse Brystet og derved faa noget af den Luft, som Lungerne indeholder, til at strømme ud. Denne Mængde kalder man *Reserveluft*, og ogsaa den synes gennemsnitlig at andrage ca. 1500 cm.³. Summen af alle disse Størrelser, *Komplementærluft* + *Aandingsluft* + *Reserveluft* = 1500 + 500 + 1500 = 3500 cm.³, der betegner Afstanden mellem den dybest mulige Indaanding og den dybest mulige Udaanding kaldes *Vitalkapaciteten*. Den andrager altsaa gennemsnitlig ca. 3½ Liter, men er iøvrigt meget forskellig hos forskellige Individuer (fra 2 til 6 Liter). Jo bedre udviklet Brystkassen er, desto større er i Reglen *Vitalkapaciteten*. Den er gennemgaaende betydelig større hos de sportsdyrkende Englændere end hos andre Folk. Alle disse Størrelser kan meget let maales, ved at man aander ind og ud af et Spirometer [Forsøg 25].

Naar man har udaandet saa dybt som muligt, indeholder Lungerne endnu en vis Luftmængde, som man betegner som *Residualluft*. Denne maales ved Hjælp af et Spirometer, hvori man har fyldt f. Eks. 5 l. ren Ilt. Man aander

at den indeholder en vis Mængde Kvælstof, som hidrører fra Blandingen med Lungenes Residualluft. Lungeluften indeholder ca. 80 % Kvælstof. Finder man i Spirometret efter Aandingen f. Eks. 13 % Kvælstof, kan man beregne Lungenes Rumfang (*x*), idet

$$80x = 13(x + 5).$$

Residualluftens Mængde andrager gennemgaaende ca. 1 Liter. Ved de normale Aandedræt skiftes Luften i Lungerne altsaa langt fra fuldstændigt, men de ca. 500 cm.³, som man indaander, blandes med de ca. 2500 cm.³, som Lungerne i Forvejen indeholder.

Dette gælder endda ikke helt, idet en Del af den indaadende Luft ikke naar ned i Lungerne, men bliver i Næse, Svælg og Luftrør. Det samlede Rumfang af den Luft, som saaledes indaandes uden at komme Lungerne til Gode, er ca. 140 cm.³. Man betegner det som „*det skadelige Rum*.“

Under rolig Aanding er Munden lukket, og Luften strømmer ud og ind gennem Næsen; kun hvis Passagen gennem Næsen er vanskeliggjort som ved Snue, ved „Polyper“ i Næsen o. l., aabnes Munden. Stemmebaandene er trukne langt fra hinanden, saa at de ikke gør nogen Modstand mod Luftens Bevægelse. Naar man vil tale eller synge, nærmeres Stemmebaandene til hinanden, og Luften, der strømmer ud gennem Spalten imellem dem, sætter dem i Svingninger.

Hoste opstaar ved pludselige og kraftige Udaandinger, der sprænger de i Forvejen tæt lukkede Stemmebaand fra hinanden. Hosten tjener i Reglen til at fjerne Fremmedlegemer (Slim, Madstumper), der er komne i Luftvejen. Difteritis kan undertiden angribe Luftvejene og fremkalde den ejendommelige *Strubehoste*, idet der dannes Belægnings i Luftrøret; det lykkes ikke altid at ophoste disse, men undertiden kan Luftrøret blive helt tilstoppet, saa det bliver nødvendigt ved en hurtig Operation at skære Hul paa det og indlægge et Rør, som Patienten kan aande igennem i nogen Tid.

Nysen indledes ved en eller flere krampagtige Indaandinger og bestaar i en meget pludselig Udaanding gennem Næsen, hvorved den bløde Gane sprænges bort fra Svælgets Bagvæg. Man kan ikke nyse vilkaarligt, men kun ved Refleks fra Følelserne i Næsen.

Snorken kan opstaa, naar man aander med aaben Mund, derved at den bløde Gane, naar den er fuldstændig slappet (under Søvn), sættes i slubrende Bevægelse af den frem- og tilbagegaaende Luftstrøm.

Optagelse af Ilt og Udskilning af Kultveilte. Den Luft, som indaandes, er i Reglen almindelig atmosfærisk Luft, der indeholder 79 % Kvælstof, næsten 21 % Ilt og en forsvindende Mængde Kultveilte 0,03—0,10 %. Den Luft, som udaandes, er derimod temmelig rig paa Kultveilte, hvorimod en Del af Ilten er forsvundet. S sammensætningen af den kan være noget forskellig i forskellige Tilfælde, men gennemsnitlig finder man ca. 4 % Kultveilte, kun 16 % Ilt og altsaa 80 % Kvælstof. S sammensætningen af Luften,

saavel Udaandingsluft som Indaandingsluft, kan findes ved Analyse [Forsøg 26].

Kvælstofmængden er i Virkeligheden uforandret, men da den Mængde af Ilt, som forsvinder, er større end den Mængde Kultveilte, som erstatter den, bliver Kvælstoffets procentiske Mængde forøget.

Man aander gennemsnitlig ca. 15 Gange i Minuttet. I den Tid optages der altsaa gennemsnitlig i Blodet ca. $15 \times 500 \times \frac{4}{100} = 375 \text{ cm.}^3$ Ilt og udskilles $15 \times 500 \times \frac{4}{100} = 300 \text{ cm.}^3$ Kultveilte. Disse temmelig store Luftmængder maa transporteres gennem Epitelcellerne. Lungealveolerne og Karrenes Vægge, Iltten fra Lungealveolerne til Blodet og Kultveilten den modsatte Vej. Denne Transport, der antages at foregaa ved de levende Epitelcells Medvirkning, lettes i høj Grad ved, at den Flade, hvorigennem den skal foregaa, er overordenlig stor. Den samlede Overflade af alle Alveolerne i et Menneskes Lunger er nemlig beregnet til ikke mindre end 90 m.^2 . Hver Celle faar altsaa kun en forsvindende Mængde at transportere.

Under forskellige Omstændigheder er Organismens Iltforbrug og Kultveilteproduktion underkastet betydelige Forandringer. Aander man gennem et Par Ventil, som vist paa Figuren, kan man opsamle Udaandingsluften gennem en vis Tid i et Spirometer og altsaa

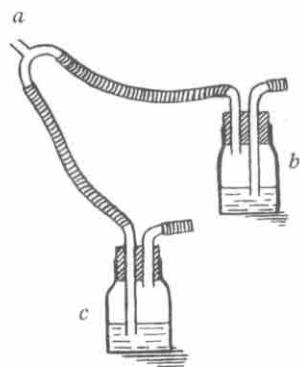


Fig. 43. Aandedrætsventiler. a Mundstykke, b Indaandingsventil, c Udaandingsventil.

maale, hvor meget der i den Tid udaandes. Tæller man samtidig Aandedragenes Antal, faar man Besked om deres Hyppighed og deres Dybde, og foretager man endelig Analyse af den i Spirometret opsamlede Luft, kan man beregne, hvor meget Ilt der er optaget, og hvormeget Kultveilte, der er udskilt. Den i en given Tid optagne Iltmængde og udskilte Kultveiltemængde betegner man med Navnet *det respiratoriske Stofskifte* [Forsøg 27].

Skal Beregningen være nøjagtig, maa der tages Hensyn til, at Luftens samlede Mængde forandres ved Aandingen.

Har man Udaandingsluftens Mængde (U) og Sammensætning, f. Eks. 16% Ilt, 4% Kultveilte og 80% Kvælstof, medens Indaandingsluften, hvis Mængde er ubekendt (I), indeholder f. Eks. 20,95% Ilt, 0,05% Kultveilte og 79% Kvælstof, har man, idet Kvælstofmængden ikke forandres ved Aandingen,

$$\frac{79}{100} I = \frac{80}{100} U, I = \frac{80}{79} U.$$

Den optagne Iltmængde bliver

$$\frac{20,95}{100} I - \frac{16}{100} U = \frac{U}{100} \left(\frac{80}{79} 20,95 - 16 \right)$$

og den udskilte Kultveiltemængde

$$\frac{4}{100} U - \frac{0,05}{100} I = \frac{U}{100} \left(4 - 0,05 \frac{80}{79} \right)$$

Naar man har fundet Rumfangene af optaget Ilt og udskilt Kultveilte, maa der endvidere tages Hensyn til, at disse Rumfang er maalte i fugtig Tilstand ved et vist Tryk og en vis Temperatur og maa regnes om til Normaltryk (760 mm.) og en Temperatur af 0° for at kunne sammenlignes med andre Luftmængder. For at gøre dette substraherer man fra Barometerstanden, som jo angiver Trykket i Spirometret, først de mættede Vanddampes Tryk ved den i Spirometret herskende Temperatur. Det resterende Tryk er det, som Luftarterne udøver, og herpaa anvender man da, for at finde deres Rumfang ved 760 mm. og 0° , dels Mariottes Lov, dels Formlen for Luftarters Udvidelse ved Varme.

Foretager man Respirationsforsøg før og umiddelbart efter (eller under) Muskelarbejde, viser det sig, at ved Arbejdet bliver Aandedrættet hyppigere og dybere og i desto højere Grad, jo mere anstrengende Arbejdet er. Derimod forandrer Sammensætningen af den udaandede Luft sig i Reglen kun lidt. Beregner man Iltforbruget og Kultveilteproduktionen, finder man en Stigning, der ofte kan være meget stor. Jo roligere man forholder sig, desto langsommere og desto mindre dybt aander man. Enhver Muskelbevægelse kræver forøget Forbrænding af Næringsstoffer og altsaa forøget Iltforbrug og Kultveiltedannelse, og dette viser sig straks paa Aandedragenes Dybde og Hyppighed. Det kan vises, at der ogsaa til aandeligt Arbejde svarer forøget Iltforbrug og dybere Aanding.

Under Arbejde aander man ikke alene dybere og hyppigere, men man beholder hele Tiden mere Luft i sine Lunger, aander altsaa med en forandret *Middelstilling af Lungerne*, saaledes som det ses af omstaaende Aandedrætskurve, der er tegnet ved Hjælp af et Spirometer, som man aandede ind i og ud af, idet et Blyant var anbragt paa Spirometrets Vægt og tegnede paa et Stykke Papir, der blev

ført langsomt forbi. Forandring af Middelstillingen har Betydning i to Henseender, dels nemlig derved, at Lungens indre Overflade, som Luftarterne skal passere igennem, bliver større, dels derved, at Lungens Haarkar bliver udvidede, saa at de gør mindre Modstand mod Kredsløbet. Dette sidste har særlig stor Betydning, fordi Blodet under Arbejde strømmer meget hurtigere gennem Legemets udvidede Kar end under Hvile og altsaa ogsaa maa hurtigere gennem Lungerne.

Aandedrættets Forandring under Arbejde foregaar ikke uden videre paa den hensigtsmæssigste Maade. Hvis man er uøvet i de paa gældende Bevægelser, og især hvis man overhovedet er uvant med Legemsbevægelser, bliver man let forpustet og faar stærk Hjærtebanken, fordi Aandedrættet ikke nøje er afpasset efter Arbejdets Art og Størrelse. Kun ved Øvelse, *Træ-*

ning, opnaar man at faa Aandedræt (og Hjærte) til at samarbejde fuldkomment med de Muskler, der udfører det ydre Arbejde. Sportsmænd, til hvis Lunger der stilles meget store Fordringer, har i Reglen en meget stor Vitalkapacitet, men aander til daglig kun med svagt fyldte Lunger, saa at de altsaa, naar det behøves, kan forøge baade Aandedrætsdybden og Lungernes Fyldning stærkt.

Aandedrættet kan, som bekendt, følges af Bevidstheden og underkastes Viljens Herredømme. Som Regel er det imidlertid uafhængigt af Vilje og Bevidsthed og reguleres fra et underordnet Nervecentrum. Dette Centrum, hvis Eksistens og Plads kan paavises ved særlige Forsøg, holdes i Virksomhed ved Kultveiltemængden i det Blod, hvormed det forsynes. Aander man kultveilte Luft (ca. 4—5 %) fra Spirometret, vanskeliggøres Kultveilteafgivelsen fra Blodet, og dette er tilstrækkeligt til at gøre Aandedragene betydelig dybere

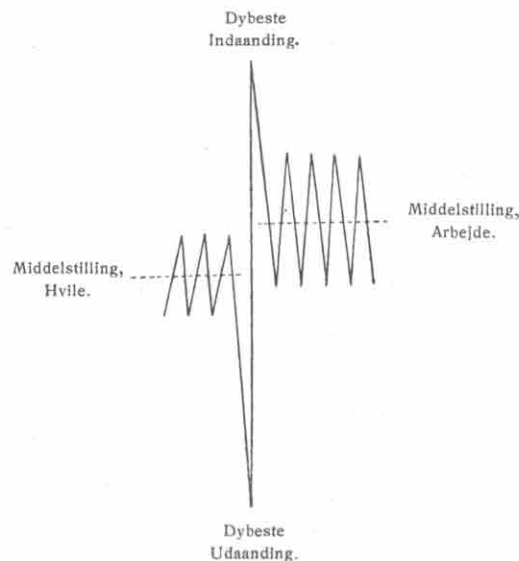


Fig. 44. Aandedrætskurve.

end normalt [Forsøg 28]. Fjærner man saa meget som muligt af Lungernes Kultveilte ved nogle faa meget dybe Aandedrag, vil Aandedrættet derefter staa fuldstændig stille i nogen Tid, hvilket man let kan overbevise sig om ved Forsøg. Søger man at holde Vejret i nogen Tid, vil Kultveilte ophobes i Blodet og irritere Aandedrætscentret stærkere og stærkere, indtil det faar Overhaand over selv den kraftigste Viljesanspændelse.

En forøget eller formindsket Iltmængde i Luften har i og for sig ikke nogen Indflydelse paa Aandedrættet og heller ikke paa Organismens Iltforbrug. Det er næsten ligegyldigt, om Luften indeholder 100 % Ilt eller blot 14 %, men kommer man endnu længere ned, bliver det vanskeligere og tilsidst umuligt for Lungerne at skaffe den fornødne Iltmængde til Veje. Aandedrættet bliver da dybere, men ikke meget, og det hjælper heller ikke stort. Vedvarer Opholdet i meget iltfattig Luft udover en ganske kort Tid, indtræder der Afmagt paa Grund af Iltmangel. Dette sker jo undertiden for Luftrejsende, naar de kommer for højt op. Men det kan ogsaa hænde Brøndgravere, idet der under visse Omstændigheder strømmer næsten iltfri Luft ud fra Jordlagene. Iltmangelen er da saa meget farligere, som den ikke giver sig til Kende ved udprægede Fornemmelser; man vil som Regel miste Bevidstheden uden at have mærket noget.

Forøgelsen af Kultveiltemængden og Formindskelsen af Iltmængden er ikke de eneste Forandringer, som foregaar med Luften, ved at den bliver indaandet og paany udaandet. Der sker endvidere det, at den bliver opvarmet til ca. 37° og mættet med Vanddamp ved denne høje Temperatur. Paa denne Maade afgiver Organismen altsaa en Del Vand, hvis Mængde gennemsnitlig andrager ca. 400 g. i 24 Timer. Luften bliver hovedsagelig opvarmet og dampmættet allerede i Næsehule og Luftrør, saa at det sarte Lungevæv ikke udsættes for Afkøling eller Indtørring.

I lang Tid troede man, at der fra Lungerne blev afgivet en ringe Mængde af giftige Luftarter, og at det skyldtes dem, at Luften blev „fordærvet“, hvor mange Mennesker aandede. Dette har imidlertid vist sig at være urigtigt. Der afgives ingen giftige Stoffer fra Lungerne (undtagen Kultveilte, der virker bedøvende, men først naar den findes i meget stor Mængde). Naar Luften i overfyldte Rum fremkalder Ildebefindende og Besvimelser, skyldes det dels, som vi senere skal se, at den ved sin Varme og Fugtighed forhindrer Organismens Varmeregulering, dels at den let bliver ildelugtende for medelst Stoffer, som dannes af Bakterier paa mindre rene Klæder og Hud, i hule Tænder o. s. v. Om disse Stoffers Giftighed vides intet sikkert.

URINEN OG URINSEKRETIONEN

Nedbrydningen af Næringsstoffer førte til Dannelsen dels af Kultveilte og Vand, dels af kvælstofholdige faste Stoffer. Kultveilden udskilles, som vi har set, gennem Lungerne. De kvælstofholdige Stoffer og det meste af Vandet udskilles gennem Nyrerne og danner tilligemed Salte og et gult Farvestof den Vædske, som vi kalder *Urin*.

Den daglige Urinmængde udgør ca. $1\frac{1}{2}$ Liter, men er iøvrigt underkastet betydelige Svingninger, idet det meste af det Vand, som man drikker eller optager med Næringen, forlader Legemet ad denne Vej. Ogsaa Mængden af de faste Bestanddele i Urinen er underkastet store Svingninger. De vigtigste af disse faste Bestanddele er de kvælstofholdige Nedbrydningsprodukter, Urinstof, Urinsyre o. s. v., der saa godt som udelukkende udskilles ad denne Vej. Paa samme Maade, som man ved Bestemmelse af Kultveilteudskilning og Iltoptagelse gennem Lungerne kan faa Oplysning om Forbrændingsprocesserne i Organismen, kan man ved Analyse af Urinen faa Besked om Omsætningen af Æggehvidestoffer.

Saadan Analyser kan foretages paa forskellige Maader, af hvilke den nøjagtigste og mest anvendte er den *Kjeldahlske*. Den gaar ud paa at ilte det kvælstofholdige Stof, altsaa Urinen, ved Kogning med koncentreret Svovlsyre. Herved omdannes alt Kvælstof til Ammoniumsulfat. Tilsættes derefter saa meget Natron, at al Syren mættes, og der bliver Overskud af Natron, vil Ammoniaken kunne afdestilleres og derefter bestemmes ved Titration. En meget nem og simpel, men lidet nøjagtig, Metode er den *Esbachske*, ved hvilken Urinen iltes direkte med bromundersyrligt Natron. Herved sønderdeles de kvælstofholdige Stoffer, Kvælstoffet bliver frit i Luftform og kan uden videre maales [Forsøg 29].

Naar man analyserer Urinen med passende Mellemlum efter Maaltiderne og under andre forskellige Forhold, som Arbejde og Hvile, er det let at overbevise sig om, at Kvælstofudskilningen holder temmelig nøje Skridt med Kvælstofoptagelsen, men ikke

paavirkes synderligt af Arbejde og Hvile. Faa Timer efter et æggehviderigt Maaltid begynder Kvælstofmængden i Urinen at stige, og efter igen nogle faa Timer er Overskudet udskilt.

Hovedmassen af de kvælstofholdige Stoffer er Urinstof, der udskilles i en daglig Mængde af ca. 30 g. Af Urinsyre udskilles altid smaa Mængder, ca. 1 g. daglig. Det rødgyldne eller rødgraa Bundfald, der ofte opstaar i Urin ved Henstand, skyldes Salte af Urinsyre, *Urater*. Urinsyre paavises i Urinen ved Tilsætning af Saltsyre i Overskud. Efter 24 Timers Henstand finder man den da udskilt paa Glassets Vægge og Vædskens Overflade som brune Krystaller, der kan undersøges mikroskopisk.

Foruden de kvælstofholdige Stoffer indeholder Urinen talrige Salte. Vi optager jo Salte og især i betydelig Mængde Klor-natrium med Føden. Disse Stoffer opholder sig i Organismen en kort Tid og udskilles derefter med Urinen. Hvad de betyder for Livet, ved man kun lidet om, men at de betyder noget, fremgaar af, at

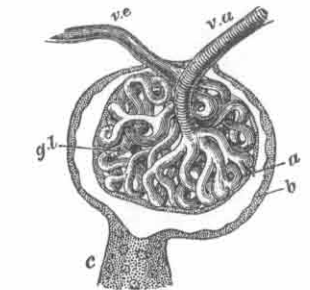


Fig. 45. En Bowmansk Kapsel, v.a tilførende, v.e fraførende Blodkar, a, b Epitel, c Begyndelsen af en Urin-kanal (ca. $\frac{1}{100}$).

der opstaar svære Sygdomme, hvis de undrages en.

Urinens Farve hidrører fra et organisk Farvestof *Urobilin*, der er et Nedbrydningsprodukt af Blodets Hæmoglobin.

Urinen udskilles gennem Nyrerne, der er Kirtler af meget indviklet Bygning.

I Nyrernes ydre Lag (Nyrebanken) findes der et stort Antal mikroskopiske *Kapsler* (de *Bowmanske*), hvormed Urinkanalerne begynder. Ind i hver saadan Kapsel trænger en lille Arterie, der inde i Kapslen opløser sig paa en bestemt Maade til et Bundt af endnu mindre Kar, der ved Udtrædelsen atter samler sig til en Arterie. Fra hver Kapsel udgaar en Urin Kanal, der forløber i bestemte Bugtninger og tilsidst træder sammen med andre tilsvarende Kanaler til

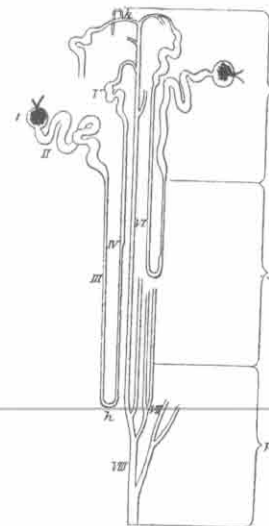


Fig. 46. Skema af Urinkanaler og Samlerør.

større Samlerør. Kanalerne er udklædte med Epitel, og imellem dem har vi et tæt Væv af Kapillærer.

Den sandsynligste Forklaring paa Urinsekretionen er den, at der i de Bowmanske Kapsler udskilles en meget tynd Urin bestaaende af Vand og lidt Salte. De egenlige Urinbestanddele udskilles, mener man derimod, ved Sekretion gennem de snoede Kanalers Vægge. De findes i langt større Mængde (mere koncentreret Opløsning) i Urinen end i Blodet.

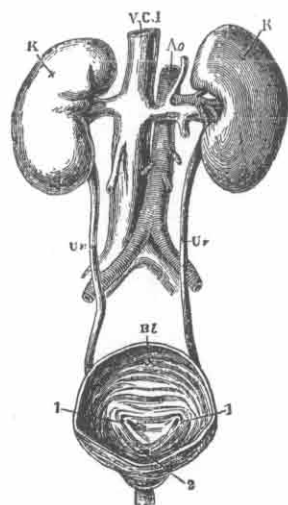


Fig. 47. Nyrer og Urinblære.
Ao og V.C.I Arterie og Vene,
Ur Urinledere, Bl Blære, 1, 1
Urinledernes Indmunding, 2
Urinrørets Aabning.

Urinsekretionen foregaar uafbrudt, og det er ikke hidtil lykkedes at paavise nogen Afhængighed af Nervesystemet. Derimod paavirkes den stærkt af bestemte — urindrivende (*diuretiske*) — Stoffer, der med Blodet kan tilføres Nyrene. De kvælstofholdige Urinbestanddele er saaledes urindrivende, men ogsaa mange andre Stoffer, der til Dels kan forekomme i Næringsmidler, i høj Grad f. Eks. Salpeter. Ogsaa Vand er til en vis Grad urindrivende, idet det efter Optagelse i Organismen i Overskud meget hurtigt udskilles paany. Drikker man meget Vand, vil det optagne Kvantum snart udskilles

som Urin, men drikker man den samme Mængde Øl, vil der udskilles endnu mere, end man har drukket, fordi Øllet indeholder særlige, diuretisk virksomme Stoffer.

Urinen opsamles i Urinblæren, og naar denne udspiles ud over et vist Punkt, fremkalder det Fornemmelse og Trang til Udtømmelse, der imidlertid vilkaarligt kan hæmmes, idet Ringmusklen paa Urinrøret snører dette sammen. Ophæves Ringmuskulens Sammentrækning, vil nogle Draaber Urin flyde ud i Urinrøret, og dette vil ved Refleks bevirke en Sammentrækning af Blærens Væg, der indeholder glatte Muskler. Blærevæggen trækker sig normalt fuldstændig sammen, saa at al Urin udpresses. Dette har ikke ringe Betydning, idet der ved længere Henstand af Urinen i Blæren let sker Omdannelser, der fører til Udskilning af faste Stoffer (Blæresten, Nyregrus).

LEGEMSVARMEN

Varmeproduktionen. Ved Næringsstofferne Forbrænding frigøres en betydelig Energimængde, der kommer til at optræde enten direkte som Varme eller som forskellige Slags indre og ydre Arbejde. Alt det Arbejde, som man betegner som indre (Fordøjelsesarbejde, Hjærtarbejde o. s. v.), bliver til Varme i selve Organismen. Hjærtarbejdet f. Eks. gaar jo med blot til at vedligeholde Kredsløbet og bliver til Varme, idet de dermed forbundne Gnidningsmodstande overvindes. Det er kun, hvis man producerer mekanisk Arbejde udadtil — løfter en Byrde f. Eks. — at noget af den frigjorte Energi forlader Organismen i anden Form end som Varme.

Forbrændingsvarmen af de forskellige Næringsstoffer kan bestemmes ved Forsøg udenfor Organismen, og ved saadanne Bestemmelser har man fundet, at 1 g. Fedt ved at brændes til Kultveilde og Vand producerer 9,3 Kalorier (den Varmemængde, som udkræves for at opvarme 9,3 Kilogram Vand 1 Grad). 1 g. Kulhydrat giver 4,1 Kalorier og 1 g. Æggehvide 5,7 Kalorier. Ved at maale den Varmemængde, som et Dyr producerer, naar det ernæres med disse Stoffer, og ydre Arbejde undgaas, har man fundet, at den svarer aldeles nøjagtig til de udenfor Organismen gældende Værdier. Æggehvidestofferne danner tilsyneladende en Undtagelse. Deres kaloriske Værdi i Organismen er mindre end udenfor, men dette beror simpelthen paa, at de jo ikke forbrændes fuldstændigt. Bestemmer man Urinbestanddelenes kaloriske Værdi, naar de brændes til Kultveilde, Vand og Kvælstof, og subtraherer den fra det før nævnte Tal, faar man ogsaa her den bedste Overensstemmelse. Paa denne Maade er det fundet, at Forbrændingsvarmen af Æggehvide i Organismen er 4,1 Kalorier, altsaa det samme som af Kulhydrat.

