DEN ALMINDELIGE
(FYSIOLOGISKE)
GYMNASTIKTEORI

AF

J. LINDHARD

I

MED 8 TAVLER

ANDEN OMARBEJDEDE UDGAVE

KJØBENHAVN
CARL LARSENS FORLAG
1919

V7:387613
KKC0043100821

Biblioteka Gł AWF w Krakowie

1800068571

53213

DEN ALMINDELIGE

GYMNASTIKTEORI

I

17926

DEN ALMINDELIGE
(FYSIOLOGISKE)
GYMNASTIKTEORI

AF

J. LINDHARD

I

MED 8 TAVLER

ANDEN OMARBEJDEDE UDGAVE

KJØBENHAVN
CARL LARSENS FORLAG
1919



6240

GRÆBES BOGTRYKKERI - KJØBENHAVN.

FORORD.

ORDET Gymnastikteori anvendes sædvanligt i den gymnastiske Literatur om en Blanding af fysiologiske og hygieiniske Fragmenter i Forbindelse med Øvelsernes Systematik og Formlære, ofte tillige noget Redskabslære og spredte pædagogiske Vink. For at komme bort fra det pulterkammeragtige, der efterhaanden klæber ved Navnet, og dog bevare dette, har jeg fundet det hensigtsmæsigt, at indføre en Sondring mellem almindelig og speciel Gymnastikteori, idet jeg da ved almindelig Gymnastikteori forstaar anvendt Fysiologi, d. v. s. Fysiologi tilrettelagt med den fysiske Opdragelses Maal og Midler for Øje, ved speciel Gymnastikteori forstaar Læren om de gymnastiske Systemer, Øvelsesstoffets Systematik og Bestemmelsen af de enkelte Øvelsers Virkning og Form.

Nærværende Bogs Emne er den almindelige Gymnastikteori.

Af praktiske Grunde har jeg fundet det rigtigt at fastholde Adskillelsen af Bogen i 3 Dele. Herved opnaaes, at den bliver lettere haandtérlig og lettere at anskaffe, endvidere at de enkelte Hefter uafhængigt af hinanden vil kunne fornyes, naar nye Opdagelser eller nye Synspunkter indenfor det paagældende Omraade maatte gøre en Omarbejdelse ønskelig eller nødvendig.

Da det af økonomiske Grunde ikke lader sig gøre at forsyne Bogen med Textillustrationer, har jeg grebet til den Ud-

vej at anbringe en Del Figurer paa Tavler bag i hvert Hefte i det Haab, at disse trods den mindre praktiske Anbringelse vil kunne forøge Bogens Brugbarhed.

Under Udarbejdelsen af nærværende Udgave har jeg i det væsentlige støttet mig til de hos os almindeligst brugte Lærebøger i Fysiologi, navnlig Bayliss: Principles of general Physiology, Starling: Principles of human Physiology, Tigerstedt: Lehrbuch der Physiologie des Menschen og Zuntz & Loewy: Lehrbuch der Physiologie des Menschen samt nogle Monografier og Specialafhandlinger; fra disse Arbejder er ogsaa et Flertal af de anvendte Illustrationer laante.

Den foreliggende første Del indeholder en kort Fremstilling af Cellens Fysiologi, desuden af den interne Secretion og Nervesystemets, incl. Sanseorganernes, Funktioner. Anden Del omfatter Bevægelsesorganernes Fysiologi og Mekanik; tredie Del omhandler Blod, Kredsløb, Respiration, Fordøjelse, Assimilation, Nedbrydning og Excretion, Stofskiftets kvantitative Forhold, Varmeregulation og Forplantning.

Frederiksberg i Maj 1919.

FORF.

INDHOLD.

Side

Indledning 1
Cellen og dens Funktioner 5
De flercellede Organismer 21
Den interne Secretion 26
Nervesystemet 40
A. Almindelig Nervefysiologi 40
Nervesystemets Bygning 42
Nervesystemets funktionelle Inddeling 44
I. De nervøse Terminalorganer 44
II. De nervøse Centre 49
III. Ledningsbanerne 54
Nervesystemets almindelige Funktion 58
B. Speciel Nervefysiologi 74
I. Sanseorganerne 74
a. Tryksansen 75
b. Temperatursansen 77
c. Smærtesansen 79
d. Bevægelsessansen 81
e. Orienteringssansen 83
f. Lugtesansen 90
g. Smagssansen 92
h. Høresansen 93
Stemmen 101
i. Synssansen 106

Side
II. De nervøse Centre 134
Rygmarven 134
Hjærnen 135
Hjærnestammen 136
Hemisfærehjærnen 141
III. Ledningsbanerne 149
De intercentrale Baner 149
De perifere Baner 155

INDLEDNING

Fysiologi er Læren om Organismernes Livsytringer. Anatomi er Læren om Organismernes Struktur. Det er dog næppe muligt at drage nogen skarp Grændse mellem disse to Videnskaber; det er navnlig ikke vel muligt at naa til en Forstaaelse af de fysiologiske Fænomener uden Kendskab til Bygningen af de Organer, hvortil den undersøgte Funktion er knyttet. Anatomien kan være sig selv nok, saalænge den er rent beskrivende; den anatomiske Struktur af et Organ eller en Organisme kan — saavidt man endnu kender den — bestaa en vis Tid efter Livets Ophør; Bygningen er altsaa for saa vidt uafhængig af Funktionen. Men de Fænomener, der interesserer Fysiologen, er alle knyttede til visse Strukturelementer og bortfalder, naar disse destrueres. Man har ganske vist fra fysiologisk Side stærkt fremhævet, at den levende Organisme er et dynamisk Objekt, — en Opfattelse, der findes klarest formuleret i Paradoxet: »An animal is something that happens«; — men man kommer dog ikke udenom den Kendsgærning, at Struktur og Funktion er nøje sammenknyttede, saa nøje, at et Studium af Organismens Livsytringer, der ikke tager Hensyn til dens Bygning, sikkert før eller senere vil komme paa Afveje. Studiet af Fysiologien forudsætter derfor anatomiske Kundskaber. Men Kendskab til Organismernes Bygning er ikke tilstrækkeligt, naar det gælder at studere deres Liv.

Hvad Liv er lader sig ikke definere; man kender kun visse af dets Ytringsformer samt nogle af de Betingelser, som

disse kræver for at kunne udfolde sig. Liv synes saaledes knyttet til visse meget sammensatte Stoffer, Proteinstoffer, som findes i alle Organismer, men som det endnu ikke er lykkedes at fremstille syntetisk. Tilstedeværelsen af Proteinstoffer er dog ikke ensbetydende med Tilstedeværelsen af Liv; disse Stoffer kan bestaa ogsaa efter Organismens Død. Den levende Substans er karakteriseret ved et ejendommeligt Stofskifte, der bestaar i, at visse Stoffer (Næringsstoffer) stadig optages og enten opbygges til de mere sammensatte Stoffer, hvoraf Organismen bestaar, eller nedbrydes til simplere Forbindelser under Frigørelse af Energi. Dette Stofskifte maa antages at bero paa fysisk-kemiske Kræfter: Kemisk Affinitet, Diffusion, Osmose, Overfladevirkninger, elektrolytisk Dissociation osv. Fysik og Kemi maa derfor sammen med Anatomien danne Grundlaget for Studiet af de fysiologiske Problemer. Selv i saadanne Tilfælde, hvor disse paa Grund af deres komplicerede Natur endnu ikke kan overses, og hvor Lovene, de følger, ikke er aabenbare, tyder dog alt, hvad der foreligger, paa, at de virksomme Kræfter kan føres tilbage til de fra Fysiken og Kemien kendte. At antage andre, forøvrigt ubekendte, saakaldte »vitale« Kræfter fører til intet, fordi vi ganske mangler en Maalestok for saadanne Kræfter, ligesom vi savner Metoder til deres nærmere Udforskning. De i Fysiologien anvendte Undersøgelsesmetoder er alle laante fra Fysik og Kemi med de Ændringer og Udvidelser, som Anvendelsen paa de fysiologiske Problemer maatte kræve.

Stofskiftet kræver atter visse ydre Betingelser, der dog kun i meget grove Træk lader sig generalisere, idet de forskellige Organismer i saa Henseende stiller ret forskellige Fordringer. Tilstedeværelsen af Vand er saaledes en Nødvendighed, fordi de kemiske Omsætninger, der kendetegner Stofskiftet, kun vil finde Sted, naar Stofferne mødes i opløst Tilstand. Ganske enkelte Organismer er dog i Stand til at udholde fuldstændig Udtørring, idet de overgaar i en Tilstand af latent Liv; Livet vil da atter kunne manifestere sig,

naar Betingelserne for dets Udfoldelse vender tilbage. Nødvendige er ligeledes visse Stoffer, Næringsstoffer, ɔ: som nævnt de Stoffer, hvoraf den levende Substans opbygges, eller som tjener Organismen som Energikilde. Fra et blandet Næringssubstrat vil den levende Substans være i Stand til indenfor visse Grændser at »udvælge« netop de Stoffer, som den paagældende Organisme har Brug for, og lade andre ligge; men ogsaa denne Egenskab behøver kun at forudsætte kendte kemiske og fysiske Kræfter. For de fleste Organismer er tillige Ilt en Nødvendighed, men der gives enkelte Former, for hvilke Ilt selv i ringe Concentration er en Gift, og selv for saadanne, der kræver Tilstedeværelse af Ilt som en Livsbetingelse, gælder det, at denne ved stærkere Concentration vil kunne virke dræbende paa den levende Substans. Endvidere spiller Temperaturen en Rolle for Stofskiftet som for de kemiske Processer overhovedet. Temperaturgrændserne er dog for mange Organismer ret vide, særligt taales lave Temperaturer ofte forholdsvis godt, idet Organismen kan overgaa i et latent Stadium, fra hvilket den atter, naar Temperaturen stiger, kan overgaa til aktivt Liv. Høje Temperaturer vil derimod som Regel virke destruerende paa den levende Substans. Endeligt har ogsaa Trykforholdene Betydning. Ingen Organisme taaler en Trykforøgelse udover visse Grændser, derimod synes Trykfald af ringe Virkning, naar undtages saadanne Organismer, for hvilke Ilttrykket er af afgørende Betydning. For de i Vand levende Organismer er endvidere Hensyn at tage til Omgivelsernes osmotiske Tryk.

Summen af alle de ydre Vilkaar, hvorunder Organismen lever, fremkalder som Reaktion dennes normale Livsytringer. Enhver Forandring af Livsbetingelserne medfører lovmæsige Forandringer i Organismens Reaktion, dels kvantitative, idet de normale Livsytringer enten forstærkes eller svækkes, dels kvalitative, idet de normale Processer perverteres og antager et fra det sædvanlige afvigende Forløb.

Det er Fysiologiens Opgave at udforske Lovene for Or-

ganismens Reaktioner mod Omverdenen, at opløse de mere komplicerede Livsytringer i deres Grundelementer, at bestemme det enkelte Fænoméns Plads i Aarsagskæden og saavidt muligt føre det tilbage til kendte fysisk-kemiske Forhold. — Fysiologien søger at udrede Livets Mekanisme, at besvare Spørgsmaalet: »Hvorledes gaar det til?«, den kan derimod ikke besvare noget »Hvorfor?«, den giver ikke Forklaring paa Livet.

CELLEN OG DENS FUNKTIONER

GRUNDFORMEN for den levende Organisme, den funktionelle Enhed, er Cellen, ɔ: en — som Regel mikroskopisk — begrændset Masse af levende Substans.

Den levende Substans i sin mest primitive Form kaldes Protoplasma. Det maa altsaa erindres, at denne Betegnelse dækker over et funktionelt Begreb, ikke over et kemisk. Protoplasma er overhovedet ikke et enkelt Stof, der kan defineres kemisk, dets Konstitution varierer saa at sige fra Celle til Celle. Protoplasmaets Konsistens er halvflydende eller flydende; men det er næppe homogent; det indeholder som de kolloidale Opløsninger ultramikroskopiske Partikler. Man har beskrevet og navngivet forskellige ultramikroskopiske Dannelser i Protoplasmaet, Dannelser, som skulde være de egentlige Bærere af Livet, og som ikke kan opstaa af dødt Materiale, end ikke af Protoplasmaets Grundsubstans, men kun af forudgaaende Elementer af samme Art; men disse Undersøgelser maa endnu betragtes som højst usikre. Den levende Substans findes ikke i uformede, ubegrændsede Masser men er individualiseret i Celler. Hvori Individualiteten bestaar, ved man ikke, men den er en Kendsgerning selv hos de laveste Livsformer. En nøgen Celle, der tilsyneladende er en uformelig Protoplasmamasse, kan »krybe« igennem en Vatprop; Cellelegemet maa altsaa sønderdeles i utallige, yderst fine Traade, der paany forener sig til en samlet Masse, naar Hindringen er passeret; denne Sammenflyden synes at fore-

gaa øjeblikkeligt og uden Vanskelighed, men hvis den samme Celle kommer i direkte Berøring med en anden nøgen Celle af samme Art, vil de to Celler ikke flyde sammen men bevare deres Individualitet.

Navnet Celle har sin Oprindelse fra Planteriget; de højere Planters Celler er omgivne af en forholdsvis fast Membran, hvilket under Mikroskopet giver Plantevævet et kamret Udseende, der minder om Cellerne i en Bikage. Skønt den dyriske Celle som Regel mangler Membram, er Navnet dog blevet bibeholdt, og alle Forsøg paa at erstatte det med et andet og mere betegnende er mislykkede. Planternes kamrede Bygning blev opdagede midt i det 17. Aarhundrede af Hooke; men først i 1838 fremsatte Schleiden den Lære, at alle højere Planter var opbyggede af Celler. Aaret efter fremkom Schwann's grundlæggende »Celleteori«, der hævdede, at de højere Dyrs Legemer ligesom Planternes var opbyggede af Celler. Endnu var der dog en ikke ringe Uklarhed med Hensyn til Cellens Natur og Oprindelse; der forløb henved en Snes Aar, før Virchow fremsatte sin berømte Læresætning, at enhver Celle opstaar af en anden Celle og kun ad denne Vej. De lavest staaende Organismer bestaar af en eneste Celle, de højere og højerestaaende bestaar af en Mangfoldighed af Celler, der dog alle er opstaaede ved Deling af en enkelt (Virchow's Sætning).

Cellen dannes af to Hovedbestanddele: Cellelegemet, Cytoplasma, og Cellekærnen, Nucleus (Fig. 1 og 2), hertil kommer desuden Cellemembranen, der som nævnt er typisk for de højere Planters Celler men som Regel ikke findes, i alt Fald ikke tydeligt udformet, i den dyriske Celle. Man har ment, at ogsaa Kærnen kunde mangle i de simpleste Celleformer; men efterhaanden som Undersøgelsesmetoderne er blevet forbedrede, indskrænkes de kærneløse Cellers Omraade mere og mere, og man anser det nu for givet, at enhver levedygtig Celle er i Besiddelse af Kærne. Naar visse Celleformer i de højere Dyrs Legeme viser sig kærneløse,

anser man dette for et Degenerationsfænomen, tydende paa, at den paagældende Celle gaar sin snarlige Undergang i Møde. Et velkendt Exempel i saadanne Celler har man i de røde Blodlegemer hos Mennesket.

Saavel Cytoplasma som Kærne viser ofte en ejendommelig Struktur; men med Hensyn til dennes Detailler findes der hos forskellige Forfattere meget afvigende Meninger. Sagen kunde ved første Øjekast synes simpel og ligetil; men Vanskelighederne er i Virkeligheden overmaade store. Det kan ofte være umuligt at se Strukturelementer i den levende Celle, f. Ex. hvis de har samme Lysbrydningsforhold som det omgivende Protoplasma, og man kan paa den anden Side aldrig være sikker paa, at dét, man ser i den døde, præparerede Celle, ikke er postmortelle eller artificielle Dannelser. Det er i alt Fald sikkert, at man ofte ved forskellige Hærdnings- og Farvningsmetoder kan finde en ganske forskellig Struktur i den samme Celle. Og Strukturen kan naturligvis være forskellig i forskellige Celler.

Iflg. én Opfattelse bestaar Cytoplasmaet af en halvflydende homogen Masse, Hyaloplasma, indlejret i et Netværk af fastere Substans, Spongioplasma (se Fig. 1). Traadene i dette Netværk er oftest noget fortykkede, hvor de støder sammen, og disse Fortykkelser kan under Mikroskopet give Cytoplasmaet et kornet Udseende. I den dyriske Celle er Cytoplasmaets yderste Lag meget ofte af en anden Konsistens end de dybereliggende og kan undertiden antage Karaktér af en Cellemembran, der dog ikke maa forvexles med Planternes Cellemembraner. I Cytoplasmaet findes Cellens »Organer«, saaledes et lille Legeme, Centrosomet, der, paa Grund af den Rolle det spiller ved Cellens Formering, maa antages at danne en integrerende Bestanddel af denne, samt forskellige formede Legemer, Plastider, der ligeledes synes at være selvstændige Dannelser, hvortil vigtige Funktioner kan være knyttede; endelig finder man sfæriske vædskefyldte Hulrum, Vacuoler, der kan være pulserende (Respirations- og Circulationsorganer)

eller indeholde faste Partikler, der tjener Cellen som Næring (Fordøjelsesorganer). I nogle Tilfælde findes Reservenæring aflejret, oftest i Form af Granula. Nogle af de nævnte »Organer« er persisterende, andre — saaledes »Maverne«, der dannes omkring optagne Fødepartikler, — er derimod interimistiske, optrædende paa forskellige tilfældige Steder i Cellelegemet.

Cellekærnen i de højere Dyrs Celler viser sig under Mikroskopet oftest rund eller oval men kan ogsaa antage en uregelmæsig lappet Form. Der findes som Regel én Kærne i hver Celle, men ogsaa fra denne Regel gives Undtagelser; der findes i den tværstribede Muskeltraad i Skeletmusklerne og i de saakaldte Kæmpeceller i Benmarven endog talrige Kærner. Kærnens Beliggenhed er mere eller mindre central; den er altid omgivet af Cytoplasma. Kærnen er ikke altid synlig i den levende Celle, men kan paa den anden Side ogsaa være meget fremtrædende alt efter dens forskellige Lysbrydningsforhold; ved Paavirkning med forskellige Reagentier og navnlig ved Farvning med visse Anilinfarver vil den som oftest træde meget tydeligt frem. — Heller ikke Kærnen er homogen men bestaar perifert af et sammenhængende Lag, hvorfra der sendes forskelligtformede Udløbere ind i dens Masse, dannende et Kammerværk, hvis Rum er udfyldt af en homogen, flydende Matrix. Kærnenettets Traade bestaar ikke af en enkelt Substans men sædvanligvis af to, af hvilke den ene, Chromatin, der findes som Korn eller som Traade, er stærkt modtagelig for visse Farvestoffer. Desuden indeholder Kærnen et eller flere smaa, som Regel kuglerunde, stærkt lysbrydende Legemer, Nucleoli, og endeligt er den omgivet af en »Membran«, der er achromatisk men for øvrigt ligner Nucleoli i kemisk Henseende.

I fysiologisk Henseende har Cellens »Membraner« eller rettere Grændseflader overordentlig stor Betydning. Saadanne Grændseflader træffer man som nævnt afgrændsende Cellelegemet fra Omverdenen, Kærnen fra Cellelegemet, Vædsken

i Vacuolerne fra det omgivende Cytoplasma, i det Hele mellem Cellens »Formelementer« og det mere eller mindre homogene Protoplasma; ofte danner Grændselagene semipermeable Membraner, hvis større eller mindre Gennemtrængelighed regulerer de osmotiske Processer, og det er overvejende sandsynligt at adskillige andre fysisk-kemiske Processer, der ledsager Cellernes vitale Manifestationer, — eller maaske er identiske med disse, — netop er Overfladevirkninger: mekanisk Overfladespænding, Adsorption, elektriske Fænomener. I kolloidale Opløsninger kan Grændsefladerne naa en overordentlig Udstrækning og Overfladefænomenerne en tilsvarende Intensitet. Overfladekræfterne viser deres Virkninger paa mangfoldige Maader, og Forholdene kompliceres yderligere derved, at Overfladernes fysisk-kemiske Egenskaber viser sig at kunne variere ikke blot som Led i generelle Forandringer hos Cellen men ogsaa rent lokalt. Mange af de almindelige Livsytringer, der tidligere for Undersøgerne stod som gaadefulde og betragtedes som Udslag af saakaldte vitale Kræfter, synes nu at tillade en fysisk-kemisk Tolkning.

Det Stofskifte, der foregaar i Cellen, er af dobbelt Natur. Dels foregaar der en Assimilation, en Syntese, der enten resulterer i en Forøgelse af den levende Substans eller i Dannelsen af andre Stoffer saasom Reservenæring, dels sker der en Nedbrydning, Dissimilation, der bestaar i, at Stoffer spaltes til simplere Forbindelser under Frigørelse af Energi. Disse Processer har hos Planter og Dyr et forskelligt Forløb.

Den organiske Syntese, der saa at sige danner Grundlaget for hele Assimilationsvirksomheden hos de højere Planter og Dyr, er de grønne Planters Stivelsedannelse. Denne Proces bestaar i, at Plantens Chlorophyl ved Hjælp af Sollysets frie Energi spalter Atmosfærens Kulsyre, hvis Kulstof indgaar i Stivelsen, medens Ilten bliver fri. Reaktionen kan ganske groft illustreres paa følgende Maade: $6\,nCO_2 + 5\,nH_2O = n(C_6H_{10}O_5) + 6\,nO_2$. Bladgrøntet er knyttet til visse

Plastider i Cellelegemet, og Stivelsedannelsen synes da ogsaa at kunne forløbe uden Cellekærnens Medvirkning, hvorimod Kærnen er nødvendig for den videre Syntese. Kærneløse Cellefragmenter er saaledes ude af Stand til at danne Cellulosemembran, hvorimod kærneholdige Fragmenter meget hurtigt vil danne en saadan. Af Stivelsen i Forbindelse med Vand og Salte optagne fra Jordbunden opbygger nu Planten sine øvrige Bestanddele, først og fremmest Proteinstofferne; disse dannes dog ikke direkte men gennem en Række af Mellemstadier. Medens den grønne Plante altsaa optager Kulstoffet fra den omgivende Luft, maa Kvælstoffet optages med Salte fra Jordbunden særlig som Nitrater og Ammoniakforbindelser, idet Planterne i Almindelighed ikke formaar at udnytte Atmosfærens Kvælstof. Fra denne Regel gives dog Undtagelser. Der findes Planter, der ligesom Dyrecellen kun kan udnytte Kvælstof i organisk Binding, og der findes paa den anden Side visse Bakterier (levende i ejendommelige Knolde paa Bælgplanternes Rødder), som er i Stand til at danne N-forbindelser af det atmosfæriske Kvælstof. Disse kan altsaa berige den Jordbund, hvori de lever, med bundet Kvælstof. — I Modsætning til den grønne Plantecelle formaar den dyriske Celle ikke at danne Protoplasma af rene mineralske Stoffer. Dyrecellens Synteser gaar ud fra organiske Stoffer, fra Stoffer, der tidligere har dannet en integrerende Bestanddel af en Plante- eller Dyrecelle. Dyreliv forudsætter Planteliv.

Ved Assimilationsprocessen forvandles altsaa Sollysets aktuelle Energi i potentiel Energi; denne kan atter frigøres ved Dissimilationsprocesserne i Cellen. Flertallet af disse Nedbrydningsprocesser bestaar i en Forbrænding, Oxydation, af Næringsstofferne, hvorved der af de N-frie Stoffer dannes Kulsyre og Vand. Kulstof og Brint forlader altsaa Organismen i samme Form som de optages, og noget lignende viser sig at gælde ogsaa for Kvælstoffets Vedkommende.

Nedbrydningen reguleres af de levende Celler og er indenfor vide Grændser uafhængig af det tilstedeværende Ilttryk. Hvis Dissimilationsprodukterne ophobes i Cellen, vil de virke hemmende paa dennes Livsytringer eller endog dræbende; de maa derfor udskilles, efterhaanden som de dannes, og denne Udskillelse sker dels ved Diffusion (de luftformige Stoffer) dels ved osmotiske Processer.

Under sædvanlige Forhold holder de assimilatoriske og dissimilatoriske Processer hinanden i Ligevægt ($A = D$); og denne Ligevægt søger Cellen at bevare. Under Cellens Vækst er imidlertid Assimilationen overvejende ($A > D$). Aarsagen til Væxten kendes ikke; man véd kun, at enhver Celle har en Vækstperiode, der afsluttes, naar Cellen har naaet en vis for Arten karakteristisk Størrelse. Ligesaalidt véd man, hvad Aarsagen er til Væxtens Ophør; men man har dog visse Formodninger. Stofskiftet er en Funktion af Overfladens Størrelse, og der maa derfor bestaa et vist Forhold mellem denne og Cellens Masse. Men Forholdet Overflade : Masse maa under Cellens Vækst stadig formindskes, og det er derfor rimeligt at antage, at Væxten maa ophøre, naar Overfladens relative Størrelse har naaet et vist Minimum, det for Cellens normale Ernæring netop nødvendige. Det maa ligeledes antages, at Forholdet mellem Kærne og Cytoplasma spiller en vis Rolle, idet Kærnen, der er Bærer af eller i alt Fald medvirkende ved flere af Cellens livsvigtige Funktioner, kun har en begrændset »Actionsradius«. Det er i alt Fald saaledes, at meget store Celler oftest har flere Kærner. I andre Tilfælde f. Ex. under Inanition er Nedbrydningen stærkest ($D > A$). Naar den Aarsag, der har forstyrret Ligevægten, ophører at virke, vil der atter indtræde Ligevægtstilstand, og, da Stofskiftet bestaar i kemiske Processer, maa det antages, at denne er bestemt ved den kemiske Massevirkningslov. Optagelse af Ilt og Udskillelse af Kultveilte, Cellens respiratoriske Stofskifte, foregaar uafhængigt af Cellekærnen; der-

imod synes Tilstedeværelsen af Kærnen nødvendig for det øvrige Stofskifte.

Det er især indenfor Assimilationens Omraade, at man tidligere fandt det nødvendigt at antage særlige »vitale« Kræfter, idet Cellen synes i Stand til at vælge og vrage mellem de forhaandenværende Stoffer paa Trods af det osmotiske Tryk og andre fysiske Kræfter; det er dog mest sandsynligt, at dette »Valg« kun er at opfatte som et Udtryk for kemisk Affinitet mellem Cellesubstansen og de paagældende Stoffer. Oftest maa de Næringsstoffer, der bydes Cellen, undergaa en Omdannelse, før de kan assimileres. Denne Omdannelse kaldes Fordøjelse. En Amøbe f. Ex. kan optage en anden Celle, en Bakterie, Diatomé el. lign. i sig, idet denne omhylles af Amøbens Cytoplasma, hvorefter der danner sig en Vacuole, en interimistisk Mave, omkring Byttet. I Vacuolen foregaar den fremmede Celles Fordøjelse, og Fordøjelsesprodukterne assimileres, hvorefter de ufordøjede Dele atter udstødes af Amøbens Cellelegeme. At ogsaa Optagelse og Udskillelse af faste Legemer for Amøbens Vedkommende kan tænkes at foregaa uden Medvirkning af »vitale« Kræfter, har man illustreret ved følgende Exempel: Hvis man anbringer en Draabe Chloroform i Vand kan man ikke stikke Hul i Draaben med en tynd Glaspind; man kan trykke »Buler« i den, men saa snart Trykket ophører, antager Draaben paany Kugleform. Overtrækker man derimod Glaspinden med et tyndt Lag Shellak, da kan man med Lethed stikke den i Chloroformdraaben, idet denne ved Berøring øjeblikkeligt omhyller Staven og opløser Shellaken; men naar denne er opløst, trækker Chloroformen sig atter tilbage fra Glasset, og Draaben regenereres. Altsaa: Glas er ikke Mad for Chloroformcellen og optages derfor ikke af denne. Shellaken er derimod fordøjelig og optages derfor strax; naar Fordøjelsen er tilendebragt, udstødes den ufordøjelige Rest nemlig Glaspinden. — Fordøjelsen foregaar ved Hjælp af katalytisk virkende Stoffer, som produceres af Cellen selv, saa-

kaldte Enzymer, der kan optræde saavel intra- som extracellulært. Enzymerne er ikke levende Substans og deres Virkning er uafhængig af denne; de er saa at sige den levende Celles Værktøj.

Den ved Dissimilationsprocesserne aktiverede Energi kan vise sig under forskellige Former. Der kan saavel hos Planter som hos Dyr paavises elektriske Fænomener, der i enkelte Tilfælde kan naa en endog meget betydelig Intensitet. Ogsaa Lysfænomener er velkendte. Af mere almen Interesse er endelig Udviklingen af termisk og mekanisk Energi.

Varme dannes ved alle dissimilatoriske Processer, om den end ikke overalt lader sig paavise, enten fordi Produktionen overhovedet er ringe, eller fordi den foregaar meget langsomt. For Cellens Husholdning er det af indgribende Betydning, om den dannede Varme bortledes eller forbliver paa Dannelsesstedet, idet Cellens Temperatur, som allerede omtalt, er en Faktor af ikke ringe Betydning for de kemiske Processers Forløb.

Mange Celler besidder Evne til at omsætte den aktiverede Energi til Bevægelse. Bevægelsen kan enten som i sin simpleste Form give sig til Kende blot som en Omlejring af Cellens Strukturelementer eller — hos visse Planteceller — ved en Rotation af det samlede Cellelegeme indenfor Membranen, eller den kan vise sig i sin typiske Form, den amøboide Bevægelse, hos den membranløse fritlevende Celle, der er i Stand til at forandre Plads i Forhold til Omgivelserne. En saadan Celle forandrer stadig Form, idet den halvflydende Hyaloplasmamasse skyder sig frem fra Spongioplasmaets Netværk som forskelligt formede Udløbere, Pseudopodier. En saadan Udløber kan atter trækkes tilbage, men den kan ogsaa, idet den klæber sig fast til Underlaget, trække hele Cellelegemet efter sig; fortsættes denne sidste Manøvre, vil Cellen altsaa komme til at »krybe« hen over Underlaget.

Som en ejendommelig Form for Bevægelse maa endnu

nævnes Fimrebevægelsen, der er localiseret til smaa haarlignende protoplasmatiske Dannelser paa Cellelegemets Overflade, de saakaldte Cilier. Bevægelsen antager alt efter sin Funktion forskellige Former. Den tjener dels til at bevæge Cellen i Forhold til Omgivelserne, dels kan den staa i Ernæringens Tjeneste saaledes som de Svinghaar, der er anbragt omkring visse Infusoriers »Mund«, endelig kan den, hvor mange Celler staar tæt sammen, og hvor Cilierne bevæger sig paa samme Maade, langsomt i én Retning og derpaa hurtigt i den modsatte, tjene til at fjærne fremmede Legemer fra den fimrende Overflade. Den Kraft, en saadan fimrende Flade kan udfolde, er ikke helt ubetydelig, i gunstigste Tilfælde 6,8 gmm pr. qcm og Min., hvilket svarer til, at hver enkelt Celle i et Minut løfter sin egen Vægt 4,95 m. — Ogsaa Bevægelsesevnen synes at være en Funktion, der udelukkende er knyttet til Cytoplasma og som altsaa er uafhængig af Kærnen.

Cellens Livsytringer kan paavirkes saavel af indre som af ydre Kræfter, Irritamenter. Et Irritament kan udløse en assimilatorisk Proces, trofisk Irritament, eller det kan virke dissimilatorisk og altsaa give Anledning til Produktion af aktiv Energi. I sidste Tilfælde gælder den Lov, at den aktive Energi, der udløses, langt overstiger Irritamentets Energi.

Irritamentet maa have naaet en vis Styrke, Tærskelværdien, før det viser sig virksomt; fra denne Grændse tiltager Virkningen med Irritamentets Styrke, dog ikke proportionalt med denne. For lige store Tilvæxter i Irritamentet bliver Tilvæxten i Virkning mindre og mindre, indtil denne for en vis Styrke af Irritamentet naaer sit Maximum. Foruden Irritamentets Styrke spiller saavel dets Varighed som Intensitetssvingningernes Hastighed en betydelig Rolle; og endelig har ved rhytmiske Irritamenter selve Rhytmen Betydning. Cellen besidder Evne til at opsummere Irritamenter; ofte kan et

Irritament, der er for svagt til at virke ved en enkelt Application, blive virksomt, naar det gentages rhytmisk.

Efter enhver dissimilatorisk »Udladning« følger et Refraktærstadium, indenfor hvilket Cellen er uimodtagelig for nye Irritamenter. Refraktærstadiet forlænges, naar Regenerationen af en eller anden Grund vanskeliggøres, og kan til sidst gaa over til en mere protraheret eller permanent Tilstand, Træthed eller Lammelse.

Cellen vil reagere paa et hvilketsomhelst Irritament, der overhovedet viser sig virksomt, paa en for den ejendommelig Maade; Resultatet, Cellens Reaktion, vil kvantitativt være bestemt af to Faktorer, af Irritamentets ovenfor nævnte Egenskaber samt af Cellens Modtagelighed, Følsomhed, for det paagældende Irritament. Denne sidste Størrelse er ikke konstant; Virkningen af et givet Irritament kan under forskellige Forhold være forskellig. Hvis et Irritament (I), naar det virker alene paa en Celle (C), udløser en dissimilatorisk Proces (D) af en vis Størrelse, medens det, naar det virker samtidigt med et andet Irritament (I_1), der, hvis det virkede alene, vilde være uden Betydning for den paagældende Reaktion, giver en større Virkning (D_1), da har det andet Irritament forøget Cellens Følsomhed for det første Irritament, og det vil da ad denne indirekte Vej faa Betydning med Hensyn til Forløbet af den paagældende Stofskifteproces. Man kan anskueliggøre dette Forhold paa følgende Maade:

$$I \rightarrow C = D$$
$$I_1 \rightarrow C = o$$
$$(I + I_1) \rightarrow C = D_1 > D.$$

Cellens Livsvirksomhed medfører Dannelsen af Irritamenter i den levende Substans, der sikrer Livets fortsatte Bestaaen; saadanne Irritamenter kaldes automatiske. De fleste Irritamenter skyldes dog ydre Kræfter og benævnes der-

efter kemiske, termiske, photiske, elektriske, mekaniske Irritamenter.

Der staar endnu tilbage at omtale en af Cellens fundamentale Funktioner, Formeringen. Cellen er i Stand til at dele sig, til at danne nye Celler, og derigennem muliggøre Livets Fortsættelse. Man kender to Former for Celledeling. Den første er den saakaldte direkte, amitotiske, Deling, der foregaar paa den Maade, at Kærnen antager Timeglasform, hvorefter den skiller sig i to Døttrekærner; der kan herefter foregaa en ganske lignende Deling af Protoplasmaet, men oftest udebliver denne, og man faar en flerkærnet Celle. Denne Delingsmaade forekommer som Regel kun i Celler, der er bestemte til hurtigt at gaa til Grunde.

I fuldstændig levedygtige Celler træffer man den anden Form for Celledeling, den indirekte, mitotiske. Den mitotiske Kærnedeling eller Karyokinesen er først nylig blevet kendt, og endnu er ikke alle Detailler i denne komplicerede Proces fuldt oplyste. Som Objekt for Undersøgelsen anvender man som Regel Celler fra visse lavere Hvirveldyr eller hvirvelløse Dyr, der paa Grund af deres Størrelse frembyder gunstige Betingelser for den finere Iagttagelse. Saadanne Celler er f. Ex. Epithelcellerne hos Salamandre. Naar en saadan Celle skal til at dele sig, forsvinder Kærnelegemerne, og den chromatiske Substans samler sig i Form af kortere eller længere stavformede Legemer, Chromosomer, der efterhaanden afgrændser sig skarpt fra den øvrige Kærnesubstans (se Fig. 2). Chromosomerne, der altid er til Stede i et bestemt for den paagældende Celle karakteristisk Antal, er vinkelbøjede og vender Ombøjningsstedet mod Cellens ene Pol, de frie Ender mod den anden. Samtidigt med Chromosomernes Dannelse forsvinder Kærnemembranen og tillige optræder nu ved hver af Cellens Poler et af de før omtalte Centrosomer, mellem hvilke der er udspændt en tenformet Figur af fine achromatiske Traade. Naar dette Stadium er naaet, ordner Chromosomerne sig i Cellens Æquator til en

stjærneformet Figur (Moderstjærnestadiet) og spalter sig derefter paa langs i to Halvdele, der bægge bevæger sig bort fra Cellens Æquatorialplan henimod hvert sit Centrosoma. Samtidig med denne Bevægelse af Chromosomerne begynder en Indsnøring af Protoplasmaet ved Cellens Æquator; og naar Chromosomernes Vandring er tilendebragt, og de har lejret sig omkring de to Pollegemer (Døttrestjærnestadiet), er ogsaa Spaltningen af Protoplasmaet færdig, og de to Døttreceller er dannede. I disse foregaar der nu ganske de samme Omdannelser som før i Modercellen, men i omvendt Orden, indtil de to Døttrekærner har antaget den sædvanlige for den hvilende Cellekærne karakteristiske Struktur.

Saalænge de ydre Betingelser er gunstige, vil encellede Organismer formere sig ved simpel Deling paa den ovenfor beskrevne Maade. Bliver Livsbetingelserne ugunstige, kan der optræde en anden Formeringsmaade, Conjugation, der er analog med den kønnede Formering eller Forplantning hos de højere Organismer. Conjugationen bestaar i, at to som Regel ens udseende Celler forenes, hvorpaa den saaledes dannede Celle, Zygoten, enten strax eller efter en kortere eller længere Hvileperiode begynder at dele sig til nye Individer paa sædvanlig Maade. Conjugationen hos et Infusionsdyr (Paramæcium) beskrives saaledes: To Celler, der hver indeholder en stor og en lille Kærne, smelter sammen, hvorpaa de store Kærner forsvinder, medens de smaa deler sig 2 Gange og altsaa danner hver 4 Smaalegemer. Af disse gaar 3 til Grunde medens den fjerde deler sig paany. Hver af disse sidste Delingskærner forener sig nu med en tilsvarende fra den anden Kærne og smelter sammen til et Hele med denne, og idet Cellen samtidig deler sig, faar man altsaa 2 nye Celler, hver indeholdende en Kærne dannet ved Sammensmeltning af Delingsprodukter fra bægge de oprindelige conjugerende Cellers Kærner. Idet nu hver af disse Kærner deler sig 3 Gange, hvorved den altsaa danner 8 Kærner, medens samtidigt Cellen deler sig 2 Gange, faar

w Krakowie

man ialt 8 Celler hver med 2 Kærner, hvoraf den ene voxer og bliver lig den store Kærne i den for Arten sædvanlige Celle.

Medens hos disse lavtstaaende Organismer Formeringen ved Deling altsaa er Reglen, bliver hos de højere Former den kønnede Forplantning mere og mere eneraadende, og de to conjugerende Celler (Gameter) bliver samtidig morfologisk forskellige. Hos de højere Dyr er den ene, den hunlige, sædvanligt kaldet Ægcellen (Ovum), stor, kugleformet, ubevægelig, indeholdende mere eller mindre Reservenæring, medens den anden, hanlige Celle, Sædcellen (Spermatozoon), er lille, selvbevægelig, kun indeholdende en ringe Mængde Cytoplasma og aldrig Reservenæring. Gameterne dannes paa en ejendommelig Maade. Hvis to sædvanlige Celler smeltede sammen, vilde den den deraf fremgaaede nye Organismes Celler komme til at indeholde et dobbelt saa stort Antal Chromosomer, som Forældreorganismernes Celler indeholdt. Der foregaar derfor hos Kønscellerne en saakaldet Reduktionsdeling. De oprindelige Anlæg til Kønscellerne, Kimcellerne, danner ved fortsatte regulære Delinger en Række Cellegenerationer, Spermatogonier resp. Oogonier, de sidste af disse voxer og danner Spermatocyter resp. Oocyter af 1' Orden. Disse deler sig nu ved en atypisk Karyokinese, idet deres Chromatinsubstans ordner sig til halvt saa mange Chromosomer, som det for Arten sædvanlige Antal, hvorpaa Chromosomerne spaltes ved en Deling paa tværs. For Spermatocytens Vedkommende dannes saaledes to ens Spermatocyter af 2' Orden; men for Oocytens Vedkommende er Delingen ogsaa atypisk med Hensyn til Cellernes Størrelsesforhold, idet de to Oocyter af 2' Orden er ulige store. Den ene faar ved Delingen saa godt som alt Cytoplasma, medens den anden, der kaldes Retningslegeme eller Pollegeme af 1' Orden, er ganske lille. Spermatocyterne af 2' Orden spalter sig ved regelmæsig mitotisk Deling til 4 Spermatider, som derefter omdannes til

Spermatozoër; saavel Oocyten af 2' Orden som Retningslegemet deler sig ligeledes regelmæsig mitotisk, men de ved Oocytens Kløvning fremkomne Delingsprodukter er atter ulige store, idet den ene Døttrecelle bliver et Pollegeme af 2' Orden, medens den anden, der indeholder saa godt som hele Oocytens Cellelegeme, er den færdige Gamet, Ægcellen. Man faar altsaa som Resultat af den primære Oocyts Deling én Ægcelle og 3 Retningslegemer, hvilke sidste hurtigt gaar til Grunde (sml. Fig. 3).

Selve Befrugtningen, der navnlig er studeret paa Søpindsvineæg, gaar for sig paa den Maade, at Spermatozoëts Kærne trænger gennem Ægcellens Cytoplasma ind til Ægkærnen og smelter sammen med denne til en Zygote. Tæt op til hver af de oprindelige to Kærner findes et Centrosoma, omgivet af en ringe Mængde ejendommeligt tæt Protoplasma. Nu deler Centrosomerne sig, og de saaledes opstaaede fire Smaalegemer vandrer to og to hinanden i Møde for at forenes saaledes, at der atter bliver to Centrosomer, hvoraf hvert bestaar af en Halvdel af hvert af de oprindelige. Fra disse nydannede Centrosomer udgaar der Poltraade som ved den sædvanlige mitotiske Kærnedeling. Herefter ordner saavel Ægcellens som Spermatozoëts Chromosomer sig som »Moderstjærne«, og der foregaar en Spaltning og en Vandring som ovenfor omtalt, saaledes at hver af de to »Døttrestjærner« kommer til at indeholde Halvdelen af Ægcellens og Halvdelen af Spermazoëts Chromosomer; de kommer altsaa saaledes op paa det for Arten sædvanlige Chromosomtal. Efter Kærnedelingen følger som hos Vævscellerne Delingen af Cellelegemet; og de første to Celler af det nye Individ er dannede.

Et nyt Individ opstaar altsaa ved Forening af to Gameter; men denne Regel er selv for højt organiserede Dyr ikke absolut. Det er i den senere Tid lykkedes ved experimentelle Indgreb paa Ægcellen at faa denne til at udvikle

sig uden Befrugtning (parthenogenetisk); man har ad denne Vej opnaaet at frembringe fuldt uviklede, levedygtige Frøer. Paa den anden Side er det ogsaa lykkedes at faa »befrugtede«, kærneløse Æg til at udvikle sig videre paa tilsyneladende normal Maade. De sidste Aars Undersøgelser paa disse Omraader har stadig bragt nye overraskende Resultater.

DE FLERCELLEDE ORGANISMER

Hos de laveststaaende organiske Former bestaar Legemet af en eneste Celle, der altsaa maa varetage samtlige vitale Funktioner. Hos de højere organiserede Væsner, der bestaar af en Mangfoldighed af Celler, der dog ikke optræder som isolerede Enheder men alle er i anatomisk Forbindelse med hinanden, er disses Arbejde delt saaledes, at visse Celler eller Cellegrupper overtager én Funktion, andre en anden, men selv hos de højest organiserede Organismer finder man de samme Livsytringer, som ovenfor er omtalte som karakteristiske for Cellen, og kun disse. Udtrykket »højere« Organisation betyder altsaa en mere gennemført Arbejdets Deling. Celler af samme Type danner, oftest i Forbindelse med andre Strukturelementer, et Væv. Celler med samme Funktion danner et Organ. Organerne bestaar dog som Regel ikke af et enkelt Væv, idet man foruden det eller de Væv, der er Bærere af Organets særlige Funktioner, vil træffe Vævsformer, der blot tjener som Støtte for de specifike Elementer.

Grændsen mellem disse to store Grupper af Organismer er imidlertid langt fra saa skarp, som man efter Definitionen skulde formode. De enklest byggede flercellede Organismer bestaar kun af et ringe Antal tilsyneladende ganske ens Celler, der hver for sig kan være mindre differentierede end Celler, der repræsenterer encellede Organismer, men ogsaa kan være udrustede ganske som disse. Først og fremmest maa man dog erindre, at selv de højest udviklede eller

stærkest differentierede Organismer alle er opstaaede ved Deling af en eneste Celle, nemlig den ved Gameternes Forening dannede Zygote. Alle Organismer er altsaa oprindelig encellede; men medens nogle forbliver paa det encellede Stadium, udvikler andre sig til at blive flercellede.

Efterhaanden som flere og flere Celler dannes ved Zygotens fortsatte Kløvninger, vil de fleste af disse antage en mere speciel Karakter. Hvorledes dette gaar til, vides ikke, men man formoder, at Differentiationen skyldes Ændringer i Chromosomernes Bygning. Det, der foregaar, er en Reduktion af de Muligheder, der ligger gemte i Zygoten; denne danner ved fortsatte Delinger alle den komplicerede Organismes Celler, men den uddifferentierede Celle, en Kirtelcelle f. Ex., danner under normale Forhold ved Deling to Kirtelceller, aldrig f. Ex. Bindevævs- eller Muskelceller. Kun én Slags Celler, Kimcellerne, de, hvoraf Kønscellerne opstaar, differentieres ikke men vedbliver at indeholde alle de Muligheder, der karakteriserede Zygoten.

Medens de encellede Organismer er »udødelige«, for saa vidt som de kan dele sig ubegrændset, gælder dette for de højere organiserede Formers Vedkommende kun Kimcellerne. Hele den øvrige Organisme er et dødeligt Hylster for de udødelige Kimceller, fra et teleologisk Synspunkt betragtet bestemt til at forbedre disses Chancer i Kampen for Tilværelsen.

