Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Bijdrage tot de physiologie van den nervus opticus

https://hdl.handle.net/1874/240310

A 40192. Med. 17 Oct. 1891

G. GRIJNS.

BIJDRAGE TOT DE PHYSIOLOGIE

VAN DEN

NERVUS OPTICUS.

UTRECHT,
C. H. E. BREIJER.
1891

1.

A. qu.
192

BIJDRAGE TOT DE PHYSIOLOGIE

VAN DEN

NERVUS OPTICUS.

BIJDRAGE TOT DE PHYSIOLOGIE

VAN DEN

NERVUS OPTICUS.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. H. SNELLEN,

Hoogleeraar in de Faculteit der Geneeskunde,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT,

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN

DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Zaterdag 17 October 1891, des namiddags te 3 ure,

DOOR

GERRIT GRIJNS,

GEBOREN TE LEERDAM.

UTRECHT,

C. H. E. BREIJER.

1891

BIBLIOTHEEK DER UNIVERSITEIT TE UTRECHT

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT

1894 8343

ZUID-HOLLANDSCHE BOEK- EN HANDELSDRUKKERIJ TE 'S-GRAVENHAGE.

Aan mijne Ouders.

Niets is aangenamer dan vriendschap te vinden in onze omgeving; vooral wanneer zij wordt bewezen door hen, die ons voorlichten op onze akademische loopbaan.

Ik zal daarom altoos met dankbare erkentelijkheid blijven denken aan de voorkomendheid en welwillendheid, die ik van U, Hoogleeraren en Lectoren der medische en philosophische faculteit, steeds mocht ondervinden.

In het bijzonder U hooggeachte Promotor, hooggeleerde ENGELMANN, *die altijd bereid waart mij met raad en daad bij te staan, voel ik mij ten zeerste verplicht.*

U studiegenooten blijf ik dankbaar voor de genegenheid, die mij door velen Uwer in zoo ruime mate werd geschonken.

Utrecht, October 1891.

INLEIDING.

Wanneer wij de ontwikkeling van de gezichtszenuw en het netvlies als uitstulping van het voorste hersenblaasje volgen en wij dus zien, dat de retina ontogenetisch als een deel der schors is op te vatten, dan moeten wij ons den nervus opticus als connectief denken en valt het ons moeilijk, in de gezichtszenuw niet evenals in alle banen, die schorsdeelen verbinden, geleiding aan te nemen in twee richtingen.

De histologische bouw van den opticus laat zelfs tweeërlei zenuwvezelen onderscheiden, dunnere, die de meerderheid uitmaken, en dikkere, die in veel geringer aantal voorkomen, en versterkt hierdoor het vermoeden, dat den opticus eene dubbele functie toekomt.

Echter schijnt men gemeend te hebben, dat de gezichtszenuw met het overbrengen van lichtindrukken naar de hersenen een zoo gewichtig werk volbracht, dat het onbillijk zou zijn, naast deze functie nog eene andere van haar te eischen.

De vraag, of er eene centrifugale leiding in den opticus voorkomt, is tot voor korten tijd niet eens gesteld, veel minder onderzocht. Te minder was er aanleiding de zuiver sensitieve functie der gezichtszenuw te betwijfelen, sedert men in het ganglion ciliare een

centrum voor de beweging van de pupil vond en dus de opticus van deze taak bleek vrijgesteld.

Toch zijn in het oog reeds eenigen tijd, behalve accommodatie en pupilverandering, bewegingen bekend, die onder invloed van het licht tot stand komen en door de elementen waarin zij voorkomen in nauwer verband tot den opticus schijnen te staan; het zijn de vormveranderingen van de kegels en de verplaatsing van het pigment.

De pigmentbeweging werd door Boll [1]), die der kegels door van Genderen Stort [2]) ontdekt.

Deze bewegingen geschieden wel gedeeltelijk onafhankelijk van den nervus opticus, zooals Hamburger [3]) door proeven over doorsnijding dezer zenuw bewees; maar aan den anderen kant vond Engelmann [4]), dat bij verlichting van het eene oog de kegels en het pigment in het andere oog ook lichtstelling aannemen, en dat deze meebeweging na vernietiging

1) *F. Boll.* Zur Physiologie des Sehens u. der Farbenempfindung. Berliner akad. Monatsber. 11 Jan. 1877. Autoreferaat in Centralbl. f. wiss. Medicin. 1877. blz. 405. — Zur Anat. u. Physiol. der Netzhaut. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. I. 1877. blz. 4.

2) *Th. W. Engelmann.* Bewegingen der kegels van het netvlies enz. (ontdekt door *van Genderen Stort*). Proc. verb. van de Zitting der K. Akad. v. Wetensch. te Amsterdam, Afd. Natuurk. 29 Maart 1884. — Onderz. physiol. lab. Utrecht. III. R. D. IX. blz. 143. 1884. — *van Genderen Stort.* Bewegingen van de elementen der retina onder invloed van het licht. Ibidem III. X. 2. blz. 183. 1887.

3) *D. J. Hamburger.* De doorsnijding van den nervus opt. bij kikvorschen in verband met de beweging van pigment en kegels onder invloed van licht en duister. Feestbundel Donders-jubileum blz. 284. 1888. — Onderz. physiol. lab. Utrecht. III. R. XI. blz. 58. 1889.

4) *Th. W. Engelmann.* Pflügers Archiv. Bd. 35 S. 498 ff. 1885.

der hersenen verdween. Wel meent A. E. Fick [1]) de proeven van Engelmann op grond van eigen onderzoekingen te moeten tegenspreken, en verklaart hij, dat het positieve resultaat, door E. verkregen, berust op indringen van sporen licht in het bedekte oog; daar echter de beweging bij vernietiging van de hersenen uitblijft, moeten wij wel aannemen, dat hier eene reflectorische beweging van het andere oog uit wordt opgewekt; want het is niet denkbaar, dat er juist in die gevallen, waarin de hersenen ongeschonden bleven, wel licht in het andere oog zou gedrongen zijn, in die, waarbij de hersenen vernietigd werden, daarentegen niet.

Waar wij dus dit eene feit, dat op een centrifugale werking van den opticus wijst, vastgesteld mogen achten, ligt het voor de hand, naar meerdere feiten te zoeken. Het kwam er slechts op aan, eenen nieuwen weg in te slaan, en deze weg scheen reeds vooruit aangewezen.

Holmgren [2]) en onafhankelijk van hem Dewar en M'Kendrick [3]) hadden gevonden, dat van het oog en van het netvlies stroomen zijn af te leiden, die onder invloed van licht schommelingen vertoonen.

Holmgren vond, dat de door hem aequator genoemde, ongeveer in 't midden tusschen den geometri-

---

1) *A. E. Fick.* Viertaljahrsschr. der naturf. Ges. Zürich. 1890. Jahrg. 35 Heft I. — Von Graefe's Archiv für Ophthalm. XXXVII, 2. 1891.

2) *Holmgren.* Upsala Lakereförenings Förhandlingen. Vol. VI (1870—71 No. 5 p. 419) later vertaald in Unters. d. physiol. Inst. Heidelberg Bd. II u. III.

3) *Dewar* and *M'Kendrick.* Transactions of the R. Society of Edinburgh vol. XXVII Feb. 6th '74.

schen aequator en de intrede van den opticus gelegen parallelcirkel, de grootste negativiteit bezit, en geeft de meest voorkomende electriciteitsverdeeling op den bulbus nauwkeurig aan.

Kühne en Steiner [1]) hebben deze onderzoekingen herhaald en uitgebreid en vastgesteld, dat bij de retina gewoonlijk de staafjeszijde negatief is tegenover de vezelzijde en hiermede overeenkomstig aan den bulbus de aequator negatief tegenover de cornea.

Zij vonden verder, dat het afgeleide oog bij verlichting eene stroomschommeling laat aantoonen, waarbij de aequator meer negatief wordt, en eene evenzoo gerichte schommeling bij het verdwijnen van het licht, wanneer dit eenigen tijd had aangehouden, en dat de richting van deze schommelingen onafhankelijk is van de richting van den bulbus- of van den retinastroom.

De schommelingen, door invallen van licht teweeg gebracht, zijn van dien aard, dat zij een samengesteld proces doen vermoeden; en het ligt voor de hand te denken, dat de bewegingsverschijnselen in de retina evenals alle tot nog toe ontdekte bewegingen met electrische verschijnselen gepaard zullen gaan.

Men mag dus de verwachting koesteren, langs reflectorischen weg electromotorische veranderingen in de retina te kunnen opwekken. Het aantoonen van deze veranderingen zou een nieuw bewijs voor de centrifugale leiding van den opticus leveren, daar men niet wel mag aannemen, dat een reflex door eene sensibele baan naar de peripherie geleid zou worden, vooral niet, daar tot nog toe alle experimenten over dit onderwerp een negatief resultaat opleverden.

---

1) *Kühne* u. *Steiner*, Unters. d. physiol. Instit. zu Heidelberg. Bd. III u. IV. 1880 en 1881.

Het was daarom, dat ik op aanraden van Prof. Engelmann besloot, in deze richting een onderzoek in te stellen. Dat ik bij dit onderwerp wat verder ben gegaan dan het oorspronkelijke plan was, is het gevolg van de vele nieuwe uitzichten, die zich voor ons openden.

Mijne onderzoekingen hebben zich zoodoende wel wat meer in de breedte dan in de diepte uitgestrekt, en het schijnt alleszins wenschelijk, verschillende, slechts even aangeroerde punten verder te vervolgen. Moest ik mij, daar mijn tijd beperkt was, op sommige punten tot het slechts even aanroeren beperken, misschien zullen anderen hierdoor worden aangespoord, op den door mij ingeslagen weg voort te gaan, en het verder brengen dan ik.

HOOFDSTUK I.

Inrichting der proeven.

Daar de ligging van ons laboratorium aan eene vrij drukke straat en een tamelijk bevaren singel zeer ongunstig is voor nauwkeurige galvanometerwaarnemingen, heb ik aanvankelijk getracht, van den capillairelectrometer gebruik te maken, om de verwachte electromotorische veranderingen aan te toonen. Ik heb daartoe de door Chr. Lovèn beschrevene inrichting gevolgd, maar ben er in een paar weken niet in geslaagd, een instrument te verkrijgen, dat betrouwbaar genoeg was voor onze vrij subtiele onderzoekingen, en heb daarom, ten einde niet te veel tijd met mijne voorbereidende maatregelen te verliezen, mijne toevlucht toch tot den spiegelgalvanometer moeten nemen. Om aan den storenden invloed van voorbijgaande rijtuigen en schepen zooveel mogelijk te ontkomen, heb ik een groot deel mijner waarnemingen des nachts gedaan, daar er dan in den regel slechts weinig passeert en men dus gedurende langen tijd achtereen de verplaatsingen van het schaalbeeld ongestoord kan volgen.

De galvanometer *G* (een spiegelboussole van Wiedemann) rust op eene aan den muur van het vertrek bevestigde console en neemt daardoor minder sterk deel aan trillingen, door loopen in huis veroorzaakt.

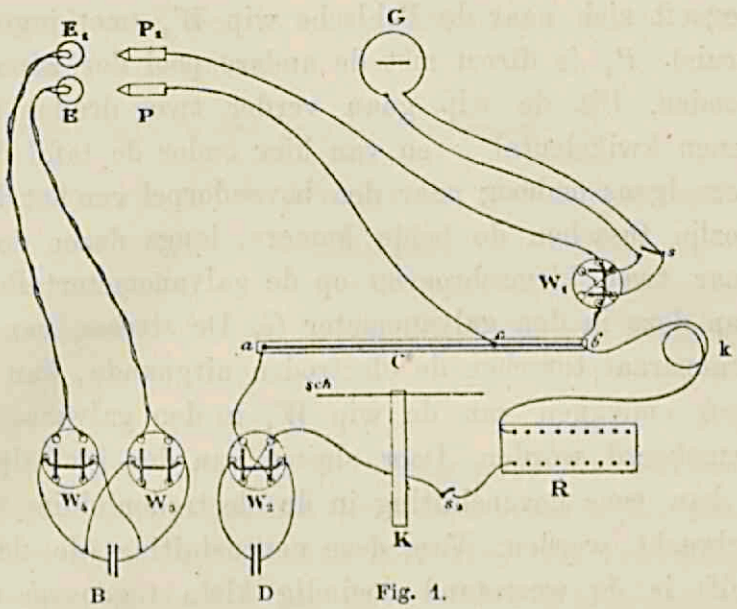

Fig. 1.

De kijker K met de schaalverdeeling *sch* staat op 3 M. afstand van den spiegel.

De vochtige kamer met het praeparaat is geplaatst in een zijvertrek, dat geheel donker kan worden gemaakt. In de vochtige kamer bevinden zich, behalve de spons tot vochtig houden der lucht, een stel du Bois-Reymondsche onpolariseerbare electroden P en P_1 en een paar kleine gloeilampjes E en E_1 [1]).

De kleipunten der onpolariseerbare electroden worden met kikkerlong overtrokken, die, na in alcohol bewaard te zijn geweest, gedurende eenige uren in physiologische keukenzoutoplossing vertoefd heeft.

Van de electroden P en P_1 gaat de draadleiding uit het kastje en door den scheidingsmuur der beide vertrekken naar de tafel van den waarnemer, en wel die van P naar de slede c van den compensator C. De stroom treedt bij b weer den compensator uit en

1) *Engelmann* in de Onderzoekingen van het Physiol. Lab. te Utrecht. Derde reeks. X, 2de stuk blz. 173—174.

begeeft zich naar de Pohlsche wip W_1 (met ingelegd kruis). P_1 is direct met de andere pool der wip verbonden. Uit de wip gaan verder twee draden naar eenen kwiksleutel s en van hier onder de tafel door, vervolgens omhoog naar den bovendorpel van het deurkozijn tusschen de beide kamers, langs dezen dorpel naar twee klemschroeven op de galvanometertafel en van deze in den galvanometer G. De stroom, van het praeparaat tusschen de electroden uitgaande, kan dus door omleggen van de wip W_1 in den galvanometer omgekeerd worden. Door sluiten van den kwiksleutel s kan eene nevensluiting in de electrodenleiding aangebracht worden. Van deze nevensluiting (de sleutel zelf) is de weerstand oneindig klein tegenover dien van den galvanometer; is dus de sleutel s gesloten, zoo gaat geen stroom door den galvanometer. Men kan dus steeds het nulpunt van den galvanometer bepalen, ook al is het praeparaat ingesteld.

Door den compensatordraad gaat de stroom van eene cel van Daniell D. In deze keten zijn behalve de compensator opgenomen: eene Pohlsche wip (W_2) met kruis, een stroomsleutel (s_2) en eene groote weerstandsbank (R) van Siemens en Halske, zoodat de stroomrichting en de stroomsterkte in den compensatordraad naar verkiezing kunnen worden geregeld, verder nog een kleine klos met dikken draad, dienende tot bepaling der graduatieconstante van den compensator.

Men vindt de laatste op de bekende wijze, door de intensiteit van den stroom in de hoofdleiding galvanometrisch te bepalen, eens met, eens zonder compensator in de leiding. Men heeft n.l., zoo men den weerstand in den compensatordraad $= R_c$, den weerstand in de hoofdleiding $= R$, de potentiaalvalling in den compen-

satordraad $= V$ en de electromotorische kracht van de batterij $= E$ noemt:

Stroomsterkte in den compensatordraad: $\frac{V}{R_c}$.

