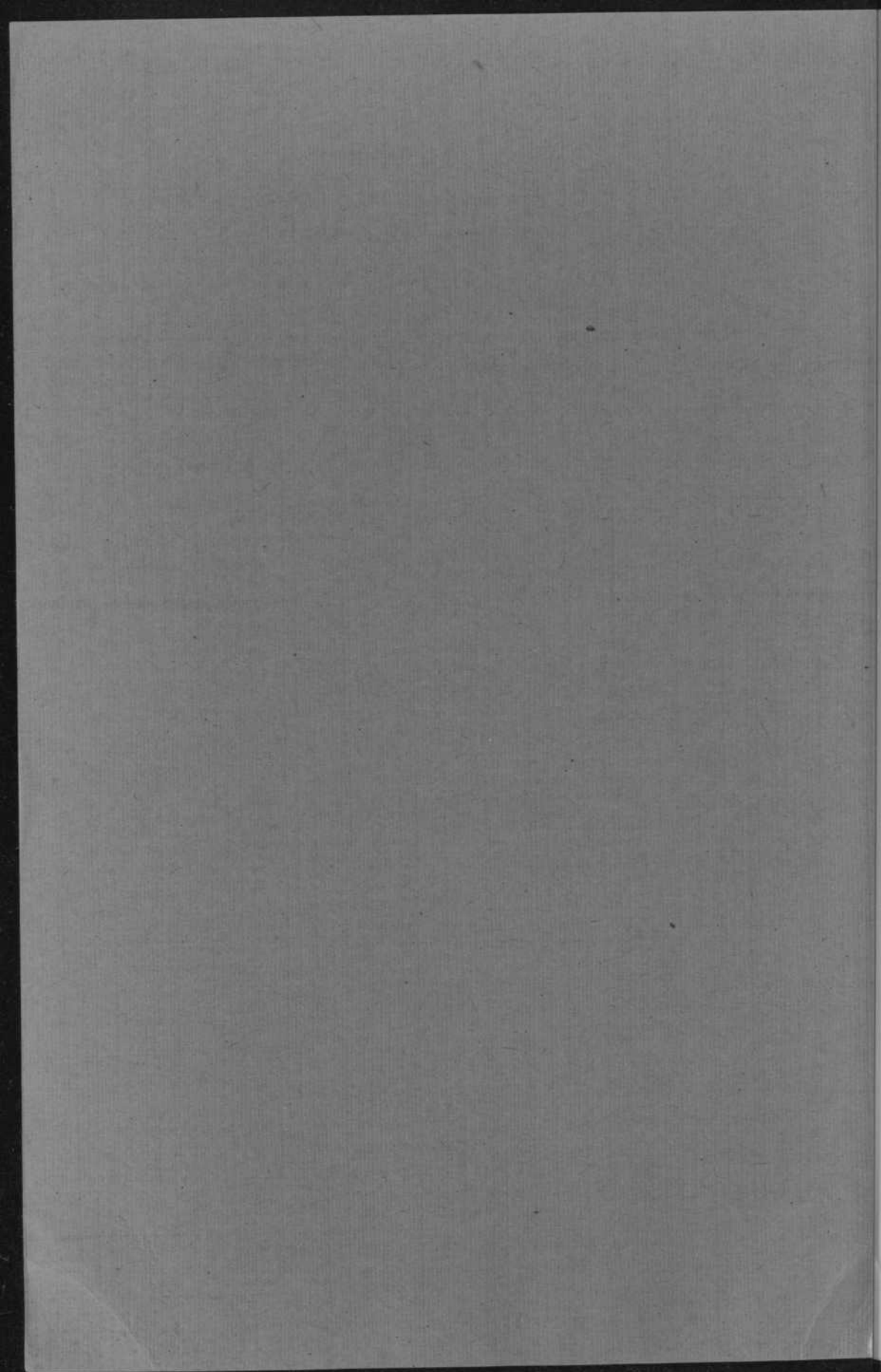
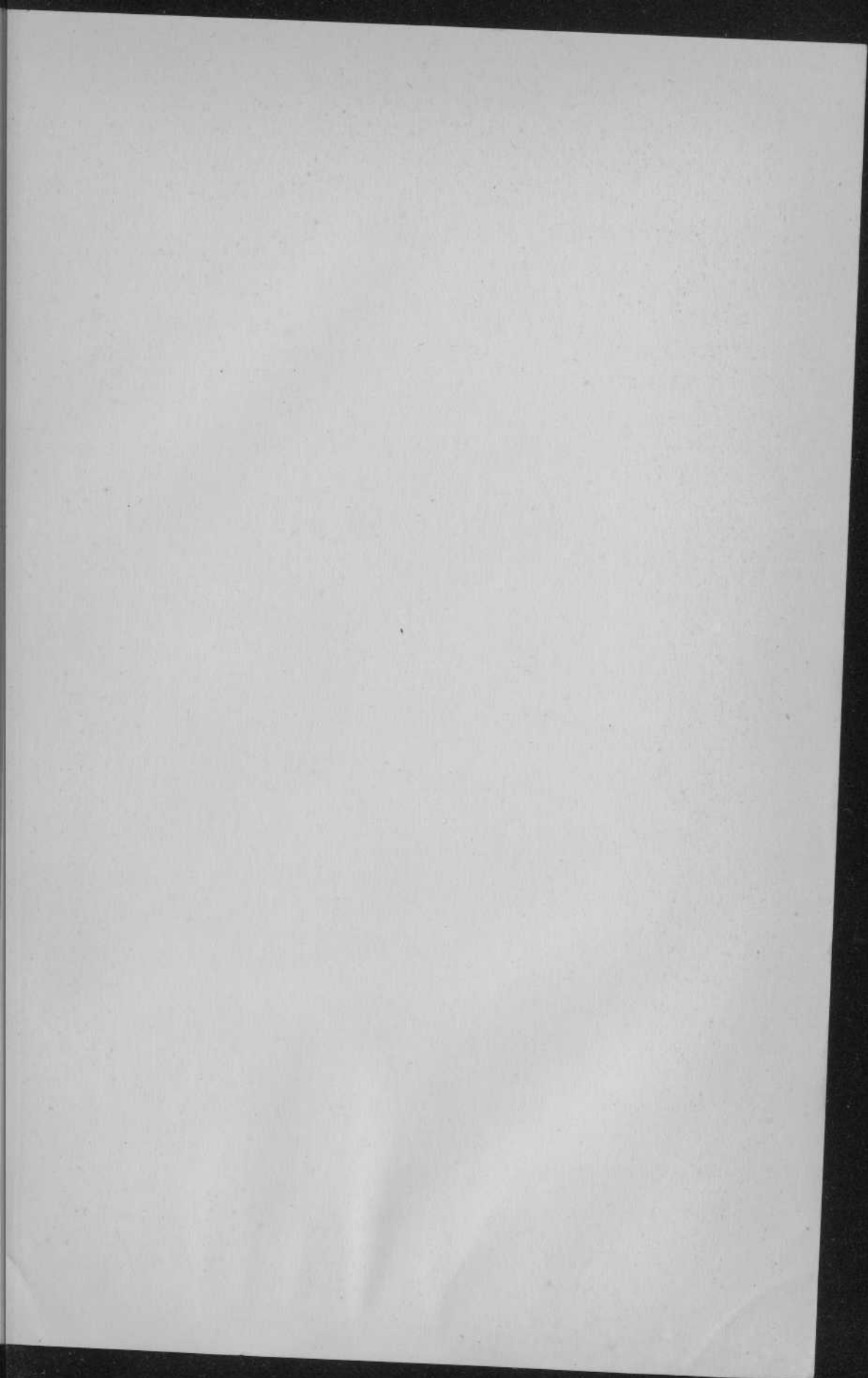


M. G. 2697

NYSTAGMOGRAPHIE TIJDENS
DRAAIBEWEGINGEN BIJ DEN MENSCH.

J. KUILMAN.







NYSTAGMOGRAPHIE TIJDENS
DRAAIBEWEGINGEN
BIJ DEN MENSCH.

N. V. BOEK- EN STEENDRUKKERIJ EDUARD IJDO. — LEIDEN

NYSTAGMOGRAPHIE TIJDENS DRAAIBEWEGINGEN BIJ DEN MENSCH.

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN
OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS
Dr. J. PH. VOGEL, HOOGLEERAAR IN DE
FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE,
VOOR DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE
VERDEDIGEN OP WOENSDAG 10 JUNI 1931,
DES NAMIDDAGS TE 4 UUR,

DOOR

JACOB KUILMAN,
GEBOREN TE NIEUWE NIEDORP.



N. V. BOEK- EN STEENDRUKKERIJ EDUARD LJDO — LEIDEN.

WEDERL. MAATSCHAPPIJ
TER BEVORDERING DER
GENEESKUNST

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1950

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1950

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij de welkome gelegenheid om U, Hoogleeraren, Oud-Hoogleeraren, Lectoren en Privaat-docenten van de Medische en Philosophische Faculteit der Leidsche Universiteit, te danken voor het van U genoten onderwijs.

Grooten dank ben ik U, Hooggeleerden VAN GILSE, verschuldigd voor de gastvrijheid, welke ik in Uw kliniek mocht ondervinden, en de royale wijze waarop Gij mij in de gelegenheid hebt gesteld mijne experimenten en het hiertoe benodigde instrumentarium naar eigen inzicht in te richten. Zeer te betreuren is het, dat een ernstige ongesteldheid U op het allerlaatst verhinderde promotor te zijn. Moge een spoedig en volledig herstel Uw deel zijn.

Niet minder geldt deze dank U, Hooggeleerden VAN DER HOEVE voor het feit, dat Gij bereid waart, ondanks den korten tijd van voorbereiding, als promotor op te treden.

Hooggeleerde TENDELOO, met dankbaarheid denk ik terug aan de jaren, waarin ik als Uw assistent in het Pathologisch Laboratorium werkzaam heb mogen zijn.

Ook aan U, Hooggeleerden KAN, ben ik grooten dank verschuldigd voor het feit, dat ik mij als Uw assistent heb mogen bekwamen in de keel-, neus- en oorheelkunde.

Zeergeleerde VAN ITERSON, Zeerervaren VAN GANGELEN, ik ben U ten zeerste erkentelijk voor het vele dat ik U te danken heb voor mijn vorming tot keel-, neus- en oorspecialist.

Dat Gij, Zeerervaren STRUYCKEN, mij in de gelegenheid hebt gesteld Uwe nystagmographische methode meer van nabij te leeren kennen, zal ik steeds met dankbaarheid blijven gedenken.

Zeergeleerde DE GROOT, de bewerking van het wiskundige gedeelte van dit proefschrift bracht mij Uwe lessen in dankbare herinnering terug.

Aan de heeren H. BROUWER Jr. en K. PIENA breng ik bij dezen mijn dank voor hunne trouwe hulp tijdens de proefnemingen.

INHOUD.

HOOFDSTUK I.

	Blz.
Inleiding	1

HOOFDSTUK II.

Historisch overzicht der nystagmographische methoden	16
I. Mechanische registratie	17
A. „Hebelnystagmographie”	18
B. Pneumatische overbrenging	21
C. Registratie bij geïsoleerde oogspieren	23
II. Optische registratie	24
A. Methoden waarbij een curve geschreven wordt	24
B. Kinematographische methoden	31
III. Registratie door middel van een galvanometer	33

HOOFDSTUK III.

Critische bespreking der nystagmographische methoden	36
Groep A. Methoden welke curven leveren waaruit slechts twee eigenschappen van den nys- tagmus af te lezen zijn	38
Groep B. Methoden, waarbij de curven behalve fre- quentie en richting tevens de amplitudo en de snelheid der oogbeweging kunnen weer- geven	43
Groep C. Methoden, waarbij uit de curven niet alleen frequentie, richting, snelheid en amplitudo, maar ook tot op zekere hoogte het verloop van de afgelegde beweging zijn af te lezen	45

HOOFDSTUK IV.

	Blz.
Instrumentarium	53
A. Over de wijze waarop de proefpersoon in verschillende standen moet worden gebracht . . .	53
B. Over de bevestiging van het registreertoestel . .	56
C. Over de constructie van het registreertoestel . .	61

HOOFDSTUK V.

Het lezen en analyseeren der curven	69
1. Bewegingen zonder rotatie	71
2. Bewegingen met rotatie	86
3. Raddraaiing	88

HOOFDSTUK VI.

Beschouwingen omtrent eenige moeilijkheden die zich bij het onderzoek kunnen voordoen	90
---	----

HOOFDSTUK VII.

Registratie van de tijdens draaibewegingen optredende oogreacties	104
Beschrijving der experimenten	104
Resultaten van het lezen en analyseeren der curven . .	110
Tabellen	115
Invloed van de draaisnelheid op den rotatienystagmus	122
Invloed van de compensatoire oogstanden op den rotatienystagmus	128
SAMENVATTING	140
LITTERATUUROVERZICHT	142
STELLINGEN	149

HOOFDSTUK I.

INLEIDING.

Een belangrijk onderdeel van het klinisch onderzoek van het vestibulair orgaan vormen de reacties der oogen op kunstmatige prikkeling der in het labyrinth zich bevindende zintuigelementen.

Deze oogreacties kunnen van tweeërlei aard zijn, en wel hetzij in den vorm van een verandering van den stand der oogen welke zoolang de prikkel duurt eenigen tijd dezelfde blijft, hetzij in den vorm van een serie heen- en weergaande bewegingen: den nystagmus.

De eerstgenoemde reacties treden op bij veranderingen van den stand van het hoofd, en kunnen, teleologisch gesproken, worden opgevat als een streven van het organisme den stand der oogen in de ruimte zooveel mogelijk te blijven behouden. De bedoelde reacties worden dan ook genoemd: compensatoire oogstanden. Bij den mensch is in dit opzicht slechts de verandering van den oogstand om de sagittale as van belang, de z.g. *raddraaiing*, welke optreedt bij zijwaarts neigen van het hoofd, en wel zoodanig dat de bovenpool van het oog zich

in tegengestelde richting verplaatst. Experimenteel is bewezen dat de compensatoire oogstanden in het labyrinth worden opgewekt, aangezien zij niet meer optreden na vernietiging van beide labyrinthen of na doorsnijden der Nn. acustici (HÖGYES, EWALD²⁸), BARTELS⁷), VAN DER HOEVE en DE KLEYN⁴⁰).