Varmeproduktionen i det dyriske Legeme afhænger altsaa udelukkende af Stofskiftets Størrelse og er den samme, som vilde

fremkomme, hvis Næringsstofferne forbrændtes udenfor Organismen til de samme Produkter. Hvis man regner med de Næringsmængder, som sædvanlig indtages, finder man, at den daglige Varmeproduktion for en voksen Mand andrager ca. 3000 Kalorier.

Hvis der inde i et Legeme befinder sig en stadig virkende Varmekilde, maa Legemets Temperatur stige over Omgivelsernes, og denne Stigning maa vedvare, indtil Varmeafgiften, der jo stiger med Temperaturforskellen mellem Legemet og Omgivelserne, nøjagtig holder Ligevægt med Varmeproduktionen. Dette finder Sted hos alle levende Væsner, der producerer Varme, og Varmeafgiften er altid, naar den betragtes i Tidsrum, der ikke er meget korte, nøjagtig lig Varmeproduktionen. Det mærkelige for Menneskets og de andre varmblodede Dyrs Vedkommende er ikke, at deres Temperatur er meget højere end Omgivelsernes, thi det beror blot paa den livlige Forbrænding af Næringsstofferne, men at den er uafhængig af Omgivelsernes og næsten ens under alle Forhold. Dette opnaas ved, at Organismen er i Stand til at regulere dels Varmeproduktionen, dels Betingelserne for Varmeafgivelsen.

Varmeproduktionen reguleres ved Næringsoptagelsen. Naar man er udsat for megen Kulde, spiser man mere og forbrænder ogsaa mere, end naar det er varmt.

Varmeafgivelsen. Afgivelsen af Varme foregaar hovedsagelig gennem Huden, og da dels ved Straaling, dels ved Ledning, dels ved Vandfordampning. Hudens Varmedstraaling afhænger simpelthen af dens Temperatur i Forhold til Omgivelsernes. Ved Varmedledningen er Forholdet mere indviklet. Varmen bortledes jo derved, at den Luft, som kommer i Berøring med Huden, opledes og derefter erstattes af ny kold Luft. Varmeafgivelsen kommer altsaa til at afhænge af den Hurtighed, hvormed Luften strømmer forbi Huden. Berøring med Stoffer, der har højere Varmefylde og bedre Varmedledningsevne end Luften, forøger i høj Grad Varmeafgivelsen ved Ledning, selv om deres Temperatur er den samme. Det er derfor, at Bade virker stærkt afkølede. Varmeafgivelsen ved Vandfordampning endelig afhænger foruden af Temperaturforhold og Strømningshastighed af den omgivende Luft tillige af Fugtighedsgraden. Er Luften tør, kan den optage meget Vand uden at blive mættet. Er Huden samtidig fugtig, kan den naa at afgive saa meget Vand, at den Luft, der strømmer forbi, virkelig bliver mættet. Fordampningen af Vand medfører en meget stor Varmeafgivelse, nemlig 625 Kalorier for hvert kg. fordampet Vand.

Alle disse Forhold udnyttes til Varmeregulering, idet Organismen er i Stand til selvstændigt at forandre Hudens Temperatur og Fugtighedsgrad, altsaa den ene Side af Betingelserne for Varmeafgivelse. Denne Regulering sker gennem Hudens Blodkar, der igen paavirkes gennem de vasomotoriske Nerver. Naar Hudkarrene udvides, vil der strømme rigelige Mængder af varmt Blod igennem dem, og Hudens Temperatur vil nærme sig den, der hersker i Legemets Indre. Samtidig vil ogsaa Hudens Fugtighed forøges, idet Lymfeseekretionen stiger ved den livligere Blodstrøm. Lige modsat vil det gaa, naar Hudkarrene trækker sig sammen. Huden bliver bleg og kold, og Varmeafgivelsen gennem den modvirkes. Denne Maade at regulere paa er under almindelige Forhold tilstrækkelig; men hvis Omgivelsernes Temperatur stiger meget højt, saa at Betingelserne for Varmeafgivelse af den Grund bliver daarlige, eller hvis Varmeproduktionen i Legemet stiger stærkt, som den f. Eks. gør ved anstrengende Arbejde, slaar den ofte ikke til. Der indtræder da mer eller mindre stærk Sekretion af Sved fra de dertil bestemte Svedkirtler, der findes over hele Huden, hvorved opnaas, at hele den svedende Hud dækkes af et Fugtighedslag. Under almindelige Forhold skal Vanddampene afgives fra Hudens dybere Lag og passere ud gennem de forhornede yderste Celler eller til Dels gennem de snævre Svedkanaler, og der afgives da kun en mindre Mængde Vand gennem Huden, nemlig ca. 500 g. i 24 Timer, svarende til ca. 300 Kalorier. Naar Huden er dækket udvendig af et Vandlag, kan der fordampes flere Gange saa meget Vand. Ved Hjælp af Svedsekretionen bliver det muligt at udholde Temperaturer, der er betydelig højere end Legemets, naar blot Luften er tør. Ved Forsøg har man fundet, at Mennesker og Dyr i nogen Tid endog kan udholde Lufttemperaturer paa 100° eller lidt derover. Man kan under saadanne Forhold afgive over en Liter Sved i Timen. Er Luften fugtig samtidig med, at den er varm, vanskeliggøres Varmeafgivelsen i høj Grad allerede ved en Temperatur af nogle og tyve Grader. Legemstemperaturen begynder da at stige, hvilket kan medføre Ildebefindende og Besvimelse, saaledes som det ikke sjældent sker i Rum, der er overfyldte med Mennesker.

Ved Beklædning er det muligt for Mennesket at paavirke ogsaa den anden Side af Betingelserne for Varmeafgivelse, nemlig Temperatur og Fugtighedsgrad af de nærmeste Omgivelser. Ved Klædernes Hjælp dannes der omkring Huden et forholdsvis stillestående Luftlag, hvis Temperatur bliver temmelig høj (ca. 30°). Herved

nedsættes i betydelig Grad Varmeafgivelsen ved Ledning og Straaling, men paa den anden Side bliver Betingelserne for Fordampning, som det er vist ved Forsøg, noget forbedrede, idet den varme Luft i Klæderne kan optage meget Vanddamp, før den bliver mættet. Det samlede Resultat af almindelig Klædedragt beregnes dog til en Besparelse i Varmeafgiften paa ca. 20%. Beklædningen beskytter Huden mod pludselige Forandringer i Varmeafgivelsen. Vasomotorernes Virksomhed paakaldes derfor forholdsvis sjældent i nogen høj Grad, og hvis de ikke øves paa anden Vis, svækkes de, saa at de virker mindre godt, naar det hænder, at der bliver Brug for dem.

Legemstemperaturen. Resultatet af den stadige Regulering af Varmeproduktion og Varmeafgivelse er, som nævnt, at Legemets Temperatur holdes næsten uforandret paa omtrent 37°. Til Maaling af Legemstemperaturen benytter man i Reglen smaa Termometre med en Skala, der kun omfatter faa Grader (ca. 34—43). De er indrettede som Maksimumstermometre, idet Kviksølvssøjlen øjeblikkeligt brydes, naar Temperaturen falder, saa at den Del, der bliver staaende, vedbliver at vise den Temperatur, Termometret har været udsat for. Før Brugen maa Kviksølvet derfor energisk rystes ned, saa at Termometret viser en lavere Temperatur end den, man kan gøre Regning paa at finde. I Løbet af godt et Minut antager Termometret Omgivelsernes Temperatur.

Undersøger man ved Hjælp af saadanne Termometre eller paa anden Maade Temperaturen paa forskellige Steder i Legemet, finder man, at den ikke alle Vegne er den samme, selv om Forskellighederne ikke er store. Varmen produceres fortrinsvis i arbejdende Organer, og Blodet, der strømmer igennem disse, opvarmes og afgiver igen Varme til de andre Dele. Da Blodet strømmer hurtigt, finder der en meget stærk Temperaturudligning Sted, men dog altsaa ikke saa stærk, at Temperaturforskel mellem arbejdende og hvilende Organer ikke kan paavises.

I Leveren, hvor der, som vi har set, foregaar en væsenlig Del af Nedbrydningen, er Temperaturen i Reglen nogle Tiendedele af en Grad højere end Legemets Gennemsnitstemperatur. I arbejdende Muskler er den ligeledes højere.

I Almindelighed forstaar man ved Legemets Tem-



Fig. 48. Et Lægetermometer.

peratur ikke Gennemsnittet af alle de Temperaturer, der findes, thi dette kan meget vanskelig bestemmes, men derimod Temperaturen paa et eller andet let tilgængeligt Sted, der ikke paavirkes for stærkt af noget enkelt Organ. Hertil anvender man f. Eks. Mundhulen eller, i den medicinske Praksis, Endetarmen. Undersøger man med Mellemrum Temperaturen paa et af disse Steder, finder man, at den ikke holder sig helt uforandret, men dels paavirkes lidt af ydre Forhold, dels er underkastet regelmæssige Svingninger parallelt med Stofskiftet, saaledes at den falder under Søvn, især henimod Morgenstunden. Forskellen kan løbe op til en Grad. Hos forskellige Individuer kan der være nogen Forskel paa Legemstemperaturen, og specielt er den hos nyfødte i Reglen lidt højere end normalt, hvorpaa den falder meget langsomt gennem hele Livet.

Varmeregulationen, der foregaar ved Hjælp af et Varmecentrum i Centralnervesystemet, kan paa forskellig Maade forstyrres. Man kan for det første naturligvis ved meget stærk Afkøling eller Opvarmning skabe saadanne Betingelser, at den ikke slaar til. I saa Fald indtræder Temperaturfald — eller Temperaturstigning. Begge Dele medfører Fare for Organismens Liv, især Stigningen, der kan lamme og derefter ødelægge Centralnervesystemet (først Bevidstheden). Legemstemperaturer paa over 42° medfører næsten altid Døden. Temperaturfald taales bedre, men drives Temperaturen meget stærkt ned (under 30°) lammes dog i Reglen vigtige Nervecentra (uden derfor at tage blivende Skade), og Døden kan let indtræde, f. Eks. ved at Aandedrættet standser.

Alkohol virker forstyrrende paa Varmeregulationen, saaledes at Temperaturen kan gaa ned ret betydeligt under det normale, hvis vedkommende er udsat for Kulde. Af den Grund hænder det ikke saa helt sjældent, at fulde Folk sidder og fryser ihjel paa en Grøftkant eller lignende, uden at Lufttemperaturen behøver at være særlig lav.

Bortset fra saadanne Tilfælde, hvor Regulationen overanstrenges, har man ogsaa Eksempler paa, at den ved Paavirkninger inde fra selve Organismen forandrer Karakter. Det vigtigste er *Feberen*. Under bestemte Betingelser, og især naar sygdomsvækkende Bakterier er trængt ind i Legemet, indtræder der en stærk Formindskelse i Legemets Varmeafgivelse. Hudkarrene trækker sig sammen, Huden bliver bleg; i Reglen har man en udtalt Fornemmelse af Kulde og ofte Kulderystelse. Da Stofskiftet ikke falder, men tværtimod ofte stiger, medfører den formindskede Varmeafgivelse en betydelig Stigning af Legemstemperaturen. Varmeafgivelsens For-

mindskelse antages at bero paa en Irritationstilstand af Varmecentret. Naar man lammer dette med bestemte Stoffer, *feberstillende* (*antipyretiske*) Midler, eller naar Feberen af sig selv gaar tilbage, men ogsaa først da, ser man en tydelig Forøgelse af Varmeafgivelsen. Huden bliver meget hed, og ofte indtræder stærk Sved. Man opfattede tidligere Feberen som noget absolut skadeligt og søgte med alle Midler at holde Temperaturen nede. Nu betragter man den derimod i de fleste Tilfælde som noget nyttigt. Den forhøjede Legemstemperatur virker ganske vist til en vis Grad svækkende paa Organismen, men det har vist sig ved Forsøg, at den i endnu højere Grad virker svækkende paa de indtrængte Bakterier, saa at man, d. v. s. de hvide Blodlegemer, lettere faar Bugt med dem. Først naar Feberen opnaar en saadan Styrke, at den høje Temperatur bliver farlig for Organismen, søger man naturligvis altid at standse den.

Varmblodede og koldblodede Dyr. Hos de varmblodede Dyr (Pattedyr og Fugle) formindskes i Reglen Forbrændingsprocesserne i Legemet (Stofskiftet), naar den omgivende Temperatur stiger, og forøges, naar den falder. Hos de koldblodede er det modsatte Tilfældet. Stofskiftet stiger og falder i Hovedsagen med Temperaturen, indtil en vis Grænse, hvor Varmen virker skadeligt. Koldblodede Dyr bliver derfor altid livligere i Varme.

Da de fleste koldblodede Dyr har et temmelig ringe Stofskifte og er daarligt beskyttede mod Varmetab, er deres Temperatur i Reglen kun lidet højere end Omgivelsernes, men fra denne Regel kan der være meget tydelige Undtagelser. Temperaturen i en Bikube kan, f. Eks., om Vinteren blive meget højere end Omgivelsernes ved Biernes Stofskifte.

Hos Pattedyr, der sover *Vintersøvn*, ophæves Varmereguleringen, naar Vintersøvnen indtræder. Dyrenes Legemstemperatur falder, og de bliver koldblodede, for saa vidt som deres Stofskifte under Søvn stiger og falder proportionalt med Temperaturen. Opvarmes de over en vis Temperatur, vaagner de, idet deres Stofskifte begynder at stige stærkt, og Varmereguleringen træder i Virksomhed; men det samme sker ogsaa, hvis de afkøles i saa høj Grad, at de staar i Fare for at fryse til Is.

De virkelig koldblodede Dyr fryser til Is, hvis de afkøles tilstrækkeligt, og mange af dem taaler det, uden at deres Organisme tager Skade.

STOFSKIFTETS KVANTITATIVE FORHOLD

Vi har nu fulgt alle de vigtigste Processer, som staar i Forbindelse med Stofskiftet: Næringens Optagelse, Omdannelse, Transport, Assimilation og Nedbrydning samt Fjernelsen baade af de stofflige Nedbrydningsprodukter og af den frigjorte Energi.

Det staar endnu tilbage at undersøge, hvormeget der bør tilføres, og hvormeget der virkelig tilføres af de forskellige Næringsstoffer, og hvilken Rolle de hver for sig og tilsammen spiller for hele Organismens Økonomi og for dens Evne til at præstere Arbejde. Disse Spørgsmaal undersøges ved saakaldte *Stofskifteforsøg*. Man vejer, maaler og analyserer den Næring, som et Menneske eller Dyr optager, saa at man nøje kender Indtægten af Æggehvide, Fedt og Kulhydrater (eller af andre Stoffer, hvis Skæbne i Organismen man vil studere). For at faa Rede paa Udgiften maaler og analyserer man Urin og Ekskrementer, og endelig bestemmer man det respiratoriske Stofskifte, d. v. s. Mængden af optaget Ilt og udskilt Kulveilt. Naar man kender Mængden af udskilt Kvælstof (Urinstof) og Kulstof (Kulveilt) samt af optaget Ilt, kan man deraf beregne, hvormeget der i Organismen er nedbrudt af Æggehvide, Fedt og Kulhydrat. Man kan med andre Ord paa denne Maade holde Rede paa Legemets Indtægter og Udgifter og altsaa opstille et fuldstændigt Stofskifteregnskab.

Legemets Vedligeholdelse og Vækst. Det vigtigste og til lige simpleste Stofskifteforsøg bestaar i at undersøge, hvorledes Nedbrydningen stiller sig, naar der ingen Næring optages.

Saadanne *Inanitionsforsøg*, hvorved man sulter Mennesker eller Dyr, er ikke saa ubehagelige, som man sædvanlig antager. Det viser sig nemlig, at Sultfønmelsen, der i Begyndelsen kan være meget stærk, svinder fuldstændig efter et Par Dages Forløb, og at Tilstanden derefter ikke frembyder nogensomhelst Lidelse, men blot en stadig tiltagende Kraftsløshed.

Det viser sig ved disse Forsøg, at Stofskiftet hurtigt falder til

en temmelig ringe Værdi, hvorefter det holder sig længe næsten uden Forandring, indtil Døden indtræder. Legemstemperaturen gaar lidt ned og holder sig derefter ogsaa næsten uforandret. Nedbrydningen er altsaa kun til en vis Grad afhængig af Tilførslen. Nedbrydning af et vist Omfang, svarende til en bestemt Energiudvikling, er uadskillelig fra selve Livet.

Hvad de enkelte Stoffer angaar, viser det sig, at Legemets Forraad af Kulhydrater meget hurtigt forbrændes, medens Fedt derimod kan udnyttes langsomt og vare længe. Æggehvidenedbrydningen viser et interessant Forhold, idet det kan ske, at den, efter at være falden til en lav Værdi, pludselig stiger midt under Sultperioden og derefter holder sig højere. Undersøger man Forholdene nærmere, finder man, at Stigningen indtraadte paa det Tidspunkt, da Organismens Fedt var brugt op, og Æggehvide altsaa blev det eneste Stof, der var i Stand til at frigøre Energi ved sin Forbrænding. Eksempel: Forsøg med en Kanin: 1ste Sultdag forbrændtes 10.9 g. Æggehvide og 10.3 g. Fedt. 4de Dag 9.5 g. Æggehvide og 10.3 g. Fedt, men 8de Dag 20.9 g. Æggehvide og 2.3 g. Fedt.

Det stadig fortsatte Stofskifte maa naturligvis gaa ud over Legemets Organer, og her møder vi den interessante Kendsgerning, at de Organer, der er absolut nødvendige for Livets Fortsættelse, nemlig Hjertet og Nervesystemet, holdes oppe paa Bekostning af de andre, som Fedtvæv, Muskler og Blod.

Lad os tænke os, at vi gør et Sultforsøg med en Hund og finder, at den uden Næringstilførsel daglig omsætter 200 g. Æggehvide og 150 g. Fedt. Fodrer vi den nu med Fedt, viser det sig, at vi meget let ved at give den 150 g. Fedt kan bringe den til at ophøre med at bruge af sit eget Legemes Fedt. Giver vi endnu mere, vil Omsætningen af Fedt maaske stige noget, men Hovedparten af Overskudet vil aflejres. Erstatte vi Fedt med Kulhydrat, viser det sig, at den Kulhydratmængde, der i Brændværdi svarer til de 150 g. Fedt, vil være i Stand til at standse Henfaldet af Hundens Legemsfedt, og giver vi mere, vil noget forbrændes og noget omdannes og aflejres i Form af Fedt. Under alt dette vil imidlertid Æggehvidenedbrydningen fortsættes, selv om man giver ubegrænsede Mængder af Fedt eller Kulhydrat. Ligevægt kan ikke indtræde, og Dyret vil dø af Æggehvidehunger næsten lige saa tidligt, som hvis det slet ikke fik Næring. Dette Forsøg viser, at Æggehvide-stofferne indtager en Særstilling i Organismens Økonomi. De kan ikke erstattes af noget andet.

Lad os nu antage, at vi prøver at give Hunden Æggehvidestof alene (3: rent magert Kød) og begynder med at give den netop den Mængde, som den nedbrød, mens dens sultede. Vi vil da finde, at Æggehvideomsætningen stiger betydeligt, saa at Ligevægt ikke indtræder, og det samme vil gentage sig, indtil vi kommer op til meget betydelige Kødmængder, saaledes som følgende Forsøg viser.

	Indgivet Kød	Nedbrudt Kød
1ste Dag	0 g.	223 g.
2den —	300 -	379 -
3die —	600 -	665 -
4de —	900 -	941 -
5te —	1200 -	1180 -
6te —	1500 -	1446 -

Tilførslen af Æggehvide bringer altsaa Omsætningen til at stige meget stærkt, og først ved Mængder over 1000 g. har Tilførslen overskredet Omsætningen. Da man fortsatte med at give 1500 g. daglig, steg Omsætningen yderligere, indtil Dyret i Løbet af faa Dage havde naaet en Ligevægtstilstand, hvorunder det hver Dag optog og igen nedbrød de 1500 g. Kød, det fik, altsaa optog og udskilte den samme Mængde Kvælstof. Denne Tilstand kaldes *Kvælstofligevægt*, og det er en Betingelse for enhver Organismes fortsatte Eksistens, at den er eller kommer i Kvælstofligevægt.

Nu viser Forsøgene videre, at Kvælstofligevægt kan naas med meget forskellige Æggehvidemængder. Efter at have bragt den omtalte Hund i Kvælstofligevægt med 1500 g. Kød, begyndte man pludselig at give den blot 1000 g. daglig, og fandt da, at den omsatte:

	1153 g.	Kødtab 153 g.
1ste Dag	1153 g.	—
2den —	1086 -	86 -
3die —	1088 -	88 -
4de —	1080 -	80 -
5te —	1027 -	27 -
6te —	1000 -	0 -

hvorefter den paany var i Ligevægt efter at have mistet ialt 434 g. „Kød“ af sit eget Legeme. I disse forskellige Forsøg fik Hunden ikke anden Næring end Æggehvide. Efter nogen Tid nedbrød den heller ikke andet, dens Vægt holdt sig uforandret, og den befandt

sig fuldkommen vel. Forsøgene viser altsaa, at Æggehvide kan erstatte alle andre Næringsstoffer, naar det optages i Mængder, der ligger over et vist Minimum, og endvidere, at naar dette sker, vil Forsøgsdyret meget hurtigt indstille sig saaledes, at det daglig omsætter netop den Æggehvidemængde, som det faar.

Lad os nu antage, at vi har bragt en Hund i Kvælstoflige vægt med den mindst mulige Mængde rent Kød, og at vi dernæst foruden Kød giver den en vis Mængde Fedt. Naar dette gøres, forøges Nedbrydningen ikke eller kun ubetydeligt, men noget Fedt aflejres, noget forbrændes, og Æggehvideomsætningen gaar ned. Ganske det samme finder Sted, hvis vi i Stedet for Fedt giver Kulhydrat eller begge Stoffer sammen. Disse Stoffer har altsaa en ganske anden Skæbne i Organismen og Virkning paa den end Æggehvidestofferne. De bringer ikke Stofskiftet til at stige, saaledes som Æggehvidetilførsel uvægerlig gør, men optages der mere, end Organismen har Brug for, aflejres Overskudet. Overfor Æggehvideomsætningen har de den Virkning at formindske den; de virker *æggehvidebesparende*. Denne Virkning er meget betydningsfuld. Det har vist sig ved Forsøg, at naar man faar tilstrækkeligt af Kulhydrat og Fedt, kan man komme i Kvælstoflige vægt med en Æggehvidemængde, der endog er lavere, end den der nedbrydes under Sult, nemlig for Mennesker med ca. 30 g. I enkelte Forsøg med Mennesker har man endog faaet den omtalte Æggehvidemængde ned til ca. 13 g. pr. Dag, medens det sædvanlige Tal er 100 g. Saa vidt kan altsaa Æggehvidebesparelsen i gunstigste Tilfælde drives, naar det erstattes med Kulhydrater og Fedt.

I denne Forbindelse kan ganske kort nævnes, at ogsaa andre Stoffer end Kulhydrater og Fedt kan tjene som Næring og virke æggehvidebesparende. Dette gælder saaledes om Gelatine og det gælder ogsaa om Alkohol.

Alkohol er et Stof, hvis Næringsværdi har været meget omstridt. De seneste Forsøg har dog vist, at det forbrænder næsten fuldstændigt i Organismen, (en ringe Mængde gaar bort i Dampform), og kan virke æggehvidebesparende ganske som Kulhydrat og Fedt. Det kunde med andre Ord, hvis det ikke var i saa høj Grad giftigt, som Tilfældet er, fuldstændig erstatte de æggehvidefri Næringsstoffer, og det er en Kendsgerning, at stærke Drankere virkelig faar det meste af deres Varmeproduktion dækket af Alkohol, hvis Forbrændingsvarme ligger mellem Kulhydraternes og Fedtets, nemlig 7 Kalorier pr. g. (En Flaske Brændevin svarer til ca. 2500 Kalorier). Da man imidlertid ikke uden Fare for Sundheden kan optage mere end nogle faa Gram Alkohol om Dagen, faar Stoffets Næringsværdi ingen Betydning for normale Mennesker.

De nu gennemgaaede Undersøgelser tager væsenlig Sigte paa det voksne Individ, hvis Vægt holdes uforandret eller faldende; men vi maa endnu komme lidt ind paa Betingelserne for Tilvækst af Legemsvægten. Forsøgene viser, at for det voksne Individ er en Tilvækst af Legemets Kvælstofmængde en overordenlig vanskelig Ting at opnaa og opretholde. Hvis man har en Hund i Kvælstoflige vægt med f. Eks. 1000 g. Kød daglig, kan man ved at give den 1500 g. Kød maaske opnaa, at den i Løbet af en Uge lægger 500 g. „Kød“ paa, men hvis disse 500 g. skal bevares, maa man daglig fortsætte med at give 1500 g. De 500 g. Tilvækst koster altsaa daglig 500 g. i Vedligeholdelse. Noget bedre vilde Sagen stille sig, hvis man, i Stedet for at lade Kødrationen stige til 1500 g., lader den blive uforandret eller endog nedsætter den og derimod tilføjer rigelig kvælstoffri Næring, men selv paa denne Maade kan kun en ringe Forøgelse af Kødvægten opnaas og kun paa Bekostning af en vedvarende stærkt forøget Omsætning. En Tilvækst af Legemets Æggehvidemængde, der ikke er ledsaget af en tilsvarende betydelig Forøgelse af Æggehvideomsætningen, synes kun at kunne opnaas, naar Organismen virkelig har Brug derfor, nemlig i Vækstperioden og til en vis Grad vistnok ogsaa, naar man ved Træning bringer Muskulaturen til at udvikle sig. Under Opvæksten har det vist sig, at en betydelig Mængde (indtil Halvdelen) af den optagne Æggehvide daglig kan tilbageholdes i Legemet.

Tilvækst af Legemets Fedtmængde er i de fleste Tilfælde meget let at opnaa. Dertil udkræves kun, at Tilførslen af Fedt eller Kulhydrat (eller begge) overstiger Organismens Behov. Overskudet — eller i hvert Fald en Del af det — aflejres da i Form af Fedt. Dog er der Forskel paa Mennesker i denne Henseende, idet Overskudstilførsel hos nogle er mere tilbøjelig end hos andre til at fremkalde forøget Stofskifte.