Stroomsterkte in de hoofdleiding met compensator: $\frac{E}{R + R_c}$.

Stroomsterkte in de hoofdleiding zonder compensator: $\frac{E}{R}$.

Verder heeft men, als de uitslagen op de schaal met den kijker zijn afgelezen (dus de tangenten van den dubbelen hoek, die, zoolang deze klein zijn, evenredig mogen gesteld worden aan die van den enkelen hoek) indien de afgelezen uitslagen S en S_1 genoemd worden: $\frac{E}{R + R_c} : \frac{E}{R} = S : S_1$ of $R : (R + R_c) = S : S_1$, wijl de tangenten der spiegeluitslagen evenredig zijn aan de stroomsterkten.

Verder moet $\frac{V}{R_c} = \frac{E}{R + R_c}$ zijn, daar de compensator een deel van den gesloten geleider uitmaakt en in alle punten van eenen gesloten geleider de stroomsterkte even groot moet zijn. Men vindt dus:

$$V : E = R_c : R + R_c = (S_1 - S) : S_1 \ (1) \text{ of}$$

$$V = E \frac{S_1 - S}{S_1} \ (2).$$

Daar in (1) E en R_c constant is, wordt V alleen gewijzigd als R gewijzigd wordt, wat door de weerstandsbank kan geschieden.

De platinadraad van den compensator is homogeen en heeft overal dezelfde doorsnede. De potentiaal in den draad moet dientengevolge vallen volgens eene rechte

lijn en het potentiaalverschil van twee punten op den draad is dus gelijk aan $V \times \frac{a}{l}$, waarin a hun afstand en l de lengte van den draad is.

Op deze wijze vonden wij voor eenen weerstand $R_1 = 100$ van de bank de graduatieconstante, d. i. het potentiaalverschil voor 1 mM compensatordraad, = 0,00003 Daniell.

Voor $R_1 = 50 : 0{,}00005$, voor $R_1 = 20 : 0{,}0001$.

Wordt nu de electrodenleiding $P\,c\,b\,W_1\,s\,G\,W_1\,P_1$ gesloten, dan ontstaat tusschen c en b eene nevensluiting. Zoolang de weerstand in die nevensluiting zeer groot is in vergelijking tot die in het stuk compensatordraad $b\,c$ — en dit is altijd het geval, daar in de nevensluiting de 14400 windingen van de boussole en de weerstand der onpolariseerbare electroden met dien van het praeparaat aangetroffen worden — zoo zal de nevensluiting den weerstand tusschen b en c niet merkbaar verminderen, en dus geen invloed uitoefenen op den vorm van de potentiaalvalling in den compensator; men leest dus op den compensator direct de electromotorische kracht af, die men in de electrodenketen inbrengt door verschuiven van de compensatorslede.

De galvanometer wordt gevoelig gemaakt door het compenseeren van het aardmagnetisme, waarbij wij alleen met de horizontale componenten hebben te maken. Voor de compensatie gebruikte ik drie magneten, waarvan er twee op de tafel bij den galvanometer lagen, met hunne assen zooveel mogelijk evenwijdig aan den magnetischen meridiaan, en met hunne polen tegengesteld, en wel zoodanig, dat hunne lengte-as ongeveer door het verlengde gaat van den cocondraad, waaraan de spiegel hangt. Zij liggen vlak bij elkaar. De derde magneet is

een vrij sterke en ligt op de tafel naast den kijker. Het eerste paar wordt zoo lang heen en weer geschoven, tot de schommelingen van den spiegel voldoende langzaam worden en de spiegel ongeveer naar den kijker gericht is; door draaiing van den magneet bij den kijker wordt nu de spiegel nog zooveel verplaatst, dat het nulpunt van het schaal-beeld met den kruisdraad van den kijker samenvalt.

De batterij (B) voor de gloeilampjes bestaat uit twee kleine cellen van Grove (onder glasstolp). De draden er van uitgaande vertakken zich beide in tweeën en gaan zoowel in de wip W_3 als in de wip W_4 waaruit de kruisdraden zijn weggenomen. Van uit W_3 gaan twee draden naar het gloeilampje E, van uit W_4 eveneens twee naar het gloeilampje E_1. Door omslaan der wippen kan ik dus naar willekeur E of E_1 of beide laten gloeien.

Om zooveel mogelijk inductie te voorkomen, zijn alle tot een zelfden stroom behoorende draden, die in elkaars nabijheid loopen, om elkaar gewonden, zoodat de gaande en de terugkomende stroom even groote, maar tegengestelde werkingen in de omgeving doen gelden.

Ten einde de verlichting naar verkiezing te kunnen beperken tot eene bepaalde plaats, is bij een der gloeilampjes de volgende inrichting aangebracht.

De platina-draden van het gloeilampje zijn, voor ze in den arm van het statief komen, door een kurkje gestoken, dat in een van binnen zwart gemaakt koperen buisje geschoven is. Dit buisje is 5 cM. lang en eindigt in een aanzetstuk van eboniet met kleiner lumen, dat conisch toegespitst is.

Wil men alleen het oog verlichten, dan wordt de eboniet-ring op de cornea gezet, en een vochtig lapje

fluweel over het buisje en om den halven kop gelegd.

Het was bij deze inrichting onmogelijk, ook na langer verblijf in het donker, als het lampje in de buis brandde, ergens op de huid of in het andere oog van het dier licht te zien.

Deze inrichting werd gekozen, om verlichting van het afgeleide oog zoo mogelijk geheel uit te sluiten. De eenige weg, langs welken op deze wijze nog licht in het niet direct verlichte oog kon komen, was door het pigment en de sclera van het verlichte oog, de schedelbeenderen tusschen beide oogen en het pigment van het andere oog.

Het is waar, dat men bij verlichting van eenen geëxstirpeerden bulbus, ook bij bedekken van den opticusstomp, wanneer het oog in een donker scherm is geplaatst, licht in het oog waarneemt. Wanneer men echter ziet, hoe uiterst zwak het licht is, dat van eene heldere vlam op die wijze wordt doorgelaten, en daarbij bedenkt, dat deze kleine fractie voor de tweede pigmentlaag nog in het kwadraat verheven moet worden, — afgezien nog van de absorptie en terugkaatsing in de ruimte tusschen de twee oogen — dan kan men van het op die wijze indringend licht geenen al te grooten dunk hebben.

Hoe wij overigens ook nog eenen invloed van deze mogelijk doordringende minimaalhoeveelheid licht konden uitsluiten, zal later blijken.

Om te zien, in hoeverre wellicht warmtestraling of inductie invloed op het praeparaat hadden, kon de opening van het buisje met eenen stanniol-dop gesloten worden, zoodat geen licht, maar wel stralende warmte kon uittreden.

Voor het prikkelen met inductieslagen en het teta-

niseeren, moest de inrichting een weinig veranderd worden.

De compensatie- en observatie-inrichting bleef hetzelfde.

Van de wippen W_4 en W_3 blijft W_3 verbonden met de batterij; wordt deze wip omgelegd, dan gaat de stroom der batterij achtereenvolgens door den tetanomotor van Heidenhain en den electromagneet van de primaire inductieklos van een sledetoestel van du Bois-Reymond. Gaat nu de stroom door den tetanomotor, dan gaat hij ook door den electromagneet van de inductieklos. Deze trekt dan het anker van de veer van het inductietoestel aan en verbreekt den stroom van eene Daniell, die door de veer en de primaire inductieklos naar de cel terug gaat, en doet eenen inductiestroom ontstaan in de secundaire klos. Intusschen was ook in den tetanomotor de stroom verbroken en daardoor de electromagneet van het inductietoestel niet meer magnetisch; de veer springt dus weer terug en sluit den stroom van de Daniell opnieuw. Door deze veer heel zwak en het anker heel licht te nemen, volgt de veer zeer gemakkelijk de bewegingen van den tetanomotor, en hebben we dus een middel om het aantal inductieslagen te regelen.

Van de secundaire spiraal gaan de draden naar wip W_4, en als deze behoorlijk ligt, door de draden van het gloeilampje E naar de vochtige kamer.

Het gloeilampje E is weggenomen en in plaats daarvan een bijzonder statiefje gesteld.

Dit statiefje bestaat uit eene eboniet-plaat, waarop zich twee glazen zuiltjes verheffen; tusschen deze twee is in eene koperen klemschroef een rechthoekig omgebogen ebonietplaatje van een paar mM. dikte horizon-

taal aangebracht. Het plaatje bevat dicht aan het einde eene bolschijfvormige doorboring, waarin een geëxstirpeerd oog zóó kan liggen, dat de cornea door de onderste opening even heen komt.

Aan de glazen zuiltjes zijn door klemschroeven vast te zetten looden armpjes verschuifbaar. Deze armpjes dragen aan hun einde eenen ring, waarin eene kurk gestoken is, die door eene naald doorboord wordt. De naalden zijn tot dicht bij de punt met schellak vernist en verbonden met de einden der draden van de secundaire klos.

Zijn nu de naalden in den opticus geplaatst, dan kan men door middel van wip W_3 en een tusschen de Daniell en de primaire klos opgenomen kwiksleutel eenen afwisselenden stroom door de primaire klos krijgen; legt men nu ook nog wip W_4 om, dan wordt de opticus getetaniseerd.

Blijft wip W_3 geopend, zoo gaat geen stroom door den electromagneet; sluit men nu met wip W_4, dan kan men met behulp van den kwiksleutel enkele sluitings- en openingsslagen geven.

De inductie-toestel wordt zoo lang gedraaid en verschoven, tot hij op zich zelf geene afwijking van den galvanometer meer veroorzaakt; dan wordt hij vastgezet.

Aan deze inrichting werd daarom de voorkeur gegeven, omdat zij veroorloofde zonder assistent te werken, wat vooral bij mijne nachtelijke waarnemingen, waarvoor ik moeilijk hulp kon vinden, zeer wenschelijk was. Alleen mijne proeven over chemische prikkeling heb ik niet zonder hulp kunnen nemen.

Na eenige zwarigheden gelukte het mij, de inrichting zoo ver te krijgen, dat van de draadleidingen in de verlichte kamer geene inductie op de galvometer-

keten aangetoond kon worden. De eenige inductie, die dan nog overbleef, was in de donkere kamer zelve.

Men kan wel, door de draden zoo goed mogelijk te isoleeren en ze onafhankelijk te houden van den vochtigen bodem, er in slagen haar zeer klein te maken, maar geheel geëlimineerd is ze slechts zelden.

Dit vindt zijne oorzaak hierin, dat bij het instellen van het praeparaat de electroden zoowel als de gloeilampjes (resp. de draadleiding der naalden) altijd verplaatst worden, en daardoor telkens weer eenige inductie mogelijk wordt. Ik heb daarom steeds na eene serie proefnemingen, terwijl al het overige hetzelfde bleef, de electroden met de minst mogelijke verplaatsing en zoodanig, dat ze in hetzelfde vlak bleven, tegen elkaar gezet, en daarna de inductie bepaald.

Men mag aannemen, dat de op deze wijze gevonden inducties zoo weinig van die bij het ingestelde praeparaat verschillen, dat de hierdoor ingevoerde fout binnen de grenzen der waarschijnlijke fout van iedere waarneming blijft en dus geene bijzondere stoornis wekt. Wij zullen trouwens zien, dat bij de meeste proeven dit verschil geheel niet in rekening behoeft te worden gebracht.

De onpolariseerbare electroden werden elken dag opnieuw in orde gebracht.

Bij het meten van kleine schommelingen werd door omleggen van de wip W_1 (Fig. 1) steeds gezorgd, dat de waar te nemen uitslag tegengesteld was aan de eigen beweging der schaal tengevolge van de declinatieverandering; op deze wijze kon, mits er geen storingen in de omgeving waren, gemakkelijk eene verplaatsing van $^1/_4$ mM. worden geconstateerd.

Aan de cellen werd zeer veel zorg besteed; de poreuse potjes bleven altijd minstens 24 uur (die der Daniells tot ze geene blauwe kleurstof aan het water meer afgaven) in een waterbad geplaatst, en werden daarna op eenen verwarmden oven gedroogd. Het zink werd steeds goed geamalgameerd gehouden en eene cel van Daniell nooit langer dan 3 uur achtereen gebruikt zonder eene versche poreuse pot en ander zwavelzuur te nemen.

Voor de proeven op donker-praeparaten werden de glazen wanden der vochtige kamer met zwarte taf bekleed, om te voorkomen, dat, bij het verlaten van de kamer, licht door de geopende deur tot het praeparaat doordrong.

Het vervaardigen van donkerpraeparaten geschiedde bij het licht van eene kleine lantaarn, die slechts aan ééne zijde eene ruit had. Vóór deze ruit waren twee platen van donkerrood glas aangebracht, die alleen rood licht doorlieten. De vlam was zoo geregeld, dat de lichtsterkte juist voldoende was, om, wanneer ik mij eenige minuten aan het zwakke licht gewend had, de bij dit licht zwarte huid van de lichtere roode van huid ontdane deelen te onderscheiden.

De lichtpraeparaten werden eerst, nadat zij gepraepareerd waren, in het donker gebracht; enkele, waarvan dit nader vermeld zal worden, bevonden zich gedurende de waarneming in zwak licht.

Meestal werd op gecurariseerde kikkers geëxperimenteerd. Curare toch heeft geen invloed op de pigment- en kegelbeweging, zoolang de dosis niet zoo groot is, dat paralysis cordis optreedt. Het hart werd daarom in alle proeven, waarbij curare toegepast was, na afloop der proeven geïnspecteerd.

Chloroform en aether werden aanvankelijk eenige malen toegepast. Daar echter van deze vergiften de specifieke werking op de retina onbekend is, heb ik ze in het vervolg liever vermeden.

Bij deze onderzoekingen kwamen voornamelijk drie methoden van praepareeren op den voorgrond, die ik hier reeds wil beschrijven.

In de eerste proeven werden alleen de bovenoogleden en de membranae nictitantes weggesneden; later werd de huid om het oog met sublimaat gedood of ook wel weggepraepareerd. De circulatie bleef in deze gevallen behouden.

Bij andere series, waar de circulatie niet behouden bleef, werd de huid van den kop en het slijmvlies van de bovenkaak zooveel mogelijk weggepraepareerd, daarna door den kop met eene schaar eene snede geknipt, die door het voorste deel van den kop, vlak voor de oogen, dan langs deze tusschen bovenkaak en oogbol en vervolgens met eene bocht door het rotsbeen (zoodat de annulus tympanicus wordt weggeknipt) naar achteren tot aan de wervelkolom, die ten slotte ook wordt doorgeknipt. Men krijgt zoodoende een praeparaat, dat noch huid noch slijmvlies bevat.

Voor proeven over directe prikkeling werd een oog met de omliggende weeke deelen uit den schedel verwijderd. Hiertoe werden de beide oogleden losgepraepareerd en verwijderd, dan een stukje uit de bovenkaak gereseceerd en vervolgens door knipjes langs den oogkuilrand het oog met spieren en een zoo lang mogelijk stuk opticus uit den kop genomen. Dan worden met een fijn chirurgisch pincet en eene kromme schaar de spieren van het oog verwijderd, zoodat slechts de zenuw overblijft.