Der melder sig nu to Spørgsmaal. For det første: Hvorledes gaar det til, at ethvert Individ opnaar en bestemt Størrelse? For det andet: Hvorledes gaar det til, at det af Zygoten opstaaede nye Individ kommer til at ligne Forældrene? Hvad det første Spørgsmaal angaar, da antager man, at de forskellige Organer og Væv virker paa hinanden indbyrdes saaledes, at Muligheden for en fortsat Celledeling begrændses; at denne ikke ophæves men stadig er til Stede, det fremgaar deraf, at man ved ydre Indgreb er i Stand til at fremkalde fortsatte Delinger i ret ubegrændset Maalestok. De experi-

mentelle Resultater, som man har opnaaet ved Indgreb paa Zygotens første Kløvningsceller, synes at kunne tydes i samme Retning. Hvad det andet Spørgsmaal angaar, da synes det efterhaanden mere og mere sandsynligt, at Zygotens Udviklingsmuligheder er knyttede til Chromosomerne. Den nyeste Arvelighedsforskning er naaet til i visse Tilfælde at kunne identificere Chromosomerne og bestemme det enkelte »Anlægs« Plads paa disse. Det er muligt, at nogle Egenskaber eller Anlæg er knyttede til Cytoplasmaet, men i det Store og Hele maa man antage, at Chromosomerne er Bærerne af de arvelige Egenskaber. Man skelner i Arvelighedslæren skarpt mellem en Organismes Genotype, Anlægspræg, og dens Fænotype, Fremtoningspræg (W. Johannsen). Den første omfatter de Muligheder, som Zygoten indebærer, og som vil genfindes i Organismens Kimceller og i de deraf udviklede Gameter og derfra gaa over i senere Generationer. Fænotypen er bestemt af Zygoten plus de ydre Kaar, hvorunder den udvikler sig; Fremtoningspræget er Summen af alle nedarvede og af Individet erhvervede Egenskaber, det repræsenterer den Form, hvorunder vi kender den paagældende Organisme. Heraf følger, at en Ændring i Fremtoningspræget fremkaldt ved ydre Indgreb ikke vil kunne overføres paa Afkommet, med mindre dette Indgreb har ændret selve Kimcellernes Konstitution. Erhvervede Egenskaber er — med den givne Begrændsning — ikke arvelige.

De to Gameter, hvoraf Zygoten dannes, kan have samme Anlægspræg, saaledes som Tilfældet hyppigst er hos Planter med Selvbestøvning; i saa Tilfælde vil Anlægspræget blive konstant gennem Generationer, kun Fremtoningspræget kan variere. Hos de højere Dyr vil imidlertid de to Gameter normalt være forskellige. Naar saa er, bliver Zygoten en Bastard, hvis Anlægspræg ikke er identisk med nogen af Forældrecellernes. En Organismes samlede Anlægspræg maa tænkes opbygget af en Række enkelte Anlæg, som er Bærere af Organismens Egenskaber. I det enklest mulige Tilfælde, hvor

et Forældrepar kun er indbyrdes forskellige med Hensyn til en eneste Egenskab, som atter er betinget af et enkelt Anlæg, kan Bastarden være en Mellemform, eller den kan ligne den ene af Forældrene fuldstændigt. Den af Forældrenes særlige Egenskaber, som i sidste Tilfælde viser sig hos Bastarden, kalder man dominerende, herskende, medens dén, som ikke giver sig synligt Udslag, kaldes recessiv, vigende. Men det vigtigste i denne Forbindelse er, at bægge Forældres Egenskaber, uden Hensyn til om Bastarden har været en Mellemform, eller om den ene eller den anden Egenskab har domineret, ved fortsat Avl viser sig i fuldstændig uforandret Skikkelse hos Bastardens Afkom. Blandt dette foregaar der en Spaltning saaledes, at nogle Individer atter fremtræder som Homozygoter, ensbeskafne, medens andre fremdeles er Heterozygoter, uensbeskafne, med Hensyn til Anlægspræg. Grundlæggeren af denne Lære, Mendel, der har undersøgt Arvelighedsforholdene hos Ærter, fandt, at naar han krydsede en grøn Ært med en gul, da blev alle Bastarderne gule. Gult var altsaa dominerende, grønt recessivt. Men naar Bastarderne ved Selvbefrugtning frembragte en ny Generation, saa kom den recessive Egenskab frem, idet 25 % af Individerne blev grønne, medens 75 % blev gule. I den næste Generation gav de grønne Ærter udelukkende grønt Afkom, medens af de 75 % gule kun 25 % gav rent gult Afkom; de 50 % spaltede atter saaledes, at 25 % af Efterkommerne blev grønne, 75 % gule, — og saaledes fremdeles. Denne saakaldte Mendel'ske Spaltningslov har meget udbredt Gyldighed. Det anførte Exempel angaar kun et enkelt Anlægspar; naar flere Anlæg kombineres, saaledes som det i Naturen oftest er Tilfældet, da bliver selvfølgelig Forholdene vanskeligt overskuelige; men Princípet bliver det samme.

Det kunde synes i Strid med videnskabelige Principer, naar man i Fysiologien væsentlig beskæftiger sig med de højere Dyr og Planter, hvis Bygning er overmaade kompliceret, i Stedet for at holde sig til de enkle, encellede Organismer. Modsigelsen er dog kun tilsyneladende. Den ene Celle, der er Bærer af samtlige vitale Funktioner, er i Virkeligheden det mest komplicerede Objekt; det er langt lettere at undersøge de enkelte Funktioner hver for sig, naar de er knyttede til specielle Organer bestaaende af talrige ensartede, stærkt differentierede Celler.

Hos de højest udviklede Organismer, hvortil hører den Form, der i det følgende særligt skal gøres til Genstand for Undersøgelse, nemlig Mennesket, findes altsaa de vitale Funktioner fordelte paa talrige Organer eller Organsystemer; og det bliver da Undersøgelsens ene Hovedformaal at eftervise, hvorledes denne Arbejdsdeling er gennemført. Men Organismen er en biologisk Enhed, de forskellige Organsystemer er ikke uafhængige af hinanden; de er ikke alene anatomisk sammenkædede, men de arbejder under stadig Vexelvirkning, og denne reguleres af Organismen selv. Den følgende Undersøgelses andet Hovedformaal bliver saaledes dét, at paavise hvorledes og ved hvilke Midler Legemets Selvregulering foregaar.

Det vil være naturligt at begynde en Undersøgelse af Organismens Livsytringer med Omtalen af de Organsystemer og deres Funktioner, der ved at danne Bindeled mellem de øvrige Organer saa at sige betinger Organismens funktionelle Enhed. Dernæst skal Bevægelsesfunktionen afhandles og, grupperede omkring denne, de øvrige Funktioner, hvis normale Forløb direkte eller indirekte er en nødvendig Forudsætning for Bevægelsesorganernes Virksomhed.

DEN INTERNE SECRETION

VEXELVIRKNINGEN mellem Organerne kommer i Stand ad to Veje; dels foregaar der gensidige kemiske Paavirkninger dem imellem, dels danner Nervesystemet et samtlige Organer forbindende Net.

Men medens man alt længe har haft Øje for Nervesystemets regulerende Indflydelse indenfor Organismen, er man først i den nyere og nyeste Tid begyndt at ane Rækkevidden af den kemiske Regulation.

Denne foregaar dels ved Hjælp af Stoffer, Hormoner, der dannes i særlige Organer, de saakaldte Kirtler, Stoffer, der som Regel er i Besiddelse af specifike fysiologiske Virkninger, men dels ogsaa under Medvirkning af Stoffer, der i sig selv ikke frembyder særegne kemiske Forhold, og som ikke er specifike for det paagældende Individ eller Art. Ventriklens Saltsyre virker saaledes aktiverende paa et Stof i Tarmvæggens Celler, der atter virker som Hormon for Pankreas. Brystkirtlens Udvikling under Svangerskabet skyldes Hormoner, der dannes i det voxende Foster; naar Dannelsen af disse Stoffer ved Fødslen ophører, standser Kirtlens Udvikling, og Mælkesecretionen begynder. Men Brystkirtlen kan bringes til at voxe paa ikke svangre Individer, naar man paa disse indsprøjter Extrakt af et Foster, og dette ikke blot, naar Fostret tilhører samme Art som Forsøgs-

dyret, men ogsaa, selv om Extrakt af Fostre af ret fjærntstaaende Dyrearter benyttes. Man kan f. Ex. bringe Brystkirtlen hos en Kanin til at udvikle sig stærkt, naar man paa Kaninen indsprøjter Extrakt af Fostre af Hornkvæg. I et Tilfælde som dette, maa det paagældende Hormon sandsynligvis være en forholdsvis simpelt bygget kemisk Forbindelse.

Ved Cellernes Stofskifte dannes som allerede omtalt Stoffer, der udskilles, secerneres, af Cellerne for derefter enten at fjærnes af Organismen som skadelige eller paa forskellig Maade at tjene dennes Tarv. En større eller mindre Gruppe af secernerende Celler, eventuelt i Forbindelse med fornødent Støttevæv, kaldes en Kirtel. De secernerende Celler, der næsten altid er af epithelial Oprindelse og næsten altid af cylindrisk eller kubisk Form, er som Regel ordnede omkring et centralt Hulrum, Kirtlens Lumen (se Fig. 4), og hviler paa en Membran af forskellig Struktur, Basalmembranen, der adskiller det egentlige Kirtelvæv fra det Bindevæv, der forbinder den sammensatte Kirtels enkelte Afsnit, og hvori Kirtlens Kar og Nerver forgrener sig.

Med Hensyn til Kirtlernes forskellige Form og Bygning henvises man til Histologien; hér skal blot erindres om, at man har inddelt Kirtlerne i aabne og lukkede, d. v. s. saadanne, hvis Lumen fortsætter sig i en Udførselsgang, der ender paa Legemets Overflade eller i et af dets Hulrum, eller saadanne, som bestaar af lukkede Kirtelrør eller massive Cellehobe. De første tjener som Regel Udsondringen eller Fordøjelsen, de sidste derimod staar i den kemiske Regulations Tjeneste. De i disse Kirtler dannede specifike Stoffer træder ved en saakaldet indre Secretionsproces over i Blodbanerne og føres med det circulerende Blod til de Organer, for hvilke de tjener som Irritamenter eller Hormoner. Grændsen mellem aabne og lukkede Kirtler er dog i funktionel Henseende ikke skarp; adskillige aabne Kirtler har tillige indre Secretion.

Naar Excretionsorganerne undtages secernerer Kirtlerne

som Regel ikke uafbrudt, men Secretionen finder Sted enten som Følge af nervøse Impulser gennem særlige til Kirtlen førende secretoriske Nerver eller under Paavirkning af Hormoner. Den secretoriske Nerveimpuls til en Kirtel er ledsaget af en vasodilatatorisk. Under Secretionen udvides Kirtlens Kar, og Blodstrømmen forøges, ofte til det 5-dobbelte eller mere. Forsøg har imidlertid vist, at Secretion kan finde Sted, ogsaa uden at Karudvidningen kommer i Stand, ligesom man experimentelt kan fremkalde Kardilatation i Kirtlen, uden at dette medfører forøget Secretion. Betragter man en »hvilende« Kirtelcelle f. Ex. fra en Spytkirtel under Mikroskopet, vil man finde, at dens Cytoplasma er opfyldt med Granula, saakaldte »Zymogénkorn«, der dannes mellem Secretionsperioderne men forsvinder under disse, idet de delvis omdannes og opløses i det Cellen gennemstrømmende Vand. Kirtlens Virksomhed indbefatter altsaa, om man vil, to Faser: Dels den egentlige Secretionsproces, der bestaar i, at Vand (indeholdende opløste Salte) fra Blodkapillærer og Lymfespalter træder ind i Kirtelcellerne og fra disse atter ud i Kirtlens Lumen medførende de i Cellen dannede Secretionsprodukter i Opløsning, dels en Regenerationsfase, i hvilken de specifike Stoffer atter dannes i Cellerne. Secretionsprocessen forløber under Forbrug af Energi; dels kræves der Energi til de kemiske Synteser, dels fordrer selve Secretionsprocessen et betydeligt osmotisk eller mekanisk Arbejde; dette kan med en vis Tilnærmelse beregnes eller bestemmes ved Forsøg. Kirtlen hører altsaa ligesom Musklen til de »arbejdende« Organer. Det koster Arbejde at concentrere en Opløsning, ligesom det koster Arbejde at sammentrykke en Luftart, og Arbejde af denne Art forekommer under alle Secretionsprocesser, idet Vand skal flyttes fra en Vædske med højere osmotisk Tryk (Blod) til én, hvor det er lavere (Spyt), eller faste Stoffer fra en svagere til en stærkere concentreret Opløsning (Urinstof fra Blod til Urin). Naar man kender de resp. Concentrationer,

kan man i Hovedsagen beregne det krævede Arbejde. Paa Grund af Forholdenes komplicerede Natur er man dog i Praxis slaaet ind paa en anden Vej, idet man har søgt at bestemme Kirtlens Iltforbrug under Hvile saavelsom under Secretionsarbejdet; naar dette og den respiratoriske Kvotient er bekendt, kan man beregne den til Iltforbruget svarende Energiomsætning i Calorier. Det kan i Almindelighed siges, at dette er meget betydeligt. Det har vist sig ved Respirationsforsøg paa isolerede Kirtler, at Iltoptagelsen stiger meget voldsomt under Secretionsprocessen, og tillige, at den i Forhold til Hvilestofskiftet forøgede Iltoptagelse holder sig en vis Tid efter, at Secretionsprocessen er ophørt. Ogsaa paa dette Punkt finder man altsaa delvis analoge Forhold mellem Kirtel og Muskel (Med Hensyn til denne sidste se denne Bogs 2. Del S. 135). Hvad Varmeproduktionen angaar, er Opgivelserne for Kirtlens Vedkommende varierende; det kan dog sikkert antages, at en Varmeproduktion maa finde Sted under Secretionsprocessen; det er i høj Grad usandsynligt, at Kirtlen betragtet som Arbejdsmaskine i Modsætning til Musklen skulde vise sig at have en Nyttevirkning paa 100 %, selv om denne vistnok er ganske betydelig. Selve Secretionen hører som allerede tidligere berørt til Cellens fundamentale Funktioner, og den kan saa at sige demonstreres ad oculos gennem de den ledsagende morfologiske Forandringer.

Den Vej, man er gaaet ved Undersøgelser angaaende den indre Secretion, er dén først at fastslaa den paagældende Kirtels almindelige Betydning for Organismen, hvilket kan ske derved, at man undersøger, hvilke sygelige Symptoner, der optræder, naar Kirtlen fjærnes, og hvilke der viser sig, naar dens Secret tilføres Organismen i abnormt store Mængder. Man kan dernæst eventuelt vise, at disse Virkninger maa bero paa intern Secretion, hvis man kan bringe den fra sin naturlige Plads fjærnede og altsaa fra al Forbindelse med Centralnervesystemet afskaarne Kirtel til Indheling paa

et vilkaarligt Sted i Legemet. Hvis nemlig Kirtlens Betydning for Organismen beror paa dens interne Secretion, vil dens Indheling, d. v. s. dens paany oprettede Forbindelse med Blodcirculationen, bevirke, at de Symptomer, der ellers uvægerligt ledsager Kirtlens Fjærnelse, »Udfaldssymptomerne«, udebliver. I adskillige Tilfælde vil alene Indgift af Kirtelsubstans med Føden være tilstrækkeligt til at hindre de sygelige Symptomers Optræden. Den hele Undersøgelsesmaade er ret omstændelig og vanskelig, ikke mindst fordi der ofte findes aberrante Kirtler, Bikirtler, mere eller mindre fjærnede fra Hovedkirtlen, der ved deres Virksomhed vil være i Stand til at maskere Virkningen af det experimentelle Indgreb.

Organernes kemiske Vexelvirkning er endnu ikke tilstrækkelig kendt, til at Spørgsmaalet lader sig behandle ud fra alméne Synspunkter, det vil være nødvendigt at betragte hver enkelt Kirtel og dens Funktioner for sig.

Skjoldbruskkirtlen.

(Gl. Thyreoidea et Gll. parathyreoideæ).

Først nyligt er man naaet til Forstaaelse af Skjoldbruskkirtlens Betydning, og endnu er vel næppe Forholdet mellem denne Kirtel og de med dén topografisk sammenhørende Glandulæ parathyreoideæ helt opklaret, men man véd, at disse Dannelser i funktionel Henseende er ganske forskellige.

Gl. Thyreoidea bestaar hos Mennesket af to symmetriske Lapper beliggende hver paa sin Side af Larynx og forbundne over de øverste Trachealringe ved en meget smal Forbindelsesbro, Isthmus. Kirtlen er overmaade stærkt vasculariseret; den er brunrød af Farve og bestaar af et Bindevævsstroma, hvori det egentlige Kirtelvæv findes indlejret som lukkede Kirtelrør, Follikler, hvis Vægge er dannede

af kubiske Kirtelceller, og hvis Lumen er opfyldt af en homogen Masse, Kolloid, secerneret af Cellerne.

I kemisk Hensende er Thyreoideasecretet ret sammensat; det er lykkedes at isolere flere Stoffer, hvoraf intet dog synes helt at have den samlede Kirtels Virkning, bl. a. har man isoleret et jodholdigt, organisk Stof, Jodothyrin, som man tilskriver en væsentlig Betydning. I hvert Fald synes Secretets Virkning at være afhængig af dets Indhold af Jod.

Saavel Forsøg som Iagttagelse har nu vist, at Thyreoideasecretet har en indgribende Betydning for Organismen, ikke mindst med Hensyn til Bevægelsesorganernes Udvikling og Funktion.

Hvis et voxent Individ berøves sin Gl. Thyreoidea, vil der udvikle sig det under Navn af Myxoedem bekendte Symptomkomplex: Muskeltonus nedsættes (Abdomen kan vise sig oppustet paa Grund af Atoni af Tarmmuskulaturen), Muskelbevægelserne bliver træge og energiløse. Huden bliver tør og sprød, Neglene skøre, Haaret falder af. I det subcutane Væv optræder større Mængder af en mucinlignende Substans, hvilket giver hele Individet et opdunset Udseende. Stofskiftet gaar stærkt ned og Legemstemperaturen falder. Hertil kommer Hukommelsessvækkelse og en mere eller mindre udtalt Nedsættelse af samtlige psychiske Funktioner.

Hos det ganske unge Individ medfører Tabet af Gl. Thyreoidea foruden de ovennævnte Symptomer tillige en meget stærk Vækthemning; særligt hemmes Extremitetknoglernes Længdevækst samt Knoglernes Ossification og Udviklingen af Muskelsystemet (Kretinisme). Hertil kommer dog ofte yderligere Misdannelser, abnorm Vækst af Tungen, store Umbilicalhernier osv., der bidrager væsentligt til Kretinerens ofte saa frastødende Udseende (Fig. 5).

Hvis i Tilfælde af Udfald af Thyreoideafunktionen Thyreoideavæv rettidigt bringes til Indheling i Legemet, da udebliver de sygelige Symptomer; disse kan ogsaa bedres eller

holdes nede, naar der med Føden tilføres Organismen Thyreoideavæv eller de af Kirtlen udtrukne virksomme Substanser. Og, hvad der for Menneskets Vedkommende er af afgørende Interesse, denne Organoterapi er virksom, ogsaa naar Kirtler af en anden Dyreart anvendes til Behandlingen.

Tilføres der Organismen Thyreoideavæv eller dets virksomme Substanser i Overskud, optræder der atter en Række sygelige Fænomener (Mb. Basedowii), først og fremmest forøget Stofskifte og en stærkt forøget Hjærteaktion, ofte tillige Sukkerudskilning med Urinen.

Ved operativ Fjærnelse af Gl. Thyreoidea viser der sig ofte voldsomme dødeligt forløbende Muskelkramper, Tetani. Nærmere Undersøgelser har vist, at disse Tilfælde skyldes den Omstændighed, at man samtidigt med Gl. Thyreoidea har fjærnet nogle ganske smaa Kirtler, Gll. parathyreoideæ, der ligger tæt op til eller indeni den først nævnte Kirtel. Disse Kirtler bestaar af et svagt Bindevævsstroma, hvori solide Cellestrænge af Kirtelceller findes indlejrede; disse Celler ligner meget Thyreoideacellerne. Som Regel findes hos Mennesket 4 saadanne Kirtler, oftest beliggende paa Bagfladen af Gl. Thyreoidea. Om Fjærnelsen af disse Smaalegemer medfører andre Symptomer end Tetanien, er endnu ikke med Sikkerhed afgjort.

Hypofysis cerebri.

Man har af forskellige udviklingshistoriske og morfologiske Grunde formodet en funktionel Sammenhæng mellem Gl. Thyreoidea og Hypofysen.

Hvorvidt en saadan findes og da i hvilket Omfang, kan ikke afgøres; man har dog i adskillige Tilfælde konstateret en forøget Vækst af Hypofysen efter Fjærnelse af Gl. Thyreoidea.

Hypofysis Cerebri, der som bekendt er beliggende i

Sella turcica, bestaar af to Dele, en forreste kirtelagtig, hvis Celler ligner Cellerne i Gl. Thyreoidea, og en bageste, bestaaende af nervøse Elementer, ofte indeholdende et Hulrum, der kommunicerer med 3' Hjærneventrikel.

Kirtlen er paa Grund af sit Leje vanskeligt tilgængelig for Operation, og man véd kun lidt om dens Funktioner. Man har sat Sygdommen Akromegali, hvis mest iøjnefaldende Symptom er Kæmpevæxt af Hænder, Fødder og Hoved, i Forbindelse med en Destruktion af Hypofysen ved Svulster o. lign.; men noget afgørende foreligger ikke. Man har i Extrakt af Kirtlen fundet et Stof, der bevirker Stigning af Blodtrykket, og endelig i den nyeste Tid har man fremstillet et Stof, Pituitrin, der besidder en udpræget stimulerende Virkning paa Uterinmuskulaturen og derfor anvendes i Fødselsvidenskaben.

Binyrerne.

(Capsulæ suprarenales).

Paa Nyrens øvre Pol findes anbragt et lille kirtellignende Organ af Form som en phrygisk Hue; denne »Binyre« bestaar af to forskellige Cellelag, et ydre gulligt, Barklaget, og et indre rødligt-graat Marvlaget. Cellerne i bægge Lag danner solide Strænge, indlejrede i Bindevæv, gennemtrukket med et meget stort Antal Nervetraade og vide Capillærer. Cellerne i Marvlaget, der, som det synes, er Kirtlens væsentligste Bestanddel, indenholder talrige fine Korn, der farves brune af Chromsalte (chromaffint Væv; dette findes foruden i Binyrens Marv i en Række smaa Legemer, Paraganglier, beliggende langs den sympathiske Grændsestræng); denne Farvereaktion findes ligeledes i de af Kirtlens Secret delvis fyldte Capillærer.

Kirtlen har længe været kendt, men den tiltrak sig først almindelig Opmærksomhed midt i forrige Aarhundrede, da

en engelsk Læge paaviste, at chroniske Sygdomme i dette Organ fremkaldte den efter Opdageren opkaldte Lidelse, Mb. Addisonii, der bl. a. viser sig ved en stærk brunlig Pigmentering af Huden. Senere er Spørgsmaalet om Binyrens Funktion blevet behandlet experimentelt, og man har da fundet, at dobbeltsidig Fjærnelse af Kirtlen i Løbet af kort Tid (nogle Timer indtil nogle faa Dage) medfører Forsøgsdyrets Død. Symptomerne er en meget udtalt Muskelsvækkelse, der kan gaa saa vidt, at Dyret ligger fladt ned med alle fire Extremiteter udstrakte, desuden Vægttab, Temperaturfald og Hjærtesvækkelse samt et stærkt udtalt Blodtrykfald, der ikke lader sig forklare alene ud fra Hjærtesvækkelsen.

Det har været meget vanskeligt at blive klar over Binyrens Virkemaade, fordi Transplantation af Kirtelvæv som oftest er mislykket, og fordi Fodring med Kirtelsubstans ikke er i Stand til at hindre de sygelige Symptomers Optræden efter Binyrens Fjærnelse. Injection af Kirtelextrakt har imidlertid kunnet frembringe en Bedring af Sympto merne.

Det var imidlertid blevet klart fra Forsøgene, at der fra Binyrerne maatte secerneres et Stof direkte i Blodbanerne, og det er lykkedes at fremstille et saadant, der har en meget udpræget Virkning paa Karrenes Muskulatur, det saakaldte Adrenalin, et Stof, der for øvrigt senere er blevet fremstillet syntetisk. Adrenalinet kan paavises i Binyrens Vener; men, da det kun forekommer i meget ringe Concentration, og da det hurtigt destrueres, ikke i andre Kar. Muligvis findes i Binyresecretet ogsaa andre aktive Stoffer, og muligvis har Binyren foruden den secretoriske Virksomhed tillige den Betydning at kunne ødelægge visse Affaldsstoffer; i alt Fald viser Blodet af Dyr, der er berøvede Binyrerne, sig giftigt for andre Dyr. I den allersidste Tid har man paavist en direkte Forbindelse mellem Binyrens Kar og

Nyren, der gør det sandsynligt, at Binyren virker regulerende paa Nyrefunktionen.

Injection af Adrenalin fremkalder selv i meget smaa Mængder en Række Symptomer fra samtlige Organer med glat Muskulatur; de mest fremtrædende af disse er en hurtigere og kraftigere Hjærteaktion samt en stærk Kontraktion af de smaa og mindste Arterier, hvorved der fremkommer en enorm Stigning af det arterielle Blodtryk endelig Glycosuri. Lidt større Doser virker dødeligt. Virkningen synes ganske at dække dén, der optræder ved Irritation af de paagældende sympathiske Nerver.

Adrenalinet er paa Grund af sin stærke karkontraherende Virkning taget i Medicinens Tjeneste som blodstillende Middel; det anvendes f. Ex. ved mindre Operationer som Tandoperationer etc.; men det maa altid paa Grund af sin store Giftighed anvendes meget forsigtigt.

Brisselen.

(Gl. Thymus.)

Brisselen anlægges i Fosterlivet som en ægte Kirtel men omdannes meget hurtigt til et lymfoidt Organ, hvis Hovedmasse bestaar af reticulært Bindevæv og Lymfefollikler. Thymus naaer sin største Udvikling i 2—3 Aars Alderen; efter Puberteten svinder den stærkt ind og er hos den Voxne reduceret til svage Rudimenter. Det fuldt udviklede Organ er af rødliggraa Farve; det dannes af to pyramidale Lapper, vendende Basis nedad, og indtager den nederste Del af Halsen foran Trachea samt Mediastinum anterius. Hver Lap er delt i talrige Smaalapper. I disse findes spredt ejendommelige smaa Dannelser, de saakaldte Hassal'ske Legemer, der vidner om Organets epitheliale Oprindelse, idet de bestaar af Epithelceller ordnede i smaa Klumper udenom hinanden ligesom Skællene i et Løg (se Fig. 5 c). Disse

Celler maa antages at være Bærerne af Kirtlens endocrine Funktion. Man har i den seneste Tid fundet, at Udtræk af Thymus, naar det indsprøjtes i Blodet, har en meget kraftig Virkning paa trætte Muskler saaledes, at Træthedens videre Udvikling hemmes for længere Tid, eller endog saaledes, at Træthedsfænomenerne kan gaa tilbage. Det eller de virksomme Stoffer formodes at angribe paa de motoriske Endeplader, og Virkningen viser sig tydeligst, naar Trætheden, i det Øjeblik Injectionen foregaar, ikke er for vidt fremskreden. Undersøgelserne, der synes at kunne faa betydelig Interesse, er dog endnu ikke kommet ud over Laboratorieforsøgenes Stadium.

Milten
(Lien)

hører nærmest til de lymfoide Organer og kan ikke henregnes til Kirtlerne i egentlig Forstand. Om dens Funktioner vides meget lidt; men det synes dog sikkert, at der i Milten produceres Stoffer, der virker opløsende paa de røde Blodlegemer (Hæmolysiner). En »Hyperfunktion« af Milten kan derfor bevirke et abnormt stærkt Henfald af Erythrocyterne. Fjærnelse af Milten syntes ikke at medføre Ulemper.

Blandt de aabne Kirtler findes flere, maaske er det de fleste, som foruden deres forholdsvis vel kendte Secretion, der anviser dem Plads mellem Fordøjelsesorganerne, Excretionsorganerne etc., tillige har intern Secretion. Denne synes dog ikke knyttet til de Celler, der staar i den ydre Secretions Tjeneste; i nogle Tilfælde i alt Fald vides det, at den hidrører fra særlige Celler eller Cellehobe, som kan danne ligesom en Kirtel i Kirtlen — saaledes f. Ex. i Pankreas; — i andre Tilfælde kendes Forholdene slet ikke.

Saavel Ventrikel- som Tarmepithelet har intern Se-

cretion, men denne skal omtales nærmere under Fordøjelsen (se denne Bogs 3. Del). Paa dette Sted skal kun et Par forholdsvis velkendte Kirtelfunktioner berøres lidt nærmere.

Bugspytkirtlen.
(Pankreas).

Fjærner man Pankreas hos en Hund, da vil der optræde svære Sygdomssymptomer, saaledes som man kender dem fra den saakaldte Sukkersyge, Diabetes mellitus; der optræder store Mængder af Sukker i Blodet og i Urinen, særlig ved Fodring med Kulhydrater; Dyret viser Tegn paa stærk Sult og Tørst, magrer stærkt af og vil i Løbet af faa Dage dø. Efterlades blot $^1/_6$ af Kirtlen, eller bringes denne til Indheling f. Ex. under Huden, udebliver de farlige Symptomer. Experimentet har tillige vist, at disse ikke kan skyldes tilfældige Læsioner, ligesaalidt som de kan hidrøre fra, at Kirtlens Virksomhed ved Fordøjelsen bortfalder.

Disse sygelige Symptomer skyldes Udfald af Hormoner, der dannes i de saakaldte Langerhans'ske Øer, Grupper af epitheliale Celler, som findes mellem Kirtlens Acini, omspundne af et Net af meget talrige, vide Kapillærer.

Pankreas har altsaa intern Secretion, og denne er af Betydning for Organismens Kulhydratstofskifte, idet et Dyr, der mangler Pankreas, ikke er i Stand til at danne Glycogén (eller Fedt) af sine Kulhydrater; Sukkeret gaar uforandret over i Blodet og udskilles gennem Nyrerne. Der bestaar paa dette Punkt en Vexelvirkning mellem Pankreas paa den ene Side, Gl. Thyreoidea og Binyrerne paa den anden, idet Pankreas under normale Forhold hemmer de to sidstnævnte Kirtlers Evne til at fremkalde Glycosuri. Naar Pankreas exstirperes, optræder Glycosurien derimod strax, ligeledes optræder den ved Injektion af Extrakter af de to nævnte Kirtler, da der paa denne Maade fremkaldes en relativ In-

sufficiens af Pankreas. Det viser sig nemlig, at den ved Injection af Binyreextrakt sædvanligt optrædende Glycosuri vil udeblive, naar man samtidigt injicerer Pankreasextrakt.

Testes og Ovarier.

Det har siden Oldtiden været en bekendt Sag, at Fjærnelse af Kønskirtlen (Kastration) foruden Udfald af selve Genitalfunktionen medfører gennemgribende Forandringer i Individets hele Udvikling; men endnu er det ikke med fuldkommen Sikkerhed fastslaaet, hvor i Kirtlen de virksomme Hormoner dannes. Hvad Testis angaar, synes det dog givet, at det er de Leydig'ske Celler, der producerer Hormonerne. Disse Celler træffes i større eller mindre Grupper i det interstitielle Væv mellem Tubuli seminiferi. De er ikke af epithelial Oprindelse, og deres Mængde kan være ret vexlende. For Ovariets Vedkommende er den interne Secretion knyttet til Folliklerne; men hvilke af Folliklens Celler, der har størst Betydning i denne Henseende, er endnu ikke afgjort.

Fjærnelsen af den mandlige Kønskirtel, Testis, paa et tidligt Stadium af Individets Liv bevirker, at de secundære Kønskarakterer ikke kommer til Udvikling. Haarvæxten hemmes, og Stemmen beholder sit høje, puerile Leje; Muskulaturen bliver slap, og der viser sig Tilbøjelighed til Fedtaflejring; ogsaa det psychiske Habitus forandres, særligt vil det gaa ud over Energi og Initiativ. — Hvis den fra sine Nervebaner fuldstændigt løsnede Testis bringes til Indheling et andet Sted i Legemet, udebliver disse Symptomer, og de secundære Kønskarakterer vil kunne udvikle sig normalt. — Indsprøjtning af et Extrakt af Kirtlen virker stimulerende saavel paa Innervationen som paa Muskelkraften, Hjærtets Kontraktionskraft indbefattet.

Ogsaa Ovariernes Fjærnelse i Barnealderen vil foraarsage,

at de secundære Kønskarakterer enten ikke kommer til Udvikling eller bliver mangelfuldt udviklede. Fjærnes Ovarierne fra den voxne kvindelige Organisme, da medfører dette en Række Symptomer fra andre Organers Side, velkendte ogsaa fra det normale Ophør af Ovariefunktionen (Klimakteriet): Atrofi af Genitalia og Brystkirtlen samt en Række nervøse Symptomer, Anfald af Svimmelhed, paroxysmatisk Svedsecretion etc., desuden Nedsættelse af Stofskiftet og Tilbøjelighed til Fedtaflejring. Disse Symptomer vil udeblive, hvis Ovarialvæv bringes til Indheling et eller andet Sted i Legemet, ligesom Symptomerne vil kunne mildnes ved Indgift af Kirtlens virksomme Stoffer.

NERVESYSTEMET

A. ALMINDELIG NERVEFYSIOLOGI

Som allerede omtalt er Lovene for den kemiske Regulation langt fra klare, og de ovenfor fremdragne Exempler maa derfor kun opfattes som spredte Træk, der en Gang i Fremtiden vil finde Plads i det samlede Billede.

I Modsætning til Læren om den indre Secretion, der er forholdsvis ny, er Læren om Nervesystemet, Organismens anden store Regulator, af gammel Dato; ikke desto mindre er man ogsaa paa dette Omraade langt fra at vide fuld Besked. Man kender ganske vist indtil ret fine Detailler Nervesystemets Bygning, og man kender om end kun i grove Træk en Mangfoldighed af nervøse Funktioner; men med Hensyn til Nervefunktionens Væsen ved man saa godt som intet.

Nervesystemet tjener som Bindeled mellem samtlige Legemets Organer; gennem Nervesystemet reguleres Vævenes Ernæring; dets Indflydelse naaer ud til de enkelte Celler, kun de fritbevægelige farveløse Blodceller er unddraget dets direkte Paavirkning. Paa den anden Side er Nervesystemet afhængigt af det øvrige Legeme; det bringes til Virksomhed af Irritamenter, dannede i de forskelligste Organer, og det fordrer bl. a. til Gengæld en uafbrudt og rigelig arteriel Blodforsyning; en Afbrydelse af Blodstrømmen til de nervøse Centralorganer vil næsten momentant bringe disses Funktion til Ophør.

Men foruden den regulerende Indflydelse indenfor selve Organismen, som Nervesystemet altsaa deler med den interne Secretion, har dette en anden Hovedopgave, dén, at tjene som Bindeled mellem Organismen og Omverdenen. Alt hvad vi ved om den omgivende Natur, ved vi gennem Nervesystemet. I Forholdet mellem Organismen og Omverdenen viser Nervesystemet sin Overlegenhed over den kemiske Regulation, idet det muliggør en langt hurtigere Reaktion mod ydre Irritamenter, end denne sidste vilde tillade. Det tager Tid at producere Hormoner og at distribuere disse ad Blodvejen. At en hurtig Reaktion kan være afgørende saavel i Forsvar som under Angreb i Organismens Kamp for Tilværelsen, er umiddelbart indlysende; den virkeliggøres derved, at enkelte Celler, Receptorer, bliver særligt følsomme for ydre Irritamenter, der i disse foranlediger Opstaaen af Nerveimpulser, som gennem hurtigt ledende Baner, Nervetraade, overføres til Organismens motoriske Apparat. Impulserne kan fra Receptorerne overføres direkte til dette; men i de højere Organismer indskydes der et Mellemled, Centralnervesystemet, der gør det muligt gennem et forholdsvis begrændset Antal Ledningsbaner at tilvejebringe Forbindelse mellem samtlige Receptorer og samtlige Muskelenheder. Nervesystemet er altsaa ikke at opfatte som et enkelt Organ men som et Agglomerat af talrige Organer.

I kemisk Henseende bestaar Nervesystemet af ca. 70 % Vand og de sædvanlige uorganiske Salte, desuden har man paavist flere Proteinstoffer, der navnlig forekommer i den graa Substans, samt større Mængder af fosforholdige Fedtstoffer, Fosfatider, og Cholesterin; disse sidstnævnte Stoffer findes især i Marvskederne. Hertil kommer endnu forskellige andre Stoffer som f. Ex. Kreatin og Mælkesyre.

Nervesystemets Bygning.

Nervesystemet bestaar af forskellige Væv, dels det specifike Nervevæv, dels et ejendommeligt Støttevæv, Neuroglia, der bægge antages at være af ektodermal Oprindelse, dels Bindevæv i forskellig Anordning. En Beskrivelse af Nervesystemet og dets Bygning vil man finde i de anatomiske Haandbøger; hér skal kun Bygningen omtales for saa vidt som Kendskab til denne er nødvendig for Forstaaelsen af de nervøse Funktioner.

Nervevævets histologiske Enhed er Neuronet, ɔ: en Nervecelle med dens samtlige Udløbere. Nervecellen, Ganglie cellen, er af meget forskellig Størrelse og Form, den indeholder altid en forholdsvis stor og tydelig Kærne med Kærnelegemer. Cytoplasmaet indeholder ofte Pigment; angaaende dets finere Struktur er Meningerne endnu meget delte; de fleste om ikke alle Strukturelementer, der hidtil er paaviste i Cytoplasmaet ved Hjælp af forskellige Farvningsmetoder, synes at være Kunstprodukter. Fra Ganglie-cellen udgaar som Regel talrige Udløbere, dels saadanne, der strax deler sig træformigt, Protoplasmaudløbere, Dendriter, dels traadformede, forlængede Udløbere, der fortsætter sig sig som Axecylindre i perifere Nerver og som Regel først deler sig i det Organ, Muskel etc., hvortil Nerven er bestemt. Det Sted, hvorfra en Udløber udgaar, kaldes Ganglie-cellens Pol; efter Antallet af Udløbere benævnes Cellen derfor uni-, bi- eller multipolær. Axecylindren, Nervetraaden, viser under Mikroskopet en fin Længdestribning, hidrørende fra yderst fine Fibriller, der findes indlejrede i en protoplasmatisk Substans, og som utvivlsomt er Nervetraadens egentlige ledende Elementer.

Paa et tidligt Udviklingsstadium er Axecylindren nøgen, men den bliver senere omgivet af en eller to beskyttende Hinder. En Nervetraad i en Spinalnerve er saaledes yderst omgivet

af en meget tynd, gennemsigtig Hinde, den Schwann'ske Skede, paa hvis Indside der med visse Mellemrum viser sig en Kærne omgivet af en ringe Mængde Cytoplasma; indenfor den findes en saakaldet Marvskede, der er stærkt fedtholdig; det er denne, der giver Nervetraaden det hvide, glindsende Udseende. Indenfor Marvskeden findes Axecylindren muligvis omgivet af endnu en meget tynd Membran. Marvskeden er med visse Mellemrum afbrudt, saaledes at Axecylindren kun er omgivet af den Schwann'ske Skede, Ranvier'ske Indsnøringer; til hvert saadant Afsnit i Marvskeden svarer en Kærne i den Schwann'ske Skede, og man har derfor opfattet Hinderne som rørformige Celler. Visse Nervetraade som de Remak'ske Fibre i de sympathiske Nerver mangler Marvskede men har den Schwann'ske Skede, paa den anden Side findes i det centrale cerebrospinale System Nervefibre, der indeholder Marvskede men mangler den ydre Omhylning; saadanne Fibre er naturligvis meget vanskelige at isolere. Flere Nervetraade samles ved Hjælp af Bindevæv til en Nerve; de paagældende Nerveceller findes da som oftest samlede i et Ganglion eller »Udspringskærne«, hvorfra Nerven udgaar. I Centralnervesystemet findes talrige »Kærner« eller Centre, dannende den graa Substans, hvorimellem der slynger sig et Utal af Forbindelsestraade, mest bestaaende af marvholdige Nervetraade, den hvide Substans. Hele Centralnervesystemet er omgivet af stærke Bindevævshinder, fra hvilke der udgaar støttende Septa, men det egentlige Støtte- eller Udfyldningsvæv mellem de nervøse Elementer er dog det ovenfor nævnte Neuroglia. Dette bestaar af Celler af rundagtig eller oval Kontur med meget talrige uregelmæsige Udløbere, der indfletter saavel Gliaceller som Ganglieceller og Nervetraade til en sammenhængende Masse.

Enhver Nervetraad udspringer altsaa fra en Ganglieceller som en umiddelbar Fortsættelse af dennes Protoplasma; afbrydes Forbindelsen med Cellen, vil Nervetraaden dø. Gan-

gliecellen kaldes derfor Neuronets trofiske Centrum. Man har ikke kunnet paavise nogen direkte Forbindelse mellem de enkelte Neuroner; dels derfor, dels af fysiologiske Grunde, antager man, at Forbindelsen kommer i Stand ved Kontakt. Saavel Dendriter som Axecylindre opløser sig tilsidst i et Netværk af fine Fibriller, og dette Netværk griber ind mellem Forgreninger fra andre Cellers Dendriter eller omgiver Gangliecellerne som en Kurvefletning, Endenet; i disse foregaar altsaa Overføringen af Nerveimpulsen fra det ene Neuron til det andet. Nerveimpulsen forløber altid i en bestemt Retning nemlig fra Endenet til Gangliecelle; en Overgang af Impulsen fra Cellen til den perifere Ende af en Axecylinder kendes ikke. Dette Forhold bl. a. taler for en distinct Grændse mellem Neuronerne.

Neuronerne er af meget forskellig Længde, de kan naa fra Medulla oblongata ud i den store Taa, og de kan være af mikroskopisk Udstrækning som i Øjets Retina.

Nervesystemets funktionelle Inddeling.

Nervesystemets funktionelle Inddeling falder i hvert Fald paa vor Videns nuværende Standpunkt ikke sammen med den histologiske. I funktionel Henseende bestaar det hos de højere Dyr af tre Afsnit: Terminalorganer, Ledningsbaner og Centre. Hvert af disse Afsnit har sine fysiologiske Ejendommeligheder, som vil fremgaa af nedenstaaende Oversigt.

De nervøse Terminalorganer.

Terminalorganerne er to Slags, dels saadanne, der modtager Irritamenter fra Periferien og omsætter dem til Nerve-

impulser, Modtagerapparater, Receptorer, dels saadanne, der omsætter Nerveimpulser til perifere Irritamenter.

Organerne af den sidst nævnte Kategori, hvortil hører først og fremmest de saakaldte motoriske Endeplader i Musklerne, er meget lidt kendte. Naar den motoriske Nerve træder ind i Musklen vil den forgrene sig stærkt og tilsidst danne et Plexus, hvorfra fine Grene gaar til de enkelte Muskelfibre. Idet Nervegrenen naaer Muskeltraaden mister den sin Marvskede, og den Schwann'ske Skede gaar over i Sarcolemma. Indenfor dette udvikles Endepladen. Axecylindren splittes op i Fibriller, der findes indlejrede i en kærneholdig Protoplasmamasse; den fineste Fordeling af Neurofibrillerne kendes ikke; men det er givet, at der ikke bestaar nogen direkte Forbindelse mellem Nerve og Muskel, idet Irritamenter let ledes fra Nerve til Muskel men derimod aldrig den omvendte Vej, skønt Nerven er ledende i bægge Retninger; tillige har det vist sig, at Nerveimpulsen bruger en maalelig Tid til at passere Endeorganet. Den intermediære Substans har altsaa særlige Egenskaber, forskellige saavel fra Musklens som fra Nervens. Overledningen af Irritamentet kan hindres af visse Giftstoffer f. Ex. Curare, og Endepladen kan ved fortsat Irritation gennem Nerven trættes saaledes, at Overledningen vanskeliggøres og tilsidst hemmes fuldstændigt. Denne Hemning synes tildels at kunne ophæves ved Injection af Thymusextrakt.

De nervøse Receptorer, Sanseorganerne i videste Forstand, modtager Irritamenter fra Periferien, fra selve Organismen eller fra Omverdenen. Man skelner i saa Henseende ofte mellem Receptorer, der er beliggende paa eller nær ved Legemets Overflade (Sanseorganer i snævrere Forstand), og saadanne, som har deres Sæde i dybere liggende Organer, Muskler, Sener osv. (Proprioceptorer). Irritation af et Sanseorgan udløser en Nerveimpuls, der ad en Ledningsbane føres til Centret for denne og dér giver Anledning til en ny Nerveimpuls, eventuelt ledes videre til de

mest overordnede Centre, til Bevidstheden, og dér frembringer et Sanseindtryk. Hvorledes Forholdet er mellem Hjærnen og de psychiske Funktioner véd man ganske vist ikke, men det er dog sikkert, at Bevidsthedslivet paa en eller anden Maade er nøje knyttet til Storhjærnens Centre; disse benævnes derfor som oftest de højere eller overordnede Centre.

Ethvert Sanseindtryk frembringer en Forandring i Bevidstheden, men denne Forandring ligner ikke det Irritament, der har udløst den paagældende Nerveimpuls. Paavirkes Øjets Nethinde af electromagnetiske Svingninger, Lysbølger, af passende Intensitet med en Bølgelængde paa 592 $\mu\mu$, vil denne Irritation omsættes til en Nerveimpuls, der forplantes gennem Synsnerven til Synscentret i Hjærnen, og det sansende Individ vil faa Fornemmelsen: gult Lys. Udsættes visse Terminalorganer i Huden for en højere Temperatur end Hudens egen paa det paagældende Tidspunkt, opstaar i Bevidstheden Fornemmelsen af Varme, udsættes andre af Hudens Receptorer paa et Tidspunkt, da Hudens Temperatur er højere, for det samme termiske Irritament, opstaar i Bevidstheden Fornemmelsen af Kulde. Skønt Irritamentet er det samme, opfattes Paavirkningen ganske forskelligt. Bevidsthedens Billede af Omverdenen er altsaa subjektivt, ikke en tro Gengivelse af de Paavirkninger, der rammer Sanseorganet. Det er tillige ufuldstændigt, idet vi kun besidder et begrændset Antal Sanseorganer, der kun er følsomme for visse Irritamenter. Trods disse Indskrænkninger kan man dog, naar det samme Irritament altid fremkalder den samme Sansefornemmelse, gennem Sansningen faas rigtige Oplysninger om stedfindende Forandringer i Omverdenen.

Sanseorganerne er »afstemte« efter et bestemt Irritament, det adæquate Irritament; hvis de lader sig irritere af inadæquate Irritamenter, vil Sansebilledet imidlertid svare til dét, det fremkommer som Resultat af den adæquate Irritation. Hvis f. Ex. Synsorganet, hvis adæquate Irritament

er Lysbølger, irriteres mekanisk ved Slag paa Øjet ect., opstaar for Bevidstheden et Lysindtryk.