Varmeproduktion og Arbejde. Medens der med Hensyn til Legemets Vedligeholdelse findes en saa karakteristisk Forskel mellem Æggehvidestofferne og de øvrige Næringsstoffer, gælder noget saadant ikke med Hensyn til Varmeproduktion. Som vi tidligere har set, forbrænder jo alle Stofferne i Organismen og frigør dermed ganske den samme Energimængde, som naar de forbrændes udenfor Organismen til de samme Produkter. De forskellige Næringstoffer kan følgelig i denne Henseende erstatte hinanden i Forhold til deres kaloriske Værdi, og man udtrykker Legemets samlede Behov i Kalorier.

Den Energitilførsel, som er nødvendig for at opretholde Legemets Funktioner og erstatte Varmetabet, er en foranderlig Størrelse, der afhænger af forskellige ydre Forhold. Hvis et Individ holdes i fuldstændig Ro og beskyttet mod Varmetab, kan Forbrændingsprocesserne dog ikke indskrænkes til Nul; men man finder en Mindsteværdi for dem, som aabenbart er nøje knyttet til Opretholdelsen af Livsfunktionerne. Denne Mindsteværdi ligger for Mennesket omkring 1 Kcalorie pr. Kilo og Time, og er altsaa for en Mand af normal Vægt (70 Kilo) ca. 1700 Kalorier i Døgnet, svarende til Forbrænding af f. Eks. 180 g. Fedt (9.3 Kcal. pr. g.) Hvis altsaa et Menneske beskyttes fuldstændigt mod Varmetab, vil dets Temperatur stige med omtrent 1° i Timen, og det vil dø efter ganske faa Timers Forløb. Overstiger paa den anden Side Varmetabet til Omgivelserne disse 1700 Kalorier, maa Stofskiftet forøges, for at Legemstemperaturen ikke skal falde. Denne Forøgelse af Stofskiftet kommer hovedsagelig i Stand ved Muskelbevægelser, dels vilkaarlige, dels uvilkaarlige. Man „banker Hænder“, „stamper“ o. s. v., naar man fryser, og undlader man det, kommer man til at „ryste af Kulde“ og „klapre med Tænderne“. Saavel ved den ene som ved den anden Slags Muskelbevægelse udvikles der Varme, der kommer Legemet til gode. Til Dækning af den saaledes forhøjede Varmeproduktion kræves der rigeligere Ernæring og desto rigeligere, jo større Varmetabet er. I kolde Klimaer er Næringsbehovet af den Grund betydeligt større end i varme, og hos os om Vinteren større end om Sommeren.

Arbejde, som et Individ præsterer udadtil, Løftning af en Byrde f. Eks., kan maales og angives i Kilogrammeter; og til en vis Mængde Arbejde svarer, som vi har set, en aldeles bestemt Varmemængde, idet 425 Kilogrammeter = 1 Kcalorie. Et udført Arbejde kan altsaa direkte sammenlignes med det Stofskifte og den Næringsstilførsel, som skal til for at udføre det. Det viser sig nu at gælde for Mennesket, som for alle levende Væsener, at kun en Del af den tilførte Energi kan vise sig i Form af ydre Arbejde. Det øvrige bliver til Varme. Hvor stor en Del, der i et givet Tilfælde kan blive til Arbejde, afhænger i høj Grad af Øvelse. Er man uvant med et Arbejde, anstrænger det stærkt, og man bliver meget varm (i Huden), hvilket ikke vil sige andet end, at man forbrænder langt mere Næring, end det i og for sig var nødvendigt, og maa skille sig af med den overflødige Varme, som derved fremkommer. Jo mere arbejdsvant, man er, desto gunstigere kan Forholdet blive mellem udført

Arbejde og den dertil anvendte Energi. Dette Forhold benævnes Udnyttningen af den tilførte Energi, og det kan i gunstigste Tilfælde naa op til ca. 50 %. Ved Arbejde med Hænder og Arme kommer dog selv de øvede i Reglen ikke videre end til at udnytte ca. 25 % af Energien. Dette er imidlertid et meget godt Resultat, naar man betænker, at en Dampmaskine i Reglen ikke udnytter mere end 10 % af den Energi, som udvikles ved Kullenes Forbrænding.

Forsøg, som allerede tidligere er omtalte, viser, at Æggehvideomsætningen ikke stiger eller kun stiger højst ubetydeligt under Arbejde. Dette synes at gælde under alle Forhold, naar der overhovedet findes andre Stoffer, som Organismen kan udnytte, selv om de kun findes i saa ringe Mængde, som Tilfældet maa være f. Eks. efter nogle Dages Faste. Ernærer man derimod gennem længere Tid en Hund med fedtfrit Kød, viser det sig, at naar intet andet findes, kan ogsaa Æggehvidenedbrydningen meget vel udnyttes til Præstation af ydre Arbejde. For de to andre Grupper af Næringsstoffer synes at gælde, at Kulhydrater lettere og bedre udnyttes til Arbejde end Fedt.

Menneskets Ernæring. Det fremgaar af det foregaaende, at Forbrændingsvarmen af et voksent Menneskes daglige Kost maa være over 24 Kalorier pr. Kilogram af Legemsvægten (for en Mand paa 70 Kilo over 1700 Kalorier), og desto større jo mere Kulde, man er udsat for, og jo mere ydre Arbejde, man præsterer, samt at den maa indeholde Æggehvidestoffer i saa stor Mængde (over 30 g.), at man kan komme i Kvælstofligevægt; men synderligt ud over dette kan ikke sluttes af de gennemgaaede Stofskiteforsøg. Man har derfor søgt at faa yderligere Oplysning, dels ved Iagttagelser over den Næring, som Mennesker indtager, der er i Stand til frit at vælge deres Kost, dels ved Forsøg over Virkningen paa Menneskers Befindende og Arbejdsevne af bestemte Ernæringsmaader.

Saavel ved Iagttagelser som ved Forsøg over Ernæringen maa der tages Hensyn til Udnyttningen i Tarmen. Kun det af Føden, der virkelig passerer Tarmvæggen, kommer Organismen til Gode. Som tidligere omtalt, stiller Udnyttningen sig meget forskelligt for forskellige Fødemidler og Næringsstoffer, men gennemgaaende saaledes, at animalske Fødemidler udnyttes langt bedre end vegetabiliske. Gennemsnitlig regner man, at af blandet Kost udnyttes 90 % af de indeholdte Næringsstoffer.

Iagttagelserne over Ernæringen ved frit valgt Kost viser med Hensyn til Kaloriemængden, at Folk uden eller med meget let

egemligt Arbejde indtager gennemsnitlig ca. 2500 Kalorier (brutto; udnytter 2250); og derfra stiger det jævnt med Arbejdets Strængthed, saaledes at f. Eks. Bjergværksarbejdere, Grovsmede og Bryggerkarle gennemgaaende indtager 3—4000 Kalorier og Jordarbejdere indtil 5000 (eller i visse Tilfælde endog derover, en amerikansk Teglværksarbejder 8800).

Hvad Æggehvidemængden angaar, da ligger den altid betydeligt over det tilladelige Minimum, men varierer forøvrigt indenfor ret vide Grænser, saaledes at den i Reglen stiger med Fødens Kaloriemængde fra ca. 100 g. pr. Dag eller noget under (75 g.) helt op til 200 g. Gennemsnitlig regner man med en Æggehvideoptagelse paa 120 g. daglig som det normale. Æggehvideoptagelsen afhænger forøvrigt i ikke ringe Grad af ydre Omstændigheder, som de økonomiske Forhold og den hele traditionelle Levemaade. Den er gennemgaaende høj i England og særlig i Amerika, hvor det er Skik at spise meget Kød; forholdsvis lav derimod i Japan.

Forholdet mellem Fedt og Kulhydrat i Næringen synes efter Iagttagelserne ganske overvejende at være et økonomisk Spørgsmaal, idet Fedt gennemgaaende er et langt kostbarere Fødemiddel end Kulhydrat. Ved Iagttagelsen af fattigere Klasser i Tyskland fandtes en daglig Fedtindtagelse af ca. 50 g. mod 500 g. Kulhydrat. I Danmark gælder disse Tal sikkert ikke. Her fortæres gennemgaaende langt mere Fedt i Forhold til Kulhydratmængden. 100 g. Fedt til 300 g. Kulhydrat vil vistnok hos os komme Sandheden nærmere. I Amerika er den daglige Indtagelse af 150—200 g. Fedt ganske almindelig. Fedt fordøjes lettere end Kulhydrat, og fedtrig Føde bliver langt mindre voluminøs. Folk med stillesiddende Arbejde vil gennemgaaende foretrække letfordøjelig og koncentreret Føde i Modsætning til arbejdende Friluftsfolk, der ofte sætter Pris paa at faa Maven godt fyldt.

De anstillede Ernæringsforsøg med Mennesker har især gaaet ud paa at undersøge Virkningen af en æggehvidefattigere, i visse Tilfælde ogsaa en kaloriefattigere, Kost end den, de paagældende Individuer sædvanlig indtog. De hidtil opnaaede Resultater gaar ud paa, at Æggehvidemængden uden nogen Ulempe kan nedsættes betydeligt (til ca. 60 g. pr. Dag), ja at dette endog medfører forøget Velbefindende og en kendelig Forøgelse af Muskelkraften. Endvidere har man fundet, at ogsaa den samlede Næringsmængde, som Folk indtager, i mange Tilfælde er langt større end den behøver at være,

saa at altsaa den frit valgte Kost efter disse Forsøg maa opfattes som en gennemført Overernæring.

Eksempelvis anføres, at nogle stærkt trænede Sportsmænd, der underkastede sig et 5 Maaneders Ernæringsforsøg, før dette daglig optog 120—140 g. Æggehvide og ialt 4500 Kalorier, men under Forsøget nøjedes med 62 g. Æggehvide og 2600 Kalorier daglig og desuagtet syntes at tage til i Styrke og Udholdenhed.

Det kan dog endnu næppe anses for godtgjort, at disse og lignende Forsøgsresultater har almindelig Gyldighed og bør lægges til Grund for den menneskelige Ernæring.

NERVEFYSIOLOGI

Nervesystemet bestaar, som bekendt, af *Hjærnen*, *Rygmarven* og *Nerverne*. Hjærnen og Rygmarven sammenfatter man under Benævnelsen *Centralnervesystemet*. Nerverne sætter dette i Forbindelse med alle Organer og med alle Legemets Dele.

I Hjærnen skelner man mellem *Storhjærnen*, der sammensættes af de to symmetriske, paa Overfladen stærkt foldede Hjernehalvkugler, *Lillehjærnen* og *den forlængede Marv*. Fra denne sidste Hjernedel udspringer de store *Hjærner*, der gaar til de vigtigste Sanseorganer, til Hovedets Hud og Muskler og desuden til nogle af de livsvigtigste Organer i Legemet, som Hjærte og Lunger. Rygmarven danner en Fortsættelse af Hjærnen ned igennem Rygmarvskanalen, og fra den udgaar der lige saa mange Par Rygmarvsnerver, som der er Hvirvler, til alle Kroppens og Lemmernes Organer. Nerverne til Lemmerne sammensættes af flere Rygmarvsnerver og bliver derved temmelig tykke. Hos Mennesket er f. Eks. de store Laarnerver omtrent en halv Tomme tykke. De bliver imidlertid, lige som alle andre Nerver, hurtig tyndere ved, at de grener sig meget stærkt, og de fineste Grene er overmaade tynde.

Nervesystemets finere Bygning. Nervesystemet er sammensat af *Nerveceller*. Disse er i Reglen temmelig store, forsynede med tydelig Kærne, altsaa let kendelige som Celler. De udsender altid Udløbere og i Reglen et stort Antal fine, stærkt forgrenede, men temmelig korte Udløbere, hvorigennem hver Celle træder i Forbindelse med sine Naboceller, samt en noget tykkere og uhyre lang (indtil meterlang) Traad, *Nervetraaden*, der enten kan være nøgen eller omgivet af en saakaldt „*Marvskede*“. Gennem Nervetraaden træder Nervecellen i Forbindelse enten med en længere borte liggende Nervecelle eller med et særligt *Endeorgan*, f. Eks. en Sansecelle. Nervecellerne er samlede i *Ganglier* eller *Centra*,

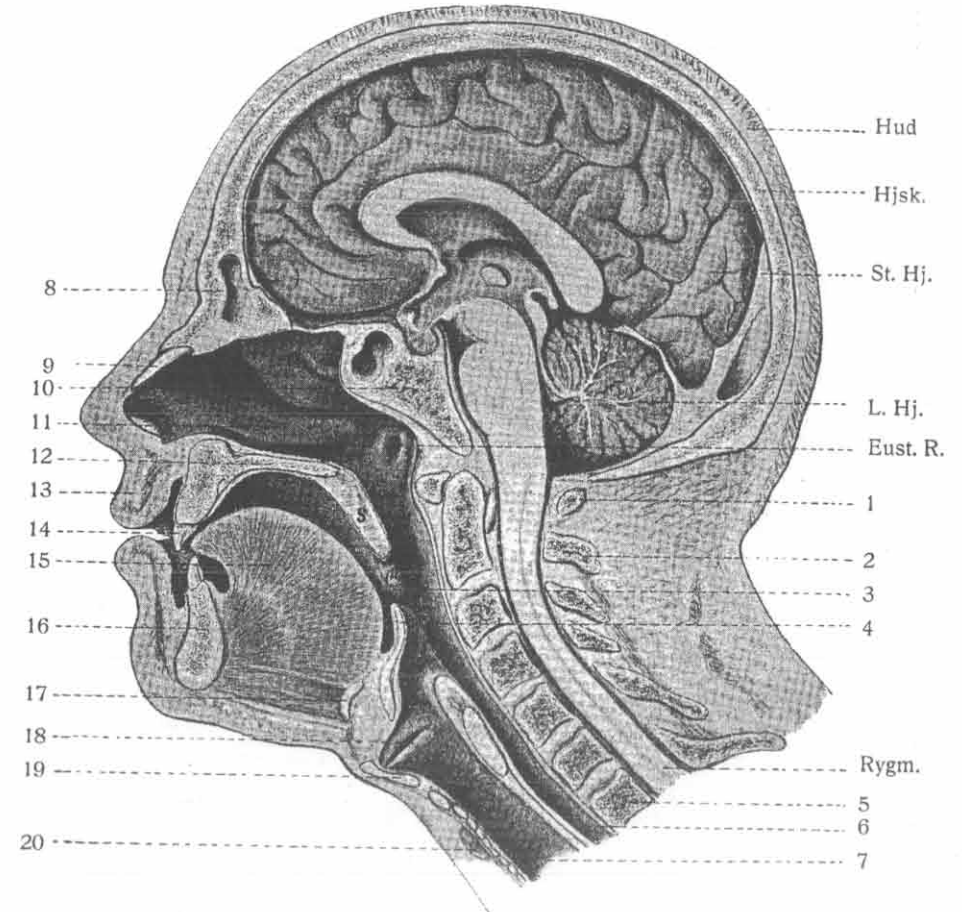


Fig. 49. Snit gennem et Menneskehoved.
St. Hj. Store Hjerne, L. Hj. Lille Hjerne, Rygm. Rygmarv.

der findes i uhyre stort Antal, særlig i Centralnervesystemet. De Nervetraade, som fra Gangliecellerne gaar ud i Legemet, er forøede i mere eller mindre tykke Bundter, Nerverne, der indeholder Tusinder af enkelte Traade.

Gennem Nervetraade kan der foregaa en Ledning af Paavirkninger, eller, som man kalder dem, *Irritament*. En Nervetraad kan irriteres paa et hvilket som helst Sted i sit Forløb, og ved Ledning gennem Traaden vil Endeorganet eller Nervecellen blive sat i Virksomhed. Hvis en Nervetraad, der er i Forbindelse med en Muskel, irriteres, hvad der f. Eks. kan ske ved en elektrisk Strøm [Forsøg 31],

vil Musklen trække sig sammen, idet Paavirkningen naar den. Irriteres en Nervetraad, der er i Forbindelse f. Eks. med et Føleorgan i Huden, vil man faa en Fornemmelse, naar Paavirkningen naar Hjærnen. Hvad der egentlig foregaar i Nervetraaden under Ledningen vides aldeles ikke, men derimod har man været i Stand til at maale den Hastighed, hvormed Ledningen foregaar, og paavise, at den er forholdsvis

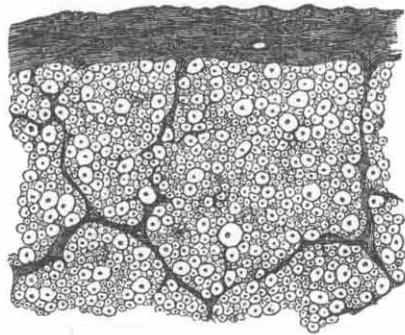


Fig. 51. Et lille Stykke af et Nervetværsnit med Nervetraade omgivne af deres Marvskeder (ca. 200).

ringe, især i Sammenligning med den elektriske Ledning, som man oprindeligt troede, det var. Hos Mennesket angives Ledningshastigheden til ca. 33 m. i Sekundet.

Man inddeler Nervetraadene i *sensible* og *motoriske*. De første staar i Forbindelse med Endeorganer, der er bestemte til at modtage Indtryk udefra (alle Sanseorganer) og lede disse Indtryk ind til Centralorganet. Man kalder derfor ogsaa de sensible Nervetraade *centripetale*. De motoriske eller *centrifugale* Nervetraade leder Paavirkninger fra Centralorganet ud til arbejdende Organer, som Muskler og Kirtler. Ved disse Paavirkninger sættes de paagældende Organer i Gang. Muskler trækker sig sammen, Kirtler begynder at secernere.

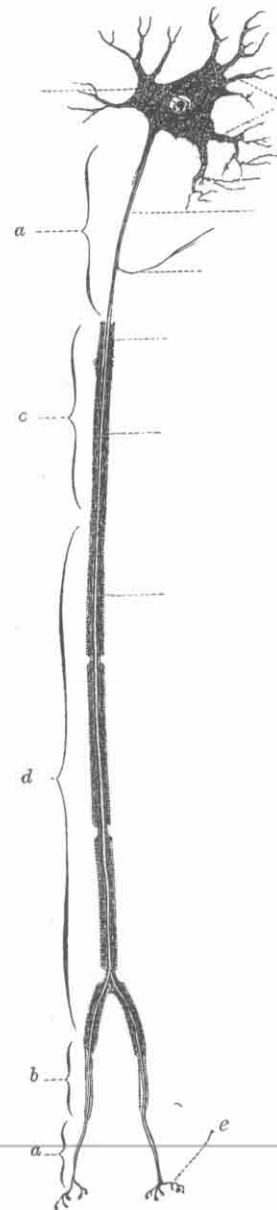


Fig. 50. Skema af en Nerve-celle.
a, b, c, d Nervetraaden.
c, d Marvskeden, e Endeorganet.

I en Nerve ude i Legemet findes der baade sensible og motoriske Traade blandede mellem hinanden, men før den træder i Forbindelse med Rygmarven, deler hver Nerve sig i to Rødder, en forreste og en bageste, og det kan vises, at alle motoriske Nervetraade gaar ud igennem den forreste Rod, medens alle sensible gaar ud gennem den bageste. De Celler, hvorfra de sensible Traade udgaar, er samlede i smaa Ganglier, der ses som Opsvulmninger paa de bageste Nerverødder lige udenfor Rygmarven. De motoriske

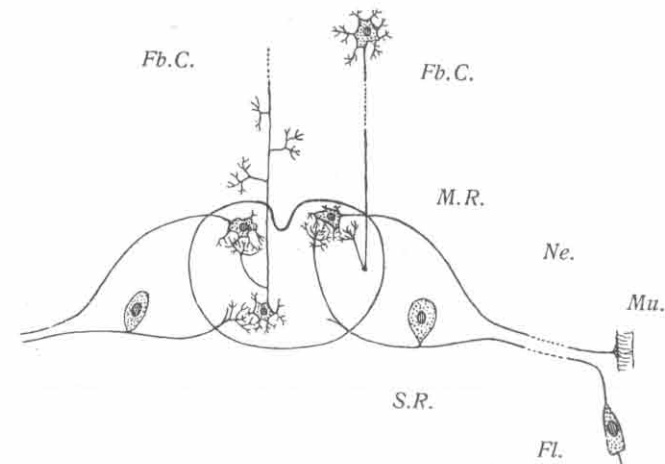


Fig. 52. Skema af Nerve, Nerverødder og Rygmarv.
Mu. Muskeltraad, Fl. Følelegeme, Ne. Nerve, M.R. forreste, motoriske Rod, S.R. bageste, sensible Rod, Fb.C. Forbindelses-Nerveceller i Rygmarven.

Traade udgaar derimod fra Celler inde i selve Rygmarven. Til hvert enkelt Organ hører der i Reglen en stor Mængde Nervetraade med deres Celler. Tænker vi os en bestemt Muskel, f. Eks. i Foden, gaar der til den en lille Nerve, der indeholder Hundreder af Nervetraade, hvoraf hver enkelt gaar til forholdsvis faa Muskeltraade (se Fig. 54). Hvis nu Musklen skal trække sig sammen, maa der sendes Paavirkning samtidig gennem alle disse Traade. De Celler, hvorfra Nervetraadene til Musklerne udgaar, ligger nu samlede paa eet Sted i Rygmarven; de staar indbyrdes i Forbindelse med hinanden og danner, hvad vi kalder et *Centrum* for den paagældende Muskel. Dette Centrum staar i Forbindelse med en hel Række af andre Centra og blandt andet i Forbindelse med et mere overordnet Centrum, f. Eks. for Bevægelse af Fodmusklerne, og saaledes videre, idet der ad forskellige Veje og gennem flere Centra er Forbindelse

helt op til den store Hjerne, hvor Viljen har sit Sæde. Giver nu Viljen Ordre til en eller anden Bevægelse, f. Eks. en Drejning i Foden, saa udkræves der slet ikke nogen Bevidsthed om, hvilke Muskler, der skal foretage Bevægelsen, eller hvordan de skal arbejde sammen. Der udgaar fra Hjærnen blot en Impuls til Drejningen, som i dertil indrettede Centra uden Bevidsthedens eller Viljens yderligere Mellemkomst omsættes til de specielle Muskelimpulser, der rettidig afsendes til de enkelte Musklers Centra, hvorfra endelig hver enkelt Celle sender Paavirkning ud til de Muskeltraade, som den nu behersker.

Medens Bevægelsen i Foden foregaar, paavirkes et stort Antal Følenerver, og disse sender hver sit Indtryk op til deres Celler i Rygmarven. Alle disse Indtryk sammenarbejdes i dertil indrettede Centra, og til Bevidstheden kommer kun Hovedresultatet: man føler, at Bevægelsen udføres i Overensstemmelse med Viljesimpulsen.

Hvis man modtager et Sanseindtryk, f. Eks. et Stik i en Finger, ledes dette ad sensible Nervebaner til den store Hjerne, og hvis det er smerteligt, vil det i Reglen medføre en Impuls til at unddrage sig det. Man vil trække Fingeren til sig. Det kan imidlertid vises, at Viljens Indgriben i et Tilfælde som dette er overflødig og

i Reglen kommer efter, at Bevægelsen er udført. Sanseindtrykket kan direkte, uden Viljens eller Bevidsthedens Mellemkomst, forårsage, *udløse* en Bevægelse. Dette kan tydelig vises paa en Frø, hvis store Hjerne eller hele Hoved man har fjærnet. Kniber man en saadan Frø i Benet, vil den trække det til sig, skønt al Vilje og Bevidsthed her er udelukket [Forsøg 32]. Man kalder saadanne Bevægelsesimpulser, der udløses fra Følenerver uden Storhjærnens Medvirkning, for *Reflekser*, og de spiller en uhyre stor Rolle i Organismens Liv.

Man tænker sig, at Irritationen fra en Følenerve gennem forhaandenværende Forbindelsestraade gaar over til et motorisk Centrum og sætter det i Virksomhed. Hvis Overgangen sker til et underordnet Centrum, faar vi en *isoleret Refleks*, Sammentrækning af en enkelt Muskel

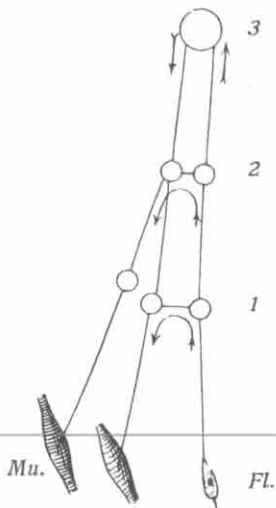


Fig. 53. Refleksskema.
Fl. Føleorgan, Mu. Muskler.
1 underordnede Centra, 2
højere Centra, 3 Hjærnen.

f. Eks. Sker Overgangen til et højere Centrum, faar vi i Reglen en *ordnet Refleks*, en kompliceret Bevægelse, der i Reglen er hensigtsmæssig.

Mange Reflekser er medfødte og forløber fuldstændig ubevidst, saa at man kan antage, at der ligefrem mangler direkte Forbindelser mellem de paagældende Centra og den store Hjerne. Det gælder f. Eks. alle sekretoriske Reflekser fra Fordøjelseskanaalen, reflektoriske Bevægelser af alle indre Organer og de fleste vasomotoriske Reflekser. Et Eksempel paa denne Art Reflekser, som altsaa ikke fornemmes, men som i dette Tilfælde let kan iagttages paa et andet Individ eller ved Hjælp af et Spejl, er Pupilreflekser: Den hurtige Sammentrækning af Pupillen ved stærkt Lys og Udvidelse ved svagt.

Ved nogle medfødte Reflekser kommer baade Sanseindtrykket og den udførte Bevægelse til Bevidsthed, men Viljen er uden nogen Indflydelse paa Bevægelsen. Det gælder f. Eks. Blinken med Øjnene, naar en Genstand hurtig nærmes til dem, eller Sekretionen af Taarevædske, naar Øjet irriteres, f. Eks. af Løgolie. Nysen er et udmærket Eksempel paa en meget sammensat Bevægelse, der foregaar under fuld Bevidsthed, men uden at Viljen tager Del deri.