Reeds BREUER⁹) maakte onderscheid tusschen de door standsverandering opgewekte reflexen, en de bewegingsreacties. Voor de eerstgenoemde stelde hij de in den utriculus en sacculus aanwezige otolithen verantwoordelijk, voor de bewegingsreacties de halfcirkelvormige kanalen. Deze laatste reacties, welke ook aan de spieren van romp, hals en extremiteiten tot uiting komen, treden bij het oog op in den vorm van een langzame beweging, in hoofdzaak om dezelfde as als die van het hoofd, maar tegengesteld (langzame phase), meestal gevolgd door een snelle oogbeweging terug (snelle phase), in welk geval wij spreken van *nystagmus*.

Volgens de algemeen geldende opvatting wordt hierbij in de halfcirkelvormige kanalen een endolymphstrooming opgewekt, die de eigenlijke prikkel vormt, welke door de zintuigcellen wordt opgevangen. De halfcirkelvormige kanalen bevatten elk aan een hunner beide uiteinden een verwijd gedeelte, de z.g. *ampulla*. In den wand van elke *ampulla* bevindt zich een kleine verhevenheid, de *cupula*, welke de zintuigelementen bevat.

Behalve door beweging kan ook door thermische of door galvanische prikkeling van het vestibulair orgaan nystagmus worden opgewekt (resp. calori-

sche en galvanische nystagmus), terwijl onder pathologische omstandigheden nog andere ontstaanswijzen mogelijk zijn.

Algemeen wordt aangenomen dat de langzame en de snelle phase twee principieel verschillende reacties voorstellen, waarvan de wijze van het ontstaan niet voor beide hetzelfde is. De langzame phase bij den vestibulair nystagmus wordt als een echte labyrinthreactie opgevat, terwijl over het ontstaan van de snelle phase de meeningen verdeeld zijn. De richting van den nystagmus wordt aangeduid door de richting van zijn snelle phase.

Bij den nystagmus welke door ronddraaiende bewegingen van het hoofd wordt veroorzaakt, dient onderscheid te worden gemaakt tusschen de reactie *tijdens* het ronddraaien, en die welke na ingetreden stilstand van het hoofd plaats heeft. De richting van eerstgenoemde (de zoogenaamde „*Drehnystagmus*”, of *rotatienystagmus*) is gelijk aan de draairichting, die van laatstgenoemde is hieraan tegengesteld (z.g. „*Nachdrehnystagmus*” of *postrotatienystagmus*). Bij het stopzetten der ronddraaiende beweging ontstaat n.l. een plotselinge ommekeer van de richting van den nystagmus, en wel steeds tijdens een langzame phase.

Bij de klassieke „*draaiproef van Bárány*” bepaalt men den duur van den „*Nachdrehnystagmus*” na een zeker aantal ronddraaiingen, teneinde hieruit gevolgtrekkingen af te leiden aangaande de gevoeligheid van het vestibulair orgaan. Op grond van talrijke proefnemingen heeft BÁRÁNY ⁴⁾ (1906)

vastgesteld, dat een aantal van 10 ronddraaiingen, uitgevoerd in 20 seconden bij een rechtop zittenden proefpersoon het gunstigst is voor het ontstaan van „Nachdrehnystagmus”, welke hierbij den langsten duur heeft, en wel gemiddeld 40 seconden. De reactie tijdens het draaien blijft bij deze draaiproef dus geheel buiten beschouwing.

In latere jaren is door sommige onderzoekers er op gewezen, dat de draaiproef van BÁRÁNY eigenlijk een zeer grove methode vormt, aangezien op het te onderzoeken labirynth een prikkel wordt uitgeoefend, welke veel sterker is dan die waarop onder normale levensomstandigheden dit orgaan moet kunnen reageeren.

KOBRAK ⁶¹⁾ (1925) stelde voor, de gevoeligheid van het vestibulair orgaan te bepalen met z.g. „Rotatorische Schwachreize”, bestaande uit slechts weinige ronddraaiingen met geringere snelheid (3 à 4 seconden per omwenteling) en wel zoodanig uitgevoerd, dat men met één draaiing begint, vervolgens tweemaal ronddraait, driemaal etc., totdat men voor het eerst postrotatienystagmus ziet optreden.

Ook BÁRÁNY en BRÜNINGS hadden dergelijke onderzoekingen reeds ondernomen, KOBRAK bepleitte echter een meer algemeene toepassing hiervan voor klinische doeleinden naast de vanouds bekende draaistoelproef van BÁRÁNY.

In de meeste gevallen neemt volgens KOBRAK bij stijging van het aantal omwentelingen ook het aantal postrotatienystagmus-slagen zoodanig toe,

dat het na 2 maal ronddraaien 3 à 4 slagen bedraagt, na 3 maal ronddraaien 7 à 8 slagen etc. Er bleken in dit opzicht evenwel vrij groote individueele verschillen te bestaan.

Ook GRAHE (1924)³⁸⁾ bepleitte het onderzoek door middel van „Drehschwachreize”, welke echter op een geheel andere manier werden toegepast. Hij telde n.l. het aantal nystagmuslagen, dat tijdens een zeer korte ronddraaiende beweging (b.v. over een hoek van 90° in ± 3 seconden) optrad. Uit talrijke proeven bleek dit aantal gemiddeld 5 à 7 te bedragen. Bij normale personen is het aantal slagen bij draaiing naar rechts meestal evengroot als bij draaiing naar links. Door bij dezelfde proefpersonen bovendien de draaiproef van BÁRÁNY te verrichten en tevens calorischen nystagmus op te wekken, kwam hij tot de slotsom dat bij 54 van de 56 gevallen de „Drehschwachreiz” dezelfde uitkomsten gaf als de gebruikelijke onderzoeksmethoden van het vestibulair orgaan.

De waarneming van den nystagmus tijdens het ronddraaien gaat met bijzondere moeilijkheden gepaard,

1^o. doordat, indien de onderzoeker zich tegelijk met den proefpersoon laat ronddraaien (gelijk VON STEIN en BUYS deden) noodzakelijkerwijze ook bij den eerste een nystagmus zal ontstaan, waardoor hij in zijn waarneming wordt belemmerd.

2^o. doordat tijdens het ronddraaien van den proefpersoon optische indrukken moeten worden uitgeschakeld, aangezien deze eveneens nystagmus

kunnen veroorzaken. De z.g. *optokinetische nystagmus* („*Eisenbahnnystagmus*”) heeft met het labyrint niets uitstaande, en treedt op wanneer het oog een rij objecten langs zich ziet voorbijtrekken, hetgeen bijvoorbeeld het geval is bij iemand die door het venster van een treincoupé naar buiten kijkt tijdens het rijden. De snelle phase van den optokinetischen nystagmus slaat hierbij in een richting tegengesteld aan die van de voorbijtrekkende objecten. Indien iemand met open oogen op een draaistoel wordt rondgedraaid zal zoowel door de optische invloeden als tengevolge van den bewegingsprikkel een nystagmus ontstaan, met de snelle phase in dezelfde richting, en wel gelijk aan die waarin de ronddraaiende beweging plaats heeft.

Bij het gewone draaistoelonderzoek, waarbij alleen de postrotatienystagmus wordt onderzocht, is het voldoende den proefpersoon zijn oogen te laten sluiten tijdens het ronddraaien. Indien het er echter om gaat juist den „*Drehnystagmus*” waar te nemen is het noodzakelijk ervoor te zorgen dat, ondanks het uitschakelen van optische invloeden bij den proefpersoon, deze waarneming mogelijk blijft. BARTELS heeft met dit doel het gebruik van een soort van autobril met glazen van + 20 dioptrieën aanbevolen. Deze sindsdien algemeen bekende en veel gebruikte „bril van BARTELS” wordt den proefpersoon opgezet met een tweeledig doel: 1°. zijn gezichtsvermogen zoodanig te verminderen, dat hij niet kan fixeeren, 2°. den waarnemer in staat te stellen de oogbewegingen „onder de loupe”

waar te nemen. CEMACH en KESTENBAUM¹⁶⁾ wezen op het feit dat de bril van BARTELS weliswaar fixatie onmogelijk maakt, maar niettemin de waarneming van wazige beelden en overgangen van licht in donker niet uitsluit en dat deze reeds voldoende zijn om invloed uit te oefenen op den rotatienystagmus.

FRENZEL³⁴⁾ gaf een bril aan welke eveneens + 20 glazen bevatte, doch tevens voorzien was van z.g. „Innenbeleuchtung”: aan den binnenkant van den autobril waren kleine zaklantaarnlampjes aangebracht welke eenerzijds verblindend werkten op den proefpersoon, anderzijds diens oogen door goede belichting nog duidelijker zichtbaar maakten voor den waarnemer *). Ook demonstreerde³³⁾ hij in 1925 een vernuftig toestel, een z.g. „*Rundblicknystagmoskop*” waarmee de onderzoeker zonder zelf te moeten meedraaien den nystagmus tijdens rotatie van den proefpersoon kon waarnemen.

Bij den door GRAHE aangegeven „Drehschwachreiz” geschiedt het waarnemen van den nystagmus door palpatie met de vingertoppen op het gesloten ooglid.

Indien de proefpersoon hierbij niet op den draaistoel wordt geplaatst, maar wijdbeensch gaat staan terwijl de waarnemer het hoofd tusschen de handen vat en over een hoek van 90° ronddraait, is het noodzakelijk ervoor te zorgen, dat de schouders

*) Ook hiermede bereikt FRENZEL — zooals hij zelf erkent — geen volledige uitschakeling van het optische contact van den proefpersoon met de omgeving.

meebewogen worden, ter vermijding van hals-reflexen. Bewegingen van den hals kunnen n.l. invloed uitoefenen op den tonus der oogspieren (BÁRÁNY, MAGNUS en DE KLEYN ⁷⁰⁾) en volgens GRAHE ⁴¹⁾ niet alleen een bestaanden nystagmus beïnvloeden, maar tevens bij personen met volkomen onwerkzaam vestibulair orgaan (o.a. sommige doofstommen) een nystagmus veroorzaken.

Op dezelfde wijze kan volgens GRAHE in sommige gevallen door bewegingen van den romp in de omgeving van het bekken nystagmus worden veroorzaakt.

Ook STENVERS alsmede GOLDSTEIN en RIESE hebben deviatie der oogen waargenomen tengevolge van bekkenbewegingen. Het is derhalve noodzakelijk bij het ronddraaien van den proefpersoon het optreden van hals- en bekkenreflexen te voorkomen.

Bij zeer exacte onderzoeken met den „Dreh-schwachreiz" dient deze proef dan ook op een draaistoel te worden uitgevoerd.

CEMACH en KESTENBAUM ¹⁶⁾ konden bij doofstommen met onprikkelbaar labyrinth in donker een rotatienystagmus palpeeren. Zij waren derhalve van meening dat de nystagmus tijdens het ronddraaien niet door prikkeling van het vestibulair orgaan tot stand kwam.

Den achter de brillen, zooals die van BARTELS en van FRENZEL waarneembaren rotatienystagmus schreven zij aan optokinetische invloeden toe. Zij meenden dan ook bij onderzoek op den draaistoel

van normale personen, welke de oogen geopend hielden in een volkomen duister vertrek met zeer zwakke zijdelingsche roode belichting, te hebben waargenomen, dat onder deze voorzorgen tijdens ronddraaien géén nystagmus kon worden opgewekt ¹⁵⁾. De achter het gesloten ooglid te palpeeren rotatienystagmus meenden zij zuiver mechanisch te moeten verklaren; door de wet van de traagheid zouden de oogbollen bij het begin van een draai-beweging „in ihre Lage im Raume verharren, und erst, wenn die elastischen Störungen gröszer geworden sind, durch diese in einer raschen Bewegung wieder in ihre Mittelstellung zurückgeführt werden”. Volgens GRAHE zouden zij echter bij hunne waarnemingen bij doofstommen de hals- en bekkenreflexen niet hebben uitgeschakeld.

Er is tot hiertoe bij de bespreking der verschillende methoden van onderzoek naar den nystagmus tijdens en na ronddraaiende bewegingen alleen gewag gemaakt van den *horizontalen* nystagmus, welke optreedt tengevolge van een rotatie om de lichaams-as in verticale houding, met het hoofd in den normalen opgerichten stand. De oogen voeren hunne bewegingen hierbij uit om een verticale as, zoodat de middelpunten der corneae derhalve in een horizontaal *) vlak heen en weer bewegen. Indien

*) De benamingen *horizontaal*, *verticaal* etc. worden ook bij oogbewegingen in andere standen van het hoofd gebruikt, echter gerekend ten opzichte van den patiënt, en niet ten opzichte van de ruimte. Horizontaal beteekent dan: evenwijdig aan de lidspleet, verticaal: loodrecht hierop, etc.

bij het ronddraaien om de verticale lengteas het hoofd zich in een anderen stand bevindt, heeft dit ten gevolge dat de richting waarin de nystagmus slaat eveneens verandert, zoowel tijdens het draaien als bij den *postrotatienystagmus*. Deze laatste behoudt zijn eenmaal aangenomen richting wanneer het hoofd na afloop van het draaien een anderen stand gaat innemen.

Een *verticale nystagmus* kan op den draaistoel worden opgewekt door tijdens het draaien het hoofd 90° opzij te houden naar een der beide schouders. Wordt daarentegen het hoofd tijdens het draaien 60° achterover of 120° voorover gehouden, dan ontstaat een z.g. *rotatoire* *) *nystagmus*; de oogbollen bewegen zich hierbij om hunne sagittale as heen en weer. De richting van een zoodanigen nystagmus wordt aangegeven door de richting waarin zich de bovenpolen der oogen tijdens de snelle phase bewegen.

In de meeste gevallen wordt bij het onderzoek op den draaistoel echter volstaan met het opwekken van den horizontalen nystagmus. Ook in de literatuur over de „Drehschwachreize” van GRAHE en van KOBRAK waren geen opgaven te vinden over

*) Het woord „*rotatoir*” in verband met nystagmus wordt in de litteratuur in verschillende beteekenis gebruikt; sommigen duiden ermee aan dat de nystagmus door ronddraaien is opgewekt, terwijl het door anderen gebruikt wordt om er de rolbeweging der oogen om de sagittale as mee weer te geven. Teneinde begripsverwarring te voorkomen zal het woord alleen in de laatstgenoemde beteekenis gebezigd worden, terwijl de „*Drehnystagmus*” met „*rotatienystagmus*” wordt aangeduid.

andere vormen van nystagmus dan de horizontale. Het onderzoek der andere nystagmusvormen is echter niet zonder belang, in verband met de heerschende opvattingen over de wijze waarop de rotatienystagmus ontstaat. Men meent n.l. dat de horizontale halfeirkelvormige kanalen voor het ontstaan van den *horizontalen* nystagmus verantwoordelijk zijn, de verticale kanalen voor het ontstaan van den *rotatoiren* en den *verticalen* nystagmus. Deze verdeeling houdt verband met de anatomische ligging der booggangen binnen den schedel, en met de endolymphstroomtheorie, volgens welke de beweging van de endolympe in een halfeirkelvormig kanaal oogbewegingen veroorzaakt in het vlak van dit kanaal.