Sanseindtrykkene opstaar i Centrene, og deres Art er bestemt af disse, ikke af Irritamentet, ej heller af Sanseorganet. Man kan gaa udenom Sanseorganet; man kan irritere den paagældende afferente Nerve paa et hvilketsomhelst Sted i dens Forløb med et hvilketsomhelst Irritament med samme Virkning som om Irritationen paa naturlig Maade var udgaaet fra det perifere Organ. Irritation af Chorda tympani i Mellemøret med et artificielt Irritament vil foraarsage en Smagsfornemmelse. Nerveimpulsen som saadan er utvivlsomt altid én og samme Proces, uanset, hvor og hvorledes den er opstaaet. Sanseorganets Betydning er da dén, at det er modtageligt for en bestemt Art af Irritamenter, for hvilke det er i høj Grad følsomt, langt mere følsomt end Nerven. Man kan ved Hjælp af fysiske Metoder maale Irritamentets Energi; denne er som oftest yderst ringe; men den udløser i Sanseorganet en Proces, der resulterer i en Energiudladning tilstrækkelig stærk til at fremkalde den afferente Nerveimpuls. For øvrigt maa det antages, at den Bevidsthedsforandring, som man kalder en Sansefornemmelse, ikke foraarsages af en enkelt Nerveimpuls men er Resultatet af en kompliceret Proces i Centralorganet udløst ved Nerveimpulsen.

De for hvert Sanseomraade ejendommelige Sansefornemmelser, de saakaldte Sansekvaliteter, er noget for sig; der er ingen Sammenligning mulig mellem f. Ex. et Smagsindtryk og et Synsindtryk, hverken kvalitativt eller kvantitativt; og man mangler ligeledes enhver Maalestok for Intensitetsgrader indenfor samme Sansekvalitet. Man er vel i Stand til at skelne, om ét Sanseindtryk er stærkere end et andet af samme Art, men hvor meget det er stærkere, kan man ikke afgøre.

Sansefornemmelsens Styrke afhænger til dels af Maaden, hvorpaa Irritamentet appliceres, dels af Sanseorganets øje-

blikkelige Tilstand; den voxer ikke ligefremt med Styrken af Irritamentet, men der bestaar dog i adskillige Tilfælde en bestemt lovmæsig Afhængighed dem imellem. Irritamentet maa have en vis Styrke for overhovedet at kunne fremkalde en Sansefornemmelse; denne Minimumintensitet, Tærskelværdien, er forskellig for de forskellige Sansekvaliteter; paa den anden Side nytter det ikke at forøge Irritamentet ud over en vis Grændse; Sanseindtrykket naaer forholdsvis hurtigt Maximum af Intensitet; forøges Irritamentet yderligere, vil man kun opnaa, at Sanseorganet meget hurtigt trættes. For at finde Forholdet mellem Forandringer i Irritamentets Styrke og de tilsvarende Forandringer af Sansefornemmelsen benytter man sig af Individets Evne til at skelne mellem Sanseindtrykkenes Intensitet, idet man bestemmer den Forandring af Irritamentet, der er nødvendig for at frembringe en netop kendelig Intensitetsforøgelse af Sansefornemmelsen. Man finder paa denne Maade, at den nødvendige Forøgelse af Irritamentet altid maa staa i et konstant Forhold til dettes oprindelige Styrke. Hvis Δ R er Irritamentets Tilvæxt og R det oprindelige Irritament, har man altsaa $\Delta R/R = k$. Dette er den saakaldte Weber'ske Lov (E. H. Weber, 1831). Hvis man antager, at den netop kendelige Tilvæxt af Sansefornemmelsen er lige stor indenfor Irritamentets Minimums- og Maximumsgrændse, — en Antagelse, der forøvrigt ikke har megen Sandsynlighed for sig, — kan Loven ogsaa udtrykkes saaledes: Naar Fornemmelsen voxer efter en Differensrække, maa de tilsvarende Irritamenter voxe efter en Kvotientrække. For meget svage eller meget stærke Irritamenter gælder Weber's Lov imidlertid ikke, og de matematiske Formuleringer af Loven har derfor vistnok kun en meget begrændset Interesse.

Sansefornemmelsen opstaar, som allerede omtalt, i Centrene, men man søger ikke Aarsagen til et Sanseindtryk i Hjærnen, man localiserer erfaringsmæsigt en Sansefornemmelse

til Periferien. Localisationen er forskellig for de forskellige Sansekvaliteter; saaledes henlægger man altid Aarsagen til et Synsindtryk udenfor Organismen, andre Sanseindtryk henfører man til Modtagerapparatets nærmeste Omgivelser, saaledes de fra Hudens Sanseorganer stammende Fornemmelser. Fra denne Regel gives dog Undtagelser; naar man »føler sig for« med en Stok, projicerer man ikke de saaledes opstaaede Trykfornemmelser til Huden men til den perifere Ende af Stokken. Ofte kan det være vanskeligt at analysere Sansefornemmelser; man kan paa Grund af fejlagtig Localisation antage for et Smagsindtryk, hvad i Virkeligheden er et Lugteindtryk. De mangfoldige Sansefornemmelser fra Legemets forskellige Organer, som tilsammen danner den saakaldte Alménfornemmelse, gør man overhovedet intet Forsøg paa at localisere.

(Man træffer undertiden i patologiske Tilfælde Pervertering af Sanseprocessen saaledes, at en Irritation af et Sanseorgan fremkalder en inadæquat Sansefornemmelse (Illusioner), eller saaledes, at en Sansefornemmelse opstaar uden at være foranlediget af noget ydre Irritament (Hallucinationer); Beskrivelsen af saadanne Fænomener hører imidlertid hjemme i Patologien.)

De nervøse Centre.

Ved et Nervecentrum forstaar man en Samling af Ganglieceller, hvorfra en bestemt Funktion dirigeres, hvorfra Innervationen til et bestemt Organ foregaar, eller hvortil samtlige Nerveimpulser fra et givet Sanseorgan eller Sanseomraade indløber. Synscentret f. Ex. er den Region af Hjærnebarken, hvortil alle Nerveimpulser opstaaede ved Irritation af Øjets lysperciperende Organer ledes, og hvortil Opfattelsen af Lysfornemmelser er knyttet. Et Nervecentrum kan utvivlsomt ogsaa være anatomisk defineret — saaledes de saakaldte Udspringskærner for motoriske Nerver — men i de fleste Tilfælde er de paagældende Ganglieceller spredte over et større ubestemt afgrændset Omraade, inden-

for hvilket man tillige træffer talrige andre Ganglieceller med andre centrale Funktioner.

Centrenes Omraade er meget forskelligt. Man har saaledes Centre for de enkelte Muskler, og man har Centre for meget sammensatte Bevægelser som f. Ex. Respirationscentret, hvorfra hele den stærkt komplicerede Aandedrætsmekanisme reguleres. Efter Centrenes større eller mindre Virksomhedsomraade kaldes de overordnede eller underordnede; til denne Inddeling svarer i grove Træk den anatomiske Beliggenhed, idet man som Hovedregel finder de underordnede Centre i Rygmarven, de overordnede i Hjærnen.

Nervecentrene findes altsaa samlede i Centralnervesystemet; men Reglen gælder dog ikke absolut, idet ogsaa Spinalganglierne og de sympathiske Ganglier maa antages at have centrale Funktioner. Centrene staar ved Ledningsbaner i Forbindelse med samtlige Organer og Væv, og de er ligeledes ved utallige Ledningsbaner i indbyrdes Forbindelse. Da Centrene blot er Grupper af Ganglieceller, er Centrets Funktion den samme som Gangliecellens Funktion. Nervecellen er som allerede nævnt hele Neuronets trofiske Centrum; men denne Virksomhed strækker sig endnu videre, ogsaa Nervens Endeorganer eller de Organer, som innerveres af Nerven, er afhængige af det paagældende Nervecentrum; de maa, for at deres Ernæring skal kunne foregaa paa normal Maade, være i Forbindelse med dette. Hvis en motorisk Nerve overskæres, vil ikke alene den Del af Nerven, der ligger perifert for Overskæringsstedet, degenerere, men ogsaa den Muskel, som Nerven innerverer, vil degenerere og dø.

Medens der, hvad Gangliecellens trofiske Funktioner angaar, næppe findes divergerende Anskuelser blandt Fysiologerne, stiller Sagen sig anderledes, naar Talen er om de nedenfor omtalte Funktioner. Man er gennem de senere Aars Undersøgelser mere og mere kommet til at fæste Opmærksomheden ved Kontaktfladen (Synapsis) mellem Neuronerne

og at tilskrive denne Egenskaber, som man tidligere betragtede som knyttede til Cellen. Disse Undersøgelser er endnu ikke afsluttede; men det er dog ikke usandsynligt, at Synapses ligesom de motoriske Endeplader maa betragtes som selvstændige Organer med karakteristiske Egenskaber.

Gangliecellen er modtagelig for Irritamenter dels stammende fra afferente Nervers Endeorganer, dels fra andre Ganglieceller, dels endelig kan den paavirkes af Hormoner, tilført den med det circulerende Blod; denne sidste Irritationsmaade, den saakaldte automatiske Irritation, synes at spille en ikke ringe Rolle indenfor Nervesystemet. Cellens Følsomhed for Irritamenter kan være forskellig under forskellige Forhold; den nedsættes ved rigelig Ilttilførsel, forøges under Iltmangel; den er mindre under Søvn end i vaagen Tilstand. Endelig kan visse Gifte virke ændrende paa Følsomheden; den nedsættes saaledes af Morfin og forøges af Strychnin.

Centrene er imidlertid ikke blot Modtagere og Viderebefordrere af Irritamenter; de besidder tillige en vis Selvstændighed overfor disse. Gangliecellen er i Stand til at omsætte et enkelt kortvarigt Irritament til en langvarig Virkning; den er i Stand til at opsummere en Række svage Irritamenter og afgive dem videre som en enkelt Udladning, og den formaar at forandre Irritamentets Rhytme.

Denne relative Selvstændighed overfor Irritamenterne viser sig ogsaa paa anden Maade derved, at Omsætningen i Centrene tager en vis Tid, den saakaldte Reaktionstid. Denne er forskellig hos forskellige Individer; den er længere hos Børn end hos Voxne, større hos livlige Mennesker end hos flegmatiske; den aftager til en vis Grad med Øvelsen; den er endvidere forskellig hos det samme Individ under forskellige Betingelser, og den er først og fremmest forskellig for de forskellige Centre saaledes, at den er kortest i de underordnede Centre, længere i de overordnede. Man har undersøgt Tidsforholdet med Hensyn til den centrale Proces

for de corticale Centres Vedkommende paa den Maade, at man lader Forsøgsindividet udføre en meget enkel Bevægelse paa et givet Signal, — man kan f. Eks. lade ham trykke paa en Kontakt, idet han ser en elektrisk Gnist, — og maaler den Tid, der medgaar, fra Signalet er givet, til Bevægelsen sker. Det vil da vise sig, at den anvendte Tid, der i det anførte Exempel kaldes »Reaktionstiden fra Øje til Haand«, er betydeligt større end den Tid, som en Nerveimpuls bruger til at gennemløbe de paagældende Ledningsbaner, og denne Forøgelse maa skyldes Omsætningen i Centrene.

Reaktionstiden kan som alt nævnt forkortes ved Øvelse; det synes som om en Nerveimpuls lettere gennemløber Baner, der tidligere har været i indbyrdes Forbindelse, og desto lettere jo hyppigere Forbindelsen har været sluttet, end den finder frem ad hidtil hinanden uvedkommende Afsnit af Ledningsnettet. Hvorfor og hvorledes ved man ikke. Reaktionstiden kan ligeledes forkortes ved den nervøse Virksomhed, man kalder Opmærksomheden; dennes Væsen er som de øvrige komplicerede Hjærneprocessers ganske ubekendt, men dens Virkninger kendes til Dels, og blandt disse er dén, der bestaar i Dannelsen af en Slags »Shunt« mellem bestemte Nervebaner saaledes, at Centrene til Dels udskydes, hvorved atter Reaktionstiden for en given Nervevirksomhed forkortes. Jo stærkere Opmærksomheden anspændes, desto kortere bliver Reaktionstiden, men desto mere automatisk bliver ogsaa Reaktionen; denne vil kunne udløses ved en hvilkensomhelst Paavirkning, der frembyder blot en fjærnere Lighed med den aftalte, ja, undertiden ved det først optrædende Irritament, uanset dettes Art. Enhver Gymnastiklærer véd, hvor vanskeligt det er at foretage en Rettelse med Ord, efter at Avertissementskommandoen er udtalt, uden at Troppen reagerer; med mindre man er i Stand til ved en stærkt forandret Stemme, en Bevægelse, et forandret Ansigtsudtryk, at afspænde Elevernes Opmærksomhed, saa-

ledes at disse atter lader Hovedledningen gaa igennem de »shuntede« Centre.

Nervecentrenes Virksomhed er betinget af arteriel Blodtilførsel; stanses denne, vil de lammes, d. v. s., deres Følsomhed for Irritamenter vil blive mere eller mindre nedsat, eventuelt helt ophævet, og varer Standsningen af Circulationen mere end nogle faa Minutter, for nogle Centres Vedkommende drejer det sig maaske blot om Secunder, vil Funktionen ikke kunne genoptages. De højeste Centre er de mest følsomme for Iltmangel; en Sammentrykning af Carotiderne vil næsten momentant fremkalde Bevidstløshed; Centrene i Rygmarven er mere haardføre. Blandt disse sidste træffer man atter indbyrdes Forskelligheder, idet de motoriske Centre er mindre modstandsdygtige end de sensitive.

I Modsætning til, hvad der gælder for Ledningsbanerne, kan Centrene trættes; efter hver nervøs Udladning har Gangliecellen en refraktær Periode, indenfor hvilken den er uimodtagelig for nye Irritamenter; og efter nogen Tids Virksomhed maa navnlig de højere Centre have en Hvileperiode, hvis ikke deres Ydeevne skal tage varig Skade. — Denne Hvile faar Centrene under Søvnen.

Hvorledes Søvnen kommer i Stand, véd man ikke, men man kender visse medvirkende Aarsager saasom en vis Grad af Træthed, en behagelig hvilende Stilling, Mørke, Stilhed, kort sagt alt, hvad der kan tjene til at indskrænke Sansevirksomheden, endvidere Mæthed, Varme, osv. En Patient, der var anæstetisk paa næsten hele Legemet, som kun havde ét Øje og kun hørte med det ene Øre, faldt uvægerligt i Søvn, naar man tilbandt hans Øje og tilstoppede det raske Øre. — Man kender endvidere til en vis Grad Søvnens Symptomatologi. Under Søvn er de højere Nervecentres Irritabilitet stærkt nedsat, og det samme gælder om end kun i ringere Grad de underordnede Centre; Muskeltonus er nedsat, Aandedræts- og Hjætefrekvensen er lang-

sommere, Kirtelsecretionen er formindsket. En Del af disse Symptomer viser sig allerede forud for Søvnen. Naar man bliver søvnig, »nikker« man med Hovedet paa Grund af formindsket Tonus af Nakkemuskulaturen; man gnider Øjnene for ved Hjælp af dette mekaniske Irritament at paaskynde Taaresecretionen, og man gaber for at befordre Circulationen. Den nedsatte Circulation, der ogsaa giver sig til Kende ved et nedsat intracranielt Tryk, synes at være det Hovedmoment, der betinger Søvnens Indtræden; men hvorledes Mekanismen virker, véd man som sagt ikke. At Centrenes Irritabilitet ikke helt er ophævet under Søvn, viser sig paa flere Maader; man kan f. Ex. vende sig i Søvne, naar Stillingen er ubekvem; ogsaa de højeste Centre kan til en vis Grad være i Virksomhed i Drømmene. Disse synes dog navnligt at optræde paa Overgangen mellem Søvn og Vaagen.

Man har søgt at bestemme Søvnens Dybde, ved at maale Styrken af det Irritament, der skal til for at bringe Individet til at vaagne. Som Regel anvender man til saadanne Forsøg Lydirritamenter. Det har da vist sig, at Søvnen er dybest omtrent en Time efter dens Begyndelse, og at Dybden derefter hurtigt aftager. Man maa dog i denne Forbindelse erindre, at det anvendte Irritament virker ikke alene i Forhold til sin Intensitet men ogsaa efter sin Art; den Sovende kan ligesom være indstillet paa visse Arter af Irritamenter. En Moder kan sove fast trods betydelig Støj i Huset men vaagne øjeblikkeligt ved den svageste Klynken af et Spædbarn.

Søvnen er i flere Henseender beslægtet med Hypnose. Beskrivelsen af denne Tilstand hører imidlertid ikke hjemme under Fysiologien.

Ledningsbanerne.

Ledningsbanerne er dels saadanne, der leder Impulser fra Centrene til Periferien, centrifugale, efferente Nerver; herhen hører motoriske og secretoriske Nerver; dels saa-

danne, der leder Impulser fra Periferien til Centrene, centripetale, afferente Nerver; hertil hører alle Sansenerver; dels endelig Nervebaner, der forbinder Centrene indbyrdes.

Legemets Nervestammer indeholder som oftest saavel afferente som efferente Baner, og de enkelte Traade maa altsaa have et isoleret Forløb indenfor den blandede Nerve (en Undtagelse fra denne Regel vil blive omtalt i det følgende Kapitel). Som Hovedregel kan man sige, at de Nerveimpulser, der ledes ad efferente Baner, har deres Oprindelse i et Centrum, d. v. s. i en Ganglіecelle, medens de afferente Nerver leder Impulser, opstaaede i Sanseorganerne som Følge af et ydre Irritament. En Nerve kan imidlertid irriteres paa et hvilket som helst Sted i sit Forløb med samme Virkning, som om Irritamentet appliceredes paa det Sted, hvorfra det under normale Forhold udgaar. Det har endvidere vist sig ved Anvendelse af kunstigt Irritament paa den isolerede Nerve, at Ledningen kan foregaa i bægge Retninger; og det er endelig lykkedes af faa en Sammenvoxning i Stand mellem den perifere Ende af en motorisk Nerve og den centrale Ende af en sensitiv og dernæst at bringe den paagældende Muskel til Kontraktion ved at irritere Nerven centralt for Sammenvoxningsstedet. Under normale Forhold er Ledningens Retning altsaa bestemt ved Endeorganet.

Nerven maa være uskadt, for at Ledningen skal kunne foregaa; hvis den overskæres, knuses — f. Ex. ved Underbinding, — eller hvis dens histologiske Struktur paa anden Maade forstyrres, afbrydes Ledningen paa de paagældende Strækninger.

Nerveledningen foregaar ret hurtigt, men tager dog en maalelig Tid. Til Maaling af Nerveledningens Hastighed har man anvendt forskellige Metoder; én af disse grunder sig paa den Omstændighed, at Naalens Udslag i et Galvanometer ved meget kortvarige Strømme er proportionalt med den Tid, i hvilken Strømmen har været sluttet. Man anvender til Forsøget en motorisk Nerve i Forbindelse med sin Muskel (ved nervefysiologiske Forsøg anvendes som Regel et

saadant Muskel-Nerve-Præparat, hvor Musklen altsaa tjener som Indicator for, hvad der foregaar i Nerven) og indretter sig saaledes, at Nerven modtager et elektrisk Irritament i det Øjeblik, da Strømmen gennem et Galvanometer sluttes. Irritamentet vil bringe Musklen til at kontrahere sig, og denne er saaledes anbragt, at Kontraktionen øjeblikkeligt afbryder Galvanometerstrømmen (Fig. 8.). Hvis man ved en saadan Forsøgsopstilling først irriterer Nerven langt fra Musklen og derefter tæt ved Musklen, vil man faa et forskelligt Udslag paa Galvanometret, og man vil da af Differencen mellem disse to Udslag og den kendte Afstand mellem de to irriterede Steder af Nerven kunne beregne Ledningshastigheden. Denne regnes i Menneskets motoriske Nerver til omkring 100 m i Secundet; den er langsommere i Nerver til Indvoldsmusklerne end i de cerebro-spinale Nerver; den er desuden afhængig af Temperaturen, idet den bliver langsommere ved lav Temperatur; det er derimod tvivlsomt, om den paavirkes af Irritamentets Styrke.

En Nerve kan irriteres saavel ad mekanisk som ad termisk, elektrisk eller kemisk Vej; sædvanligt anvender man ved fysiologiske Forsøg det elektriske Irritament, da dette skader Nerven mindst. Man kan irritere Nerven elektrisk, saavel ved Hjælp af konstant Strøm som ved Induktionsstrømme eller Kondensatorudladninger. Gennemledning af en konstant Strøm virker ikke i sig selv irriterende paa Nerven, men hvis der sker pludselige Forandringer af Strømstyrken (Strømtætheden), og da navnlig naar Strømmen sluttes eller afbrydes, virker den som Irritament. Forholdene synes imidlertid ret komplicerede og kendes ikke til Bunds. Man kender Tilfælde, hvor Gennemledning af en konstant Strøm gennem en sentisiv Nerve ledsages af konstant Smærtefornemmelse i Nervens Udbredningsomraade, og man har ligeledes fundet, at en lige stærk Intensitetssvingning i lige lang Tid har forskellig Virkning, eftersom den foregaar i den ene eller den anden Retning; Strømslutning og Strømbrydning giver

ikke samme Resultat. Naar Strømmen sluttes, udgaar Irritationen fra Kathoden, medens den ved Strømbrydning udgaar fra Anoden; tillige forandres Nervens Følsomhed for Irritamentet ved Strømmens Poler, idet den tiltager ved Kathoden, aftager ved Anoden. Man faar derfor ved passende Forsøgsanordning i visse Tilfælde, naar Anoden anbringes perifert, kun Virkning, naar Strømmen brydes, medens man i andre Tilfælde kun opnaar Virkning af Strømslutningen, naar Kathoden er anbragt perifert. Inductionsslag virker kun i sidstnævnte Tilfælde.

Ledningsevne og Irritabilitet er til en vis Grad uafhængige af hinanden; man kan ved at behandle Nerven localt med visse Gifte gøre den uimodtagelig for Irritamenter uden at Ledningsevnen i det ufølsomme Parti ophæves.

Man kan inducere en Strøm i en Nerve, hvis denne lægges om en primær Rulle, og man har derfor antaget, at Nervevirksomheden bestaar i elektriske Forandringer i Nervefibrillerne; man er paa dette Punkt imidlertid ikke naaet ud over de rene Hypotheser, nogen virkelig Forstaaelse af, hvad der foregaar, har man ikke.

Afbryder man Forbindelsen mellem en Nervetraad og dens Ganglicelle, vil Nerven degenerere og dø; dens Følsomhed for Irritamenter vil lidt efter lidt forsvinde; som oftest gaar der dog en Periode med forhøjet Følsomhed forud. Ogsaa den centrale Ende af den overskaarne Nerve og selve Ganglicellen vil lide, undergaa en vis Grad af Atrofi, men ikke dø bort.

En Nerve fordrer for at være funktionsdygtig arteriel Blodforsyning og navnlig Ilt. Hvis en Nerve unddrages Ilt, vil den hurtigt miste sin Ledningsevne, og varer Iltmanglen mere end en ganske kort Tid, vil Nerven dø.

Efter hvert Irritament har Nerven en refraktær Periode, d. v. s., der maa efter Irritamentet forløbe en vis Tid, før et nyt Irritament vil vise sig virksomt.

Disse Iagttagelser viser, at der foregaar et Stofskifte i

Nerven; men dette maa paa den anden Side være yderst ringe; man kan nemlig ikke paa nogen Maade paavise Varmeproduktion i Nerven under Nervevirksomheden, ligesaalidt som man kan paavise Træthedsfænomener, saalænge Iltforsyningen foregaar paa normal Maade. Selv efter flere Timers Irritation, naar Nerven har modtaget i millionvis af Irritamenter, er Ledningsevnen uforandret. — Under Nervevirksomheden opstaar der ligesom under Muskelvirksomheden elektriske Strømme, Actionsstrømme, i selve Nerven.

Nervesystemets almindelige Funktion.

Nervesystemets typiske Funktionsform er Reflexvirksomheden. Ved en Reflex forstaar man en efferent Nerveimpuls, opstaaet i en Receptor og ledet ad en afferent Bane til den efferente Banes Centrum. Man anvender ofte det Udtryk, at Reflexen »udløses« i den paagældende Receptor, hvorefter den gennemløber en »Reflexbue«, hvis opstigende Gren er den afferente Nervebane, medens den efferente Bane danner den nedstigende Gren. Reflexbuens Toppunkt dannes af den efferente Banes Centrum, der sædvanligt kaldes Reflexcentret. En Reflexbue maa altsaa bestaa af mindst 2 Neuroner; som oftest vil der dog blive Tale om flere, idet den afferente Impuls kun undtagelsesvis naaer Centralnervesystemet netop paa det Sted, hvor den paagældende efferente Bane har sit Udspring; der maa da indskydes ét eller flere intermediære Neuroner (sml. Fig. 6 a). Rammer en saadan Impuls en Muskel, sker der en reflektorisk Kontraktion, en Reflexbevægelse; giver den Anledning til, at en Kirtel træder i Virksomhed, siger man, at Kirtelsecretionen er udløst reflektorisk, ad Reflexvejen. Men medens Nervesystemet kun kan influere paa Kirtelcesretionen ad denne Vej, kan Bevægelsesimpulser

ogsaa opstaa og forløbe paa anden Maade. Reflexbevægelsens Modstykke er den saakaldte vilkaarlige Bevægelse; denne er karakteriseret derved, at den efferente Impuls skyldes en Viljesakt, d. v. s. opstaar i de højeste corticale Centre, uden at disse i Forvejen er paavirkede direkte af afferente Impulser. Det er imidlertid tvivlsomt, om denne Adskillelse lader sig opretholde. De fleste Psychologer synes enige om at reducere Viljens Omraade til et Minimum, og der er fra fysiologisk Side ingen Anledning til at beskæftige sig med flere psychiske Evner end højst nødvendigt. Der er dog naturligvis intet til Hinder for af praktiske Grunde indtil videre at anvende Betegnelsen: Vilkaarlige Bevægelser eller i Almindelighed: Vilkaarlige Impulser om saadanne, der stammer fra Storhjærnens Barkcentre, ligegyldigt hvorledes de er opstaaede. Under alle Omstændigheder er de vilkaarlige Bevægelsers Omraade ringe; man har paastaaet, at af 1000 Muskelbevægelser er højst 1 vilkaarlig, Resten er Reflexbevægelser. Det kan i hvert Fald ikke nægtes, at mange Bevægelser, som man almindeligt har betragtet som vilkaarlige Bevægelser, ved nærmere Undersøgelser har vist sig at være Reflexbevægelser. For øvrigt findes der Overgange mellem de to Funktionsformer, dels Blandingsformer, dels Forskydninger, især i den Retning, at en Funktion, der maa anses for vilkaarlig, efterhaanden udvikler sig til en reflektorisk Funktion. Dette sidste maa endog siges at være Regel i alle Tilfælde, hvor en Nerveimpuls ofte gennemløber de samme Baner. En saadan Forskydning betyder dog ikke, at den paagældende Funktion derved er blevet frigjort for Barkcentrenes Kontrol; talrige Reflexcentre har direkte Forbindelse med corticale Hjærnecentre, som er i Stand til at virke hemmende paa Reflexvirksomheden; blokeres Ledningen fra Cortex til de spinale Reflexcentre, hvilket kan ske i visse Rygmarvssygdomme, finder man derfor som Tegn paa den svigtende centrale Hemning stærkt forøgede Reflexfænomener. Reflex-

virksomheden kan derimod aldrig paaskyndes fra Storhjærnens Centre. Hemningen kan være absolut; man kan lade være med at skrige af Smærte, man kan undertrykke en Nysen osv.; men i mange Tilfælde er Hemningen kun partiel eller midlertidig, man kan f. Ex. ikke mere end for en kort Tid tilbageholde Aandedrættet; og talrige Reflexer unddrager sig al Kontrol fra Storhjærnens Side, Pupilreflexen f. Ex., eller Hjærtets Kontraktioner.

Resultatet af denne de øverste Hjærnecentres reflexhemmende Virksomhed er det, man kalder Selvbeherskelsen; den er Maalet for Opdragelse og et vigtigt Kendetegn paa al »Dannelse«. Det bør dog maaske i denne Sammenhæng betones, at Dannelsen ogsaa har en anden og meget væsentlig Side, der netop bestaar i at frigøre Individet fra visse psychiske Hemninger.

For at undgaa forstyrrende Indflydelser fra Hjærnebarken benytter man til Undersøgelser over de spinale Reflexbevægelser Forsøgsdyr, hvis Hjærnehemisfærer er satte ud af Funktion ved Gennemskæring af Midthjærnen, eller, — hvis det drejer sig om at udelukke ogsaa Lillehjærnens Indflydelse, — paa hvilke Medulla oblongata er skilt fra Medulla spinalis. Sherrington, paa hvis Arbejder den moderne Opfattelse af Reflexvirksomheden hviler, har arbejdet med saadanne Præparater.

Den resulterende Reflexbevægelse er med Hensyn til sin Karaktér især bestemt af Irritationens Art og Stedet, hvorfra den udløses, med Hensyn til sin Udstrækning derimod af Irritamentets Styrke. Hvis man irriterer en »spinal« Hund med et Naalestik i en Bagpote, reagerer den med en Bøjningsreflex; udøver man et kraftigt Tryk paa Potens plantare Flade, faar man en Strækning af Extremiteten. Irriterer man Huden paa Skulderpartiet med et svagt, rhytmisk elektrisk Irritament, reagerer Hunden med den bekendte Bevægelse med et Bagben, den »kløer sig«. Hvad Processens Omfang angaar, vil man finde, at et svagt Stik i Poten vil

bevirke, at denne bøjes opad; et stærkere Stik vil tillige foraarsage Bøjning i Knæet, et endnu stærkere bevirker Bøjning i alle Extremitetens Led, idet denne trykkes op imod Kroppen. Forøges Irritamentet yderligere, griber Processen over paa den anden Underextremitet men foraarsager hér en Strækning i samtlige Led, den Bevægelse, som Hunden vilde udføre, hvis den søgte at fjerne sig fra den skadelige Paavirkning. En Forøgelse af Reflexens Styrke medfører altsaa en Forøgelse af dens Udbredningsomraade, men den forandrer ikke den samlede Reaktions Karaktér.

Reflexens synlige Resultat, Bevægelsen, beror ikke simpelthen paa en Kontraktion af visse Muskler men er et sammensat Fænomén. Reflexímpulsen er ikke blot exciterende, den er ogsaa hemmende. Skeletmusklerne befinder sig under sædvanlige Forhold i en vis Spænding, Tonus (hvorom nærmere nedenfor); heraf følger, at enhver Bevægelse maa hemmes af den toniske Spænding i de i en given Situation antagonistisk virkende Muskler. Det hensigtsmæsige Forløb af Reflexbevægelsen fordrer derfor, at denne Tonus nedsættes successive, og dette foraarsages af selve Reflexímpulsen (sml. Fig. 6 b). At det virkelig forholder sig saaledes, kan man demonstrere paa det »spinale« Dyr, hvis man forbinder den løsnede Quadricepssene med en Skrivestift og derefter udløser en Bøjningsreflex fra Foden. Skrivestiftens Bevægelse vil da vise, at Quadriceps forlænges, idet Flexorerne kontraherer sig. Denne reflektoriske Hemning er for Organismen af lige saa stor Betydning som den »positive« Reflexvirksomhed. For Organismen gælder det om, at alle Bevægelser bliver lovbundne, koordinerede, hensigtsmæsige, og dette er kun muligt, naar de reflektoriske Processer forløber paa en saadan Maade, at Bevægelserne ikke vanskeliggøres af antagonistiske Kræfter, at der ikke optræder forvirrede Bevægelseskombinationer ved, at flere Reflexer griber ind paa hinandens Omraade, eller ved at de optager Pladsen for hinanden. At en Hemning af antagonistiske Muskelspændinger faktisk fin-

der Sted, er allerede omtalt. Hvad det andet Punkt angaar, da ved man, at f. Ex. Inspirationsreflexen hemmes under Synkning, og det synes i al Almindelighed at være en Lov, at den i Øjeblikket for Organismen vigtigste Reflex faar »fri Bane« saaledes, at den deraf resulterende Reflexbevægelse kommer i Stand med Udelukkelse af alle andre, i den givne Situation mindre væsentlige Reflexer, der vilde kunne gribe forstyrrende ind paa de Baner, ad hvilke den dominerende Proces forløber. Det frie Forløb af en enkelt Reflex kan altsaa sikres derved, at alle andre Impulser hemmes. En saadan dominerende Reflex opstaar f. Ex. ved alle Indgreb, der direkte truer Organismens Integritet. Hvis man paa den tidligere anførte Maade fremkalder en »Kløreflex« hos den »spinale« Hund og derpaa, medens Irritationen, der har fremkaldt denne, stadig fortsættes, ved et Stik i Poten udløser en Bøjningsreflex paa samme Extremitet, da vil denne sidste Reflex dominere, d. v. s., den vil forløbe med samme Præcision og med samme Intensitet, som om det Irritament, der udløste den, var det eneste virkende. Saasnart dette ophører at virke, tager »Kløreflexen« fat paany. Det synes for øvrigt paa Forhaand indlysende, at noget saadant maa finde Sted, naar man betænker, at Organismen til Stadighed paavirkes af et Mylr af ydre Irritamenter, som, hvis de derved opstaaede Impulser fik Lov til uhindret at interferrere med hinanden, maatte frembringe et ganske kaotisk Bevægelsesudslag. Der er imidlertid sørget for, at selv en dominerende Reflex ikke ubegrændset lægger Beslag paa bestemte Nervebaner, idet der efter en vis Tids Forløb indtræder Træthed, og denne viser sig at være af central Oprindelse, idet de paagældende Muskler vil kunne reagere med usvækket Kraft paa et andet Reflexirritament. Det er endvidere saaledes, at en Reflex, der for en Tid har været hemmet, fordi dens Reflexbue delvis har været optaget af en mere presserende Impuls, vil forløbe under mindre Modstand end sædvanligt, naar den atter faar »fri Bane«. I det ovenfor om-

talte Exempel vil saaledes »Kløreflexen« naar den, efter at det skadelige Irritament paa Foden har ophørt at virke, begynder paany, foregaa mere energisk end før Afbrydelsen.

Medens det altsaa i Almindelighed gælder som Regel, at en enkelt Reflex dominerer med Udelukkelse af alle andre navnlig saadanne, som forløber ad samme efferente Bane, er Undtagelser herfra dog ikke ubekendte. To Reflexer, hvis efferente Baner falder sammen, og som har samme endelige Formaal, vil fremkalde et Bevægelsesudslag, der er stærkere end dét, som hver af de to Impulser for sig vilde kunne foranledige. Den oftere omtalte »Kløreflex« vil forstærkes, hvis samtidig 2 eller flere Punkter paa Huden irriteres. Men ogsaa Impulser fra vidt forskellige Receptorer kan forøge hinandens motoriske Virkninger: En Hest, der skal sætte en Vogn i Gang, og som ved Tilraab er bragt til at anstrænge sig til det Yderste uden Held, vil kunne hjælpes paa Gled ved et Rap af Pisken; Reflexerne fra Høreorganet og fra de irriterede Smærtepunkter i Huden har samme efferente Baner, og de udløste Bevægelser har fælles Maal.

Med Hensyn til den reflektoriske Hemnings Sæde, da tyder den Omstændighed, at en Reflex kan være hemmet, medens en anden, der delvis forløber ad den samme nedstigende Bane, passerer frit, med Bestemhed paa, at Hemningen angriber paa Reflexbuens afferente Side. For den centrale Trætheds Vedkommende gælder en ganske lignende Betragtning.

Skal en koordineret Muskelbevægelse — den være sig af reflektorisk eller vilkaarlig Oprindelse — foregaa paa normal Maade, da er den hidtil omtalte Nervevirksomhed imidlertid utilstrækkelig. Bevægelsen maa holdes under stadig Kontrol ved Hjælp af afferente Impulser, dels fraAnseorganer i Huden, dels fra Receptorer i Muskler, Sener og Led. Hvis man paa et Forsøgsdyr overskærer de bageste Nerverødder til en Extremitet saaledes, at afferente Impulser fra denne udelukkes fra Centralnervesystemet, vil Dyret for-

holde sig som om Extremiteten var lammet, skønt det motoriske Apparat er uskadt. De motoriske Centre synes at mangle Initiativ. Stærkest virker Udelukkelsen af den saakaldte dybe Sensibilitet; men alene Udfald af Hudsanserne gør Bevægelserne famlende og usikre. Naar Overextremiteternes Sensibilitet er lammet, kan man holde en Genstand i Hænderne, saalænge disses Stilling kan kontrolleres ved Hjælp af Synet; men hvis man lukker Øjnene eller gaar ind i et mørkt Værelse, vil man hurtigt tabe Genstanden. Musklens Proprioceptorer, de saakaldte Muskeltene (se Fig. 7), synes tillige at kunne virke reflexhemmende. En reflektorisk Kontraktion af Quadriceps kan saaledes hemmes, hvis man passivt udspænder Musklen; dette dog kun, naar de bagre Spinalrødder er intakte.

Man har delt Reflexerne i enkle og sammesatte eller som det ofte udtrykkes: simple og ordnede Reflexer. Denne Inddeling savner imidlertid fysiologisk Grundlag, idet den kun er Udtryk for en grovere Gradsforskel. Overgangen mellem de to Grupper er naturligvis ganske jævn.

De mere sammensatte Reflexer har ofte et umiskendeligt Præg af Hensigtsmæsighed, hvoraf Benævnelsen »ordnede« Reflexer. Hvis man anbringer en Draabe ætsende Syre paa højre Side af Ryggen af en hjærneløs Frø, vil Dyret blive uroligt og hurtigt foretage en Bevægelse med højre Bagben for at viske Syren bort; holder man det højre Bagben fast, vil Frøen søge at faa det gjort fri, og hvis dette ikke lykkes, vil den søge med venstre Bagben at naa den ætsede Plet. Man har i Tilfælde som dette talt om en »Rygmarvssjæl«. Men ret beset er den simple Bøjningsreflex, hvormed Forsøgsdyret reagerer paa et Naalestik i Foden, en lige saa hensigtsmæsig Bevægelse. Man maa i Almindelighed betragte enhver Reflexbevægelse som en hensigtsmæsig Reaktion mod en ydre Paavirkning. Tillige maa man være klar over, at selv den simpleste Reflexbevægelse er en kompliceret Proces. Enhver Muskel bestaar af en stor Mængde Muskelceller, der alle

har selvstændig Innervation; naar Musklen skal kontrahere sig, maa alle disse innerveres samtidigt eller i en bestemt Tidsfølge, hvis Kontraktionen skal forløbe normalt. Og hertil kommer, som allerede omtalt, Hemningsimpulserne til antagonistiske Muskler og Blokering af krydsende Baner for andre Impulser.

En af de enkleste og hurtigst forløbende Reflexer er Knæreflexen. Hvis man lægger det ene Knæ over det andet og lader Benet hænge frit, vil man, naar man med en Percussionshammer eller med Kanten af Haanden bibringer Lig. inferius patellæ et let men markeret Slag, se en sparkende Bevægelse af Foden, som skyldes en momentan Kontraktion af Quadriceps. Reflexen, der udløses fra Receptorer i Musklen eller Senen, har en usædvanlig kort Reflextid, og det maa derfor antages, at Reflexbuen er meget kort navnlig i sit Forløb indenfor Rygmarven. Som Exempel paa en forholdsvis usammensat Reflex kan endnu nævnes Abdominalreflexen; hvis man stryger let og hurtigt med en Negl hen over Huden paa Abdomen paa den ene Side af Midtlinien, vil man se en momentan Kontraktion af den tilsvarende M. rectus. Nerveimpulsen, der opstaar i Hudorganet som Følge af Berøringsirritamentet, ledes gennem en Hudnerve til Rygmarven, hvor Ledningen som sædvanligt deler sig saaledes, at Impulsen dels forløber til Hjærnecentrene og dér fremkalder en Sansefornemmelse, dels til de motoriske Centre i Rygmarvens Forhorn for dér at give Anledning til den motoriske Impuls til M. rectus. For Abdominalreflexens Vedkommende ligger Reflexbuens Toppunkt ved 8'—12' Dorsalnerves Udspring.

En noget mere sammensat Reflex er f. Ex. dén, der foranlediger, at man trækker sin Haand tilbage, naar man brænder sine Fingre; hér er flere Muskelgrupper samtidigt i Virksomhed. En endnu mere kompliceret Reflex er Nysen, der udløses fra Næseslimhinden og bestaar i en explosionsagtig aktiv Exspiration efter en protraheret Inspiration, samt

Synkebevægelsen, under hvilken flere Muskelgrupper maa træde i Funktion i en meget nøje afpasset Tidsfølge, medens andre Grupper midlertidigt maa indstille deres rhytmiske Virksomhed. Disse sammensatte Bevægelser udløses af Berøringsirritamenter fra Slimhinderne i Mund og Svælg, og deres rent reflektoriske Karakter fremgaar deraf, at regulære Synkebevægelser kan foretages ogsaa i bevidstløs Tilstand.

Reflexerne kan være medfødte som f. Ex. Pupillens Reaktion for Lys, Synkebevægelsen eller de Reflexer, der bevirker Afsondringen af Fordøjelsesvædskerne, eller de kan være erhvervede. Erhvervede Reflexer begynder som vilkaarlige Impulser og antager først senere Reflexkaraktér derved, at de meget hyppigt gentages. Der findes en Mangfoldighed af Exempler fra det daglige Liv paa saadanne Overgange, hvis Hensigtsmæsighed er umiddelbart indlysende, naar man erindrer, hvad ovenfor er anført om Reaktionstiden. Jo mere kompliceret en Bevægelse er, desto større Fordele frembyder Reflexen. Alt, hvad der kan komme ind under Begrebet Øvelse, stiler mod det Maal at eliminere Vilkaarlighedsmomentet af Nerveimpulserne og at sikre det rene reflektoriske Forløb af alle hyppigt tilbagevendende Impulser.

Som Exempel paa en saadan tillært, stærkt kompliceret Reflexmekanisme vil vi betragte Gangen lidt nærmere. Den nervøse Gangmekanisme er sammensat af en Mangfoldighed af enkelte Reflexer, saaledes afpassede, at de danner en fast sluttet Helhed. Men Gangen hører ikke til de hos Mennesket medfødte Reflexer; medens en Kylling er i Stand til at løbe omkring i samme Øjeblik, som den kommer ud af Ægget, maa Barnet møjsommeligt lære først at holde Ligevægt i den oprejste Stilling, dernæst at bevæge sig i denne Stilling og tilsidst at skifte Retning, Hastighed og Gangart. Disse Færdigheder læres gennem Øvelse og Erfaring. De mangfoldige, som Følge af den givne Situation opstaaede, Sanseimpulser gaar i Begyndelsen i overvejende Grad til

de højeste Centre; de opfattes og vurderes i Bevidstheden, og fra disse højeste Centrer udgaar saa de motoriske Impulser, som iflg. tidligere Erfaringer maa anses for de mest hensigtsmæsige. Jo mere begrændset Erfaringen er, desto længere Tid fordrer Overvejelserne, og derfor hænder det i Begyndelsen ofte, at de paatænkte Korrektioner kommer for sent til at redde den truede Ligevægt. Efterhaanden som Erfaringens Omraade udvides, bliver først denne, saa hin Korrektion automatisk, Reflexbuer uddannes i stedse stigende Antal, indtil den hele komplicerede Mekanisme foreligger fuldt færdig. Det gaar dog næppe saaledes for sig, at Udviklingen følger en lige Linie fra den første Begyndelse til Resultatet er naaet; der findes utvivlsomt Perioder, hvor Reflexer fra et bestemt Sanseomraade spiller en overvejende Rolle for paa senere Stadier af Udviklingen at erstattes af andre. Det er saaledes utvivlsomt, at Synssansen for Barnet, der forsøger de første Skridt fra Stolen hen til Moderen, i langt højere Grad end for den Voxne, der gaar hen over Gulvet, spiller en Rolle for Ligevægten. Først paa et senere Stadium faar Reflexerne fra Hudens Sanseorganer og den saakaldte »dybere Sensibilitet« større Betydning.

Gangens fuldt udviklede Reflexmekanisme betinges altsaa af et Sammenspil mellem talrige enkelte Reflexer, exciterende og hemmende, der udløses fra mange forskellige Receptorer og forløber ad mange forskellige Veje: Fra det statiske Organ og Buegangene i det indre Øre udgaar Impulser, der over Lillehjærnens Centre for Ligevægten naaer til de motoriske Centre i Rygmarven; fra Sanseorganer i Fodsaalernes Hud, udgaar Impulser svarende til Forskydninger af Legemets Tyngdelinie; fra Receptorer i Sener og Led udgaar Impulser, udløste af de Ændringer i Tryk- og Spændingsforholdene i de paagældende Organer, der betinges af Forandringer i Extremiteternes Stilling og Musklernes Kontraktionsgrad. Ogsaa fra Synsorganet udgaar Nerveimpulser, der føjes ind i den store Helhed, selv om Reflexer udløste ad denne Vej

under sædvanlige Forhold kun i mindre Grad har Betydning for Ligevægten under Gangen.

Hos den der besidder det fuldkomme Herredømme over sin Gangmekanisme er det vilkaarlige Moment indskrænket til at sætte Maskineriet i Gang. Man »vil« gaa, og saa gaar man. Men dette betyder naturligvis ikke, at Nervevirksomheden i det Hele taget er mindre; Mekanismen er stadig den samme; der indløber stadig Byger af Impulser fra de nævnte Modtagerapparater til Centralorganerne, hvor de omsættes til Bevægelsesimpulser saaledes afpassede, at det samlede Bevægelsesresultat bliver netop det villede. At dette er Tilfældet, fremgaar bl. a. deraf, at hele Mekanismen svigter selv for den øvede — og navnlig for denne, — hvis ét af de Sanseomraader, hvorfra de regulerende Impulser udgaar, pludselig bortfalder.

Sygelige Tilstande i de statiske Organer eller i Cerebellum fremkalder saaledes svære Ligevægtsforstyrrelser, der viser sig saavel i Legemets Holdning som i Gangen. Anæstesi af Fodsaalernes Hud, muligvis i Forbindelse med en Lammelse ogsaa af den »dybe Sensibilitet« i denne Region, er Aarsagen til den bredsporede, stolprende, saakaldte ataktiske, Gang, idet de normalt fra disse Sanseorganer udløste Reflexer falder ud.

En saadan Defekt lader sig imidlertid i alt Fald delvis reparere derved, at andre afferente Baner er i Stand til at overtage og erstatte den ufarbare Del af de defekte Reflexbuer. I det sidst nævnte Tilfælde vil Synssansen erstatte de udfaldne Hudsanser. Allerede under normale Forhold vil Synssansen som ovenfor nævnt bidrage til Ligevægtens Bevarelse; derfor bliver Evnen til at staa eller gaa ikke helt ophævet paa Grund af Anæstesi af Fødderne; det gælder altsaa blot om at udvikle en allerede bestaaende Mekanisme videre. Synssansens Betydning for Ataktikeren lader sig direkte demonstrere. Anbringer man en ataktisk Patient med Fødderne i Slutstilling, vil hans usikre Ligevægt træde ty-

deligere frem, men han vil dog i ikke alt for fremskredne Tilfælde kunne staa; lader man ham nu lukke Øjnene, vil Kroppen strax begynde at dingle og svaje, og han vil meget hurtigt falde om, hvis han ikke ved ydre Hjælp holdes paa Benene (Romberg's Symptom). Gangen er imidlertid indøvet ved Hjælp af Reflexer fra Fodsaalerne, og Reflexerne udløst gennem Øjet vil derfor til en Begyndelse kun være en Nødhjælp; for at kunne udnyttes i fuld Udstrækning maa de indøves paa samme Maade, som de paa Grund af Sygdommen nu udfaldne Hudreflexer i sin Tid blev indarbejdede. Ataktikeren maa lære at gaa, som et Barn lærer at gaa. Hvis Sygdomsprocessen ikke er fremadskridende, vil hans Gang kunne blive tilsyneladende som andre Menneskers; men den bagvedliggende nervøse Reflexmekanisme vil tildels være en anden.