Daar volgens onderzoekingen van E. Steinach [1]) de iris bij batrachiërs niet mee beweegt met die van het andere oog, konden wij electromotorische kracht, van irisbeweging uitgaande, negeeren; te meer, daar volgens de onderzoekingen van Kühne en Steiner [2]) de voorste ooghelft zeer weinig invloed op de electrische verschijnselen uitoefent.

Het scheen de voorkeur te verdienen, met prikkeling langs reflectorischen weg te beginnen, daar wij de het meest met physiologische overeenkomende prikkels kunnen aanwenden, door op het andere oog den adaequaten prikkel te laten werken. Bovendien zijn de proeven met directe prikkeling niet rechtsstreeks bewijzend voor centrifugale werking van den opticus, daar positive resultaten hier, zooals wij later zullen zien, ook op andere, zij het ook minder waarschijnlijke wijze kunnen geëxpliceerd worden.

---

1) Pflügers Archiv. Bd. 47. 1891. S. 289.

2) Unters. aus d. physiol. Inst. der Univ. Heidelberg. Bd. 4. Hft 1/2. 1881. S. 40 ff.

HOOFDSTUK II.

Invloed van licht op de huidstroomen.

Daar het reeds sedert lang bekend is, dat het centrale zenuwstelsel, ook van dieren als kikvorschen, wier weefsels overigens zeer lang zonder voeding prikkelbaar kunnen blijven, indien het beroofd wordt van de circulatie, spoedig zijne physiologische eigenschappen verliest, heb ik mij er direct op toegelegd te onderzoeken *met instandhouding van den bloedsomloop.*

Hiertoe dienden gecurariseerde, enkele malen genarcotiseerde kikkers.

Reeds bij de eerste proeven, op Rana temporaria genomen, bleek, dat bij verlichting van het eene oog, van het andere eene stroomschommeling kon worden verkregen, die in den regel dezelfde richting had als die bij directe verlichting van het oog (behalve eenige niet genoteerde gevallen Proef 1—8); en die verdween als de opticus van het verlichte oog werd doorgesneden (Proef 4, 5, 6), en waarbij verlamming van de irisbeweging met atropine (Proef 8) geenen invloed op de schommeling had. De uitslagen waren weliswaar klein (2—4 schaaldeelen), maar daar het juist in den paartijd der temporaria was (half April), eenen tijd, waarin deze dieren zeer weinig duurzame praeparaten leveren, en op alle prikkels (erotische uitgezonderd)

veel minder sterk reageeren, mocht dit niet verwonderen. Gelukkig waren spoedig Ranae esculentae verkrijgbaar, die zeer sterk reageerden.

Reeds bij de eerste (Proef 9), die onderzocht werd, vielen twee dingen in het oog. In de eerste plaats, dat de stroom van het afgeleide oog gedurende geruimen tijd aanmerkelijk steeg; in ongeveer een half uur van 0,0126 tot 0,0300 Daniell. [1]) Toen daarop de kamer waarin zich het praeparaat bevond, verlicht werd, daalde de stroom langzamerhand tot 0,0039, om, zoodra het weer donker werd, te stijgen.

Ook de veranderingen bij verlichten van het niet afgeleide oog waren bijzonder groot in vergelijking met de voorgaande. Zij varieerden van 12 tot 20 schaaldeelen, wat overeenkomt met eene electromotorische kracht van ± 0,0006—0,0009 D. Bij andere waren de uitslagen nog grooter: tot ruim 60 schaaldeelen of ± 0,0029 D (zie tabel II).

Ook de ruststroom [2]) klom tot eene ongekende hoogte.

In sommige gevallen (Proef 10 b.v.) was compensatie onmogelijk, zelfs wanneer in de weerstandsbank de weerstand nul was.

Daar deze electromotorische krachten de aan uitgesneden bulbi gevonden waarden zoo verre overtroffen, — de grootste door Kühne en Steiner [3]) aangegeven waarde is 0,00914 D — moest wel de gedachte zich aan ons opdringen, dat hier nog andere dan retina-stroomen in het spel waren.

---

1) Voor deze serie was de polarisatie der electroden niet opgeteekend; de cijfers hebben dus wel een relatieve maar geen absolute waarde.

2) «Dunkelstrom» van Kühne en Steiner.

3) L. c. blz. 100.

Bij de grootte der zich hier ontwikkelende krachten, die zelfs die van spieren schenen te overtreffen, moest ik wel denken aan den invloed van huidstroomen. Het was toch bekend — sedert de onderzoekingen van du Bois-Reymond, later uitgebreid door Roeber, Engelmann, Hermann, Luchsinger, Bach en Oehler [1]), dat in de huid van de meeste dieren sterke stroomen voorkomen, die gewoonlijk van binnen naar buiten gericht en vooral bij dieren met sterk ontwikkelde huidslijmklieren zooals Ranae bijzonder krachtig zijn. Verder was gevonden, dat deze huidstroomen onder den invloed van zeer verschillende prikkels aanzienlijke veranderingen ondergaan. En waar nu tusschen oog en huid, vooral bij de kikkers, in sommige opzichten nauw verband bleek te bestaan, moest men aan de mogelijkheid denken, dat eene reflexwerking van het oog op de huidstroomen kon plaats hebben.

Ik volgde voor het afleiden van den huidstroom de

---

1) *E. du Bois Reymond*, Untersuchungen über thier. Electricität. Bd. II. 1e Hälfte. blz. 202. Bd. II. 2e Hälfte. blz. 9—20. 1860.

Roeber, Electromot. Verhalten der Froschhaut bei Reizung ihrer Nerven. Reichert u. du Bois Reymonds Arch. 1869. Hft 6. S. 633 –648.

Engelmann, De huidklieren v. d. kikvorsch. Onderz. ged. in het physiol. lab. Utrecht. Derde R. I. 1872. blz. 52, 195. — Ibid. II. 1873. blz. 1.

Hermann, über die Secretionsströme und die Secretreaction der Haut bei Fröschen. Pflügers Archiv. Bd. XVII 1878. blz. 291.

Hermann und *Luchsinger*, über Secretionsströme der Haut bei der Katze. ibid. blz. 310.

Hermann und *Luchsinger*, über Secretionsströme an der Zunge des Frosches u. s. w. ibid. blz. 460.

Bach und *Oehler*, Beiträge zur Lehre von den Hautströmen. Pflügers Archiv. Bd. XXII. 1880. blz. 30.

reeds door Hermann aangegeven methode; etsen van een gedeelte met sublimaat en daarna afspoelen met physiologisch keukenzout. De eene electrode wordt dan op de met sublimaat behandelde stroomlooze huid gezet, de andere op de intacte.

Laat men het sublimaat niet zoo lang inwerken, dat de onder de huid gelegen spieren aangetast worden, zoo vindt men bijna zonder uitzondering de gezonde huid negatief tegenover de uitgebetene.

Het eene gloeilampje werd aanvankelijk zoo gezet, dat het alleen het rechteroog kon verlichten; het linkeroog werd met zwart fluweel bedekt, en het andere gloeilampje zoo geplaatst, dat het ongeveer symmetrisch ten opzichte der electroden stond en de huid goed verlichtte.

Bij de latere proeven stond op elk oog een lampje of verlichtte het eene lampje slechts een oog, het tweede het andere oog en de huid gelijktijdig.

Ik vond op deze wijze in de eerste plaats, dat de huidstroom in het donker gedurende geruimen tijd stijgt. Soms zoo sterk, dat het opnemen van eene tweede Daniell in de compensatorketen noodig was, om te kunnen componseeren.

Bij langer aanhoudende verlichting der oogen daalde de huidstroom, om na het uitdoven van het licht weer te stijgen. Verlichting van de huid alleen door de gloeilampjes of het licht van eene heldere gasvlam (bij bedekte oogen) had geen merkbaren invloed.

Bij het invallen van licht in het oog bleek, dat een sterke schommeling van den huidstroom optrad.

Gewoonlijk is zij eene versterking van den bestaanden stroom (Proef 10, 11, 14, 16*a*, 18*c*, 19 [1])) soms echter eene verzwakking (Proef 12, 13). In enkele gevallen gaf verlichting van het eene oog een tegengestelden uit-

1) Tabel III—X.

slag dan verlichting van het andere (Proef 16*c*, 18*b*, 29).

De schommelingen zijn hier meestal sterke; uitslagen van 300—400 schaaldeelen waren hier geen zeldzaamheden.

Dikwijls was de uitslag door verlichting van het eene oog aanzienlijk grooter dan de door het andere oog opgewekte; in de eerste proeven was meestal het rechter, in de latere ook wel het linkeroog het meest werkzame.

Mogelijk is het, dat de plaats, waar mijn lamp stond bij het praepareeren, hierop van invloed geweest is. Gewoonlijk stond die aan mijn rechterzijde en verlichte dus, daar de vorsch bij het praepareeren met den kop naar mij toe lag, hoofdzakelijk het linkeroog. In de latere proeven (o. a. 76) heb ik de lamp met opzet links gezet.

Men kan dus aan eene afstomping van de retina door sterk licht denken; ofschoon eene afstomping, die na ruim een half uur rust nog niet verminderd is, niet erg waarschijnlijk is. Evenzeer echter kunnen beide oogen zich ongelijk gedragen.

Mijn aantal waarnemingen is te klein om in dit opzicht te beslissen.

Voor vermoeidheid zou echter nog pleiten, dat bij langdurige verlichting of bij snel op elkander volgende, korte verlichtingen de reflectorische schommeling steeds kleiner wordt en zelfs tot nul kan dalen.

Dat de schommelingen de eene maal een andere richting hebben, dan de andere maal, is niet zoo heel bevreemdend.

Als men de opgaven over direkte prikkeling der huidzenuwen nagaat, vindt men dienaangaande bij verschillende autoren nog al verschil. Roeber vond een vermindering van den huidstroom, Hermann, Bach

en Oehler nemen een versterking als regel, een verzwakking als uitzondering aan. Engelmann vond als regel een versterking, door een kort durende verzwakking voorafgegaan.

Men denkt bij het lezen van de beschrijvingen dezer proeven onwillekeurig aan die, welke over prikkeling van vaatzenuwen genomen zijn, waar ook (bij prikkeling van den n. Ischiadicus b.v.) nu eens verwijding dan weer vernauwing optreedt. Men stelt zich hierbij voor, dat dit afhangt van de bestaande prikkelingstoestand der vaatzenuwen; is in de vasoconstrictores de tonus gering zoo treedt vernauwing op; in het tegenovergestelde geval, wanneer hun tonus zeer hoog, — of volgens de voorstanders der centrifugaal geleidende vasodilatatoren, de tonus van deze zeer laag — is, geeft prikkeling een verwijding.

Iets hiermede analoogs vond onlangs Wedensky bij prikkeling der spierzenuwen. [1])

Denken wij ons nu den bouw van de huidklieren en hunne morphologische veranderingen zooals ze door Engelmann [2]) beschreven zijn, zoo kunnen we ons voorstellen, dat ook hier de toestand van de klieren vóór de prikkeling bepaalt, welke reactie op de prikkeling zal volgen.

In elk geval blijkt uit mijne proeven, dat op verlichting van het netvlies de huidstroom reflectorisch reageert.

Den invloed van directe verlichting der huid op de

---

1) *M. N. Wedensky*: Ueber die Beziehungen zwischen Reizung und Erregung im Tetanus. (Russisch!). 1886.

Idem: De l'action excitatrice et inhibitoire du nerf en dessèchement sur le muscle. Comptes rendus. 22 Dec. 1890.

2) l. c.

huidstroom onderzocht ik slechts voor licht van geringe intensiteit. Misschien heeft zeer sterk licht wel een merkbaar effect.

Daar ik voor mijn onderwerp de huidstroomen slechts als bijzaak beschouw, en hen alleen onderzocht om te weten, of ik hen al dan niet uit te sluiten had, ben ik op dit punt niet verder ingegaan.

Toch verdient dit onderwerp ruimschoots een nadere studie, daar geen der geciteerde onderzoekers bij het waarnemen der huidstroomen van kikvorschen aan mogelijke lichtinvloed gedacht schijnt te hebben.

Om nu na te gaan of in het afgeleide oog stroomlissen van deze enorme schommelingen konden doordringen, heb ik voor een paar gevallen bepaald, welken invloed doorsnijding van den N. opticus van het afgeleide oog op de schommelingen had.

Het doorsnijden van de gezichtszenuw is bij kikkers zeer gemakkelijk. Als men eene kleine insnijding in het slijmvlies van de mondholte maakt even achter de plaats, waar de oogbol doorschemert, dan ziet men den m. retractor bulbi voor zich. Deze snijdt men in de richting der vezelen in, buigt nu met een kromme schaar (de voor iridectomie gebruikelijke scharen zijn hiervoor zeer geschikt) de vezelen uit elkaar en gaat met geopende schaar in den oogkuil. Men kan nu gemakkelijk voelen, of men den opticus tusschen de schaar heeft en dezen doorknippen.

Tabel XI en XII geven ieder twee rijen waarnemingen vóor en na doorsnijding van den gezichtszenuw.

In beide gevallen was de geheele kophuid met sublimaat behandeld, het mondslijmvlies echter niet.

De stroomschommelingen op verlichting van het andere

oog blijken in deze gevallen na de doorsnijding niet te verdwijnen. Wel is er een zeer sprekende verandering op te merken.

Blijkt uit tabel XI (Proef 13), dat voor de doorsnijding van de gezichtszenuw slechts een zeer zwakke, 4—5 schaaldeelen niet overtreffende, soms geheel uitblijvende positieve schommeling optreedt, na de doorsnijding vindt men plotseling negative schommelingen van 20—40 schaaldeelen.

In tabel XII treden eveneens voor de doorsnijding negative veranderingen van 4—10 schaaldeelen op, die na doorsnijden van den opticus ruim tweemaal zoo groot worden (16—22 sc.)

Wij moeten dus hieruit twee dingen afleiden. In de eerste plaats, dat een groot gedeelte der waargenomen veranderingen niet van processen in het oog afhankelijk is, maar door stroomgevende elementen buiten het oog — in deze gevallen misschien van het slijmvlies van de mondholte meer nog dan van de kophuid — veroorzaakt worden. Maar tevens kan men aan de gevolgtrekking niet ontkomen, dat na het doorsnijden van den opticus een factor uitgevallen is, waardoor de stroomschommeling door stroomlissen, welke van buiten af in het oog komen, in 't eerste geval geheel, in 't tweede gedeeltelijk werd gecompenseerd, doordat deze er zich algebraïsch mede summeerde; en dan moet dit *eene positive schommeling van den bulbusstroom* geweest zijn.

HOOFDSTUK III.

Reflexen op den Bulbusstroom.

Werd het in het voorgaande hoofdstuk hoogst waarschijnlijk gemaakt, dat er een reflex van het eene oog op het andere bestaat, zoo bleek toch aan den anderen kant, dat groote schommelingen bij de tot nog toe gevolgde methode kunnen voorkomen, die niet op rekening van werkingen in het netvlies van het afgeleide oog mogen worden gesteld; en ik moest dus uitzien naar een wijze van onderzoek, waarbij de huid- en slijmvliesstroomen geheel uitgesloten konden worden.