Hos Mennesket udvikles der under Opvæksten et stort Antal *tillærte Reflekser*. Et typisk Eksempel paa disse er Gangbevægelserne. Det lille Barn maa lære at gaa, d. v. s. det maa ved Hjælp af Vilje udføre eller prøve at udføre hver enkelt af de Bevægelser med Ben og Overkrop, der sammensætter Gangen, og hvorved Ligevægten bevares; dets Bevidsthed underrettes gennem Følenerver og Syn om Resultatet af hvert saadant Forsøg, og først derefter indleder Viljen et Forsøg paa det næste Led af den sammensatte Bevægelse. Det gaar meget langsomt, og Forsøgene mislykkes i Begyndelsen ofte, men efterhaanden lærer Barnet at gøre de rigtige Bevægelser i den rigtige Rækkefølge, og naar det er sket, gaar Bevidsthed og Vilje mere og mere ud af Spillet: man behøver ikke at „ville“ alle de enkelte Bevægelser mere, men kun det „at gaa“. Indtrykket af disse enkelte Bevægelser kommer heller ikke til Bevidsthed mere, men hver af dem udløser gennem et Reflekscentrum den eller dem, som skal følge efter. Hos mange Dyr beror Gangbevægelserne paa medfødte i Stedet for paa tillærte Reflekser. En nyfødt Kylling, f. Eks., bevæger sig med Sikkerhed og med samme Sikkerhed, hvad enten den har sin store Hjerne, eller man har berøvet den den.

De tillærte Refleksers Omraade er, som enhver kan overbevise sig om ved Selviagttagelse, overmaade stort. Alle Bevægelser og Handlinger, som man kan udføre „uden at tænke over det“, foregaar i Virkeligheden reflektorisk, og der opnaas derved, dels at Hjærnen spares for en stor Mængde Arbejde, dels at de paagældende Handlinger vinder betydeligt i Sikkerhed og Hurtighed.

Alle tillærte og et betydeligt Antal medfødte Reflekser kan paa et hvilket som helst Tidspunkt standses, *hæmmes*, ved en dertil sigtende og tilstrækkelig kraftig Impuls fra den store Hjerne. Et Eksempel er Blinkerefleksen, som enkelte Mennesker, men ikke alle, kan hæmme ved Viljesanspændelse, og Hosterefleksen, der kan hæmmes i nogen Tid, men med stadig større Vanskelighed. Meget af det, vi kalder Selvbeherskelse, beror paa Hæmning af Reflekser.

Medens Hovedreglen er, at de motoriske Centra faar deres Impulser enten fra den store Hjerne (Viljen) eller ved Refleks gennem sensible Nerver, gives der dog nogle, der irriteres paa anden Maade, nemlig ved kemiske Processer og særlig ved Beskaffenheden af det Blod, der strømmer igennem dem. En saadan Irritation af et Centrum kaldes *automatisk*, og den er tidligere beskrevet for Aandedrættets Vedkommende.

Centrernes Fordeling. Nervecentrer findes dels i selve de Organer, hvis Arbejde de skal lede, dels og især i Centralnervesystemet, Rygmarven og Hjærnen. Her skelner man mellem *graa Substans*, der ganske overvejende bestaar af Nerveceller, der slutter sig sammen i Centra, og *hvid Substans*, der overvejende dannes af Nervetraade, gennem hvilke de enkelte Centra staar i Forbindelse indbyrdes. I Rygmarven findes den graa Substans inderst og danner paa Tværsnit en nærmest H-formet Figur, men i den store Hjerne findes den yderst og danner den saakaldte *Hjærnebark*. Hele Centralnervesystemet er indesluttet i Ben, Hjernebark og Rygmarvskanalen, og altsaa særlig godt beskyttet mod ydre Vold. Det er iøvrigt, mærkelig nok, fuldstændig følelsesløst.

I Rygmarven findes Centra for Udtømmelse af Urin og Ekskrementer, vasomotoriske Centra og talrige Reflekscentra for Muskulaturen, ved hvis Hjælp selv temmelig udviklede Bevægelser kan udføres. I den forlængede Marv, hvorfra jo Hjernenerverne udgaar, findes de for Livets Fortsættelse allernødvendigste Centra, Aandedrætscentret, Centret for Varmeregulation, det overordnede vasomotoriske Centrum og talrige andre, f. Eks. alle de Centra, der staar i Forbindelse med Fordøjelsen, samt Centra for en Række specielle og meget komplicerede Bevægelser: Nysecentrum, Hoste-

centrum, Brækningscentrum etc. Fjærnes den forlængede Marv paa et Dyr, dør det næsten øjeblikkelig, hvorimod de overordnede Hjernedele kan undværes i kortere eller længere Tid. Men deres Fjernelse medfører fuldstændigt Tab af Intelligens og Initiativ, ligesom ogsaa Bevidstheden gaar fuldstændig tabt.

Den lille Hjerne synes at rumme overordnede Centra for Bevægelser og specielt de Organer, ved hvis Hjælp man bevarer Ligevægten. Hvis den lille Hjerne af en eller anden Grund bliver funktionsudygtig, bliver alle Bevægelser ubehændige og kraftesløse; den syge lider af Svimmelhed og falder ved den mindste Foranledning.

Forholdene i den store Hjerne er saa overmaade udviklede, at der endnu mangler meget i, at man har Rede paa dem, og her kan kun fremføres enkelte Hovedtræk. Om den dybere Sammenhæng mellem Processerne i Hjærnen og det Sjæleliv, der er uopløseligt knyttet til dem, vides der intet som helst. Der findes paa den store Hjærnes Overflade bestemte motoriske og sensible Barkregioner, der staar i direkte Forbindelse med de Traade, der løber ned i Rygmarven; der kan i disse Regioner paavises Centra svarende til de enkelte Muskler eller Muskelgrupper og andre, der svarer til Hudfølelsen i bestemte Partier, til Nethinden i Øjnene o. s. v. Højre Hjernehalvdel staar i Forbindelse med Organerne i venstre Side af Kropen og omvendt. Alle disse Centra indtager tilsammen ca. $\frac{1}{3}$ af den store Hjerne. I den øvrige Del, og særlig i Pandedelen, findes saakaldte *Associationscentra*, der ved utallige Traade staar i Forbindelse med alle de før nævnte Centra. De sjælelige Processer kommer i Stand under et Samarbejde af alle eller i det mindste et stort Antal Centra. Hvis f. Eks. Synscentret isoleres fra de øvrige, men forbliver i Forbindelse med Nethinden, mister man Evnen til at forbinde nogen Forestilling med det set.

Hos Mennesket er et Antal meget vigtige og stærkt udviklede Centra knyttede til Sproget. Vi har et *Talecentrum* (beliggende ensidigt, normalt i venstre Hjernehalvdel, men hos kejthaandede i højre Side), fremdeles et *Centrum for Opfattelsen af talte Ord* (forskelligt fra det Centrum, der opfatter Lyd i Almindelighed). Vi har et *Centrum for Skrivning* og et *Læsecentrum* for Opfattelsen af trykte og skrevne Ord. Imellem disse Centra indbyrdes og mellem dem og de store Associationscentra er der naturligvis talrige Forbindelser. Under Opvæksten lærer Barnet først at forstaa det talte Ord: knytte Forestillinger om Genstande til Forestillinger om Sproglyden. Senere lærer det ved Øvelse og under stadig Kontrol af det taleopfattende Centrum selv at frembringe Lyden gennem sit mo-

toriske Talecentrum. Dette kan sættes i Virksomhed, uden at Bevægelsen gaar videre til Taleorganerne, anderledes end som svage Spor. Man kan tale, endogsaa med Betoning, for sig selv uden en Lyd, men næppe uden svage Bevægelser af Stemmebaand og Tunge. Ved Læsning og Skrivning knyttes Synsindtrykkene af de skrevne Ord først og fremmest til de talte. Den uøvede maa for at opfatte det læste og for at skrive udtale Ordene, i Begyndelsen højt, senere blot med den „indre Stemme“; kun ved megen Øvelse opnaar man Evne til at læse og skrive uden samtidig at gøre sig Forestillinger om Ordenes Lyd. De her nævnte Centres Plads i Hjærnen er nøje bekendt, og man kender Tilfælde af Lidelser, der er begrænsede til enkelte af dem, hvorved der opstaar de mærkeligste Forstyrrelser i sproglig Henseende, som f. Eks. Ordblindhed (naar Læsecentret er lidende), hvorved Evnen til at opfatte skrevne og trykte Ord gaar tabt, skønt Synet intet fejler, og Ordene uden Vanskelighed opfattes gennem Hørelsen. Hvis Ordblindhed er opstaaet i nogenlunde fremrykket Alder, kan den ordblinde ofte skrive, f. Eks. efter Diktat, men derimod ikke skrive af efter en Bog. Hans Skrift bliver dog altid ufuldkommen, fordi han ikke kan kontrollere den ved at læse det, han selv skriver.

Stofskiftet i Nervesystemet og især i Hjærnen maa antages at være meget højt, idet det viser sig, at selv en kortvarig Standsning eller blot Formindskelse af Blodtilstrømningen bringer Nervecellerne til at ophøre at fungere. Bevidstløshed indtræder øjeblikkelig, hvis Blodstrømmen til Hovedet hører op. Besvimelse skyldes oftest en formindsket Blodtilstrømning til Hovedet.

Hjerneapopleksi, en Lidelse, der i Reglen rammer gamle Mennesker med skøre Blodkar, skyldes i de fleste Tilfælde Bristning af Blodkar inde i Hjærnen, hvorved Blodet trænger ud og ødelægger en Del af Hjernemassen. Den øjeblikkelige Virkning af Blødningen er Tab af Bevidstheden, paa Grund af det forøgede Tryk inde i Hjærnen, men efterhaanden som den udtrængte Blodmasse optages og bliver ført bort (af de hvide Blodlegemer), vender Bevidstheden tilbage. Men lang Tid derefter kan der være Lamhed af den ene Legemshalvdel, idet Blødningen ikke sjældent opstaar paa det Sted inde i Hjærnen, hvor Nervetraadene fra en Hjernehalvdel samles, førend de gaar ned i Rygmarven.

Selv med det livligste Stofskifte kan Nervesystemet ligesaa lidt som andre Organer holdes i Arbejde uafbrudt. Det behøver Hvile, og denne Hvile faar det gennem Søvn. Under Søvn er alle Organismens Funktioner nedsatte, Aandedrættet langsomt, Hjerte-arbejdet svagt og Modtageligheden for Sanseindtryk stærkt nedsat, men hvad det er for Processer, der bevirker, at Nervesystemet genvinder sin Arbejdsevne, det kendes ikke, og det vides heller ikke, hvad der bevirker Søvnens Indtræden.

Nervesystemet paavirkes paa en højst ejendommelig Maade af visse Gifte, der uden at gøre det blivende Skade kan sætte visse Led af det ud af Funktion eller, i andre Tilfælde, forøge deres Funktionsevne. Man har saadanne Gifte, der virker udelukkende

f. Eks. paa Nerveenderne i Musklerne eller paa Føleorganerne i Huden, andre, der virker paa visse Ganglieceller i Rygmarven, og atter andre, der først og fremmest virker paa den store Hjerne og ophæver Bevidsthed og Vilje. Af disse sidste anvendes især Æter og Kloroform som Bedøvelsesmidler under kirurgiske Operationer. De ophæver al Smertefornemmelse og umuliggør vilkaarlige Bevægelser fra Patientens Side.

Alkohol bevirker en fremadskridende Lammelse, der begynder i de højeste Associationscentra, altsaa berøver Individet Fornuften, og først ved større Doser breder sig til de motoriske og sensible Barkregioner, saa at Gangen bliver usikker og Hudfølelsen stærkt nedsat.

MUSKELFYSIOLOGI

Vi har set i det foregaaende Afsnit, hvorledes der findes to Slags Nervetraade, nemlig de motoriske, der leder Impulser fra Nervecentrerne ud til arbejdende Organer, og de sensible, der leder Indtryk fra Omverdenen ind til Nervecentrerne. De Organer, hvormed de motoriske Traade staar i Forbindelse, er enten Kirtler eller Muskler, medens de sensible staar i Forbindelse med Sanse-

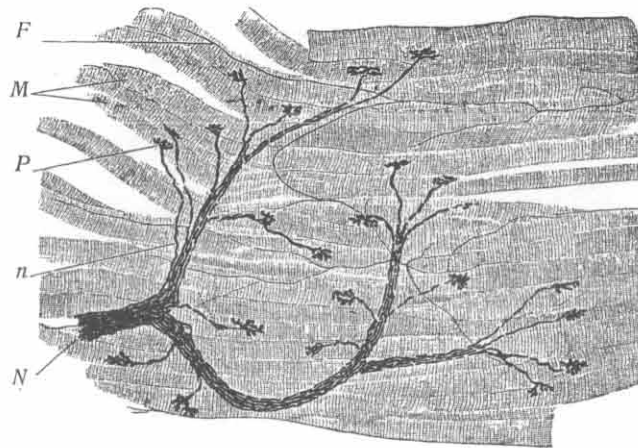


Fig. 54. Nervegrening i en Muskel.

N Nerve, n Nervetraad, P Endeplade, M Muskeltraade, F Gren af en Følenerve.

organerne. I dette Afsnit skal vi nu, under Forbigaaelse af Kirtlerne, som vi tidligere har behandlet tilstrækkeligt, se noget paa Musklerne Egenskaber og Nerveimpulsernes Virkning paa dem, og i det næste skal vi studere Sanseorganerne.

Musklerne bestaar, som tidligere omtalt, af Bundter af Traade, der, i hvert Fald i de fleste Muskler, er ordnede nogenlunde parallelt og udstyrede med en tydelig Tværstribning. Til hver enkelt

Muskeltraad gaar der en Nervetraad, som fæster sig ved en lille Plade.

Hvis der gennem Nerven sendes en Irritation til et Bundt Muskeltraade, f. Eks. ved at et Punkt af Nerven irriteres af en elektrisk Strøm, trækker de sig sammen, *kontraherer* sig, og da de alle foretager Bevægelsen samtidig, bliver hele Musklen kortere, tykkere og fastere at føle paa [Forsøg 33]. Det samme sker, hvis selve Musklen irriteres elektrisk. Den Sammentrækning, man faar paa denne Maade, kaldes en *Enkelttrækning*. Den bestaar i, at Musklen forkortes een Gang i Løbet af meget kort Tid og derefter straks bliver slap.

Hvis en Muskel irriteres, direkte eller gennem sin Nerve, med Irritationer, der gentager sig regelmæssigt og tilstrækkelig hyppigt (adskillige Gange i Sekundet), saa vil den ikke, som man kunde tro, komme i sitrende Trækninger, men kontrahere sig jævnt og forblive kontraheret, saa længe den rytmiske Irritation vedvarer [Forsøg 34]. En saadan Sammentrækning kaldes *tetanisk* (den kontraherede Muskel siges at være i *Tetanus*). Det kan vises, at de Impulser, der udgaar fra Centralnervesystemet til Musklerne, altid er rytmiske og fremkalder Tetanus. Hvor stor Sammentrækningen bliver, afhænger baade ved Enkelttrækningen og ved Tetanus af Irritationens Styrke. Denne bliver fra Centralorganet reguleret meget fint. Hvis man skal løfte en Vægt f. Eks., bliver Muskelimpulserne ubevidst afpassede efter den Forestilling, man gør sig om Vægten. Hvis Vægten er meget lettere, end man troede, udsender man alt for stærke Impulser, hvilket giver sig til Kende i den uventede Fart, hvormed Vægten løftes.

Det Arbejde, som en Muskel er i Stand til at udføre ved sin Sammentrækning, afhænger, naar Irritationen har den gunstigste Styrke, dels af Muskeltraadenes Art, dels af deres Antal. Hos Mennesker er der ikke nogen Forskel paa forskellige Muskeltraades Styrke og Tykkelse, og Musklernes Arbejdsevne bliver altsaa ligefrem proportional med deres Tykkelse. Menneskemuskler kan løfte ca. 10 Kg. pr. cm.² af deres Tværnsnit i Hviletilstand.

Naar en Muskel holdes vedvarende sammentrukket, bliver den meget hurtigt træt, selv om den kun har en ganske ringe Byrde at bære, og ogsaa ved hurtigt paa hinanden følgende Sammentrækninger trættes Muskler snart og desto snarere, jo hurtigere paa hinanden Sammentrækningerne følger. Hvis der derimod er længere Tid (5—6 Sekunder) mellem hver Sammentrækning, kan en Muskel

arbejde meget længe, fordi Pausen er tilstrækkelig lang til, at den kan blive udhvilet. Under Arbejdet ophobes der forskellige Stofskifteprodukter i Musklerne, de bliver bl. a. sure, medens de normalt reagerer alkalisk, og man antager, at det er disse Stoffers Tilstedeværelse, der især fremkalder Træthed. De forsvinder igen, naar en trættet Muskel holdes i Hvile. Trætte Muskler behøver for at udrette det samme Arbejde et langt større Stofskifte end udhvilede; de arbejder altsaa uøkonomisk.

Nogen Tid efter Døden bliver alle Legemets Muskler faste, idet Muskeltraadenes Protoplasma, der i levende Live er halvflydende, undergaar en kemisk Forandring svarende til Blodets Koagulation. Herpaa beror den saakaldte *Dødsstivhed*.

SANSEFYSIOLOGI

De sensible Nervetraade staar i Forbindelse med eller ender i Sanseorganer. Sanseorganerne er bestemte til at modtage Indtryk, der saa gennem Nervetraadene ledes til Centralnervesystemet. Hvert enkelt Sanseorgan er bestemt til at modtage een bestemt Slags Indtryk og er oftest, men ikke altid, ufølsomt overfor andre. Øjets Nethinde er f. Eks. bestemt til at modtage Lysindtryk og er ufølsom overfor Lydbølger. Hvis et Sanseorgan lader sig paavirke af visse fremmedartede Indtryk, opfattes disse Indtryk, som om de var af den Slags, Sanseorganet er bestemt til at modtage. Hvis f. Eks. Øjets Nethinde irriteres ved et Slag paa Øjet eller ved en elektrisk Strøm, bliver Resultatet en Fornemmelse af Lys; „det gnistrer for Øjnene“ [Forsøg 35]. Det samme bliver Tilfældet, hvis Nerven fra et Sanseorgan irriteres paa sin Vej ind til Centralorganet. Man faar en Fornemmelse, som om Sanseorganet selv var blevet paavirket af den Slags Indtryk, som det er bestemt til at modtage. Man faar Snurren i Fingrene, hvis en Armnerve faar et Stød ved Albuen (hvor en af dem kommer tæt frem mod Overfladen). Folk, der har faaet en Arm sat af, har en Tid lang tydelige Fornemmelser fra den, kan f. Eks. endog mærke, at det gør ondt i en bestemt Finger.

HUDSANSERNE

Man plejer at sige, at vi har fem Sanser, men vi har i Virkeligheden flere og ved ikke nøje Tal paa dem. Det, som man plejer at kalde Følesansen, er ikke nogen enkelt Sans men flere, der indbyrdes er helt forskellige.

Hvis man afsøger et Stykke Hud ved smaa Prik med et stift Haar [Forsøg 36], vil man de fleste Steder intet kunne mærke, men man vil finde enkelte Punkter, hvor Haarets Tryk mærkes

ganske tydeligt. Disse Punkter kaldes *Trykpunkter*, og man antager, at der under hvert Trykpunkt ligger et særligt lille Tryksanseorgan. Afsøger man det samme Stykke Hud med en varm (o: varmere end Huden) Metalspids, der føres langs Huden [Forsøg 37], mærker man ikke noget i Trykpunkterne og heller ikke de fleste andre Steder, men i enkelte saakaldte *Varmepunkter* faar man en meget tydelig Varmefornemmelse. Gentages Forsøget med en kold Metalspids, kan man paavise *Kuldepunkter*, hvis Beliggenhed er forskellig baade fra Tryk- og Varmepunkterne. Hvis Kuldepunkterne irriteres med stærk Varme, viser de sig følsomme derfor, men giver

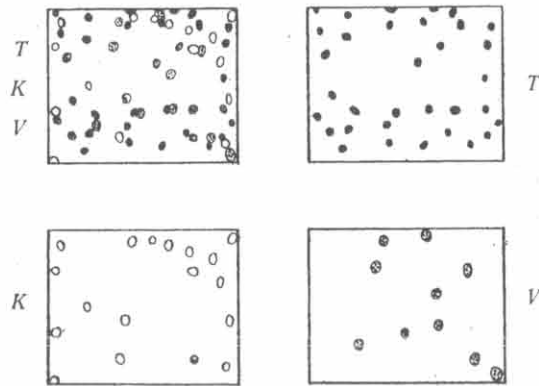


Fig. 55. Trykpunkter *T*, Kuldepunkter *K* og Varmepunkter *V* paa samme Stykke Hud.

umiskendelig Kuldefornemmelse [Forsøg 37]. Varmepunkterne findes i mindst Antal, ca. 3 pr. cm.²; Kuldepunkterne og Trykpunkterne er langt talrigere. Trykpunkterne findes især ved Roden af Haarene.

Lokaliseringsevnen. Irriteres et eller andet Sted paa Huden, faar vi ikke alene en Fornemmelse af Irritationens Art (Varme, Kulde, Tryk), men ogsaa af dens Sted, som vi med større eller mindre Nøjagtighed kan angive, selv med lukkede Øjne. Vi kan med andre Ord *lokalisere* vore Hudfornemmelser. Lokalisations-evnen er gennemgaaende størst med Hensyn til Tryksansen, mindre for de to andre. Den er overmaade forskelligt udviklet paa forskellige Partier af Huden, hvilket man prøver ved at irritere samtidig med to nogenlunde stumpe Spidser (to Passerspider) i variabel Afstand fra hinanden. Hvis de to Spidser er hinanden meget nær, føles de overalt som een. Hvis deres Afstand er mellem

1 og 2 mm., kan de blot paa Tungespidsen føles som to. I en Afstand af 2—3 mm. kan de føles dobbelt paa Fingerspidserne. Paa Rygsiden af Fingrene og paa Næsen kræves der en Afstand af over 7 mm. og paa Arme, Hals og Krop gennemgaaende en Afstand af over 30 mm.

Smertesansen. Hvis Huden irriteres stærkt, ligegyldigt paa hvilken Maade, opstaar der Smerte, sandsynligvis ved Paavirkning af særlige *Smertepunkter*, der er langt talrigere og tættere anordnede end Tryk- og Temperaturpunkterne. Selve Temperaturpunkterne er i Reglen fuldkommen smertefri, hvorimod Trykpunkterne oftest er tæt omgivne af Smertepunkter. Smertens Karakter bestemmes af de ledsagende Sansefornemmelser. Smertens Intensitet afhænger dels af Irritationens Styrke, dels af det irriterede Hudpartis Udstrækning, saa at Smerten er desto større, jo større en Flade, der er truffet, men endelig afhænger Smertefornemmelsens Intensitet ogsaa i meget væsentlig Grad af den Opmærksomhed, som man henvender paa den. En lettere Smerte svinder fuldstændig, og selv en stærk Smerte mildnes meget betydeligt, naar Bevidstheden beskæftiges med noget andet. Soldater i Slag mærker ofte slet ikke Saar, som under andre Omstændigheder vilde være yderst smertefulde. Hvis Opmærksomheden koncentrerer sig om Smertefornemmelsen, vokser Intensiteten af selv en ubetydelig smertelig Irritation til noget uudholdeligt.

Organfornemmelserne. Medens Varme- og Kuldesansen kun har deres Sæde i Huden og i Mundens Slimhinde, er de indre Organer gennemgaaende udstyrede med Smertenerver (omend i langt ringere Grad end Huden, saa at man smertefrit kan skære i mange af dem, bl. a. f. Eks. i Hjernen), og nogle ogsaa med Føle-nerver. Hovedreglen er, at Indvoldenes normale Bevægelser aldeles ikke føles, men derimod kan vi ved særlige Føleorganer i Muskler og Led underrettes meget nøje om alle udførte Bevægelser, om den Modstand, de eventuelt møder, og om vore Lemmers indbyrdes Stilling. Disse Fornemmelser, der kun delvis kommer til Bevidsthed, men for en stor Del virker refleksiøst, er meget vigtige, f. Eks. for den normale Gang. Hvis de mangler, som de kan gøre ved visse Sygdomme, bliver Bevægelserne meget usikre, især hvis ogsaa Øjnernes Kontrol med dem udelukkes.

I det indre Øres Buegange og Øresand (se Fig. 60), har vi et Sanseorgan, der giver Oplysning om Legemets Bevægelse og Stilling som Helhed, men dette Organs Bygning og Virkemaade er for indviklet til her at fremstilles.

LUGTESANSEN

Lugtesansen er knyttet til *Lugteepitelet*, der findes allerøverst i begge Næsehuler. Vi kan kun lugte luftformige Stoffer, der strømmer forbi Lugteorganet. Hvis Luften i Næsen staar stille, lugter vi intet. Naar vi lugter faste Stoffer eller Vædske, er det kun gennem de Dampe, som de udsender. Under rolig Aanding strømmer Luften særlig gennem de lavere Dele af Næsehulerne, og kun naar man „snuser“, kommer der en kraftig Luftstrøm op til Lugteorganet. Lugtesansen er hos det civiliserede Menneske gennemgaaende meget lidt udviklet i Sammenligning med, hvad den er



Fig. 56. Lugteepitelet i den ene Næsehule. S Næseskillevæggen, der er klappet op.

hos mange vilde og især hos mange Dyr. Dog formaar vi at opfatte visse Stoffers Lugt i ganske overordenlig stærk Fortynding. Vi kan lugte $\frac{1}{2}$ mg. Æter fordelt i 1000 Liter Luft, og $\frac{1}{2}$ mg. af et afskyeligt lugtende Stof, *Merkaptan*, i 10 Millioner Liter Luft.

SMAGEN

Smagen er knyttet til *Smagsløgene*, der findes paa Tungen, især i den bageste Del, og paa den bløde Gane. Smagsløgene er løgformede Grupper af lange, smalle Celler, der sidder nedsænkede

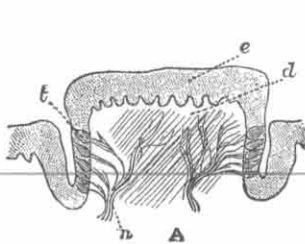


Fig. 57.

Fig. 57. En Tungepapil med Smagsløg *b*, *n* Smagsnerv (ca. $\frac{2}{10}$).

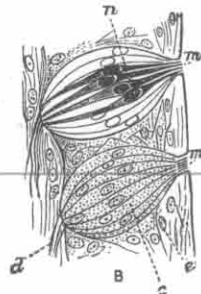


Fig. 58.