Door bij het ronddraaien, met het hoofd in de vereischte houding, verticale resp. rotatoire nystagmus op te wekken zijn wij derhalve in staat de functie der verticale booggangen afzonderlijk te onderzoeken.

Hoewel tijdens de draaibewegingen de kanalenstelsels van beide zijden practisch gelijk worden rondgedraaid — door SCHILLING en GAEDE is mathematisch en physisch bewezen dat verschil in afstand tot de draaiïngsas geen rol speelt, en de middelpuntvliedende kracht geen invloed heeft op de endolymphstrooming — is bij een bepaalde draairichting niettemin de uitwerking op het labyrinth aan de eene zijde sterker dan aan de andere zijde.

In de horizontale kanalen oefent n.l. volgens

EWALD een stroom welke gericht is naar de ampullae (een z.g. ampullopetale stroom) een sterkere prikkel uit op de cristae dan een tegengesteld gerichte (z.g. ampullo-fugale stroom). Bij een draaibeweging naar rechts ontstaat een ampullopetale stroom in het rechter horizontale kanaal, en een ampullofugale stroom in het linker horizontale kanaal. Elk der beide stroomingen veroorzaakt rotatienystagmus naar rechts, de ampullopetale stroom in de rechter booggang heeft in deze reactie echter het grootste aandeel.

De postrotatienystagmus naar links, welke na het ophouden der draaibeweging plaats heeft, ontstaat door een endolymphstroom in tegengestelde richting, d. w. z. een ampullopetale stroom in het linker, en een ampullofugale stroom in het rechter halfeirkelvormig kanaal. De „Nachdrehnystagmus” naar links, welke optreedt na draaien naar rechts, ontstaat dus voornamelijk in het linker labyrinth. Dit is van belang voor de beoordeeling van de resultaten van het onderzoek van den „Dreh-schwachreiz”, indien een draaibeweging in de eene richting een uitgesproken sterkere reactie ten gevolge zou hebben, dan een draaibeweging in de andere richting.

Bij de verticale booggangen geldt een overeenkomstige regel, echter in omgekeerden zin: de ampullofugale endolymphstroom heeft hier een sterkere uitwerking dan de ampullopetale stroom.

Uit het bovenstaande overzicht moge blijken

hoezeer een nauwkeurige kennis van de tijdens ronddraaiende beweging optredende oogreacties van belang is voor de bepaling van de functie der beide labyrinthen. De bovengeschetste moeilijkheden welke zich voordoen bij de waarneming van den rotatienystagmus hebben er echter toe geleid dat aan deze reactie bij den mensch zooveel minder aandacht is besteed dan aan den veel gemakkelijker waarneembaren postrotatienystagmus.

Het aantal der onderzoekingen welke gewijd zijn aan den rotatienystagmus *bij den mensch* is dan ook beperkt. Behalve het werk van VON STEIN, BÁRÁNY, BARTELS, CEMACH, KESTENBAUM, GRAHE en FRENZEL, waarover hierboven reeds het een en ander is geschreven, dient nog het onderzoek van MULDER⁷⁵⁾ te worden vermeld, die in 1908 vaststelde dat de reflextijd welke tusschen de draai-beweging en de eerste oogreactie verloopt, minder dan 0.06 seconde bedraagt. DOHLMAN²⁰⁾ (1925) constateerde dat reeds een hoekversnelling van 1° in $\frac{1}{5}$ seconde in staat is een oogreactie (langzame phase) te veroorzaken. Beide onderzoekers vermelden echter niets over het verdere verloop van de draaireactie.

Het feit dat bij den rotatienystagmus talrijke punten nog niet voldoende zijn opgehelderd, doordat de waarnemingsmethoden in velerlei opzicht te wenschen overlaten, was voor mij aanleiding tot het zoeken naar eene methode, waarmee nauwkeurige inlichtingen zouden kunnen worden ver-

kregen betreffende de frequentie, snelheid, amplitudo, richting en vorm der oogreacties welke tijdens draaibewegingen van den mensch om verschillende assen en in verschillende standen plaats hebben.

Het bovenstaande doel heb ik getracht te bereiken door registratie van den nystagmus tijdens het draaien.

Dat de nystagmusregistratie, de z.g. *nystagmographie* reeds door talrijke onderzoekers is beoefend moge uit de volgende hoofdstukken blijken, waarin tevens is nagegaan welke der bestaande methoden ter bereiking van het gestelde doel het meest geschikt zou kunnen zijn.

Het denkbeeld den nystagmus tijdens het rond-draaien te registreeren is niet nieuw. BARTELS⁶⁾ verrichtte belangrijke onderzoekingen bij konijnen bij welke hij de reacties der geïsoleerde oogspieren registreerde tijdens bewegingen op een draaischijf. Ook bij den mensch zijn door enkele onderzoekers, o.a. BUYS en COPPEZ¹⁴⁾ nystagmuscurven tijdens rotatie op den draaistoel vervaardigd. Om welke reden de door hen gebruikte registratiemethode echter minder geschikt is tot het verkrijgen van betrouwbare gegevens over het verloop van de nystagmusbewegingen zal in een der volgende hoofdstukken nader worden uiteengezet.

Bovendien zijn aan het gebruik van den draaistoel voor het verwerven van zuivere resultaten eenige bezwaren verbonden, doordat ter verkrijging van een verticalen- en een rotatoiren nystagmus het hoofd in den nek moet worden gebogen, waar-

door de reeds eerder genoemde halsreflexen worden opgewekt, welke den nystagmus beïnvloeden (MAGNUS en DE KLEYN, GRAHE). Het was om deze reden gewenscht te zoeken naar een methode waarbij tijdens de registratie het hoofd in verschillende standen en om verschillende assen zou kunnen worden bewogen zonder dat de houding ten opzichte van den romp hierbij gewijzigd diende te worden.

HOOFDSTUK II.

HISTORISCH OVERZICHT DER NYSTAGMOGRAPHISCHE METHODEN.

De moeilijkheden welke zich voordoen bij het waarnemen van snelle bewegingen van het oog, in het bijzonder van den nystagmus, hebben geleid tot het ontwerpen van verschillende methoden, met het doel de waarneming gemakkelijker en met meer nauwkeurigheid te doen geschieden.

Onder deze methoden nemen de graphische een belangrijke plaats in. Immers slechts hiermede zijn wij in staat om het beloop van een zoo vluchtig bewegingsverschijnsel der oogen nauwkeurig en objectief weer te geven. Bovendien geeft het bij registratie gemaakte beeld ons een blijvend document, geschikt voor rustige bestudeering en vergelijking met andere beelden.

RAEHLMANN⁹⁸⁾ was de eerste die het bewegingsbeloop van een nystagmus graphisch voorstelde. De door hem afgebeelde curven waren echter niet door registratie verkregen, maar theoretisch geconstrueerd ter illustratie van zijn betoog over de verschillende bewegingsvormen.

De eerste die den nystagmus bij proefdieren wer-

kelijk registreerde was HÖGYES (1881), spoedig gevolgd door KNOLL (1885) en EWALD (1892). Sindsdien werden tal van graphische methoden gepubliceerd, niet alleen ter registratie van den nystagmus, maar ook van andere oogbewegingen, b.v. die tijdens het lezen, of bij het fixeeren van een stilstaand of bewegend voorwerp.

Deze methoden kunnen in hoofdzaak ingedeeld worden in twee groepen, al naarmate ze de bewegingen der oogen (soms van de geïsoleerde oogspieren) overbrengen op een schrijfstift van een kymographion (*mechanische registratie*), of een lichtend punt dat de oogbewegingen meemaakt (soms het oog zelf) fotografeeren op een al of niet bewegende strook gevoelig papier (*optische registratie*).

Hiernaast dient vermeld te worden dat een enkele maal curven zijn verkregen door de tengevolge van de oogbewegingen ontstane potentiaalverschillen te registreeren met den snaargalvanometer (*galvanometrische registratie*).

Aan de hand van bovenstaande indeeling zal thans een overzicht gegeven worden van de verschillende methoden, waarbij de belangrijkste onder hen meer uitvoerig zullen worden besproken.

I. Mechanische registratie.

De tot deze groep behorende methoden verschillen hoofdzakelijk in de wijze waarop de oogbewegingen op den schrijvenden hefboom worden overgebracht, en wel hetzij direct of door middel van

een draadje, een hefboomensysteem, of anderszins (door OHM „*Hebelnystagmographie*” genoemd), hetzij langs pneumatischen weg.

A. „*Hebelnystagmographie*”.

KNOLL (1885) voerde zijn dierexperimenten uit door het eene uiteinde van den schrijvenden hefboom direct in de cornea te steken.

EWALD ²⁸⁾ (1892) stak een naald in het oog van zijn proefdier (duif) en verbond die met een strootje dat als schrijfstift diende.

DELABARRE ¹⁹⁾ (1897) legde een kapje van gips op de met cocaïne ongevoelig gemaakte cornea. Door middel van een draad werd dit kapje verbonden met den schrijvenden hefboom. De vochtopslorpende werking van het gips maakte dat het kapje zich goed vasthechte aan het oog, doch veroorzaakte tevens een zoodanige uitdroging van de cornea, dat de patiënt er ernstige bezwaren van ondervond.

HUEY ⁴⁹⁾ (1897) paste bij zijn onderzoek betreffende de oogbewegingen bij het lezen hetzelfde gipskapje toe, direct verbonden met den schrijfhefboom.

Ook ORSCHANSKY ⁸⁸⁾ (1898) ging volgens hetzelfde beginsel te werk. Het door hem gebruikte kapje, bestaande uit glas, of uit dun aluminium, werd gedeeltelijk onder de oogleden geschoven, zoodat deze en door hunne wrijving tijdens oogbewegingen, en door eigen beweging, van invloed waren op het verloop van de geregistreeerde curve, waardoor de waarde van de registratiemethode ongunstig beïnvloed werd.

Hoewel de bovengenoemde onderzoekers zich meerendeels niet de registratie van den nystagmus zelve als doel stelden, maar die van andere oogbewegingen, zijn hunne methoden toch te beschouwen als voorloopers van de „Hebelnystagmographie”, die eerst tot grootere ontwikkeling zou worden gebracht door het werk van OHM.

In 1914⁷⁷⁾ verscheen diens eerste artikel over dit onderwerp: „*Zur graphischen Registrierung des Augenzitterns der Bergleute und der Lidbewegungen*”, sindsdien gevolgd door een groot aantal publicaties, voornamelijk over den mijnwerkersnystagmus en over den optischen nystagmus.

In den beginne ging hij tamelijk primitief te werk: een hefboom van aluminium bevatte aan zijn eene einde (40 c.M. lang) een stalen schrijfpunt, en was met het andere einde (10 c.M. lang) bevestigd aan het bovenste ooglid door middel van kleefpleister en garen. Alleen verticale oog- (en lid-) bewegingen konden hiermee opgeteekend worden. Om horizontalen nystagmus te registreeren construeerde OHM in 1916⁷⁸⁾ een z.g. „Kreishobel”, bestaande uit een met kleefpleister aan het ooglid te bevestigen horizontaal staafje, waarvan het tot een kwartcirkel omgebogen uiteinde verbonden was aan een horizontaal opgestelden schrijfhefboom, welke door de horizontale oogbewegingen op en neer werd bewogen.

Sindsdien heeft hij in velerlei richtingen naar verbeterde methoden gezocht. Zijne pogingen de overbrenging der oogbeweging op den „Kreishobel”

te doen geschieden door dezen met het uiteinde tegen de conjunctiva bulbi te doen rusten, of te bevestigen aan een op de cornea passend contactglas, hadden geen succes. In 1917 publiceerde hij tezamen met Dr. phil. L. KUNZ een methode om langs kinematographischen weg de bewegingsbaan der oogen vast te leggen⁸⁵⁾. Bij de bespreking der optische registratie kom ik hier nog op terug.

Zijn „Hebelnystamographie” is OHM intusschen trouw gebleven, en in 1923 voerde hij de „Klemmpinzette” in, een uiterst fijn knijpertje in den vorm van een ∞ , dat hij met het eene eind aan de conjunctiva bulbi bevestigde, met het andere aan het hefboomsysteem. Ook construeerde hij in deze jaren weer een geheel nieuw apparaat, dat hij in 1928⁸⁶⁾ als zijn „neuestes Hebelmodell” beschrijft. Hierbij worden door middel van een draad, die met de „Klemmpinzette” aan de conjunctiva vastzit, en over een katrol loopt, de oogbewegingen op den schrijfhefboom overgebracht, en wel zoodanig dat deze bij horizontale bewegingen op en neer wordt bewogen.

Teneinde het slingeren van den hefboom tegen te gaan, is deze verder verbonden aan een horlogeveer met regelbare spanning.

In 1925⁸⁶⁾ heeft OHM nog een methode aangegeven, waarbij hij aan zijn mechanische nystagmograaf een magneetje bevestigde, dat bij heen en weer bewegen op een spoel werkte, zoodat daarin een stroom ontstond, welke met een snaargalvanometer kon worden geregistreerd.

ENGELKING ²⁷⁾ (1922) maakte nystagmuscurven door een zeer lichten schrijfhefboom (stroohalm) met het spitsgesneden uiteinde in de conjunctiva te steken, vlak bij den limbus corneae.

CORDS ¹⁸⁾ bracht in 1927 een verbetering van deze methode; toch moest ook hierbij een der beide uiteinden van den hefboom in den limbus corneae worden geprikt.

Het in 1924 door GRÜNBERG ⁴³⁾ beschreven apparaat is van zoo geringe afmetingen, dat het, met inbegrip van het kymographion-uurwerk, aan een voorhoofdsband kan worden bevestigd. Het is grootendeels uit aluminium vervaardigd, en bestaat uit een kleine pelotte welke tegen het gesloten ooglid rust en door middel van een hefboomsysteem zijn voor-achterwaartsche bewegingen vergroot overbrengt op de schrijfstift. Deze methode berust n.l. op het beginsel *), dat de ietwat uitbollende cornea bij heen en weer bewegen onder het gesloten ooglid, drukverschillen opwekt in een op het ooglid rustend voorwerp.

Ook RABINOWITSCH ⁹⁷⁾ beschreef in 1928 een door hem geconstrueerde nystagmograaf, welke in principe geheel overeenkomt met het apparaat van GRÜNBERG.