Theoretisch stonden hiertoe drie wegen open:

1°. kon ik den kikker geheel van huid en slijmvlies ontdoen;

2°. kon ik de huid en het slijmvlies met geconcentreerde sublimaatoplossing stroomloos maken;

3°. leverde de op blz. 17 beschreven methode volkomen huid- en slijmvliesvrije praeparaten op.

Elk dezer drie handelwijzen heeft hare eigenaardige bezwaren.

Het wegpraepareeren is lastig, omdat zoowel slijmvlies als huid aan de kaken, aan de neus en aan de ooren, stevig vergroeid zijn. Bovendien worden bij dit villen vele vrij groote bloedvaten doorgeknipt, en

moet men dus tot liquor stypticus zijn toevlucht nemen.

Op deze wijze sluit men dus niet met volkomen zekerheid de huidstroomen uit; terwijl bovendien met het chloretum ferricum een prikkel ingevoerd wordt, waarvan niet bekend is, of hij invloed op de stroomen aan de oppervlakte heeft.

Bij het toepassen van sublimaat loopt men, vooral bij het behandelen van het slijmvlies, gevaar, dat het gemakkelijk diffundeerende zout doordringt in het oog en daardoor de reactie van de retina verloren gaat.

Tegen de derde methode is het bezwaar, dat bij het ophouden van den bloedsomloop in de hersenen deze spoedig hare functie zullen verliezen, en dus de reflexen spoedig zullen verdwijnen.

Eene combinatie van de eerste en tweede methode scheen wel goede praeparaten te kunnen leveren; maar het is niet gemakkelijk te beoordeelen, of het sublimaat lang genoeg en toch niet te lang ingewerkt heeft. Ik heb daarom deze manier wel enkele malen gevolgd; maar meestal den voorkeur gegeven aan op de laatste wijze verkregen praeparaten.

Daar het van te voren te verwachten was, dat de reflexen na het ophouden van den bloedsomloop veel zwakker zouden zijn dan tijdens het leven, kwam het er op aan, de overige voorwaarden zoo te kiezen, dat men de grootst mogelijke reactie kon verwachten.

Nu was reeds uit de proeven van Kühne en Steiner bekend, dat donkeroogen gevoeliger zijn voor en grooter uitslagen geven bij verlichting dan lichtoogen.

Het lag dus voor de hand, op donkeroogen te experimenteeren.

Onder donkeroogen, donkerpraeparaten etc., versta ik in navolging van van Genderen Stort oogen

(praeparaten etc.) van dieren, die nadat zij eenige uren in helder diffuus daglicht hadden vertoefd, een half tot anderhalf uur in 't donker bewaard bleven.

Zoolang ik levende kikkers waarnam, was het niet noodig hen in het donker te praepareeren, daar men hen eenvoudig na het instellen eenigen tijd in het donker laat liggen.

Thans kon dit met het oog op de vergankelijkheid van het centrale zenuwstelsel niet meer geschieden, en moest dus bij het boven (blz. 15) beschreven zwakke roode licht worden gewerkt.

Was het praeparaat gereed, dan werd het eene oog afgeleid en het andere met de blz. 11 beschreven inrichting verlicht.

Daarbij werd er op gelet, of er ook licht waar te nemen was in de ruimte tusschen het afgeleide oog en het os frontoparietale. Daar er in deze ruimte zooveel halfdoorschijnend wit weefsel is, zou men hier altijd een lichtschemer moeten waarnemen, zoodra er eene merkbare hoeveelheid licht van het eene oog in het andere doordrong.

Deze schemer werd slechts een paar malen gezien, en dan was altijd aan te toonen, dat er licht langs het oog was gegaan, omdat het buisje niet goed voor het midden van de cornea stond of omdat voor kleine oogen een te groote ebonietring aan het einde der buis stond.

Het tweede lampje werd zonder buisje zoodanig geplaatst, dat het ten opzichte der electroden nagenoeg symmetrisch stond en diende alleen om na te gaan, of het oog nog wel op direct licht reageerde en tevens om eenigszins eene maat te hebben voor het afnemen van de gevoeligheid van het afgeleide oog.

Is het praeparaat eenmaal behoorlijk ingesteld, dan wordt de vochtige kamer dichtgeschoven en het tafscherm er voorgehangen.

Hieronder volgen de gemiddelden der op deze wijze verkregen cijfers voor tien praeparaten.

De geheele rij getallen vindt men in tafel XIII—XXII.

In kolom *A* der onderstaande tafel vindt men den uitslag bij verlichting van het niet afgeleide oog vóor, in kolom *B* den uitslag na het doorsnijden van den opticus. Kolom *C* geeft de waargenomen uitslag nadat de electroden tegen elkaar geplaatst waren; kolom *D* de verschillen tusschen *A* en *B*, dus het aandeel in de schommeling dat langs den opticus van het afgeleide oog werd opgewekt.

De uitslagen zijn positief gerekend als de aequator meer negatief wordt en zijn uitgedrukt in mM. van de schaalverdeeling.

Het aantal waarnemingen, waaruit de gemiddelden genomen zijn, varieert van 6 tot 10.

A. Vóor doorsnijding.	B. Na doorsnijding.	C. Inductie.	D. Verschil A en B.
+ 7,14	+ 2,37	+ 2,—	+ 4,77
+ 2,14	— 2,36	— 2,—	+ 4,50
+ inconstant	niets	—	—
+ 1,83	+ 0,50	+ 0,5	+ 1,33
+ 2,58	+ 0,93	—	+ 1,65
+ 3,83	+ 1,45	+ 1,—	+ 2,38
+ 1,89	+ 1,08	+ 1,—	+ 0,81
+ 0,86	+ 0,58	niet opgeteekend	+ 0,27
— 0,25	— 1,70	— 1,6	+ 1,45
+ 3,50	+ 1,06	+ 1,—	+ 2,44

Duidelijker nog dan deze gemiddelde waarden spreken de tabellen zelf, waar men herhaaldelijk ziet, dat

de kleinste waarde vóor de doorsnijding grooter is dan de grootste na de doorsnijding van den opticus.

Een eigenaardig geval is dat van proef 50 waarin toevallig de opticus wel even geknepen, maar niet doorgeknipt was. Ik merkte dit pas, toen ik, nadat ik mijne waarnemingen gesloten had, nazag of werkelijk de zenuw gekliefd was. Men vindt het geheel in tafel XXIII.

Vóor de (poging tot) doorsnijding van de gezichtszenuw was de gemiddelde uitslag + 5 bij snel dalende ruststroom. Daarna was de uitslag aanvankelijk nagenoeg 0 en steeg in 20 minuten tot + 5.

Men moet hier dus wel aannemen, dat de lichte kneuzing de geleiding in de zenuw tijdelijk heeft opgeheven, maar dat zij zich langzamerhand heeft hersteld.

Aan eene serie van licht-praeparaten, die ik onderzocht, vóór ik tot de donker-praeparaten overging, kon ik op een paar uitzonderingen na, waar ze zich op het laatst ontwikkelde (proef 35), geen duidelijk verschil voor en na de doorsnijding aantoonen. Wel was af en toe de schommeling voor de doorsnijding grooter dan daarna, maar dat was juist bij gevallen waarbij vrij groote inductie-invloeden in het spel waren, zoodat zij minder vertrouwen verdienen. In gevallen waarin de inductie geheel vermeden was, ontbrak meestal ook de reactie.

Dat de reflex bij lichtpraeparaten veel zwakker is dan bij donkerpraeparaten, blijkt volkomen duidelijk. Ik meen echter, dat men niet mag besluiten, dat de reflex bij lichtpraeparaten niet bestaat.

Dat de positieve schommelingen in de proeven op blz. 30 niet zeer groot zouden zijn, konden we van te voren verwachten.

Dat in enkele gevallen de reflexen zoo heel klein zijn, is daaraan te wijten, dat enkele kleinere exemplaren gebruikt werden, die eenige dagen in cylinderglazen bewaard waren.

Het bestaan der reflex kan echter veilig als bewezen aangenomen worden, daar het ondenkbaar is, dat een verschil dat door toeval ontstond altijd dezelfde richting zou hebben.

Hoewel het reeds uit de voorgaande proeven duidelijk is, dat de verkregen verschillen der uitslagen afhankelijk moeten zijn van eene werking langs den opticus, en hierbij doordringen van licht in het andere oog niet in 't spel kan zijn, — immers de voorwaarden voor het doordringen van licht in het afgeleide oog zijn na de doorsnijding minstens even gunstig als voor dien tijd, — toch kwam het ons gewenscht voor, een paar proeven te nemen, waarbij een andere prikkel dan licht op het niet afgeleide oog werd aangebracht. Het meest geschikt hiervoor achtten wij de chemische prikkels daar bij electrische altijd de stroomlissen en de unipolaire afleiding zich als dreigende spoken verheffen.

Daar echter chemische prikkels niet zonder eenige verlichting aan te brengen zijn, besloten wij in deze proeven de circulatie te behouden, en kozen voor het elimineeren van huid en slijmvliesstroomen de geconbineerde methode (blz. 28.)

Bij een gecurariseerden kikker, bij welken op deze wijze de huidstroomen zijn uitgesloten, wordt het eene oog evenwijdig aan den cornea-rand opengeknipt en lens en glasvocht verwijderd. Het andere oog wordt afgeleid met de eene electrode aan den aequator, de andere op de cornea.

Het praeparaat bevindt zich in een zwak verlichte kamer. De bulbusstroom wordt gecompenseerd en gedurende eenigen tijd zijne veranderingen waargenomen. Is hij nagenoeg constant geworden, of althans regelmatig dalende, dan wordt door den assistent een keukenzoutkristal in het oog gebracht en het effect hiervan afgelezen. Daarna wordt het kristal er weer uitgenomen en het oog met physiologische keukenzoutoplossing uitgewasschen.

Op deze wijze vonden wij, dat chemische prikkeling van de retina van het eene oog in het andere oog een positieve schommeling van den gewonen stroom geeft, die zich langzaam verheft en langzaam weer daalt.

Was voor de proef de gezichtszenuw van het afgeleide oog doorgesneden, of waren de hersenen vernietigd, dan vertoonde zich die schommeling niet, zoodat blijkt — wat a priori ook reeds onmogelijk scheen anders te kunnen zijn — dat geen directe irritatie van het netvlies van het afgeleide oog door diffundeerend keukenzout hierbij in het spel was.

Zoo werd bijvoorbeeld gevonden:

(Proef 70). Vrij groote gecurariseerde Rana esculenta; kophuid zoover mogelijk weggepraepareerd, de rest met sublimaat behandeld. Rechter oog geopend; linker oog afgeleid. Linker electrode aan den aequator, rechter aan de cornea. Aequator negatief.

De electromotorische kracht wordt van minuut tot minuut afgelezen (voor zoo verre geen magnetische invloeden de waarnemingen storen) en in Daniells uitgedrukt.

$10^h40'$	0,00372	$10^h46'$	0,00273
42′	0,00309	47′	0,00273
43′	0,00300	48′	0,00270
44′	0,00303	51′	0,00261
45′	0,00294	52′	0,00258

Thans wordt een keukenzoutkristal in het rechter oog gebracht:

$10^h52'15''$	0,00257	$10^h54'30''$	0,00270
30″	0,00256	55′—	0,00300
53′—	0,00258	30″	0,00312
30″	0,00260	56′—	0,00303
54′—	0,00265	57′—	0,00294

Er treden onregelmatigheden op.

Het kristal wordt er nu uitgenomen (hierbij werden de electroden iets verplaatst, waarna de electromotorische kracht 0,00225 was). Na uitwasschen werd de stroom weer regelmatiger en daalde hij door tot 0,00198, waarna hij tusschen 0,00195 en 0,00201 bleef schommelen.

Thans werd eerst keukenzout, later zwavelzuur op de huid gebracht; echter werd hiervan geen invloed op den bulbusstroom bespeurd: hij bleef schommelen tusschen 0,00198 en 0,00201.

Licht in het afgeleide oog (het aansteken van een lucifer) gaf nog een uitslag van 20 schaaldeelen.

(Proef 72). Eene groote Rana esculenta wordt gecurariseerd en als die van proef 70 behandeld. Linker oog afgeleid. Aequator negatief. De electromotorische kracht van den bulbusstroom werd met tusschenpoozen van ongeveer één minuut opgeteekend. Tijd niet genoteerd:

0,00495 — 0,00513 — 0,00516 — 0,00519 — 0,00522 — 0,00525 na eene langere pauze 0,00576 — 0,00576, toen werd zout in het niet afgeleide oog gedaan en

vertoonde zich na eene korte latente periode een snelle stijging: 0,00588 — 0,00591 — 0,00618 — 0,00639 — 0,00657. Hierop werd het kristal weggenomen en het oog met physiologische keukenzoutoplossing uitgespoeld; tijdens deze bewerking daalde de stroom weer: 0,00657 — 0,00633 — 0,00624 — 0,00621 — 0,00603 enz.

Opnieuw keukenzout in het oog gaf *geen* nieuwe positive schommeling; waarschijnlijk omdat de retina van het eerste zout te veel geleden had; zij was ten minste troebel geworden.

Ook in dit geval was van de huid op het oog geen reflex aan te toonen.

Dat de reactie in deze proeven veel langzamer verloopt dan bij verlichting van het oog, is geheel in overeenstemming met het verloop der reactie op chemische prikkels bij andere zenuwen; ook daar is de werking veel langzamer dan die van electrische of mechanische prikkels.

De laatste beide proeven bevestigen dus de voorgaande volkomen, en men mag dus voor bewezen houden, *dat er een door den galvanometer aan te toonen reflex bestaat van het eene oog op het andere, en dat die reflex door de gezichtszenuwen gaat.*

HOOFDSTUK IV.

Directe prikkeling van den nervus opticus.

Waar het aldus gelukt was, een centrifugale werking van de gezichtszenuw aan te toonen, lag het voor de hand, eenige proeven over direkte prikkeling van den nervus opticus te nemen.

Hiertoe werd van de op bladzijde 17 beschreven inrichting gebruik gemaakt.

Voor de proeven over chemische prikkeling werden de naalden uit het statiefje weggelaten.

De afleiding geschiedde steeds met eene electrode aan de cornea en eene dicht achter den geometrischen aequator.

Wanneer de stroom rustig daalde of constant was, werd geprikkeld en het effect nagegaan.

Wij zullen met de proeven over chemische prikkeling beginnen. Deze vallen in twee groepen, n.l. die op geëxstirpeerde oogen, en die op kikkers waarbij het chiasma door opening van het schedeldak was bloot gelegd. Bij deze proeven werden lichtpraeparaten gebruikt en was het praeparaat in een matig verlicht vertrek. De assistent zat in het zijvertrek voor de geopende vochtige kamer, terwijl de deur half open stond. Als prikkels werden gebruikt kleine keukenzoutkristallen, suikeroplossing, glycerine en alcohol.

De oplossingen werden met een fijn penseel op de zenuw gebracht en gezorgd, dat er slechts zoo weinig vocht aan het penseel was, dat het op de vochtige huid slechts een druppeltje ter groote van een kleinen speldenkop achterliet. Daar de resultaten der prikkeling nog al uiteenloopende zijn, deel ik ze wat uitvoeriger mede.