Fig. 58. To Smagsløg. *n* Smagsceller, *c* Dækceller, *d* Nerve (ca. $\frac{5}{10}$).

i Slimhinden og kun med en fin Spids rager op i en Fordybning. Det er de fine Spidser, der paavirkes, naar man smager. Paavirkningen kommer først i Stand, naar Smagsstofferne ved Tungens Bevægelse gnides ned i Slimhinden [Forsøg 38]. Det vi sædvanlig kalder Smag, fremkommer som Regel ved Paavirkning baade af Lugte- og Smagsorganer, hvis Fornemmelser ikke holdes ude fra hinanden. Løg f. Eks. paavirker kun i mindre Grad Smagsorganet, men meget kraftigt Lugteorganet, hvad man kan overbevise sig om ved at bide i en Skive Løg, medens Næsen holdes tillukket.

HØRELSEN

Som bekendt fra Fysiken, opstaar Lyd, naar et Legeme sættes i hurtige Svingninger. Lydbølgerne forplanter sig gennem Luften som afvekslende Fortætninger og Fortyndinger, der udbreder sig kugleformigt fra det svingende Legeme.

Naar en Fortætning træffer Ørets *Trommehinde*, vil den presse den lidt indad, og omvendt vil en Fortynding suge den lidt udad; med andre Ord, Trommehinden vil følge alle Luftdelenes Svingninger paa samme Maade som Metalpladen i en Mikrofon. Høreknoglerne (*Hammer, Ambolt og Stigbøjle*) danner et System af Vægtstænger, hvorved Svingningerne overføres til Labyrintens *ovale Vindu*. Naar Høreknoglernes Forbindelser er slappe, overføres Svingningerne temmelig ufuldkomment. De kan strammes ved særlige Muskler, og dette finder især Sted, naar man lytter. Ved Overførelsen af Svingningerne fra den forholdsvis store Trommehinde til Membranen i det lille ovale Vindu forstærkes deres Kraft betydeligt. Naar Membranen i det ovale Vindu svinger, sættes ogsaa Vædsken i det indre Øre, *Labyrinten*, i Svingninger. Labyrinten bestaar af en lukket Benkapsel af meget ind-

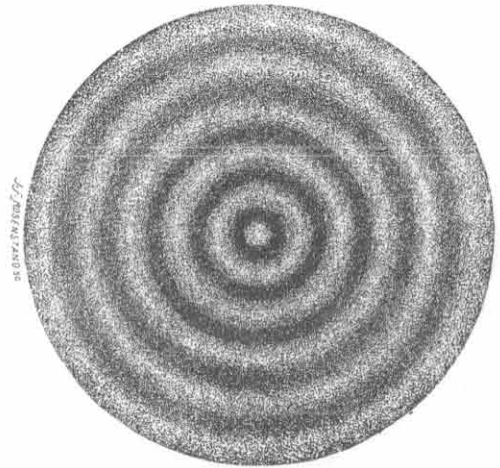


Fig. 59. Udbredelsen af Lydbølger.

viklet Form og er helt vædskefyldt. I denne Kapsel er der *to* Huller lukkede med Membraner, nemlig *det ovale Vindu* og *det runde Vindu*. Ved denne Anordning bliver det muligt for Vædsken i Labyrinten at komme i Svingninger, uden at den faste Benvæg svinger med,

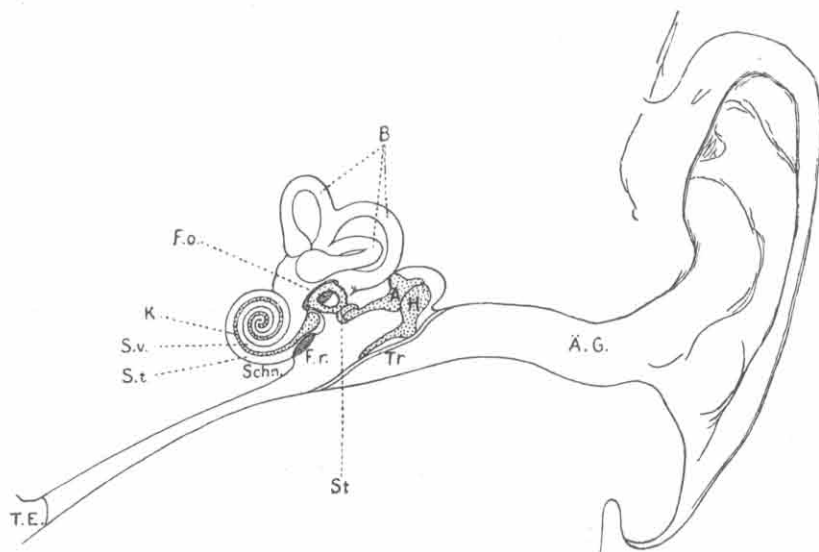


Fig. 60. Øret, noget skematiseret. *B* Buegangene, *F.o.* det ovale Vindu, *F.r.* det runde, *K* Skillevæggen mellem de to Sneglegange *S.v.* og *S.t.*, der kun i Toppen staar i Forbindelse med hinanden. *T.E.* det Eustachiske Rør.

idet enhver Bevægelse indad af Stigbøjlen og det ovale Vindu medfører en tilsvarende Bevægelse udad af det runde. Labyrinten er nu saaledes bygget, at Svingninger for at naa fra det ovale til det runde Vindu maa forplante sig gennem *Sneglen*. Sneglens Vindinger

er nemlig ved en Væg delt i to selvstændige Rum, *øverste* og *nederste Sneglegang*, der kun helt oppe i Toppen, hvor Væggen mangler, staar i Forbindelse med hinanden, men derimod ikke forneden. Rummet indenfor det ovale Vindu staar i Forbindelse med øverste Sneglegang, men det runde Vindu findes helt forneden paa nederste Sneglegang. Svingningerne maa altsaa forplante sig fra det ovale Vindu

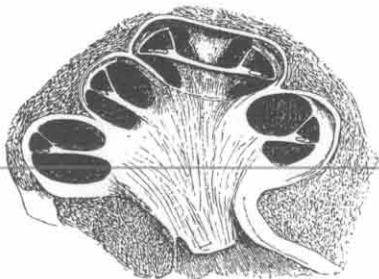


Fig. 61. Snit gennem Sneglen, visende Bredden af den Cortiske Membran, tiltagende opefter (ca. $\frac{8}{9}$).

op gennem øverste Sneglegang og ned gennem nederste til det runde Vindu.

For nu nærmere at forstaa, hvorledes Lydopfattelsen kommer i Stand, maa vi se dels paa nogle fysiske Forhold, dels paa den finere Bygning af Labyrintens Snegl, idet det har vist sig, at de øvrige Bestanddele af Labyrinten ikke har noget med Hørelsen at gøre.

Resonans. Hvis et Pendul, hvis Svingningstid er f. Eks. 1 Sekund, faar et ganske svagt Stød i en bestemt Retning, vil det gøre et umærkeligt Udsving. Faar det nu, idet det vender tilbage, altsaa efter nøjagtig $\frac{1}{2}$ Sekund, paa ny et Stød i samme Retning, bliver det næste Udslag lidt større, og fortsættes paa denne Maade med ganske svage Stød hvert $\frac{1}{2}$ Sekund, vil det efter nogen Tids Forløb komme i kraftige Svingninger. Hvis Mellemrummet mellem Stødene derimod ikke falder sammen med Pendulets Svingningstid, men f. Eks. er lidt større, vil de enkelte Stød snart fremme og snart lige saa kraftigt modarbejde Pendulets Bevægelse, og Følgen vil blive, at det aldrig kommer i kraftig Svingning.

For Lydsvingningerne gælder noget lignende som for disse Pendulsvingninger. Hvis vi i Nærheden af en udspændt Streng anslaaer en Stemmegaffel, vil Strengen komme i Svingning, saafremt dens Tone falder sammen med Stemmegafflens. Kun hvis de har samme Tone, *o:* samme Svingningstid, vil nemlig Virkningen af de mangfoldige svage Bølger, der gennem Luften forplanter sig fra Stemmegafflen til Strengen, kunne hobe sig op og sætte den i Svingninger. Hvis man foran et Instrument med mange Streng, der er stemt hver efter sin Tone, f. Eks. et aabent Klaver, hvis Dæmpning er ophævet, frembringer en enkelt kraftig Tone, vil netop den Streng i Klaveret, der har samme Tone, og ikke andre, komme i Svingning. Dette kan man overbevise sig om ved Forsøg, idet man kan høre den sekundære Tone fra Klaveret et Øjeblik, efter at den primære Tone er hørt op. Man siger, at Klaverstrengen i dette Tilfælde toner ved *Resonans*.

Labyrintens Resonansapparat. I Labyrintens Snegl antager man Tilstedeværelsen af et Resonansapparat med meget talrige Streng, der alle er forskellige. Dette findes i Skillevæggen mellem de to Sneglegange, som bestaar dels af en Benkam, der rager ind i Sneglen fra den indre Flade, dels af *den Cortiske Membran*, som er udspændt hele Vejen op gennem Sneglen fra Kanten af Benkammen ud til Sneglens ydre Flade. Den Cortiske Membran

er meget indviklet bygget, men det, som anses for Hovedsagen i den, er ca. 13,000—24,000 stramt spændte Traade, der forløber paa tværs i Membranen. Som det kan ses paa Fig. 61, er den Cortiske Membran forneden ganske smal, og her er Traadene altsaa meget korte (ca. $\frac{1}{25}$ mm.), opadtil bliver den bredere og Traadene altsaa længere (indtil $\frac{1}{2}$ mm.). Hvis en Tone træffer Øret, vil en bestemt,

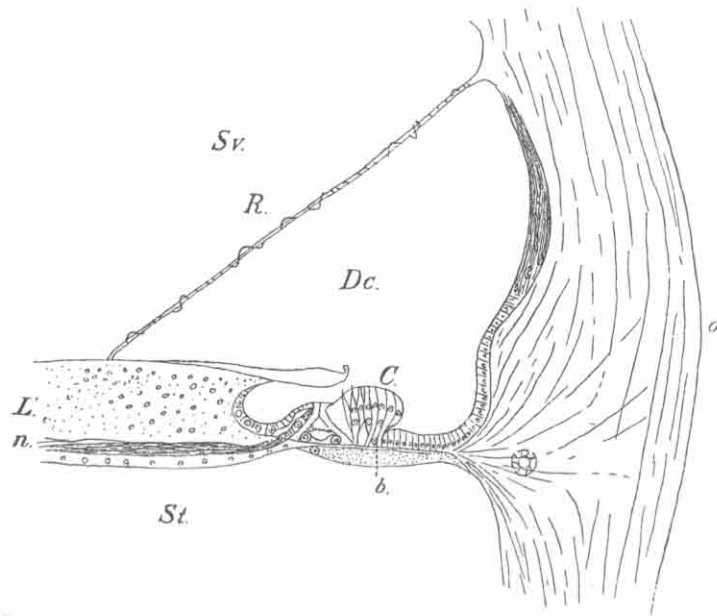


Fig. 62. Snit af den Cortiske Membran. Sv. og Dc. øverste Sneglegang, St. nederste Sneglegang. L Benskilleveggen, b en Traad i den Cortiske Membran bærende Cellerne C, n en Gren af Hørenerven. R en meget tynd Hinde, der afgrænser en Del af øverste Sneglegang (ca. $\frac{1}{100}$).

eller i hvert Fald et meget begrænset Antal, af disse Traade komme i Svingning. Er Tonen høj, vil det være en eller nogle faa af de nederste korte Traade, er den dyb, derimod en af de øverste. Paa Strengene i den Cortiske Membran er anbragt et Antal meget ejendommelige Celler, som staar i Forbindelse med Hørenervens Grene. Disse maa medvirke ved Lydopfattelsen, men paa hvilken Maade vides ikke.

Døvhed skyldes oftest Betændelse, enten i det lydledende Organ, Mellemøret, eller i det lydopfattende Organ, det indre Øre. I det sidste Tilfælde bliver Døvheden gjerne fuldstændig, medens Lidelser i det lydledende Organ som Regel kun medfører en Nedsættelse af Høreevnen. Naar Døvheden er medfødt, bliver

Barnet *døvtumt*, hvilket ikke beror paa, at der er noget i Vejen med dets Taleorganer, men paa, at det ikke lærer at tale, fordi det ikke kan høre Ordene. Nu om Stunder lærer man, saa vidt muligt, Børn med medfødt Døvhed at tale ved at vise dem Mundstillingen ved de forskellige Lyde o. l.

Høreevnens Grænser. Ørets Opfattelsesevne overfor Svingninger er ikke ubegrænset udstrakt. Luftsvingninger, der foregaar sjældnere end 15 Gange i Sekundet, opfattes i Reglen ikke som Lyd, og det samme gælder Svingninger, der foregaar over 50,000 Gange i Sekundet. Man kan meget vel lave Fløjter og andre Instrumenter, der udsender langt over 50,000 Svingninger i Sekundet, og ved fysiske Metoder overbevise sig om, at disse Svingninger virkelig eksisterer i Luften, men de har ingen Virkning paa noget menneskeligt Sanseorgan.

Der er betydelig Forskel paa Grænsernes Beliggenhed hos forskellige Mennesker, og dette gælder især den højere Grænse. Adskillige Mennesker kan slet ikke høre høje Toner (f. Eks. Græshoppernes Musik), der for andre er fuldkommen tydelige og ofte højst ubehagelige. Ogsaa med Hensyn til Opfattelsens Finhed er der stor Forskel. Nogle har langt finere *Gehör* end andre. Hvis to Toner angives umiddelbart efter hinanden, kan Mennesker med fint *Gehör* høre Forskel, naar Svingningstallene afviger blot med $\frac{1}{3}$, altsaa f. Eks. paa 500 og 500,33 Svingninger i Sekundet. Uøvede kræver en Forskel paa 8—16 Svingninger, og for helt umusikalske skal Afvigelsen ofte være endnu større. For meget høje Toner har alle Mennesker mindre fint *Gehör*.

Klang og Klanganalyse. Naar to eller flere forskellige Toner klinger samtidig, kommer Luften og Ørets lydledende Apparat i mere eller mindre sammensatte Svingninger, men i Labyrintens Resonansapparat analyseres disse Svingninger, idet hver Tone uafhængigt af de andre bringer sin bestemte Streng i det Cortiske Organ til at svinge. Resultatet af to eller flere samtidige Toner kaldes en *Klang*, og det musikalske Øre er i Stand til baade at opfatte Klangen som en Helhed og til direkte at høre de enkelte Toner, hvorefter den er sammensat.

Tonerne fra de fleste musikalske Instrumenter er ikke enkelte, men er i Virkeligheden Klange. Sættes f. Eks. en Streng i Svingning, vil den ikke alene svinge som Helhed, men uafhængigt deraf vil den dele sig i Stykker, der foretager selvstændige Svingninger. Det simpleste Forhold er gengivet paa Figur 63, hvor Strengens to Halvdele svinger uafhængigt af hele Strengens Svingning. Herved

fremkommer der altsaa to Toner, Strengens *Grundtone* og den første *Overtone*, der har dobbelt saa mange Svingninger som Grundtonen. De musikalske Instrumenters Toner bestaar som Regel af Grundtonen, der klinger stærkest, og en hel Række af Overtoner med det dobbelte, tredobbelte, firedobbelte o. s. v. Antal Svingninger. Overtonerne er i Reglen svage i Forhold til Grundtonen, og det kan derfor være meget vanskeligt direkte at høre, at de

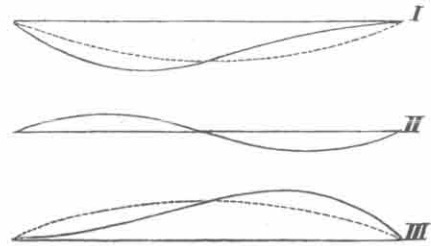


Fig. 63. Streng svingende efter Grundtonen og første Overtone.

er til Stede. Paa Overtonerne's Antal og Styrke beror de forskellige Instrumenters *Klangfarve*. Stemmegafler og vide lukkede Orgelpiber giver kun faa og svage Overtoner og har en meget blød Klang. Fortepianostrenger, aabne Orgelpiber og den menneskelige Stemme giver indtil 6 ret kraftige Overtoner, hvilket gør dem klangfulde. Naar der er høje og stærke Overtoner, som fra Violinstrenger, bliver Klangen skarp.

For med Sikkerhed at høre, af hvilke Toner en Klang bestaar, betjener man sig af særlige *Resonatorer*, som bestaar af Rør eller Kugler med en temmelig stor Aabning i den ene Ende, medens den anden er indrettet til at sætte i Øret. Luften i en saadan Resonator kan kun komme i en bestemt Slags Svingninger, der afhænger af Resonatorens Form og Størrelse, og naar man holder Resonatoren til Øret, vil den i høj Grad forstærke netop disse Svingninger og afdæmpe alle andre. Holder man saaledes en Resonator, der er afstemt efter en bestemt Tone, til Øret, medens en Klang lyder, vil man straks opdage, om den paagældende Tone findes i Klangen. Blæser man henover en Resonator, medens den spidse Ende er lukket, vil den udsende netop den Tone, den er afstemt for, men i Reglen ganske svagt, fordi Luftstrømmen fremkalder alle mulige Svingninger, blandt hvilke da ogsaa som Regel netop de findes, som Resonatoren kan forstærke. Blæser man gennem en Resonator, vil der ogsaa fremkomme en ganske

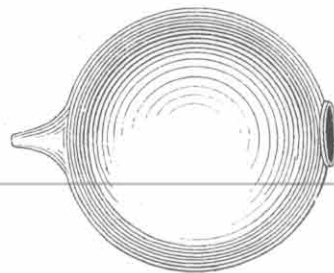


Fig. 64. En Resonator.

svag Tone. Naar Sneglehuse „synger“, er det, fordi de virker som Resonatorer overfor visse bestemte af de utallige Lydsvingninger der altid bevæger sig gennem Luften. Hvor der er absolut Stilhed, synger Sneglehuse ikke.

Frembringes samtidig to Toner, hvis Svingningstal ligger meget nær ved hinanden f. Eks. 500 og 501, opfattes kun een Tone, men denne høres *svævende*, idet den aftager og tiltager i Styrke saa mange Gange i Sekundet, som Forskellen i Svingningstal angiver. Hvis Forskellen i Svingningstal bliver betydeligere, 20—30 eller mere, kan Øret ganske vist opfatte begge Toner, men man hører samtidig et Antal Stød, nemlig i hvert Sekund saa mange som Forskellen i Svingningstal angiver. Disse Stød gør Klangens skrattende.

Konsonans og Dissonans. For musikalske er to Toner, hvis Svingningstal staar i bestemte, simple Forhold til hinanden, *konsonante*. Toner, hvis Svingningstal forholder sig som $\frac{2}{1}$, hvilket i Musiken betegnes ved, at den højere Tone er *Oktaven* til den lavere, er i høj Grad konsonante. Forholder Svingningstallene sig som $\frac{3}{2}$ (Kvint), $\frac{4}{3}$ (Kvart) $\frac{5}{4}$, $\frac{6}{5}$, $\frac{8}{5}$, $\frac{5}{3}$, er Tonerne stadig konsonante, omend i aftagende Grad. Bliver Forholdene mellem Svingningstallene mere indviklede, f. Eks. $\frac{10}{7}$ eller $\frac{16}{11}$, er Tonerne *dissonante*. Medens de musikalske direkte opfatter den større eller mindre Konsonans eller Dissonans mellem Toner, er det for de umusikalske ikke muligt at knytte nogen Forestilling til disse Begreber. De maa antages at mangle det fysiologiske Grundlag for dem, hvad enten dette nu beror paa en mangelfuld Udvikling i selve Øret eller, hvad der er mere sandsynligt, i det toneopfattende Centrum i Hjernen.

Stemmen dannes i *Strubehovedet*, som er den øverste og særlig udviklede Del af Luftrøret. Fra hver Side rager der ind i Strubehovedet to Folder, af hvilke det øverste Par, *de falske Stemmebaand* er tykke og afrundede, medens det nederste Par, *de egentlige Stemmebaand*, er tyndere og skarprandede. Saavel begge Par-Folder som selve Strubehovedets Dele er i høj Grad bevægelige ved Hjælp af særlige Muskler. Under roligt Aandedræt er Stemmebaandene trukne stærkt ud til Siderne. *Stemmeridsen* imellem dem er meget aaben, og Luften kan uhindret strømme frem og tilbage. Ved Stemmedannelse nærmer Stemmebaandene stærkt til hinanden, samtidig med at de ved særlige Muskler strammes mere eller mindre. Naar der nu blæses Luft ud imellem dem, kommer de i Sving-

ninger, og der frembringes en Tone eller rettere sagt en Klang, da Grundtonen er ledsaget af flere Overtoner. Tonens Højde afhænger

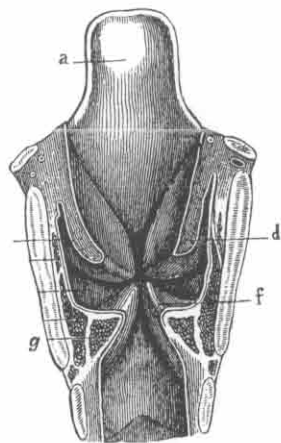


Fig. 65. Strubehovedet aabnet bagfra. a Strubelaaget, d falske Stemmebaand, f Stemmebaand, g Muskel i Stemmebaandet.

især af Stemmebaandenes Stramning, idet den bliver desto højere, jo stærkere de er spændte. Man er følgelig i Stand til at variere Stemme-højden indenfor visse Grænser.

Disse Grænsers Beliggenhed afhænger hovedsagelig af Strubehovedets Størrelse og Form. Jo længere Stemmebaandene af Naturen er, desto langsommere vil de svinge, og desto dybere vil Stemmen være. Mænd har altid længere Stemmebaand og derfor dybere Stemme end Kvinder. I Overgangsalderen sker der hos Mænd, men ikke hos Kvinder, en meget hurtig

Vækst af Strubehovedet og Stemmebaandene, hvorved Stemmen bliver betydelig dybere. Medens dette staar paa, er man ikke rigtig Herre over de Nerveimpulser, der udkræves ved Stemmedannelse, fordi de hele Tiden forandrer sig. Stemmen „slaar derfor let over“ midt under Tale. Stemmens Omfang hos det enkelte Individ er i Reglen ikke meget betydelig, nemlig omtrent 2 Oktaver. En Basstemme kan saaledes i Reglen frembringe Toner med Svingningstal fra 80—330 (E—e'), en Tenor fra 130—500 (c—h'), en Alt fra 180—700 (f—f') og en Sopran fra 260—1060 (c'—c''').

Stemmens Styrke afhænger af den Kraft, hvormed Luften blæses ud gennem Stemmeridsen, altsaa af det Tryk, den er underkastet i Lungerne og Luftrøret. Dette Tryk, der tilvejebringes af Udaandingsmusklerne, kan blive meget betydeligt, nemlig ved høj Raaben indtil 70 mm. Kviksølv. Det er derfor meget anstrengende at tale eller synge højt i længere Tid.

Sprogets Lyde fremkommer ved en Samvirken af de Toner og Overtoner, som udgaar fra Stemmebaandene, med de Hulrum, som findes over Stemmebaandene, nemlig Svælget, Mundhulen og Næsehulen. Disse Hulrum virker nemlig som Resonatorer og forstærker visse af Stemmebaandstonerne. Hulrummenes Form og

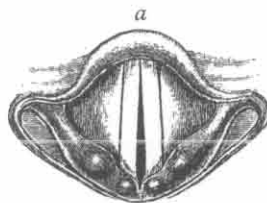


Fig. 66. Strubehoved ovenfra under Lydfrembringelse. a Strubelaaget.

Størrelse kan varieres overmaade stærkt ved Bevægelser af Strubehoved, Ganesejl, Tunge, Kæber og Læber. Herved forandres Resonansen og dermed de frembragte Lyde. Ved Udtale af Vokalerne bringes Munden i en aldeles bestemt Stilling, der ikke forandres, medens Stemmen lyder. En Vokal er altsaa en bestemt Klang, som man kan vedblive at frembringe, saa længe man har Luft i Lungerne til at anblæse Stemmebaandene. Vokaler kan gengives ved Hjælp



Fig. 67. Mundstilling ved Vokalen A.



Fig. 68. Mundstilling ved Vokalen I.

af dertil afstemte Musikinstrumenter, og hvis man med kraftig Stemme synger en Vokal, bedst A, O eller E, ind mod et aabent Klaver, hvis Dæmpning er ophævet, kan man høre Klaveret give den paagældende Vokal temmelig tydelig tilbage ved Resonans.

Konsonanterne frembringes ved, at Resonansrummet forandres under Lydgivningen, men ved nogle af dem frembringes en væsenlig Del af Lyden ikke med Stemmebaandene, men med Mundens bevægelige Dele, saaledes f. Eks. P ved at Luftstrømmen pludselig sprænger de lukkede Læber fra hinanden. Ved Konsonanterne M og N lukkes Mundhulen, og Luftstrømmen gaar ud gennem Næsen.

Naar man hvisker, holdes Stemmeridsen aaben og Stemmebaandene i Ro, medens man blæser ud gennem Mundhulens Resonansapparat, der antager de samme Former som under rigtig Tale. Herved fremkommer saa ogsaa de samme Toner, men svagt, og der medgaar en stor Mængde Luft til at frembringe dem. Man taber hurtigt Vejret ved at hviske.

SYNET

Øjet [Forsøg 39] kan fysiologisk sammenlignes med et Fotografiapparat. Vi har en lystæt Kasse, *Øjeæblet*, med en enkelt

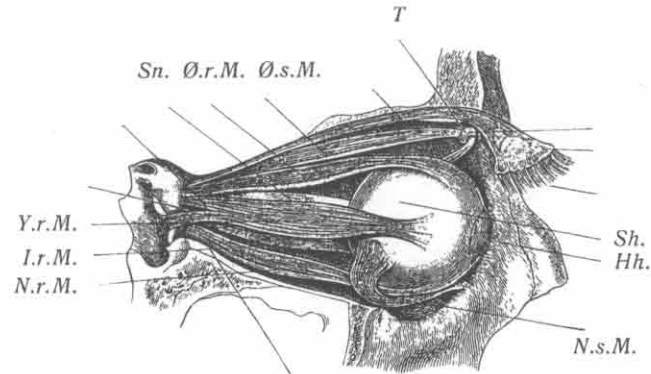


Fig. 69. Øjenmusklerne. Ø.s.M. Øvre skraa Øjenmuskel, der ved T gaar gennem en Slags Tridse. Ø.r.M., N.r.M., Y.r.M., I.r.M. de rette Øjenmuskler. N.s.M. Nedre skraa Øjenmuskel. Hh. Hornhinde, Sh. Senehinde, Sn. Synsnerve.