Man vil formentlig af det hér valgte Exempel kunne faa et Indtryk af, hvor omfattende og betydningsfuldt de erhvervede Reflexers Omraade er. Det vil endvidere være klart, i hvor høj Grad Uddannelsen af hensigtssvarende Reflexbaner falder ind under Gymnastiklærerens Domæne, og i hvor stor Udstrækning han herigennem faar Midler i Hænde til at indvirke paa Legemets Holdning og Form. Den detaillerede Udvikling af dette Tema hører imidlertid hjemme under den specielle Gymnastikteori.

De erhvervede Reflexer maa antages at have deres Centre i Hjærnebarken; de kan — i alt Fald for Menneskets Vedkommende — ikke mere fremkaldes, naar denne sættes ud af Funktion. Det samme gælder om en Gruppe af Reflexer, som af Pavlov har faaet Navnet: Betingede Reflexer. Karakteristisk for disse er det, at de kun kan udløses under visse givne Betingelser. Medens et egnet Irritament altid udløser en spinal Reflex, selv om denne maaske ikke altid giver et synligt Bevægelsesudslag, kræver den betingede Reflex ligesom de erhvervede Reflexer en Forberedelse af Jordbunden. Pavlov satte sig den Op-

gave at undersøge de højeste Hjærnecentres Funktioner ad experimentel Vej. For at simplificere de yderst indviklede Forhold, der opstaar, naar utallige Sanseimpulser uophørligt strømmer ind, og naar hver enkelt af de udløste efferente Impulser snart hemmer, snart fremmer den Reaktion, som enhver af de andre Impulser, om den virkede alene, vilde fremkalde, søgte han at gøre sig til Herre over alle de Reflexirritamenter, der kunde faa Indflydelse paa Forsøgsdyrets Opførsel, særlig Lys- og Lydirritamenter. Dyret blev derfor under Forsøgene anbragt i et mørkt Værelse, hvorfra alle uvedkommende Lyde saa vidt muligt kunde udelukkes. I Modsætning til den Praxis, som man har fulgt ved Undersøgelserne over de spinale Reflexer, hvor man plejer at anvende Musklen som »Indicator« eller »Effector«, anvendtes ved disse Undersøgelser en Spytkirtel som Indicator, idet Kirtlens Udførselsgang blev lagt fri saaledes, at man direkte kunde iagttage Virkningen af den secretoriske Reflex, eventuelt maale den kvantitativt.

Naar der kommer Føde i Munden, vil der fra Receptorer i Slimhinden udløses Spytsecretion; denne Reflex er medfødt og ubetinget; Spytsecretionen kan imidlertid ogsaa fremkaldes ved Synet af Føde, men denne Reflex er betinget, dens Opstaaen er afhængeig af, om Synet af Føde i et vist Antal Tilfælde umiddelbart er blevet efterfulgt af Føde i Munden. Det lader sig gøre at indarbejde saadanne Reflexer vilkaarligt og atter at bringe dem til at forsvinde ved at ændre de Betingelser, hvorunder de blev indarbejdede. Disse betingede Reaktioner kan være overmaade fint afstemte. Hvis man, samtidigt med at man fodrer et Forsøgsdyr, lader en bestemt Tone lyde, da vil der efterhaanden danne sig en ny Reflexbue fra Øret til Spytkirtlen saaledes, at nu Lydirritamentet alene er tilstrækkeligt til at fremkalde Spytsecretion. Men det gælder kun denne bestemte Tone; det har vist sig, at hvis man har oparbejdet en betinget Reflex for en Tone med 100 Svingninger i Secundet, da vil en

anden Tone, hvis Svingningstal afviger blot ± 4 Svingninger pr. Secund, være uvirksom. Ogsaa med Hensyn til Tid kan Reflexen være meget nøjagtigt betinget. Man kan oparbejde en secretorisk Reflex under den Betingelse, at Dyret modtager Føde 2 Minutter efter, at en bestemt Tone har lydt; Spytsecretionen vil altsaa følge efter Lydirritamentet med dette bestemte Interval. Man maa i et saadant Tilfælde antage, at den nervøse Proces begynder samtidigt med Irritamentet, men at Reaktionen hemmes i de følgende to Minutter. At det ogsaa virkelig forholder sig saaledes, det fremgaar deraf, at, hvis man under Forløbet af denne »Latenstid« bibringer Dyret et andet Reflexirritament, (der naturligvis ikke maa være spytsecretorisk,) da begynder Spytsecretionens strax, idet Hemningen hemmes. Selv et smærtende Irritament, der som omtalt er dominerende overfor andre spinale Reflexirritamenter, f. Ex. et Stik i Huden, kan betinget fremkalde Spytsecretion; men det volder da ikke mere Smærte. Hvis det samme Irritament derefter appliceres paa Huden i ringe Afstand fra det sædvanlige Sted, da fremkalder det en Smærtefornemmelse, og Spytsecretionen udebliver.

De betingede Reflexer kan meget let forstyrres af uvedkommende Irritamenter, og de ophører for stedse, endnu lettere end de opstod, hvis de Betingelser, hvorunder de er blevet indarbejdede, nemlig Indgivelse af Føde i en nærmere bestemt Relation til Irritamentet, nogle Gange forbliver uopfyldte.

En ejendommelig Reflexform er endelig den saakaldte Reflextonus. Musklerne befinder sig til Stadighed i en vis Spændingstilstand, hvilket giver sig til Kende derved, at de forlænges, naar deres Nerver overskæres, medens de forkortes, naar et Fæstepunkt gennemskæres. Den Spænding, som denne stadige Irritationstilstand medfører, er af største Betydning for Organismen, idet de tonisk spændte Muskler virker som sammenholdende og beskyttende Kræfter for Leddene, og fordi Spændingen vedligeholdes med et meget

ringe Energiforbrug, mange Gange mindre end dét, der kræves for at holde Musklen i en tilsvarende Grad af tetanisk Kontraktion. Tonus vedligeholdes reflektorisk gennem Impulser, der udløses fra Receptorer i Musklen selv (Muskeltenene), og forløber ad autonome Baner; Tonus vil derfor forsvinde ved Gennemskæring saavel af de forreste (den efferente Bane) som af de bageste (den afferente Bane) Spinalrødder. Tonus kan paavirkes reflektorisk fra Ørets Labyrinth, den kan forstærkes ved Impulser fra Lillehjærnen og hemmes fra Hemisfærehjærnen. Hvis Hjærnestammen gennemskæres i Højde med Corpora quadrigemina, viser der sig en stærk Forøgelse af Strækkemusklernes Tonus; denne kaldes paa Grund af sin ejendommelige Karaktér for plastisk Tonus. Forsøger man at bøje den tonisk strakte Extremitet, vil Spændingen efterhaanden give efter saaledes, at man kan foretage en vilkaarlig Flexion af Leddet; men naar den ydre Kraft ophører at virke, viser Leddet sig fixeret i den tilfældige Flexionsstilling, hvori det befinder sig; den toniske Innervation kan altsaa under visse Omstændigheder ophæve de sædvanlige Relationer mellem en Muskels Spænding, Længde og Belastning. Ogsaa den plastiske Tonus forsvinder ved Gennemskæring af de bagre Spinalrødder. Den plastiske Tonus er som normalt Fænomen knyttet til Indvoldsmusklerne; den træffes ligeledes og under meget udprægede Former hos lavere Dyr, hvor man især har studeret den paa Muslingernes Lukkemuskler.

Der gives endnu et Par Bevægelsesformer, som gaar under Navn af Reflexer, skønt Nerveimpulsernes Forløb paa forskellig Maade afviger fra dét, som man finder i den ovenfor beskrevne typiske Reflexmekanisme. En saadan afvigende Mekanisme træffer man i det Fænomén, der er kendt under Navnet Axonreflexen. Denne har som den typiske Reflex saavel en ascenderende som en descenderende Bane, men hele Reflexbuen findes i den perifere Udbredning af ét og

samme Neuron. Hvis en Gren af en Nerves Endeudbredning irriteres, kan der opstaa Impulser, som paa Forgreningsstederne direkte griber over paa andre Endegrene og i disse tager et perifert Forløb. Det har vist sig, at der blandt de — morfologisk — afferente Baner i de bageste Spinalrødder findes Hemningstraade for Muskulaturen i Arteriolæ i Huden. Overskærer man en saadan Nerverod og irriterer dens perifere Ende, faar man en Karudvidning i det paagældende Hudomraade. Men det samme kan man opnaa ved Irritation af et af Hudens Sanseorganer. Visse Stoffer (f. Ex. Sennepsolie), fremkalder, naar de appliceres paa Huden, local Betændelse, d. v. s. kapillær Dilatation; men denne udebliver, hvis Hudens Receptorer gøres uimodtagelige for Irritamentet ved local Bedøvelse, hvorimod en Overskæring af de bageste Spinalrødder ikke hindrer Betændelsen, med mindre der er forløbet saa lang Tid efter Overskæringen, at hele Nerven perifert for Overskæringsstedet er degenereret. Man maa derfor antage, at den i Sanseorganet opstaaede Nerveimpuls paa Nervens Delingssted griber over paa Vasodilatatorerne og derved fremkalder Karudvidningen (sml. Fig. 6c).

En anden ejendommelig Mekanisme træffer man i de saakaldte automatiske Reflexer. Som Paradigma paa disse kan man nævne Aandingsreflexen, hvorigennem Lungeventilationen reguleres. De inspiratoriske Impulser udgaar fra et Nervecentrum i den forlængede Marv, der holdes i en stadig Irritationstilstand af H-ioner i det gennemstrømmende Blod. Inspirationsbevægelsen udløses altsaa ikke fra perifere Receptorer men fra den efferente Banes Centrum, og den nervøse Mekanisme ligner for saa vidt mere dén, som man finder ved de vilkaarlige Bevægelser, end den ligner en Reflexmekanisme. Forskellen mellem en vilkaarlig Impuls og en automatisk Reflex er den, at Impulsen i sidste Tilfælde ikke opstaar i corticale Centre ad psychisk Vej men udløses i en lavere Hjærnedel af kemiske Kræfter.

Naturligvis er den centrale Impuls heller ikke i dette Tilfælde tilstrækkelig til at fremkalde en koordineret Bevægelse af normal Form, en saadan fordrer som allerede omtalt en stadig Kontrol gennem afferente Impulser; saadanne tilføres i det foreliggende Tilfælde Centret saavel gennem afferente Baner fra Inspirationsmusklerne som fra Endeudbredningen af Nn. vagi i Lungerne.

B. SPECIEL NERVEFYSIOLOGI.

I. Sanseorganerne.

Den klassiske Inddeling i de fem Sanser: Syn, Hørelse, Lugt, Smag og Følelse, lader sig ikke længere opretholde; det har vist sig, at navnlig den femte Sans, Følesansen, i Virkeligheden omfatter flere selvstændige Sanser, og helt nye Sanser, der ikke lader sig bringe ind under nogen af de gamle Betegnelser, er blevet opdagede (Orienteringssansen). Det lader sig for Tiden næppe gøre at give en fast Inddeling af Sanserne; ikke alene er det endnu et aabent Spørgsmaal, hvor mange Hudsanser der findes; der kan saaledes disputeres om, hvorvidt man skal tale om en Temperatursans eller om en Kulde- og en Varmesans; men ogsaa andre Sansenavne synes mere at dække over topografiske end over fysiologiske Begreber, saaledes Smagssansen. De forskellige Smagskvaliteter kunde ligesaa godt opfattes som helt forskellige Sansekvaliteter; der findes ingen Overgange mellem surt og salt eller mellem sødt og bittert.

Man maa altsaa foreløbigt foretage sin Inddeling efter bedste Skøn. I denne Bog vil følgende Inddeling blive fulgt:

a. Berørings- eller Tryksans
b. Temperatursans
c. Smærtesans
d. Bevægelsessans
e. Orienteringssans
f. Lugtesans
g. Smagssans
h. Høresans
i. Synssans.

---

a. Berørings- eller Tryksansen.

Berøringsfornemmelser opstaar, naar bestemte Receptorer i Huden træffes af et mekanisk Irritament. Hvis man med et stift Haar, Svinebørste f. Ex., afsøger et Stykke Hud, vil man finde, at den samme lette Berøring ikke overalt føles paa samme Maade. I de fleste Tilfælde vil den føles meget svagt eller maaske slet ikke, enkelte Steder vil den derimod føles ganske tydeligt, saadanne Steder kalder man Trykpunkter. Naar Trykpunkterne ikke findes skarpt begrændsede, ligger det i, at den forhornede Epidermis ikke lader sig nedtrykke punktuelt men altid vil danne en mere eller mindre flad Sænkning og saaledes komme til at fordele Trykket over et større eller mindre Areal alt efter Hornlaget Tykkelse og Stivhed.

Tryksansens Organer er udbredte over hele Huden og Slimhinderne i de naturlige Aabninger, særligt i hele Mundhulen og i den øverste Del af Svælget; ogsaa i Sener, Muskler og Periost skal der findes Trykpunkter. Nærmere bestemt er de nervøse Endeorganers Sæde i Huden Læderhuden; man antager, at det specifike Modtagerapparat er de saakaldte Meissner'ske Følelegemer, hvis Udbredning og Antal synes at svare til Trykpunkternes.

Trykpunkterne findes navnligt i Nærheden af Haarene, og disse spiller en ikke ringe Rolle for Tryksansen; Berøring af Haarene giver altid en meget tydelig Berøringsfornemmelse. Grunden hertil er rimeligvis den, at Haarene naaer igennem Epidermis ned i det underliggende blødere Væv. Nu er Haarene i sig selv ganske vist meget bøjelige, men det egentlige Irritament for Tryksansens Organer er ikke det absolute Tryk — man føler som bekendt ikke Atmosfærens Tryk, skønt dette er meget betydeligt, — men derimod Trykdifferenser, og disse opfattes overordentlig fint. Hvor fint, er det ikke muligt at angive bestemt, fordi Irritamentets Styrke paa Grund af Trykpunkternes forholdsvis dybe Beliggenhed ikke kan bestemmes nøjagtigt. Stærke Trykfornemmelser ledsages i Reglen af Smærtefornemmelser; men indenfor visse Grændser, 50—1000 gr. Tryk paa en ikke for lille Flade, følger Tryksansen den Weber'ske Lov.

Man antager, at der alt i alt findes ca. ½ Million Trykpunkter i den menneskelige Hud; men disses Fordeling er meget ujævn; man har saaledes fundet 28 Trykpunkter pr. qcm. Hud paa Haandleddenes Bøjeflade, paa Forfladen af Crus derimod kun 5. En Følge af denne ulige Fordeling er en forskellig Localiseringsevne i de forskellige Regioner. Localiseringsevnen prøves paa den Maade, at man undersøger, hvor langt to Passerspidser maa fjærnes fra hinanden for at føles som to, naar de samtidigt berører Huden. Resultatet af saadanne Undersøgelser er dét, at de to Spidser

paa Tungespidsen	maa fjærnes	1	mm	fra	hinanden,		
— Fingerpulpa	— —	2	—	—	—		
— Øjenlaagene	— —	11	—	—	—		
— Panden	— —	23	—	—	—		
— Haandryggen	— —	31	—	—	—		
— Fodryggen	— —	41	—	—	—		
— Nakken	— —	54	—	—	—	og	
— visse Dele af Ryggen		68	—	—	—	for at	

føles tydeligt adskilte. For Extremiteternes Vedkommende gælder det som en almindelig Regel at Localiseringsevnen tiltager med Mobiliteten; den forfines saaledes efter en stærkt stigende Skala fra Skulderen til Haanden. Localiseringsevnen er imidlertid ikke udelukkende bestemt ved Trykpunkternes Fordeling; den kan udvikles ved Øvelse ligesom ogsaa Erfaringen spiller en fremtrædende Rolle. Anbringer man en Ært mellem de to mod hinanden vendende Sider af to Fingre, vil den føles som én, skønt den rammer Trykpunkter, der er vidt fjærnede fra hinanden; krydser man de to Fingre, og anbringer man derpaa atter Ærten mellem de to mod hinanden vendende Sider af Fingrene, vil den føles som to. Lader man Næseryggen glide mellem et Par krydsede Fingerender, føler man den dobbelt osv. Man har ved at krydse Fingrene fjærnet sig fra sit Erfaringsgrundlag og er derfor ude af Stand til at localisere de paagældende Sansefornemmelser paa sædvanlig Maade.

Foruden de simple Tryk- eller Berøringsfornemmelser giver Tryksansen ogsaa andre ejendommelige, sammensatte Fornemmelser som Kløe, Kildren, Myrekryben osv. Tryksansen belærer En tillige om de berørte Genstandes Form og Egenskaber; man kan føle, om en Overflade er glat eller ru, om et Legeme er haardt eller blødt; i sidstnævnte Tilfælde medvirker dog muligvis ogsaa andre Sanser, navnlig Muskelsansen. Som Regel projicerer man Trykfornemmelserne til Huden, ofte dog til de befølte Genstandes Overflade eller undtagelsesvis endnu længere bort, som naar man »føler« med en Stok.

b. Temperatursansen.

Medens der for Fysikeren ikke bestaar nogen principiel Forskel paa Kulde og Varme, er disse Begreber for Fysiologen ganske forskellige; Varme- og Kuldfornemmelser er

helt forskellige Sansekvaliteter. Temperatursansen er altsaa ret beset en Varme- og en Kuldesans.

Man undersøger disse Sansers topografiske Forhold ved at afsøge Huden ved Hjælp af en stump tilspidset Metalstift, omtrent som en Blyant, der enten er godt afkølet eller opvarmet til en Temperatur noget højere end Hudens, dog ikke over ca. 45°. Hvis man flytter en saadan afkølet Metalstav henover Huden, vil man finde, at der paa enkelte ganske bestemte Punkter fremkaldes en intens Kuldefornemmelse, Kuldepunkter, paa andre Steder en svagere Kuldefornemmelse og mange Steder overhovedet ingen Temperaturfornemmelse. Kuldesansen er altsaa ligesom Tryksansen knyttet til bestemte nervøse Endeorganer. Ved en tilsvarende Fremgangsmaade finder man Punkter, der er særligt følsomme for Varme, Varmepunkter. Man antager, at der ialt findes ca. 1/4 Million Kuldepunkter og ca. 30 000 Varmepunkter i Menneskets Hud; men disse Temperaturpunkter er ligesom Trykpunkterne højst ulige fordelte. Som almindelig Regel gælder imidlertid, at Kuldepunkterne overalt er langt talrigere end Varmepunkterne, tillige, at Kuldepunkterne er talrigst i de beklædte Dele af Huden; i grove Træk kan man sige, at Temperaturpunkternes Udbredning i Huden forholder sig omvendt som Trykpunkternes. Det for Temperaturirritamenter mest ømfindtlige Sted er Brystvorten, derefter kommer den øvrige Hud paa Brystet, Næsevingerne og Overarmens Forflade, mindre følsomme er Bughuden og Underarmen, mindst følsom er den behaarede Hovedhud. Foruden i Huden findes Temperaturpunkter i Mund, Svælg og Næsehule, derimod findes de ikke i de indre Organer. — Man kan ikke med nogenlunde Sikkerhed paavise anatomisk bestemte Modtagerapparater for de termiske Irritamenter. —

Organismen besidder i ret udstrakt Grad Evne til at accomodere sig efter den omgivende Temperatur; det er ikke den absolute Temperatur, der paavirker Temperatursansens Organer, men Temperaturdifferencer. Organismens Tilpas-

ning sker dog ikke til et bestemt Temperaturniveau, men til en Indifferenszone; Temperaturen kan derfor svinge omtrent $^1/_2{}^0$ uden at Forandringen opfattes. Indifferenszonens Beliggenhed er bestemt ved en Ligevægtstilstand mellem Varmetilførsel — fra Blodet eller fra Omgivelserne — og Varmeafgift. En Varmefornemmelse opstaar, naar Temperaturen i Huden stiger, en Kuldefornemmelse ved at Localtemperaturen falder, idet henholdsvis et Varme- eller et Kuldepunkt irriteres. Temperaturpunkterne skal imidlertid ogsaa til en vis Grad være følsomme for inadæquate Irritamenter, i alt Fald gælder dette Kuldepunkterne, der kan irriteres ved Hjælp af stærke Varmepaavirkninger. — Localiseringsevnen for Temperaturindtryk forholder sig i forskellige Regioner omvendt som Localiseringsevnen for Berøringsindtryk, og den er i det Hele taget mindre udviklet for hine end for disse. Skelneevnen mellem Fornemmelser af forskellig Intensitet er ikke lige fint overalt i Skalaen, den er bedst ved Temperaturer, der ligger i Nærheden af Hudens sædvanlige, altsaa omkring ved 30°. Med Hensyn til Tidsforholdet, da fornemmes Kuldeirritamenter hurtigere end Varmeirritamenter, under iøvrigt lige Betingelser; fra denne og andre Omstændigheder har man sluttet, at Kuldepunkterne ligger mere overfladigt i Huden end Varmepunkterne. — Man føler ofte en tydelig Eftervirkning, navnlig efter Kuldeirritamenter.

c. Smærtesansen.

Smærtefornemmelser udløses fra bestemte Punkter, Smærtepunkter, der kan paavises saavel i Huden som i Slimhinderne, de serøse Hinder, Muskler, Led og Periosteum, men som derimod ikke findes i de parenchymatøse Organer, Lever, Nyrer osv. saalidt som i Hjærnen eller Knoglevævet. De indre Organer er i det Hele taget meget lidt følsomme for Smærteirritamenter. Man kan f. Ex. operere paa Tarmen, uden at Patienten behøver at være bedøvet; derimod kan

Udspiling af Tarmen foraarsage Smærte, men denne localiseres da som Regel ikke til selve Tarmen men til Bugvæggen. I Huden er Smærtepunkterne tættere beliggende end de øvrige Sansepunkter; de findes særlig tæt omkring Trykpunkterne. Det er derimod tvivlsomt, hvorvidt der findes særlige Ledningsbaner for Smærtesansen, eller om Smærteimpulserne ledes ad de samme Baner som Tryk- og Temperaturimpulserne. De fleste Irritamenter vil, naar de har tilstrækkelig Intensitet, fremkalde Smærtefornemmelse, og Fornemmelsernes Styrke vil være afhængig dels af Irritamentets Styrke, dels af dets Udbredning; jo større en Hudflade det smærtevoldende Irritament rammer, desto stærkere Smærtefornemmelse. Paa den anden Side vil et Trykirritament lettere fremkalde Smærte, naar det træffer en begrændset Flade, end naar det udbredes over en større Flade.

Det er meget vanskeligt at bestemme Styrken af et Smærteindtryk, fordi Smærtefornemmelsen i højere Grad end Opfattelsen af andre Sansekvaliteter paavirkes af Opmærksomheden: selv svage Irritamenter kan give kendelig Smærtefornemmelse, naar Opmærksomheden er henvendt derpaa, og omvendt kan endog betydelige, smærtende Indgreb foretages, uden at den Paagældende mærker det, hvis man er i Stand til at aflede hans Opmærksomhed tilstrækkelig stærkt. — Localiseringsevnen er for Smærtesansens Vedkommende langt grovere end for de tidligere omtalte Hudsanser. Det er f. Ex. en bekendt Sag, at en Patient med Tandpine meget ofte er ude af Stand til at afgøre, om Smærten stammer fra én eller fra flere Tænder. Denne svigtende Localiseringsevne beror paa et Fænomén, som kaldes

Irradiation, og som forklares paa følgende Maade: Naar Styrken af et perifert Irritament naaer ud over en vis Grændse, vil den ubekendte Proces, der foregaar i det paagældende Neurons Centrum, kunne udbrede sig ogsaa til nærliggende Ganglieceller, og fra disse vil Nerveprocessen da ledes videre til Hjærnebarken ganske paa samme Maade som fra

den oprindeligt alene irriterede Gangliecelle; men Bevidstheden projicerer altid Sansefornemmelsen til Modtagerapparatet, i det omhandlede Tilfælde altsaa ogsaa til de secundært irriterede Neuroners perifere Udbredning. Paa denne Maade vil en oprindelig punktuel Irritation, naar den er tilstrækkelig intens, kunne localiseres til et ret betydeligt Omraade. Irradiationsfænomener kendes ogsaa indenfor andre Sansekvaliteter om end dér mindre udprægede end for Smærtesansens Vedkommende.

Specifike Modtagerapparater for smærtende Irritamenter kendes ikke. Det antages vistnok almindeligt, at Smærtefornemmelser udløses fra de frie Nerveender, der findes mellem Cellerne i Overhudens Malpighi'ske Lag; i alt Fald synes det sikkert, at Smærtesansens Organer ligger nærmere Overfladen end de ovenfor omtalte Hudsansers Modtagerapparater.

d. Bevægelsessansen.

Fra Receptorer i Muskler, Sener (Periost) og Led udgaar til Stadighed Nerveimpulser, der dels udløser forskellige Reflexbevægelser, dels i Storhjærnen foraarsager en Række Fornemmelser, der betinger Bevidstheden om de paagældende Organers Tilstand og Stilling i Rummet. Musklens ejendommelige Receptorer er tenformede Dannelser, der oftest træffes i selve Muskelbugen, sjældnere hen imod Musklens Ender. De bestaar af nogle faa, tynde Muskeltraade omgivne af en Slags Kapsel af tæt Endomysium, gennem hvilken én eller et Par forholdsvis anselige Nervegrene træder ind og ender, idet Axecylindrene vinder sig op i Spiraler og Cirkelture omkring Muskelcellerne (Fig. 7). Muskeltenene findes ikke i den mimiske Muskulatur eller i visse af Kroppens Muskler men tilhører Skeletmusklerne i snævrere Forstand. Endeorganer af en noget lignende Bygning findes dog af og til i Sener; men man træffer for øvrigt dér, ligesom i Periost og i Ledkapsler,

»Følelegemer« af forskellige Typer. Under sædvanlige Forhold virker de hér omhandlede Modtagerapparater ikke isolerede, men i nøje Forbindelse med Tryksansens og Orienteringssansens Organer, i mangfoldige Tilfælde indtræder ogsaa Synssansen i dette Komplex. Det kan ofte være yderst vanskeligt at dømme om de enkelte Sansers Andel i en kompliceret Sanseformemmelse; men det synes dog sikkert, dels at Bevægelsessansen er noget fra Tryk- og Orienteringssansen forskelligt, dels at denne Sans i Virkeligheden lader sig opløse i en hel Gruppe af forskellige Sansekvaliteter. Man har da ogsaa kaldt Bevægelsessansen med mange forskellige Navne, alt eftersom de paagældende Forfattere har betragtet den ene eller den anden Gruppe af Sanseformemmelser som dens væsentligste Omraade.

Naar man løfter forskellige Vægte i Haanden, er man i Stand til ret nøje at bestemme indbyrdes Forskelle i Vægt og denne Skelneevne beror ikke, eller i alt Fald ikke udelukkende, paa Trykformemmelser, thi den er finere (39 : 40), naar Vægten bevæges, end naar denne alene virker ved sit Tryk (29 : 30). Skelneevnen synes at skyldes Endeorganer i Sener (Periost) og Led; fra samme Kilde stammer de afferente Impulser, der er nødvendige for at det motoriske Apparat skal kunne præstere formbestemte, sammensatte Bevægelser eller Stillinger. Ogsaa paa dette Omraade medvirker utvivlsomt Hudsanser, men man kender patologiske Tilfælde, hvor Patienter med uskadt motorisk Apparat og med uskadte Hudsanser med lukkede Øjne ikke formaar at holde deres Hænder i en bestemt Stilling, og dette kan da næppe antages at bero paa andet end Udfald af Bevægelsesformemmelserne. De Sanseformemmelser fra Huden, der altid ledsage disse, spiller formentlig en Rolle derved, at de muliggør en langt nøjagtigere Localisation af Formemmelserne, end de rene Bevægelsesformemmelser vilde tillade. Ved passive Bevægelser af et Led føles selv ganske smaa Vinkelbevægelser (ca. 1^0) tydeligt; disse Sanseformemmelser, der er mest distincte

netop ved passive Bevægelser, skyldes nervøse Endeorganer i Leddene selv og er altsaa uafhængige af samtidige Muskelkontraktioner. Fra Receptorer i Musklerne udløses afferente Impulser, der foranlediger »kontrollerende« Reflexer, vasomotoriske Reflexer osv. eller i Bevidstheden fremkalder Fornemmelsen af Træthed; derimod har man ment, at Fornemmelsen af Musklernes Kontraktionstilstand især skulde bero paa en Fornemmelse af Styrken af den centrale Innervation. denne Opfattelse er dog ved at tabe Terrain. Det er for øvrigt godtgjort, at Bevægelsesfornemmelse ledsager »Viljesimpulser«, selv om der ingen Bevægelse sker; man kan f. Ex. fornemme Bevægelser i en amputeret Extremitet. Naar de motoriske Impulser meget nøje lader sig afpasse til en foreliggende Opgave, beror dette paa en gennem Bevægelsesfornemmelser vundet Erfaring, der ved Hjælp navnlig af Synssansen overføres paa det foreliggende Tilfælde. Hvis Synssansen giver en falsk Forestilling om Genstanden, bliver derfor ogsaa den motoriske Impuls uhensigtssvarende; bekendt er det ubeherskede Ryk, hvormed man flytter en Genstand, der er meget lettere, end man havde »anset« den for.

Bevægelsessansen, taget under ét, giver endelig sammen med Orienteringssansen, Syns- og Berøringssansen, Grundlaget for vor Rumsopfattelse.

e. Orienteringssansen.

Orienteringssansen eller, som den ogsaa kaldes, den statiske Sans er i funktionel Henseende nøje knyttet til den foregaaende; naar den som oftest tildeles et særligt Kapitel, beror det sikkert først og fremmest paa, at den er knyttet til et Par enkelte, ejendommeligt byggede Modtagerapparater i det indre Øre. Det indre Øres membranøse Labyrinth bestaar som bekendt af flere Afsnit: Cochlea, som er det lydperciperende Organ, Canales semicirculares samt de to smaa Sække, Sacculus og Utriculus. Disse er indbyrdes forbundne

ved en snæver Y-formet Kanal, og den første er desuden i Forbindelse med Cochlea, medens Utriculus er i Forbindelse med de tre Buegange, hvis Stilling ret nøje svarer til Rummets tre Dimensioner. Hver Buegang danner omtrent $^3/_8$ af en Ellipse og er i den ene Ende udvidet til en Ampul. Den ene af disse Buegange, den øvre, ligger i et lodret Plan, der danner en Vinkel paa henved 45° med Sagittalplanet; den anden, bageste, Buegang ligger ligeledes i et lodret Plan, vinkelret paa den første saaledes, at den bliver ≠ den øvre Buegang paa den modsatte Side; den tredie Buegang endelig, den ydre, ligger i Horizontalplanet (Fig. 9). Labyrinthens Væg bestaar af Bindevæv, indvendig beklædt med et Epithellag: Hulrummet er fyldt med en Vædske, Endolymfe. Paa enkelte Steder har Epithelet en afvigende Form, saaledes paa en rundagtig Plet saavel i Sacculus som i Utriculus, Macula acustica, hvor det er flerlaget og inderst mod Lumen har et Lag høje Celler, der hver bærer et Sansehaar. Haarene er dækkede af en slimagtig Masse, der indeholder talrige fine Kalkkrystaller, en saakaldet Otolith eller Statolith. I hver af de tre Ampuller findes en ophøjet tværløbende Liste, Crista acustica, hvor Epithelet meget ligner det, der danner Maculæ, kun er Sansehaarene betydeligt længere og ikke dækkede af Statolither. I hvert af disse Sanseorganer forgrener sig et Bundt af 8' Hjærnenerve. Foruden med de Muskler, der bevæger Hovedet, staar Buegangene i nøje nervøs Forbindelse med Øjnenes Bevægelsesapparat.

Man mente tidligere, at disse Organers Funktion var dén at opfatte Lydens Retning; dette er imidlertid udelukket, og nyere Undersøgelser har da ogsaa vist, at det forholder sig ganske anderledes.

Buegangene er det perifere Organ for Opfattelsen af Hovedets Drejningsbevægelser. Naar man foretager en Drejning med Hovedet om en lodret Axe, vil der fremkomme en Strømning af Endolymfen i de to horizontale Buegange, idet Vædsken paa Grund af sin Inerti ikke strax kan følge

Bevægelsen. En Strømring i egentlig Forstand bliver det dog næppe, da Kanalerne er snævre og Vædsken ikke særlig letflydende; men Bevægelsen vil virke som et Tryk mod de lange Sansehaar i Ampullen i en Retning modsat Hovedets Drejning. Paa tilsvarende Maade vil en Drejning om en sagittal eller frontal Axe bevirke en Irritation af de andre Bueganges Sanseorganer. Fortsættes Rotationen af Hovedet, vil Endolymfen snart opnaa Bevægelsens Hastighed, og der sker da intet i Sanseorganerne. Naar Bevægelsen standser, vil Endolymfen endnu en lille Tid beholde sin Hastighed, og der fremkommer da paany et Tryk mod Sansehaarene, men i modsat Retning af dét, der opstod, da Bevægelsen indlededes. Heraf følger, at man vil fornemme Bevægelsen ved dennes Begyndelse og Slutning; under Drejningen vil man kunne opfatte pludselige Forandringer i Drejningshastigheden, men under jævn Bevægelse mærker man intet.

Hos Fugle, hvor Buegangene er særlig vel udviklede og let tilgængelige for operative Indgreb, har man paavist, at ethvert Irritament, der bevirker Strømning af Endolymfen i en bestemt Retning, uden Undtagelse følges af en Drejning af Hovedet i Lymfestrømmens Retning og i den paagældende Buegangs Plan. — Anbringer man en Forsøgsperson med tilbundne Øjne i en Stol, der kan rotere om en lodret Axe, og sætter man derefter denne i hurtig Rotation f. Ex. til højre, saa vil Forsøgspersonen, naar Drejningen begynder, instinktivt gøre en Bevægelse med Hovedet til venstre. Standser man Bevægelsen, vil han faa en stærk Fornemmelse af Drejning til modsat Side og vil foretage en Reflexbevægelse for at modvirke denne; han vil altsaa aktivt dreje Hovedet videre i Rotationens Retning. Har man holdt Hovedet lodret under Rotationen, vil den falske Drejning ved dennes Ophør fornemmes, som om den foregik om en lodret Axe, bøjer man ved Rotationens Slutning Hovedet, vil man have en Fornemmelse, som om Drejningsaxen følger med.

Denne Fornemmelse af, at Hovedet roterer, medens Sanse-

indtryk fra det øvrige Legeme siger En, at dette er i Hvile, giver Anledning til det Symptomkomplex, som er vel kendt under Navn af Svimmelhed; denne er altsaa et Udtryk for manglende Samarbejde mellem de forskellige Sanseomraader, hvorfra Efterretningstjenesten til Centrene angaaende Bevægelse og Ligevægt foregaar. Hos Døvstumme, hvis Lidelse meget ofte skyldes destruktive Processer i det indre Øre, træffer man hyppigt det ejendommelige Forhold, at de ovenfor omtalte Reflexbevægelser ved Rotationen mangler, ligesom ogsaa, at saadanne Patienter savner Svimmelhedsfornemmelsen ved Drejningens Ophør.

Medens Buegangene kun findes hos Hvirveldyrene, har Statolithapparatet en meget stor Udbredelse i Dyreriget; det findes hos saa lavt staaende Former som Ribbegopler (Fig. 10), hos Bløddyr, Krebsdyr og Hvirveldyr; derimod mangler det hos Insekter, hos hvilke dets Funktioner rimeligvis varetages af Synssansen. Hos visse Krebs ligger Statolithapparatet meget overfladigt, i en lille Hule i Chitinskallen, og skiftes, naar Dyret skifter Skal; efter Hudskiftet anbringer Krebsen selv lidt Sand i den nye Hule. Forsøg med saadanne Dyr har givet vigtige Oplysninger om disse Sanseorganers Betydning for Organismen.

En Krebs, der blev holdt i et Aquarium, gav man, da den stod i Begreb med at skifte Hud, Jærnfilspaan i Stedet for Sand; efter endt Hudskifte anbragte Dyret da, som man havde ventet, Jærnsandet i sit Statolithapparat. Det viste sig herefter, at naar man placerede en stærk Magnet i Nærheden af Krebsen, saa bevægede denne sig hen imod Magneten. Det kunde betragtes som udelukket, at Bevægelsen skyldtes en direkte magnetisk Virkning, fordi Tiltrækningen af den yderst ringe Mængde Jærnsand under ingen Omstændigheder vilde kunde flytte det forholdsvis store Dyr. Derimod kunde Magneten bringe Jærnsandet til at røre sig, og det saaledes opstaaede Irritament kunde atter fremkalde en Reflexbevægelse hos Dyret. I Analogi med, hvad der oven-

for er fremført om Buegangene, vil dette nemlig foretage en Afværgebevægelse ved enhver udefra kommende Forandring af Legemets Stilling; bringes det ud af Ligevægt til venstre, vil der udløses en Reflexbevægelse til højre, og omvendt. Nu vil en Magnet, anbragt til højre for Krebsen, virke paa Statolitherne, som om Dyret pludselig blev forskudt til venstre, idet Jærnsandet vil udøve et forøget Tryk paa Nerveenderne paa venstre Side, hvorimod Trykket paa højre Side vil blive formindsket, og følgelig vil Dyret gøre en Afværgebevægelse til højre, altsaa hen imod Magneten..

En ganske tilsvarende Betydning har det statiske Organ hos Mennesket, hvor dets vigtigste Funktioner er Orienteringen med Hensyn til Tyngderetningen. Gennem Nerveimpulser fra dette Organ fornemmer man enhver Forandring af Legemets Stilling bort fra den lodrette; man opfatter tillige Hastighedsforandringer i Retning opad—nedad og muligvis ogsaa Bevægelsesforandringer i fremad—tilbagegaaende Retning. Den jævne Bevægelse vil naturligvis ligesaalidt kunne tjene som Irritament for dette Organ som for Buegangene. Under almindelige Forhold faar man ogsaa ad anden Vej Underretning om Legemets Stilling i Forhold til Lodlinien; idet Tyngden virker paa Legemets bevægelige Afsnit, vil der gennem Tryk- og Bevægelsessansens Organer fremkaldes en Række Sanseformemmelser, der i sig selv er tilstrækkeligt Grundlag for Orienteringen; kan man desuden gøre Brug af Synssansen, vil man under de fleste Forhold uden Statolithapparatets Hjælp kunne regulere sine Bevægelser paa fuldt ud tilfredsstillende Maade. Paa saadan Maade maa Døvstumme, hvis Ørelabyrinth er destrueret, vide at hjælpe sig. Men hvis Tyngdens Virkning ophæves, og hvis man ikke er i Stand til at gøre Brug af Synet, stiller Forholdene sig ganske anderledes; under disse Omstændigheder vil det normale Individ klare Vanskelighederne ved Hjælp af Orienteringssansen, medens den Døvstumme vil være hjælpeløs. Et saadant Tilfælde indtræder i Praxis ved Undervandssvøm-

ning. I Vandet er Tyngdens Virkning saa godt som ophævet, og man vil i mange Tilfælde være ude af Stand til at finde Vej ved Synet; den normale Svømmer vil dog aldrig være i Tvivl om, i hvilken Retning han skal bevæge sig for atter at faa Hovedet oven Vande; den Døvstumme, derimod, vil, hvad man ved flere Lejligheder har faaet Bevis for, være ganske desorienteret og savne ethvert Hjælpemiddel til at finde Vej til Overfladen. Ogsaa under andre Forhold, hvor der stilles store Fordringer til en hurtig og sikker Orientering, og hvor derfor alle de Midler, som Organismen i denne Henseende raader over, tages i Brug, vil en normal Funktion af Orienteringssansens Organer være af afgørende Betydning; saaledes under Udøvelsen af Flyvesporten (sml. den stærkt udviklede Buegangsfunktion hos Fugle). Zuntz har da ogsaa hævdet, at ingen bør lade sig uddanne som Flyver uden i Forvejen at have skaffet sig Sikkerhed for, at hans Labyrinthfunktion er normal.[1])

Fra Orienteringssansens perifere Organer udløses talrige Reflexbevægelser, bl. a. ogsaa fra Øjenmusklernes Side. Naar man foretager en Sidebøjning med Hovedet, vil der reflektorisk foregaa en Drejning af Øjnene omkring en sagittal Axe saaledes, at Synsfeltet saa længe som muligt bevarer sin oprindelige Orientering; denne Bevægelse sker ubevidst og tvangsmæsigt; og den foregaar, selv om Bevægelsen af Hovedet sker med lukkede Øjne. Dette kan man overbevise sig om saaledes: Man stirrer paa en lodret lysende Stribe saa længe, at der i Øjet dannes et tydeligt Efterbillede, hvorpaa man lukker Øjnene og bøjer Hovedet til Siden; det vil da vise sig, at Efterbilledet staadig staar lodret, hvilket atter viser, at Øjet maa have roteret. Labyrinthens Betydning for Orienteringen i Rummet fremgaar ligeledes af følgende Forsøg: Man lader i et mørkt Værelse en Forsøgsperson trække lodrette og vandrette Linier paa en lodret

[1]) Zuntz: Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt, Berlin 1912.

anbragt Flade, ligeledes to paa hinanden vinkelrette Sæt af Linier (Sagittal- og Frontalplanet) paa en vandret Flade. Dette kan gøres med ret stor Sikkerhed, saa længe Forsøgspersonen holder sit Hoved oprejst i Normalstilling; men lader man ham bøje eller dreje Hovedet, vil Liniernes Forløb afvige fra det foreskrevne, og det vil yderligere vise sig, at der til en bestemt Hovedstilling svarer en bestemt Uregelmæsighed i Liniernes Retning. Dette Forsøg viser altsaa ikke blot Orienteringssansens Betydning for Orienteringen i Normalstillingen, men tillige Synssansens Betydning for Orienteringen i alle de secundære Stillinger.

Foruden de alt beskrevne Funktioner har den hér omhandlede Del af Ørelabyrinthen endnu en vigtig Opgave: Den behersker reflektorisk Musklernes Tonus. Hvis man destruerer Labyrinthen paa bægge Sider hos en Frø, vil Dyret være ganske desorienteret; hvis man lægger den paa Ryggen, vil den blive liggende, ja, den vil endog kunne bringes til at svømme paa Ryggen, noget der aldrig vil kunne hænde med en normal Frø; men desuden vil dens Bevægelser blive usikre og kraftløse, og Reflexbevægelser, der hos det normale Dyr let lader sig udløse, vil hos den labyrinthløse Frø udeblive paa Grund af Musklernes nedsatte Irritabilitet. Hvis man hos et Dyr destruerer Labyrinthen paa den ene Side, vil der optræde tvangsmæsige Drejninger med Hovedet, eventuelt med hele Legemet, og disse Drejninger vil foregaa i en ganske bestemt af Læsionens Sæde afhængig Retning.

For Menneskets Vedkommende gælder, saa vidt man véd, de samme Love; ogsaa hos Mennesket behersker Labyrinthen Musklernes Tonus og Bevægelsernes Koordination; i særlig Grad synes dette at gælde for Koordinationen af Hovedets og Hvirvelsøjlens Muskulatur.

De Forstyrrelser, der optræder efter dobbeltsidig Labyrinthdestruktion, vil efterhaanden kunne forsvinde, rimeligvis en Følge af, at andre af de nævnte Sanser, der sammen med Orienteringssansen bidrager til Ligevægtens Opretholl-

delse og Legemets Orientering, definitivt overtager ogsaa de udfaldne Labyrinthfunktioner.

f. Lugtesansen.

Det perifere Organ for Lugtesansen findes som bekendt i den øverste Del af Næsehulen, Regio olfactoria. Denne Del af Caviteten er beklædt med en særlig udformet Del af den Schneider'ske Membran. Slimhinden i Regio olfactoria er tykkere, stærkere vascullariseret og indeholder talrigere Kirtler end den øvrige Slimhinde. Epithelet er et meget højt Cylinderepithel, der bestaar af to Celleformer, dels cylindriske, forneden afsmalnende og forgrenede Celler, Støtteceller, dels tynde stavformede Celler, der nedenfor Midten har et opsvulmet Parti, hvori Kærnen er beliggende; ud mod den frie Overflade ender Cellen med en lille »Kost« af korte Sansehaar, medens den basale Ende fortsætter sig i en Axecylinderudløber, der forløber gennem Lugtenerverne til Bulbus olfactorius. Man har altsaa hér et Nerveepithel i direkte Berøring med Luften. Under sædvanlig Aanding passerer Luften gennem de nedre Afsnit af Næsehulen, Pars respiratoria; naar man under disse Forhold faar Lugtefornemmelser, maa de lugtende Stoffer være trængt op i Pars olfactoria ved Diffusion. Naar man bevidst søger at skaffe sig et Lugteindtryk, sker det ved at »snuse« en særlig kraftig Luftstrøm op gennem Næsen; Luftstrømmen vil da kunne naa op i alt Fald i den nederste Del af Pars olfactoria, og, hvad der er det Væsentligste, Luften vil blive sat i hvirvlende Bevægelse, der i høj Grad letter den endelige Blanding. I Almindelighed er det kun luftformige Stoffer, der tjener som Irritamenter for Lugteorganet; men det kan anses for givet, at ogsaa opløste Stoffer vil kunne indvirke paa Sanseepithelet.

Sædvanligvis sammenblander man under Betegnelsen Lugteindtryk forskellige Ting; mange »lugtende« Stoffer paavirker nemlig ikke Lugteorganet men derimod Næseslimhindens

andre sensitive Nerver, navnlig altsaa Grene fra 2' Trigeminusgren; dette gælder saaledes alle de Stoffer, hvis Lugt man betegner som stikkende, brændende, skarp o. s. v., saasom de fleste flygtige Syrer, Ammoniak etc. De egentlige Lugtefornemmelser deles i flere forskellige Lugtekvaliteter; Inddelingen er dog ikke fast, men beror paa et rent empirisk Skøn, man skelner saaledes mellem aromatisk, ætherisk, løgagtig, ækel Lugt o. s. fr.

Da Lugteorganet hurtigt trættes for et bestemt Lugteindtryk, medens det samtidigt er i Stand til at modtage Irritamenter, svarende til andre Lugtekvaliteter, da der endvidere gives Personer, der ikke formaar at opfatte visse Lugtekvaliteter, medens de forholder sig normalt overfor andre, har man opstillet den Hypothese, at hver Lugtekvalitet skulde have egne Ledningsbaner. Forskellige lugtende Stoffer giver, naar de sammenblandes, en Blandingsfornemmelse, der er forskellig fra Lugten af Blandingens enkelte Stoffer; ligeledes kan visse lugtende Stoffer ophæve hinandens Virkninger paa Lugteorganet. At der i saadanne Tilfælde ikke er Tale om nogen indbyrdes kemisk Paavirkning mellem de paagældende Stoffer fremgaar deraf, at man faar samme Resultat, hvis man lugter til en Blanding af to Stoffer, som hvis man indfører det ene i det ene Næsebor og det andet i det andet. »Blandingen« foregaar altsaa i Centralorganet.