B. *Pneumatische overbrenging.*

Hierbij wordt de hefboom, die de curve schrijft, bewogen door een „tambour” van MAREY, waarin

*) Reeds vele jaren tevoren door anderen toegepast, o.a. bij de straks te bespreken pneumatische methoden.

luchtdrukverschillen worden opgewekt tengevolge van bewegingen van het oog.

HÖGYES (1881) bracht de bewegingen van een in het oog van een proefdier gestoken naald pneumatisch over op een schrijfstift.

De meeste bekendheid heeft lange jaren het apparaat van BUYS¹³⁾ (1909) genoten, bestaande uit een aan een voorhoofdsband bevestigd brilmontuur, met voor beide oogen een gummi-luchtkussentje; wanneer dit op het gesloten ooglid rust, kunnen tengevolge van de welving der cornea bewegingen van het oog hierin luchtdrukverschillen veroorzaken.

SCHACKWITZ⁹⁹⁾ beschreef in 1913 een toestel, dat hij gebruikte bij een onderzoek naar de oogbewegingen bij het lezen; het komt in alle opzichten overeen met dat van BUYS, alleen wordt het op den neus gezet evenals een gewone bril.

Ook WITMER¹¹⁵⁾ construeerde in 1917 een nystagmograaf volgens het principe van BUYS, echter voorzien van een paar veranderingen, teneinde het apparaat ook voor zeer fijne oogbewegingen gevoelig te maken.

Hiertoe gebruikte hij een kleiner luchtkussen, dat direct tegen den rand van de gecocainiseerde cornea werd geplaatst, en in het centrum van de gummi-membraan voorzien was van een glazen kraal, teneinde het aanrakingspunt met het oog nauwkeuriger te kunnen bepalen.

In 1926 beschreef GALLEY³⁶⁾ onder den naam van „Mikrokinetograph” een eveneens volgens

BUYS en SCHACKWITZ geconstrueerd apparaat, dat echter door middel van een „pneumatisch relais” (bestaande uit 3 tambours van MAREY) de luchtdrukschommelingen 100 maal vergroot kon weer-geven.

C. Een derde methode van mechanische registratie dient hier volledigheidshalve te worden genoemd, hoewel deze in het algemeen alleen bij proefdieren kan worden toegepast, en bovendien hierbij eigenlijk niet de oogbewegingen, maar de oogspiercontracties worden geregistreerd. Het is de z. g. methode van TOPOLANSKI¹⁰⁶⁾ (1898), waarbij een tweetal oogspieren, meestal de Mm.recti internus en externus worden vrijgepraepareerd en elk verbonden met een schrijvende hefboom. BARTELS⁷⁾ heeft in 1911 deze methode toegepast en verbeterd. Ook construeerde hij een draaischijf, waarop een konijn benevens de aan de oogspieren bevestigde schrijfstiften en het kymographion konden worden opgesteld; hij kon op deze wijze curven maken van de bewegingen der Mm.recti internus en externus tijdens het ronddraaien.

Deze registratie der oogspierbewegingen, meestal beschreven als die van „TOPOLANSKY—BARTELS”, is naderhand door tal van onderzoekers, o.a. in het laboratorium van MAGNUS, toegepast^{68, 53)} *).

*) Nystagmusbewegingen van het oog bij proefdieren werden in het Utrechter pharmacologisch laboratorium ook wel op een zeer eenvoudige manier geregistreerd, n.l. door het centrum van de gecociniseerde cornea door middel van een draadje met een schrijfhefboom te verbinden.

LORENTE DE NO⁶⁶⁾ beschreef in 1926 een methode, waarmee hij bij het konijn de bewegingen van alle 6 vrijgepraepareerde oogspieren kon registreeren, en wel bij verschillende standen.

Deze methode werd ook door HARTMANN⁴⁵⁾ en door UNDRITZ¹⁰⁷⁾ toegepast.

II. Optische registratie.

- A. *Methoden waarbij een curve der oogbewegingen wordt geschreven op een strook lichtgevoelig papier, celluloid of glas.*

TOEN ORSCHANSKY⁸⁸⁾ (1898) zijn hierboven beschreven mechanische methode vermeldde, wees hij ook op de mogelijkheid om het daarbij gebruikte aluminium-corneakapje van een spiegeltje te voorzien, teneinde hiermede het beeld van een lichtbron op een scherm te projecteeren, en aldus de oogbewegingen duidelijk waarneembaar te maken. Hij stelde zich tevens voor deze beweging te registreeren, doch het is naderhand niet gebleken of hij aan dit voornemen gevolg heeft kunnen geven.

De eerste optisch verkregen curven zijn afkomstig van DODGE²²⁾, die in 1901 in samenwerking met CLINE, en ook in latere jaren de oogbewegingen registreerde door het spiegelbeeldje op de cornea van een lichtende streep (n.l. een door zonlicht beschenen reep wit carton) op een bewegende gevoelige plaat te fotografeeren.

Naderhand²¹⁾ gebruikte DODGE als lichtpunt

een electrische booglamp, waarvan hij met blauw glas de voor den proefpersoon hinderlijke roode en gele stralen absorbeerde.

De moeilijkheid met deze methode de hoeksnelheid van het oog af te leiden uit de beweging van een corneaspiegelbeeldje, heeft hij mathematisch opgelost en empirisch bevestigd. De werkelijke beweging van het oog is n.l. iets meer dan het dubbele van de door het corneaspiegelbeeldje uitgevoerde beweging.

Ook STRATTON¹⁰¹⁾ (1902) registreerde oogbewegingen op de boven beschreven wijze, echter met stilstaande gevoelige plaat.

Door KOCH⁶²⁾ (1908) werden de bewegingen der corneaspiegelbeeldjes (verkregen met een Nernst-lamp) geregistreerd op bewegend gevoelig papier, en wel van beide oogen gelijktijdig op dezelfde strook.

Hetzelfde principe dat bij Buys tot zijn reeds eerder genoemde pneumatische nystagmusregistratie leidde, was reeds een jaar te voren (1908) door WOJATSCHEK toegepast voor een optische methode. Een klein spiegeltje, bevestigd op het bovenste ooglid, weerkaatste het door een verticale spleet schijnende licht van een Nernstlamp via een horizontale spleet op een bewegende strook gevoelig papier. Indien nystagmus aanwezig was, bracht de onder het ooglid heen en weer schuivende cornea het spiegeltje in beweging, zoodat een curve kon ontstaan. Voor opname van een verticalen nystagmus moest het toestel 90° gedraaid worden.

WOJATSCHKE is de eerste die bij den mensch den nystagmus heeft geregistreerd.

In 1911 onderzochten MARX en TRENDLENBURG de bewegingen van het oog tijdens fixatie ⁷³⁾. Zij bedekten de cornea met een aluminium kapje (kleiner en fijner dan dat van ORSCHANSKY) waaraan een spiegeltje was bevestigd, dat een lichtpunt reflecteerde via een spleet op een strook gevoelig papier. De snelheid waarmee deze zich bewoog was echter gering (5 m.M. per seconde). Een sterke vergrooting der geregistreerde bewegingen, verkregen doordat de afstand van het oog tot de film 3.5 m.M. bedroeg, was oorzaak dat kleine onwillekeurige bewegingen van het hoofd op storende wijze meegeregistreerd werden.

Om deze moeilijkheid te neutraliseeren werd tegelijkertijd een contrôlecurve gemaakt van de bewegingen van het hoofd, door middel van een tweede spiegeltje dat bevestigd was aan een bril-montuur.

MAJEWSKY ⁷¹⁾ ⁷²⁾ beschreef in 1913 een nieuwe nystagmagraphische methode, waarbij de curve ontstond door de schaduw van een met het oog verbonden staafje, dat tijdens den nystagmus zich voorbij een verlichte spleet bewoog van een photographische camera. Een strook gevoelig papier werd met de hand langs de spleet gedraaid. Het staafje, dat bij zijn eerste proefnemingen aan het ooglid werd bevestigd (hij vermeldt niet op welke wijze) heeft hij naderhand op een origineele manier met het oog verbonden, n.l. door het te zetten op

den top van een gummi-speentje; dit liet hij vastzuigen op de convexe zijde van een centraal doorboord glazen kapje, dat hij met den geslepen rand (middellijn 12 à 14 m.M.) tegen de sklera rondom den limbus corneae drukte. Tengevolge van de zuigwerking van het speentje kon zoo het staafje, ter lengte van 5 à 10 c.M. en ter dikte van 2 à 3 m.M., vast blijven zitten ongeveer in het verlengde van de sagittale oogas. De te onderzoeken persoon moest in een leunstoel met het hoofd achterover zitten, ongeveer in de houding waarin men bij den barbier geschoren wordt. Het staafje op het oog wees hierbij dus nagenoeg verticaal naar boven. Achter het hoofd van den proefpersoon bevond zich een sterke electrische lamp, welke haar licht naar voren zond, zoodanig dat op de horizontale spleet een verticale schaduw werd geworpen. Aldus werd bij heen en weer bewegen van het oog een curve geschreven over de achter de spleet voortbewogen film (een z.g. Nystagmoskiagram). Door aan het staafje een bajonetvorm te geven, zou volgens MAJEWSKY ook de rotatoire nystagmus op bevredigende wijze kunnen worden geregistreerd.

In geval van verticalen nystagmus werd de camera opzij van den patiënt geplaatst, en de lamp aan de andere zijde, aangezien bij de gewone opstelling deze nystagmusrichting op de film slechts een rechte lijn zou opleveren.

In 1918 publiceerde STRUYCKEN¹⁰²⁾ eene methode, waarbij de bewegingen van een aan het oog bevestigd glimmend platina bolletje werden gere-

gistreerd op een papieren filmstrook, die door middel van een uurwerk werd bewogen met een snelheid van ongeveer 30 m.M. per seconde. Aanvankelijk zat het platina bolletje op den top van een drievoetje van uiterst dun veerend draad, waarvan de vrije uiteinden waren voorzien van weerhaakjes ter bevestiging in den limbus corneae. Een paar jaren later gaf hij een wijziging aan, waarbij het platina bolletje aan het eind van een 10 à 15 m.M. lang stiftje op den top van een zwart zijden kapje was bevestigd. Dit kapje had nagenoeg dezelfde kromming als de cornea, waarop het zich na cocaïnisatione gemakkelijk kon vastzuigen.

De camera met toebehooren was van betrekkelijk geringe afmetingen en uit licht materiaal vervaardigd, waardoor het toestel in zijn geheel aan het hoofd kon worden bevestigd. Aldus was de nystagmusregistratie bij verschillende standen van het hoofd mogelijk en de invloed van de beweging van het hoofd hierop uitgeschakeld.

Aangezien de film zich in verticale richting bewoog, gaf de horizontale nystagmus bij registratie een golflijn te zien.

Rotatoire nystagmus kon worden opgeteekend door het kapje iets opzij te schuiven, waardoor het stiftje niet meer met de rotatie-as samenviel. Verticale nystagmus echter zou samenvallen met de bewegingsrichting van de film, en dus geen golflijn kunnen geven, tenzij men de camera 90° zou draaien. Dit laatste is echter overbodig geworden door het z.g. omkeeringsprisma, dat zich in

het objectief van de camera bevindt, en wel zoodanig dat het hypothenusavlak samenvalt met de lengteas van het objectief, en een hoek van 45° maakt met het horizontale vlak. Dit prisma vormt een groote verbetering tegenover de voorafgegane methoden, aangezien hierdoor het beeld van het bewegend platinabolletje wordt gesplitst in een z.g. horizontale en een verticale componente.

De helft van de lichtstralen gaat n.l. ongebroken door het objectief, de andere helft passeert het prisma, en wordt daarbij eerst gebroken, dan gereflecteerd door het hypothenusavlak, en vervolgens weer gebroken, met het gevolg, dat b.v. een verticale beweging van het platinabolletje een horizontaal bewegend beeld geeft, en omgekeerd. Wij krijgen dus twee curven op de film, waaruit wij door onderlinge vergelijking steeds de richting van de oogbeweging kunnen analyseeren.

Het sluitingsmechaniek van de camera is zoodanig met het filmuurwerk verbonden, dat alvorens dit laatste aan het draaien gebracht wordt, eerst een kortdurende opname met stilstaande film kan worden gemaakt.

DOHLMAN²⁶⁾ gaf in 1925 een zeer uitvoerige beschrijving van een door hem toegepaste methode, waarbij de oogbewegingen werden geregistreerd door middel van een aan het oog bevestigd spiegelkje, dat een geconcentreerden lichtbundel reflecteerde op een papieren filmstrook.

Het spiegelkje was op den zijwand van een kort gummi-speentje geplakt, dat aan het oog kon

worden vastgezogen. Voor het opnemen van horizontalen nystagmus werd het spiegellend oppervlak lateraalwaarts gericht, zoodat het gereflecteerde lichtpunt zich hierbij in horizontale richting over de film bewoog. In geval van rotatoiren nystagmus kreeg het gereflecteerde lichtpunt een verticale beweging.

Zuiver verticale nystagmus zou bij een lateraalwaarts gericht spiegelloppervlak geen verplaatsing van het gereflecteerde lichtpunt geven, en kon dus slechts worden geregistreerd door spiegel en camera 90° te draaien om de bliklijn als as. De camera was zoodanig aan een statief bevestigd dat zij in verschillende standen kon worden gebracht, waardoor bovendien bij verschillende standen van het hoofd kon worden geregistreerd.

In 1928 publiceerde DODGE²⁵⁾ in samenwerking met J. C. Fox een onderzoek over optischen nystagmus, waarbij deze werd geregistreerd met een instrument dat „DODGE's mirror recorder” werd genoemd, maar dat in principe hetzelfde was als hetgeen WOJATSCHEK reeds in 1909 gebruikte: „a concave mirror, pressed against the closed lid of one eye tangential to the underlying corneal surface, reflects a recording beam of light to moving photographic paper”.

De methode welke WIEDERSHEIM¹¹⁴⁾ in 1929 beschreef, heeft veel gemeen met die van STRUYCKEN. Ook hierbij wordt een metalen stiftje, ter lengte van 10 m.M., aan het einde voorzien van een glimmend knopje, aan het oog bevestigd, ditmaal door

middel van een donker contactglas, dat op de cornea vast blijft zitten. De bewegingen van het door een soort van spleetlamp verlichte bolletje worden geregistreerd met een ZEISS „Universal-Kinamo”. WIEDERSHEIM draait echter tijdens de opname zoo langzaam, dat het aantal beelden ongeveer overeenkomt met het aantal nystagmus-slagen, zoodat wij een serie opnamen krijgen die elk een afbeelding geven van de baan die het metalen bolletje tijdens een nystagmusslag aflegt.