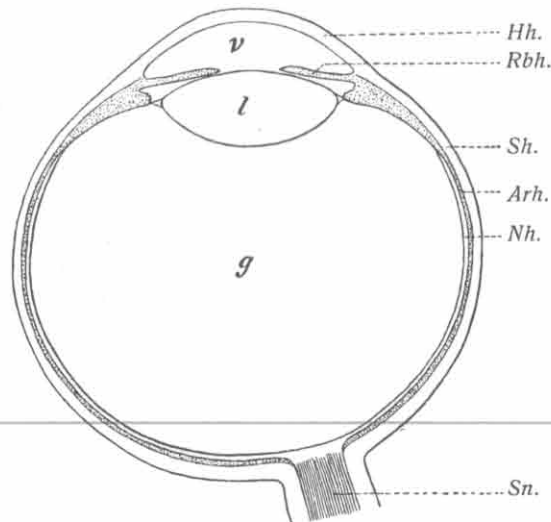


Fig. 70. Snit gennem Øjet, noget skematiseret. Hh. Hornhinde, Rbh. Regnbuehinde, Sh. Senehinde, Arh. Aarehinde, Nh. Nethinde, Sn. Synsnerve, v Vandvædske, l Krystallinse, g Glaslegeme.

Aabning, hvor der er anbragt et Linsesystem, bestaaende af Hornhinde, Vandvædske og Krystallinse. Aabningens Størrelse kan forandres ved en Blænder, *Regnbuehinden*. Øjeæblet er, som Fig. 69 viser, forsynet med Muskler, de fire lige og de to skraa. Ved Samvirken af disse Muskler kan Øjeæblet bevæges i alle Retninger, saaledes at det bliver muligt indenfor visse Grænser at rette

Øjeæblets Aabning mod den Genstand, hvis Billede man ønsker at optage, uden at det er nødvendigt at bevæge hele Hovedet. Gennem Linsesystemet brydes Lysstraalerne fra Omverdenen, og paa en lysfølsom Plade, *Nethinden*, i Øjets Baggrund dannes et Billede, der bliver omvendt og stærkt formindsket. Dette Billede kommer til Bevidsthed i Hjernen, og heri bestaar den egentlige Sansning. Dennes virkelige Natur er os fuldstændig ubekendt, men visse

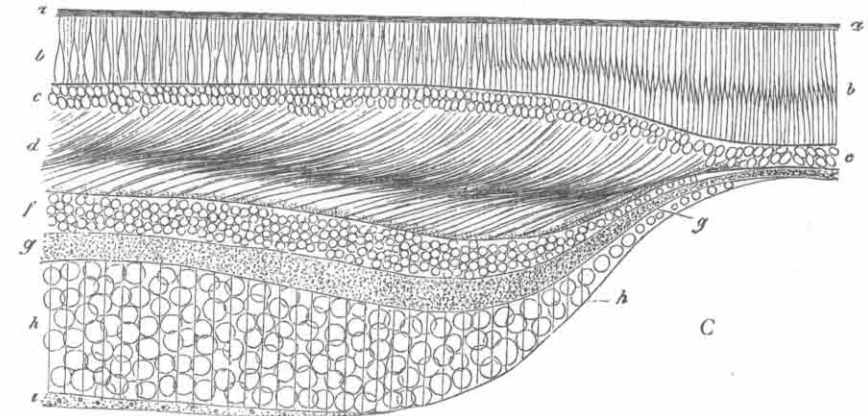


Fig. 71. Skematisk Tværsnit af Nethinde med et Stykke af Centralgruben C. b de tapformede Synsceller, c—h Lag af Nerveceller med Traadforbindelser. i Lag af Synsnervens Traade.

Forhold, der staar i Forbindelse med den, er vi dog i Stand til at forstaa.

Nethindens lysfølsomme Lag bestaar af en meget tæt Mosaik af temmelig lange tapformede Celler, der mærkelig nok vender bort fra Lyset; foran disse Celler, altsaa ind mod Øjets Indre, findes et Lag af Nerveceller, som de lysfølsomme Tappe staar i Forbindelse med og foran dem igen et Lag af Nervetraade, der breder sig ud fra Synsnervens Indtrædelsesplet. Gennem disse to Lag, der er temmelig gennemsigtige, maa Lyset altsaa passere for at komme til *Synstappene*. Der findes dog en særlig lille Plet, *Centralgruben* i den gule Plet, hvor det dækkende Lag af Nerveceller og Traade næsten fuldstændig mangler, og hvor Synstappene staar endnu tættere end ellers, i Nethinden nemlig ca. 14,000 paa hver mm.² Dette Sted, der ligger lige bag Pupillen, er Sædet for det skarpeste Syn. Her dannes Billedet af den Genstand, som man netop retter Blikket imod, og den ser man skarpt, hvorimod alt andet ses temmelig

udvisket. Der, hvor Synsnerven træder ind, findes ingen Synstappe, og Stedet kaldes derfor *den blinde Plet*. Et vist Parti af Omgivelserne, Synsfeltet, vil altid faa sit Billede paa den blinde Plet og altsaa være usynligt, naar man ser med eet Øje alene, men man lægger ikke Mærke til det, dels fordi man stadig bevæger Øjet, men især fordi Bevidstheden uvilkaarlig udfylder det Stykke, der

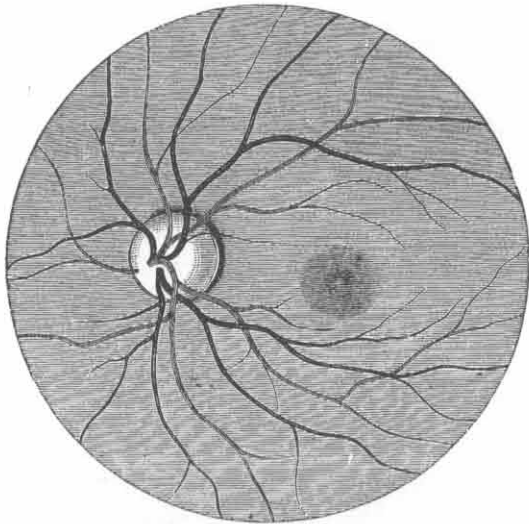


Fig. 72. Nethinden set fra Fladen, visende den blinde Plet, hvor Arterier og Vener træder ind gennem Synsnerven, og den gule Plet med Centralgruben (ca. $\frac{3}{4}$).

mangler, saaledes at det ikke stikker af mod Omgivelserne [Forsøg 40]. Sammen med Synsnerven træder flere Blodkar ind i Øjet og grener sig ud over Nethinden, som ernæres fra dem. Da de ligger foran Nethinden, maa de kaste Skygge paa den, og det er mærkeligt, at disse Skygger ikke forstyrrer Synet. Man antager, at det kommer af, at Skyggerne altid falder paa de samme Steder lige bag Karrene, og at disse Steder er ufølsomme. Naar man kaster Lys fra Siden ind i Øjet, samtidig med at man ser paa en mørk Flade [Forsøg 41], kommer Skyggerne til at falde paa følsomme Partier af Nethinden, og man ser dem nu, men vel at mærke ude paa den mørke Flade. Dette illustrerer et Forhold ved Synssansen, der er meget vigtigt: Naar et Punkt af Nethinden — en af Synstappene — irriteres ved Lysstraaler eller f. Eks. mekanisk (se Forsøg 35), faar vi et Synsindtryk, men medens vi ellers, naar en Følelserne irriteres, henfører Indtrykket til dens Endeorgan, saa at vi ikke føler noget i Hjernen eller Nerven, men i Huden, henfører vi Synsindtrykket endnu længere bort, nemlig udenfor Øjet, og som det kan vises til et eller andet Punkt i en Linie, *Retningslinien*, som gaar fra den irriterede Celle gennem et bestemt Punkt i Øjet, som kaldes *det optiske Midtpunkt*. Der kendes noget lignende fra

Følelsen. Hvis man nemlig føler sig for med en Stok, forekommer det en uvilkaarlig, at man føler med Spidsen af Stokken, idet man henfører Stokkens Tryk i Haanden dertil.

Naar man fæster Blikket paa et bestemt Punkt, *fikserer* Punktet, dannes dets Billede i Centralgruben, og Retningslinien til det falder sammen med *Syns*linien.

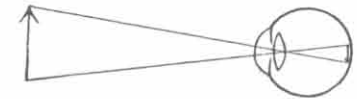


Fig. 73. Retningslinier.

Synsstyrken. Ved Øjets *Synsstyrke* forstaar man Evnen til at se skarpt paa temmelig lang Afstand. Man maaler sædvanlig Synsstyrken ved at undersøge, hvor smaa Bogstaver det er muligt at læse i en Afstand af 6 m. [Forsøg 42]. Et Øje med normal Synsstyrke skal i denne Afstand kunne læse Bogstaver, der er 9 mm. høje, og hvis enkelte Linier er 1,8 mm. tykke. Folk med gode Øjne kan imidlertid ofte præstere det dobbelte eller mere. Men paa den anden Side finder man adskillige, hvis Synsstyrke er meget langt under normal. Dette kan bero paa forskellige Omstændigheder som Uigennemsigthed af visse af Øjets Dele eller Sygdomme i selve Nethinden, men den almindelige Aarsag er, at Øjet blot er for langt, saa at det Bil-

lede, der dannes af Linseapparatet, ikke dannes paa Nethinden, men foran den. Et saadant Øje kalder man *nærsynet*. Det normale Øje er saaledes indrettet, at Billedet af fjærne Genstande netop dannes paa Nethinden, naar Øjet er i Hvile (o: ikke akkomoderer), at med andre Ord Lysstra-

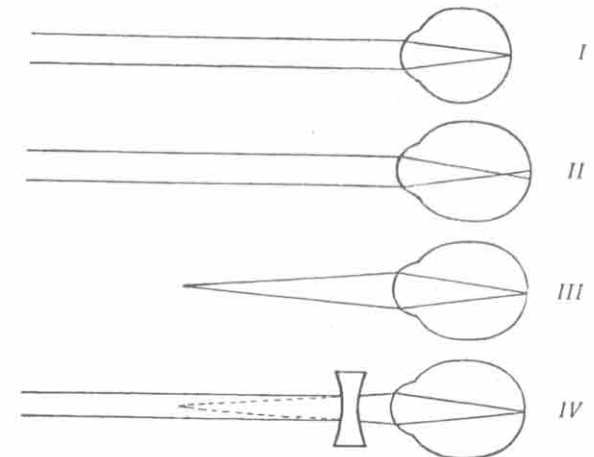


Fig. 74. I, Forening af parallelle Straaler i et normalt Øje. II, i et nærsynet Øje. III, Forening af Straaler, der kommer fra et nærsynet Øjes Fjærnpunkt. IV, Ophævelse af Nærsynethed med en Linse, der giver parallelle Straaler en Retning, som om de kom fra Fjærnpunktet.

I det nærsynede Øje forenes parallelle (eller næsten parallelle) Straaler fra et fjærnt Punkt foran Nethinden, Brændpunktet ligger i Glas-

lægemet, og det Billede, der dannes paa selve Nethinden, bliver meget udvidsket. Her gælder nu samme Regel som for almindelige Linser: Naar Genstanden rykker nærmere ind mod Øjet, rykker Billedet bort fra det lysbrydende Apparat. Vi vil altsaa kunne finde en Afstand, hvori den nærsynede kan se tydeligt, fordi Billedet netop kommer til at falde paa Nethinden, naar Øjet er i Hvile [Forsøg 43]. Denne Afstand kaldes *Fjærnpunktsafstanden*; den er for nærsynede oftest under 1 m. og for meget stærkt nærsynede kun ganske faa cm. For det normale Øje er Fjærnpunktsafstanden uendelig.

Hvis vi foran den nærsynedes Øje anbringer en Spredelinse, vil de parallelle Straaler fra et fjærnt Punkt efter Brydningen i Linsen faa en Retning, som om de kom fra dens Brændpunkt, og hvis Brændpunktet falder sammen med den nærsynedes Fjærnpunkt, vil Straalerne efter at være brudte i Spredelinsen kunne forenes paa hans Nethinde. En Spredelinse, hvis Brændvidde er lig Fjærnpunktsafstanden, kan altsaa afhjælpe Nærsynetheden [Forsøg 44].

Nærsynethed beror i Reglen paa et medfødt Anlæg, men kommer oftest først til Syne under Opvæksten, idet Øjet vokser uforholdsmæssigt i Længde. Meget Nærarbejde antages at begunstige Udviklingen af Nærsynethed.

Akkommodationen. Hvis man med et normalt Øje, der altsaa er indrettet paa at se fjærne Genstande, ser paa noget, der er nær ved, skulde efter de almindelige Regler Billedet falde bag ved Nethinden og altsaa blive utydeligt. Det sker imidlertid ikke, i hvert Fald ikke, før man forsøger med meget smaa Afstande, hvilket beror paa, at Øjet er i Stand til at forøge sin brydende Kraft, eller som man kalder det at *akkomodere*.

Akkommodationen foregaar ved, at Krystallinsens Krumning forøges. Linsen bestaar af en elastisk Kapsel med et blødt til dels næsten flydende Indhold, der udøver et temmelig stærkt Tryk paa Kapslens Vægge. Paa Grund af dette Tryk stræber Linsen efter at antage Kugleform. Kapslen er i Øjet spændt stramt ud, saa at Linsen og især dens forreste Flade er temmelig flad. Ved Akkommodationen slappes de Baand, der spænder den, og følgerig krummer den sig stærkere. Naar man ser paa et Øje fra Siden, medens det skiftevis ser paa en meget nær (10—15 cm.) og en fjærnt Genstand, kan man iagttage, at Regnbuehinden hvælves frem ved Linsens forøgede Krumning, hver Gang den nære Genstand betragtes. Naar Linsens Krumning forøges, bliver dens brydende Kraft større, Øjets Brændpunkt flytter

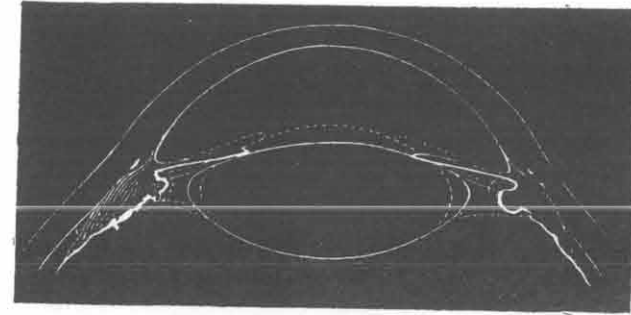


Fig. 75. Linsens Formforandring under Akkomodation, angivet ved den punkterede Linie.

sig fra Nethinden et Stykke ind i Glaslegemet, og Billedet af nære Genstande, der dannes bag Brændpunktet, vil kunne falde paa Nethinden. Samtidig bliver fjærnere Genstande utydelige.

Øjets Akkomodationsevne er ikke ubegrænset. Naar man nærmer en Genstand mere og mere til Øjet, bliver den i en vis Afstand utydelig, hvor meget man end anstrenger sin Akkomodation. Det nærmeste Punkt, hvor man kan se smaa Genstande tydeligt, kaldes Øjets *Nærpunkt*.

[Forsøg 45]. Det ligger nærmere for nærsynede end for normale.

Der gives Mennesker, hvis Øjne er for korte, saa at Billedet af fjærne Genstande vil falde bag Nethinden, naar Øjet er i Hvile. De maa akkomodere allerede for at se fjærne Genstande, og deres Nærpunkt kommer til at ligge temmelig langt foran Øjet. Man kalder saadanne Øjne *fjærnsynede*. Nyfødte Børns Øjne er næsten altid fjærnsynede, men bliver oftest under Opvæksten normale eller endog nærsynede. Man kan afhjælpe Fjærnsynethed ved passende Samlelinser.

Langsynethed. Akkomodationsevnen holder sig ikke uforandret. Med tiltagende Alder bliver Linsen stivere og mindre elastisk, saa at dens Evne til at krumme sig bliver mindre. Som Følge deraf flytter Nærpunktet sig længere og længere ud. Medens Nærpunktet for et normalt Øje i 10 Aars Alderen ligger i en Afstand af ca. 7 cm. foran Øjet, ligger det i 30 Aars Alderen oftest ca. 10 cm. og i 50 Aars Alderen gjerne ca. 40 cm. foran Øjet. Naar man skal holde f. Eks. en Bog over 40 cm. fra Øjet for at se Bogstaverne tydeligt, bliver deres Billeder paa Nethinden for smaa og af

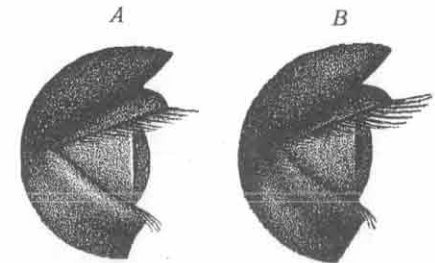


Fig. 76. Øje set fra Siden. A i Hvile, B under Akkomodation.

den Grund vanskelige at tyde. Denne Mangel ved Øjet, der altsaa normalt indtræder med Alderen, kaldes *Langsynethed*. Den afhjælpes med Samlelinser, der som bekendt forstørrelser Billedet af nære Genstande og flytter det længere ud. Langsynede bruger kun Brillen ved Nærarbejde. Deres Syn paa større Afstand forandres ikke.

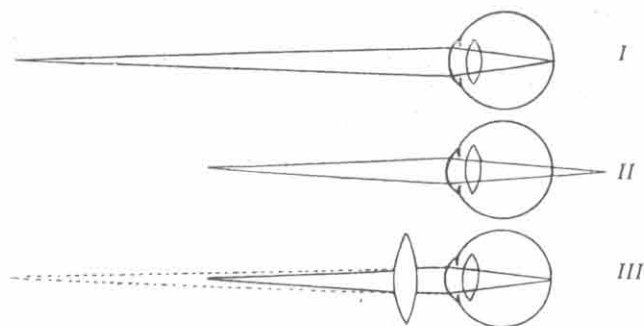


Fig. 77. Afhjælpning af Langsynethed. I Forening paa Nethinden af Straaler fra Nærpunktet. II Forening bag Nethinden af Straaler fra et Punkt indenfor Nærpunktet. III Forening af disse Straaler paa Nethinden ved Hjælp af en Linse, der giver dem en Retning, som om de kom fra Nærpunktet.

Med Alderen opstaar undertiden en Forandring af Linsen, saa at den bliver mørk og uigennemsigtig. Dette er ikke som Langsynethed noget normalt, men en Sygdom, der kaldes *graa Stør*. Man behandler den ved at fjærne Linsen, hvorved da naturligvis Akkomodationsevnen gaar fuldstændig tabt, men Synet bevares.

Der findes normalt smaa uigennemsigtige Legemer i Glasvædsken. Hvis man ser ud mod en stor lysende Flade, bedst gennem et lille Hul i et Kortblad, saa kan disse Smaalegemer, der oftest har Form af bugtede Traade, kaste Skygge paa Nethinden, saa at man ser dem, tilsyneladende ude i Rummet. Disse „flyvende Myg“, som de kaldes, bevæger sig og synes at flygte, naar man vil se paa dem.

Pupilbevægelser og Adaptation. Samtidig med at Linsen krummer sig ved Akkomodationen, trækker Pupillen sig sammen. Dette har ikke i og for sig noget med Akkomodationen at gøre, men det bevirker, at Nethindebilledet bliver skarpere. Øjets Linseapparat er nemlig ikke fuldkomment. Lyset fra et Punkt i Genstanden forener sig ikke paa Nethinden til et virkeligt Punkt, men kun til en

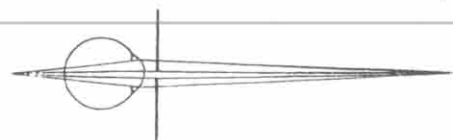


Fig. 78. Forening af Straaler bag Nethinden. Størrelse af Spredningskredsen ved stor og lille Blænder.

lille Lysplet, en *Spredningskreds*, hvis Størrelse afhænger af Blænderens, Pupillens, Størrelse. Billedet af en Streg bliver altsaa altid paa Nethinden til en Stribe, men Striben bliver desto smallere og skarpere,

jo mindre Pupillen er. Ser man gennem et fint Hul i et Kortblad, kan man læse Bogstaverne i en Bog, der holdes langt indenfor Nærpunktet, og en nærsynet kan ved samme Middel, tildels ogsaa ved at knibe Øjnene stærkt sammen, se nogenlunde tydeligt langt ud over sit Fjærnpunkt.

Naar man gør Forsøget med at se gennem et fint Hul, lægger man Mærke til, at Synsfeltet bliver meget mørkere. Jo større Aabning, Lyset kommer igennem, desto mere Lys medvirker der til at danne Billedet, desto klarere bliver det. I Overensstemmelse hermed udvider Pupillen sig i svag Belysning og trækker sig sammen i stærk. Kommer man fra nogenlunde stærkt Lys ind i et næsten mørkt Rum, ser man i første Øjeblik slet intet, men efter et Par Minutters Forløb begynder man at skimte lidt, og efterhaanden kan man komme til at se en Mængde Enkeltheder. Dette beror dels, men kun i ringe Grad paa, at Pupillen udvider sig, og Billedets Klarhed altsaa bliver større, men især paa, at Nethindens Følsomhed for Lys tager til, i de første Minutter langsomt, men derefter meget stærkt, saa at den efter 1—2 Timers Forløb er flere Tusinde Gange saa stor, som i Dagslys. Man kalder dette, at Øjet bliver *adapteret* for det svage Lys. Adaptationen er normalt kun ringe for Centralgruben, men meget stor for den øvrige Nethinde. Man kan derfor aldrig se rigtig skarpt i svagt Lys [Forsøg 46]. Enkelte Mennesker har overhovedet meget ringe Adaptationsevne, de er *natteblinde*.

Udsættes man, efter at være mørkeadapteret, for Lys, der slet ikke behøver at være særlig stærkt, blændes den meget lysfølsomme Nethinde, og Pupillerne trækker sig stærkt sammen for at beskytte den. Efter kort Tids Forløb har Nethindens store Følsomhed tabt sig, og Pupillerne antager deres normale Størrelse.

Pupillernes Sammentrækninger og Udvidelser kommer i Stand ved Hjælp af Muskler i Regnbuehinden. Bevægelserne er ikke undergivne Viljen og er fuldstændig ubevidste.

Synsindtrykkets Varighed. Medens Billedets Dannelse paa Nethinden altid foregaar med Lysets Hastighed, varer det derimod en kendelig Tid (ca. $\frac{1}{5}$ Sekund) inden Synsindtrykket kommer til Bevidsthed i sin fulde Styrke, og det forsvinder ogsaa først for Bevidstheden en kendelig Tid efter, at Nethindebilledet er forsvundet eller forandret [Forsøg 47 og 48]. Herpaa beror det, at man ikke kan se Enkeltheder i en hurtig Bevægelse, men kun faar et almindeligt Indtryk, idet de stadig vekslende Billeder udvisker

hinanden. Foregaar en Bevægelse i Mørke og oplyses et enkelt Nu f. Eks. ved et Lyn, opfatter man bagefter det enkelte Billede, som dannedes paa Nethinden under Belysningen, men faar ikke noget Indtryk af Bevægelse. Man ser f. Eks. Hjulene stillestaaende i en hurtigt kørende Vogn eller i et Tog.

Optager man i hurtigt Tempo (adskillige Gange i Sekundet) Øjebliksfotografier af en Bevægelse, og fremfører man Billederne for Øjet i samme Tempo, ser man intet af dem skarpt, men faar samme Synsindtryk, som om man saa selve Bevægelsen. Herpaa beror de „*levende Billeder*“.

Udsættes Øjet i nogen Tid for stærkt Lys, bliver Nethinden træet, hvorved dens Følsomhed for Lys formindskes. Fikserer man f. Eks. en Lysflamme i et Minut, trættes den Del af Nethinden, hvorpaa Billedet af Flammen falder, og retter man derpaa Blikket mod en ensformig hvid Flade (Loftet f. Eks.), ser man en mørkere Plet svarende til Flammebilledet, fordi Nethindens Følsomhed her er nedsat. Man betegner dette Fænomen med Navnet *negativt Efterbillede*.

Farvesans. Det vides fra Fysikken, at det hvide Lys, som udsendes f. Eks. af Solen, ved Hjælp af et Prisme kan opløses i et Spektrum, en sammenhængende Række af Farver fra rødt gennem gult, grønt og blaat til violet. Til hver af disse Farver, som er Udtryk for en Lysfornemmelse af en bestemt Art i vor Bevidsthed, svarer der fysisk Lysstraaler af en bestemt Brydbarhed. Hvis der paa et og samme Punkt af Nethinden falder Straaler af alle Brydbarheder, saa ved vi af daglig Erfaring, at vi faar Fornemmelsen hvidt. Sørger man ved en særlig Forsøgsanordning [Forsøg 49] for, at der paa et Punkt af Nethinden falder Lys af to forskellige Brydbarheder, f. Eks. rødt og gult, opstaar Indtrykket af en mellemliggende Farve i Spektret (rødgult eller orange). Man kalder dette at blande de to Slags Lysstraaler paa Nethinden, og det opstaaede Synsindtryk kaldes *Blandingsfarven*. Blander man Lysstraaler af mere og mere forskellig Brydbarhed, indtil en vis Grænse, bliver Blandingsfarven blegere og blegere, og ved en bestemt Forskel (Blanding f. Eks. af rødt og blaagrønt) bliver Blandingsfarven hvid. Den Farve, der blandet med en anden giver Fornemmelsen hvidt, kaldes dens *Komplementærfarve*. Komplementærfarven til rødt er blaagrønt, til gult blaat, til grøngult violet. Trætter man Øjet overfor en bestemt Farve, f. Eks. ved i nogen Tid at stirre paa en stærkt farvet Plet, og retter man derefter Blikket mod en ensformig hvid Flade, faar

man et negativt Efterbillede i Komplementærfarven (ved at stirre paa en rød Plet altsaa et blaagrønt Efterbillede), som altsaa i dette Tilfælde fremkommer ved Blanding af alle Spektrets Farver minus den, for hvilken Øjets Følsomhed er stærkt formindsket.

Resultatet af alle disse Forsøg bliver, at et hvilket som helst farvet eller ufarvet Synsindtryk kan opstaa paa flere forskellige Maader. Vi opfatter med Øjet kun Resultatet. Medens man med Øret kan høre de enkelte Toner ud af en Klang, faar vi ikke af Øjet nogen Oplysning om, hvilke Slags Straaler, der har frembragt et givet Synsindtryk.