Forskellige Irritamenter har for Lugteorganet en meget forskellig Tærskelværdi. Man faar Lugtefornemmelse af 0,04 Milliontedel Milligram Mercaptan; i dette Tilfælde er Tærskelværdien altsaa meget lav.

Localiseringsevnen er med Hensyn til Lugtesansen minimal, ofte localiseres Lugteindtryk ved Hjælp af samtidige Berørings- eller Synsfornemmelser, ofte opfatter man som Smagsindtryk, hvad i Virkeligheden er Lugteindtryk. Visse Stoffer kan man først »smage«, naar man synker dem, idet flygtige Stoffer under denne Proces stiger op i Næsesvælget og gennem Choanæ naaer Lugteepithelet. — I det Hele taget

er Lugtesansen hos Mennesket ret svagt udviklet i Sammenligning med dens Udvikling hos adskillige andre Pattedyr.

g. Smagssansen.

Der findes i Tungens Papillæ circumvallatæ, foliatæ og fungiformes, desuden paa den bløde Gane og Svælgbuerne, ejendommelige smaa rundagtige Cellehobe ligesom nedsænkede i Epithelet saaledes, at de kun ved en fin Pore staar i Forbindelse med den frie Overflade. Disse Dannelser er de saakaldte Smagsløg, Smagssansens perifere Organer. Et saadant Smagsløg er ganske lille, kun nogle faa Hundredededele Millimeter i Tværmaal, det bestaar af to Slags Celler, forholdsvis store, i Kontur tøndestavformede, Celler, der ved deres Anordning har givet Anledning til Organets Navn, og mellem disse tyndere, nærmest tenformede, Celler, de egentlige Sanseceller, der perifert ender i et kort Sansehaar, Smagsstift, der netop rager ud af Smagsporen. Imellem disse Celler danner Smagsnervens Endegrene et Netværk; Sansecellerne er altsaa ikke saaledes som Lugteorganets Celler i umiddelbar Forbindelse med afferente Nervebaner.

Det adæquate Irritament for Smagsorganet er Opløsninger. For at et Stof skal kunne indvirke paa dette, maa det altsaa appliceres i opløst Tilstand, eller det maa kunne opløses i Spyttet. Naar inadæquate Irritamenter som den elektriske Strøm er i Stand til at paavirke Smagsorganet, beror dette rimeligvis paa, at Strømmen til en vis Grad decomponerer Spyttet, hvorved adæquate Irritamenter opstaar. Man kender 4 vel adskilte Smagskvaliteter: sødt, surt, salt og bittert; men desuden har man forsøgt at opstille forskellige andre, navnlig anser mange »metallisk« og »ludagtig« for gode Smagskvaliteter. Man savner altsaa ogsaa for Smagssansens Vedkommende en rationel Inddelingsgrund, fordi man ikke i sidste Instans véd, hvori Irritamentet bestaar. Smagskvaliteterne er ikke rene Smagsfornemmelser, de er som Regel

ledsagede af eller forbundne med forskellige Følekvaliteter. — Smagsløgene synes at være specifike Modtagerapparater for de forskellige Smagskvaliteter; der findes altsaa paa Tungen Smagsløg, der kun paavirkes af søde Stoffer, andre, der kun paavirkes af sure Stoffer o. s. v.; men om der hertil svarer særlige Ledningsbaner, véd man ikke. De differentierede Papiller synes endvidere at have en bestemt topografisk Anordning, saaledes at visse Stoffers Smag opfattes bedst paa én Region af Tungen, medens andre bedre opfattes paa andre Steder. De specifike Smagsløg synes endelig at kunne paavirkes af inadæquate Irritamenter; i alt Fald kan det samme Stof have en forskellig Smag, eftersom det appliceres paa Tungeroden eller paa Tungespidsen. De forskellige Smagskvaliteter opfattes ikke lige hurtigt og har ikke samme Tærskelværdi.

Man vil ved Blandinger af Smagsstoffer som oftest kunne kende Blandingens Komponenter, »bittersød«, »sursød« osv., selv om der ogsaa gives Tilfælde, hvor to Smagsindtryk ikke er indifferente, men hvor det ene er i Stand til indenfor visse Grændser at fremhæve eller afsvække det andet.

h. Høresansen.

De i Bevidstheden dannede Lydbilleder skyldes Impulser, der fra Øret gennem 8' Hjærnenerve ledes til Storhjærnens Bark. Ørets Bygning er ret kompliceret; det bestaar af en lydledende Del, det ydre Øre og Mellemøret, samt en lydperciperende Del, Cochlea, der sammen med Orienteringssansens perifere Organer danner det indre Øre, Ørelabyrinthen.

Det adæquate Irritament for Høreorganet er Lydbølger, ɔ: Bølgebevægelser i det Individet omgivende Medium, der viser sig som afvexlende Fortætninger og Fortyndinger og beror paa Mediets Elasticitet. Lydsvingningerne forplanter sig ud fra et centralt Punkt, Lydgiveren, i Kugleflader, med

en Hastighed af 332 m pr. Secund i atmosfærisk Luft ved 0°. Betegner t den Tid, som en Massedel bruger til at fuldføre en Svingning, Svingningstiden, l Afstanden mellem to Maxima eller Minima, Bølgelængden, saa er l/t = den Hastighed, hvormed Bevægelsen skrider frem, og 1/t = n, Antallet af Svingninger pr. Sec., Svingningstallet.

Lydgiveren er et eller andet svingende Legeme, en Metalstav, en udspændt Streng, en indesluttet Luftmasse. Naar Svingningerne er uregelmæsige, skiftende i Hastighed og Styrke, giver de Anledning til den Slags Sanseindtryk, som man betegner som Larm eller Støj; er Svingningerne derimod rhytmiske og ensartede, vil de opfattes som Toner eller Klange. Naar en udspændt Streng svinger i hele sin Længde, vil man, forudsat at dens Svingningstal ligger indenfor Sansningens Omraade, høre en Tone, Strængens Grundtone. Som Regel vil dog en svingende Streng ikke blot udsende sin Grundtone, men man vil høre en Klang, d. v. s. en Samling af Toner, hvis Svingningstal staar i et meget enkelt indbyrdes Forhold. Er Grundtonens Svingningstal 1, vil de ledsagende Toners Svingningstal være 2, 3, 4 osv.; disse Toner kaldes derfor i Reglen Overtoner. Grundtonen er altsaa Strængens dybeste Tone; Overtonerne opstaar derved, at Strængen er i Stand til at svinge partielt, med Halvdelen, Fjerdedelen af sin Længde osv. Overgangene mellem de selvstændigt svingende Dele af Strængen kaldes Knudepunkter.

Hvis af to lige lange, lige tykke og lige stærkt spændte Strænge den ene sættes i Svingning, da vil den anden efterhaanden komme til at svinge med; man kalder dette Fænomen Resonans. Holder man en anslaaet Stemmegaffel hen foran et aabent Klaver, vil den Streng i Klaveret, der har samme Svingningstal som Stemmegaflen, komme i Svingning ved Resonans. Frembringer man en Tone foran et Glasrør af Form som Fig. 11, vil Tonen, naar dens Svingningstal har en bestemt efter Rørets Dimensioner afpasset Størrelse, for-

stærkes. En saadan Glasbeholder kaldes en Resonator. Ved Hjælp af Resonatorer vil man være i Stand til at analysere en Klang, idet man efterhaanden anbringer disse i Øret og undersøger, hvorvidt de forstærker Lyden eller ikke; i første Tilfælde indeholder Klangen den Tone, for hvilken Resonatoren er afstemt, i andet Tilfælde ikke.

Man vil let forstaa Resonansfænomenets Opstaaen, naar man tænker sig et Pendul paavirket af smaa rhytmiske Stød. Hvis Intervallet mellem Stødene netop er lig Pendulets Svingningstid, vil disse altid træffe det i en bestemt Svingningsfase, og Bevægelsens Udslag vil forøges; hvis Stødenes Rhytme derimod er en anden end Pendulets Svingningstid, vil de træffe dette i tilfældige Bevægelsesfaser, og en regelmæsig Svingning vil ikke kunne komme i Stand.

Lydbølger opfanges af det ydre Øre og ledes gennem den ydre Øregang til Trommehinden, Membrana tympani, der bringes til at svinge i Lydbølgernes Takt. Trommehindens Svingninger overføres gennem Øreknoglerne til Fenestra ovalis, hvorved atter Labyrinthens Lymfe kommer i Svingninger, og først disse Svingninger paavirker det lydperciperende Organ.

Det ydre Øre er hos Mennesket ret mangelfuldt udviklet, fladt og uregelmæsigt bygget, kun sjældent bevægeligt, og da kun i ringe Grad. Hos adskillige Dyr er det derimod stærkt udviklet og vel skikket til at opfange Lydbølger; det store tragtformede, bevægelige Øre, f. Ex. hos Hesten, tjener desuden til Orientering med Hensyn til Lydens Retning. Lyden vil nemlig blive desto kraftigere, jo bedre dens Retning falder sammen med Ørets Retning; naar derfor det bevægelige Øre drejes, til man finder den Retning, hvorfra Lyden høres kraftigst, vil man være orienteret. Man kan gøre Prøven paa sig selv, hvis man ruller et Stykke Papir sammen som et Kræmmerhus og anbringer dettes Spids i ydre Øregang; en given Tone vil da høres med ret forskellig Styrke, eftersom man drejer Kræmmerhuset i den ene eller

den anden Retning. Ved anspændt Lytten supplerer man som bekendt sit mangelfuldt udviklede ydre Øre med den hule Haand og søger, idet man drejer Hovedet, at opfatte Lydens Retning paa den ovenfor omtalte Maade. At Orienteringen med Hensyn til Lydens Retning ikke kan skyldes noget af det indre Øres Organer, følger af det ovenfor anførte; Labyrinthens Lymfe sættes i Svingninger, der er afhængige af Trommehindens Rhytme, der atter er afhængig af de paagældende Lydbølgers Svingningstal, ikke af deres Retning.

Den ydre Øregang er ca. 2,5 cm. lang og har ikke noget ret Forløb, den bliver saaledes nærmest at opfatte som en Slags Sikkerhedsforanstaltning for Trommehinden.

Membrana tympani er skraatstillet, idet den hælder udad med sin øverste Del, den er desuden noget tragtformet, idet dens centrale Parti er trukket indad opad. Trommehindens Membrana propria er dannet saavel af circulære som af radiære fibrøse Traade; den er nøje forbundet med Hammerskaftet. Som Følge af denne sin ejendommelige Form og Anbringelse har Trommehinden ikke nogen Egentone men gengiver ligesom Sangbunden i et Instrument alle Toner lige godt. En videre Følge er dén, at Hammerskaftets Bevægelser bliver mindre men kraftigere, end de vilde blive, hvis Membranen var plan. — Trommehindens Svingninger, der altsaa deles af Hammerskaftet, forplanter sig nu videre til de andre Øreknogler, idet Hammeren ved hver Bevægelse indad fører Ambolten, Incus, med sig. De to Knoglers Ledforbindelse er nemlig saaledes bygget, at Hammeren med en Tak griber ind i et Udsnit paa Ambolten og saaledes fører denne med sig, hver Gang den svinger indad; under Tilbagesvingningen er der derimod ret stor Bevægelsesfrihed mellem de to Knogler. Amboltens Processus longus, der altsaa kommer til at følge Hammerskaftets Bevægelser indad, er med sin nedre Ende forbundet med Stigbøjlens Hoved, og denne sidste Knogle er saaledes anbragt, at Trykket fra

Ambolten indad omsættes direkte til et indadrettet Tryk paa Membranen i Fenestra ovalis. Membranens Bevægelser bliver smaa, da Processus longus incudis er kortere end Manubrium mallei, og den bliver aldrig udsat for Traktioner paa Grund af den ovenfor omtalte, ejendommelige Bevægelsesmekanisme mellem Malleus og Incus; paa den anden Side kommer Bevægelserne til at foregaa med en forholdsvis betydelig Kraft, dels fordi Incus' Vægtstangsarm som omtalt er mindre end Hammerskaftet, dels fordi Membrana tympani har et meget større Areal end Membranen i Fenestra ovalis.

Trommehindens Svingninger overføres altsaa til Fenestra ovalis ved Hjælp af Massesvingninger af Øreknoglerne. — Trommehinden maa, naar den skal kunne fungere normalt, være bevægelig; derfor maa Trykket paa begge Sider af Membranen være ens, og dette opnaaes derved, at Cavum tympani gennem Tuba Eustachii er i Forbindelse med Svælget. Forbindelsen gøres effektiv ved Hjælp af Synkebevægelser, navnlig ved Synkning med tillukket Næse. Paa den anden Side maa Forbindelsen mellem de enkelte Øreknogler være ret fast, da i modsat Fald Overføringen af Trommehindens Svingninger vil tabe i Præcision; den fornødne Fasthed opnaaes ved Hjælp af to smaa Muskler, M. tensor tympani og M. stapedius, der, naar de reflektorisk bringes til Kontraktion, »spænder« Trommehinden og Knoglekæden til Fenestra ovalis.

Cochlea danner som bekendt omtrent $2^3/_4$ Vinding af en Sneglegang, ufuldstændigt adskilt i en øvre og en nedre Gang ved en fra Modiolus udgaaende Benlamel, Lamina spiralis. I denne, den ossøse Cochlea, er den membranøse Cochlea indlejret som et paa Tværsnit 3 kantet Rør. De tre Sider er en ydre, en øvre og en nedre; den ydre Væg dannes hovedsageligt af Periost, der er beklædt med et tyndt Lag reticulært Bindevæv som atter er dækket med et Epithellag; den øverste Væg dannes af en meget tynd Bindevævshinde, den Reissner'ske Membran, udspændt fra Ydervæggens

Periost til et Bindevævlag paa Oversiden af Lamina spiralis; ogsaa denne Membran er epithelklædt. Den nedre Væg af Ductus cochlearis dannes af Membrana basilaris, der strækker sig fra den frie Rand af Lamina spiralis og i dennes Plan til Ydervæggen af Cochlea. Af Membrana basilaris deles Cochlea i en Scala vestibuli over Membranen og en Scala tympani under denne; Ductus cochlearis kommer altsaa til at ligge i Scala vestibuli, skilt fra Hovedgangen ved den Reissner'ske Membran. Basalmembranen bestaar af en Grundsubstans, i hvilken findes parallele Traade, meget lignende elastiske Bindevævstraade, forløbende fra den frie Rand af Lamina spiralis til Ydervæggens Periost, hvor de fæster sig i et særligt udviklet Strøg, Ligamentum spirale. Antallet af disse Traade anslaaes til 24000; de er af ulige Længde svarende til den forskellige Bredde af Basalmembranen, de korteste, der findes i Basalvindingen, er 0,041 mm lange, de længste, der findes i Topvindingen, er 0,495 mm. Membrana basilaris er paa den mod Ductus cochlearis vendende Side beklædt med et Epithel, der paa den inderste Del af Membranen antager en stærkt differentieret Karaktér og danner det saakaldte Corti'ske Organ (Fig. 12). Corti's Organ dannes af to Rækker af ejendommelige Stavceller, der støtter mod hinanden og saaledes sammen med Basalmembranen danner en 3-kantet Tunnel; indenfor Tunnelen findes en enkelt Række af Haarceller; udenfor Tunnelen findes 3—4 Rækker af lignende Haarceller og mellem disse ejendommelige Støtteceller, de Deiters'ske Celler, hvis pladeformede øvre Ende danner en fenestreret Membran, hvorigennem Sansehaarene rager frem. Omkring Haarcellerne opløser Nervus cochlearis sig i sine Endeforgreninger. Fra Overfladen af Lamina spiralis skyder der sig en Bindevævsplade hen over det Corti'ske Organ, den saakaldte Membrana tectoria, hvis midterste, pudeformede Parti hviler paa Sansehaarene som Otolithen i det statiske Organ. Det indre Øre er vædskefyldt, i Ductus cochlearis findes Endolymfe, udenom denne

Perilymfe. Efter Analogier med andre Sanseorganer maa Cochlea antages at være det lydperciperende Organ. Ved Stigbøjlens Bevægelser i Fenestra ovalis sættes Perilymfen i Svingninger, idet den eftergivelige Membran, der lukker for Fenestra rotunda, viger ud, naar Membranen i Fenestra ovalis trykkes ind, og omvendt. Perilymfens Svingninger antages nu paa en eller anden Maade at sætte Endolymfen i Bevægelse og — dels herigennem, dels ogsaa direkte — at paavirke Membrana basilaris, hvis Traade antages at kunne bringes i Svingning ved Resonans, d. v. s., Perilymfen vil, naar den svinger i en vis Rhytme, bringe dén radiære Fiber i Svingning, der, hvis den svingede isoleret, iflg. sin Længde, Spænding osv., netop vilde svinge i denne bestemte Rhytme. Paa den svingende Fiber hviler det Corti'ske Organ, og man maa da forestille sig, at Sansecellerne ved disse Svingninger bliver sat i Bevægelse, og at der paa denne Maade fremkommer en Irritation af Nervens Endeforgreninger, idet Sansehaarene bringes i rhytmisk Berøring med Membrana tectoria. Ved Hjælp af et saadant Resonansapparat vil det være muligt at analysere de Bølgekomplexer, der gennem det lydledende Organ naaer til Cochlea. Forudsættes det, at de enkelte Nervefibre har specifik Ledningsevne, da vil der til hvert enkelt svingende Afsnit af Membrana basilaris svare en localiseret Irritation i Hjærnen og en bestemt Sansefornemmelse.

Det saakaldte Gehør er Evnen til at opfatte Toner og Toneforskelle. Man skelner mellem det absolute Gehør, ɔ: Evnen til at angive en klingende Tones Højde, og det relative Gehør, Evnen til at opfatte Højdeforskelle. Det absolute Gehør er i Reglen medfødt eller viser sig i alt Fald i en meget tidlig Alder. Ingen af disse Evner er lige fint udviklede overalt i Tonerækken, de er bedst indenfor det Omraade, der svarer til et almindeligt Klavér.

Man regner efter Helmholtz, at der i Cochlea maa

være mindst 4500 Resonatorer, hvis den ovenfor skizzerede Hypotese om Lydopfattelsen skal kunne holde Stik; da der imidlertid i Cochlea findes ca. 3500 indre og ca. 12000 ydre Haarceller samt i Membrana basilaris ca. 24000 radiære Traade, ordnede dels enkeltvis, dels i Grupper, vil der ikke fra denne Side kunne rejses Indvendinger mod Teorien. Denne synes ligeledes at finde Støtte ved Funktionsundersøgelser paa Mennesker, idet det viser sig, at der ofte findes betydelige Defecter i den Toneskala, som Individet er i Stand til at opfatte, ikke blot saaledes, at Ydergrændserne kan være indsnevrede, men saaledes, at der selv med normale Ydergrændser kan findes et eller flere Bælter med nedsat eller ophævet Perceptionsevne.

Toner opfattes forskelligt i Henseende til Højde, Styrke og Klangfarve. Højden afhænger alene af Svingningstallet; dybe Toner har lavt, høje Toner højt Svingningstal. Da Basalmembranen tiltager i Bredde opefter, vil Resonatorerne for de dybe Toner altsaa findes i Topvindingen, Resonatorerne for de høje Toner i Basalvindingen. Grændserne for Høresansen er individuelt forskellige; man regner dog, at den dybeste hørlige Tone er dén, der svarer til 16 Svingninger i Secundet. Om den højeste Grændse er Opgivelserne mere forskellige, Svingningstallet angives mellem 20 000 og 50 000 pr. Secund; det ligger utvivlsomt i de fleste Tilfælde nærmest ved det laveste af disse Tal. Tonens Styrke beror paa Bølgebevægelsens Amplitude, medens Klangfarven er bestemt ved de ledsagende Overtoners Antal og relative Styrke.

Naar to Toner klinger sammen, vil Indtrykket i nogle Tilfælde virke roligt og behageligt, Konsonans, i andre Tilfælde ubehageligt, Dissonans. Det har vist sig, at i alle Tilfælde af Konsonans kan Forholdet mellem de to Toners Svingningstal udtrykkes ved smaa hele Tal. Herhen hører de bekendte musikalske Intervaller:

Octav	1 : 2
Quint	2 : 3
Quart	3 : 4
Stor Terz	4 : 5 o. s. fr.

Toner, hvis Svingningstal kun afviger ganske lidt fra hinanden, klinger disharmonisk, og man fornemmer ofte en afvexlende Forstærkning og Afsvækning af Tonen, »Stød«. Bliver »Stødene« talrige nok, vil man høre dem som en Tone, Differenstonen.

En Tone maa klinge en vis Tid for at man skal kunne opfatte den; denne Tid varierer individuelt og er tillige afhængig af de fysiske Forhold. Har man opfattet en Tone, vil paa den anden Side Lydbilledet holde sig, efter at Irritationen er ophørt at virke; denne Eftervirkning varer dog kun en ringe Brøkdel af et Secund. Naar en Tone har lydt i længere Tid, vil Indtrykket tabe i Intensitet, ɔ: Sanseorganet vil trættes. Hvis en Tone har lydt i det ene Øre, indtil dette er trættet, vil den kunne høres i det andet Øre med den oprindelige Intensitet. Forandrer man Tonehøjden med nogle faa Svingninger pr. Secund, vil det trættede Øre atter kunne opfatte Tonen. Det trættede Øre behøver for øvrigt kun nogle faa (5—6) Secunders Hvile for atter at være restitueret.

Stemmen.

Det er blevet Tradition at omtale de stemmegivende Organers Funktioner sammen med Høresansen, skønt disse intet som helst har at gøre med nervøse Receptorer. Stemmedannelsen skyldes en stærkt kompliceret, yderst fint koordineret Reflexmekanisme, og den burde derfor for saa vidt omtales sammen med Gangen, Synkebevægelsen og Respirationsmekanismen, en Ordning, der dog af forskellige Grunde næppe er ønskelig.

Anatomisk hører de stemmegivende Organer til Respirationsorganerne. I funktionel Henseende er disse Organer egentlig Sanseorganernes aktive Modstykke, de Organer, ved Hjælp af hvilke Organismen sætter sig i Forbindelse med Omverdenen og paavirker denne, medens Sanseorganerne modtager Omverdenens Paavirkninger af Individet. Stemmens Fysiologi danner, set fra dette Synspunkt, et eget Kapitel; af praktiske Grunde vil den imidlertid blive behandlet paa det traditionelle Sted.

Stemmen opstaar i Larynx; men ogsaa de andre nærliggende Caviteter: Svælg-, Mund- og Næsehule bidrager til dens Udformning.

Larynx er bygget af et Bruskskelet, hvis Basis er Ringbrusken, der har Form som en Pladering med Pladen vendende bagtil; opad og fortil dannes Larynxskelettet af den store, vinkelbøjede Skjoldbrusk, der fortil i Midtlinien prominerer under Halsens Hud (Adamsæblet). Bagtil paa Ringbruskens Plade er anbragt de to smaa Kandebruske. Bruskene er indbyrdes forbundne ved smaa Glideled der bevæges af flere Sæt Muskler. Strubehovedet er indvendigt beklædt med en Slimhinde, der bærer fimrende Cylinderepithel.

Cavum laryngis er delt i et øvre og et nedre Afsnit af to fremspringende Slimhindefolder, der indeholder elastisk Væv og Muskulatur; disse Folder, Stemmebaandene, Cordæ vocales, er hvidlige af Udseende og dækkede med Pladepithel; de er udspændte fra Skjoldbruskens Vinkel til et Par Fremspring, Processus vocales, paa Kandebruskene. Ovenfor Stemmebaandene findes et Par mindre fremtrædende Slimhindefolder, de faske Stemmebaand, der dækker over en Poche, Sinus Morgagni. Imellem de skarprandede Stemmebaand findes en Spalte af foranderlig Vidde, Stemmeridsen, Glottis. Stemmebaandenes Stilling reguleres ved Hjælp af Muskler, der i funktionel Henseende danner tre Grupper, af hvilke den ene spænder Stemmebaandene, idet den drejer Skjoldbrusken mod Ringbrusken, den anden forsnevrer Glottis

ved at føre de to Processus vocales ind imod hinanden, den tredie udvider Glottis ved at føre Kandebruskene ud fra hinanden. Grupperne er ikke skarpt adskilte, idet de enkelte, anatomisk bestemte Muskler, som overalt, hvor Talen er om Muskelvirkning, helt eller partielt kan virke forskelligt i forskellige Kombinationer. De Muskelbundter, der forløber i selve Stemmebaandene, kan afspænde disse; men de kan desuden, naar de virker sammen med Stemmebaandsspænderne, bidrage til at give Stemmebaandene en vis Fasthed.

Under rolig Aanding er Glottis ret vid og tillader fri Passage for Luftstrømmen. Naar derimod Stemmen skal bruges, under Intonationen, strammes Stemmebaandene og nærmes til hinanden. Idet der nu ved Hjælp af Exspirationsmusklerne, særligt Bugmusklerne, blæses en kraftig Luftstrøm gennem Glottis, vil Stemmebaandene blive sat i Svingninger saaledes, at der afvexlende slipper Luft igennem Glottis og lukkes af for Luftstrømmen. Stemmebaandenes Svingninger kan iagttages ved Forsøg med det udtagne Strubehoved, men de kan ogsaa demonstreres paa det levende Menneske ved Hjælp af Strubespejlet. Larynx kommer saaledes til at virke som et Blæseinstrument, der frembringer en musikalsk Klang, en Tone ledsaget af flere eller færre Overtoner. Klangen opstaar hovedsageligt ved den rhytmiske Bevægelse af Luften gennem Glottis, mindre paa Grund af Stemmebaandenes Svingninger. Tonens Højde er bestemt af Stemmebaandenes Længde, Tykkelse og Stramning, dens Styrke af Luftstrømmens Styrke. En middelhøj, middelstærk Tone vil fordre et Tryk paa ca. 200 mm Vand; ved særlig voldsom Stemmedannelse, høj Raaben, vil Trykket være betydeligt større. Klangfarven bestemmes af Resonansrummene, der forstærker nogle Overtoner og derved virker relativt dæmpende paa andre. Stemmens Omfang er som Regel omtrent to Octaver; dens Leje er ret forskelligt, især afhængig af Strubehovedets Dimensioner. Hos Børn er Lejet ens for bægge Køn, hos den Voxne ligger Stem-

men hos Manden en Octav dybere en hos Kvinden. Overgangen fra Drenge- til Mandsstemme sker under Puberteten, i hvilken Periode der foregaar en stærk og hurtig Vækst af Larynx. I denne Overgangstid, hvor de fysiske Forhold, der har Indflydelse paa Stemmedannelsen, altsaa stadig forandres, er det ofte vanskeligt for Individet at afpasse den centrale Innervation til Larynxmuskulaturen rigtigt; man hører da paa Stemmen, at man har grebet fejl, og søger at gøre det bedre; derved vil man let komme til at overkorrigere, og Resultatet bliver den Usikkerhed i Stemmedannelsen, som populært kaldes, at Stemmen »slaar over«. Hele den indviklede Reflexmekanisme, der er uddannet ved Hjælp af Høresansen, maa da i denne Periode saa at sige opøves forfra. Hos Kvinder finder der ikke nogen Overgang af Stemmen Sted; kun dens Klangfarve forandres ved Puberteten. Man adskiller som Regel to Former af Stemmedannelse, Brststemme og Fistelstemme. I første Tilfælde svinger Stemmebaandene in toto; Glottis er snæver og Luftforbruget moderat, Stemmen er dybere og har en fuldere Klang; i det andet Tilfælde svinger Stemmebaandene med en ejendommelig Bølgebevægelse, Klangen er højere og skarpere og Luftforbruget stort.

Den i Larynx dannede Stemme er imidlertid et ret primitivt Meddelelsesmiddel, der ikke slaar til, naar Meddelelsernes Indhold, saaledes som det er Tilfældet for Menneskets Vedkommende, bliver af mere sammensat Natur. De ved Stemmebaandenes Svingninger dannede Klange bliver da omformede efter visse bestemte Love ved Hjælp af Resonansrummene, og andre Lyde bliver dannede ved Hjælp af Læber og Tunge. Alle disse Lyde sammenkædes nu paa forskellig Maade til kortere og længere Perioder og danner saaledes Talen.

Sprogets Lyde falder i to Hovedgrupper, Vocaler og Konsonanter. Vocalerne er Klange, hvis Ejendommeligheder skyldes én for hver enkelt Vocal bestemt Stilling af

Resonansrummene, som holdes uforandret saa længe Vocalen lyder; hvorlænge en Vocal kan holdes, er altsaa alene betinget af, hvor længe man har Luft nok i sine Lunger til at kunne anblæse Stemmebaandene. Vocalrækken a-o-u fremkommer ved Forandring af Mundens Resonansrum, idet man fra den mest aabne Stilling for a formindsker Mundaabningen ved at nærme Læberne til hinanden; Rækken a-e-i fremkommer derimod ved en Formindskelse af Munden, frembragt ved at Tungen i større og større Udstrækning løftes mod den haarde Gane: æ-ø-y skyldes forskellige Mundstillinger. Diphtong'er er sammensatte Lyde, fremkomne ved, at én Vocal sløjfes over i en anden; de kan derfor ikke »holdes« i længere Tid. Ved Udtalen af Vocaler holdes Næsesvælget mere eller mindre fast aflukket fra de nedre Afdelinger ved Hjælp af den bløde Gane; kun ved Snøvlen er denne Passage delvis fri.

Konsonanter er Lyde, som fremkommer derved, at Luftpassagen pludseligt aabnes eller lukkes paa bestemte Steder, eller, at Passagen forsnævres saaledes, at Luftstrømmen kommer i uregelmæsige Svingninger. En Overgang mellem Vocaler og Konsonanter danner de saakaldte Halvvocaler; m, n, l og r. De to første dannes ved, at Munden lukkes enten ved Lukning af Læberne, m, eller ved, at Tungen føres op imod Ganen, n, saaledes, at Luftstrømmen maa passere gennem Næsen; l dannes ved, at Tungen lægges op imod den forreste Del af Overkæbens Processus alveolaris saaledes af Luftstrømmen maa passere mellem Kindtænderne og den bageste Del af Tungen; r repræsenterer i Virkeligheden en hel Gruppe af Lyde, karakteriserede ved en intermitterende Afbrydelse af Luftstrømmen; Rhytmen er mellem 20 og 40 i Secundet.

De egentlige Konsonanter deler man i Explosivlyde og Gnidningslyde, eftersom Lyden opstaar ved, at en Hindring for Luftstrømmen pludseligt hæves, eller ved en ufuldstændig Lukning, en Forsnævring, af Passagen; man deler dem end-

videre i phoniske og aphoniske, eftersom de udtales med eller uden ledsagende Klange fra Larynx. Explosivlyde er b-d-g, der er betonede, samt p-t-k, der er tonløse. Gnidningslyde er v-j-f-h og s, af disse er v og j betonede, f og h tonløse, medens s kan være saavel betonet som ubetonet.

Hviskestemmen fremkommer, naar en stærk Luftstrøm passerer Resonansrummene, medens Stemmebaandene er afspændte og Glottis aaben; den er altsaa mere trættende end den almindelige Talestemme.

i. Synssansen.

Man vil ofte finde Udtrykket »højere Sanser« anvendt om Syns- og Høresansen ud fra den Betragtning, at de gennem disse Sanser modtagne Indtryk i særlig Grad skulde være knyttede til det »aandelige« Menneske. Fra et fysiologisk Standpunkt kan en Deling paa dette Grundlag ikke opretholdes; men man maa paa den anden Side indrømme, at Udviklingen af disse Sanser er et Led i en højere Organisation, idet Receptorer for Afstandspaavirkninger naturligvis i mangfoldige Tilfælde vil gøre det muligt for Organismen at undgaa Farer, som den uden saadanne Sanseorganer vilde være prisgivet, eller at opspore Bytte, som under andre Omstændigheder vilde kunne undslippe den. Ogsaa udfra en anden Betragtningsmaade vilde Udtrykket »højere Sans« med en vis Ret kunne anvendes om Synssansen, idet denne Sans under mange Forhold kan træde i Stedet for andre Sanser. Det er vel ikke noget usædvanligt, at én Sans vicarierer for en anden; men ingen anden Sans er i Stand til at gribe ind saa effektivt og paa saa mangfoldige Omraader som Synssansen. Den kan erstatte Høresansen, idet man med nogen Øvelse vil kunne aflæse Talen paa den Talendes Læber; den kan som allerede flere Gange omtalt i mange Tilfælde vicariere for Hudsanserne og for Muskelsansen; den kan endvidere i udstrakt Grad træde i Stedet for Orienterings-

sansen, og den kan endelig i visse Tilfælde erstatte Smags- og Lugtesansen, naar disse tjener til at beskytte Individet mod at indtage skadelige Stoffer.

Synssansens perifere Organ, Øjet, er ligesom Høreorganet af en ret sammensat Bygning; det bestaar foruden af det nervøse Modtagerapparat af et optisk System, nødvendiggjort ved det adæquate Irritaments særlige Natur; det er desuden forsynet med et eget Bevægelsesapparat og endelig kommer hertil forskellige Organer, der tjener til Beskyttelse af det samlede Synsorgan.

Øjet i egentlig Forstand, Bulbus oculi, er anbragt i Orbita, beskyttet af Kraniets og Ansigtets Knogler paa alle Sider med Undtagelse af den fortilvendende, hvor det for at kunne modtage Irritamentet maa være frit. Til midlertidig Beskyttelse findes hér Øjenlaagene, Palpebræ, et øvre og et nedre, et Par Hudfolder, der indeholder Muskulatur samt — bedst udviklet i det øvre — en fibrøs Plade, Tarsus. Øjenlaagene er paa Indsiden beklædt med en Bindehinde, Conjunctiva; de er i Randen besat med 2 eller flere Rækker lange, stive Haar, Øjenvipper, Cilier, der beskytter Øjet mod Støv og Sved; Cilierne er krummede saaledes, at de fra øvre Øjenlaag vender Convexiteten nedad og omvendt. Indenfor Cilierne aabner sig en Række Kirtler, de Meibom'ske Kirtler, hvis fedtagtige Secret hindrer Vædsken i Conjunctivalsækken i at løbe ud over Øjenlaagsranden, hvilket vilde medføre Maceration af Huden med de deraf flydende Følger. Øjenlaagene bevæges af en Ringmuskel, M. orbicularis palpebrarum, hvis stærkeste Bundter findes ved Øjenlaagets fæstede Rand, medens svagere Bundter forløber i selve dette; desuden findes i det øvre Øjenlaag en særlig Løftemuskel, M. levator palpebræ. Øjenlaagene kan bevæges vilkaarligt; man kan »knibe Øjnene sammen«, og man kan »lukke Øjnene« for at undgaa ubehagelige Synsindtryk eller andre Insulter af Øjet eller for overhovedet at holde Synsindtryk ude, f. Ex. naar man ønsker at falde i Søvn; men som Regel bevæges

Øjenlaagene reflektorisk ved den saakaldte Blinkereflex. Blinken foregaar uvilkaarligt med visse Mellemrum for at holde Øjets Hornhinde, den forreste blanke Del af Øjet, fugtig og for at fjærne minimale Støvpartikler, som maatte have sat sig paa denne. Blinkereflexen kan udløses gennem Øjet ved stærke Synsindtryk, endvidere gennem sensitive Baner fra Cornea og Conjunctiva ved Berøring af disse Organer; i saadanne Tilfælde er Blinkereflexen ofte meget voldsom.

Conjunctiva er en tynd Bindevævsmembran, der beklæder Øjenlaagenes Indside, og som fra bægge Øjenlaag slaar sig over paa selve Bulbus oculi, som den løst beklæder indtil Cornearanden, hvor dens Epithel gaar over i Hornhindens forreste Lag. Conjunctiva danner altsaa en Sæk, aaben fortil svarende til Øjespalten. I den øverste og yderste Del af Conjunktivalsækken findes en Række fine Aabninger, Udførselsgangene for Taarekirtlen, Glandula lacrymalis. Denne er bygget som en af de smaa, serøse Spytkirtler og afsondrer et vandklart Secret, Taarerne, der indeholder omtrent 1 % faste Stoffer og har en svagt salt Smag. Taaresecretionen foregaar uafbrudt og Taarerne tjener til at holde Hornhinden fugtig. Secretionen er reflektorisk, og de secretoriske Reflexer udløses fra forskellige Steder, fra Øjets Retina ved meget stærke Lysirritamenter, fra Cornea og Conjunctiva, naar disse paa én eller anden Maade irriteres, fra Næseslimhinden ved »skarpt« lugtende Stoffer, endelig ved stærke Smærteindtryk eller ad psychisk Vej (Graad); Secretionen kan da ofte blive meget stærk. Som Regel kommer Taarerne ikke ud over den fedtede Øjenlaagsrand men finder Afløb gennem de fine Puncta lacrymalia paa Øjenlaagsranden tæt ved Canthus internus, hvorfra de gennem Canaliculi føres til Saccus lacrymalis og videre gennem Ductus nasalis til nederste Næsegang. Ved særlig stærk Secretion forslaar dette Afløb imidlertid ikke; Taarerne løber da ud over Øjenlaagsranden og »triller ned ad Kinderne«.

Det ædæquate Irritament for Synsorganet er Lysbølger. Lysets fysiske Substrat antages at være elektromagnetiske Svingninger. Lysbølgerne, hvis Svingningsretning er vinkelret paa Bevægelsesretningen, forplanter sig i rette Linier, Lysstraaler, gennem Rummet med en Hastighed af 300 000 km i Secundet. Ligesom for Høreorganets Vedkommende kun Bølger, hvis Rhytme ligger indenfor visse Grændser, er i Stand til at paavirke det nervøse Modtagerapparat paa en saadan Maade, at en Sansefornemmelse opstaar, saaledes er ogsaa for Synsorganets Vedkommende kun Lysstraaler med en vis Bølgelængde tjenlige som Irritament. Der findes hér som overalt individuelle Forskelligheder, men som almindelig Regel kan Grændserne sættes ved Bølgelængder paa 800—400 $\mu\,\mu$.

Naar en Lysstraale gaar fra ét Medium til et andet, forandres dens Retning, Straalen brydes. En Grændseflade kan dog ogsaa være saaledes beskaffen, at Lysstraalen i Stedet for at fortsætte ind i det andet Medium helt eller delvis kastes tilbage, Spejling. Et lysende Punkt udsender Straaler i alle Retninger. Hvis et Bundt af divergerende Straaler træffer et gennemsigtigt Legeme af passende Form, vil Straalerne kunne brydes saaledes, at de atter samles til ét Punkt. Dette er Opgaven for Øjets lysbrydende Medier; disse samler Lysstraaler, der udgaar fra et lysende Punkt saaledes, at der opstaar en punktuel Irritation af det lysperciperende Organ; herigennem bliver det muligt at lokalisere Synsindtryk meget fint. Hvis Øjets optiske System ikke fandtes, vilde Synsindtryk kun blive farvet Lys af forskellig Klarhed.

Af Hensyn til Forstaaelsen af Øjets lysbrydende Dele, vil det være hensigtmæsigt kort at rekapitulere enkelte af Optikens elementære Læresætninger.

Naar en Lysstraale gaar fra ét Medium til et andet, vil den forandre sin Retning, brydes, paa en saadan Maade, at sinus til Indfaldsvinklen, d: Vinklen mellem den indfaldende Straale og Normalen til den brydende Flade,

vil staa i et konstant Forhold til sinus til Brydningsvinklen, o: Vinklen mellem den brudte Straale og Fladens Normal. Dette Forhold er lig Forholdet mellem Lysets Hastighed i de to Medier. Som Enhed bruges Hastigheden i det lufttomme Rum; denne er imidlertid meget nær den samme som i Luft, hvorfor man sædvanligt angiver Luftens Brydningsindex = 1, idet man ved Brydningsindex eller Brydningsforholdet forstaar Forholdet mellem Hastighederne i Vacuum og i et givet Medium. Man har altsaa (Fig. 13) følgende simple Formler, hvor c betyder Hastigheden og n Brydningsindex:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = k = \frac{c_1}{c_2} \text{ eller, hvor } \frac{c_0}{c_1} = n_1 \text{ og } \frac{c_0}{c_2} = n_2, \quad \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

eller $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$.

Det enkleste optiske System er to forskelligt brydende Medier adskilte ved en sfærisk Flade. For et saadant System gælder følgende:

I Fig. 14 er O et Objectpunkt, B det tilsvarende Billedpunkt; F—F er den brydende Flade, hvis Toppunkt findes ved T, og hvis Centrum ligger i C. Afstanden fra Fladens Toppunkt til Objectpunktet er a, Afstanden til Billedpunktet b, Fladens Radius er r. Axestraalen OT vil gaa ubrudt gennem Fladen. Hvis OP er en Straale, der træffer Fladen i Punktet P under Vinklen α, kan man, hvis PT er tilstrækkelig lille, sætte OP = a og PB = b. Man har da, idet ∠ OCP betegnes ved v, $\frac{a+r}{\sin\alpha} = \frac{a}{\sin v}$, $\frac{b-r}{\sin\beta} = \frac{b}{\sin v}$, $(a+r) : a = \sin\alpha : \sin v$, $(b-r) : b = \sin\beta : \sin v$, eller ved Division, idet $n_2 : n_1 = \sin\alpha : \sin\beta$, $\frac{(a+r)\,b}{(b-r)\,a} = \frac{n_2}{n_1}$, hvoraf $n_2 \frac{1}{b} = n_1 \frac{1}{-a} + \frac{n_2-n_1}{r}$ (1); sættes i denne Formel $a = \infty$ og $b = F_2$, faar man $n_2 \frac{1}{F_2} = \frac{n_2-n_1}{r}$, sættes $b = \infty$ og $-a = -F_1$, faar man $-n_1 \frac{1}{-F_1} = \frac{n_2-n_1}{r}$. Multiplicerer man Ligningen (1) med $\frac{r}{n_2-n_1}$ og indsætter Værdierne for F_1, og F_2, faar man $\frac{F_1}{a} + \frac{F_2}{b} = 1$.

F_1 og F_2, der altsaa er de Punkter, hvor parallele Straaler, der træffer den brydende Flade, vil samles, kaldes Systemets Brændpunkter. Hvis et Objectpunkt fra det Fjærne nærmes til det brydende System, vil det tilsvarende Billedpunkt fra F_2 vandre bort fra den brydende Flade, indtil det bliver uendeligt fjærnt, idet Objectpunktet naar F_1. Størrelsen $\frac{n_2-n_1}{r}$ kaldes Systemets brydende Kraft; r regnes altid positiv i Lysstraalens Retning. Enheden for brydende Kraft er en Dioptri, o: Brydningen i et System,

hvis Brændvidde er 1 m i et Medium, hvis Brydningsindex er 1. For et givet Objectpunkt kan man altsaa beregne Billedpunktet, naar n_2, n_1, og r er bekendte; da der til hver Værdi af a kun svarer én Værdi af b, vil der til et givet Objectpunkt kun svare ét Billedpunkt; to saadanne sammenhørende Punkter kaldes konjugerede. Linien TC kaldes den optiske Axe; paa denne er Brændpunkterne beliggende. Fladens Krumningscentrum kaldes Systemets Knudepunkt; en ret Linie gennem dette og Objectpunktet kaldes en Retningslinie. T kaldes Hovedpunktet, og et Plan gennem dette, vinkelret paa Axen, kaldes et Hovedplan; i dette falder Objectpunkt og Billedpunkt sammen.

Kender man Objectets Størrelse og det brydende Systems Konstanter kan man beregne Billedets Størrelse: I Fig. 15 betyder O_1 O_2 Objectet, B_1 B_2 Billedet, C Knudepunktet og F_2 det andet Brændpunkt. Billedet kan nu konstrueres, idet man fra et Punkt i Objectet f. Ex. O_1 trækker en Linie $\neq$ den optiske Axe, denne vil brydes og faa Retning gennem F_2, tillige trækkes Retningslinien fra O_1; disse to Linier vil skære hinanden i det søgte Billedpunkt B_1. Paa ganske tilsvarende Maade findes B_2. Man har da, som det vil ses af Figuren, $O : B = (a + r) : (b - r)$; endvidere har man iflg. det tidligere udviklede: $(a + r)\, b : (b - r)\, a = n_2 : n_1$, hvoraf $\frac{a + r}{b - r} = \frac{n_2}{b} : \frac{n_1}{a}$ eller $\frac{O}{-B} = n_2 \frac{1}{b} : n_1 \frac{1}{-a}$, idet Afstandene regnes fra Hovedpunktet og positive i Lysstraalens Retning. Billedstørrelsen regnes negativ, naar Billedet bliver omvendt.

Et System bestaaende af flere brydende Medier, afgrændsede fra hinanden ved Kugleflader, kaldes, naar den optiske Axe er fælles, et centreret optisk System. Man kan beregne Brydningen i et saadant System, idet man tager de forskellige Medier efter hinanden paa den Maade, at man betragter Straalernes Foreningspunkt i det andet Medium som Objectpunkt for det tredie o. s. fr. Denne Beregning lader sig dog kun gennemføre for ganske faa Medier; man kan imidlertid vise, at et saadant compliceret System i optisk Henseende kan erstattes af et mere enkelt, hvor man kun tager Hensyn til Brydningsindex i det første og det sidste Medium. Et saadant »reduceret« System vil faa to Hovedpunkter og altsaa to Hovedplaner, hvis Egenskab er, at et Object i det ene vil have et ligesaa stort opret Billede i det andet, endvidere to Knudepunkter saaledes beliggende, at en indfaldende Straale, der har Retning mod det første Knudepunkt, efter Brydningen vil fortsætte, som om den kom fra det andet Knudepunkt, $\neq$ den indfaldende Straales Retning, endelig to Brændpunkter med de tidligere nævnte Egenskaber. Ogsaa for det »reducerede« System gælder Formlen $\frac{F_1}{a} + \frac{F_2}{b} = 1$. For Linser, hvor det sidste Medium er det samme som det første, bliver $F_1 = F_2 = F$, og man faar da den bekendte Linseformel: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$.

Øjets lysbrydende Apparat bestaar af Hornhinden, Kammervandet, Linsen og Glaslegemet, der tilsammen danner et centreret optisk System. Hornhinden Cornea, begrændses af to meget nær parallele sfæriske Flader; den er opbygget af fibrillært Bindevæv og paa sin Forflade beklædt med et flerlaget Epithel; samtlige Vævselementer har samme Brydningsindex, og det er derfor ikke muligt selv med stærk Forstørrelse at erkende nogen Struktur i den upræparerede Cornea. Kammervandet er en lymfelignende Vædske, hvis Brydningsindex meget nær er den samme som Corneasubstansens. Linsen, hvis Form fremgaar af Navnet, er et lille Legeme, hvis lodrette Tværmaal er 8—9 mm, og hvis sagittale Diameter er ca. 4 mm; den er bygget af ejendommelige, baandformede Celler, hvis Ordning minder om Traadenes i et Garnnøgle. Linsens forskellige Lag har forskellig Brydningsindex; dens Centrum bryder stærkest, de ydre Lag svagere. Glaslegemet, corpus vitreum, bestaar af en geleagtig Masse, hvori enkelte stærkt uregelmæsigt formede Celler findes spredte.