Een methode waarbij de filmstrook zonder rukken zich beweegt zou in voorbereiding zijn. In dit laatste geval zou er echter geen principieel verschil bestaan met de methode van STRUYCKEN, behalve dat het zoo belangrijke omkeeringsprisma ontbreekt.

- B. *Kinematographische methoden, waarbij een serie snel opeenvolgende momentopnamen van het bewegende oog wordt genomen.*

JUDD, McALLISTER en STEELE ⁵¹⁾ brachten in 1905 voor het eerst een dergelijke methode in toepassing. De toenmalige filmtechniek stond slechts toe 9 beelden per seconde te maken, die elk ongeveer $\frac{1}{20}$ seconde waren belicht. Als vast punt aan het oog diende een stukje zinkwit dat op de cornea was aangebracht, terwijl een paar glimmende metalen kogeltjes, bevestigd aan een brilmontuur, als orienteeringspunten werden gebruikt. De onderlinge afstand tuschen het stukje zinkwit en de

kogeltjes kon achteraf op de verschillende beelden worden nagemeten.

COPPEZ vermeldt in zijn bekende monographie ¹⁷⁾ dat hij in 1910 eenige filmopnamen maakte van nystagmusbewegingen. Hij gebruikte die echter niet om de bewegingen te analyseeren, maar alleen ter demonstratie in een vergadering.

In 1912 beschreef PINAROLI ⁸⁹⁾ zijn methode, welke in principe met die van JUDD c.s. overeenstemde. Alleen deed bij hem een met dermatograafpotlood aan den buitensten ooghoek aangebrachte stip als oriëntatiepunt dienst; de afstand van dit punt tot den cornearand werd bij elk beeld gemeten met behulp van een transparant met m.M². verdeling. Het aantal opnamen per seconde bedroeg bij hem 12.

ABRAHAMS ¹⁾ (1913) filmde tegelijk met het oog een stel kruisdraden, dat gespannen was in het ooggat van een masker. Dit laatste diende tevens om het gelaat van den proefpersoon te fixeeren tijdens de opname. Het valt echter te betwijfelen of deze fixatie aldus afdoend kon geschieden, zoo dat er geen zekerheid bestaat dat het snijpunt der kruisdraden inderdaad een „punctum fixum” was, waarop men exacte metingen kon baseeren. Het aantal beelden per seconde bedroeg maximaal 30, met een belichtingstijd van $\frac{1}{60}$ à $\frac{1}{100}$ seconde per opname.

Tot grootere volmaaktheid werd de kinematographische methode gebracht door KUNZ en OHM ⁶⁵⁾ in 1917, die de ontladingsvonken van een Leidsche

flesch als lichtbron gebruikten, en aldus den belichtingstijd van elk beeld nog meer reduceerden. Het aantal opnamen per seconde bedroeg echter ook hier niet meer dan 25. Tijdregistratie geschiedde door op de film het verkleinde beeld van een Geiszlische buis te projecteeren, die met tusschenpoozen van $\frac{1}{100}$ seconde oplichtte. Als merkteekens gebruikten zij stukjes zwarte gelatine, aangebracht op de gecocaïniseerde sklera en naast het oog. Door de onderlinge afstanden van deze merkteekens op de verschillende beelden onder het microscoop met behulp van een kruistafel uit te meten, konden ook zij curven construeeren die de bewegingsbaan van het oog weergaven.

III. Registratie door middel van een galvanometer.

SCHOTT¹⁰⁰⁾ gaf in 1922 een methode aan, waarbij hij gebruik maakte van het feit dat tusschen twee koperen elektroden, die zich in het traanvocht van den conjunctivaalzak bevinden, bij bewegingen van het oog zwakke potentiaalverschillen ontstaan, welke met een snaargalvanometer geregistreerd kunnen worden. Dit verschijnsel zou volgens SCHOTT hoogstwaarschijnlijk zijn oorzaak vinden in de veranderingen van het ingedompelde oppervlak der elektroden.

Aldus kon hij curven vervaardigen waarop b.v. bij een horizontalen nystagmus de richting van de snelle phase en de frequentie konden worden afgelezen.

In hetzelfde jaar hebben ook KÖLLNER en HOFFMANN⁶³⁾ den snaargalvanometer gebruikt bij het registreeren van den vestibulair nystagmus bij proefdieren. Zij gingen te werk volgens een methode welke reeds in 1913 door HOFFMANN⁴⁸⁾ was toegepast. Bij konijnen werden in aethernarcose de oogleden en het oog aan een zijde verwijderd, en twee oogspieren, bij voorkeur de *M. rectus medialis* en de *M. obliquus superior*, vrijgepraepareerd.

Hiervan werden dan de actiestroomen met behulp van onpolariseerbare elektroden afgeleid naar den snaargalvanometer.

Een methode waarbij zonder bloedigen ingreep de actiestroomen der oogspieren konden worden geregistreerd, en die het dus mogelijk maakte ook den mensch als onderzoeksobject te gebruiken, werd in 1929 beschreven door I. L. MEYERS (Los Angeles)⁷⁴⁾. Deze plaatste de elektroden beiderzijds op de regio temporalis. Horizontale oogbewegingen hadden aldus potentiaalverschillen tusschen beide elektroden ten gevolge. Rotatoire nystagmus deed dit eveneens, echter niet in dezelfde mate, terwijl verticale nystagmus alleen duidelijk te registreeren viel als men de eene electrode boven het oog, de andere op de wang plaatste. Tegengestelde bewegingsrichtingen der oogen hadden ook tegengestelde verplaatsing van de galvanometersnaar ten gevolge, terwijl volgens MEYERS ook de meer of mindere grootte der nystagmusuitslagen uit de grootte van de galvanometeruitslagen viel af te leiden.

De elektroden bestonden uit tin, met aan de huidzijde eenige lagen in zoutoplossing gedrenkt gaas. Ze hadden den vorm van een hoefijzer, met een diameter van $7\frac{1}{2}$ cM.

Bij plaatsing op de slapen werd van beide hoefijzers de open zijde naar het oog gericht.

HOOFDSTUK III.

CRITISCHE BESPREKING DER NYSTAGMO- GRAPHISCHE METHODEN.

Indien wij thans willen nagaan in hoeverre de in het vorige hoofdstuk genoemde methoden in staat zijn de bewegingen van het oog bij nystagmus nauwkeurig weer te geven, dient allereerst te worden vastgesteld aan welke eischen een goede nystagmographie moet kunnen voldoen.

1. Als eerste eisch zij genoemd de *gevoeligheid* van het toestel. Wanneer tijdens stilstand van het oog op het registreerpapier een rechte lijn wordt geteekend, dan moet reeds de geringste beweging van het oog leiden tot een wijziging in den loop van deze lijn.

Bij een heen-en-weergaande beweging in één vlak *), moet de door de heengaande beweging veroorzaakte wijziging in tegengestelde richting **)

*) Gemakshalve wordt bij de beschrijving van oogbewegingen gesproken van „vlak waarin de beweging plaats heeft” of „bewegingsvlak”, hoewel deze term bij roteerende bewegingen van een bol minder juist is. Er wordt mee bedoeld het vlak dat door het middelpunt van de cornea gaat, en loodrecht staat op de as waarom het oog zich beweegt.

**) Met opzet werd het woord „richting” in verband met nystagmus tot nu toe zooveel mogelijk vermeden, aangezien hierdoor ver-

optreden ten opzichte van die welke door de teruggaande beweging wordt veroorzaakt.

2. Daarnaast dient het toestel de noodige *nauwkeurigheid* te bezitten, waardoor de bovengenoemde veranderingen in den loop van de rechte lijn in een evenredige verhouding staat tot de grootte van de oogbewegingen.

3. De omstandigheid dat de bij nystagmus optredende bewegingen van het oog lang niet altijd in eenzelfde vlak plaats hebben, brengt met zich de noodzakelijkheid, *dat uit de gemaakte curve tevens kan worden afgelezen in hoeverre wij te doen hebben met een horizontalen, verticalen of rotatoiren nystagmus*, dan wel met een beweging welke uit meerdere componenten is samengesteld, en zoo dit het geval is, uit welke.

Deze drie voorwaarden waaraan een goede nystagmusregistratie moet voldoen, vormen in bovenstaande volgorde tevens 3 graden van volmaking waarin wij de bestaande nystagmographische methoden kunnen groepeeren. Het grootste aantal der tot nu bekende methoden brengt het n.l. niet verder dan tot geheele of gedeeltelijke vervulling van den eerstgenoemden eisch. Bij sommige is

warring zou kunnen ontstaan. Immers wij spreken van de „richting” wanneer wij bij een beweging in één vlak, b.v. bij een horizontalen nystagmus willen aangeven of de snelle phase zich naar rechts of naar links beweegt. Tevens echter spreken wij van een beweging in horizontale, of in verticale „richting”. Ter vermijding van begripsverwarring zal voortaan het woord „richting” alleen in eerstgenoemde beteekenis gebruikt worden.

tevens de tweede voorwaarde vervuld, terwijl de derde een probleem op zichzelf vormt, dat slechts door zeer weinigen op eenigszins bevredigende wijze is opgelost.

Er zal thans worden nagegaan in hoeverre de in het vorige hoofdstuk vermelde methoden in staat zijn aan een of meer der genoemde eischen te voldoen *).

Zij kunnen daartoe gerangschikt worden in drie groepen:

GROEP A. *Methoden welke curven leveren waaruit slechts twee eigenschappen van den nystagmus, en wel meestal alleen de frequentie en de richting **), met eenige betrouwbaarheid af te lezen zijn.*

Hiertoe dienen wij te rekenen alle mechanische methoden, de galvanische registratie, en verder enkele optische methoden.

1. *Mechanische methoden.* Zij hebben alle met elkaar gemeen het gebruik van een schrijvenden hefboom, welke èn door zijn wrijving langs het papieroppervlak èn door zijn massa een bron van fouten vormt voor een juiste weergave van amplitudo §) en snelheid. Vooral bij snelle bewegingen

*) De „bloedige” methoden welke zich alleen voor dierexperiment leenen, en niet voor onderzoek bij den mensch, zullen verder buiten bespreking blijven.

**) Zie noot op blz. 36.

§) Hoewel de nystagmusbeweging in vele opzichten van een slingerbeweging verschilt, is hier de term amplitudo gebruikt voor den afstand (eigenlijk hoek) tijdens een der beide fasen van den nystagmus afgelegd.

schiet de hefboom op het eind te ver door en zwaait weer terug, soms ontstaat zelfs een kortdurende oscilleerende beweging.

Sommigen, o.a. OHM, hebben getracht dit nadeel te voorkomen door zwaardere belasting van den hefboom (b.v. met een veer). Dit brengt echter tevens belasting van het oog met zich mee, waardoor dit in zijn bewegingsvrijheid wordt belemmerd.

Soms kan ook de manier van overbrengen van de beweging van het oog op den hefboom tot onnauwkeurigheid aanleiding geven, b.v. bij den „Fadenhebel” van OHM (draadje tusschen oog en hefboom) en bij de pneumatische overbrenging, waarbij de samendrukbaarheid van de luchtkolom en de rekbaarheid der gummi-buizen maken, dat de discongruentie tusschen de bewegingen van oog en hefboom nog sterker wordt.

Bij sommige methoden (bij de pneumatische methoden van BUYS, SCHACKWITZ, WITMER, GALLEY en bij de hefboomtoestelletjes van GRÜNBERG en van RABINOWITSCH) geschiedt de opname met gesloten ooglid, door er een pelotte op te zetten, waarbij men gebruik maakt van het feit dat de huid op en neer golft als de uitbollende cornea er achter zich beweegt. De grootte der uitslagen van de curve is hierbij sterk afhankelijk van den druk die door de pelotte wordt uitgeoefend, en van het punt van het bovenste ooglid waarop de pelotte is geplaatst. Men kan deze zelfs zoo zetten dat het aantal uitslagen van de curve dubbel zoo groot is als het aantal nystagmusslagen, n.l. wanneer men een plek

kies welke door de cornea tijdens beide fasen wordt gepasseerd, b.v. ongeveer halverwege de uiterste standen.

Eventueele bewegingen van het ooglid zelf geven eveneens uitslagen van de curve, welke moeilijk van de nystagmusuitslagen zijn te onderscheiden.

In het algemeen kan van de mechanische methoden worden gezegd, dat zij niet in staat zijn met quantitatieve nauwkeurigheid de amplitudo en snelheid der oogbewegingen weer te geven, ongeacht het feit dat bij sommige van hen een langere resp. snellere nystagmusbeweging in de meeste gevallen een grootere resp. steilere deviatie van de curve geeft te zien.

Bij sommige der mechanische methoden is het zelfs twijfelachtig of zij voldoende gevoeligheid bezitten om zeer korte resp. zeer langzame bewegingen op de curve weer te geven.

2. Hoewel de *galvanometrische registratiemethoden* niet de oogbewegingen zelve maar een er mee gepaard gaande schommeling van het potentiaalverschil tusschen twee electroden registreeren, kunnen wij aannemen dat frequentie en richting *) op juiste wijze worden opgeteekend.

Amplitudo en snelheid der nystagmusbewegingen zouden alléén uit de curve kunnen blijken, wanneer de afstand, waarover het oog zich beweegt, gelijken tred hield met het geregistreeerde potentiaalverschil, iets wat twijfelachtig, althans niet bewezen is. Over

*) Zie noot blz. 36.

den vorm en het verloop van de afgelegde beweging kan de curve ons in ieder geval niet inlichten.

3. Er zijn drie *optische methoden* welke tot Groep A moeten worden gerekend, en wel:

a. de methode van WOJATSCHEK (1908), later ook door DODGE (1928) toegepast.

Zooals reeds hierboven uitvoerig is vermeld, geschiedt de registratie door middel van een spiegeltje dat op het gesloten ooglid is bevestigd. Hetzelfde principe waarop de „pelottemethoden” zijn gebaseerd, is ook hier toegepast. Hoewel de methode gevoeliger is dan de mechanische, door het ontbreken van de wrijving en de massa van een hefboomstelsel, kan zij geen aanspraak maken op nauwkeurige weergave van amplitudo en snelheid, aangezien de bewegingen van het spiegeltje afhankelijk zijn van de plaats waarop het is bevestigd, en van de kromming van de cornea, terwijl het niet aan te nemen is dat zij gelijken tred zouden houden met de bewegingen van het oog. Ook hier geldt tevens het bezwaar van het meeregistreeren der ooglidbewegingen.

b. de methode van MAJEWSKI, waarbij een cartoonen staafje met een zuigspeentje aan het oog wordt bevestigd, en de curve wordt geschreven door de schaduw van dit staafje. Hoewel in verband hiermede de methode als een optische kan worden beschouwd, heeft zij anderzijds met de mechanische methoden één groot nadeel gemeen, n.l. het slingeren van het 10 c.M. lange staafje, tengevolge waar-

van de curve geen juist beeld kan geven van de amplitudo en de snelheid.

c. de methode van WIEDERSHEIM, waarbij, zooals in het vorige hoofdstuk reeds uitvoerig is vermeld, met behulp van een ZEISS Universal-Kinamo een reeks momentopnamen wordt gemaakt (met een frequentie ongeveer gelijk aan die van den nystagmus) van een licht-reflecteerend metalen knopje dat op een steel aan het oog is bevestigd.