De schommeling wordt positief gerekend, als de aequator meer negatief wordt; de nummers zijn die vàn het protocol.

[56] Electrodenstroom 0,00024 D — linker electrode negatief.

Groot exemplaar van Rana esculenta. Bulbus van spieren ontdaan. Linker electrode aan den aequator; aequator negatief.

Om sneller te experimenteeren werd slechts zoover gecompenseerd, dat de scala in het veld van den kijker bleef. De electromotorische kracht bleef tijdens het onderzoek tusschen 0,00600 en 0,00240 D. De aequator is negatief. Aanvankelijk daalt de stroom sterk, later langzamer. Zoodra de daling langzaam en regelmatig geworden is, wordt een klein keukenzout-kristal op den opticus-stomp gelegd.

Hierbij treedt eene positieve schommeling (+ S) van 15 schaaldeelen op en blijft de stroom sterker dan te voren; uitwasschen doet hem weer dalen. Op het opleggen van een nieuw kristal volgt weer eene + S, kleiner dan de vorige. Na eenigen tijd treden onregelmatige schommelingen op, die door uitwasschen voor een regelmatig dalen van den stroom plaats maken.

[57] Vrij groot exemplaar van Rana esculenta. De bulbus gepraepareerd als de voorgaande. Aequator ne-

gatief. Toen het dalen van den stroom langzaam en regelmatig geworden was, werd een keukenzoutkristal op het uiteinde van den opticus gelegd. Na een latente periode van ± 1 Sec. eene + S (25 schaaldeelen). De spiegel gaat slechts enkele schaaldeelen terug. Na wegnemen van het kristal en afwasschen daalt de stroom aanvankelijk snel tot beneden de waarde, die hij voor de prikkeling had, daarna langzaam en regelmatig als in het begin.

Een tweede kristal geeft weer + S (9 schaaldeelen), bij langer liggen onregelmatige schommelingen, die voor uitwasschen wijken.

Een derde kristal geeft geen + S meer; maar geeft snel aanleiding tot onregelmatige schommelingen, die na uitwasschen ophouden.

[60] Electrodenstroom = 0.

Groot exemplaar Rana esculenta. Linker oog gepraepareerd en afgeleid.

Cornea negatief, electromotorische kracht van den bulbusstroom 0,00276. Suiker geeft + S (30 sc). Na uitwasschen keert de stroom om.

[61] Electrodenstroom = 0.

Rechter oog van denzelfden vorsch.

Aequator negatief.

Electromotorische kracht van den ruststroom (E) = 0,00213; glycerine op den opticus — S (200 sc), daarna sterke schommelingen.

Uitwasschen: de rust hersteld.

E = 0,00120. Glycerine op den opticus: — S (220 sc), daarna langzaam terug. Uitwasschen.

E = 0,00000. Glycerine op den opticus: + S (100 sc) Stroom blijft eenigen tijd stijgen. Uitwasschen.

E = 0,00006. Aequator negatief; glycerine op den opticus heeft geen effect meer.

[62]

Groot exemplaar Rana esculenta. Linker oog geëxstirpeerd en afgeleid. Aequator negatief.

E = 0,00555. Glycerine op den n. opticus geeft — S (15 sc). Praeparaat afgespoeld in physiologische keukenzoutoplossing.

E = 0,00225. Glycerine op den n. opt.: + S (80 sc), praeparaat afgespoeld in physiol. keukenzoutoplossing.

E = 0,00213. Glycerine op den n. opt.: + S (30 sc) hierna wordt weer afgespoeld en glycerine op de sclera op eenigen afstand van den opticus gebracht.

Na een niet zeer korte latente periode — S: (300 sc) (langzaam). De electroden worden nu tegen elkaar gezet.

E = 0,00126. Glycerine op de electrode geeft een uitslag van 15 sc.

[63] Nieuwe longspitsen opgezet, electrodenstroom = 0. Rechter oog van denzelfden vorsch, op dezelfde wijze behandeld. Aequator negatief.

E = 0,00690. Glycerine op den opticus: — S (15 sc); afgespoeld.

E = 0,00501. Glycerine op den opticus: — S (20 sc); Glycerine op de sclera: — S (170 sc) zeer langzaam en met vrij groote latente periode. Praep. afgespoeld, electroden tegen elkaar: E = 0,00000. Het oog weer ingesteld.

E = 0,00390. Alcohol op den opticus: + S (45 sc). Alcohol op de sclera + S (40 sc).

Daar de verschillende uitslagen zoo sterk uiteen loopen, scheen het wenschelijk de plaats, waar op de sclera de prikkel werd aangebracht ten opzichte van de

electroden aan te geven, om te zien in hoeverre deze van invloed is op het resultaat op den galvanometer. Wij hielden ons hierbij streng aan het opbrengen van zoo weinig vloeistof, dat deze niet door het vormen van een laagje om den oogbol, een verandering in de nevensluiting, die door de vochtige oppervlakte van het oog gevormd wordt, kon geven. Ik geef van deze proeven (64—69) een tabellarisch overzicht, daar dan gemakkelijker een heerschende regelmaat kan worden opgemerkt.

In Fig. 2 zijn P en P_1 de afleidende electroden punten; a en b de plaatsen waar geprikkeld werd.

Nummer van de proef.	Ruststroom E.	Stof waarmede werd geprikkeld.	Prikkeling van den Opticus.	Prikkeling van de sclera bij a.	Prikkeling van de sclera bij b.
64	0,00606	glycerine	—7 (blijft lager)	geringe daling	—9, stijgt weer
	0,00432	»	sneller stijgen	—8	+4
	0,00390	»	+5	—15	+8
65	0,00699	»		+20	—16
		»		+ 22 daarna aanzienlijke stijging door daling gevolgd	
	0,00642	»	versneld dalen		—8
	0,00693	»	stroom daalt	—30 met +5 voorslag	+10 snel dan langz. tot +180
66	0,01320	suiker	—17 met +5 voorslag	+8	—11
	0,00752	»	+5	+5	—7
		»	—12 met +3 voorslag		
67	0,00540	»	+3	+22 stijgt nog langzaam na	niets
68	0,00960	alcohol	+13	—20	+9
		»		—15	
	0,00585	»	+12	+3	—5 met +4 voorslag
		»	+8 daarna —5	—	
69	0,01005	»	+8 » —6	+8	+14
		»	+12 » —4		
	0,00612	»	—20 met +7 voorslag	+3	+10

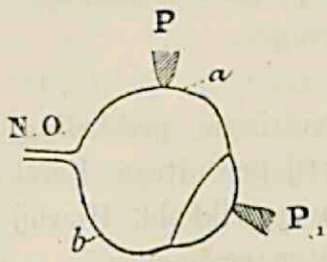

Fig. 2.

In één proef werden de beide plaatsen van prikkeling tusschen de electroden genomen: de eene dicht bij P de andere nabij P_1; de uitslagen waren hierbij in denzelfden zin (— 15 en — 10) en tegengesteld aan die van prikkeling van den opticus.

Daar bij deze proeven, omdat de opticus zoo kort is, altijd nog gedacht kan worden, dat bij het prikkelen van de oogzenuw een beetje van de stof, waarmee geprikkeld werd, op de sclera gekomen is, hebben wij nog een paar malen het chiasma nervorum opticorum blootgelegd en dit geprikkeld met keukenzoutkristallen.

Hierbij vonden wij tweemaal eene positieve schommeling van den stroom, beide met een latente periode van ongeveer twee secunden. In 't eene geval bedroeg de uitslag 60 (proef 71), in 't andere 30 schaaldeelen (proef 72).

In de derde proef (74) daalde de aanvankelijk zeer langzaam afnemende stroom na het opleggen van het kristal plotseling zeer sterk, keerde om, en steeg de kracht van den omgekeerden stroom zelfs tot 0,00753, terwijl die van den normalen stroom te voren 0,00180 was. De pupil was in dit geval zeer wijd. Het oog gaf bij invallend licht de normale schommeling.

Bij deze proeven is het niet denkbaar, dat directe werking van het zout op de retina plaats heeft, daar het stuk van den vertikalen schedelwand, dat blijft staan, het onmogelijk maakt, dat het zout zich in de richting van het oog verplaatst, behalve door diffusie in de weefsels, en de snelheid van dit proces te klein

is, om in zulk een korten tijd een prikkelende hoeveelheid zout in de retina over te brengen.

Eindelijk iets over directe electrische prikkeling. Ook hier loopen de resultaten vrij ver uiteen. Eerst werd met enkele inductie-slagen geprikkeld. Hierbij werden over 't algemeen deze wetten gevonden:

1°. De openingsslag werkt sterker dan de sluitingsslag.

2°. Volgen eenige slagen elkaar vrij snel op, dan versterken zij elkanders werking.

Ik wil hier slechts enkele waarnemingen citeeren, voldoende om een voorstelling van de feiten te geven. De nummers tusschen haakjes zijn die uit het protocol. Alleen proeven waarbij geen inductie in 't spel was zijn medegedeeld. + beduidt een versterking, — een vermindering van den normalen bulbusstroom.

[51] Het oog is geïsoleerd, de naalden staan in den opticus vlak bij elkaar op 1 mM afstand van den bulbus.

Rolafst.	60 mM.	sluitingsslag:	geen effect;	openingssl.		+ 10
„	60 „	„	„	„	„	+ 9
„	70 „	„	„	„	„	+ 6
„	50 „	„	— 1		„	+ 15
„	40 „	„	+ 3		„	+ 21
„	60 „	„	— 1		„	+ 9

[53]

Rolafstand	40 mM.	sluitingsslag:	+ 3;	openingsslag:		+ 23
„	50 „	„	+ 2		„	+ 21
„	50 „	„	+ 1		„	+ 20

Zeer dikwijls gaat aan de openingsschommeling een kleine negatieve voorslag vooraf.

Faradische prikkeling gaf o. a. de volgende resultaten:

Rolafstand 50 Faradiseeren geeft + 20, ophouden + 30
„ 70 „ „ + 33, „ + 22

Houdt de faradisatie lang aan, dan treedt een langzame daling van den aanvankelijk gestegen stroom tijdens het prikkelen op.

De snelheid, waarmede de prikkels op elkaar volgden, had een merkwaardigen invloed op de optredende schommeling.

Al dadelijk vond ik, dat, terwijl een matige frequentie der slagen een positieve verandering gaf, een grootere frequentie geen, een nog grootere een negatieve uitslag gaf.

Zoo vond ik b.v., door gebruik te maken van den tetanomotor, wiens beweging ik eenige malen registreerde, om ongeveer het aantal slagen te weten:

[54]

Rolafstand 110 mM. Enkele sluitingsslag geen effect. Enkele openingsslag geen effect. Faradiseeren met ± 30 openingen per sec + 20, na ophouden: terug tot 0.

Rolafstand 110 mM. Sluitingsslag niets. Openingsslag niets.

Faradiseeren met ± 30 openingen per sec. + 25, na ophouden: tot 0 terug.

Faradiseeren met ± 60 openingen per sec + 5, na ophouden: tot 0 terug.

Rolafstand 90 mM. Sluitingsslag niets. Openingsslag niets.

Faradiseeren met ± 30 openingen per sec. + 100
„ „ ± 60 „ „ „ niets
„ „ ± 40 „ „ „ + 90
daalt zeer spoedig tot 50.

Bij nog grooter aantal openingen (dat met den tetanomotor niet met zekerheid te verkrijgen was en daarom

niet door registreeren bepaald kon worden, ging de uitslag in een negatieve over.

Zoo ook in proef 53.

Geringe frequentie: + 25.

Frequentie ± 60: + 5.

Zeer groote frequentie — 50, met vrij groote latente periode.

Ik heb de vermelding van de proeven over electrische prikkeling tot het laatst bewaard, omdat ten opzichte van de centrifugale functie van den opticus dezen de minste bewijzende kracht toekomt. Bij de kortheid van den opticus bij kikkers is het zeer moeilijk vol te houden, dat in de retina geen stroomlissen komen, wanneer men een inductieslag door de gezichtszenuw voert.

Maar ook al neemt men bij deze proeven een direkte prikkeling van de retina aan, dan verdienen ze toch alleszins vermeld te worden. Doch hierover in het volgende hoofdstuk.

Tegen de proeven over direkte prikkeling van den opticus kan behalve de mogelijkheid van gelijktijdige prikkeling van het netvlies, die in enkele gevallen zeker uitgesloten is, nog een bezwaar worden ingebracht. Daar — ten minste bij kunstmatige prikkels — de zenuwen in beide richtingen geleiden, zal ook, al ware de opticus een zuiver sensitieve zenuw, een prikkel, ergens op haar aangebracht, naar het oog worden voortgeleid.

Beschouwen we nu met Hermann de vezelzijde van het netvlies als „natürliche Längschnitte", de staafjeszijde als „natürliche Querschnitte" der opticusvezelen, dan is te verwachten, dat van uit den opticus

eene schommeling kan opgewekt worden van den retinastroom.

Hoe echter bij deze beschouwingswijze het feit kan verklaard worden, dat de schommeling van teeken kan veranderen bij verandering van den vorm van den prikkel, ja zelfs bij dezelfde prikkelingswijze, is mij een volkomen raadsel.

Mijns inziens gaat het dan ook niet aan, den samengestelden bouw van het netvlies met een rij evenwijdig gerangschikte enkelvoudige zenuwvezelen te vergelijken.

Waar wij zoovele gangliëncellen ontmoeten, en de overgang van de vezel in de cel volstrekt geen eenvoudige is, hebben wij geen recht a priori aan te nemen, dat in deze organen de geleiding in beide richtingen zoude plaats kunnen hebben; vooral niet, waar wij weten, dat bij prikkeling van den spier geen stroomschommeling in de innerveerende zenuw is aan te toonen, en dat in den reflexboog (door het ruggemerg) de richting van het geleidingsproces niet omkeerbaar is.

Of echter aan de verschijnselen, in dit hoofdstuk behandeld, een centrifugale functie van den opticus beantwoordt, kan eerst door vergelijking met andere proeven blijken.

HOOFDSTUK V.

Besluit.

Waar ik thans aan het einde van de mededeeling mijner proeven gekomen ben, zij het mij vergund, nog even een blik terug te werpen op wat wij behandelden.

Men verwachtè niet, dat ik hier zal trachten, de gevonden uitkomsten tot een geheel te vereenigen, of eene theorie op te stellen, op mijne proeven gebaseerd. Integendeel, wanneer ik het voorgaande herlees, en mijne protocollen telkens weer doorzie, dan lokt mij niets tot vereenigen, en komt veeleer steeds weer het idee in mij op, dat de lezer zal vragen: multa — an multum?

Het is met de vragen aan wier oplossing wij werken als met het arbeidsvermogen; men kan het omzetten in andere vormen, men kan het splitsen; maar vernietigen kunnen wij het niet. Als wij meenen een vraag opgelost te hebben, hebben wij er slechts twee of meer andere voor in de plaats gesteld.

Wij kunnen onze wetenschap als een kleine kern in het oneindige, dat wij niet weten, beschouwen; bij elken stap, dien wij voorwaarts doen in het onontgonnen gebied, wordt het te doorzoeken veld grooter.