Øjets brydende System dannes saaledes af fire brydende Medier: Luft, Hornhinde + Kammervand, Linsesubstans og Glaslegeme, adskilte ved tre sfæriske Flader: Forreste Corneaflade, forreste og bageste Linseflade. Da Cornea's Substans har samme Brydningsindex som Kammervandet, kan man se bort fra bageste Corneaflade; man kan endvidere regne med én Brydningsindex for hele Linsen.

For at kunne beregne et saadant Systems Brydningsforhold maa man kende de paagældende Mediers Brydningsindices, endvidere de brydende Fladers Radier og indbyrdes Afstande. Disse Størrelser, de optiske Konstanter, har man ved Hjælp af forskellige Maaleinstrumenter bestemt for det menneskelige Øje. Af saadanne Undersøgelser fremgaar, at Øjets lysbrydende Apparat kan tænkes erstattet af et enkelt optisk System, bestaaende af en sfærisk Brydningsflade mellem Medierne Luft og Glaslegeme; dette Systems Hoved-

punkter vil ligge saa nær ved hinanden, at man uden større Fejl kan betragte dem som sammenfaldende; ligeledes kan Knudepunkterne betragtes som sammenfaldende, og Knudepunktet kommer da til at ligge paa et Sted, der svarer til bageste Linsepol i det virkelige Øje. Det bageste Brændpunkt ligger 22,2 mm bag Hornhindens Toppunkt, d. v. s., i Nethindens lysperciperende Lag. Systemets brydende Kraft bliver ca. 67 Dioptrier. Et saadant System kalder man det »reducerede Øje«; det anvendes, naar man vil beregne eller konstruere en Lysstraales Gang i det virkelige Øje. Da Hornhindens brydende Kraft er 43 Dioptrier, er denne altsaa det stærkest brydende af Øjets Medier; Linsens største Betydning ligger deri, at den kan forandre sin Form og dermed sin Brydningsevne, hvorom nærmere nedenfor.

I det normale, hvilende Øje dannes Billedet af et uendelig fjærnt Punkt, o: et Punkt, hvorfra Straaler, der træffer Øjet, praktisk talt er parallele, i Øjets lysperciperende Lag. Et lysende Punkt i Genstanden, der betragtes, frembringer altsaa en punktuel Irritation af Nethinden, og man faar saaledes det skarpest mulige Billede af Objectet. Et saadant Øje kaldes emmetropisk. Det Punkt, hvorpaa det hvilende Øje er indstillet, kaldes Fjærnpunktet; dette ligger altsaa for det emmetropiske Øje meget langt borte.

Hvis Øjeaxen forlænges, medens det lysbrydende Apparat bliver uforandret, vil Billedet af et fjærnt Object ikke dannes paa Nethinden men foran denne; Straaler, der udgaar fra et fjærnt Objectpunkt, vil altsaa ikke irritere det lysopfattende Lag punktuelt, men Billedet vil blive en større eller mindre Plet, saakaldet Spredningskreds. Denne Tilstand kan ogsaa karakteriseres derved, at det lysbrydende Apparat i Forhold til Øjets Dimensioner bryder for stærkt. Denne Refraktionsanomali kaldes Nærsynethed, Myopi; Øjet siges at være myopisk. For at Billeddannelsen i et myopisk Øje skal kunne foregaa paa Retina, maa Fjærnpunktet rykke ind paa endelig Afstand; ved stærk Myopi

Øjets lysbrydende Apparat bestaar af Hornhinden, Kammervandet, Linsen og Glaslegemet, der tilsammen danner et centreret optisk System. Hornhinden Cornea, begrændses af to meget nær parallele sfæriske Flader; den er opbygget af fibrillært Bindevæv og paa sin Forflade beklædt med et flerlaget Epithel; samtlige Vævselementer har samme Brydningsindex, og det er derfor ikke muligt selv med stærk Forstørrelse at erkende nogen Struktur i den upræparerede Cornea. Kammervandet er en lymfelignende Vædske, hvis Brydningsindex meget nær er den samme som Corneasubstansens. Linsen, hvis Form fremgaar af Navnet, er et lille Legeme, hvis lodrette Tværmaal er 8—9 mm, og hvis sagittale Diameter er ca. 4 mm; den er bygget af ejendommelige, baandformede Celler, hvis Ordning minder om Traadenes i et Garnnøgle. Linsens forskellige Lag har forskellig Brydningsindex; dens Centrum bryder stærkest, de ydre Lag svagere. Glaslegemet, corpus vitreum, bestaar af en geleagtig Masse, hvori enkelte stærkt uregelmæsigt formede Celler findes spredte.

Øjets brydende System dannes saaledes af fire brydende Medier: Luft, Hornhinde + Kammervand, Linsesubstans og Glaslegeme, adskilte ved tre sfæriske Flader: Forreste Corneaflade, forreste og bageste Linseflade. Da Cornea's Substans har samme Brydningsindex som Kammervandet, kan man se bort fra bageste Corneaflade; man kan endvidere regne med én Brydningsindex for hele Linsen.

For at kunne beregne et saadant Systems Brydningsforhold maa man kende de paagældende Mediers Brydningsindices, endvidere de brydende Fladers Radier og indbyrdes Afstande. Disse Størrelser, de optiske Konstanter, har man ved Hjælp af forskellige Maaleinstrumenter bestemt for det menneskelige Øje. Af saadanne Undersøgelser fremgaar, at Øjets lysbrydende Apparat kan tænkes erstattet af et enkelt optisk System, bestaaende af en sfærisk Brydningsflade mellem Medierne Luft og Glaslegeme; dette Systems Hoved-

punkter vil ligge saa nær ved hinanden, at man uden større Fejl kan betragte dem som sammenfaldende; ligeledes kan Knudepunkterne betragtes som sammenfaldende, og Knudepunktet kommer da til at ligge paa et Sted, der svarer til bageste Linsepol i det virkelige Øje. Det bageste Brændpunkt ligger 22,2 mm bag Hornhindens Toppunkt, d. v. s., i Nethindens lysperciperende Lag. Systemets brydende Kraft bliver ca. 67 Dioptrier. Et saadant System kalder man det »reducerede Øje«; det anvendes, naar man vil beregne eller konstruere en Lysstraales Gang i det virkelige Øje. Da Hornhindens brydende Kraft er 43 Dioptrier, er denne altsaa det stærkest brydende af Øjets Medier; Linsens største Betydning ligger deri, at den kan forandre sin Form og dermed sin Brydningsevne, hvorom nærmere nedenfor.

I det normale, hvilende Øje dannes Billedet af et uendelig fjærnt Punkt, d: et Punkt, hvorfra Straaler, der træffer Øjet, praktisk talt er parallele, i Øjets lysperciperende Lag. Et lysende Punkt i Genstanden, der betragtes, frembringer altsaa en punktuel Irritation af Nethinden, og man faar saaledes det skarpest mulige Billede af Objectet. Et saadant Øje kaldes emmetropisk. Det Punkt, hvorpaa det hvilende Øje er indstillet, kaldes Fjærnpunktet; dette ligger altsaa for det emmetropiske Øje meget langt borte.

Hvis Øjeaxen forlænges, medens det lysbrydende Apparat bliver uforandret, vil Billedet af et fjærnt Object ikke dannes paa Nethinden men foran denne; Straaler, der udgaar fra et fjærnt Objectpunkt, vil altsaa ikke irritere det lysopfattende Lag punktuelt, men Billedet vil blive en større eller mindre Plet, saakaldet Spredningskreds. Denne Tilstand kan ogsaa karakteriseres derved, at det lysbrydende Apparat i Forhold til Øjets Dimensioner bryder for stærkt. Denne Refraktionsanomali kaldes Nærsynethed, Myopi; Øjet siges at være myopisk. For at Billeddannelsen i et myopisk Øje skal kunne foregaa paa Retina, maa Fjærnpunktet rykke ind paa endelig Afstand; ved stærk Myopi

kan Fjærnpunktsafstanden gaa ned til nogle faa Centimeter. Myopien korrigeres ved Hjælp af Spredelinser, der forøger de indfaldende Lysstraalers Divergens; anbringer man umiddelbart foran Øjet en Spredelinse, hvis Brændvidde er lig Øjets Fjærnpunktsafstand, vil parallele Straaler, der træffer denne, brydes paa en saadan Maade, at de paa Øjet vil virke, som om de kom fra Fjærnpunktet, og de vil altsaa kunne forenes paa Nethinden; Øjet vil være gjort emmetropisk (Fig. 16). Myopiens Grad angives i Dioptrier; Refraktionen $\div$ 2 betyder, at Øjet maa forsynes med en Spredelinse, hvis brydende Kraft er $= \div$ 2 Dioptrier, eller, hvad der er det samme, hvis Brændvidde er $\div$ 50 cm, for at kunne opfatte fjærne Genstande tydeligt.

Hvis omvendt Øjeaxen er kortere i Forhold til det brydende System end i det emmetropiske Øje, eller, hvad der er det samme, Øjets brydende Kraft er for svag i Forhold til dets Dimensioner, vil parallele Straaler, der falder ind i Øjet, brydes til et Punkt, der ligger bagved Nethinden, og et lysende Punkt vil ligesom i det myopiske Øje blive gengivet ved en Spredningskreds. Denne Refraktionsanomali kaldes Hypermetropi; Øjet er hypermetropisk. Hypermetropien korrigeres ved Hjælp af en Samlelinse, hvis brydende Kraft adderes til Øjets. Hvis en Lysstraale fra Retina, idet den forlader det hypermetropiske Øje, faar en Retning, som om den kom fra et Punkt, beliggende 25 cm bag Cornea, vil en Samlelinse med 25 cm's Brændvidde, anbragt foran Cornea, samle parallele Straaler til Retina (Fig. 17). Man har i et saadant Tilfælde en Hypermetropi paa 4 Dioptrier. Lette Tilfælde af Hypermetropi kan kompenseres ved Hjælp af Accomodationen.

Hvis en fjærn Genstand nærmer sig det normale Øje, vil Billedet altsaa ikke mere dannes paa Nethinden, men rykke længere bort; men selv om Objectet fra det uendelige Fjærne nærmer sig til nogle faa Meters Afstand, vil Forskydningen af Billedet være saa ringe, at man endnu ser Genstanden

ret tydeligt; rykker Genstanden endnu nærmere, vil Billedet blive uskarpt, idet der da ligesom i det hypermetropiske Øje dannes Spredningskredse i Stedet for Billedpunkter. Hvis man derfor uden optiske Hjælpemidler skal opnaa tydelig Billeddannelse af nære Objecter, maa Øjet være i Stand til at forøge sin brydende Kraft. Denne Betingelse er i Øjet opfyldt derved, at Linsens Form er foranderlig. Linsen bliver ved Nærsyn mere hvælvet, faar altsaa kortere Brændvidde og dermed større brydende Kraft (Fig. 18). Øjets Evne til at indstille sig for Nærsyn kalder man Accomodation. Linsens Formforandring under Accomodation kan iagttages direkte; man kan, naar man betragter Øjet fra Siden, se Pupillen skydes frem, idet forreste Linseflades Krumning forøges. Iagttager man de Spejlbilleder, som Cornea og de to Linseflader danner af en lille lysende Flade, vil man se, at disse Billeder under Accomodationen forandrer Størrelse og indbyrdes Stilling; man kan af disse Forskydninger beregne Linsens Formforandring. Accomodationens Mekanisme er følgende: Linsen er omgivet af en tynd gennemsigtig Membran, til hvilken der i Æquatorialegnen er fæstet talrige Traade, der udspringer fra Corpus ciliare, den forreste fortykkede Del af Øjets Tunica choroidea. I Corpus ciliare findes en Muskel, M. ciliaris, hvis Fibre har en ret kompliceret Anordning men i Hovedsagen forløber dels circulært, dels meridionalt. Naar M. ciliaris er i Hvile, er Linsens Suspensionsapparat strammet, og den eftergivelige Linsesubstans vil derved trykkes saaledes, at Linsens sagittale Diameter forkortes. Naar M. ciliaris kontraherer sig, slappes de Traade, hvori Linsen er ophængt, og denne vil da stræbe at antage Kugleform, dens Flader bliver altsaa mere hvælvede, navnligt den i Hvile stærkest fladtrykte Forflade.

Under Accomodationen forandres Øjets optiske Konstanter saaledes, at Straaler fra nære Punkter kan samles paa Retina. Hos unge Individer, hvis Accomodationsapparat virker kraftigt, kan der paa Retina dannes et skarpt Billede

af Punkter, der kun ligger ca. 12 cm foran Øjet. Det nærmeste Punkt, der ved fuldt anspændt Accomodation kan give skarp Billeddannelse paa Nethinden, kalder man Nærpunktet. Den optiske Værdi af den Linse, der meddeler Straaler fra Nærpunktet en Retning, som om de kom fra Fjærnpunktet, kalder man Accomodationsbredden. Er denne Linses Brændvidde A har man altsaa iflg. den almindelige Linseformel, idet F betegner Fjærnpunktet, N Nærpunktet: $\frac{1}{A} = \frac{1}{N} + \frac{1}{F}$, hvorefter man kan bestemme Accomodationsbredden for Øjne med forskellig Refraktion, naar man indsætter Værdierne for F og N med de rigtige Fortegn. For et emmetropisk Øje, hvis Fjærnpunktsafstand er ∞, og hvis Nærpunktsafstand er 12 cm, bliver Accomodationsbredden saaledes $\frac{1}{A} = \frac{1}{0{,}12}$ hvorfor $A = 8{,}3$ Dioptrier.

Accomodationsbredden aftager med Alderen, idet Linsen mister sin Evne til at forandre Form; Nærpunktet rykker altsaa bort fra Øjet. Denne Tilstand kaldes Langsynethed, Presbyopi. Langsynetheden viser sig som Regel ved 35—40 Aars Alderen og tiltager derefter sædvanligvis jævnt; den korrigeres ved Hjælp af en Samlelinse, der bryder Straaler fra et Punkt indenfor Nærpunktet saaledes, at deres Retning efter Brydningen bliver, som om de udgik fra dette.

I det foregaaende er omtalt en Række Brydningsfejl, der, selv om de ingenlunde er sjældne, dog maa regnes for patologiske Afvigelser. Ogsaa det normale Øje lider imidlertid, som optisk Instrument betragtet, af visse Mangler, som det er af Interesse at kende, skønt de under sædvanlige Forhold ikke virker forstyrrende paa Øjets Funktion.

En Del af det Lys, der rammer Cornea, vil gaa tabt ved Spejling fra de brydende Flader og altsaa ikke naa til Nethinden; et indfaldende Straalebundt vil paa denne Maade svækkes 2—3 % i Intensitet. Straaler, der reflekteres fra Linsen, kan atter ved Spejling fra Hornhindens Bagflade

kastes tilbage i Øjet og vil kunne danne Billeder paa Nethinden; dette »skadelige Lys« er imidlertid yderst svagt, og de Billeder, der dannes af dette, opfattes ikke. Fra den indvendige Flade af Bulbus reflekteres Lyset ikke, da det sortbrune Retinapigment absorberer alt det Lys, der passerer den nervøse Del af Retina. Øjet er altsaa bygget som et Camera obscura; kun hvor Pigmentet mangler, som hos Albinoer, kan Lys i større Mængder reflekteres fra Øjets Indre, og Pupillen vil da synes rød, ikke som under normale Forhold sort.

For at man skal kunne opnaa en skarp Billeddannelse paa Nethinden, maa det optiske System være centreret, de brydende Flader sfæriske; Medierne maa være homogene, og det indfaldende Lys maa have samme Bølgelængde.

Øjets Centrering er vel ikke nøjagtig, men de heraf opstaaede Fejl er dog uden Betydning; ligeledes kan man se bort fra de Buler og Uregelmæsigheder, som Hornhindens Forflade frembyder. I visse Tilfælde træffer man derimod en Brydningsfejl, der kan medføre betydelige Ulemper, en Fejl, der bestaar i, at Hornhindens Krumningsradier er forskellige i forskellige Planer; denne Brydningsfejl kaldes Astigmatisme. Naar Hornhindens stærkeste og svageste Brydning findes i to paa hinanden vinkelrette Meridianer, har man at gøre med regelmæsig Astigmatisme. Oftest er Horizontalmeridianen den svagest, Verticalmeridianen den stærkest brydende; i et saadant Tilfælde vil Straaler, der passerer Cornea, ikke samles til et Punkt, men til to Brændlinier, af hvilke den forreste er vandret, altsaa $\neq$ den svagest brydende Meridian, den bageste vertical, svarende til den stærkest brydende Meridian; imellem disse Brændlinier vil man faa elliptiske Spredningskredse. Astigmatismen kan korrigeres ved Hjælp af cylindrisk slebne Glas, der anbringes saaledes, at de forstærker Cornea, svarende til den svagest brydende Meridian.

Har det indfaldende Lys forskellig Bølgelængde, vil det

ikke kunne brydes til samme Punkt; det langbølgede Lys brydes svagest, det kortbølgede stærkest, følgelig vil det sidstnævntes Foreningspunkt ligge foran det førstnævntes. Denne Uregelmæsighed ved Brydningen, den polychromatiske Aberration, har dog under sædvanlige Forhold ingen praktisk Betydning; den lader sig imidlertid paavise ved Forsøg.

Gennemsigtigheden af Øjets Medier er ikke absolut; som ovenfor nævnt er saavel Cornea som Lens opbyggede af Celler, ligesom der ogsaa findes Celler i Corpus vitreum; disse vil dog ikke kaste Skygger paa Retina men kun bevirke, at Billedet taber lidt i Lysstyrke. Derimod er de foran Nethindens lysperciperende Lag beliggende Retinakar uigennemsigtige, og disse vil altsaa kaste Skygger paa Retina, som man ved passende Anordning af Belysningen kan gøre synlige. Naar man sædvanligt ikke ser disse Skygger, er Grunden dertil den, at man har vænnet sig til dem, som man har vænnet sig til »den blinde Plet« (se nedenfor).

Det var ved Beregningen af Brydningsformlerne en Forudsætning, at de indfaldende Straaler skulde træffe vinkelret paa den brydende Flade eller dog kun afvige meget lidt fra denne Indfaldsretning. Træffer parallele Straaler i større Udstrækning en sfærisk Flade, vil de yderste, Randstraalerne, kunne komme til at hælde ret betydeligt mod Fladens Normal, og de vil da ikke brydes til Brændpunktet men til et Punkt nærmere den brydende Flade. Denne sfæriske Aberration kender man fra alle optiske Instrumenter, saaledes f. Ex. fra Fotografiapparatet; naar man ved Brugen af dette ønsker at opnaa et skarpt Billede, udelukker man Randstraalerne ved Hjælp af en Blende. Ogsaa Øjet er forsynet med et Blendeapparat, nemlig Regnbuehinden, Iris. Denne er en plan circulær Membran, gennemboret i Midten af Pupillen; den er fæstet langs Sammenstødslinien mellem Cornea og Sclera, og dens Væv er en Fortsættelse af Choroidea. Iris bestaar af Bindevæv, indeholdende det Pigment, der giver Øjet Farve, og bagtil dækket af Nethindens Pig-

mentlag. Den indeholder desuden glat Muskulatur, ordnet til to Muskler, af hvilke den ene, Sfinkter pupillæ, har circulært forløbende, den anden, Dilatator pupillæ, radiært forløbende Fibre. Pupillens Bevægelser foregaar reflektorisk; den forsnævres ved stærkt Lys, udvides ved svagt Lys; den forsnævres desuden ved Konvergens af Øjeaxerne for Nærsyn. Pupillen vil altsaa forsnævres, naar et Øje, der har været længere Tid i Mørke, pludseligt udsættes for stærkt Lys, og Forsnævringen vil foregaa desto hurtigere, jo stærkere Lyset er, og jo pludseligere Overgangen sker; Pupilforsnævringen vil endvidere vise sig paa bægge Øjne, selv om kun det ene Øje er blevet udsat for Belysning. Efter at Øjet har vænnet sig til Lyset, vil Pupillen atter udvides, ligesom den naturligvis vil udvides, naar Øjet atter kommer i Mørke. Udvidningen foregaar betydeligt langsommere end Forsnævringen; den bliver først ved længere Tids Ophold i Mørke maximal. Pupilreflexerne udløses fra Retina og ledes ad afferente Baner i N. opticus. Pupillens Muskler har Tonus; de lader sig uafhængigt af hinanden paavirke af visse Giftstoffer.

Selv om de indfaldende Straaler ikke samles nøjagtigt til et Punkt, vil Objectet dog kunne opfattes med tilstrækkelig Skarphed, saalænge Spredningskredsene ikke overskrider en vis ringe Størrelse; heraf følger, at man samtidigt kan se Genstande tydeligt, der har forskellig Afstand fra Øjet; Billedet vil faa »Dybde«. Da Iris foruden at udelukke Randstraalerne tillige vil kunne formindske Spredningskredsene for de centrale Straaler, vil Pupilkontraktionen forøge Dybdevirkningen i Billedet; dette vil særligt vise sig ved Nærsyn, hvor Billeddybden er mindst, idet der netop under disse Forhold, som ovenfor nævnt, foregaar en reflektorisk Pupilkontraktion.

Øjeæblet, Bulbus oculi, er tilnærmelsesvis kugleformet; Diameteren er ca. 24 mm; Synsnerven, N. opticus, træder

ind lidt indenfor og nedenfor Øjets bageste Pol. Den Del af Bulbus oculi, der omgiver Glaslegemet, er bygget op af flere Membraner; yderst findes Senehinden, Sclera, der bestaar af fibrøst Væv, og hvortil de ydre Øjemuskler er fæstede, inden for denne træffer man Aarehinden, Choroidea, der bestaar af løsere Bindevæv, indeholdende Pigmentceller, og hvori Øjets ernærende Kar forgrener sig. Indenfor denne Membran findes atter det nervøse Lag, Retina eller Nethinden, paa hvis mod Corpus vitreum vendende Side Arteria og Vena centralis retinæ forgrener sig.

Det lader sig gøre at iagttage Øjets Baggrund direkte. Hvis man gennem Pupillen lader stærkt Lys falde paa Retina, vil en Del af dette reflekteres; og hvis Iagttageren anbringer sit Øje i de reflekterede Straalers Retning, vil han se den oplyste Øjegrund. Til dette Formaal anvendes Øjespejlet, Ophthalmoscopet, der bestaar i et Hulspejl, i hvis Centrum der findes en Aabning. Ved Hjælp af Fig. 19 vil man kunne følge Lysstraalernes Gang og se, hvorledes det bliver muligt for Iagttageren ved denne Anordning at opfange Straaler fra Øjet uden selv at komme i Vejen for det indfaldende Lys.

Set gennem Øjespejlet er Øjegrunden rød; paa denne Baggrund ser man de fine, lyst røde Arterier og de tykkere, mørkere Vener; følger man Karrene mod deres Udspring, da vil man træffe en rund hvidliggraa Plet, ret skarpt afgrændset ved en hvid Rand, Papilla optica, fra hvis Midte Karrene træder ind i Øjet. Papillen ser man, naar den undersøgte Person drejer sit Øje lidt indad; er Øjet rettet lige frem, vil man se den saakaldte gule Plet, Macula lutea, der dog i det levende Øje ikke i Farve adskiller sig fra Omgivelserne; paa dette Parti ses ingen Kar, idet alle de større Grene bøjer udenom. I Midten af den gule Plet findes en lille Fordybning, Fovea centralis, der er Stedet for det skarpeste Syn.

Nethinden indeholder det egentlige nervøse Modtager-

apparat; den viser under Mikroskopet en meget compliceret Bygning. Man sondrer histologisk mellem flere forskellige Lag, der dannes dels af de nervøse Elementer, dels af et ejendommeligt Støttevæv (Müller'ske Traade). Inderst mod Corpus vitreum træffer man et Nervelag, der bestaar af Synsnervens Traade, udenfor disse et Lag af store, multipolære Ganglieceller, hvorfra Opticustraadene har deres Udspring. Udenfor disse igen findes et Lag af bipolære Ganglieceller, hvis Endenet indad har Kontakt med de før nævnte store Gangliers Dentriter, og som udad er i Kontakt med det næste Lag, det egentlige, meget ejendommeligt formede Synsepithel. Dette bestaar af to Slags Celler. Den ene Slags, Stavcellerne, har Form som de bipolære Ganglier; de ender indad i en fin Traad, der har Forbindelse med disses ydre Forgreninger, udad gaar de ligeledes over i en fin Traad, men denne fortykkes atter og danner et særligt Organ, en Synsstav. Den anden Slags Celler er større; de ender centralt paa samme Maade som Stavcellerne men med en meget tykkere Stilk, perifert gaar det egentlige Cellelegeme næsten umiddelbart over i en saakaldet Synstap. Stave og Tappe bestaar af to Afsnit, et indre, der hos Stavene er langstrakt, lidet tykkere end og omtrent af Længde med det ydre, hos Tappene er kortere, meget tykkere og konisk af Form. Det ydre Afsnit er for Stavenes Vedkommende cylindrisk, hvad Tappene angaar tyndt og tilspidset, meget kortere end det indre. De ydre Afsnit er dobbeltbrydende og viser sig ved stærk Forstørrelse at bestaa af afvexlende lysere og mørkere Lag (Fig. 20).

Stave og Tappe er ulige fordelte paa forskellige Localiteter. I Fovea centralis findes udelukkende Tappe, i den nærmeste Zone deromkring optræder Stave i mindre Antal, længere ude i Periferien er Stavene derimod langt de talrigste. Man regner, at der i alt findes ca. 3 Millioner Tappe og mange Gange flere Stave. Disse Dannelser svarer ikke i Antal til Traadene i Synsnerven, der antages kun at inde-

holde ca. 1/3 Million Fibre. Stave saavel som Tappe mangler paa Papilla optica.

Udenfor Sanseepithelet findes et Lag af store hexagonale Celler, der strækker sig helt frem til Pupilranden; disse Celler indeholder et mørkt, brunligt Farvestof, det oftere omtalte Retinapigment, og sender stærkt pigmentholdige Udløbere ind mellem Tappe og Stave.

At Stav-Tappelaget er det egentlige lysperciperende Organ, fremgaar af forskellige Omstændigheder; saaledes er i Fovea centralis, der er Sædet for det skarpeste Syn, de indre Lag af Nethinden meget tynde, og der træffes ingen større Kar; endvidere ved man, at Papilla optica, hvor Tappe og Stave mangler, er uimodtagelig for Irritamenter. Papillen kaldes derfor »den blinde Plet«. Naar den ikke foraarsager noget Hul i Synsfeltet, er Grunden den, at man har vænnet sig til den og tildigter, hvad der mangler i Billedet. Man kan let overbevise sig om, at der virkeligt findes en blind Plet i Øjet, svarende til Papillens Beliggenhed. Hvis man lukker venstre Øje og med det højre fixerer det sorte Kors i Figur 21, vil man, naar Bogen holdes i passende Afstand (ca. 25 cm), ikke se den sorte Plet til højre i Figuren. — Man kan imidlertid ogsaa direkte vise, at Tappe og Stave er det egenlige nervøse Modtagerapparat. Ved en særlig Forsøgsanordning vil man kunne se Nethindekarrenes Skygger som mørke Linier i Synsfeltet, og ved Hjælp af disse Skyggers Forskydning har man kunnet beregne, hvor langt Karrene maa ligge foran det lysperciperende Lag; den fundne Afstand, 0,2—0,3 mm, svarer til Beliggenheden af Stav-Tappelaget.

Man kan paavise Forandringer i Nethinden ved Belysning. Der findes i det ydre Stavsegment et Stof, Synspurpur eller Rhodopsin; ved Belysning bleges dette, i Mørke gendannes det, og Regenerationen foregaar ved Hjælp af Pigmentcellerne. Disse sidste spiller ogsaa paa anden Maade en Rolle; ved Belysning vandrer Pigmentet indad og om-

hyller fuldstændig de indre Afsnit af Tappe og Stave, samtidigt forkortes Tappene stærkt; i Mørke trækker Pigmentet sig tilbage op imod Cellekærnerne, og Tappene strækker sig stærkt. Endelig kan nævnes, at der under Belysning optræder elektriske Strømme, Actionsstrømme, i Nethinden, og at dennes Reaction skifter fra alkalisk til sur.

Som allerede nævnt er det adæquate Irritament for Synsorganet Lysbølger med Bølgelængder fra ca. 800 til ca. 400 $\mu\mu$. Det af Irritamentet foraarsagede Sanseindtryk er kvalitativt forskelligt, eftersom man har at gøre med Lys af den ene eller den anden Bølgelængde eller med Blandingslys; Fornemmelsen er kvantitativt forskellig efter Lysets Intensitet, d. v. s. efter Svingningernes Amplitude, samt efter Irritamentets Varighed og den irriterede Flades Udstrækning. Hvad angaar de Synsindtryk, der opstaar ved Belysning af den centrale Del af Retina, vil man finde, at Lys med en Bølgelængde af

800—650 $\mu\mu$	giver	Fornemmelsen	rødt
640—590 »	—	—	orange
580—550 »	—	—	gult
530—490 »	—	—	grønt
480—460 »	—	—	blaat
450—440 »	—	—	indigoblaat
430—390 »	—	—	violet, medens det blandede Lys — — hvidt.

Lader man hvidt Lys, som f. Ex. Sollyset, falde gennem en snæver horizontal Spalte og derefter passere et Glasprisme, hvis ene Kant vender opad og er parallel med Spalten, vil man paa en Skærm bag Prismet se et farvet Baand af Spaltens Bredde, Solspektret, der ovenfra nedefter indeholder de ovenfor nævnte Farver i den anførte Orden, idet Lyset i Prismet brydes bort fra den brydende Kant og desto

stærkere, jo kortere Bølgelængden er. Disse Farver kaldes Spektralfarver.

Blander man to Spektralfarver, vil Resultatet blive forskelligt. Ved Blanding af rødt med blaat eller violet fremkaldes Farvefornemmelsen purpur, blandes derimod rødt med blaagrønt, faar man Synsfornemmelsen hvidt eller ved ringere Intensitet graat. Det har vist sig, at der til hver Art af langbølget Lys svarer en bestemt Art af kortbølget Lys saaledes, at de ved Blanding giver hvidt. To saadanne Farver kaldes Komplementfarver. Kun det i Midten liggende grønne Lys har ingen Komplementfarve i Spektret; men grønt giver blandet med purpur hvidt. Blandes to Spektralfarver, der ikke er Komplementfarver, vil Resultatet blive en mellemliggende Spektralfarve. Alle kendte Farvefornemmelser kan fremkaldes ved Blanding af rødt, grønt og violet i forskelligt Forhold; og man kan ikke, naar purpur undtages, ved nogen Farveblanding frembringe andre Farvefornemmelser end de fra Spektret kendte. — Sort er fysisk set Mangel paa Lys, fysiologisk set er sort derimod utvivlsomt en Farvekvalitet.

Det hér anførte gælder for et middelstærkt Irritament, der træffer en ikke alt for lille Del af Nethinden; er Lysets Intensitet meget ringe eller den belyste Flade meget lille, vil Farvefornemmelsen udeblive.

Lys, der appliceret paa den centrale Del af Retina giver Farvefornemmelse, vil, naar det træffer Nethindens Periferi, synes ufarvet; Nethindens perifere Dele er totalt farveblinde. Imellem Centrum og Periferien findes en Zone, hvor nogle men ikke alle Spektralfarver opfattes; røde og grønne Nuancer opfattes ikke. Man kalder denne defekt i Farveopfattelsen for Rødgrønblindhed. Defekten er i den nævnte Zone dog kun relativ, idet rødt og grønt vil kunne opfattes, naar Lyset har tilstrækkelig Intensitet, eller naar den belyste Flade gøres tilstrækkelig stor. Saavel den totale Farveblindhed som Rødgrønblindheden kan forekomme over hele

Nethinden som en medfødt Anomali. Den Rødgrønblinde vil se hele den langbølgede Del af Spektret gul, derefter følger en farveløs Stribe, svarende til Bølgelængder paa omtrent 490 $\mu\mu$, og endelig vil hele den kortbølgede Del af Spektret synes blaa.

De forskellige Spektralfarver ses ikke alle med samme Klarhed. For det lysadapterede Øje vil ved centralt Syn den klareste Del af Spektret ligge ved Bølgelængder paa 600—590 $\mu\mu$, er Øjet indstillet paa Mørke, vil derimod den klareste Del findes ved omtremt 540 $\mu\mu$. Af denne Omstændighed har man sluttet, at Synsmekanismen er forskellig, eftersom Øjet er indstillet paa Lys eller paa Mørke, og da Klarhedskurven for Mørkesyn falder sammen med Kurven for Synspurpurets Afblegning, da endvidere Synspurpur kun findes i Stavcellerne, har man antaget, at man i Mørke ser med Stavene, i Lys med Tappene. Med denne Opfattelse stemmer tillige den Iagttagelse, at den centrale Del af Nethinden ikke kan adapteres for Mørkesyn. Herpaa beror det, at et Legeme, der opvarmes til ca. 400°, bliver synligt med en ubestemt graalig Farvetone, naar Billedet dannes paa perifere Dele af Nethinden, hvorimod Billedet forsvinder, naar man fixerer Genstanden. Først ved Opvarmning til 5—600° (Rødglødhede) kan den iagttages ved centralt Syn. I samme Retning peger endvidere det anatomiske Faktum, at man hos Natdyr kun træffer Stave i Nethinden. Total Farveblindhed skulde efter dette bero paa en fuldstændig Mangel af Synstappe eller i alt Fald komplet Udfald af Tappefunktionen. Hér kan imidlertid de forskellige Farveteorier ikke behandles nærmere.

Irritamentets Virkning er som nævnt foruden af Bølgelængden afhængig af dets Intensitet, Varighed og Udstrækning paa Nethinden, desuden af dennes Følsomhed for Irritamentet.

Med Hensyn til Intensiteten følger Synssansen den We-

ber'ske Lov, dog kun indenfor visse Grændser; for meget stærke og meget svage Irritamenter gælder Loven ikke. — Et Lysindtryk opfattes ikke straks i sin fulde Styrke; der hengaar en maalelig Ting, før Maximum er naaet, hvorefter Lysfornemmelsen ved fortsat Belysning langsomt aftager. Naar Belysningen ophører, vil Billedet holde sig endnu en lille Tid, positivt Efterbillede. Nethinden trættes ved Belysning; hvis man i 5—15 Secunder fixerer et nogenlunde klart Object og derefter ser paa en ensfarvet Flade, vil man faa et Billede af Objectet, der er lyst, hvor dette var mørkt, og omvendt, negativt Efterbillede. Hvad den belyste Flades Størrelse angaar, da vil man som Regel finde, at den største af to ulige store Flader, belyste med samme Intensitet, vil synes klarest. Klarhedsfornemmelsen paavirkes ligeledes af Omgivelsernes Lysstyrke; anbringer man to ens Stykker graat Papir, det ene paa en sort, det andet paa en hvid Baggrund, vil det Stykke, der ses mod den mørke Baggrund, synes lysest, Simultankontrast. Ogsaa med Hensyn til Farveopfattelsen kender man Kontrastvirkninger. Hvis et ufarvet Object anbringes paa farvet Bund, eller omvendt et farvet Object paa ufarvet Bund, vil den ufarvede Del af Synsfeltet antage Komplementfarven til den farvede Del.

Øjets Følsomhed for Irritamentet kan ændres; det er dette der sker, naar Øjets tilpasses, adapteres, for Mørke eller Lys. Naar man efter at have opholdt sig i et lyst Værelse kommer ind i et mørkt, vil man i Begyndelsen intet kunne se, men derpaa vil Nethindens Følsomhed tiltage, i de første ca. 10 Minutter langsomt, derefter hurtigere, indtil man efter 40—50 Minutters Forløb naar et relativt Maximum; Nethindens Følsomhed kan da være indtil 8000 Gange saa stor som ved almindelig Belysning. Denne forøgede Følsomhed træffes navnlig i Nethindens perifere Dele, medens som allerede nævnt Forandringen i Centrum er yderst ringe. Hvis det mørkeadapterede Øje pludseligt udsættes for Lys,

vil man blive fuldstændig blændet, skønt Pupillen øjeblikkeligt kontraherer sig ad maximum; men Overgangen fra Mørke- til Lysadaption foregaar ret hurtigt.

Nethindens lysperciperende Lag danner altsaa et Mosaik, hvis enkelte Elementer er paavirkelige af Irritamentet og derved i Stand til at fremkalde et Synsindtryk; og dette Synsindtryk er stedbestemt. Synsfornemmelsen opstaar i en Hjærnecelle, men localiseres som allerede omtalt til Periferien. Synsindtrykkene localiseres altid til et Punkt udenfor Legemet, nærmere bestemt til et Punkt i Retningslinien fra det irriterede Nethindeelement. Den Nøjagtighed, hvormed man er i Stand til at localisere et Synsindtryk, kaldes Synsstyrken og maales ved den mindste Synsvinkel, under hvilken man formaar at skelne to Objectpunkter som forskelligt beliggende, idet man ved Synsvinkel forstaar Vinklen mellem de paagældende Objectpunkters Retningslinier. Dette er imidlertid ikke noget Maal for Skelneevnen i alle Tilfælde. Den Synsvinkel, under hvilken man erkender to Objecter som forskudte i Forhold til hinanden, er mindre end den, der behøves for at man skal kunne skelne to punktformige Objecter som adskilte. For at to Objectpunkter skal kunne erkendes som adskilte, maa det Lys, der udgaar fra hvert af dem, irritere et særligt Nethindeelement, og mellem disse maa findes mindst ét ubelyst eller dog svagere belyst Element. Afstanden mellem Billedpunkterne maa altsaa ved centralt Syn være mindst saa stor som Bredden af en Synstap. For at man skal kunne opfatte to Objecter som forskudte i Forhold til hinanden, behøver Afstanden mellem Billederne derimod kun at være omtrent halvt saa stor som Bredden af en Synstap. I Overensstemmelse med dette vil man for centralt Syn med lysadapteret Øje finde, at Synsvinklen mellem to Punkter, der netop kan erkendes som adskilte, er ca. 50″, hvilket svarer til en Afstand mellem Billederne paa omtrent 4 μ, medens man, naar Talen er om at

erkende en Forskydning, kan nøjes med en Synsvinkel paa 10", svarende til en Afstand mellem Billederne paa 0,8 μ. I Praxis bestemmer man Synsstyrken ved Hjælp af Snellen's Synstavle. Denne indeholder flere Rækker Bogstaver af forskellig Størrelse nummererede saaledes, at Numrene angiver den Afstand, i hvilken Bogstaverne ses under en Synsvinkel paa 5 Bueminutter. De enkelte Linier i Bogstaverne har en Bredde, der er $^1/_5$ af hele Bogstavets Bredde. Synsstyrken angives ved en Brøk, $V = \frac{d}{D}$, hvor Tælleren er den største Afstand, i hvilken man kan læse en Række Bogstaver, og Nævneren er Rækkens Nummer. Hvis Række Nr. 6 kan læses i 6 m Afstand, har man altsaa $V = \frac{6}{6}$, hvilket kaldes normal Synsstyrke; kan man i 6 m Afstand kun læse Række Nr. 18 er Synsstyrken $V = \frac{6}{18}$ o. s. v. De perifere Dele af Retina har i det lysadapterede Øje langt ringere Synsstyrke end Fovea centralis, hvorimod Synsstyrken er størst i Periferien i det mørkeadapterede Øje; den er dog hér, absolut taget betydeligt mindre end ved centralt Syn i Lys. Da den skarpeste Billeddannelse findes i Fovea, søger man altid at opfange Billedet af et Objectpunkt paa dette Sted; man »fixerer« Punktet. Retningslinien fra et fixeret Punkt kaldes Synslinien; denne falder ikke helt sammen med Øjets optiske Axe. Den plane Projection af samtlige Objectpunkter, som det hvilende Øje kan iagttage, kaldes Synsfeltet; man bestemmer dettes Udstrækning ved Hjælp af den Vinkel, som en Linie fra Synsfeltgrændsen gennem Knudepunktet danner med Synslinien. Synsfeltets Udstrækning er sædvanligt indad og opad 60°, nedad 70° og udad 100° (Fig. 22). Øjet opfatter imidlertid ikke de enkelte Punkter i Synsfeltet som projicerede paa et Plan men som beliggende paa en Kugleflade, der vender Concaviteten mod Øjet, idet Gen-

stande, der ses under samme Synsvinkel, opfattes som lige store (Fig. 23).

Man er i Stand til at opfatte Bevægelse af et Object i Synsfeltet, naar denne Bevægelse har en vis, ikke for stor og ikke for lille, Hastighed; Grændserne er for øvrigt ret vide; man regner med en Synsvinkelhastighed af 400°, resp. 1′ i Secundet. Bevægelsen opfattes ved, at forskellige Nethindeelementer irriteres i hurtig Rækkefølge; Bevægelsesforestillinger kan derfor fremkaldes, naar man hurtigt efter hinanden byder Øjet en Række Billeder af en Genstand, saaledes som denne vilde vise sig i de givne Øjeblikke, hvis den virkeligt bevægede sig; paa et saadant optisk Bedrag beror de »levende Billeder«. Øjet kan opfatte Størrelsesforskelle; saaledes kan to parallele Linier opfattes som ulige lange, naar deres Længder forholder sig som 100 : 101. Skelneevnen er dog ikke lige stor i alle Retninger eller i alle Egne af Synsfeltet, og man er i ret høj Grad udsat for optiske Bedrag.

Der har hidtil kun været Tale om det hvilende Øje; hvis Øjet bevæger sig, vil man være i Stand til at fixere et større Antal Objecter, at forøge Synsfeltet og at vedblive at fixere et Object, selv om Hovedet eller maaske hele Legemet forandrer Stilling. Øjet kan drejes om et Punkt, der meget nær ligger paa Synslinien omtrent i Øjets geometriske Midtpunkt. Naar Talen er om Øjets Bevægelser, gaar man ud fra den saakaldte Primærstilling, d: den Stilling, som Øjet indtager, naar Hovedet holdes oprejst med Ansigtet fremadrettet, Synslinien horizontal i Sagittalplanet. Udfra Primærstillingen bestemmes de afledede Stillinger ved, at man angiver, hvor stor en Drejning opad-nedad, resp. udad-indad, Hornhindens Toppunkt har maattet foretage, samt Hældningen af Hornhindens Meridianplan mod dettes oprindelige Stilling; man taler om en Hældning indad af dette Plan, naar det opad devierer til den nasale Side.

Øjet bevæges ved Hjælp af de ydre Øjenmuskler;

de 4 rette, Mm. recti, der nærmere betegnes superior, inferior, internus og externus, samt de to skraa, Mm. obliqui, nærmere superior og inferior. Med Hensyn til disse Musklers Udspring og Fæste henvises man til de anatomiske Lærebøger; hvad deres Virkning angaar, skal kun hér nævnes, at Mm. recti externus et internus drejer Øjet i Horizontalplanet i den Retning, som Musklens Navn angiver. Øjets Bevægelse opad foregaar ved et Samarbejde mellem M. rectus sup. og M. obliquus inf., Bevægelsen nedad ved Hjælp af M. rectus inf. og M. obliquus sup. Da Øjets Bevægelse i Orbita maa opfattes som Bevægelse i et Kugleled, er mekanisk set uendelig mange Stillinger mulige. I Virkeligheden er imidlertid disse Muligheders Antal betydeligt indskrænket, idet selve Bevægelsesmekanismen danner en Hindring for den frie Bevægelighed. Man formaar kun med et Øje at fixere Punkter, der ligger indenfor et Omraade af 45° indad-udad-nedad og 35° opad. Hermed er altsaa Bevægelsesmuligheden for Hornhindens Toppunkt angivet; men heller ikke Drejningen omkring Synslinien er ubegrændset. Til Fixation af et givet Punkt svarer en lovbunden Stilling af Øjet, saaledes bestemt, som om Øjets Drejning var foregaaet om en Axe vinkelret paa Primærstillingens og den omspurgte Stillings Synslinier (Listing's Lov). Hornhindens Verticalmeridian forbliver lodret i alle secundære Stillinger, Ab-Adduction, Hævning, Sænkning, den hælder derimod i alle tertiære Stillinger, d. v. s. saadanne, der fremkommer ved Kombination af de secundære. Indskrænkningen i Øjets Bevægelsesfrihed skyldes hovedsageligt den Omstændighed, at Øjenmusklerne ikke kan innerveres hver for sig, men dirigeres fra et Koordinationscentrum, og den Bevægelsernes Lovbundenhed, som heraf resulterer, gør det muligt ved Hjælp af Øjet at naa til en Orientering i Rummet. Hvis Øjet var i Stand til at bevæge sig frit om et Punkt i Synslinien, vilde man for Orienteringens Skyld have at tage Hensyn ikke alene til Synsliniens Retning men ogsaa til Meridian-

planets og Hovedets Stilling, hvorved den hele Mekanisme vilde blive meget stærkt compliceret.

Det unioculære Syn tjener altsaa til at skelne mellem Retninger i Rummet, til at opfatte Genstandes Udstrækning og Bevægelse samt til Orientering, derimod giver Synet med ét Øje kun ufuldstændige Oplysninger om Afstande og Dybdeforhold. Bekendte Objecters Afstande kan vel bedømmes med ét Øje, fordi Størrelsen er en Funktion af Afstanden, — ogsaa Fornemmelsen af Accomodationens Styrke kan i denne Henseende være vejledende — men den egentlige Afstandsbedømmelse foregaar dog ved Hjælp af det binoculære Syn.

Øjnenes Bevægelser er saaledes koordinerede, at det bliver muligt at fixere det samme Punkt samtidigt med bægge Øjne; et saaledes fixeret Punkt kaldes det binoculære Fixationspunkt; de to Synslinier maa altsaa bevæge sig i samme Plan. For fjærnere Objecter er Synslinierne meget nær parallele, for nærmere Objecter konvergerer de, og Konvergensen er som Regel symmetrisk. Ved Syn til Siden drejer man altsaa Hovedet. Det Omraade, indenfor hvilket man er i Stand til at fixere binoculært, er ret begrændset, ikke paa langt nær saa stort som det tilsvarende Omraade for det enkelte Øje, endog betydeligt mindre end det sammenfaldende Parti af de to Øjnes Felter. Øjnenes associerede Bevægelser skyldes en nøje Forbindelse mellem de paagældende motoriske Centre, og Koordinationsmekanismen synes at virke efter det Princip, at den for Orienteringen fordelagtigste binoculære Øjenstilling naaes med den mindst mulige Muskelanstrængelse. Det nervøse Apparat kan vilkaarligt sættes i Funktion, naar man ønsker at fixere et givet Object, det virker reflektorisk, naar stærkt lysende Objecter pludseligt dukker op i Synsfeltet, idet man uvilkaarligt retter Blikket mod Lyskilden eller, hvis Lyset er ubehagelig stærkt, vender Øjnene bort fra det; ligeledes ledsager reflektoriske Øjenbevægelser visse Bevægelser med Hovedet, og

disse Bevægelser følger, som overhovedet flere af de associerede Bevægelser, ikke den Listing'ske Lov; saaledes indtræder der ved Sidebøjning af Hovedet Rotation af Bulbi omkring Synslinierne. Saadanne Øjenbevægelser er ogsaa iagttagne hos Blindfødte, de skyldes Impulser, udløste fra Orienteringssansens perifere Organer. Konvergens for Nærsyn er associeret med Pupilkontraktion og Anspændelse af Accomodationen, men denne Forbindelse er dog ikke absolut.