Deze methode bezit eenige voordeelen, welke echter niet opwegen tegen de nadeelen.

Aangenomen dat het mogelijk is het aantal momentopnamen per seconde ongeveer gelijken tred te laten houden met het aantal nystagmusslagen in een zelfden tijd, dan geeft elk beeldje een getrouwe weergave van de baan die het reflecteerende bolletje tengevolge van de oogbeweging beschreef *tijdens de belichtingsduur van de opname*. Men krijgt dan een horizontale, verticale of diagonaalsgewijs verloopen- de lijn, een ellips, een onregelmatige kromme, etc., waaruit gemakkelijk het verloop van de oogbeweging kan worden afgeleid. In zooverre heeft de methode onmiskenbare voordeelen, hoewel niet uit het oog mag worden verloren dat tengevolge van de beperkte belichtingstijd der opnamen en de hiaten ertusschen, er geen sprake kan zijn van een continue weergave van het bewegingsproces.

Hierdoor weet men nooit of een bepaalde lijn de volledige amplitudo voorstelt, of slechts een gedeelte er van, terwijl uit den aard der zaak de snelheid in het geheel niet uit de opname kan blijken.

Ook de frequentie wordt gemeenlijk niet juist door de opnamenserie weergegeven.

GROEP B. *Methoden waarbij de curven behalve frequentie en richting tevens de amplitudo en de snelheid der oogbeweging kunnen weergeven.*

Zij behooren allen tot de optische methoden, waarbij door een gereflecteerden stralenbundel een curve van de oogbewegingen wordt geschreven. Zij verschillen onderling hoofdzakelijk in de wijze waarop de lichtstralen worden gereflecteerd:

a. Methoden van DODGE en CLINE (1901), en van KOCH (1908), welke de cornea als weerkaatsingsvlak gebruiken. Zij hebben het nadeel dat de beweging van het corneaspiegelbeeldje geen gelijken tred houdt met de oogbeweging. Hoewel DODGE door berekening de een uit de ander kon afleiden, vormt dit toch een nadeel ten opzichte van de methoden welke ons direct afleesbare curven verschaffen. Bovendien is een sterke geconcentreerde lichtbron noodig, welke nadeelig kan zijn voor het oog, en tevens de beweeglijkheid van de geheele apparatuur belemmert.

b. De methode van MARX en TRENDLENBURG (1911) met een spiegelkje, bevestigd aan een klein aluminium kapje dat op het oog wordt gezet. Bij een beweging van het oog verandert de stand van het spiegelkje, zoodat de hoek tusschen invallende en teruggekaatste lichtstralen grooter of kleiner wordt (al naar de bewegingsrichting). Dit hoekverschil is tweemaal zoo groot als de hoek waarover

het spiegeltje zijn stand verandert, terwijl deze laatste overeenkomt met den hoek tusschen de bliklijnen van het bewegende oog in begin- en eindstand. Aldus kan uit de curve niet alleen de frequentie en de richting maar ook de amplitudo en de snelheid der nystagmusbewegingen worden afgeleid. De snelheid waarmee de film zich voortbeweegt is echter slechts gering (5 m.M. per seconde), zoodat bij vluggere oogbewegingen de snelheid niet nauwkeurig is af te lezen. Grootere filmsnelheid zou òf gevoeliger papier òf sterkere belichting eischen.

c. Methode van DOHLMAN. Ook hierbij wordt de oogbeweging overgebracht op een spiegeltje, waarvan het spiegeland oppervlak echter bij het registreeren van horizontale en rotatoire oogbewegingen niet naar boven wijst, maar op zij, terwijl het voor verticale bewegingen in horizontalen stand moet worden geplaatst, dus omhoog of omlaag gericht. Lichtbron en camera moeten dan zoodanig worden opgesteld, dat het door het spiegeltje weerkaatste lichtbeeld op de film valt, en de bewegingsrichting van de film zooveel mogelijk loodrecht staat op die van het lichtbeeld.

Aldus heeft DOHLMAN zeer fraaie opnamen verkregen die in vergelijking met sommige vroegere methoden een groote vooruitgang beteekenen. Uit eenige zijner gepubliceerde curven blijkt dat de filmsnelheid welke hij gebruikte (ongeveer 14 m.M. per seconde) te gering was, waardoor snel verloopende nystagmusbewegingen, zooals bij een hori-

zontalen calorischen nystagmus, opgewekt in den optimalen stand van het hoofd, minder goed afleesbare curven geven.

GROEP C. *Methoden waarbij uit de curven niet alleen frequentie, richting, snelheid en amplitudo zijn af te lezen, maar ook tot op zekere hoogte het verloop van de afgelegde beweging.*

De bewegingen welke het oog tijdens den nystagmus kan uitvoeren kunnen wij als volgt onderscheiden:

1. Rechthoekige bewegingen, waarbij n.l. het middelpunt van de cornea een lijn beschrijft, welks projectie op een frontaal vlak een rechte lijn is.

a. horizontaal: beweging om een verticale as.

b. verticaal: beweging om een horizontale as.

c. diagonaalsgewijs: beweging met een horizontale en een verticale component, met snelheden wier onderlinge verhouding dezelfde blijft.

2. Kromlijnige bewegingen, waarbij het middelpunt van de cornea een lijn beschrijft welks projectie op een frontaal vlak een kromme lijn is, doordat de verhouding der snelheden van de horizontale en de verticale componenten waaruit de beweging is samengesteld, voortdurend verandert. In bijzondere gevallen kan een elliptische of cirkelvormige baan beschreven worden.

3. Rotatoire bewegingen, waarbij het oog roteert om een sagittale as. Het middelpunt van de cornea, dat op deze aslijn gelegen is, staat hierbij stil.

4. Bewegingen *samengesteld* uit een rotatoire en een recht- resp. kromlijnige beweging.

De benamingen „rechtlijnig” en „kromlijnig” zijn strict genomen onjuist. Immers vatten we het oog op als een bol, dan zijn de genoemde bewegingen evenzeer als rotaties te beschouwen als de „rotatoire” beweging, met dat verschil, dat de as waaromheen zij plaats hebben niet in sagittale richting verloopt. Echter hebben deze benamingen burgerrecht verkregen doordat men bij de nystagmuswaarnemingen zijn aandacht concentreert op de heen en weer bewegende cornea.

Nu is het de vraag of al de opgenoemde bewegingen bij den nystagmus inderdaad voorkomen *).

Maar in ieder geval is het gewenscht, dat een nystagmographische methode in staat is zóódanige curven te leveren dat hieruit, behalve de reeds eerder genoemde bijzonderheden (frequentie, richting, amplitudo, snelheid) ook is af te lezen met welken der opgesomde bewegingsvormen wij te doen hebben.

Met de in groep A. en B. besproken methoden kan dit doel niet worden bereikt. Wel zijn sommige ervan in staat om behalve van horizontale, ook van verticale bewegingen een curve te geven, maar dan moet daartoe het toestel 90° worden gedraaid. In het algemeen dient men hierbij dus eerst met het bloote oog den aard van de beweging (horizontaal, verticaal, of uit beide componenten bestaand) vast

*) QUIX zegt: ⁹⁶⁾ „Het aantal nystagmusvormen is niet onbeperkt, doch zeer beperkt en wel tot 26 vormen.”

te stellen, en hiernaar den stand van het registreerapparaat te regelen. Afgezien van het feit dat een dergelijke subjectieve waarneming tot onnauwkeurigheden kan leiden, leert de ervaring tevens dat wanneer het oog een serie nystagmusbewegingen uitvoert, deze dikwijls niet voortdurend om eenzelfde as verlopen. Het komt herhaaldelijk voor dat b.v. van een aantal achtereenvolgende nystagmusbewegingen welke z.g. horizontaal zijn, er slechts enkelen deze beweging zuiver uitvoeren, terwijl de meeste een meer of minder belangrijke verticale componentte vertoonen. Niet alleen wordt het bestaan hiervan bij een registratie volgens een der bovenbedoelde methoden dan niet aangetoond, maar tevens ontstaan onnauwkeurigheden t. o. v. amplitudo en snelheid.

In onderstaande figuur stelt AD een zuiver horizontale beweging voor, terwijl AB een beweging

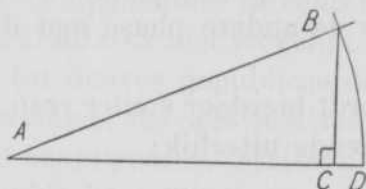


Fig. 1.

weergeeft van dezelfde amplitudo, maar niet zuiver horizontaal. AC en BC zijn hiervan resp. de horizontale en de verticale componentte.

Indien nu het toestel is ingesteld op het registreren van zuiver horizontale bewegingen, terwijl in werkelijkheid de beweging volgens AB plaats

heeft, dan zal op de curve slechts de horizontale componente AC verschijnen, terwijl de werkelijke amplitudo de afstand CD méér bedraagt. Ook al zou men geneigd zijn dit meestal vrij geringe verschil te verwaarloozen, dan blijft nog het bezwaar van de foutieve registratie van de snelheid en van de richting.

Immers nemen wij aan dat de beweging heen en terug eenparig verloopt met dezelfde snelheid. Wanneer zij zuiver horizontaal is, wordt de curve aldus:



indien zij echter volgens AB plaats heeft, zal de verticale componente tijdens de eene phase tegengesteld aan de bewegingsrichting van de film verlopen, tijdens de andere phase met de film meebewegen.

De curve wordt hierdoor steiler resp. vlakker, en krijgt het volgende uiterlijk:



d. w. z. doet zich voor alsof er een snelle en een langzame phase bestaat, terwijl in werkelijkheid beide fasen even snel verlopen.

DOHLMAN geeft aan dat hij met zijn toestel, indien het oppervlak van het spiegeltje zijwaarts gericht is, tegelijk met een horizontalen nystagmus ook een eventueele rotatoire componenten uit de curve kan aflezen.

Hij heeft n.l. een tijdsein waarmee iedere $\frac{1}{5}$ seconde de lichtbron gedurende $\frac{1}{40}$ seconde wordt uitgeschakeld, zoodat zijn curve uit een aantal afzonderlijke streepjes bestaat.

Indien nu de film in verticale richting voortschuift (d. w. z. loodrecht op de beweging die het lichtbeeldje tengevolge van den horizontalen nystagmus ondergaat) zal een eventueele rotatoire componenten het lichtbeeldje evenwijdig aan de film bewegen, en dus geen uitslag van de curve geven, maar wel een verlenging resp. verkorting der bovengenoemde streepjes.

Gelijktijdige registratie van horizontale, rotatoire en verticale componenten is echter ook met de methode van DOHLMAN niet mogelijk.

Onder de tot dusver gepubliceerde methoden is er niet een, welke *in alle opzichten* aan het hierboven gestelde doel beantwoordt. Niettemin verdienen de kinematographische methoden en het toestel van STRUYCKEN onder de groep C te worden gerangschikt, aangezien zij de eenige werkwijzen zijn waarmee tot op zekere hoogte bevredigende resultaten zijn bereikt.

Wat betreft de *kinematographische methoden* zou men bij oppervlakkige beschouwing zeggen dat deze het ideaal vormen van een goede nystagmographie.

Immers men krijgt zijn opname niet indirect van een licht-reflecteerend punt, maar men filmt het geheele oog met al zijn fijne détails, benevens de eventueel er op aangebrachte merkteekens. Door de gemaakte beelden na te meten en de gevonden uitkomsten in curven om te zetten, zou men niet alleen frequentie, richting, amplitudo en snelheid kunnen vastleggen, maar ook het verloop en den vorm van de afgelegde bewegingsbaan.

Een nadeel is echter, dat de gewone filmtoestellen niet meer dan 32 opnamen per seconde kunnen maken, terwijl de te fotografeeren bewegingen uiterst snel kunnen verlopen. Wil men op de achteraf te vervaardigen curve met eenige juistheid een bewegingsphase kunnen weergeven, dan zijn toch op zijn minst 3 opeenvolgende beelden hiervan noodig. Een snelle nystagmusphase van $\frac{1}{60}$ seconde is (zooals uit de door mij gemaakte curven is gebleken) in het geheel niet buitensporig snel. Voor een juiste kinematographische weergave hiervan zouden in dit korte tijdsbestek 3 beelden moeten worden vervaardigd, hetgeen neerkomt op 180 opnamen per seconde. Nu bestaan er tegenwoordig wel bijzondere toestellen waarmee zelfs nog grootere frequentie kan worden bereikt, tot 500 beelden per seconde (z.g. „Hochfrequenzapparate”, min of meer gelijk aan de „Ernemann Zeitlupe”), maar een eenvoudige berekening leert dat deze meerdere nauwkeurigheid wordt verkregen ten koste van de eenvoudigheid. Filmen wij b.v. een calorischen nystagmus welke 200 seconden duurt,

met een frequentie van 200 opnamen per seconde, en willen wij met behulp van deze opnamen een curve construeeren, dan zien wij ons geplaatst voor de omvangrijke taak 40.000 beelden stuk voor stuk na te meten onder het microscoop en, rekening houdende met de gevonden ordinaat- en absciswaarden, dienovereenkomstig een evengroot aantal stippen te zetten op een vel millimeter-papier. Verondersteld dat wij, dank zij een buitengewone routine, slechts een halve minuut voor iedere meting zouden noodig hebben, en dank zij een bijzonder volhardingsvermogen, hieraan 8 uur per dag zouden kunnen doorwerken. Na ruim 41 dagen zouden wij dan ons doel hebben bereikt.

De kinematographische methode is dan ook, indien zij nauwkeurig wil zijn, practisch alleen te gebruiken voor het registreeren van een kortdurende beweging, b.v. van een of twee nystagmuslagen.

De methode van STRUYCKEN stelt ons in staat uit de curve af te lezen in hoeverre een geregistreeerde oogbeweging horizontaal of verticaal verloopt; dit is te danken aan het gebruik van het z.g. omkeeringsprisma, dat, zooals reeds in het vorige hoofdstuk werd beschreven, de door het platina-bolletje gereflecteerde lichtstraal in tweeën splitst zoodanig dat, bij een beweging van het bolletje het verloop hiervan volledig is aangegeven door de wijze waarop de beide gereflecteerde beelden zich ten opzichte van elkaar bewegen.