Vatten wij kort samen, wat wij in het voorgaande

behandelden, en knoopen we er een enkele beschouwing aan vast.

In de eerste plaats vonden wij een merkwaardig verband tusschen netvlies en huid.

De huidstroom ondervindt een sterken invloed bij het invallen van licht in het oog. Terwijl het licht op de huid zeer weinig invloed heeft.

Dit verschijnsel zou in hooge mate onze verwondering gaande maken, als wij niet wisten, dat de hoofdbron van de electrische verschijnselen, die wij in de huid waarnemen, in de huidklieren moet worden gezocht. Het is toch bekend, dat de met de secretie der huid in verband staande stroomen door zeer vele omstandigheden wijzigingen ondergaan. Zoo werd b.v. door Tarchanoff [1]) gevonden, dat vermeerderde hersenarbeid bij den mensch met eene versterking der huidstroomen in den thenar gepaard gaat. Bij den kikvorsch ontstaan contracties der huidklieren en in verband daarmede sterke schommelingen der huidstroomen uiterst gemakkelijk langs reflectorischen weg, b.v. door mechanische, electrische, thermische of chemische prikkeling van verwijderde plaatsen der huid. [2]) Waarom zou dan verlichten van het oog, dat toch zeker een versterking van de werkzaamheid in de hersenen ten gevolge heeft, geen invloed op deze stroomen hebben?

Een directen invloed van verlichting van de huid

---

1) Archiv. f. d. ges. Physiol. etc. von E. Pflüger. Bd. 46, 1890, blz. 46.

2) *Th. W. Engelmann*, de huidklieren van den kikvorsch. Onderzoek. phys. lab. Utrecht. III. R. I. blz. 220 vlg. 1872. — Ibid. II. blz. 42 vlg. 1873.

kan men verwachten, voor zooverre men aan de pigmentcellen een aandeel in de huidstroomen toeschrijft. De rangschikking dezer cellen schijnt mij echter niet te eischen, dat hunne stroomen elkaar versterken; en het blijft dus de vraag, of zij wel een belangrijke rol bij het ontstaan der huidstroomen spelen. De uiterst geringe invloed van directe verlichting van de huid op de huidstroomen pleit er evenwel niet volstrekt tegen, daar volgens de proeven van Sir Joseph Lister [1]) de pigmentcellen van het oog uit (reflectorisch) een sterker werking ondervinden dan bij directe verlichting. Ook worden wij onwillekeurig herinnerd aan de kleursveranderingen bij sommige vischsoorten [2]), die eene kleur aannemen overeenkomstig met die van den grond, waarboven zij zich bevinden. Enkele individuen vond G. Pouchet onafhankelijk van de kleur van den bodem, en deze bleken blind te zijn. Dus ook hier de invloed van het licht op de huid reflectorisch door het oog, niet direct.

Waarom zich beide oogen in onze proeven zoo vaak verschillend gedroegen, blijft ondanks de op blz. 23 gegeven poging van verklaring raadselachtig. En het zou zeer de moeite waard zijn, eens nader te onderzoeken of werkelijk deze verhoudingen blijven bestaan, als men de toevallige invloeden beter beheerscht, dan ik tot nog toe heb gedaan. Ware dit het geval, dan zou men evenzeer rechtsche en linksche vorschen moe-

---

1) *Jos. Lister*, Philos. Transact. Vol. 148. blz. 627. London. 1859.

2) *G. Pouchet*, Compt. rend. T. 72. blz. 866. 1871. — Journ. de l'Anat. et de la Physiol. par Robin. T. 8. blz. 71. 1872, — Ibid. blz. 401. — Ibid. T. 10. blz. 558. 1874. — Wiener med. Jahrbücher. I. blz. 42. 1874.

ten onderscheiden, als men rechtsche en linksche menschen heeft.

In de tweede plaats vinden we eene reflex van het eene oog op het andere door de beide optici.

Het bestaan van soortgelijke reflexen wordt nog niet algemeen erkend. Nog altijd houden sommigen aan de uitsluitend sensitive functie vast. Onlangs nog deelde Fick [1]) een aantal proeven mede om het eenige feit, dat het aannemen van een geleiding in de richting naar het oog toe noodzakelijk maakt — n.l. de door Engelmann gevonden reflex van het eene oog op de pigment- en kegelbeweging in het andere — tegen te spreken.

Fick schrijft, zooals in onze inleiding reeds werd vermeld, het positieve resultaat, door E. verkregen, toe aan kleine hoeveelheden licht, die in het onderzochte oog waren doorgedrongen en op die wijze lichtstelling veroorzaakt zouden hebben. Volgens hem zou reeds het licht van een zeer zwakke natronvlam, als het een oogenblik inwerkt, lichtstelling ten gevolge hebben, die zich langzaam ontwikkelt, nadat het licht reeds verdwenen is en na ongeveer een kwartier haar maximum zou hebben bereikt.

Mij dunkt, a priori reeds moet men dit wantrouwen. Wanneer de kortstondige inwerking van een zoo geringe hoeveelheid licht, dat het aan onze waarneming ontsnapt, voldoende is om lichtstelling te geven, dan moet in de natuur (vooral bij die op het land levende dieren wier oogleden zeer doorschijnend zijn) altijd lichtstelling voorkomen. Ook in onze dichtstbewolkte win-

1) *A. E. Fick.* v. Graefes Archiv. l. c.

ternachten wordt het immers nooit volkomen donker op het veld; maar altijd kan men nog wel de grenzen tusschen boomen en lucht waarnemen.

Hoe men zich nu kan voorstellen, dat in de natuur een bewegingsorgaan zou ontstaan, wanneer de voorwaarden, waaraan zijne beweging gebonden is, nooit aanwezig zijn, is mij volkomen duister.

Trouwens uit de door Engelmann genomen controle-proeven, waarbij de opticus van het niet verlichte oog werd doorgesneden, en dan de beweging uitbleef, blijkt duidelijk genoeg, dat hier geen bij ongeluk doorgedrongen licht in het spel geweest is.

Waar het nu mij gelukt is, langs galvanischen weg een reflex aan te toonen van het eene oog op het andere, die door de gezichtszenuwen gaat, hebben wij *een nieuw bewijs voor de centrifugale leiding van den opticus*, en staat het door Engelmann gevonden feit niet langer alleen.

Thans iets over directe prikkeling van de gezichtszenuw. Wij bespraken de waarde van deze proeven als argument voor de centrifugale functie van den opticus reeds kort aan het einde van het vorige hoofdstuk. Ik houd het er echter voor, dat, al moge in enkele gevallen direkte prikkeling van de retina hebben plaats gehad, we toch meestal met geleiding langs den opticus te doen hadden.

Bijzonder opmerkelijk is het, dat de richting van de stroomschommeling nu eens positief dan weer negatief was, onafhankelijk van de stof waarmede werd geprikkeld. Met hoeveel omzichtigheid ook onze prikkels werden aangebracht, het wisselende bleef, en wij moesten dus de oorzaak in het praeparaat zelve zoeken.

Het eerst dacht ik aan de mogelijkheid, dat slechts een gedeelte van de opticusvezelen kon geprikkeld zijn, niet alle tegelijk.

Daar de vezelen van de gezichtszenuw zeer regelmatig gerangschikt zijn, en zij, op de lengtedoorsnede gezien, over grooten afstand evenwijdig loopen, is het waarschijnlijk, dat die, welke van een zelfden sector van het netvlies komen (de papilla nervi optici als centrum van verdeeling genomen), in den opticus in elkanders nabijheid blijven, en men kan zich dan voorstellen, dat aan prikkeling van een gedeelte van de dwarsche doorsnede van de gezichtszenuw een proces in een bepaalden sector van de retina beantwoordt.

Op deze wijze zou het mogelijk zijn, het wisselende van de richting der schommelingen te verklaren, daar aan de eene zijde van het oog de netvlieselementen juist omgekeerd staan dan aan de diametraal er tegenover liggende plaats. Ik nam daarom de proeven over directe prikkeling van de retina door de sclera heen, maar vond mijne vooronderstelling niet bevestigd, daar dikwijls bij prikkeling van diametraal tegenover elkander gelegene plaatsen de afwijkingen in denzelfden zin waren. Men moet dus wel aannemen, dat in de retina zelve de oorzaak van het wisselende in de richting der stroomschommelingen gelegen is.

Nader wordt dit bevestigd door de proeven over faradisatie van den opticus; waarbij wij zagen, dat, terwijl de plaats van prikkeling dezelfde bleef, de schommelingen toch verschillend teeken hadden in verband met de frequentie der inductieslagen.

Bij dit wisselende in het effect der prikkels, dringt zich onwillekeurig de voorstelling aan ons op, dat we hier niet met eene enkelvoudige bron van electro-

motorische krachten te doen hebben; maar dat er minstens twee moeten zijn, wier werkingen tegengesteld zijn. Nemen wij nog aan, dat deze bronnen ieder haar eigen latente periode hebben, en dat de prikkelbaarheid en de gevoeligheid voor eenen bepaalden vorm van prikkeling van de eene onafhankelijk zijn van de andere, dan is het duidelijk, dat nu eens de eene dan weer de andere grooter electromotorische kracht zal ontwikkelen, en dat de richting van den uitslag, dien wij aan den galvanometer waarnemen, hiervan zal afhangen of de eene dan wel de andere het krachtigst reageert.

De gecompliceerde bouw van het netvlies geeft ruimschoots plaats voor deze onderstelling, en zij lacht ons nog meer toe, daar zij tevens een verklaring geeft van een reeds vroeger waargenomen verschijnsel, dat tot nog toe, voor zoo ver mij bekend is, onverklaard bleef. Alle onderzoekers over retina- en bulbus-stroomen geven aan, dat de rustende stroom dikwijls omkeert (ik vond het zelf ook menigmaal), maar geen enkelen schijnt dit bijzonder getroffen te hebben. Toch is het een nagenoeg op zich zelf staand feit; — noch in spieren noch in zenuwen wordt ooit [1]) de dwarsche doorsnede positief tegenover de overlangsche; de stroom mag schommelingen vertoonen, zelfs tot nul zinken, *omslaan doet hij*

---

1) De zeldzame gevallen, waarin de kunstmatige dwarsche doorsnede van spieren zwak positief tegenover de natuurlijke overlangsche doorsnede gevonden werden (E. du Bois-Reymond, über das Gesetz des Muskelstroms u. s. w. Arch. f. Anatomie u. s. w. 1863. blz. 685) kunnen misschien door pathologische veranderingen aan de spieren veroorzaakt zijn. Het verschijnsel is later zelden teruggevonden; en bovendien was hier de dwarsche doorsnede van het begin af positief; er trad geen verandering van teeken op.

niet. Nemen wij echter twee tegengestelde stroomen in de retina aan, dan hangt het er slechts van af, welke de sterkste is, en heeft het omslaan van den stroom niets bevreemdends meer.

De invloed van het tempo der faradische prikkels wordt nu ook zeer begrijpelijk. Wanneer wij eene spierzenuw prikkelen met den faradischen stroom, dan zien wij, indien het aantal slagen per secunde stijgt, eerst tetanus optreden, die aanvankelijk bij stijgende frequentie sterker wordt, bij nog grooter aantal slagen spoedig (door vermoeid worden der spier) weer voor verslapping plaats maakt, terwijl wij eindelijk het stadium bereiken, waarin de spier op het faradiseeren juist zoo reageert als op eenen constanten stroom. Zoo zal waarschijnlijk ook het effect van faradisatie op ieder onzer electromotoren in de retina aanvankelijk met de frequentie stijgen, maar een maximum bereiken en dan weer dalen. Wanneer nu deze maxima niet op dezelfde plaats liggen, zal eerst de eene dan de andere den grootsten uitslag geven. Waar de beide krommen, die de effecten voor verschillende frequentie voorstellen, elkaar snijden zal geen uitslag worden waargenomen. Dat is in de beschreven proeven dus bij ongeveer 80 prikkels in de secunde.

Er is nog iets, dat voor den meervoudigen oorsprong van de electromotorische krachten in de retina pleit, maar dat ik hier slechts terloops kan aanstippen, daar ik het objectieve bewijs er voor niet kan leveren, omdat mij de middelen ontbraken mijne spiegelbeweging te registreeren.

Wanneer men herhaaldelijk de positieve schommeling bij direkte verlichting van het afgeleide oog waarneemt, kan men zich niet onttrekken aan de voorstelling, dat

de opstijgende tak van de lijn, die de spiegelbeweging zou weergeven, niet, zooals bij de enkelvoudige spiercontractie en bij de geprikkelde zenuw, een enkelvoudige kromme, maar een kromme met meerdere maxima is, wat er op schijnt te wijzen, dat wij ook hier niet met een enkelvoudig proces te doen hebben.

Door het primitive van mijne inrichting voor het aanbrengen van electrische prikkels en het regelen van hunne frequentie, heb ik slechts het bestaan van verschil in reactie bij verschillende frequentie kunnen constateeren, zonder nauwkeurige metingen te kunnen doen. Ik ben echter overtuigd, dat een meer omvangrijk onderzoek over dit punt van veel belang kan worden voor de physiologie der retinastroomen, daar door deze feiten een weg is gewezen om de verschillende galvanische processen verder van elkaar te isoleeren. Of bij deze proeven de opticus of de retina geprikkeld wordt, is uit dit oogpunt beschouwd van minder belang, daar het toch in beide gevallen processen in de retina zijn, die de stroomen geven, en het wisselen der richting van den uitslag ook bij direkte prikkeling van irritabele organen iets geheel nieuws is.

Ten slotte nog een paar opmerkingen van meer algemeenen aard:

Ik heb de beschrijving van de inrichting mijner proeven wat uitvoeriger gemaakt, in de eerste plaats om de betrouwbaarheid mijner waarnemingen beter te doen uitkomen, maar tevens om het anderen, die ze zouden willen herhalen, gemakkelijk te maken op den door mij ingeslagen weg voort te gaan.

De waargenomen schommelingen in den bulbusstroom

kenmerken zich allen door een langzamer verloop dan die, welke bij spieren of bij zenuwen waargenomen worden. Ook is de latente periode meestal grooter, soms zelfs vrij aanzienlijk. Dit geldt zoowel voor de reflectorisch als voor de direkt opgewekte schommelingen. Op grond van deze feiten mogen wij, naar mij dunkt, in deze schommelingen niet de uitdrukking zien van het perceptieproces in het oog. Immers wij moeten voor de processen bij het zien een groote snelheid postuleeren, om te kunnen verklaren, dat er slechts zoo korten tijd verloopt tusschen het invallen van licht en het waarnemen er van. Ook bij vorschen gaat dit zeer snel, zooals blijkt uit het feit, dat zij vliegende insekten met de tong kunnen vangen: de perceptie, de apperceptie en de innervatie der tongbeweging moeten dus geheel afloopen in den tijd, gedurende welken het insekt binnen hun bereik blijft. Veeleer voelen wij ons geneigd, om de oorzaak dezer stroomschommelingen voor een groot deel te zoeken in de motorische veranderingen, die het invallen en verdwijnen van licht in het oog te voorschijn roepen.