Naar man med bægge Øjne fixerer et Object, vil de Billeder, der dannes paa de to Retinæ, i Bevidstheden opfattes som ét. Til ethvert Punkt i den ene Nethinde svarer et Punkt i den anden saaledes beskaffent, at en samtidig Irritation af de to Punkter for Bevidstheden falder sammen til ét Sanseindtryk. Saadanne Punkter kaldes korresponderende. Hvis man tænker sig de to Retinæ lagte saaledes over hinanden, at de to Foveæ og de to lodrette Meridianer falder sammen, da vil de korresponderende Punkter dække hinanden. Ikke korresponderende Punkter kaldes disparate.

Ved Binoculærsyn har man Muligheden givet for at kunne bedømme et Objectpunkts Afstand fra Øjet, da Punktets Plads vil være bestemt ved Skæring mellem de to Synslinier. Der synes imidlertid ikke i Bevidstheden at foregaa nogen stærkt kompliceret Proces; man opfatter Objectet som beliggende paa en Linie fra Næseroden til Synsliniernes Skæringspunkt eller, som Helmholtz har udtrykt det: som om det laa paa Retningslinien fra et Cyclopøje. Til hver to korresponderende Retningslinier svarer altsaa en Synsretningslinie saaledes, at ethvert Punkt, der ligger paa hine, synes at ligge paa denne. Forestillingen om Afstanden fremkommer ved Fornemmelsen af den Muskelkontraktion, som det koster at bringe Øjnene i den rette Stilling. Hvis et Objectpunkt afbildes paa disparate Nethindepunkter, vil det ses dobbelt. Bevidstheden opfatter dog kun bægge Billeder, hvis det paagældende Objebtpunkt er fixeret; som Regel opfattes kun ét

Billede, men Objectet synes da i en anden Afstand end Fixationspunktet, og denne Afstandsforskel gaar i forskellig Retning, eftersom Dobbeltbillederne er krydsede eller samsidige, idet man i første Tilfælde bedømmer Afstanden kortere, i sidste Tilfælde længere, end Afstanden til Fixationspunktet. Afstandslocalisationen beror altsaa dels paa Fornemmelsen af Konvergensgraden, dels spiller det sidst berørte Forhold en Rolle; naar nemlig bestemte Punkter af Objectet fixeres, vil andre ses dobbelt, og Dobbeltsynet udnyttes paa den ovenfor antydede Maade til Dybdelocalisationen; endelig beror den paa den Forskel i Udseende som fremkommer ved, at Objectet betragtes fra et forskelligt Sted med hvert Øje.

Fornemmelsen af Konvergensgraden er ret usikker, man kan selv indenfor den bedste Zone, Afstande paa $^1/_3$—2 m, jugere indtil 50% fejl, og paa større Afstande gaar det endnu daarligere, derimod kan man med nogenlunde Sikkerhed bedømme Afstandsforandringer. Langt sikrere er den Afstandsbedømmelse, der kommer i Stand ved Hjælp af den perspektiviske Inkongruens af Nethindebillederne; ogsaa denne Bedømmelse taber dog i Sikkerhed paa længere Afstande, hvor den perspektiviske Forskel er mindre. Paa denne sidstnævnte Ulempe kunde man raade Bod, hvis man kunde fjærne de to Øjne fra hinanden og saaledes forøge den perspektiviske Forskel paa Billederne; dette Princip er realiseret i Afstandsmaaleren, hvis Indretning ses af Fig. 24. Optager man fotografisk to Billeder af et Object, saaledes som dette ses med henholdsvis højre og venstre Øje, og anbringer man disse Billeder i samme Afstand fra de to Øjne, idet man sørger for, at hvert Øje kun ser ét Billede, og indretter sig saaledes, at Lys fra ensbetydende Punkter i de to Billeder brydes eller tilbagekastes som om det kom fra et fælles Punkt, da vil man faa et rumligt Indtryk af Billedet; dette Princip anvendes i Stereoscopet (se Fig. 25).

Er to Objecter meget forskelligt formede, vil Billederne

ikke kunne bringes til at falde sammen, men man vil se snart det ene, snart det andet, tydeligt. Hvis to ensdannede men forskelligt farvede Objecter betragtes hvert med sit Øje, vil de derimod kunne opfattes som ét, hvis Farve da vil være Blandingsfarven. Farvefornemmelsen er altsaa den samme, hvadenten to Farver blandes paa en Skærm eller først i Hjærnen.

II. De nervøse Centre.

Langt det overvejende Antal af de nervøse Centre er beliggende i Centralnervesystemet, d. v. s. i Hjærne og Rygmarv, dog findes ogsaa Nerveceller i Spinalganglierne og i det autonome Systems Ganglier. Spinalganglierne er de afferente Spinalnervers trofiske Centre, men udover dette vides meget lidt om deres centrale Funktioner. De sympathiske Ganglier er trofiske Centre for de fra disse udgaaende graa Nervetraade; de antages tillige at fungere som en Slags »Fordelere« af efferente Impulser, idet én og samme præganglionære Nervetraad med sit Endenet kan omspinde flere Ganglieceller. Med Hensyn til de forskellige Centres Beliggenhed indenfor Centralnervesystemet maa vi følge dettes anatomiske Inddeling.

Rygmarven

indeholder talrige Nervecentre. Rygmarvens graa Substans viser sig paa Tværsnit som en mere eller mindre tydeligt H-formet Figur, hvis forreste Partier indeholder talrige, meget store Ganglieceller. Hér findes de trofiske og moto-

riske Centre for Skeletmuskulaturen. Rygmarvscentrene er Reflexcentre for enkle og lidet sammensatte Reflexer; dog er der paa dette Punkt en ikke ringe Forskel mellem de forskellige Dyreordner, idet de lavere Hvirveldyrs Rygmarv er forholdsvis højere organiseret end Pattedyrenes. En Aal svømmer f. Ex. næsten ligegodt med og uden Hoved, og en Høne kan som bekendt i halshugget Tilstand baade løbe og flyve; saadanne komplicerede Bevægelser reguleres hos disse Dyr altsaa alene fra Rygmarven. For Pattedyrenes Vedkommende er Rygmarvscentrene mere underordnede, svarende til den stærkere Hjærneudvikling; et Pattedyr kan ikke uden Hoved bevæge sig fra Sted til Sted, men det kan — som allerede omtalt — foretage simple reflektoriske Muskelbevægelser. Flertallet af Cellerne i Rygmarvens graa Substans hører til intermediære Neuroner, der tjener til Komplettering af de talrige spinale Reflexbuer.

I Rygmarven findes endvidere Centrene for Svedsecretionen samt underordnede vasomotoriske Centre, desuden Centre for Tømningen af Rectum og Vesica samt for visse Genitalfunktioner.

Medulla spinalis gaar ved Foramen magnum uden skarp Grændse over i

Hjærnen,

naar man ved Hjærnen, Encephalon, forstaar den Del af Centralnervesystemet, der ligger i Kraniets Hulhed. Man har af udviklingshistoriske Grunde delt Hjærnen i talrige Afdelinger og Underafdelinger; det vil imidlertid for den følgende Fremstilling være nok at sondre mellem Hjærnestammen og Hemisfærehjærnen, idet vi da til Hjærnestammen regner: Medulla oblongata, Pons, Cerebellum, Midthjærnen, der atter hovedsagelig bestaar af Crura cerebri og Corpora quadrigemina, og Mellemhjærnen, hvis mest fremtrædende Del er Thalamus opticus, samt endelig Ganglierne i Corpus striatum,

der anatomisk set hører med til Hemisfærehjærnen, men som i funktionel Henseende, saa vidt man kender dem, bør regnes med til Stammen.

HJÆRNESTAMMEN.

Medulla oblongata, hvis nedre Grændse sættes ved Foramen magnum, naaer opad til Pons og til Striæ acusticæ i fjerde Hjærneventrikel; Medulla oblongata er en umiddelbar Fortsættelse af Medulla spinalis og de topografiske Forhold er i Hovedtræk de samme: De motoriske Centre ligger ventralt, de sensitive dorsalt. I denne Hjærnedel findes talrige Centre, af hvilke flere regulerer livsvigtige Funktioner. Fjærner man paa et Dyr Medulla oblongata, vil det dø, medens det derimod i alt Fald i nogen Tid vil kunne leve videre, hvis man gennemskærer Hjærnestammen ovenfor Medulla. I Medulla oblongata findes Centrene for de mest komplicerede Reflexer: Respirationscentret, Centret for Tungens og for Larynx' Bevægelser, for Tyggebevægelsen, for Synkebevægelsen og for Brækningsakten; endvidere Centrene for Fordøjelseskanalens og Karrenes Muskulatur, og for Fordøjelseskanalens Kirtler. Fra disse Centre udspringer de efferente Nerver til alle de nævnte Organer, og hertil indløber afferente Impulser fra de samme Organer. Vi træffer hér »Kærnerne« for 12', 11', 10', 9' og 8' Hjærnenerve samt Nuclei, der særlig er knyttede til Lillehjærnefunktionen saasom den Deiters'ske Kærne og den graa Substans i Oliva, og Endestationerne for de lange spinale afferente Baner i Nucleus gracilis & cuneatus.

I ***Pons varolii*** findes Kærner hørende til 7', 6' og 5' Hjærnenerve, desuden i Formatio reticularis graa Substans, der synes at danne Bindeled mellem de cortico-musculære Baner og Lillehjærnen.

Cerebellum, Lillehjærnen, er en forholdsvis selvstændig Del af Hjærnen, der ikke tjener som Gennemgangsled

for Ledningsbaner mellem andre Hjærnedele, men som dog ad talrige Veje er nøje forbunden med disse. Lillehjærnen, som vi kun træffer fuldt udviklet hos de højere Hvirveldyr, specielt hos Pattedyrene og hos disse igen navnlig hos Aberne og Mennesket, bestaar yderst af et Lag af graa Substans, Cortex cerebelli, der ligesom Storhjærnens Barklag, blot i endnu højere Grad end dette, er forøget i Areal paa Grund af Overfladens Foldning. I den centrale hvide Substans findes flere distincte graa »Kærner«, af hvilke den største, Nucleus dentatus, i Bygning minder om den ligeledes med Lillehjærnen forbundne Oliva. Den mikroskopiske Bygning af Cortex, der er paafaldende ens overalt, viser hen til en ensartet Funktion af hele Organet. Det mest karakteristiske Element i Lillehjærnebarken er de store, flaskeformede Purkinje'ske Celler; omkring disse eller i deres rige Fletværk af Dendriter ender de udefra kommende eller fra selve Cortex stammende afferente Baner. Axecylindrene fra Purkinje's Celler ender i de ovenfor nævnte subcorticale Kærner, der er Cerebellums egentlige efferente Centre. Lillehjærnens Bark kan betragtes som det fælles, store afferente Centrum for alle Impulser, der tjener til at opretholde Legemets Stilling og regulere dets Bevægelser; i Cortex Cerebelli ender afferente Baner saavel fra Hudens Receptorer som navnlig fra Proprioceptorer i Muskler og Led samt fra Vestibulærapparatet. Efter de nyeste Undersøgelser er hver enkelt Bevægelse repræsenteret i Lillehjærnens Cortex; der skal saaledes for Skulderleddets Vedkommende findes 4 Centre for Armens Bevægelse udad, indad, opad og nedad henholdsvis, og noget ganske tilsvarende antager man for alle andre Led. Disse Centre skal for Extremiteternes Vedkommende ligge i den samsidige Lillehjærnehemisfære, medens Centrene for Kroppens Bevægelser antages at have deres Sæde i Vermis. Fra disse Centre reguleres Legemets statiske Ligevægt, og herfra koordineres alle Bevægelser paa en saadan Maade, at Ligevægten bevares, idet de ved en

given Bevægelse virkende Muskelenheders og deres Antagonisters Tonus afstemmes mod hinanden paa den mest hensigtssvarende Maade. — Man har studeret Lillehjærnens Funktioner dels ad experimentel, dels ad klinisk Vej.

Ved Experimenter paa Dyr har man fundet, at Fjærnelse eller Destruktion af Cerebellum medfører en Række ejendommelige Symptomer fra Bevægelsesorganernes Side. Muskeltonus bliver nedsat eller forsvinder, og alle Bevægelser foregaar med formindsket Energi; der viser sig Forstyrrelser i Kroppens normale Holdning, idet Koordinationen af de sammensatte Muskelbevægelser svigter saavel med Hensyn til Omfang som ogsaa i Henseende til Tidsforholdet. Ensidig Fjærnelse af Cerebellum medfører ofte meget voldsomme Forstyrrelser i Dyrets Holdning; det indtager mærkelige Tvangsstillinger og udfører tvangsmæsige Bevægelser, Spiraldrejninger af Hoved og Hals, undertiden af hele Legemet, abnorme Øjenstillinger o. s. v. De sygelige Symptomer, der viser sig, naar Cerebellum fjærnes, kan efterhaanden svinde, idet Hjærnebarken overtager Lillehjærnens regulerende Funktioner; fjærnes ogsaa Cortex cerebri er Forstyrrelsen irreparabel.

Hos Mennesket har man i visse Sygdomstilfælde, hvor Lillehjærnen var stærkt beskadiget, truffet i Hovedsagen de samme Forstyrrelser af Koordination og Locomotion, ophævet Muskeltonus, Tremor af Muskulaturen, der forstærkes under vilkaarlige Bevægelser, og meget stærk Svimmelhed. De cerebellare Ligevægtforstyrrelser viser sig allerede i staaende Stilling men navnligt dog under Gangen, der bliver bredsporet, svinglende og ofte foregaar i Zig-Zag; Patienten bevæger sig tilsyneladende, som om han var stærkt beruset. (Denne Gangform maa naturligvis ikke forvexles med dén, der optræder under den tidligere omtalte spinale Ataxi, hvor Bevægelserne er sparkende og stolprende men foregaar med normal Kraft.) Funktionsforstyrrelsen kan blive saa stærk, at den Syge ikke en Gang, naar han støttes af andre, kan

bevæge sig oprejst. Naar Ligevægtsforstyrrelsen optræder i staaende Stilling, vil den, i Modsætning til hvad der finder Sted ved den spinale Ataxi, ikke forværres, naar Synssansen udelukkes, fordi Lidelsen i dette Tilfælde ikke er perifer men central. I liggende Stilling derimod kan Underextremiteterne bevæges frit og vilkaarligt, og Patienten er orienteret med Hensyn til sine Lemmers Stilling.

I ***Mesencephalon,*** Midthjærnen, træffer man dorsalt de graa Masser i Corpora quadrigemina, lateralt og umiddelbart bag Thalamus de to Corpora geniculata. De nedre Firhøje er muligvis sammen med C. geniculatum internum en Station paa Hørebanerne, medens de øvre Firhøje i Forbindelse med C. geniculatum externum indeholder en af de første Stationer paa Synsbanerne, idet der i disse Centre sluttes forskellige Reflexbuer for Impulser fra Øjet. De er derfor nøje forbundne med de under Aquæductus Sylvii beliggende Kærner for 4' og 3' Hjærnenerve, særlig med Oculomotoriuskærnen. Endnu mere ventralt (i Tegmentum) ligger et stort Ganglion, Nucleus ruber, der er en meget vigtig Krydsstation for flere til den motoriske Funktion knyttede accessoriske Baner.

Gennemskæring af Midthjærnen medfører som allerede omtalt en voldsom Forøgelse af Strækkemusklernes Tonus, idet de reflexhemmende Impulser fra Hemisfærehjærnen falder bort.

Ogsaa ***Thalamus opticus,*** der dannes af tætte Masser af graa Substans, er en saadan Krydsstation, idet den dels indeholder Centre knyttede til Synsbanerne, dels danner et Led i den afferente Forbindelse mellem Hjærnebarken og alle lavere liggende Afsnit af Centralnervesystemet, dels endelig har Forbindelse med Basalganglierne. Thalamus antages desuden at indeholde Centre for visse sammensatte Reflexbevægelser knyttede til det højere Nerveliv, saaledes det mimiske Udtryk for Latter og Graad.

Af fysiologiske Grunde medregner vi endnu til Hjærnestammen

Corpus striatum. Af de to store Gangliemasser, der tilsammen udgør denne Hjærnedel, er Nucleus caudatus næsten ganske ukendt i funktionel Henseende. Nucleus lentiformis antages efter nyere Undersøgelser at være Sæde for Varmeregulationscentret; den er desuden af største Vigtighed for de vilkaarlige Muskelbevægelser. Degeneration af Linsekærnen medfører Muskeltremor, der forstærkes ved vilkaarlige Bevægelser; Muskulaturen bliver stærkt hypertonisk, Bevægelserne langsomme og træge men til Gengæld vanskelige at standse igen. En Patient med Degeneration af Linsekærnen vil ligesom en Ataktiker pege forbi det Sted, hvor han skal sætte sin Finger; ikke fordi han som Ataktikeren er ude af Stand til at styre Bevægelsen i den rigtige Retning, men fordi Bevægelsen i nogle Led foregaar forholdsvis hurtigt i andre langsomt saaledes, at den samlede Bevægelse ikke bliver afstemt og standset i rette Øjeblik.

I det Hele og Store kan Hjærnestammens Centre dirigere alle Funktioner, der er nødvendige for Livets Opretholdelse. Hos de laveststaaende Hvirveldyr foregaar der ikke kendelige Forandringer, fordi man fjærner Storhjærnen; jo højere man kommer op i Rækken, desto stærkere mærkes de Forandringer, som Udfald af Storhjærnens Funktioner medfører. En Frø, der mangler Hemisfærehjærnen, kan leve i aarevis, og den opfører sig for en flygtig Betragtning ganske som en normal Frø; den indtager den sædvanlige siddende Stilling, hopper og svømmer paa sædvanlig Maade; vender man den om paa Ryggen, vil den strax vende sig igen. Den kan ved Hjælp af Synet undgaa Forhindringer. Den svømmende Frø vil kravle op, naar den naaer til Bredden, og sætte sig stille hen. Men ser man nærmere til, vil man dog opdage, at den hemisfæreløse Frø er defekt. Den reagerer prompte paa alle Reflexirritamenter, men den mangler Initi-

ativ; dens Opførsel kan forudsiges. Den kan ikke blive forskrækket, synes ikke at føle Sult, den snapper end ikke efter en Flue, som anbringes i dens umiddelbare Nærhed; men faar den Føde i Munden, da kan den synke og fordøje paa ganske normal Maade. Frøen mangler altsaa fuldstændig Intelligens, — for saa vidt som man kan bruge dette Ord i Forbindelse med en Frø. Det er lykkedes at holde endog et saa højt organiseret Dyr som en Hund i Live i omtrent $1^1/_2$ Aar, efter at man operativt havde fjærnet dens Storhjærne. Denne Hund var efter Operationen i Stand til at gaa og til at tygge og synke sin Føde; dens Fordøjelse foregik normalt; men den forstod ikke at opsøge Føde. Dens Hudsanser, Muskel- og Ligevægtssans fungerede nogenlunde normalt, derimod var de øvrige Sanser meget stærkt reducerede, af Lugtesansen var kun de gennem N. trigeminus ledede Impulser bevarede, Synssans fandtes kun for saa vidt, som Hunden altid veg til Side for et pludseligt Lysskær; endelig var ethvert Spor af Intelligens gaaet tabt, Dyret kendte ingen og forstod intet. — Ogsaa hos Aber har man forsøgt den operative Fjærnelse af Hjærnehemisfærerne, og Resultaterne er blevet ganske de tilsvarende.

Intelligensen er altsaa knyttet til Storhjærnen i egentlig Forstand, til

HEMISFÆREHJÆRNEN.

Allerede i Oldtiden ansaa man Storhjærnen for at være Intelligensens Sæde, og man har i Tidens Løb fremført mange og gode Grunde for denne Opfattelse; men det egentlige Bevis er først i den nyeste Tid blevet ført ved Hjælp af Experimenter som de ovenfor meddelte. Lige siden man blev klar over Hjærnens Betydning for Intelligensen, har man søgt at finde et Udtryk for denne ud fra Hjærnens forskellige Udvikling hos de forskellige Dyrearter og hos forskellige Individer. At Hjærnens absolute Størrelse ikke kunde

være afgørende i nogen af de nævnte Retninger, indsaa man snart; man fæstede da sin Opmærksomhed paa den relative Hjærnevægt, men heller ikke denne syntes at være afgørende; bortset fra, at et saa intelligent Dyr som Elefanten kom til at staa meget lavt i Rækken, stødte man an mod den ubehagelige Kendsgerning, at visse Aber med Hensyn til relativ Hjærnevægt viste sig at staa over Mennesket, hvilket naturligvis maatte kuldkaste Teorien. I Betragtning af, at det til syvende og sidst ikke er hele Hjærnen men Cortex cerebri, hvorpaa det kommer an, søgte man da i Hjærnevindingernes Udvikling den egentlige Maalestok for Artens intellektuelle Kapacitet; men ogsaa paa dette Punkt blev man skuffet, da det viste sig, at f. Ex. Delfiner og Hornkvæg, hvis Kløgt sædvanligt og vistnok med Rette vurderes temmelig lavt, i denne Henseende var langt forud for Homo sapiens. Forskellige andre Kriterier er blevet opstillede og atter forladte; man har ikke kunnet finde noget eneste Kendetegn, hentet fra Hjærnens Bygning, Form eller Størrelse, ved Hjælp af hvilket man har kunnet gennemføre en Klassification af Dyrearterne efter deres Intelligens.

Ikke desto mindre vil man utvivlsomt, naar alle de nævnte Forhold vurderes under ét, i store Træk være i Stand til at danne sig et Skøn over et Individs eller en Arts intellektuelle Udviklingstrin.

Det er imidlertid ikke hele Storhjærnen men kun dennes graa Substans, der indeholder de nervøse Centre; den hvide Substans dannes af Ledningsbaner.

Endvidere er Storhjærnens Funktioner ikke jævnt spredte over hele Hjærnebarken men hvert enkelt Parti af denne har sin særlige funktionelle Tilknytning til et motorisk Gebet, til et Sanseomraade etc., for saa vidt det ikke maa antages at staa i de psychiske Funktioners Tjeneste som de saakaldte Associationscentre. Dette har man vist ved Dyreforsøg og fundet bekræftet for Menneskets Vedkommende dels ved at iagttage Resultaterne af Operationer paa Hjærnen,

dels ved Iagttagelse af de Symptomer, der optræder ved Lidelser af Centralnervesystemet, sammenholdt med de respektive Obductionsfund. Efter Resultaterne af saadanne Undersøgelser har man kunnet inddele Hjærnebarken i en motorisk Sfære, en Synssfære osv.[1]); og man finder i Overensstemmelse hermed, at Cortex i forskellige Regioner har en meget forskellig Bygning.

Hér kan ikke gives nogen indgaaende Fremstilling af Læren om Hjærnelocalisationen, kun de bedst kendte Forhold skal omtales i store Træk (Sml. Fig. 26).

De corticale motoriske Centre eller, som de ogsaa benævnes, de psycho-motoriske Centre er beliggende i forreste Centralvinding og strækker sig herfra hen paa de bageste Dele af Frontalvindingerne, ligeledes strækker de sig noget ned paa Hemisfærens mediale Flade (Lobus paracentralis). Indenfor dette Omraade er Fordelingen atter følgende: Paa Medianfladen og paa den øverste Del af Gyrus centralis ligger Centrene for den modsatte Sides Underextremiteter, derefter følger Centrene for Kroppens Muskler, for Overextremiteten og endelig længst nede Hovedets og specielt Ansigtets motoriske Centre, der alle ligesom de førstnævnte svarer til den modsatte Legemshalvdels Muskulatur. Fortil og nedad findes Centrene for Læber og Tunge, og hér træffer man tillige det motoriske Talecentrum, det saakaldte Broca'ske Centrum, beliggende paa den nederste bageste Del af tredie Frontalvinding. Dette Centrum er i Modsætning til de øvrige motoriske Centre ensidigt; det findes normalt paa venstre Side, kun hos Kejthaandede paa højre.

---

[1]) Et Vildskud paa denne Gren af Videnskaben er den saakaldte Frenologi. Frenologerne antager ikke blot, at alle, ogsaa de rent psychiske, Evner kan localiseres nøjagtigt, og at de paagældende Hjærnedele voxer i Forhold til Evnernes Udvikling; men de paastaar tillige, at disse Forhold i Hjærnen vil afspejle sig paa Kraniets ydre Flade saaledes, at det ud fra en Undersøgelse af denne vil være berettiget at domme om det paagældende Individs Aandsevner.

Hvis de corticale motoriske Centre destrueres, er vilkaarlig Innervation af Skeletmuskulaturen udelukket. Selv Pattedyr vil dog under disse Forhold efterhaanden kunne genvinde Evnen til at foretage vilkaarlige Bevægelser, vil endog kunne lære nye; kun hos Mennesket er Skaden irreparabel.

De corticale motoriske Centre forholder sig til de vilkaarlige Bevægelser ligesom Centrene i Hjærnestammen eller i Medulla spinalis overfor Reflexbevægelser. De træder ikke i Virksomhed spontant men enten som Følge af udefra kommende Irritamenter (tillærte Reflexer) eller som Følge af Impulser fra Associationscentrene. De efferente Impulser fra den psycho-motoriske Sfære er af dobbelt Art, dels inciterende, dels hemmende, og der gælder for den corticale Innervation de samme Hovedregler som for den spinale: Med Incitation af én Muskelgruppe følger Hemning af den dermed antagonistiske. Selv ved samtidig Irritation af Centrene for to antagonistiske Grupper vil man ikke opnaa samtidig Kontraktion, men det ene Irritament vil vise sig dominerende og ganske udelukke Virkningen af det andet; og ligesom for Reflexirritamenternes Vedkommende vil Strychninforgiftning forvandle Hemningen til Excitation.

Som Regel er den corticale Innervation krydset — som ovenfor nævnt; — men der gives dog Undtagelser fra Reglen. Dels finder man ofte bilateral Innervation af de samme Muskler, dels innerveres Muskler paa bægge Sider fra det samme Centrum. At Forbindelsen mellem saadanne Muskler er perifer, fremgaar deraf, at Reaktionen ikke forandres ved Destruktion af det paagældende Corticalomraade paa modsat Side. Man kan saaledes fremkalde Bevægelse af bægge Øjne ved Irritation af én Hemisfære, og adskillige Bevægelser af Kroppen, der kan fremkaldes ved unilateral Irritation, foregaar ved Hjælp af Muskler fra bægge Legemshalvdele. Trods dét, at man ved punktuel Irritation af Hjærnebarken kan fremkalde Kontraktion af en enkelt Muskel, maa man dog iflg. det foregaaende antage, at den corticale Innervation

tager Sigte paa Bevægelsen, ikke paa Muskulaturen. »Hjærnen kender ikke Biceps og Triceps men kun Bøjning og Strækning«. Denne Opfattelse falder udmærket i Traad med den moderne Lære om Lillehjærnefunktionen. Paa den anden Side bestaar der utvivlsomt karakteristiske Forskelle mellem Storhjærnens og Lillehjærnens Virksomhed. Som allerede omtalt »toniserer« Lillehjærnen Skeletmusklerne, særlig den Del af Muskulaturen, der er virksom ved Bevarelsen af Legemsstillingerne, medens Storhjærnen overvejende er et reflexhemmende Organ. I store Træk kan man sige, at de vilkaarlige Bevægelser dirigeres fra Storhjærnen, de automatiske fra Lillehjærnen.

Den corticale Udbredning af Hudsansernes og Muskelsansens afferente Baner svarer i store Træk til det motoriske Omraade, dog er den sensitive Sfære større i Udstrækning i alle Retninger men gaar navnlig længere tilbage, idet den strækker sig over hele bageste Centralvinding.

Det corticale Synscentrum, Centret for Opfattelsen af Synsbilleder, indtager et større Parti saavel af den convexe som af den mediale Flade af Occipitallappen. Synscentret i snevrere Forstand menes dog kun at indtage et begrændset Parti paa den sidst nævnte Flade. Fjærnelse af bægge Occipitallapper medfører fuldstændig Blindhed, medens Fjærnelse af den ene foraarsager dobbeltsidig Hemianopsi.

For Høresansens Vedkommende ved man, at det egentlige Centrum for Lydbilleder ligger i øverste Temporalvinding langs den bageste Del af Fissura Sylvii.

De øverste Centre for Smags- og Lugtesansen er meget lidt kendte; man antager, at Lugtesansens corticale Omraade er meget spredt men navnlig er at finde i Gyrus hippocampi og den nederste Rand af Gyrus fornicatus. Et Smagscentrum kendes overhovedet ikke; men paa Grund af den nære Forbindelse mellem Smag og Lugt antager man, at det falder sammen med Lugtecentret.

Imellem de hér omtalte Regioner findes udbredte Partier

af Hjærnebarken, der ikke synes at have Forbindelse med noget enkelt Organ eller at være knyttede til nogen bestemt Funktion. Saadanne Omraader er den forreste og største Del af Frontallapperne, Insula Reilii og Partiet omfattende Parietalvindingerne, de to nedre Temporalvindinger og den forreste Del af Occipitalvindingerne. Centrene i disse Regioner, Associationscentrene, som altsaa findes indskudte mellem de specifike Sanse- og Bevægelsescentre, anser man, støttende sig paa forskellige Iagttagelser og Overvejelser, for de egentlige psychiske Virksomheders Sæde. Alle corticale Bevægelsesreaktioner, som ikke kommer ind under de medfødte Reflexers Omraade, maa sættes i Gang fra disse Centre, hvor Individets Erfaringsmateriale, der danner Grundlaget for Vurderingen af det foreliggende Tilfælde, maa tænkes samlet. Naar det samme Tilfælde hyppigt vender tilbage og genkendes bliver Vurderingen imidlertid efterhaanden overflødig, der dannes en Slags »Kortslutning« udenom Associationscentrene, og man har den tillærte Reflexbevægelse.

Det er dog ikke sandsynligt, at et fuldt færdigt, bevidst Sanseindtryk kan opstaa ved et enkelt Barkcentrums Virksomhed, saalidt som en Bevægelsesimpuls kan tænkes opstaaet i de motoriske Centre; man maa gaa ud fra, at der finder en nøje Vexelvirkning Sted mellem de forskellige corticale Regioner, et Gruppevis Samarbejde til Opnaaelsen af et givet Sanseindtryk eller en bestemt vilkaarlig Bevægelse.

Man vil kunne danne sig en Forestilling om dette Samarbejde ved at betragte en enkelt complicceret Hjærnevirksomhed som Talen lidt nærmere. Til den centrale Talemekanisme i videste Forstand hører: Opfattelsen af det talte (1' Temporalvinding) eller det skrevne Ord (Occipitallappen), Forstaaelsen af det hørte eller sete (Associationscentrene), den logiske Formulering af Svaret (Associationscentrene), Dannelsen af det motoriske Ordbillede (3' Frontalvinding) eller det motoriske Skriftbillede (1' Centralvinding). Hertil kommer da videre de intercentrale Ledningsbaner og, som

den hele Mekanismes perifere Afsnit, de perifere efferente Baner og det muskuløse Apparat. Idet vi forudsætter det sidste intakt, skal vi se, hvilke Former en Forstyrrelse i det centrale Apparat kan antage. Man sammenfatter i Nervepatologien de centrale Taleforstyrrelser under Navnet Afasi.

Den ovenfor skizzerede Mekanisme træder ikke altid i Virksomhed i fuld Udstrækning. Den simpleste Form for Tale, den, der bestaar i at eftersige bestemte, foretalte Ord, behøver kun en enkelt Reflexbue fra Hørecentret til det motoriske Talecentrum. I Fig. 27 er A den Del af Hørecentret, hvor de acustiske Ordbilleder dannes, T Centret for Bevægelsesforestillingerne, hvorfra de koordinerede motoriske Impulser udgaar. Skal Ordene forstaaes, maa der fra A være Forbindelse til et af de Centre eller det Centrum, hvor Begrebsdannelsen foregaar, B. Ved den spontane Tale er Vejen altsaa B-A-T. Hvis nu Ledningen mellem B og A afbrydes kan man ikke finde det til Begrebet svarende Ord, kan ikke »komme paa«, hvad en Genstand hedder (amnestisk Afasi), hvis omvendt Ledningen mellem A og B er afbrudt, kan man ikke vurdere det hørte Ord (Orddøvhed). Hvis Orddøvheden ikke er komplet, kan man paavise den ved at lade Patienten forsøge at udpege forelagte Genstande, idet man nævner disses Navne, han vil da i adskillige Tilfælde ikke være i Stand dertil, han vil kunne gentage Navnet men uden at vide, hvortil dette knytter sig. Er Centret T lidende, eller afbrydes Banen A-T, har vi den motoriske Afasi. En Patient med denne Lidelse vil forstaa alt, hvad der siges til ham, han vil vide, hvad enhver Genstand hedder, men han vil ikke kunne sige det. Han opfatter selv sine mislykkede Forsøg paa at danne Ordene og søger at rette sine Fejl, og han vil nikke bifaldende, naar det rette Ord nævnes for ham.

Udvider vi vor Betragtning til ogsaa at omfatte Sprogets skrevne Symboler, bliver Mekanismen mere kompliceret, som det fremgaar af Fig. 28. Hér betyder O Centret for Dan-

nelsen af de optiske Ordbilleder, S Centret for de motoriske Skriftbilleder, medens de øvrige Bogstaver har samme Betydning som i den foregaaende Figur.

Afbrydes Forbindelsen O-B, vil man kunne se det skrevne Ord men ikke forstaa det (Ordblindhed); en Defekt af denne Art, der omfatter ikke blot Skrifttegn men Synsbilleder overhovedet, kan ogsaa forekomme (Sjæleblindhed); man vil i første Tilfælde føle sig overfor Skrift som En, der aldrig har lært at læse (Alexi), derimod vil man kunne udtrykke sine Tanker skriftligt ad de farbare Baner B-A-O-S og skrive efter Diktat A-O-S, men man vil ikke kunne læse, hvad man selv har skrevet. Hvis Banen afbrydes ved S, kan man ikke skrive (Agrafi), man kan derimod læse højt O-A-T, og man kan sammensætte løse Bogstaver til Ord.

Vi har nu betragtet Forholdene i grove Træk; i Virkeligheden arbejder den neurologiske Diagnostik med langt flere Kombinationer som Fig. 29 viser. Den fuldkomne, bevidste Opfattelse af en Genstand i Centret I dannes ved Skæringen af Associationsbaner fra Centrene for Synsopfattelsen V, for Opfattelsen gennem Øret O og den sensitive Sfære T, hvilke Omraader altid er indbyrdes forbundne. Hos det udviklede Individ vil disse Sanseforestillinger imidlertid altid være nøje forbundne med Billederne af de sproglige Symboler for samme Genstand, d. v. s. med Centrene for Ordbilleder, A, for Bogstavbilleder, L, og for Bevægelsesforestillingerne for det talte, P, eller skrevne Ord, G, ofte tillige med Lugte- og Smagsforestillinger. Figuren er skematisk, men man kender ret nøje de paagældende corticale Felter, og man kender et betydeligt Antal af de mulige Kombinationer, der kan fremkomme ved Udfald af Centrenes Funktioner eller ved Afbrydelse af de intercentrale Baner, og man er i Stand til at illustrere de derved opstaaede Defekter ved Hjælp af Sygehistorier.

III. Ledningsbanerne.

Under Omtalen af Vexelvirkningen mellem Centrene er visse intercentrale Ledningsbaner, Associationsbanerne, flere Gange nævnte. Navnet Associationsbaner anvendes som Regel kun om saadanne Baner, som forbinder de corticale Centre indbyrdes; men foruden disse findes utallige andre intercentrale Ledningsbaner forløbende mellem Cortex og Hjærnestammens eller Rygmarvens Centre, og endelig finder vi Ledningsbaner, der forløber fra Centralorganerne til Periferien, de perifere Nerver. Grændsen mellem de to sidstnævnte Kategorier er dog ikke skarp, idet Nervetraade fra Spinalgangliernes Celler f. Ex. i lige Grad tilhører bægge.

Man har for at skaffe sig Oplysninger om Nervebanernes Udspring og Forløb fulgt forskellige Fremgangsmaader; dels har man hentet Erfaringer fra patologiske Tilfælde, hvor man har kunnet sammenholde den kliniske Iagttagelse med Sectionsfundet, dels har man søgt at forfølge Banerne direkte, idet man har anvendt kunstige Irritamenter og iagttaget Resultaterne; endelig har man, særligt for Rygmarvens Vedkommende, anvendt Gennemskæringer i forskellig Højde; man véd, at en Nervetraad, der skilles fra sin Ganglіecelle, vil degenerere, og man kan da ved at iagttage Degenerationsfænomenerne se, om de overskaarne Traade har deres Centre ovenfor eller nedenfor Rygmarvssnittet, og man kan eventuelt ved Seriesnit følge de degenererede Traades videre Forløb.

De intercentrale Baner.

Den uhyre Mængde af Nervebaner indenfor Hjærnen og Rygmarven er kun ufuldkomment kendte, og en Fremstilling af detaillerede Undersøgelser paa dette Omraade vilde falde langt udenfor denne Bogs Rammer. Det er for vort For-

maal tilstrækkeligt at give en almindelig Oversigt over de vigtigste Nervebaners Forløb indenfor Centralnervesystemet.

For Overskuelighedens Skyld vil det være hensigtsmæsigt at begynde med Forholdene i Medulla spinalis.

Rygmarvens Ledningsbaner danner 3 store »Strænge«: Forstrængene, der paa Tværsnit indtager Arealet mellem Fissura mediana anterior og Udtrædelsesstedet for de forreste Nerverødder, Sidestrængene mellem de forreste og bageste Nerverødder og Bagstrængene, der optager Pladsen mellem disse sidste og Fissura mediana posterior. En stor Del af Nervetraadene i disse Strænge er korte og tjener til Forbindelse mellem Rygmarvens enkelte Segmenter, medens andre, der forløber i vel afgrændsede Baner eller Bundter, opnaar en betydelig Længde, idet de danner Bindeled mellem Medulla spinalis og højereliggende Afsnit af Centralnervesystemet. Det er navnlig de sidstnævnte lange Baner, der interesserer os hér. Disse er dels afferente, opstigende, dels efferente eller nedstigende. Da Omfanget og Betydningen af de motoriske Centres Reaktioner beror paa Mangfoldigheden og Udstrækningen af de opstigende Reflexbuer, med hvilke de er forbundne, skal vi begynde med de afferente Baner.

Naar de bageste Nerverødder træder ind i Rygmarven, vil en Del Nervefibre ende omkring Celler i Baghornene, hvorfra nye Neuroner udgaar i forskellige Retninger, andre vil gaa til de motoriske Forhornsceller paa samme eller modsat Side og saaledes slutte forholdsvis simple spinale Reflexbuer; men Hovedmassen af Fibrene vil dreje ind i Bagstrængene, hvor de deler sig T-formet i en mindre nedstigende og en større opstigende Gren. Efterhaanden som nye Nerverødder træder ind, forskydes de tidligere indkomme mere og mere medialt saaledes, at man i den øvre Del af Rygmarven træffer de sacrale og lumbale Rodfibre i de Goll'ske Strænge, de thoracale og cervicale i de Burdach'ske. Under Forløbet i Rygmarven afgiver disse Nervefibre stadig

Kollateraler, som direkte eller indirekte slutter Reflexbuer til de spinale motoriske Centre. Følgen heraf er naturligvis dén, at Fibrene stadig formindskes i Tykkelse og at dette navnlig bliver fremtrædende i de mediale Strænge; heraf Navnet Funiculus gracilis for disse. Bagstrængsbanerne ender i Nucleus gracilis og Nucleus cuneatus, hvor et nyt Neuron tager sin Begyndelse; Traadene hørende til dette gaar dels gennem Corpus restiforme til Lillehjærnen, dels forløber de efter at have krydset Midtlinien i central Retning gennem Pons og Midthjærnen, stadig beliggende dorsalt for de motoriske Baner for at ende i de forreste Firhøje og navnligt i Thalamus, hvorfra et nyt Neuron tilvejebringer Forbindelse med Hjærnebarken. Af de særlige Sansenerver finder man i Bagstrængene Bevægelsessansens afferente Baner, der altsaa i Rygmarven forløber ukrydsede og for en Del gaar gennem Corpus restiforme til Cerebellum. Hudsansernes Baner, der ligeledes træder ind i Rygmarven med de bageste Spinalrødder, afbrydes i Baghornet, hvorpaa det nye Neuron strax eller dog meget snart krydser Midtlinien for derefter at stige op i den forreste Del af Sidestrængen (Smærte- og Temperatursansens Baner) eller i Forstrængen (Tryk- og Berøringssansen). I Hjærnestammen slutter de sig til de førnævnte afferente Baner for ligesom disse at ende i Thalamusregionen. Fra Thalamus udspringer et nyt Neuron, hvis Axecylindre gaar gennem Capsula interna, hvor de ligger i bageste Crus, dorsalt for Pyramidebanerne, og derefter gennem Corona radiata naaer til Hjærnebarkens sensitive Sfære. Fra Rygmarven fører endnu 2 Baner til Lillehjærnen. Den ene af disse begynder i en vel karakteriseret Cellegruppe i Baghornet (Clarke's Søjle), der har Forbindelse med de indtrædende Spinalrødder, og forløber ukrydset i Sidestrængene umiddelbart foran Bagrødderne og lateralt for Pyramidebanerne; denne Bane gaar direkte gennem Corpus restiforme til Cerebellum. Den anden udspringer ligeledes i Baghornet men krydser Midtlinien og forløber yderst i

Sidestrængen paa modsat Side foran denne Sides direkte Bane; den fortsætter op igennem Medulla oblongata, Pons og Midthjærnen for derefter gennem Crus cerebelli ad cerebrum at naa tilbage til Lillehjærnen. Disse Baner danner Reflexbuer for toniske og koordinatoriske Impulser, som tjener til Regulering af de spinale Reflexbevægelser.

Der findes altsaa ingen direkte afferent Forbindelse mellem Rygmarven og Hjærnebarken; en saadan træffer vi derimod, naar vi gaar over til at betragte de efferente Baner. De cortico-spinale Baner, Pyramidebanerne, begynder i de store Pyramideceller i den psycho-motoriske Region og forløber herfra gennem Corona radiata til Capsula interna, hvor de ligger tæt samlede i den forreste Del af det bageste Crus foran de sensitive Baner. En begrændset Læsion paa dette Sted vil derfor kunne medføre Lammelse af hele den modsatte Legemshalvdels Muskulatur; en saadan Afbrydelse af Ledningen kan ske ved Bristning af et Blodkar, idet det udtraadte Blod destruerer eller komprimerer Bundtet (Hjærneapoplexi). Fra Capsula interna træder Pyramidebanerne ind i Crura cerebri, hvor de forløber i Pes pedunculi, og gaar derfra gennem de dybe Lag af Pons, hvor de afgiver Kollateraler til Cellerne i Formatio reticularis, til Medulla oblongata, hvor Traadene til Ansigtet krydser over til de respective motoriske Kærner paa modsat Side, medens Hovedstammen fortsætter ned i Medulla spinalis. Langt den største Del af Traadene krydser over i Pyramiderne og forløber nu i den bageste centrale Del af Sidestrængen, Pyramidesidestrængsbanen, for efterhaanden at ende omkring de store motoriske Forhornsceller, men en mindre Del af Traadene fortsætter ned i samme Sides Forstrænge, hvor de er beliggende langs Fissura mediana, Pyramideforstrængsbanen. Disse Traade krydser efterhaanden gennem den forreste Kommisur for at ende i Forhornet paa modsat Side. Foruden Pyramidebanerne findes endnu et Par vigtige nedstigende Baner knyttede til de motoriske Funktioner. Den ene af disse

begynder i Corpus striatum og gaar til den røde Kærne i Midthjærnen, hvor et nyt Neuron begynder, hvis efferente Traade danner et distinct Bundt, Fasciculus rubro-spinalis, der gennem Pons og Medulla naaer ned i Rygmarven, hvor det forløber i Sidestrængene umiddelbart foran Pyramidebanerne, for efterhaanden at træde ind i Forhornene, hvor Traadene opløser sig i Endenet omkring de motoriske Celler. Den anden Nervebane udspringer fra den Deiters'ske Kærne, der har Forbindelse saavel med N. vestibularis som med Lillehjærnen; den forløber i Rygmarvens Forstrænge og dens Traade ender ligesom de førnævte med Endenet omkring Forhornscellerne.

En halvsidig Gennemskæring af Rygmarven maa altsaa medføre Paralyse af den paagældende Legemshalvdels Muskler nedenfor Overskæringsstedet med forstærkede Reflexfænomener og Udfald af Bevægelsessansen samt Anæstesi og Analgesi af de tilsvarende Regioner paa modsat Side.

Den regelmæsige Ordning af Nervebundterne, som vi træffer i Rygmarven, opløses tildels i Hjærnestammen, hvor Forholdene yderligere kompliceres af de indtrædende Hjærnenerver og cerebellare Baner. Blandt disse sidste skal endnu nævnes en afferent Bane fra den graa Substans i Pons, der som allerede nævt har Forbindelse med Pyramidebanen; denne forløber til Lillehjærnen gennem Brostilkene; samt en Forbindelsesbane med Storhjærnen, der fra Nucleus dentatus gaar over den røde Kærne og Thalamus til Cortex cerebri paa modsat Side.

Indenfor Storhjærnen træffer vi 3 store Grupper af Nervebaner. For det første de Baner, der fører til og fra lavere liggende Afsnit af Hjærnen; dels de udefra kommende, der alle som omtalt afbrydes i Thalamus opticus for fra dette store Centrum at straale ud i alle Retninger til Hjærnebarken, dels de efferente Baner, af hvilke de vigtigste ligeledes er omtalte. For det andet Associationsfibrene, der forbinder de forskellige Centre indenfor samme Hemisfære; disse er

dels korte U-formede Traade, der gaar fra Gyrus til Gyrus under de mellemliggende Sulci, dels længere Nervetraade, der forbinder de specielle Centre med Associationscentrene og alle disse indbyrdes; disse Fibre danner ofte distincte Bundter. For det tredie Kommisurfibre, der forbinder de to Hemisfærer, og blandt hvilke de vigtigste danner den store Fibermasse, der kaldes Corpus callosum.

Tilbage staar endnu blot at omtale de specielle Baner for Lugt, Hørelse og Syn. — Fila olfactoria ender i Bulbus olfactorius mellem Dendriterne af store ejendommelige Celler, de saakaldte Mitralceller, hvis Axecylindre danner Tractus olfactorius. Denne ender bagtil i to Crura, af hvilke det ene gaar til Gyrus fornicatus, det andet til Gyrus hippocampi; muligvis har Tractus olfactorius ogsaa Forbindelse med Thalamus opticus gennem Fornix.