Wat echter de rotatoire oogbeweging betreft, deze heeft plaats om een as welke practisch samen-

valt met het platina-stiftje, en veroorzaakt dus geen verplaatsing van het reflecteerende bolletje. STRUYCKEN stelde voor in dit geval het stiftje wat meer zijwaarts op het oog te plaatsen.

Inderdaad krijgt dan het bolletje een nagenoeg verticale beweging *). Een uitsluitend rotatoire nystagmus zou op deze wijze een curve kunnen geven.

In de meeste gevallen komt deze bewegingsvorm echter voor in combinatie met een rechte lijnige beweging, b.v. een horizontalen- of een verticalen nystagmus. Zijwaarts plaatsen van het platina-stiftje zou dan juist een behoorlijke analyse der verkregen curve in den weg staan, immers zou er dan niet meer uit kunnen blijken in hoeverre de hierin aanwezige verticale componentte correspondeerde met een werkelijk verticale beweging, of met rotatie.

*) Eigenlijk beschrijft het een cirkelboog. Het geringe aantal graden waarover een rotatoire nystagmus plaats heeft, maakt echter dat deze practisch met een rechte lijn is gelijk te stellen.

HOOFDSTUK IV.

INSTRUMENTARIUM.

- A. *Over de wijze waarop de proefpersoon in verschillende standen moet worden gebracht.*

Behalve de in het vorige hoofdstuk genoemde eischen waaraan een goede nystagmographische methode moet voldoen, bestaat er nog één voorwaarde, waarmee rekening gehouden moet worden. Aangezien in zoovele gevallen een nystagmus, wat zijn richting, frequentie, amplitudo etc. betreft, afhankelijk is van den stand van het hoofd, verliest een registratiemethode veel van haar waarde indien zij gebonden is aan een bepaalden stand. Het is daarom dat slechts die methoden den voorkeur verdienen, welke bij verschillende standen van het hoofd kunnen worden gebruikt, en liefst zoodanig dat tijdens het overbrengen van den eenen stand in den andere de nystagmusregistratie ongestoord kan doorgaan; is dit laatste het geval, dan zou dus de methode tevens geschikt kunnen zijn voor het registreren van bewegingsnystagmus.

Om tot een dergelijke methode te komen, dienen we:

1. een juiste keuze te doen uit de verschillende

wijzen waarop men het hoofd van den proefpersoon in alle gewenschte standen kan brengen, resp. bewegingen kan laten uitvoeren.

2. het registreertoestel zoodanig te bevestigen, dat het zich ten opzichte van het hoofd van den proefpersoon niet kan bewegen.

Wat het eerste punt betreft dient te worden vooropgesteld, dat, indien wij door middel van een nauwkeurige registratiemethode den invloed van den stand der beide labyrinthen op den nystagmus willen nagaan, alle andere factoren, die eveneens van invloed kunnen zijn op den nystagmus, zooveel mogelijk moeten worden uitgeschakeld. Bij het gewone klinische onderzoek van het vestibulair orgaan wordt de standverandering van het hoofd eenvoudig verkregen door dit in den hals te buigen, te wenden of te neigen *). Ook bij talrijke laboratoriumonderzoekingen gebeurde dit op dezelfde manier. Men moet hier echter rekening houden met de halsreflexen op de oogen. (MAGNUS en DE KLEYN ⁷⁰), GRAHE ³⁷). Een veranderde stand van het hoofd t. o. v. den romp kan n.l. ook zonder labyrinthprikkeling aanleiding geven tot veranderingen in den tonus der oogspieren en een bestaanden nystagmus beïnvloeden.

Het is dus noodzakelijk dat wij bij verandering

*) Beweging van het hoofd voor- of achterover in het sagittale vlak heet buigen; beweging zijwaarts in het frontale vlak heet neigen, terwijl met wenden bedoeld wordt de draaibeweging om de lengteas van het lichaam.

van den stand der labyrinthen, de halsreflexen uitschakelen door onder alle omstandigheden de positie van het hoofd ten opzichte van den romp dezelfde te doen blijven.

Op vrij primitieve wijze geschiedde dit reeds in 1886 door DELAGE²⁰⁾ bij een onderzoek over de waarneming van den stand van het lichaam in de ruimte, dat later door AUBERT, NAGEL e. a. werd herhaald, met een langwerpige, slechts om de dwars-as beweegbare plank, waarop de proefpersoon werd bevestigd. Een dergelijke, slechts om een as draaibare plank gebruikte ook FRENZEL (1925)³²⁾ om den invloed van verandering van den stand van het hoofd om een bitemporale as op den calorischen nystagmus na te gaan.

Vosz¹¹³⁾ beschreef een plank welke in meerdere richtingen draaibaar was, doordat deze aan touwen — bevestigd halverwege de lange zijden — aan het plafond hing. Een grootere verbetering bracht de z.g. „Lagetisch” van GRAHE⁴⁰⁾ (1925), welke bestaat uit twee in elkander draaibare ijzeren ramen. Het binnenste is, evenals bij een brancard, met stevig linnen bespannen, en kan om zijn lengte-as worden gedraaid binnen het buitenraam, dat op zijn beurt om zijn dwarse as draaibaar is, en terweerszijden rust op een buizenconstructie, waarmee het geheele toestel tevens stevig op den grond staat.

In 1926 beschreef QUIX⁹²⁾ een onafhankelijk van GRAHE door hem geconstrueerd toestel, dat in principe met het vorige overeenstemt.

EYSVOGEL²⁹⁾ verrichtte hiermede vingerwijs-

proeven in verschillende standen, en tevens onderzoekingen over de waarneming van den stand van het lichaam in de ruimte.

BENJAMINS⁶⁾ en NIENHUIS (1927) onderzochten de raddraaiing van het oog bij verschillende standen van het lichaam met behulp van een naar het voorbeeld van GRAHE gebouwden „Lagetisch”. De eenige wijziging welke zij aanbrachten bestond in een sterke kromming van het „craniale” deel van het buitenste raam teneinde hiervan, bij het waarnemen der oogen tijdens zijligging van den proefpersoon, geen hinder te hebben.

Een naar laatstgenoemd voorbeeld geconstrueerd toestel heb ik voor de Leidsche oorheelkundige kliniek bij de firma Dörr te Groningen laten vervaardigen, teneinde hiermede tijdens de nystagmusregistratie den proefpersoon in verschillende standen te kunnen brengen. De kromming in de stangen van het buitenste raam kwam ook thans zeer goed van pas, om te vermijden dat tijdens het ronddraaien om de lengte-as het aan het binnenraam bevestigde registreerapparaat tegen het buitenraam zou stooten.

In plaats van „Lagetisch” zal verder van „wintelstatief” worden gesproken.

B. *Over de bevestiging van het registreertoestel.*

Wat het tweede punt betreft — n.l. de onwrikbare bevestiging van het registreertoestel aan het hoofd van den patiënt — dient op het groote belang hiervan te worden gewezen. Immers zoolang het

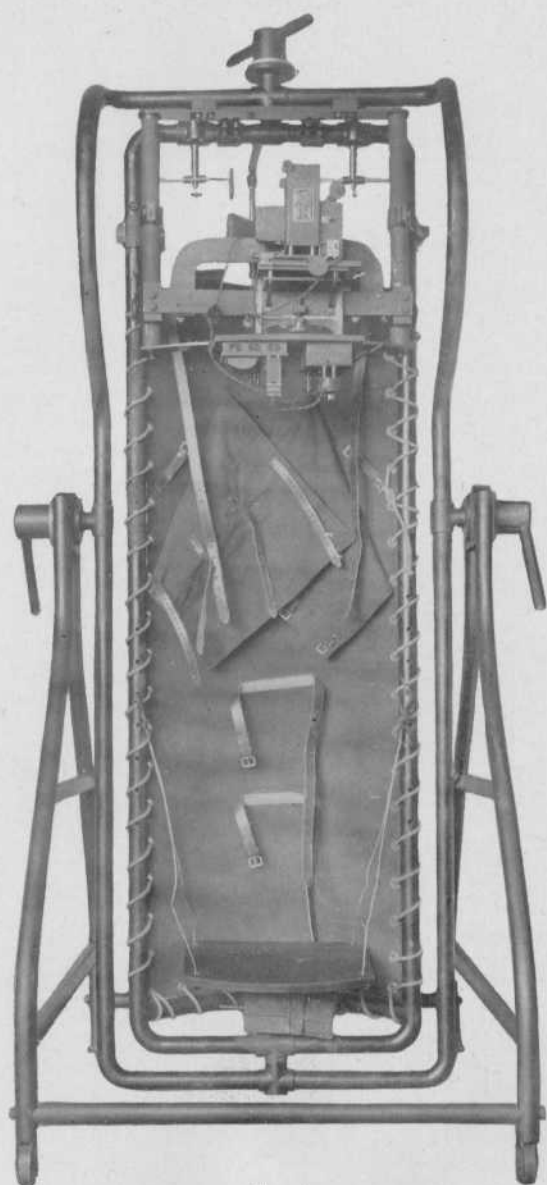


Fig. 4.

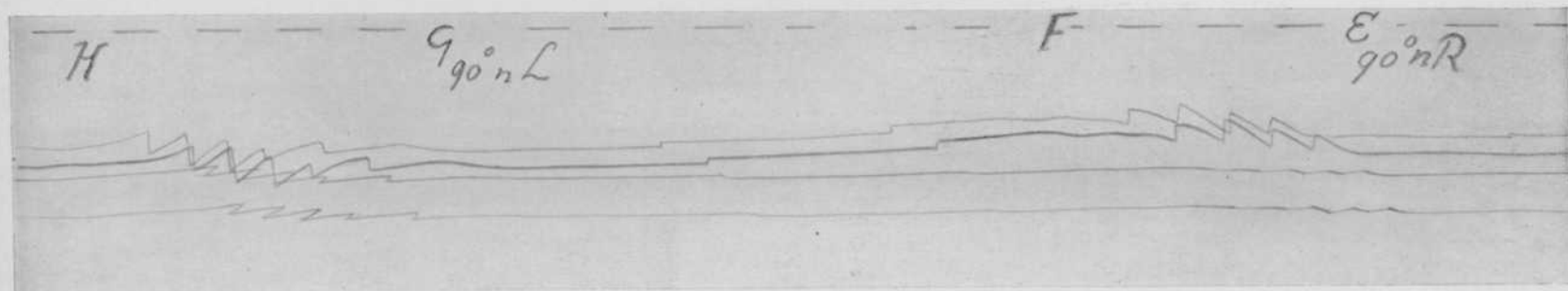


Fig. 5.

Curve opgenomen tijdens draaiing Ia (om de verticale-longitudinale as, zie pag. 106). Tusschen E en F is over 90° naar rechts gedraaid, tusschen F en G stond de proefpersoon stil, tusschen G en H had draaiing over 90° naar links plaats. Men ziet (lezende van rechts naar links) dat tusschen F en E een horizontale nystagmus naar rechts optrad, tusschen G en F een horizontale nystagmus naar links. In beide gevallen bestond een geringe verticale component.

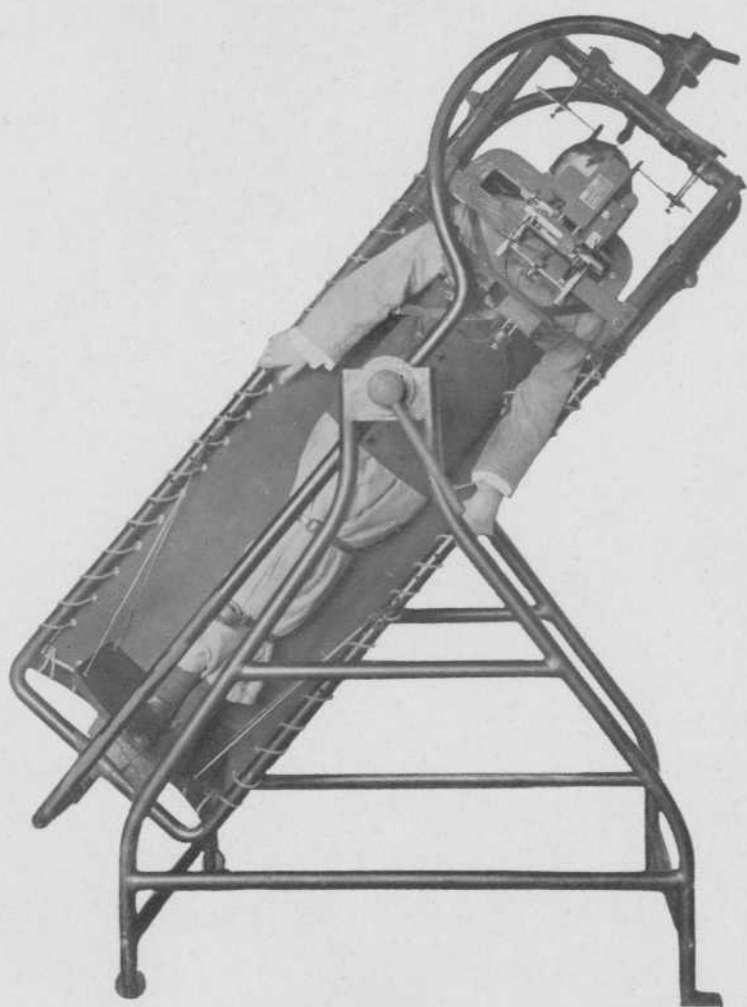


Fig. 6.



mogelijk is dat het hoofd ten opzichte van het toestel kan worden bewogen, hebben wij geen zekerheid dat de geschreven curve inderdaad alleen oogbewegingen voorstelt. Vooral indien men tijdens het registreeren den stand van het hoofd wil veranderen, wordt het veel moeilijker om voor een onbeweeglijke bevestiging zorg te dragen. Het meerendeel der in de beide vorige hoofdstukken genoemde ontwerpers van nystagmographische methoden heeft aan dit vraagstuk niet voldoende aandacht besteed. Bij sommigen wordt geregistreerd zonder dat het hoofd ten opzicht van het toestel is gefixeerd. Ook bij MARX en TRENDLENBURG, en bij DOHLMAN is dat het geval, echter hebben zij door middel van een reflecteerend spiegel-tje, dat onbeweeglijk aan het hoofd is bevestigd, gezorgd dat een tweede curve op de film verschijnt, welke iedere verschuiving van de camera ten opzichte van het hoofd noteert.