Wij kennen tot nog toe in de retina, behalve electrische, drieërlei processen, die onder invloed van het licht tot stand komen: photo-chemische, dat zijn de chemische veranderingen door licht in het staafjesrood teweeg gebracht; photo-mechanische, de bewegingen der kegels en van het pigment, en (photo)-apperceptorische, die de beweging doen ontstaan welke, langs de oogzenuw voortgeleid, in de hersenen als licht wordt gepercipieerd. De photo-chemische processen schijnen weinig invloed op de retinastroomen te hebben; althans in de proeven van Kühne en Steiner met op ijs bewaarde donkervorschen, bij welke het staafjesrood

niet gevormd wordt, waren de stroomschommelingen en de gevoeligheid van het netvlies niet merkbaar minder, dan bij gewone donkerkikkers.

Waar nu ook nog reden schijnt te bestaan, om de apperceptorische processen voor het grootste aandeel uit te sluiten, blijven ons alleen de photomotorische over.

De vooronderstelling, dat de motorische processen de hoofdbronnen zouden zijn der electrische verschijnselen, strookt zeer goed met hetgeen wij omtrent de bewegingsverschijnselen in de retina weten. We hebben hier toch met vrij langzaam verloopende bewegingen te doen, en de ervaring aan spieren en zenuwen heeft geleerd, dat indien wij de omstandigheden zoo regelen, dat de contractie en de geleiding vertraagd worden (b.v. door afkoeling) ook de electrische veranderingen langzamer worden. Bij de onwillekeurige spieren, die zich zeer langzaam contraheeren, hebben de actiestroomen een veel minder steil verloop.

Voor de reflectorische schommelingen kunnen wij moeielijk anders, dan motorische processen als oorzaak aannemen. Van een reflex op de photo-chemische is niets bekend, en bovendien hebben deze toch zoo weinig invloed op den bulbusstroom. Apperceptorische processen zijn a priori reeds hoogst onwaarschijnlijk, zooals wij reeds boven zagen, en bovendien pleit het volgende er tegen.

Men kan zich niet wel denken, dat een apperceptorisch proces in de retina plaats heeft, zonder dat dit (zoo althans de opticus intact is) aanleiding geeft tot lichtperceptie.

Om nu te bewijzen, dat geen lichtperceptie in het niet verlichte oog plaats heeft, dient de volgende proef.

In de donkere kamer werd een mijner gloeilampjes met het beschreven buisje, waarin een diaphragma met kleine opening gezet was, zoo opgesteld, dat de lichtbundel van het lampje wel mijn eene, maar niet mijn andere oog kon treffen, terwijl de stroomsleutel in mijn bereik was. Sloot en opende ik nu beurtelings den stroom, dan nam ik nooit een lichtschemer met het niet verlichte oog waar, ook niet, wanneer ik mijne convergentie veranderde, om te zien of misschien een locale lichtschemer (indien de reflex zich tot de correspondeerende punten van het andere netvlies mocht bepalen) door samenvallen met het reëele lichtbeeldje in het gezichtsveld bedekt werd.

Eindelijk meen ik, dat ook bij de verschijnselen, die bij direkte verlichting van het afgeleide oog worden waargenomen, den motorischen processen een groot aandeel toekomt.

Men kon geneigd zijn, in de positieve schommeling na het verdwijnen van licht de galvanische uitdrukking te zien van het zoogenaamde eigen licht van het netvlies, dat na verlichting altijd sterker is, en van de nabeelden, en haar dus als van apperceptorischen aard beschouwen. Dit is echter niet noodzakelijk. Integendeel! ik kan mij best voorstellen, dat het eigen licht en de nabeelden [1]) hunne verklaring vinden in de motorische verschijnselen, vooral in de beweging der kegels. Waar wij meenen voldoende gronden te hebben, om de apperceptie der lichttrillingen

---

1) Ik heb hierbij alleen de nabeelden in het donker op het oog, voor de nabeelden op matten grond kan de lichtprikkel van het fond het eigenlicht van de retina vervangen.

in de buitenleden te localiseeren, terwijl de kegelbeweging in de myoïden geschiedt, en we dus een contractie zien tot stand komen tusschen de plaatsen van apperceptie en die van perceptie, een contractie, die, van electromotorische processen vergezeld, in de geleidende stof zelve plaats heeft, kunnen we ons gemakkelijk voorstellen, dat bij die contractie een prikkel naar de hersenen wordt voortgeplant en daar als licht uitgelegd.

Stellen wij ons het ontstaan van nabeelden op deze wijze voor, dan is het duidelijk, hoe we positieve en negatieve nabeelden moeten krijgen. Het is een voor alle tot nog toe onderzochte irritabele elementen geldende regel, dat een niet te sterke korte prikkel een verhoogde prikkelbaarheid achterlaat, een langer in werkende of een heele sterke verminderde. Wanneer nu een beeld op de retina geworpen werd, dan zullen na het verdwijnen van het licht twee dingen mogelijk zijn: òf de prikkelbaarheid van de door het beeld getroffen vezelen is nog in het stadium van verhooging, zij reageeren dus sterker op de kegelbeweging dan de omgeving, en er ontstaat een positief nabeeld; òf zij is reeds in het stadium van vermindering, reageeren dus minder sterk dan de omgeving, en er ontstaat een negatief nabeeld. Voor kleuren geldt hetzelfde (zoo men slechts op de complementaire let), alleen is het oog voor kleuren spoediger vermoeid dan voor licht, en ontstaan dus spoediger negatieve nabeelden.

Ik acht echter den tijd nog niet gekomen, om op dergelijke hypothesen verder in te gaan. Er is nog veel te veel te onderzoeken, om nu reeds te trachten het gevondene te verklaren. Vooral zou dunkt mij het volgende in aanmerking moeten komen:

1°. Uitbreiding mijner proeven over reflexen van het eene oog op het andere op meerdere, vooral warmbloedige dieren.

2°. Het registreeren der electromotorische veranderingen in de retina zoowel bij direkte als bij reflectorische prikkeling.

3°. Nauwkeurige quantitative bepalingen over den invloed van de kleur van het licht, zoowel bij direkte als bij reflectorische prikkels; waarbij de intensiteit van het licht tevens gemeten wordt.

4°. Uitbreiding mijner proeven over directe electrische prikkeling van den n. opticus en van den bulbus.

5°. Bepalingen omtrent den invloed van temperatuur en van zenuwgiften op deze schommelingen.

Het eerste brengt zeer groote vivisectorische moeielijkheden mede en eischt veel oefening. Men moet natuurlijk, onder curare werkend, kunstmatige ademhaling onderhouden; de opticus is minder toegankelijk dan bij batrachiërs, en de huidstroomen zullen wel niet zoo gemakkelijk met volkomen zekerheid uit te sluiten zijn. Echter is het niet zoo heel onwaarschijnlijk, dat bij dieren, die associatie der beide oogen hebben, nauwer verband tusschen beide retinae bestaat en daarmee sterker reflexen.

Voor het registreeren zal waarschijnlijk de capillair-electrometer, zoo als zij door Lovèn beschreven wordt, het best geschikt zijn, daar de meniscus geen eigen schommelingen vertoont, zoolang de uitslagen niet al te groot worden. Men heeft dan nog slechts een camera met bewegend cliché aan den tubus van het mikroskoop te verbinden. Den capillair-electrometer gevoelig ge-

noeg te maken, zal voor een mechanicus wel niet zoo bezwaarlijk zijn.

Elke dezer onderzoekingen zal ongetwijfeld veel tijd en moeite kosten. Maar wij mogen toch hopen, op deze wijze een groote schrede verder te zullen komen in het nog zoo duistere gebied der physiologie van het netvlies.

Tabellen.

In de hier volgende tabellen zijn de volgende eenheden aangenomen:

De tijd is opgeteekend in uren en minuten.

De electromotorische krachten zijn gemeten in honderdduizendste deelen van de electromotorische kracht van een cel van Daniell.

De uitslagen bij verlichting zijn aangegeven in milimeters van de schaalverdeeling.

De correctie voor polarisatie der electroden is in de kolom aangebracht.

O. S. is het linker, O. D. het rechter oog.

Tabel I.

Groot exemplaar van Rana esculenta (proef 9) — heeft 24 uur in een oplossing van hydrobromas atropini vertoefd — pupillen wijd, ongevoelig voor licht.

Injectie van $^{5}/_{10}$ c.c. curare-oplossing [1]).

Linker oog gepraepareerd (volgens blz. 17) en afgeleid.

De polarisatie der electroden was te voren niet gemeten. De electromotorische kracht van den rustenden stroom is dus niet bekend. Hij steeg tot kort voor het einde der proef; toen daalde hij weer.

1) Voor alle injecties werd dezelfde oplossing gebruikt.

Tijd.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
	Licht.	Licht weg.	
2.35′	+ 13	terug tot 0	Verlichting O. S. geeft + 20 tot + 40. licht weg: geen + S, maar de daling is zeer langzaam.
2.40′	+ 12 daalt spoedig tot 8	„ „ 0	
2.50′	+ 12	— 2	
3.—	+ 10	— 5	
3.10′	+ 13	— 3	
3.20′	+ 18 daalt spoedig tot 12	— 3	
3.30′	+ 15 daalt tot 8	— 4	
3.40′	+ 20 „ „ 11	— 6	
3.50′	+ 18 „ „ 11	— 9	
4.—	+ 19 „ „ 14	— 8	
4.5′	+ 17 „ „ 11	— 9	

Tabel II.

Groot exemplaar van Rana esculenta (proef 15). Injectie $^{6}/_{10}$ c.c. curareoplossing.

Linkeroog op de beschreven wijze afgeleid. Kikker om 2.20 in 't donker.

Tijd.	Electromotorische kracht van den rustenden bulbusstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
2.25′	735	+ 70 daalt tot 57	terug tot 0	Verlichting O. S. geeft + 4 tot + 20. licht weg + 3
2.30′	603	+ 66 „ „ 32	— 20	
2.35′	507	+ 80 „ „ 56	0	
2.40′	438	+ 72 „ „ 50	0	vrij langzaam.
2.45′	459	+ 68 „ „ 47	0	bloedcoagulum v. O. S. verwijderd.
2.50′	1173	+ 72 „ „ 60	daalt tot + 20	
2.55′	1308	+ 80 „ „ 50	—	spontane schommelingen.

Tabel III.

Kleine Rana esculenta (proef 11) gecurariseerd; de kophuid met sublimaat stroomloos gemaakt, eene electrode aan den kop, eene aan het os sacrum. Intacte huid negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
2.5′	3528	+ 8	0	+ 3	+ 2	Reactie zeer langzaam.
2.15′	3618	+ 3	+zeer klein	+ 3	+zeer klein	
2.25′	3888	+ 2	+ „ „	+ 3	+ 4	
2.35′	4104	+ 3	+ 3	+ 4	+ 5	

Tabel IV.

Middelgroot exemplaar Rana esculenta (proef 12) injectie $^{7}/_{10}$ c.c. curare-oplossing.

Op den kop een plek met sublimaat behandeld eene electrode op deze plaats, eene op de rughuid.

Intacte huid negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
5.—	3045	— 20	?			
5.3′	3185			— 20	+ 5	Huid blijvend verlicht.
5.6′	3759	— S niet groot				stroom blijft stijgen.
5.10′	3990					licht weg. verlichting van de huid heeft geen effect.
5.13′	4095	— 22	0			

Tabel V.

Vrij kleine Rana esculenta (proef 13) injectie van $^{5}/_{10}$ c.c. curare-oplossing. Eene electrode op de met sublimaat behandelde kophuid, de andere op de intacte rughuid.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van de huid.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
2.35′	165	— 80	0	— 5	0	
2.40′	165	— 78	0	— 3	0	
2.45′	216	— 76	0	— 1	0	
2.50′	294	— 78	0	— 1.5	0	
2.55′	324	— 73	0	— 1.75	0	
3.—	384	— 74	0	— 2	0	

Tabel VI.

Vrij groot exemplaar Rana esculenta (proef 16) is den vorigen dag met $^{7}/_{10}$ c.c. curare-oplossing ingespoten.

Op den linkervoorpoot bij het elleboogsgewricht een plek met sublimaat behandeld.

Eene electrode op deze plek, de andere aan het uiteinde van den poot.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
12.35′	1715	+30 (15)	0	+4	0	De cijfers tusschen haakjes geven de plaats, waar het spiegelbeeld blijft staan.
12.40′	1550	+30 (17)	0	+8 (0)	0	
12.45′	1270	+30 (18)	0	+5	0	
12.50′	1070	+31 (20)	0	+11 (4)	0	
12.55′	845	+30 (15)	0	+11 (1)	0	
1.—	700	+32 (20)	0	+9	0	
1 5′	505	+31 (21)	0	+12 (4)	0	
1.10′	497	+32 (22)	0	+8 (2)	0	
1.15′	336	+32 (24)	0	+12 (6)	0	
1.20′	242	+29 (20)	0	+13 (7)	0	

De rechter voorpoot wordt nu op de zelfde wijze behandeld en afgeleid.

1.50′	966	+39 (18)	0	—	—	
1.55′	663	+28 (18)	0	—9	0	
2.—	522	+30 (18)	0	—8	0	
2.5′	450	+32 (22)	0	—11 (7)	0	
2.10′	282	+29 (20)	0	—13 (9)	0	
2.15′	201	+32 (23)	0	—14 (11)	0	

Bij de opening blijkt, dat het hart niet meer klopt.

Tabel VII.

Vrij groot exemplaar Rana esculenta (proef 18). Injectie 0.6 c.c. curare-oplossing. Beide voorpooten aan het boveneinde met sublimaat behandeld.

Linker voorpoot afgeleid.

De eene electrode aan den onderarm op intacte huid.

De andere op de met sublimaat behandelde plek.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
1.25′	7280	+ 10	0	+ 2	0	
1.30′	7434	+ buiten de scala	0	— 4	0	
1.35′	7742	+ „	0	+ 5	0	
1.40′	7854	+ „	0	— 3	0	
1.45′	8064			+ 4	0	
1.47′30″	8316			+ 5	0	
1.50′	8414	+ ver buiten de scala.	0			
Electroden aan den rechtervoorpoot, als boven.						
2.45′	2072	+ 58	0	— 3	0	
2.55′	2884	+ 60	0	— 5	0	
3.—	2940	+ 70	0	— 7	0	beide oogen eenigen tijd verlicht.
3.5′	335	—	—	—	—	licht weg.
3.10′	287	+ 60	0	— 10	0	
3.15′	245	+ 60	0	— 5	0	
3.17′30″	217	+ 64	0	— 4	0	
3.20′	224	+ 59	0	— 3	0	

Tabel VIII.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta. Injectie 0.7 c.c. curare-oplossing. Voorpooten met sublimaat behandeld en afgeleid als boven.

Linker voorpoot.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
12.10′	5138	+ buiten scala.	0	+ 4	0	
12.15′	5320	+ „	0	+ 8	0	
12.20′	5600	+ „	0	stijgt sneller	even stil	
12.25′	6258	+ „	0	+ 10	0	
12.35′	6426	+ „	0	?	0	

Bij het afleiden van den rechter voorpoot waren de stroomen bijzonder sterk, zoodat ze met éene cel niet te compenseeren waren, dat is dus grooter dan 0.4 Daniell. Misschien kwamen er hier spierstroomen bij door te diepe inwerking van het sublimaat.