Nogle Mennesker er *farveblinde*. Hvori dette egenlig bestaar, kan vi ikke her gaa nærmere ind paa, men det ytrer sig i Praksis ved, at de forveksler Farver, der for normale er i høj Grad forskellige, f. Eks. svage rødlige, gullige og grønne Farver, saavel indbyrdes som med graat [Forsøg 50].

Afstandsbedømmelsen ved Hjælp af Synet. Vi har set, hvorledes Nethindebilledet af Bevidstheden forlægges udenfor Øjet et Sted i Synslinien. I Reglen forlægges det til et ganske bestemt Sted i Synslinien, σ : vi ser, at Genstanden er i en vis Afstand. Jo længere borte en Genstand er, desto mindre bliver dens Billede paa Nethinden. Hvis nu Genstandens virkelige Størrelse er bekendt, saa kunde man af Nethindebilledets Størrelse ligefrem beregne dens Afstand. En saadan „Beregning“ foregaar nu ubevidst og, naar man ikke har øvet sig paa det, meget ufuldkomment. Hvis man ser Mennesker et Stykke borte, faar man i Reglen ikke Indtryk af, at de er særlig smaa, skønt deres Billeder paa Nethinden er det, men man kan se, hvor langt omtrent de er borte. Dette er vort Hovedhjælpemiddel til at bedømme større Afstande, paa en Snes Meter eller mere.

Naar man ser paa en Genstand, rettes Synslinierne i begge Øjne ved Øjenmuskernes Hjælp imod den. Paa alle større Afstande bliver de derved parallelle eller dog næsten parallelle. Paa smaa Afstande konvergerer de mere og mere mod hinanden. Samtidig med at man retter Blikket mod en nær Genstand, foregaar der, som tidligere omtalt, ogsaa en Akkomodation af Øjnene for den paa-gældende Afstand. Hverken Øjenbevægelserne eller Akkomodationsbevægelserne kommer til Bevidsthed som saadanne, men de medfører, at man faar en Forestilling om Genstandens Afstand.

Skønt der dannes et Billede i hvert Øje, ser man dog i Reglen ikke dobbelt. De to Nethinder svarer til hinanden Punkt for Punkt,

og naar der dannes samme Billede i dem begge, og Billederne falder paa Punkter, der svarer til hinanden, opfattes de af Bevidstheden kun som eet. Falder Billederne anderledes, faar man *Dobbeltsyn*. Dette sker f. Eks., naar man ved et Tryk paa det ene Øje bringer det ud af sin Retning [Forsøg 51], men det sker i Virkeligheden ogsaa, naar man fikserer en nær Genstand, med alle de fjærnere [Forsøg 52]. Disse Dobbeltbilleder lægger man i Reglen slet ikke Mærke til, dels fordi de falder paa Dele af Nethinden, hvor Synet er mindre skarpt, men især fordi Opmærksomheden er fæstet ved den Genstand, som man betragter. Naar man søger at lægge Mærke til Dobbeltbillederne, at fæste Opmærksomheden ved dem, prøver man, i hvert Fald i Begyndelsen, uvilkaarlig at rette Synslinierne imod dem, og at se paa den fjærnere Genstand, hvorved Dobbeltbillederne af den naturligvis forsvinder.

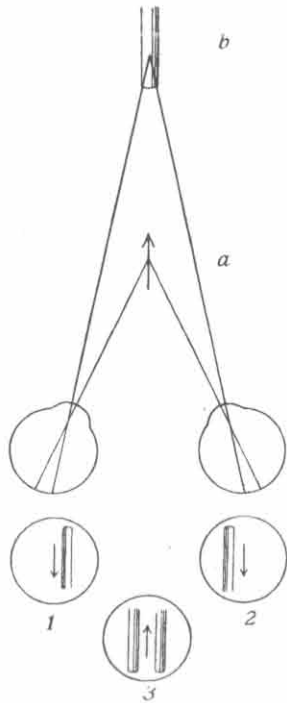


Fig. 79. Dobbeltbilleder af en fjærn Genstand *b* ved Fiksation af en nærmere *a*. 1 og 2 Billederne paa de to Nethinder. 3 Billedet i Bevidstheden.

Rumsopfattelsen. Hvis man ser paa en nær Genstand, f. Eks. en lille Æske, skiftevis med højre og venstre Øje, vil man finde, at de to Billeder er lidt forskellige. Ikke desto mindre smelter de for Bevidstheden fuldstændig sammen, naar man ser paa Genstanden med begge Øjne. Medens hvert enkelt Billede er fladt ligesom et Fotografi, faar vi ved Sammensmeltning af de to lidt forskellige Billeder i de to Øjne en tydelig og nøjagtig Forestilling om Genstandens rumlige Udstrækning. Hvis man lukker det ene Øje, synes man ganske vist ogsaa, at man ser Genstandens rumlige Forhold, men det beror kun paa, at man i Forvejen er fortrolig med den; og det kan let vises ved Forsøg, at ens Rumsopfattelse bliver meget usikker, naar man lukker det ene Øje [Forsøg 53 og 54]. Paa store Afstande, hvor Synslinierne bliver parallelle, bliver Billederne i de to Øjne ens, og man kan derfor ikke direkte se de rumlige Forhold. Et malet Billede kan frembringe ganske samme Synsindtryk som selve de fjærne Genstande (Panorama).

Hvis man tager Billeder med to Fotografiapparater, anbragte ved Siden af hinanden, kommer disse Billeder til at svare til de to Nethindebilleder, og betragter man dem derefter i et Stereoskop, hvorved man ser det højre Billede med højre Øje og det venstre med venstre Øje, og faar dem til at smelte sammen, saa har det samme Virkning, som om de to forskellige Nethindebilleder var fremkomne ved at se med begge Øjne paa selve Genstanden; man ser de rumlige Forhold træde tydeligt frem.

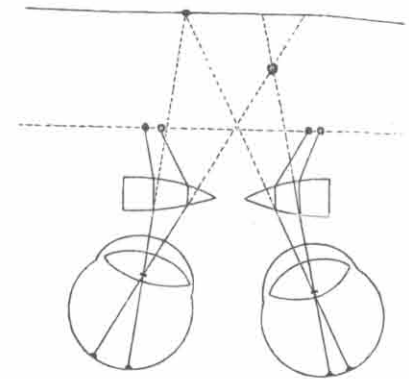


Fig. 80. Skema af et Stereoskop.

Fig. 80 viser skematisk, hvorledes dette gaar til. Billedet af et Punkt projiceres af Bevidstheden ud i Synslinierne for det paa-gældende Punkt og kommer altsaa til at ligge i Skæringspunktet for de to Synslinier.

Hvis to Stereoskopbilleder er ganske ens vil de i Stereoskopet ses som eet fladt Billede, men er de lidt forskellige, vil alle Punkter, der svarer til hinanden uden at kunne bringes til Dækning, ses udenfor (foran eller bagved) Billedplanet.

FORSØG

1. I Frørernes Legetid (brune Frøer: Maris—April, grønne Frøer: Maj—Juni) kan kunstig Befrugtning af Frøæg foretages, og Æggenes Udvikling kan følges ved Hjælp af Lupe.

Et Frøpar dræbes, ved at Rygraden overklippes lige bag Hovedet med en spids Saks, hvorefter Hjerne og Rygmarv ødelægges med en stump Naal, der føres ind først i Hjernekassen og derefter i Rygmarvskanalen og drejes rundt.

To smaa Klumper Æg fra Hunnens Æggeledere anbringes i hver sin Skaal i lidt Vand, hvorved det tynde Slimlag, der omgiver dem, hurtig svulmer op til en Gelémasse. Hannens Sædstokke klippes itu i lidt Vand. De røres ud, og nogle Draaber sættes til Æggene i den ene Skaal. Efter ca. $\frac{1}{4}$ Time sættes der frisk Vand til begge Æggemasserne.

Efter ca. 3 Timer viser de befrugtede Æg et Udseende som Fig. 82, og derefter deler de sig paany ca. hvert 20de Minut ved almindelig Stuetemperatur. De ubefrugtede Æg holder sig uforandrede som Fig. 81. Efter den første Dag bør Æggene iagttages og, saavidt muligt, tegnes en eller to Gange daglig.

2. Frørerne har Fimreepitel i Mund og Svælg, der flimrer ned mod Spiserøret. En Frø dræbes som beskrevet i Forsøg 1, og Underkæben med Tungen fjernes. Frøen lægges paa Ryggen. Anbringer man nu smaa lette Legemer (f. Eks. Gryn eller smaa Spaaner af et Blyant) paa Mundslimhinden, ser man dem glide langsomt, men ustandseligt ned imod Spiserøret. Under Mikroskopet kan man ved heldig Indstilling iagttage Fimrehaarenes Slag ved 60—100 Ganges Forstørrelse.

3. Til en stor Spatel Smør sættes i et Bægerglas ca. 5 cm.³ stærk Kalilud og ca. 20 cm.³ Alkohol. Der opvarmes paa Vandbad. Naar Vædsken begynder at koge, ryster man Glasset, og det smeltede Smør opløser sig da klart, idet det omdannes til Sæbe. Efter Tilsætning af noget Vand koges Alkoholen bort, og Vædsken gøres sur med fortyndet Svovlsyre. Herved spaltes Sæberne, og Fedtsyrerne udskiller sig som et Olielag. Smørsyren erkendes let ved sin ubehagelige Lugt.

4. Nogle Draaber Olivenolie rystes stærkt med Vand i et Reagensglas. Olien fordeles herved i meget smaa Draaber, men disse samler sig igen efter nogen Henstand. Der tilsættes et Par Draaber Natriumkarbonat og rystes paany.

5. En ca. 1 % Rørsukkeropl. koges i ca. 5 Minutter med ca. $\frac{1}{10}$ Rumfang fortyndet Saltsyre. Efter Afkøling tilsættes et rigeligt Overskud af Natriumhydroxyd, og Kobbersulfatprøven gøres.

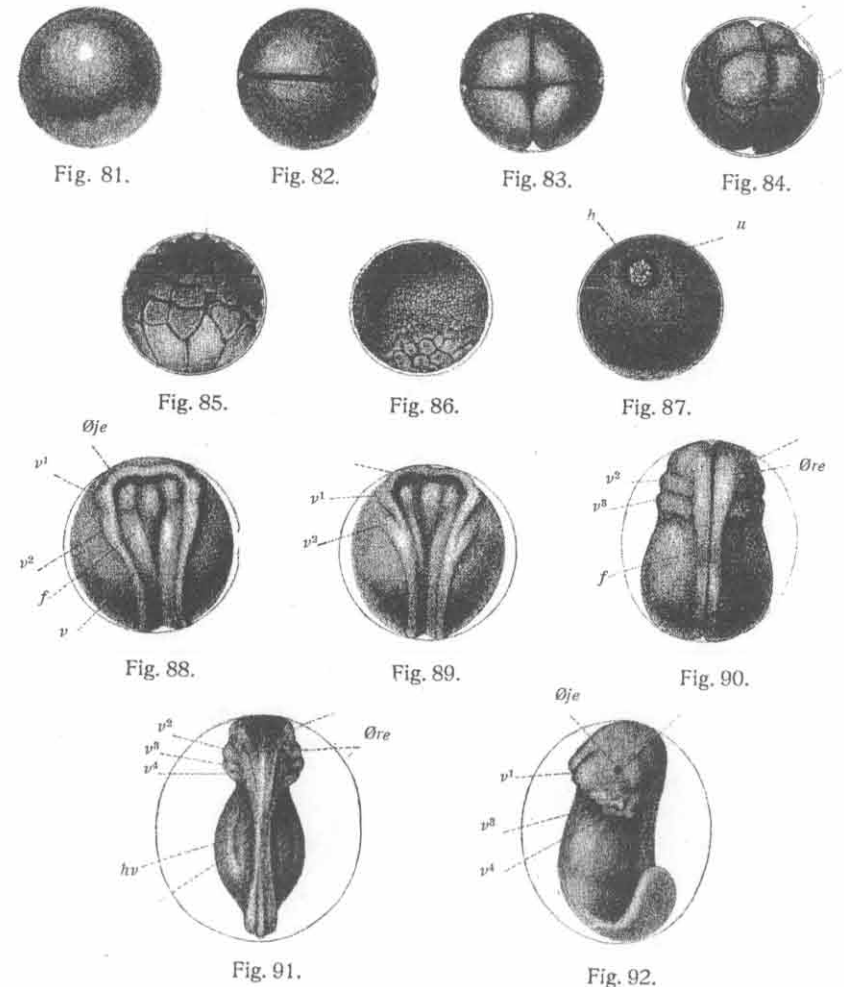


Fig. 81—92. Stadier af Frøæggets Udvikling. Forstørrelsen ca. 9—6 Gange. Fig. 81 er et ubefrugtet Æg set fra Siden. Æggets nederste Pol er hvid, det øvrige sort. 82—84 viser de første Kløvnninger set ovenfra. 85—86 viser mere fremskredne Kløvningsstadier set fra Siden. Kløvningen skrider langsomt frem ved Æggets nedre Pol. Paa dette Stadium begynder Ægget at blive hult. Noget senere viser der sig en Indkrængning i Form af en buet Spalte, der lidt efter lidt bliver cirkelformet (u, Fig. 87) og omslutter det sidste af Æggets hvide Parti, som derefter omvokses helt og forsvinder. Aabningen, som bliver tilbage, er den senere Gataabning. Paa Æggets Overflade (Fig. 88) danner der sig nu en flad Fure f omsluttet af en lav Vold v, Anlægget til Hjerne og Rygmarv. Volden viser tidlig forskellige Udbugtninger v¹—v⁴, der senere vokser rundt om Fosterets Forende og danner Underkæbe og Gællebuer. Øje er en Celleophobning, hvoraf Øjet senere dannes. Fig. 89—92 viser den fortsatte Udvikling. Furen bliver smallere og dybere og lukker sig derefter sammen. I dens Vægge udvikler sig Ryghvirvler hv.

6. Til ca. 10 cm.³ fortyndet Saltsyre sættes i en Skaal ca. 100 cm.³ Vand og $\frac{1}{2}$ —1 g. Stivelse, hvorefter der koges paa Vandbad. Med ca. 5 Minutters Mellemrum tages en lille Prøve, der undersøges med Jod-Jodkalium og ved Kobbersulfat-prøven.

7. Til lidt raa Æggehvide sættes ca. 10 cm.³ stærk Kali eller Natron, og der koges i Reagensglas. Et befugtet Stykke Lakmuspapir, der holdes hen over Glas-set, blaanes af Ammoniakdampene.

8. Lidt raa Æggehvide fortyndes i et Reagensglas med Vand. Opløsningen bliver uklar, og der fremkommer et fnugget Bundfald. Fortyndes derimod med en 1% Opløsning af Natriumklorid, faar man en nogenlunde klar Opløsning.

9. Til en tynd Æggehvideopl. sættes en enkelt Draabe Eddikesyre, og der koges. En anden Prøve koges uden at være gjort sur.

10. I flere Reagensglas afmaales 10 cm.³ af en ca. 1% Stivelseopl., og Glas-sene hensættes i passende Beholdere (store Bægerglas f. Eks.) med Vand af forskellige Temperaturer, f. Eks. 0°, 20°, ca. 35°, ca. 55°, 100°. Til hvert Reagensglas sættes 1 cm.³ af Spyt, der er fortyndet med 9 Dele Vand og filtreret. Fra det Glas, der er anbragt ved 35°, tages ca. hvert $\frac{1}{2}$ Minut en Draabe op med en Spatel og blandes paa en Glasplade (hvidt Underlag!) med en Draabe stærkt fortyndet Jod-Jodkalium. Naar denne Blanding viser sig farveløs, anbringes alle Glas-sene et Par Minutter i kogende Vand, afkøles og prøves ved Tilsætning af Jod-Jodkalium.

At det er Ptyalinet, der har bevirket Jodreaktionens Forsvinden eller Forandring, kan vises ved Kontrolglas, til hvilke der sættes kogt Spyt eller det tilsvarende Kvantum Vand.

11. Til 5 Glas, med 10 cm.³ neutral Stivelseopl. i hvert, sættes foruden Spyt henholdsvis 5 Draaber 1% Eddikesyre, 1 Draabe 1% Eddikesyre, 0, 1 Draabe 1% Natriumhydroksyd, 2 Draaber 1% Natriumhydroksyd. De hensættes ved ca. 35°, tages ud og koges, naar saa lang Tid er gaaet, at Glas Nr. 3 kun giver svag Jodreaktion, og prøves derefter med Jod-Jodkalium.

12. Af Pepsin, der kan faas i Handelen (Langebeks eller bedre Armours) fremstilles en Opløsning paa 1—2%. 5 cm.³ af denne blandes med forskellige Mængder 2% Saltsyre (conc. Saltsyre har en Styrke af 40%) og Vand til 20 cm.³ F. Eks. 5 cm.³ Pepsin + 15 cm.³ Saltsyre, 5 Pepsin + 10 Saltsyre + 5 Vand, 5 Pepsin + 3 Saltsyre + 12 Vand, 5 Pepsin + $\frac{1}{2}$ Saltsyre + 14 $\frac{1}{2}$ Vand, 5 Pepsin + 15 Vand. Virkningen paa Æggehvidestoffer studeres, idet Glassene hensættes paa et varmt Sted (bedst i Termostat ved 35°—40°).

Til kortvarige Forsøg ($\frac{1}{2}$ —3 Timer) bruger man bedst nøddestore Klumper af Fibrin, der faas ved kraftigt at ryste frisk Blod, indtil der udskiller sig Klumper. Fibrinklumperne bringes i en Si, og Blodfarvestoffet udvaskes under en Vandhane (ca. 24 Timer). Det rensede Fibrin kan opbevares i Vand, hvortil der er sat en ringe Mængde Kloroform.

Et Forsøg, der strækker sig over flere Døgn, gøres med Æggehvide, der skæres ud i passende Tærninger af et haardkogt Æg, eller (bedre) suges op i tynde Glasrør, som derefter koges i Vand i ca. 4 Minutter og til Brug skæres i Stykker af 2—3 cm. Længde ved Hjælp af en Fil.

Ved et længere varende Forsøg iagttages, at der indtræder Forraadnelse i det Glas, der kun indeholder Pepsin og Vand, men ikke i dem, der indeholder Saltsyre.

13. En Frø bedøves med Æter. Hjertet lægges blot fra Bugsiden, idet den store Vene i Bugens Midtlinie skaanes, og Hjærteposen klippes op. Man ser nu Hjærtets Bevægelser og Blodets Strømning meget tydeligt. Frøen maa dræbes, inden den vaagner af Bedøvelsen.

14. Til iagttagelse af Klappernes Virkemaade anvendes et Kalvehjærte, der ikke maa være beskadiget ved Udtagelsen. Venstre Forkammer aabnes og præpareres saavidt fri af sine Omgivelser, at en stor, med Glasvindu forsynet, Kanyle *k* kan indføres og snøres fast med Kobbertraad. En tilsvarende mindre Kanyle anbringes i Hovedpulsaaeren lige over Klapperne. Hjertet hænges op i et Stativ ved Klemmer, der griber om Kanylerne (eller en af dem), og Slangeforbindelser tilvejebringes, som vist paa Figuren. Flasken *v* maa anbringes saa højt, at Hjertet kan udspiles noget af Vandets Tryk. Naar man trykker Hjærtekamret sammen med Haanden, kan man se Klappernes Bevægelser gennem Ruderne.

Efter Forsøget kan Hjærtets Bygning nærmere studeres ved Dissektion.

15. Mikroskopisk iagttagelse af Kredsløbet foretages lettest paa en Haletudse, der vikles ind i lidt fugtigt Filtrerpapir, saaledes at noget af Halen er fri, og lægges paa et Objektglas. En Frø maa bedøves og anbringes paa en Korkplade med et passende Hul, hvorover Svømmehuden kan spændes ud med et Par Naale. Man benytter bedst 30—100 Ganges Forstørrelse.

16. En Frø dræbes paa sædvanlig Maade, og Hjertet tages ud og anbringes i $\frac{3}{4}$ g. Natriumklorid opløst i 100 g. alm. (ikke destilleret) Vand. I rent Vand opfører Bevægelserne meget hurtigt.

17. Frisk Blod faas fra en Slagter. Lader man det staa roligt hen i et Glas i 24—48 Timer, faar man et Koagel og Serum; ryster man det stærkt og filtrerer det derpaa gennem tyndt Lærred, faar man Fibrin og defibrineret Blod. Det defibrinerede Blod holder sig flydende og kan benyttes til Forsøg over de røde Blodlegemer og Hæmoglobinet.

18. Hvide Blodlegemer kan iagttages, naar man bringer lidt Vædske fra Lymferummene under Frøens Hud under Mikroskopet. De er selvbevægelige, men som Regel ikke meget livlige. Eventuelt tilsættes lidt $\frac{3}{4}$ % Kogsaltopløsning. Stærk Forstørrelse.

Har man nogle Timer i Forvejen indsprøjet lidt Gær i nogle Draaber Vand under Frøens Hud, finder man, at nogle af de hvide Blodlegemer har optaget Gærceller i sig eller er ifærd dermed.

19. Af defibrineret Blod, der har staaet saa længe, at det er blevet mørkt, bringes ca. 10 cm.³ i en Flaske paa ca. 200 cm.³ og rystes, hvorved det bliver lyserødt. Fortrænges Luften i Flasken fuldstændigt med Kultveilt eller Brint og

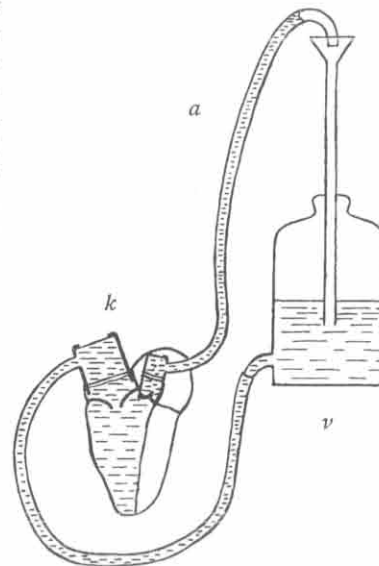


Fig. 93. Forsøg med Hjärteklapper. *v* „Vene“ *k* „Forkammer“, *a* „Arterie“.

rystes paany, bliver Blodet meget mørkere. Et Glas med lyst Blod til Sammenligning!

20. Et Reagensglas fyldes halvt med mørkt Blod. Det lukkes med en Finger og rystes, til Blodet bliver lyst, hvilket varer nogle Minutter. Vendes det og aabnes under Kviksølv eller en mættet Opløsning af Kogsalt, ser man, at Luften i det er fortyndet ved Rystningen.

21. Et Reagensglas fyldes halvt med lyst, iltmættet Blod og derefter med Kultveilde, lukkes og rystes, til Farven ikke mere forandrer sig. Lidt af Blodet hældes forsigtigt over i et andet Reagensglas. Det første Glas fyldes paany med Kultveilde og rystes. Der tages en ny Prøve. Glasset fyldes med Kultveilde og rystes for tredje Gang. Sammenligner man nu Farven af de forskellige Prøver ses, at Blodet ved hver Rystning er blevet noget mørkere, altsaa har afgivet noget af sin Ilt.

22. Et Par cm.³ Blod bringes i en Flaske, der derefter fyldes med Gas fra en Gashane, lukkes og rystes i mindst 5 Minutter. Farveforskel fra iltmættet Blod kan iagttages, men er ikke meget tydelig. Fortyndes lidt af dette Blod med Vand i Forholdet $\frac{1}{100}$, og sammenlignes med normalt Blod fortyndet i samme Forhold, ses, at Kulilteblodet er vinrødt, det normale rødgult. Indhold af en ringe Mængde Kulilte i Blod kan opdages paa denne Maade.

23. Lunger med Luftrør (og Hjærte) af Lam kan i Reglen faas fra en Slagter. De maa udtages forsigtigt for ikke at beskadiges for meget. De pustes op gennem et Glasrør, der bindes ind i Luftrøret. Lungerne kan klippes op fra Hovedbronchierne, og den svampede Bygning iagttages.

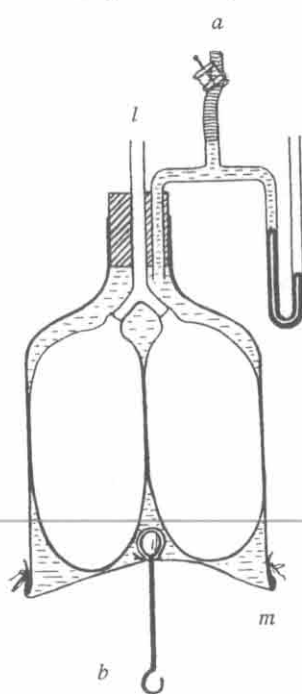


Fig. 94. Lungemodell

24. Gennem Slangen *a* suges Vand (eller Luft) ud af Apparatet (Fig. 94), indtil „Lungerne“ er pustede helt op. Lukkes nu, viser Manometret et negativt Tryk i „Brystkassen“, og „Mellemgulvet“ *m* hvælver sig stærkt opad. Trækkes det nedad ved Hjælp af Stangen *b*, strømmer der Luft ind i „Lungerne“, og det negative Tryk forøges. Slippes det, gaar det tilbage ved dets egen og „Lungernes“ Elasticitet, og der „udaandes“ Luft. Dette ses ved at holde et Dun over „Luftrøret“ *l*. Aabnes for *a* strømmer der Luft ind i „Brystkassen“, og Lungerne falder sammen. Apparatet virker bedst, naar man overhovedet ikke kommer Vand i det.

25. Til Bestemmelse af Vitalkapacitet, Reserve-luft og Komplementærluft forsyner man Spirometret, der maa være godt halvt fyldt med frisk Luft, med et Stykke vid (mindst 15 mm.) Slange og et Stykke Glasrør, der tjener som Mundstykke.

Forsøgsindividet, der maa holde Næsen lukket, medens Forsøget varer, aander nogle faa Gange saa naturligt, som muligt, frem og tilbage i Spirometret, og man mærker sig dettes Stilling ved Indaanding og Udaanding. Derefter aandes ind og straks efter ud saa dybt, som paa nogen Maade muligt, og ogsaa de derved frembragte Stillinger af Spirometret noteres.