Acusticustraadene fra Ganglion spirale ender i Kærner beliggende ventralt og lateralt for Corpus restiforme. De fra disse udspringende Nervetraade krydser Midtlinien og løber op gennem Hjærnestammen, idet de nærmest slutter sig til de afferente Baner fra Rygmarvens Bagstrænge, for at ende i de nedre Firhøje og navnlig i Corpus geniculatum internum, hvorfra et nyt Neuron forløber gennem den bageste Del af Capsula interna under Nucleus lentiformis til det corticale Hørecentrum i Temporallappen.

Da Retina udviklingshistorisk set udgør en Del af Hjærnen maa N. opticus i Virkeligheden betragtes som en intercentral Bane. Opticustraadene, der udspringer fra de store multipolære Ganglier i Nethinden, undergaar i Chiasma en delvis Krydsning saaledes, at hver Tractus opticus kommer til at indeholde Traadene fra de to samsidige Retinahalvdele samt Traade fra bægge Foveæ. Medens Overskæring af N. opticus medfører Blindhed paa det paagældende Øje, bliver altsaa Følgen af en Gennemskæring af Tractus opticus dobbeltsidig Hemianopsi men med bevaret centralt Syn paa bægge Øjne. Banerne i Tractus opticus ender dels i de

øvre Firhøje, hvorfra de har Forbindelse med Oculomotoriuskærnen, dels i Corpus geniculatum externum og dels i den bageste Del af Thalamus opticus; fra disse Centre udspringer et nyt Neuron, der radierer ud i Occipitallappen til det corticale Synscentrum.

De perifere Baner.

De perifere Ledningsbaner tilhører to forskellige Systemer: det cerebro-spinale og det autonome eller sympathiske System. Skillelinien mellem disse to Systemer maa drages saaledes, at man til det cerebro-spinale System regner afferente Baner fra alle Sanseorganer og efferente Baner til Skeletmuskulaturen, til det autonome System regner alle Nerver, der leder de af Bevidsthedslivet uafhængige saavel afferente som efferente Impulser til Indvoldsmuskler og Kirtler. Man har ogsaa udtrykt Forholdet saaledes, at det cerebro-spinale System regulerer de animalske Funktioner, hvorimod de vegetative Funktioner reguleres gennem de sympathiske Nerver. Imidlertid er Grændserne mellem de to Systemers Omraade ikke skarp, navnligt forløber meget ofte bægge Systemers Ledningsbaner i samme anatomisk definerede Nervestamme. Naar i det følgende Hjærnenervernes Funktioner omtales, da er saavel de cerebro-spinale som de autonome Baner medregnede.

De cerebro-spinale Baner. De kranielle cerebrospinale Nerver er 12 Par, udspringende fra Cerebrum og fra den intrakranielle Del af Medulla, de spinale er 31 Par, udspringende fra Medulla spinalis. Da Rygmarvsnervernes Udspring er ganske regelmæsigt, medens Typen paa forskellig Maade er forvisket for Hjærnenervernes Vedkommende, vil det være naturligst at begynde med de førstnævnte.

Spinalnerverne udspringer med to Rødder, en forreste og en bageste, fra to svage Furer paa Rygmarvens

Sidepartier. Den bageste Rod indeholder et Ganglion, Spinalgangliet; umiddelbart perifert for dette samles de to Rødder til en Spinalnerve, der atter strax efter deler sig i en større forreste og en mindre bageste Gren. De forreste Grene staar umiddelbart ved Delingsstedet i Forbindelse med det nærmeste Ganglion af den sympathiske Grændsestræng; de danner herefter som Regel Plexus, i hvilke Traadene fra de forskellige Nerverrødder blandes, og hvorfra de anatomisk navngivne Nervestammer udgaar. Axecylindrene i de forreste Spinalrødder har deres trofiske Centre i den graa Substans i Rygmarven, i Forhornene, de leder efferente Impulser til Skeletmuskulaturen. Inddelingen i Nerverødder svarer dog ikke til Innervationen af bestemte Muskler eller Muskelgrupper, fra én Nerverod kan der forløbe Nervetraade til flere Muskler, og en enkelt Muskel kan modtage Nervetraade fra flere Nerverødder. De trofiske Centre for Traadene i de bageste Nerverødder findes i Spinalganglierne; de bageste Nerverødder indeholdor afferente Baner fra Hudens Sanseorganer og fra Proprioceptorer i Muskler, Led osv. Angaaende Udbredningen af de enkelte Nervestammer henvises man til Anatomien, hér skal kun nævnes, at Udbredningen saavel paa Truncus som paa Extremiteterne er regelmæsig segmentær; tydeligst træder dette frem for Kroppens Vedkommende, men ogsaa hvad Extremiteterne angaar, lader Regelmæsigheden sig paavise. Der synes saaledes for Innervationen af Extremiteternes Hud at gælde den Lov, at, af to Hudpartier vil det, der ligger nærmest Extremitetens præaxiale Rand, være innerveret fra den højest udspringende Nerve, af to Hudpartier paa den præaxiale Flade innerveres det øverste fra den højest udspringende Nerve, medens af to Hudpartier paa den postaxiale Flade det øverste innerveres af den lavest udspringende Nerve (Se Fig. 33). Hvad den concrete Anvendelse af Loven angaar, maa man erindre, at: Overextremitetens præaxiale Rand strækker sig fra den udvendige Side af Skulderen til Tommelen, den

postaxiale fra Axillen til 5' Finger. Paa Underextremiteten gaar den præaxiale Rand med V. saphena langs M. sartorius, derpaa langs den indvendige Rand af Tibia og langs indre Fodrand, den postaxiale fra Coccyx langs nedre Rand af M. glutæus maximus, langs bageste-udvendige Side af Femur til Capitulum fibulæ og herfra til Malleolus externus og videre langs udvendige Fodrand.

Hjærnenervernes Udspring er principielt ikke forskelligt fra Spinalnervernes, men ligesom den segmentære Bygning af Hjærnen i det Hele taget er udvisket, saaledes er ogsaa det regelmæsige Nerveudspring tildels bortfaldet; Uregelmæsighederne viser sig navnlig derved, at de afferente og efferente Nerverødder som Regel ikke samles til blandede Stammer men vedbliver at forløbe adskilte. De rent motoriske Hjærnenerver 3', 4', 6', 7', 12' samt de motoriske Traade i de blandede svarer altsaa til de forreste Spinalrødder, medens de afferente Traade i de blandede Nerver svarer til de bageste Spinalrødder og ligesom disse har deres trofiske Centre beliggende i Ganglier udenfor Centralorganet. Saadannne blandede Nerver er 5' (G. Gasseri), hvis motoriske Portion dog er meget lille, samt Komplexet 9', 10', 11' Hjærnenerve (Gg. petrosum, jugulare & nodosum). En afvigende Anordning findes derimod for de afferente Baners Vedkommende, der fra Lugte-, Syns- og Høreorganet forløber henholdsvis i 1', 2' og 8' Hjærnenerve. De trofiske Centre for disse er som allerede omtalt beliggende henholdsvis i Lugteepithelet, i Retina og i Labyrinthens Ganglier.

Med Hensyn til de enkelte Hjærnenervers Funktioner skal bemærkes, at 3', 4' og 6' er Øjets Bevægenerver; de to sidstnævnte innerverer hver kun en enkelt Muskel, nemlig henholdsvis M. obliquus superior og M. rectus externus, medens N. oculomotorius innerverer de øvrige ydre Øjenmuskler samt M. levator palpebræ, M. sphincter pupillæ og M. ciliaris

(En Lammelse af denne Nerve vil altsaa foraarsage en meget betydelig Funktionsforstyrrelse: Ptosis af øvre Øjenlaag, Ubevægelighed af Bulbus oculi i udaddrejet Stilling, hvoraf resulterer divergent Skelen med krydsede Dobbeltbilleder, udvidet, reaktionsløs Pupil og Accomodationslammelse).

5' Nerve indeholder de afferente Baner fra Kraniets og Ansigtets Hud, efter en Linie fra Kraniets øverste Pol gennem Øret og langs Randen af Underkæben, desuden fra Mundens, incl. Tungens, og Næsens Slimhinder. Den fører Smagstraade til de to forreste Trediedele af Tungen, hvilke dog kommer til N. lingvalis fra 7' Nerve gennem Chorda tympani; den er endvidere ledende for visse Lugteirritamenter, secretorisk Nerve for Ansigtets Svedkirtler, for Taarekirtlen og for Kirtlerne i de nævnte Slimhinder; endelig fører den motoriske Traade til Tyggemusklerne og til flere Smaamuskler. Trigeminus er paa en Maade afferent Rod for alle de nævnte rent motoriske Hjærnenerver, og dens Portio major har en dertil svarende Udbredelse i Hjærnestammen. 7' Hjærnenerve, N. facialis, er motorisk Nerve for den mimiske Muskulatur, 8' N. acusticus, er Hørenerve (N. cochlearis) samt afferent Nerve for Statolithapparat og Buegange (N. vestibularis). Mellem 7' og 8' Nerve findes en lille Nerve, N. intermedius Wrisbergii, der forløber sammen med N. facialis gennem den Fallopiske Gang, hvor den passerer et lille Ganglion, G. geniculi, hvorefter dens Traade optages i Facialis; det er disse Traade, der atter forlader Facialis med Chorda tympani for gennem N. lingvalis at naa til Tungen.

9', 10' og 11' Nervepar, der i deres Udspring ikke er skarpt afgrændsede, danner tilsammen et Komplex, der fører saavel afferente som efferente Traade. N. glossopharyngeus indeholder dog kun faa efferente Baner, nemlig motoriske Traade til en enkelt Svælgmuskel og secretoriske Traade til Gl. parotis; desuden fører den Smagstraade til den bageste Trediedel af Tungen. Vagus og den nærmest hertil sig sluttende Del af N. accessorius fører efferente motoriske

Traade til Muskulaturen i den bløde Gane, Svælget og Larynx, endvidere motoriske Nerver til den glatte Muskulatur i Bronchierne, Oesophagus, Ventrikel og Tarm samt Hemningsnerver for Hjærtet; desuden fører den secretoriske Nerver til Ventrikelslimhinden og Pankreas. Vagus er tillige afferent Nerve for alle de nævnte Organer; gennem denne Nerve forløbe de opstigende Grene af talrige Reflexbuer. Den frie Del af Accessorius innerverer Mm. cucullaris et sterno-cleido-mastoideus.

12' Hjærnenerve, N. hypoglossus, er motorisk Nerve for Tungens Muskulatur.

De autonome Nervebaner. Det autonome System har efter de nyere Undersøgelser i Hovedtræk følgende Ordning: Fra cerebro-spinale Centre forløber marvholdige Nervetraade til sympathiske Ganglier, indenfor Kranienervernes Omraade til Gg. ciliare, sphenopalatinum, submaxillare, sublingvale og oticum, samt, gennem Vagus, abdominale Ganglier, for Spinalnervernes Vedkommende til Grændsestrængens Ganglier eller til fjærnere Ganglier som G. solare og Gg. mesenterica superior & inferior. I de sympathiske Ganglier opløser disse, præganglionære, Traade sig til Endenet omkring én eller flere Ganglieceller, hvorfra der udgaar marvløse Traade til perifere Organer; disse, postganglionære, Traade forløber enten i sympathiske eller cerebro-spinale Nerver. En Del sympathiske Nerver indeholder ogsaa afferente Traade, medens adskillige afferente Baner fra Organer, der innerveres fra det autonome System, forløber i cerebro-spinale Nerver. I det Hele taget er de afferente Baner fra sympathisk innerverede Organer forholdsvis faatallige.

Det autonome System falder i tre Afdelinger, nemlig det kranielle autonome System, det sympathiske System i snævrere Forstand svarende til Grændsestrængen, og endelig det sacrale autonome System.

Nervetraade hørende til den første Afdeling udspringer

fra Hjærnestammen og naaer Periferien gennem de ovenfor omtalte Hjærnenerver; de følgende udspringer fra Rygmarven og gaar gennem de hvide Rami communicantes til Grændsestrængen; derfra gaar nogle tilbage til Spinalnerverne gennem de graa Rami communicantes, andre forløber videre i de sympathiske Nerver; den tredie Gruppe, endelig, udspringer fra Sacralmarven, gaar til Plexus hypogastricus og derfra til Bækkenorganerne.

De tre Afdelinger har forskelligt Udbredningsomraade, idet Nerver fra den anden Afdeling fordeles til alle Organer ogsaa til saadanne, som innerveres fra de to andre, mere locale, Afdelinger. Mange Organer faar altsaa dobbelt Innervation fra det autonome System; hvor dette er Tilfældet, bestaar der en ejendommelig Antagonisme mellem Grændsestrængens Nerver paa den ene Side og de autonome Baner i Hjærnenerverne og Bækkennerverne paa den anden. Hvis et saaledes dobbeltinnerveret Organ modtager accelererende Impulser fra Grændsestrængen, da vil det modtage Hemningsimpulser fra det andet autonome Omraade; Hjærtet f. Ex. modtager Hemningsimpulser fra det kranielle autonome System gennem N. vagus, medens det modtager accelererende Impulser gennem Nn. cardiaci fra Halssympathicus. Naar fysiologisk antagonistiske Organer innerveres fra to Systemer, vil der altid sammen med Incitation af det ene Organ følge Hemning af det andet.

De autonome Nerver forløber som Regel sammen med Arterierne til de Organer, hvortil de er bestemte; de danner oftest Plexus omkring Karrene og følger kun sjældnere distincte Baner som de cerebro-spinale. Som saadanne vel karakteriserede autonome eller sympathiske Nerver kan dog nævnes de overfor omtalte accelererende Nerver til Cor samt Nn. Splanchnici, der udgaar fra den thoracale Grændsestræng og ender i Plexus coeliacus, hvorfra andre, postganglionære, Traade udbredes til Bugviscera. Splanchnicus er Legemets

vigtigste vasomotoriske Nerve; Overskæring af bægge Splanchnici vil, særlig hos Dyr med en lang Tarmkanal, fremkalde et betydeligt universelt Blodtryksfald. Man har brugt det Udtryk, at Forsøgsdyret ved Splanchnicusgennemskæring kan forbløde sig i sine egne Kar.


w Krakowie

TAVLE I.

Fig. 1. Skema af en Celle. I Midten ses Kærnen med Nucleolus og Kærnenet. I Cytoplasma ses Spongioplasmaets Netværk og desuden et dobbelt Centrosoma (a), Plastider (b), Vacuoler (c) og Granula (d).

Fig. 2. Stadier i den mitotiske Kærnedeling. a Hvilende Cellekærne med et dobbelt Centrosoma. b Chromatinsubstansen ordner sig til en lang Traad; Centrosomerne skilles og udvikler Poltraade. c Chromosomerne dannes. d Moderstjærnestadium. e Chromosomerne er spaltede paa langs og bevæger sig hen imod Cellens Poler. f Døttrestjærnestadium. g og h De nydannede Kærner vender tilbage til Hvilestadiet; i h er Centrosomet atter dobbelt.

Fig. 3. Oogenese. Kimcellen (a) danner ved en Række Delinger Oogonier (b), hvis sidste Generation udvikler sig til Oocyter (c). d secundær Oocyt, e Retningslegemer, f Ægcelle.

Fig. 4. Skema af en Kirtel. a secernerende Epithel, b Basalmembran, c Lymferum, d Blodkapillær, e Udførselsgang.

Fig. 6c. Skematisk Forløb af en Axonreflex. m Muskel, s Sanseorgan (Se Texten S. 72—73).

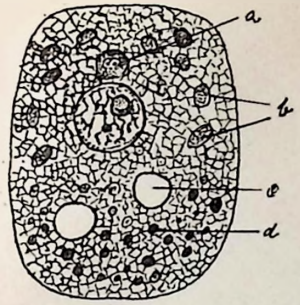


Fig. 1

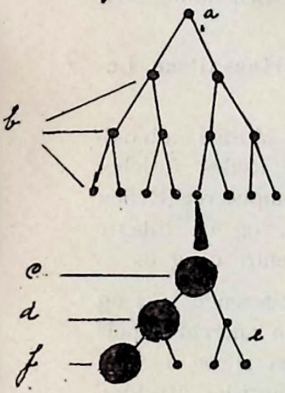
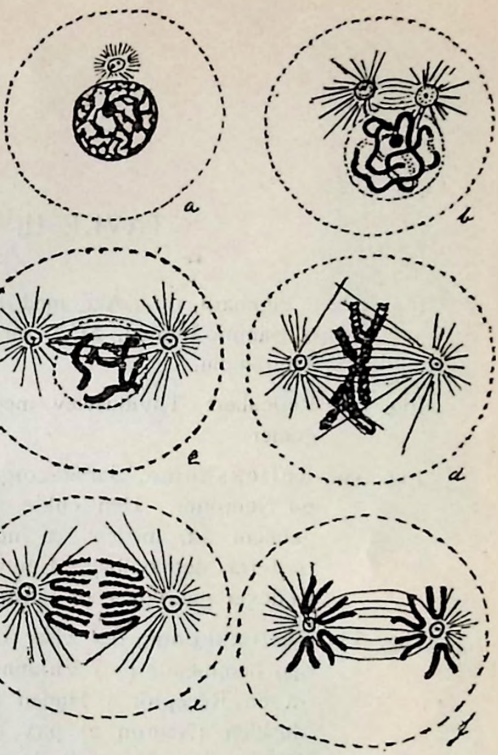


Fig. 3



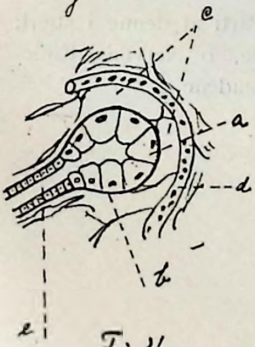


Fig. 4

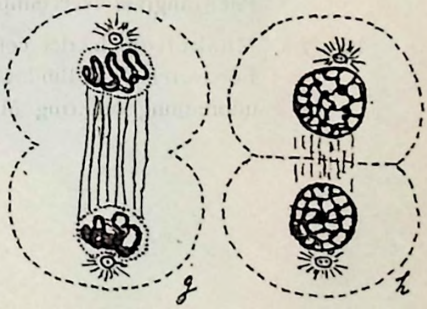


Fig. 2

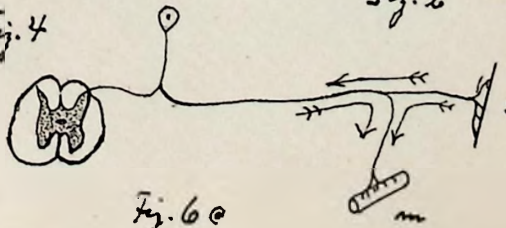


Fig. 6

TAVLE II.

Fig. 5 a. Pigebarn, $15^1/_4$ Aar, med infantilt Myxoedem. b. Samme Individ, $21^1/_2$ Aar, efter Behandling med Thyreoidin.

Fig. 5 c. Reticulært Thymusvæv med to Hassal'ske Legemer.

Fig. 6 a. Reflexskema. S Sanseorgan, M Muskel. a-b-c-d-e-f Neuroner. Den enkle spinale Reflex forløber gennem a-f, medens en mere kompliceret Reflex passerer det bulbære Centrum e, og de tillærte Reflexer gaar over de corticale Centre c og d.

Fig. 6 b. Reflexskema, der viser den inciterende (+) og den hemmende (—) Virkning af en afferent Impuls fra en Receptor i Huden (Neuron 1) og i selve Musklen (Neuron 2) paa antagonistiske Muskler. Pilen angiver Nerveimpulsernes Retning.

Fig. 7 a. Muskelten. b. det centrale Parti af denne i stærk Forstørrelse. a Bindevævskede. b Nervens Endeudbredning omkring Muskeltraadene.

rakuois

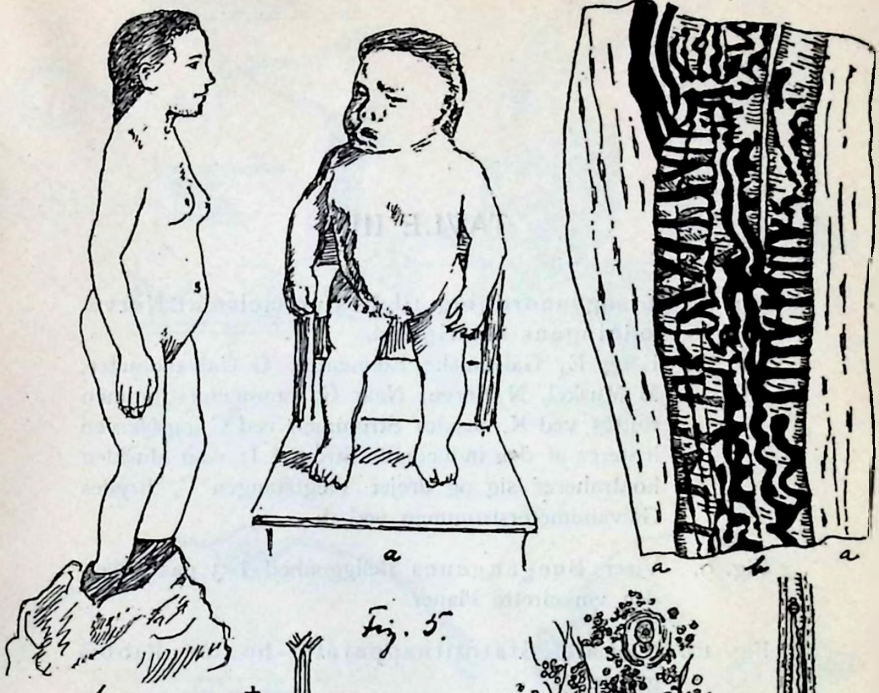


Fig. 5.

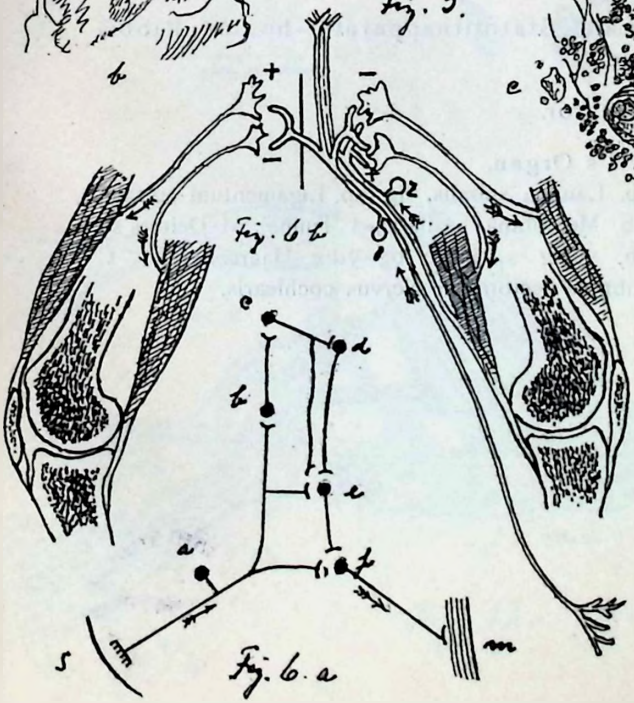


Fig. 6 b

Fig. 6. a



Fig. 7



TAVLE III.

Fig. 8. Forsøgsanordning til Bestemmelse af Nerveledningens Hastighed.
E og E_1 Galvaniske Elementer, G Galvanometer, M Muskel, N Nerve. Naar Galvanometerstrømmen sluttes ved K, brydes Strømmen ved C og Nerven irriteres af den inducerede Strøm i I; naar Musklen kontraherer sig og drejer Vægtstangen V, brydes Galvanometerstrømmen ved d.

Fig. 9. Viser Buegangenes Beliggenhed i 3 paa hinanden vinkelrette Planer.

Fig. 10. Skema af Statolithapparatet hos en Ribbegople.

Fig. 11. Resonator.

Fig. 12. Corti's Organ.
I. sp. Lamina spiralis, lig. sp. Ligamentum spirale, m. b. Membrana basilaris, t Tunnel, d Deiters'sk Celle, s og s_1 indre og ydre Haarcelle, m. t. Membrana tectoria, n Nervus cochlearis.

Krakowie

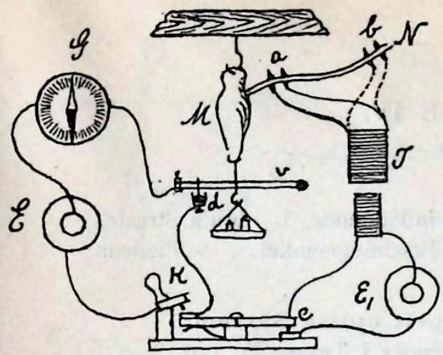


Fig. 8.

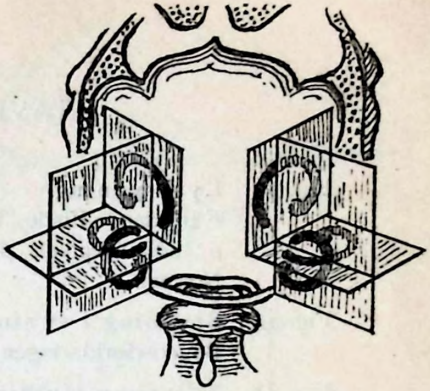


Fig. 9.



Fig. 10.

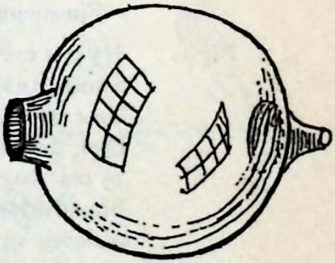


Fig. 11.

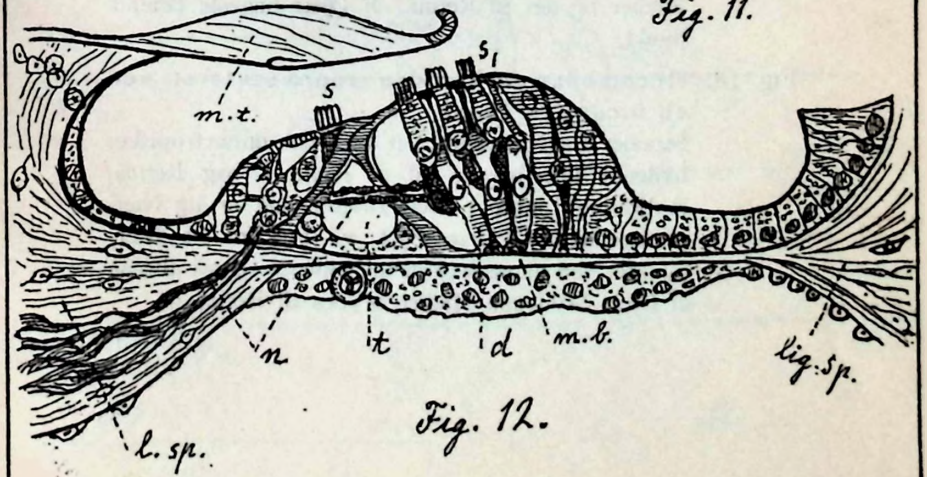


Fig. 12.

TAVLE IV.

Fig. 13. Lysbrydning.
F brydende Flade, L indfaldende, L_1 brudt Straale, α Indfaldsvinkel, β Brydningsvinkel, - - - Fladens Normal.

Fig. 14. Brydning i et simpelt optisk System.
Bogstavforklaringen findes i Texten S. 110.

Fig. 15. Billedkonstruktion.
Bogstavforklaringen findes i Texten S. 111.

Fig. 16. Myopi korrigeret ved Hjælp af en Spredelinse, hvis Brændvidde er lig Øjets Fjærnpunktafstand.
r Fjærnpunktet, F Øjets bageste Brændpunkt.

Fig. 17. Hypermetropi korrigeret ved Hjælp af en Samlelinse.
Naar en Lysstraale fra Retina, idet den forlader Øjet, har Retning, som om den kom fra et Punkt 25 cm. bag Cornea, vil en Samlelinse med 25 cm. Brændvidde anbragt foran Corna bryde Straalen saaledes, at den bliver $\neq$ den optiske Axe. Følgelig vil $\neq$ Straaler. der passerer Linsen og Øjets brydende Medier brydes til Retina. F Øjets bageste Brændpunkt.

Fig. 18. Accomodationsbredden repræsenteret ved en biconvex Linse.
Straaler fra Nærpunktet p vil i det emmetropiske, hvilende Øje brydes til et Punkt P bag Retina. Anbringes Linsen l, hvis Brændvidde er lig Nærpunktafstanden, foran Øjet, vil Straaler fra Nærpunktet ved at passere denne blive $\neq$ og vil altsaaa af Øjets brydende Medier brydes til Retina.



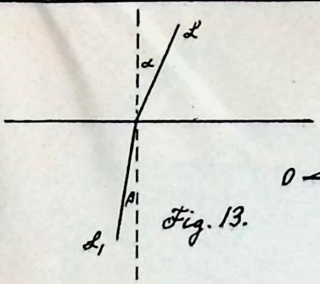


Fig. 13.

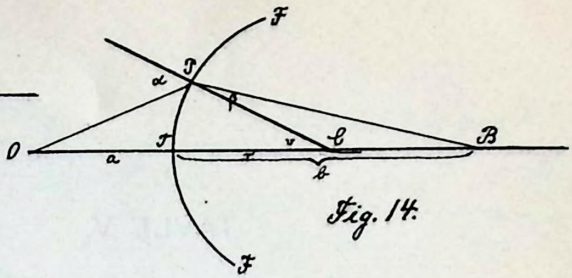


Fig. 14.

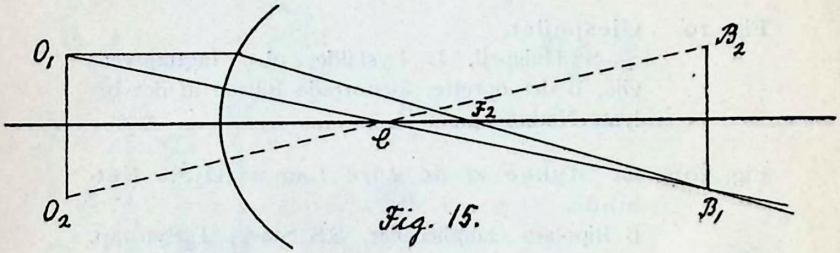


Fig. 15.

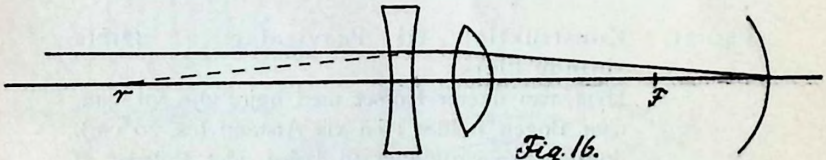


Fig. 16.

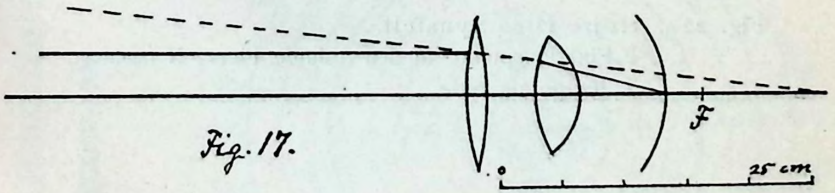


Fig. 17.

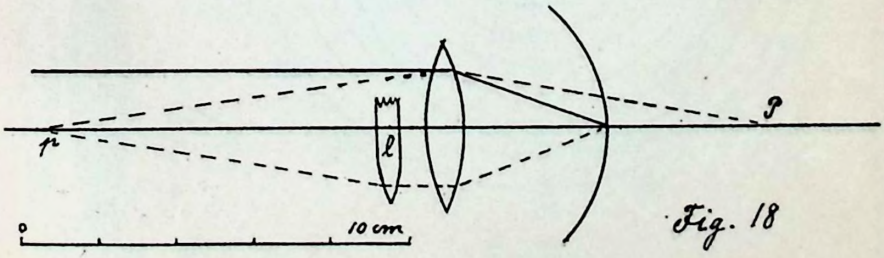


Fig. 18

TAVLE V.

Fig. 19. Øjespejlet.
S—S Hulspejl, L Lyskilde, obs. Iagttagerens Øje, B det oprette, forstørrede Billede af det belyste Nethindeparti O.

Fig. 20a. Et Stykke af de ydre Lag af Øjets Nethinde.
B Bipolare Ganglieceller, S S Stave, T Synstap.

Fig. 20b. Synsstav og Synstap.

Fig. 21. Konstruktion til Paavisning af Øjets »blinde Plet«.
Hvis man fixerer Korset med højre Øje, vil man, naar Bogen holdes i en vis Afstand (ca. 20 cm), ikke se den sorte Plet til højre, idet Billedet af denne dannes paa Papillen.

Fig. 22a. Højre Øjes Synsfelt.
F Fixationspunkt, M den »blinde Plet«, N nasale, T temporale Side.



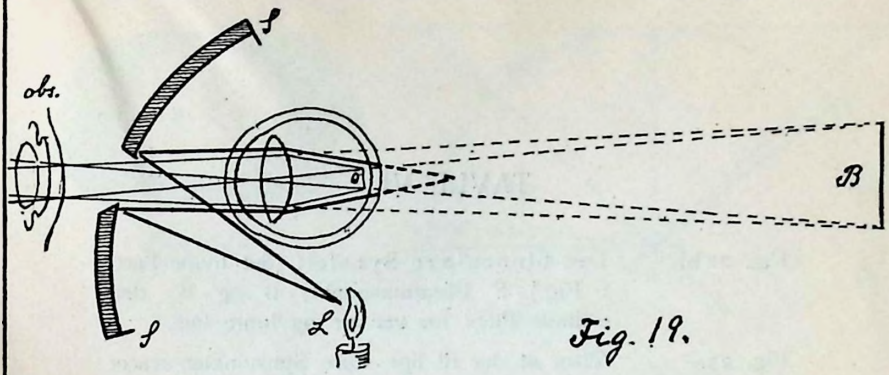


Fig. 19.

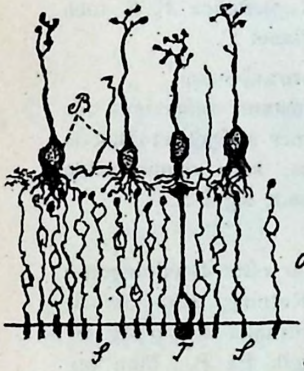


Fig. 20.

Fig. 21.



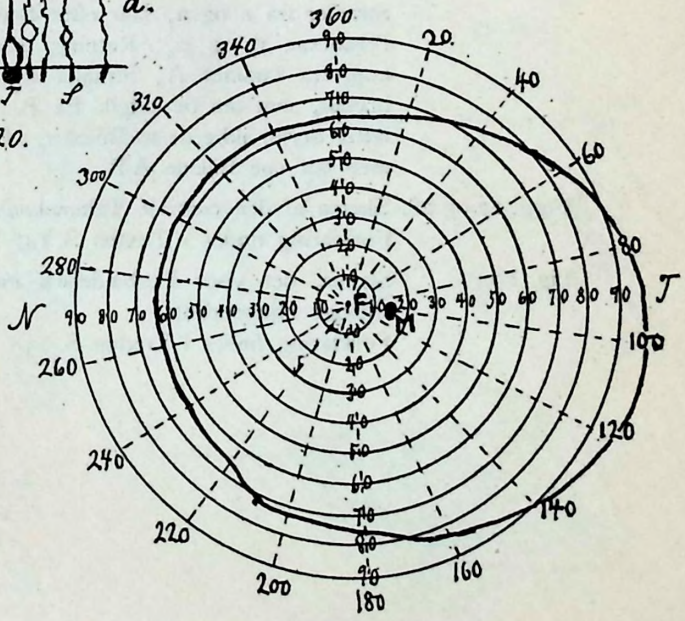


Fig 22a

TAVLE VI.

Fig. 22 b. Det binoculære Synsfelt (det hvide Parti i Fig.) F Fixationspunkt, B og B_1 den »blinde Plet« for venstre og højre Øje.

Fig. 23. Viser at der til lige store Synsvinkler svarer lige store Buer paa Kuglefladen K K men ulige store Stykker i Planet P.

Fig. 24. Principet i Afstandsmaaleren.
Lys fra en fjærn Genstand reflecteres fra Spejlene S S_1 og danner i Øjet et Billede af Genstanden saaledes, som denne vilde vise sig, hvis Øjet befandt sig i S.

Fig. 25. Stereoskop.
Straaler fra a og a_1 faar efter Brydningen i Prismerne p og p_1, Retning, som om de kom fra Punktet A; Straaler fra b og b_1 brydes, som om de udgik fra B. Man opfatter derfor ikke de to Billeder, a b og a_1 b_1, men det ene Billede A B.

Figg. 27 og 28. Skema af den centrale Talemekanisme.
Forklaring findes i Texten S. 147—48.

Pig. 29. Skema, der viser Forbindelsen mellem forskellige Hjærnecentre.
Forklaring findes i Texten S. 148.

w Krakowie

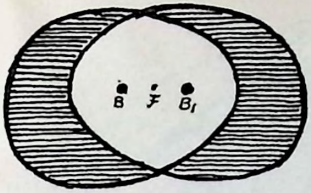


Fig. 22 b.

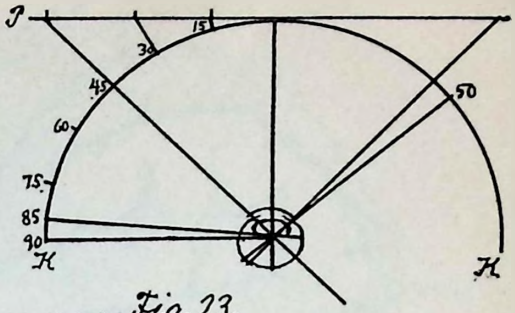
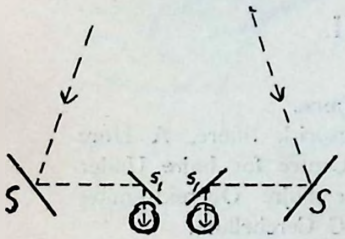


Fig. 23.



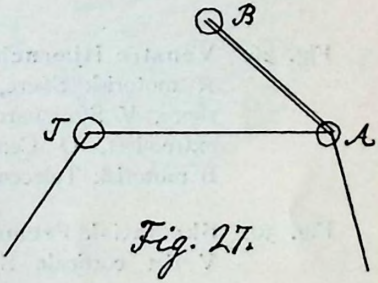


Fig. 27.

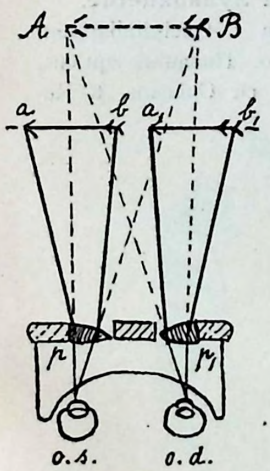


Fig. 24.

Fig. 25.

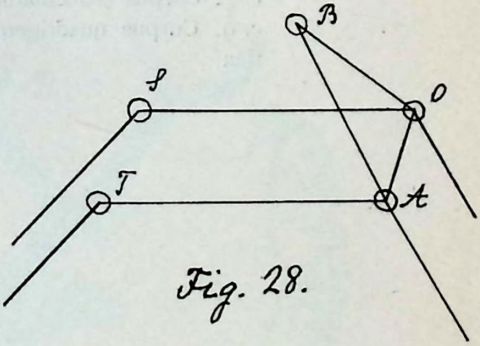


Fig. 28.

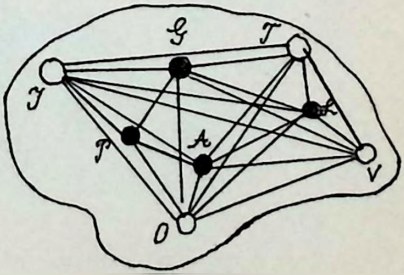


Fig. 29.

TAVLE VII.

Fig. 26. Venstre Hjærnehemisfære.
× motorisk Sfære, ° sensorisk Sfære, A Høresfære, V Synssfære. U Centre for højre Underextremitet, O Centre for højre Overextremitet, B motorisk Talecentrum, C Cerebellum.

Fig. 30. Skematisk Fremstilling af Synsbanerne.
V det corticale Synscentrum i Occipitallappen, c. g. Corpus geniculatum, t. o. Thalamus opticus, c. q. Corpus quadrigeminum, ch Chiasma, R Retina.

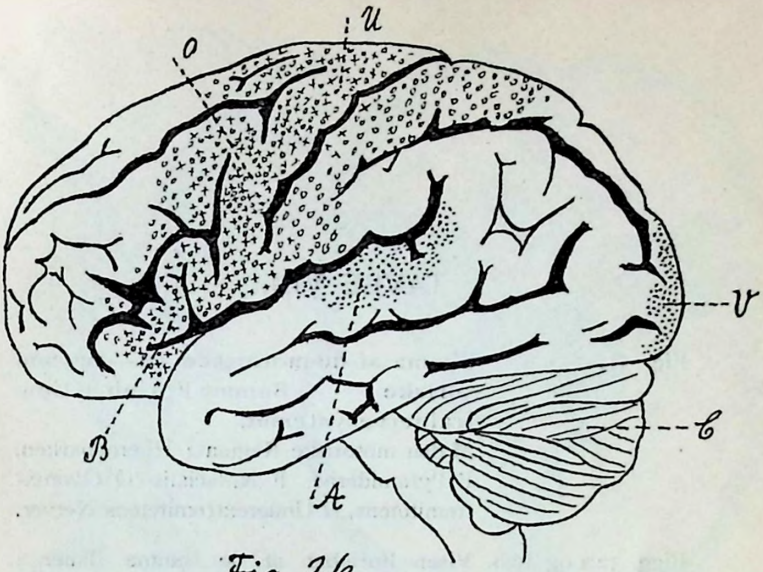


Fig. 26.

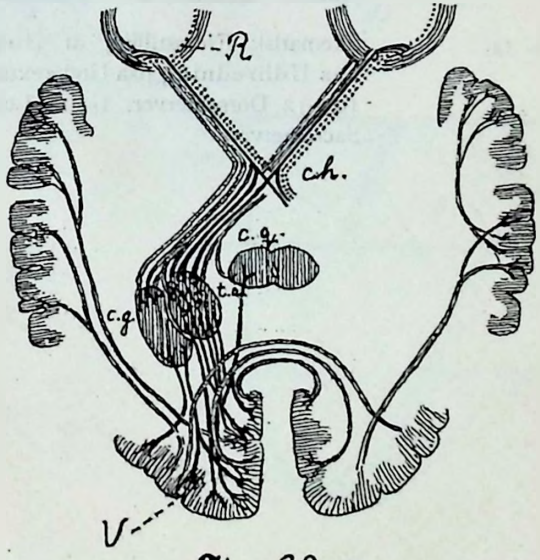


Fig. 30

TAVLE VIII.

Fig. 31. Skema af de motoriske —— og sensoriske - - - - - Baners Forløb i Centralnervesystemet.
M den motoriske Region i Hjærnebarken, P Pyramiderne. F N. facialis, O Overextremitetens, U Underextremitetens Nerver.

Figg. 32 a og 32 b. Viser Forløbet af de samme Baner i Capsula interna og i Crura cerebri. M motorisk, S sensorisk Bundt, t. o. Thalamus opticus, n. l. Nucleus lentis, n. c. Nucleus caudatus, aq. Aquæductus Sylvii.

Fig. 33. Skematisk Fremstilling af Hudnervernes Udbredning paa Underextremiteten. 10—12 Dorsalnerver, 1—11 Lumbal- og Sacralnerver.

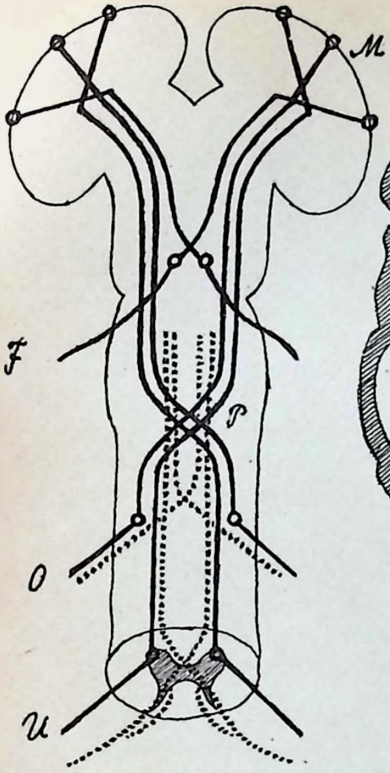


Fig. 31.

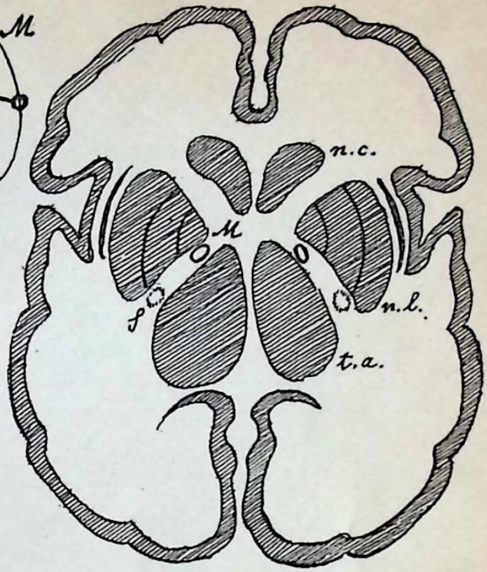


Fig. 32 a.

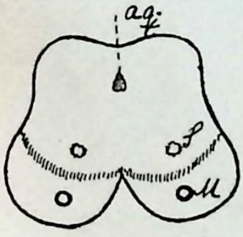


Fig. 32 b.

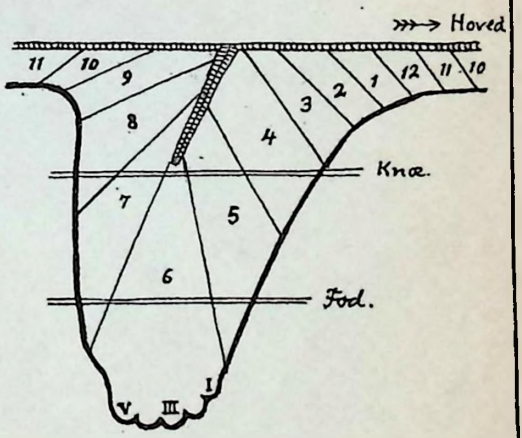


Fig. 33.



BIBLIOTEKA
WYŻSZEJ SZKOŁY WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
w KRAKOWIE
Nr inw. A. 5240

J. LINDHARD

Den almindelige Gymnastikteori.
I—III

(III Udsolgt, ny Udgave under Forberedelse)

Den specielle Gymnastikteori.
Anden omarbejdede Udgave.

Kr. 7,50

— *CARL LARSENS BOGHANDEL* —

Biblioteka Gł AWF w Krakowie
1800068571