De schommelingen zijn zeer groote voor O. D. buiten de scala voor O. S. 20 tot 30. beiden positief.

Tabel IX.

Vrij groot exemplaar van rana esculenta (proef 20). inj. 0.7 c.c. curare-oplossing. Voorpooten behandeld als boven.

Rechter voorpoot afgeleid.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
1.10′	2112	+ 240 (170)	0	niets	0	cf. tabel VI.
1.12′30″	2320	+ 240 (185)	0	— 5	0	
1.15′	2400	+ 240	0	— 1	0	
1.17′30″	2490	+ 225 (160)	0	— 3	0	
1.20′	2560	+ 220 (110)	0	— 2	0	
1.22′30″	2585	+ 225	0	— 1	0	
1.25′	2680	+ 234	0	— 2	0	
1.27′30″		+ 225	0	— 14	+ 5	

Linker poot afgeleid.

De stroom is niet te compenseeren, zelfs niet met twee cellen in den primairen keten.

Met eene hulpscala werd gevonden, dat verlichting van het rechteroog een sterke, verlichting van het linker bijna geen schommeling veroorzaakt.

Tabel X.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta (proef 76), nogal krachtig; vertoont echter de verschijnselen van

een in het begin van den zomer hier veelvuldig voorkomende ziekte, waarbij gangraen van de huid optreedt.

De behandeling is dezelfde als in de vorige proeven.

Linker poot afgeleid.

Tijd.	Electromot. kracht van den huidstroom.	Verlichting van het rechter oog.		Verlichting van het linker oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	Licht.	Licht weg.	
10.30′	3384					
10.33′	3528	even stil stijgt dan weer door	blijft stijgen	+ 10	0	
10.35′	3915	stijgt sneller		+ 11	0	
10.37′		— zeer klein	stijgt iets sneller	+ 12	0	
10.40′	4835	— 2	stijgt door	+ 20	0	

Tabel XI.

Rana esculenta — vrij klein exemplaar (proef 13). Injectie van 0,5 c.c. curare-oplossing.

Linker oog gepraepareerd en afgeleid. De vorsch is om 11.52 in 't donker gebracht.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
11.55′	— 39	+ 3	+ 2	Verlichting van O. S. geeft: + 20 licht weg: + 6.
12.—	+ 45	?	?	
12.5′	159	?	?	
12.10′	306	+ 0.5	+ 0.25	
12.15′	531	niet duidelijk	niet duidelijk	
12,20′	825	stijgt sneller	„	
12.30′	1410	„	„	
12.35′	1758	„	staat even stil	
12.40′	2139	+ 0.5	— 0.5	

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
12.45′	2358	+ 4	— 2	
12.50′	2387	+ 4	?	
12.55′	2826	+ 3	— 2	
1.—	3024	+ 5	— 2	Nervus opticus sinister doorgesneden.
1.35′	+ 21	— 20	—	
1.40′	+ 180	— 40	0	
1.45′	327	— 44	0	
1.50′	444	— 42	0	
1.55′	477	— 30	0	
2.—	477	— ?	0	
2.5′	582	— 42 (30)	0	
2.10′	609	— 41 (30)	0	
2.15′	765	— 43 (29)	0	Licht in O. S. geeft:
2.20	765	— 40 (26)	0	+ 11 (tot + 6). licht
2.25′	816	— 39 (26)	0	weg: geen of zeer
2.30′	900	— 42 (29)	0	zwakke + S.

Tabel XII.

Groot exemplaar van Rana esculenta (proef 20). Injectie van 0.7 c.c. curare-oplossing. Oogen als gewoonlijk gepraepareerd; linker oog afgeleid.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
2.25′	— 6	— 10	0	Licht in O. S. geeft: + 11 licht weg: + 5.
2.30′	+ 144	— 6	+ 2	
2.35′	+ 177	— 4	+ 3	
2.40′	+ 189	— 4	+ 2	
2.45′	+ 219	— 2	0	
2.50′	+ 252	— 1	+ 1	Nervus opticus sinister doorgesneden.
3.10′	— 9	— 22	0	
3.15′	— 30	— 20	0	
3.20′	— 39	— 21	0	
3.25′	— 48	— 18	0	Licht in O. S. geeft: + 10 licht weg: + 5.
3.30′	— 18	— 16	0	

Tabel XIII.

Groot exemplaar van Rana esculenta (proef 38) heeft eenige uren in het donker gezeten. Is daarna een half-uur in het licht geweest en ingespoten met 0.8 c.c. curare-oplossing, daarna weer in het donker terug gebracht en na ongeveer een half uur bij zwak roodlicht gepraepareerd (cf. blz. 15 huidvrije praeparaten zonder circulatie).

Linker oog afgeleid.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
1.10′.—	+ 150	+ 3	0	Licht in O. S. geeft: + 45 licht weg: geen + S.
1.12′30″	135	+ 4	0	
1.15′—	138	+ 2	0	
1.17′30″	114	+ 7	0	
1.20′—	99	+ 7	0	
1.22′30″	87	+ 8	0	
1.25′—	75	+ 9	0	Nervus opticus sinister doorgesneden.
1,35′—	99	+ 2	0	
1.40′—	120	+ 3	0	
1.42′30″	141	+ 2.5	0	Electroden tegen elkander. Verlichting van het rechter oog geeft: + 2; licht weg: niets.
1.45′—	150	+ 2	0	
1.47′30″	153	+ 3	0	
1.50′—	150	+ 2	0	
1.52′30″	150	+ 2	0	
1.55′—	144	+ 2.5	0	

Tabel XIV.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta. Donkerpraeparaat volgens blz. 15. (proef 40).

Linker oog afgeleid.

Waarnemingen met bepaalde tusschenpoozen konden niet worden gedaan door de vele storingen.

De compensatie werd daarom ook slechts nu en dan afgelezen.

Aequator positief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
4.20′	— 366	?	?	Licht in O. S. geeft:
4.30′	— 852	+ 1	stroom blijft stijgen	+ 4 licht weg: niets.
		+ 2	0	
		+ 2	0	
		+ 2.5	0	
		+ 3	0	
4.40′	— 993	+ 1.5	0	
		+ 2	0	
4.45′	— 1098	+ 2	0	
		+ 3	0	Nervus opticus sinister doorgesneden.
4.55′	— 633	— 1.5	0	
		— 2	0	
		— 3	0	Licht O.S. geeft: +3.
		— 3	0	Electroden tegen elkaar geeft: licht in O. D. — 2.5 licht in O. S. niets.
		— 1.5	0	
		— 2.5	0	
		— 3	0	

Tabel XV.

Middelmatig exemplaar van Rana esculenta (proef 43).

Praeparaat als boven.

Linker oog afgeleid.

Aequator negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
8.52′30″	120	+ 2	0	
8.55′	105	+ 2	0	
8.57′30″	—	+ 1.25	0	
9.—	105	+ 1.75	0	
9.2′30″	105	+ 2	0	
9.5′	111	+ 2	0	N. opticus sinister doorgesneden.
9.17′30″	96	0	0	Licht in O. S. geeft: + 5; licht weg + 2. Electroden tegen elkaar. Licht O.D. geeft: + 0.5.
9.20′	102	+ 0.5	0	
9.22′30″	111	+ 1	0	
9.25′		+ 0.5	0	

Tabel XVI.

Klein exemplaar van Rana esculenta. (proef 44.)
Injectie 0.7 c.c. curare oplossing.
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid — Aequator positief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
10.5′	— 330	+ 4	0	Licht in O. S. geeft: + 4 licht weg: 0.
10.7′30″	—	+ 2.5	0	
10.10′	— 351	+ 2	0	
10.15′	— 405	+ 3	0	
10.17′30″	—	+ 2.5	0	
10.20′	— 483	+ 1.5	0	N. opticus sinister doorgesneden.
10.30′	— 48	+ 1.5	0	
10.32′30″	— 15	+ 0.5	0	Electroden tegen elkaar: geen inductie.
10.35′	— 6	+ 0.75	0	
10.37′30″	+ 9	+ 1	0	

Tabel XVII.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta (proef 45).
Injectie 0.8 c.c. curareoplossing.
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator positief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
5.20′	— 393	houdt even op met stijgen	stijgt sneller	Licht in O. S. geeft: + 26. licht weg: 0.
5.22′30″		+ 0.5	0	
5.25′	— 555	+ 2.5	0	
5.27′30″	— 627	+ 1	0	
5.30′	— 708	+ 8 (5)	0	
5.32′30″	— 798	+ 8 (4)	0	
5.35′		+ 3	0	N. opticus sinister doorgesneden.
5.40′	— 210	+ 1	0	
5.45′	— 300	+ 1	0	
		+ 1.25	0	Electroden tegen elkaar. Licht O. D. geeft: + 1.
		+ 2	0	
		+ 1.5	0	

Tabel XVIII.

Vrij klein exemplaar van Rana esculenta (proef 46).
Gecurariseerd en gepraepareerd als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator positief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
7.55′	— 303	+ 2		Verlichting O. S. geeft: + 8; licht weg: + 3.
7.57′30″		+ 2		
8.—	— 324	+ 2		
8.2′30″		+ 1.75		
8.5′	— 345	+ 1.5		
8.7′30″		+ 2		
8.10′	— 348	+ 2		N. opticus sinister doorgesneden.
8.20′	+ 303	+ 1		Electroden tegen elkaar: licht O. D. geeft: + 1.
8.22′30″		+ 1		
8.25′	+ 312	+ 1.25		

Tabel XIX.

Klein exemplaar van Rana esculenta. Is eenige dagen in een cylinderglas bewaard (proef 47).
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
9.—	+ 78	+ 1	0	Licht in O. S. geeft: +6. licht weg: +1.
9.2′30″		+ 0.75	0	
9.5′	+ 75	+ 1	0	
9.7′30″		+ 1	0	
9.10′	+ 36	+ 1	0	
9.12′30″		+ 0.75	0	
9.15′	— 93	+ 0.5	0	
9.20′	— 168	+ 4	blijft staan	N. opticus sinister doorgesneden.
9.25′		+ 1	0	Electroden tegen elkaar. Licht O. D. geeft: + 0.5.
9.27′30″		+ 0.25	0	
9.30′	— 66	+ 0.5	0	

Tabel XX.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta (proef 48).
Injectie van 0.7 c.c. curareoplossing.
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
9.27'30"	+ 489	— 1	+ 1	Licht O. S. geeft: + 15; licht weg: + 3. De inductie is gecorrigeerd.
9.30'		+ 0.5	0	
9.32'30"	+ 435	+ 1	0	
9.35'		+ 1.5	0	
9.37'30"	401	+ 2	+ 1	
9.40'		+ 3	+ 1	
9.42'30"	341	+ 0.5	+ 1.5	
9.45'		+ 1.5	+ 1.5	
9.52'30"	684	— 1	0	
9.55'		0	0	
9.57'30"	567	+ 0.5	0	
10.		+ 1.25	0	Licht in O. S. geeft: + 16; licht weg: + 6.
10.2'30"	533	+ 1	0	

Tabel XXI.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta, (proef 49).
Injectie van 0.7 c.c. curare-oplossing.
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator positief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
3.40′	— 174	+ 3.5	0	Licht in O. S. geeft:
3.42′30″		+ 2.5	0	+ 9. licht weg: 0.
3.45′	— 99	+ 3	0	
3.47′30″		+ 2.5	0	
3.50′	— 48	+ 3.5	0	
3.52′30″	— 45	+ 6	0	N. opticus sinister doorgesneden.
3.57′30″	+ 222	+ 1	0	
4.—		+ 1	0	Electroden tegen el-
4.2′30″	+ 210	+ 1	0	kaar. Licht O. D.
4.5′	+ 237	+ 1.25	0	geeft: + 1.

N.B. Tabel XXII vervalt.

Tabel XXIII.

Vrij groot exemplaar van Rana esculenta (proef 50).
Injectie van 0.7 c.c. curare-oplossing.
Praeparaat als boven.
Linker oog afgeleid.
Aequator negatief.

Tijd.	Electromot. kracht van den ruststroom.	Verlichting van het rechter oog.		Aanmerkingen.
		Licht.	Licht weg.	
3.15′	+ 111	+ 4	0	Verlichting O. S.
3.20′	+ 48	+ 3	terug tot — 2	geeft: + 13.
3.22′30″		+ 4	„ „ — 1	
3.25′	+ 12	+ 2	„ „ — 2	
3.27′30″		+ 4	„ „ 0	
3.30′	— 18	+ 3	„ „ — 2	Getracht den n. opticus sinister door
3.37′30″	— 21	+ 0.75	„ „ 0	te snijden.
3.40′		+ 1	„ „ 0	
3.42′30″	— 132	+ 1	„ „ 0	
3.45′		+ 1.5	„ „ 0	Electroden tegen el-
3.47′30″	— 138	+ 2	„ „ 0	kaar. Licht O. D.
3.50′		+ 5	„ „ 0	geeft: + 0.75.

STELLINGEN.

I.

Van de mechanische verklaringen van het ontstaan van emphyseem is alleen die van het vicarieerend emphyseem houdbaar.

II.

Het mechanisme van den spildraai moet in den vorm der weerstand biedende weeke deelen, en het aangrijpingspunt der uitdrijvende kracht, niet in den vorm van het bekken gezocht worden.

III.

Psychiatrie worde onder de verplichte leervakken opgenomen.

IV.

Het is verloren arbeid eene theorie over het ontstaan van het percussiegeluid der longen te zoeken, zoolang niet de voortplantingssnelheid van het geluid in de long in verschillende omstandigheden bepaald is.

V.

De uitdrukkingen objective waarneming en objective redeneering zijn te verwerpen.

VI.

Bij het onderwijs in de anatomie voor aanstaande medici moet de topographie, niet de vergelijkende anatomie op den voorgrond worden gesteld.

VII.

Het opnemen van krankzinnigen in gestichten moest kunnen geschieden zonder verklaring van eenen rechterlijken ambtenaar.

VIII.

Het voorkomen van den habitus phthisicus bewijst niet, dat de thoraxvorm van de beginnende phthisis of het gemakkelijker verkrijgen van phthisis van den thoraxvorm afhangt.

IX.

De door Donders gewijzigde theorie van Young-Helmholtz verdient den voorkeur boven die van Hering.

X.

Het is de plicht van den medicus, die Hysterie behandelt, zoo hij de(n) patient niet volkomen isoleert, de omgeving zooveel mogelijk op de hoogte te brengen van den aard van dit lijden.

XI.

Bij het verwerven van immuniteit (door het doorstaan van eene infectie ziekte of door enting) speelt de eigenschap van het centrale zenuwstelsel, zich aan toxica te gewennen, eene niet onbelangrijke rol.

XII.

Het is niet bewezen, dat het plotseling gespannen worden der aorta- en pulmonaal kleppen geen belangrijke factor is bij het ontstaan van den tweeden toon.

XIII.

Bij het verrichten van gastrostomieën make men de fistel tusschen de kraakbeenige gedeelten van achtste en negende rib.

(Hahn).

XIV.

Er is geen enkel positief feit bekend, dat de wet der specifieke energieën tegenspreekt.

XV.

De orientatie in de ruimte steunt voor het grootste deel op het innervatiegevoel der oogspieren.

(Delage).

A