26. Luftanalyse. For at tage en Luftprøve fra Spirometret belaster man Klokken lidt og lader Luft strømme langsomt ud gennem en Slange. Naar Slangen er skyllet ud med Spirometrets Luft, sættes den paa Røret *m* af Analyseapparatet, der i Forvejen er fyldt med rent Vand. Hanen stilles nu som vist (Fig. 95 *a*), hvorved Analyseapparatet fylder sig med den Luft, der skal analyseres. Hanen lukkes, og Luftens Rumfang aflæses, idet man sørger for, at Vandet indenfor og udenfor Røret staar lige højt (Fig. 95 *b*). Man maa undgaa under Analysen at opvarme Apparatet ved at berøre det andre Steder end paa Tragten foroven.

Til Absorption af Kultveilde lader man noget stærk Kali løbe langsomt ned gennem Apparatet fra Tragten (Fig. 95 *c*). Man ser da Luftrummet formindskes, og efter ca. 1 Minut er al Kultveilde absorberet. Man lader Tragten løbe næsten tom og skyller efter med lidt Vand, hvortil er sat nogle Draaber Natron. Rumfanget af Luftprøven aflæses paany.

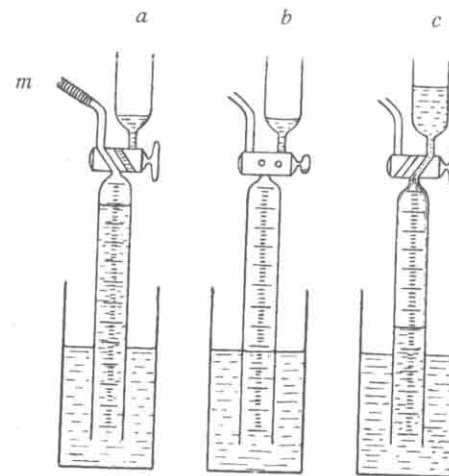


Fig. 95. Luftanalyse.

Til Absorption af Ilt bringes et Par store Spatler Pyrogallol i Tragten og overhældes med koncentreret Kali (ca. 25 g. Kali opløst i ca. 15 cm.³ Vand), som man ogsaa lader løbe ned gennem Apparatet i smaa Portioner, saa at det i det hele varer nogle Minutter. Naar Iltten er absorberet (Rumfanget ikke længere formindskes), og der er skyllet efter med lidt natronholdigt Vand, aflæses Rumfanget paany. Af de tre Aflæsninger beregnes den procentiske Mængde af Kultveilde, Ilt og Kvælstof.

27. Respirationsforsøg. Spirometret, hvis Klokke er helt nede, forbindes med den ene Ventilflaske, saa at Luft kan strømme ind i det, men ikke ud. Forsøget forberedes, ved at Forsøgspersonen aander gennem Ventilflaskernes Mundstykke nogle Gange. Derefter skilles Spirometret fra Ventilflaskerne, tømmes og forbindes paany. Herved opnaas, at Udaandingsventilflasken, Slangen og Spirometrets Rør fyldes med Udaandingsluft.

Forsøget selv bestaar i, at samme Person aander saa naturligt som muligt gennem Mundstykket i en nøjagtig bestemt Tid (2 Minutter er oftest passende, Næsen maa holdes lukket). Aandedragene tælles, Spirometrets Stand ved Slutningen af Tiden noteres, og Luften i det analyseres.

28. I Spirometret fyldes ca. 1 l. Kultveilde fra et Luftudviklingsapparat og derefter ca. 20 l. atmosfærisk Luft. Det forbindes med Ventilflaskerne, saa at man indaander Luften fra det. Aandedragenes Antal og Dybde noteres.

29. Urinanalyse. I et Maalerør for Luftarter (et *Eudiometer*) afmaales ca. 8 cm.³ Bromlud. Fra en Pipette lader man ca. 6 cm.³ Vand flyde forsigtigt ned over Bromluden, og derover igen bringes nøjagtigt 1 cm.³ af den Urin, der skal analyseres. Vædskens Stand aflæses. Eudiometret lukkes fast med en Finger, vendes

et Par Gange, holdes vandret og rystes, indtil Luftudviklingen, der i Begyndelsen er meget livlig, hører op. Man aabner nu for det under Vand af Stuetemperatur (i et Vandfad), hvorved da en vis Mængde Vædske drives ud af det udviklede Kvælstof. Naar det har ligget lidt og paany antaget Stuetemperatur efter den Opvarmning, som Reaktionen medfører, lukker man det paany med en Finger, idet man sørger for, at Vandet indeni og udenfor Røret staar lige højt i det Øjeblik, man lukker, tager det op, vender det og aflæser Vædskens Stand. Der er nu mindre Vædske end før, og Forskellen svarer til den udviklede Kvælstofmængde.

Antallet af udviklede cm.³ Kvælstof, multipliceret med Vægten af 1 cm.³ giver Antallet af mg. Kvælstof i 1 cm.³ Urin. Vægten af 1 cm.³ Kvælstof i mg. ses af nedenstaaende Tabel, naar Barometerstand og Temperatur kendes.

	770 mm. Tryk	760 mm. Tryk	750 mm. Tryk	740 mm. Tryk
10° Celsius.....	1,21	1,19	1,18	1,16
15° —	1,18	1,17	1,15	1,13
20° —	1,15	1,14	1,12	1,11
25° —	1,12	1,11	1,09	1,08

30. En tilnærmelsesvis Bestemmelse af enkelte Retters Næringsværdi eller af den i Løbet af et Døgn optagne Næringsmængde kan faas, naar man vejer (eller for flydende Varer maaler) det, man spiser, og beregner Næringsindholdet ved Hjælp af omstaaende Tabel over det procentiske Indhold af Æggehvide, Fedt og Kulhydrat i forskellige Næringsmidler. Ved sammensatte Retter maa de enkelte Ingredienser vejes før Tilberedningen, dernæst maa den færdige Ret vejes (eller maales), og endelig maa det bestemmes, hvor meget af den man har spist. En Rets Kalorieindhold faas ved at multiplicere Antallet af g. Æggehvide + g. Kulhydrat med 4,1 og Antallet af g. Fedt med 9,3.

Sammensætningen af Næringsmidlerne er ikke synderlig konstant, saa at Tabellens Tal kun kan betragtes som omtrentlige Middeltal. Visse almindelige Næringsmidler, som f. Eks. Flæsk, Skinke og Ost, er udeladte af Tabellen, fordi deres Sammensætning er altfor variabel. (Se Tabellen Side 124).

31. En Frø dræbes paa sædvanlig Maade. Derefter aabnes Bugen, og Indvolde og Forben fjernes. Man ser nu de store Nerver, der gaar ned i Bagbenene, ligge paa hver Side af Rygraden. Før en Ledningstraad fra et Element ind under en af disse Nerver, og berøres Nerven derefter med den anden Traad, saa at Strømmen sluttes gennem et Stykke af den, ser man det paagældende Ben give et kraftigt Spjæt, hver Gang Strømmen sluttes. Forsøget vises bekvæmst, naar Præparatet er hængt op.

32. Paa en Frø overklippes Rygmarven lige bag Hovedet, hvorefter dette med Undtagelse af Underkæben fjernes. Frøen ligger derefter slapt hen. Den kan intet føle og gør ingen Bevægelse af sig selv.

Hænges den op ved Underkæben, og anbringes et lille Stykke Filtrepapir, dyppet i stærk Eddike, et eller andet Sted paa Kroppen eller Lemmerne, viskes det straks bort ved hensigtsmæssige Bevægelser — ordnet Refleks. (Efter hvert

saadant Forsøg bør Frøen skylles af med Vand, for at Irritationen ikke skal vedvare og forstyrre de følgende Eksperimenter). Knibes Frøen i et Ben, eller dyppes Spidsen af en Taa i Eddike, trækker den Benet til sig.

Overklippes Rygraden bag Skulderbladene, og ødelægges det afklippede Stykke Rygmarv med en stump Naal, forsvinder Reflekserne fra Forbenene, idet deres Nerver ikke mere staar i Forbindelse med Reflekscentra, og Reflekserne fra Bagbenene aftager i Styrke og især i Hensigtsmæssighed. Det lykkes oftest ikke Frøen at viske et Stykke Eddikepapir bort. Benet løftes, hvis en Taa dyppes i Eddike, men det samme sker, hvis et lille Stykke Eddikepapir lægges paa Rygsiden af Foden.

33. En Frø dræbes og klippes midt over bag Forbenene. Indvolde fjernes. Huden trækkes af lige til Taaspidserne. Præparatet hænges op.

Et Par i Spidsen bøjede Naale, der er stukne gennem et Stykke Kork, sættes ved Ledninger i Forbindelse med et Element (helst gennem en Trykkontakt) og anbringes paa Nerven til det ene Ben. Gennem Naalene (Elektroderne) ledes der Strøm gennem det lille Stykke af Nerven imellem dem. Hver Gang nu Strømmen sluttes (eller brydes), vil det give et Sæt i det paagældende Ben, der retter sig ud og et Øjeblik bliver stift. Dette beror, som man let kan se, paa at alle Musklerne i Benet irriteres, men Strækkemusklerne er kraftigere



Fig. 96. En Refleksfrø.

end Bøjemusklerne. — Senen til den store Læg Muskel (Fodens Strækkemuskel) overklippes ved Hælen. Irriteres nu, ses, at Foden bøjer sig opad, medens den frigiorte Strækkemuskel bliver kortere og tykkere.

34. Samme Præparat som i Forsøg 33. Elektroderne sættes i Forbindelse med et lille Induktionsapparat, der indrettes paa at give den svagest mulige Strøm (Kon-

takterne P.). Den rytmiske Irritation bevirker en tetanisk Sammentrækning af alle Musklerne. Berøres med Elektroderne enkelte Muskler, kan man faa dem til at kontrahere sig mere eller mindre isoleret, f. Eks. faa Tærerne til at krumme sig indad o. s. v.

35. Det ene Øje lukkes og drejes indad mod Næsen. Med en stump Spids (f. Eks. en Blyant) øves et Tryk mod Øjelaaget tæt ved den ydre Rand. Herved fremkommer et Synsindtryk, en lysende Ring, som man tror at se udenfor Øjet paa den modsatte Side af den, hvor Trykket virker.

36. Til at finde Trykpunkter bruger man et nogenlunde stift Haar sat paa et Skaft med en Draabe Lak (Fig. 98). Med dette Apparat trykker man saa stærkt, at Haaret bøjer sig. Trykket skal kunne føles tydeligt i Trykpunkterne, men ellers ikke. Er Haaret ikke stift nok, kan det forkortes. Man finder lettest Trykpunkter paa Knoerne, naar Fingrene er bøjede, saa at Huden



Fig. 98. Trykpunktapparat.

nogenlunde svær Metalpind med stump Spids (et 4—5" Søm) stukket igennem en Prop, der tjener som varmeisolerende Haandtag, kan gøre god Fyldest. Pinden holdes en passende Tid henholdsvis i koldt eller varmt Vand og tørres hurtigt af. Spidsen føres derefter langsomt hen langs Huden, bedst paa Haandryggen.

Har man markeret et Par Kuldepunkter med Tusch, kan man derefter prøve dem med temmelig stærk Varme.

38. Paa Spidsen af den fremstrakte Tunge anbringes en stor Draabe ca. 20% Sukkeropløsning. Den smages ikke, saa længe Tungen holdes fremstrakt.

39. Dissektion af et Øje. Hertil anvendes bedst Øjet af en ung Kalv; det faas fra en Slagter og opbevares i almindeligt (ikke destilleret) Vand, hvori er opløst 1% Kogsalt. Øjelaag og Rester af Øjemuskler og Fedt afklippes. Læg Mærke til Synsnerven!



Fig. 97.
Elektrisk Irritation af et Frøpræparat.

strammes. Den, der prøves, maa vende Ansigtet bort, saa at han ikke ser, naar Haaret trykkes imod Huden.

37. Til nøjagtige Forsøg over Kulde- og Varmepunkter bruges en hul Metalkegle, hvorigennem der ledes en stadig Strøm af koldt eller varmt Vand, men en

Øjet anbringes i 1% Saltopløsning. Med en skarp Kniv og en Saks deles det i en forreste og en bageste Halvdel. I den bageste Halvdel iagttages i Randen de tre Hinder: Senehinden, Aarehinden med rigeligt mørkt Farvestof og den tynde graa Nethinde. Nethinden løsner sig især i Randen let fra de andre. Synsnervens Indtrædelse ses let, og fra samme Sted udspringer de fine Blodkar, der strækker sig hen over Nethinden.

Den forreste Halvdel af Øjet er udfyldt af det geléagtige Glaslegeme. Væggene, ogsaa Bagsiden af Regnbuehinden, er fuldkommen sorte. Igennem Glaslegemet ser man tydelig Linsen. Glaslegemet fjærnes, og Linsen kan nu let pilles løs sammen med den tynde Hinde, der fæster sig til dens Rand og holder den paa Plads.

Naar Linsen er taget ud af et ungt Dyr, er den næsten symmetrisk, idet forreste og bageste Flade er lige stærkt krummede. Paa et ældre Dyr er forreste Flade ofte kendeligt mindre krum. Skæres der Hul paa Linsen, trænger en Del af det halvflydende Indhold ud. Det udøver altsaa, naar Linsen er hel, et Tryk paa den elastiske Linsekapsel. De inderste Partier af Linseindholdet er temmelig faste.

Den forreste Øjehalvdel gennemskæres ved et Snit vinkelret paa Hornhinden. Man lægger Mærke til Hornhindens Tykkelse, Dybden af forreste Øjekammer og Tykkelsen af Regnbuehinden.



Fig. 99.

40. Luk det venstre Øje. Hold det højre lige over Korset i Fig. 99 eller 100 og hæft Blikket paa det. Der kan da findes en Afstand, hvor Figuren ude til højre forsvinder fuldstændigt. I Figur 99 ses Synsfeltet da ensformigt hvidt, i Figur 100 derimod sort.

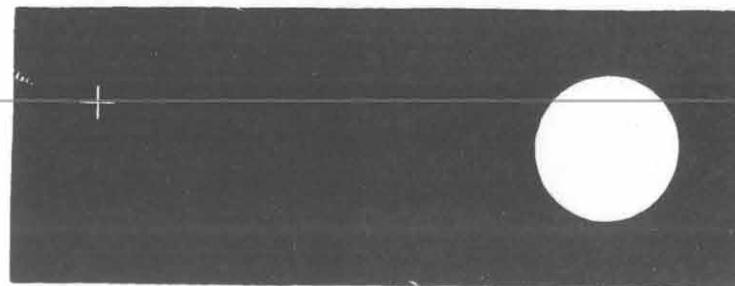


Fig. 100.

41. Luk det ene Øje og se med det andet paa en stor mørk Flade (sort Tavle). Naar nu et Lys bevæges ude til den ene Side, saa at Straalerne falder temmelig skraat ind i Øjet, ser man paa Tavlen eller i Luften foran sig Nethindens sirligt forgrenede Blodkar. Deres Udgangspunkt kan ikke ses (blinde Plet), men med nogen Opmærksomhed lykkes det at finde den gule Plet, idet mange smaa Blodkar fra alle Sider er rettede imod den uden dog at naa den. Haarkarrene er for fine til at ses.

Lyset maa stadig bevæges. Holdes det roligt, forsvinder Billedet snart.

42. Snellens Synsstyrketavle eller S. 125 i denne Bog anbringes i god Belysning. Forsøgspersonen stilles i 6 m. Afstand. Eet Øje prøves ad Gangen, Haanden holdes for det andet.

Et normalt Øje skal kunne læse Linien 6 m. uden Fejl og kan i Reglen læse nogle Bogstaver i den følgende. Et særlig skarpt Øje læser Linien 3 m.

43. En nærsynet lader man gaa nærmere til Synsstyrketavlen efter at have fundet, hvilken Linie han kan læse i 6 m. Afstand, og finder, at Synsstyrken herved bliver forholdsvis bedre. Er Nærsynetheden ikke for stor, og Synsstyrken iøvrigt god, kan man finde en Afstand, hvori han kan læse de dertil svarende Bogstaver.

44. Naar man for det nærsynede Øje, der er 6 m. fra Synsstyrketavlen, sætter en svag Spredelinse, finder man, at Synsstyrken derved forbedres i høj Grad, hvorimod Linsen ikke forøger det normale Øjes Synsstyrke. Har man et Udvalg af Spredelinsener med forskellig Brændvidde, kan man finde den, der netop ophever Nærsynetheden.

45. Til at finde Nærpunktet anvender man en Læseprøve med meget smaat Tryk. Det ene Øje holdes lukket, og man bestemmer nu med Passer eller Maalestok den mindste Afstand, hvori Forsøgspersonen kan læse nogenlunde flydende. Denne Afstand findes mindre for nærsynede end for normale og i Reglen mindre, jo yngre Forsøgspersonen er. Er Nærpunktsafstanden stor, maa Læseprøven trykkes med større Typer, saa store naturligvis, at de kan læses i en Afstand, der er større end Nærpunktets.

46. Nogle smaa Stykker Karton (Visitkort) males mere eller mindre sorte med Tusch, og nogle ganske smaa Stykker hvidt Papir klæbes paa dem i en Orden som vist paa Figur 101. Ser man nu, efter at være nogenlunde mørkeadaptet, paa dem i saa svag Belysning, at man paa et eller andet af Kortene netop kan skimte de hvide Pletter, vil man finde, at hver Gang man retter Blikket mod en bestemt af dem, forsvinder den, medens en anden maaske dukker frem.

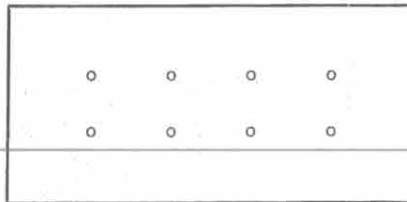


Fig. 101.

47. En rund Papskive inddeles f.

Eks. i 6 ligestore Sektorer, hvoraf hveranden males sort. Sættes den nu ved en Snurre i omdrejende Bevægelse, bliver først Randene af Sektorerne utydelige, og bliver Omdrejningen hurtig nok, ses hele Skiven ensfarvet graa. Indtrykket af sort og hvidt veksler for hurtigt til at kunne opfattes, men til Bevidstheden kom-

mer en Blanding af de to Indtryk. Det samme opnaas, hvis den ene Halvdel af Skiven er sort, den anden hvid; men Omdrejningshastigheden skal da være større.

48. Ser man en kort Tid paa et stærkt Lys og lukker derefter Øjnene, vedbliver man i nogen Tid at se Lyset, først tydeligt, derefter mere og mere udvisket, idet det forsvinder gennem en Række Farveovergange. Dette Billede, der holder sig i nogen Tid, efter at Aarsagen er forsvundet, kaldes et *positivt Efterbillede*.

49. Farveblanding iværksættes lettest ved Hjælp af en Snurre og forskellige farvede Skiver, der hensigtsmæssigt forsynes med et Udsnit, som vist i Fig. 102, saa at de kan skydes mere eller mindre ind over hinanden. Blandingsforsøg foretages med rødt og gult, rødt og grønt, rødt og blaa-grønt, rødt og blaat, samt gult og blaat.



Fig. 102.

50. Farveblindhed. En fuldstændig Undersøgelse af Farvesansen kan foretages med Nagels Apparat, der bestaar af et Antal Kort med forskellig farvede Pletter. De mest udprægede Former af Farveblindhed kan paa-vises ved de Farvepletter, der (efter Nagel) er gengivne bag i Bogen. Farverne i den første Linie er valgte saaledes, at de for en farveblind er Forvekslingsfarver indbyrdes og med graat. I den anden Linie har een Plet Forvekslingsfarve med ildrødt.

Den, der skal undersøges, maa ikke komme nærmere til Farvepletterne end ca. 1 m. Det kan ofte være nødvendigt at gøre opmærksom paa, at der i alle Linierne findes lysere og mørkere Pletter, og at det kun er Farverne, der er Spørgsmaal om. Medens Prøven varer, maa den undersøgte ikke oplyses om, hvorvidt Spørgsmaalene besvares forkert.

51. Tryk med en Finger, der føres ind lige over den nedre Rand af Øjehulen, forneden paa det ene Øje. Man ser da alle vandrette Linier dobbelt, det ene Billede over det andet.

52. Hold en Blyant lodret ca. 20 cm. foran Øjnene og se over den paa en nogenlunde fjærn lodret Genstand (Skorsten, Flagstang), helst med Himlen som Baggrund. Naar Blikket fæstes paa Skorstenen, ses Blyanten dobbelt, og naar det fæstes paa Blyanten, ses Skorstenen dobbelt.

53. Tag en fin og en grovere Synaal og forsøg, medens det ene Øje holdes lukket, at stikke den fine fra Siden ind i Øjet paa den grovere. Gentag Forsøget med begge Øjne aabne.



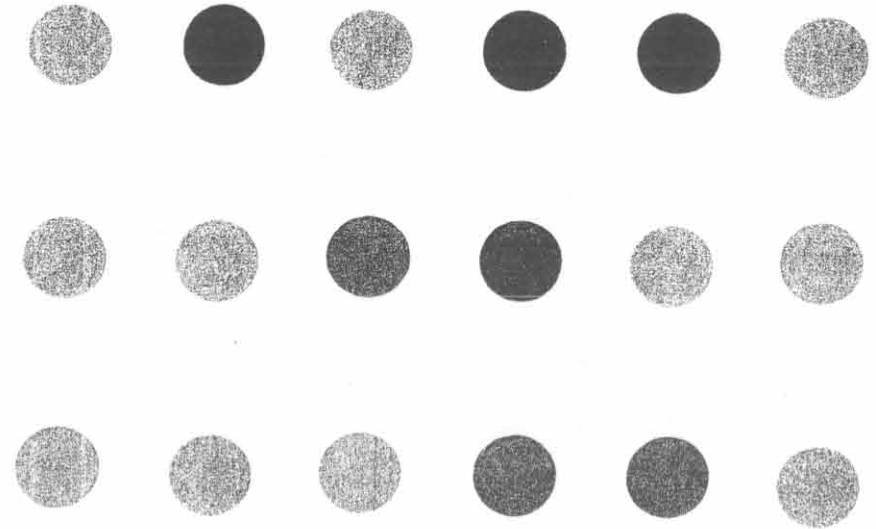
Fig. 103. Øjne, er det umuligt at tage fejl.

54. Ser man paa Figur 103, der forestiller et Glasrør, kan man efter Behag fremkalde Forestillingen om, at Rørets Munding vender noget bort fra en eller noget henimod en, fordi man kan betragte enten den øvre eller den nedre Rand af Munden som den forreste. Ser man med eet Øje paa et virkeligt Glasrør, f. Eks. et Lampeglas, der rager op af en Kuppel, kan man faa en ganske tilsvarende Synsskuffelse, idet man forveksler den forreste og bageste Rand, men ser man med begge

Nogle Næringsmidlers procentiske Sammensætning.

	Ægge- hvide.	Fedt.	Kul- hydrat.	
Oksekød, magert, raat .	17	2		Ben medregnede.
— middelfedt { raat . .	22	4,5		{ benfrit.
{ kogt . .	34	7,5		
Kalvekød, raat	19	7		
Svinekød, magert	20	7		
Lever	20	5		
Hjærte	17	12		
Sild { fersk	15	9		
{ røget	21	8		
Aal	16	18		
Torsk eller Rødspætte .	18	1		
				Af 100 g. raa Fisk kan man kun regne, at ca. 8 g. Æggehv. og 0,5 g. Fedt kommer til Nytte.
Mælk { sød	3	3	5	
{ skummet	3		5	
{ Kærne-	3	0,5	4,5	
Smør og Margarine . . .	1	84		
Hønsæg { Hvide	13			
{ Blomme	16	32		
{ hele Ægget	6 g.	4,7 g.		beregnet f. et Æg paa 50 g.
Hvedemel	11	1,5	74	
Havremel eller Gryn . .	14	6	70	
Byggryn	8	2	72	
Rismel eller Gryn	7	0,5	79	
Rugbrød { groft	6,5	1	48	
{ sigtet	6	1	50	
Franskrød	7	0,5	57	
Ærter, gule	21	2	55	
Kartofler	1,2	0,1	20	
Gulerødder { raa	0,5		10	{ rigeligt Sukker, der ud- trækkes ved Kogning.
{ kogte	0,5		3	
Kaal { raa	1,8	0,4	6	{ Gælder omtrentlig for alle Grøntsager.
{ kogt	0,6	0,1	0,4	
Æbler, Pærer	0,4		12	Gælder omtrentlig for de fleste Frugter.
Bananer	1,5	0,5	23	
Rosiner	2	0,5	60	
Svedsker	2		45	
Mandler og alle Nødder	15—24	55	10	Udnyttes meget ufuld- komment.
Sukker			99	
Hvidtøl			4	2% Alkohol.
Bajersk Øl			6	4% Alkohol.

Farveblindhedsprøve.



Hvilke af disse Rækker indeholder ensfarvede Pletter?

Paavis de Pletter, der er røde eller rødlige.

Paavis de Pletter, der er grønne eller grønlige.

125

12 m.

F Z D B

8 m.

O E L Z T

6 m.

L P O R E D

5 m.

R T V Z B D F

4 m.

A C E O L N P R T

3 m.

V Z B D F H K O S A

2 m.

o e s n r a o u v s n

1 m.

N D H E R F S D O B K

0,6 m.

o s n e u o a r e r v

Liste over nødvendige Apparater og Reagenser m. m., med Forbigaaelse af saadanne, som altid maa antages at forefindes. Alle her nævnte Ting bringes i Handelen af H. Struers Laboratorium.

Mikroskop med Forstørrelse indtil 600 Gange.
 Mappe med farvede mikroskopiske Præparater.
 Dissektionsbestik.
 Kalihydrat — koncentreret Opløsning.
 Druesukker, Stivelse, Dekstrin.
 Jod i Jodkalium.
 Pepsin — Armour.
 Saltsyre — 2 % Opløsning.
 Fibrin i Kloroformvand (holdbart ca. 1 Aar).
 Æggehviderør.
 (Termostat.)
 Apparat til Hjærteklapforsøg.
 Stativ med Klemmer til dette og andre Forsøg.
 Kredsløbsmodel.
 Urinstof.
 Lungemodel.
 Spirometer, med Slange, Mundstykke og Forbindelsesrør.
 Luftanalyseapparat, Pyrogallol, Kalihydrat.
 Respirationsventiler med Slanger og Mundstykke.
 Kultveilteudviklingsapparat.
 Maalerør til Luftarter.
 Bromlud (holdbar ca. 1 Maaned).
 Lægetermometer.
 Holder til Frøer og Frøpræparater.
 Induktionsapparat.
 Konkavlinser med Brændvidder 1, $\frac{1}{2}$ og $\frac{1}{3}$ m.
 Farveskiver til Farveblanding.