Anderen, o.a. WIEDERSHEIM, hebben het hoofd gefixeerd met een kin- en voorhoofdssteun zooals in de oogheilkunde bij het toestel van JAVAL wordt gebruikt. Het behoeft geen betoog, dat er in dit opzicht meer vereischt wordt, wanneer men den proefpersoon tijdens de registratie van stand wil laten veranderen. Dit laatste is echter slechts mogelijk bij de pelottemethoden (BUYS, GRÜNBERG e. a.), waarbij het zeer lichte apparaat met een band aan het voorhoofd is bevestigd, en bij het in 1922 door STRUYCKEN beschreven toestel. Hierbij is de camera verstelbaar bevestigd aan een aluminium

raampje, dat van boven aan een voorhoofdsband vastzit, en van onderen gesteund wordt door een met afdrukmassa voorziene bijtstang, welke de proefpersoon in den mond houdt. Een dergelijke wijze van bevestigen is echter alleen mogelijk indien, zooals bij STRUYCKEN, het apparaat slechts zeer weinig weegt; immers een zwaarder toestel is niet alleen voor den patiënt onaangenaam om te dragen, maar zal bovendien tijdens beweging van het hoofd gaan slingeren, vooral doordat een voorhoofdsband nooit zoo vast kan sluiten of er is tengevolge van de indrukbaarheid en verschuifbaarheid van de huid nog wel eenige beweging in te krijgen.

Nu heeft de constructie van een camera van gering gewicht echter allerlei nadeelen. Het apparaat van STRUYCKEN heeft betrekkelijk geringe afmetingen. De breedte van de film is in verband hiermede slechts 2 c.M., zoodat voor een eenigszins vergrootte weergave der bewegingen van het platina-bolletje geen ruimte overblijft. Doordat het uurwerk, dat de film doet draaien, ook zeer weinig mag wegen, kan dit zonder opwinden niet langer dan ongeveer 80 seconden loopen, terwijl b.v. een calorische nystagmus soms 200 à 300 seconden kan duren.

Aangezien ik bij de constructie van de door mij gebruikte camera streefde naar:

a. sterker vergrootte weergave der oogbewegingen, derhalve breedere film,

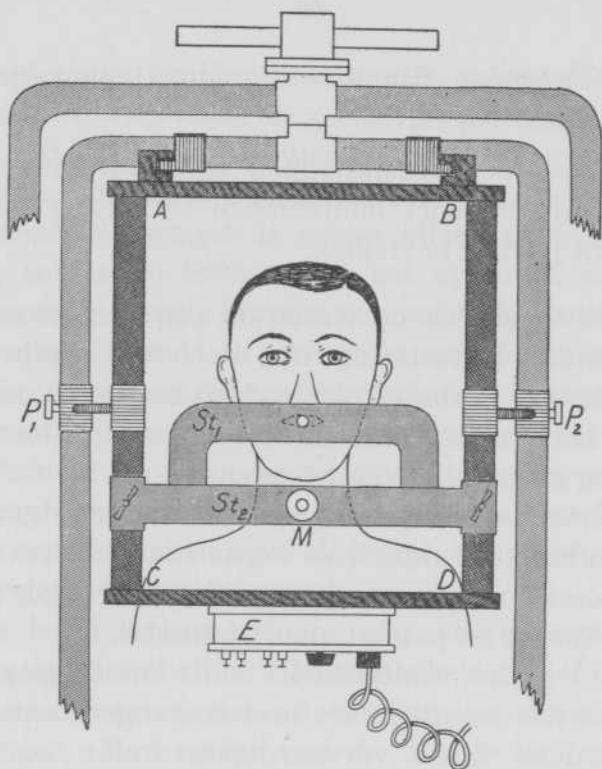
b. zwaarder filmuurwerk, dat langer achter elkaar kan loopen,

c. een met draaiknoppen en tandraderen gemakkelijk en snel hanteerbare inrichting om de camera juist in te stellen,

was ik vanzelf aangewezen op een veel zwaarder apparaat. Bevestiging op de boven besproken manier was derhalve niet wel uit te voeren, zoodat voor het fixatieprobleem op andere wijze een oplossing moest worden gevonden.

Hiertoe ben ik van een ander principe uitgegaan, dat in het kort aldus kan worden samengevat: niet het toestel wordt aan den patiënt bevestigd, maar omgekeerd: de patiënt aan het toestel.

Dank zij het wentelstatief is dit laatste mogelijk. Ik heb n.l. een uit zware ijzeren stangen bestaande constructie laten vervaardigen, welke zoodanig aan het binnenste raam van het wentelstatief is bevestigd, dat hieraan niet alleen de camera met zijn instelinrichting, maar tevens een z.g. bijtplaat onwrikbaar, en toch onderling verstelbaar, kunnen worden vastgeschroefd. Deze bijtplaat heeft ongeveer den vorm van een hoefijzer ter grootte van de tandenrij, en moet worden bedekt met een laag afdrukmassa (het in de tandheelkunde gebruikte „Stents composition”), waarin een afdruk van het gebit van den proefpersoon wordt gemaakt. Wanneer deze dan tijdens de registratie de bijtplaat stevig in den mond houdt, zijn bewegingen van het hoofd ten opzichte van de camera uitgesloten.



In fig. 7 is weergegeven op welke wijze het raam*) is geconstrueerd waaraan zoowel de camera als de bijtplate zijn bevestigd. Het uit zware ijzeren staven bestaande raam ABCD is op vier plaatsen aan het binnenste raam van het wentelstatief (hier slechts gedeeltelijk afgebeeld) bevestigd, en wel bij A en B door middel van zware scharnieren, en bij P_1 en P_2 door middel van zijstaven en kokers. Deze laatste verbinding kan gemakkelijk worden losgeschroefd, zoodat wij dan het raam kunnen opklappen.

De dwarsstaaf St_2 (waaraan tevens de dwarsstaaf St_1 is bevestigd) kan langs AC en BD omhoog en omlaag worden verschoven, en wordt met schroeven vastgeklemd. St_1 bevat halverwege een opening waarin de bijtplate wordt vastgeschroefd. Aan St_2 wordt de camera (hier niet weergegeven) bij M met een moer vastgezet.

Een kastje E, bevattende een transformator met regelweerstand is aan de dwarsstaaf CD bevestigd.

*) Vervaardigd door de „Eiga”, C. V., Hartesteeg 5, Leiden.

Indien echter de patiënt met zijn volle gewicht aan de bijtplaat zou moeten hangen, zou hij in allerlei standen een hinderlijken druk in den mond onder vinden. Het is daarom noodig dat hij tevens op het wentelstatief zoo stevig mogelijk wordt bevestigd. Daartoe worden romp en beenen *) met riemen vastgebonden en wordt met behulp van voetenplank, steunbladen op de schouders, steunpelotten achter en opzij van het hoofd gezorgd dat in welke houding ook de patiënt wordt gebracht, hij steeds gefixeerd blijft, behoudens kleine verplaatsingen. Om ook deze laatste volledig te kunnen elimineeren, dient dan de bijtplaat; op deze wijze is de druk, welke in den mond wordt onder vonden, tot een minimum gereduceerd, terwijl tevens camera, proefpersoon en wentelstatief één onwrikbaar geheel vormen **).

C. *Over de constructie van het registreertoestel.*

Uit het overzicht der verschillende nystagmographische methoden, en de daarop gevolgde critische besprekingen, is komen vast te staan dat onder de bestaande toestellen dat van STRUYCKEN het

*) De armen worden niet vastgebonden; de patiënt gevoelt zich daardoor veel rustiger, en kan tevens met de handen teekens geven indien een riem of pelotte te stijf knelt, en hij tengevolge van de bijtplaat niet kan spreken.

**) Er schijnt nog een ander voordeel aan het gebruik van de bijtplaat verbonden te zijn. Gedurende de talrijke malen dat ik proefpersonen, welke op de bovenbeschreven wijze op het wentelstatief waren bevestigd, heb rondgedraaid of calorisch geprikkeld is er nog nooit iemand misselijk geworden. Ook FISCHER en WODAK **) meenden een dergelijken invloed van de bijtplaat te hebben waargenomen.

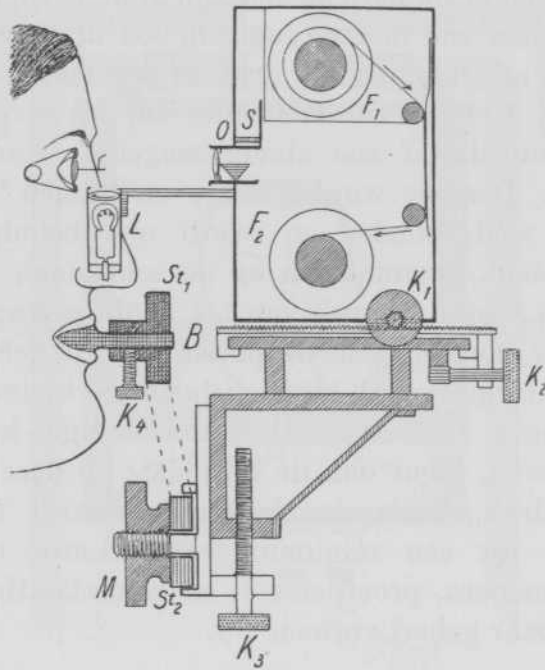


Fig. 8 A.

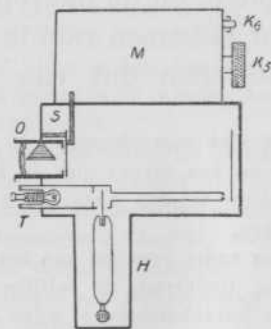


Fig. 8 B.

In fig. 8 A is een schematische voorstelling gegeven van de samenstelling van het registreerapparaat *) en de wijze waarop het met het hoofd van den proefpersoon is verbonden. Wij onderscheiden hierbij de volgende onderdeelen:

I. De camera. Deze is in lengtedoorsnee afgebeeld. In de bovenste helft bevindt zich de afwindende filmspoel F_1 , in de onderste helft de opwindende spoel F_2 . Het verdere verloop van de film is door pijlen weergegeven. Aan het objectief O (met lens en prisma) is tevens de sluiters S bevestigd. De lamp L is door middel van een verbindingsstaafje met de camera verbonden, en zoodanig opgesteld, dat het middelknopje, indien het zich 1 c.M. boven het middelpunt van de lichtopening bevindt, zijn beeld werpt ongeveer in het midden van het projectievlak van de film.

In fig. 8 B is een dwarsdoorsnede van de camera weergegeven ter hoogte van het objectief O. Hiernaast bevindt zich het lampje van het tijdsein T. Het horloge H is zoodanig opgesteld, dat een uiterst dun staafje van aluminium, verbonden met den onrust van het uurwerk, een slingerbeweging uitvoert voor de lichtopening van T en aldus bij iedere tik van het horloge een kort moment het licht onderschept dat van hieruit door het buisje op de film wordt geworpen. Op deze wijze ontstaat wanneer de film loopt een onderbroken lijn, welke het mogelijk maakt de snelheid van de film af te lezen, en wel zoodanig dat 5 streepjes overeenkomen met 2 seconden. (De snelheid bedraagt 35 à 40 m.M. per seconde.)

Aan de andere zijde van de camera bevindt zich in een kastje het filmuurwerk M, welks constructie hier niet is weergegeven. Aan de buitenzijde bevindt zich het knopje K_2 waarmee het uurwerk wordt opgewonden, en de knop K_3 , welke behalve met de rem van het uurwerk tevens in verbinding staat met den sluiters S (in deze figuur in gesloten stand voorgesteld). Deze knop kan in 4 verschillende standen worden gebracht, en wel als volgt:

- stand 1: sluiters open; film staat stil.
- stand 2: sluiters open; film draait.
- stand 3: sluiters open; film staat stil.
- stand 4: sluiters gesloten; film staat stil.

II. Het onderstel, waarop de camera is bevestigd, en dat met de moer M onwrikbaar vastgeschroefd zit aan de dwarsstaaf St_2 , welke hier in doorsnede is weergegeven. De knoppen K_1 en K_2 staan in verbinding met tandraderen in dwarse- en in lengterichting, de knop K_3 met een verticale schroef. Met deze knoppen kan de camera langs sleden in voor- en achterwaartsche (K_1), zijwaartsche (K_2) en verticale richting (K_3) worden verplaatst.

III. De bijtplaat bevindt zich grootendeels in den mond van den proefpersoon. De steel ervan (B) is gestoken in een opening in de dwarsstaaf St_1 (in doorsnee weergegeven) en is met de schroef K_4 hierin vastgeschroefd. Op het oog van den proefpersoon, dat met een ooglidhouder wordt opgehouden, is een zijden kapje met dubbelstift aangebracht.

*) Vervaardigd door de „Eiga” C. V., Hartesteeg 5, Leiden.

meest beantwoordt aan de te stellen eischen. Tevens is er echter op gewezen in welke opzichten de methode uitbreiding en verbetering behoeft. Ik heb mij derhalve tot taak gesteld een zoodanig apparaat te construeeren, dat, uitgaande van de methode van STRUYCKEN, tevens de volgende voordeelen zou bieden:

1. Registratie van een rotatoire componentte gelijktijdig met de horizontale- en verticale componentte.
2. Sterker vergroote weergave der oogbewegingen.
3. Een zwaarder uurwerk, waardoor de film langer achter elkaar kan draaien.
4. Een onderstel waarmee de camera tijdens het instellen snel in de gewenschte richting kan worden verschoven.

Ad. 1. De mogelijkheid rotatoiren nystagmus gelijktijdig met de verticale- en horizontale componentte op te tekenen, heb ik verkregen door een ander platina-stiftje te construeeren, een z.g. *dubbelstift*. Ik heb n.l. 2 m.M. vanaf het eindknopje een zijarmpje, eveneens van platinadraad, bevestigd, dat aan zijn uiteinde voorzien is van een zelfde platinaknopje. De lijn die dit knopje met het vorige verbindt is ongeveer 5 m.M. lang, en staat loodrecht op de middelste stift. We zullen het aan het eind van de middelste stift aanwezige knopje het *middelknopje* noemen, het andere *zijknopje*.

De middelste stift heeft een lengte van ongeveer 13 m.M., en is met zijn eene uiteinde op een dun koperen plaatje met een middellijn van 5 m.M. gesoldeerd. Dit plaatje is met zijn bovenzijde met schellak aan een cirkelrond lapje zijde geplakt,

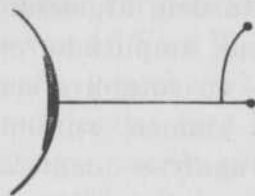


Fig. 9.

waarvan de middellijn iets langer is dan die van de cornea, en wel op de wijze als in bovenstaande figuur is aangegeven. Een kleiner lapje zijde, met schellak aan den anderen kant van het koperplaatje geplakt, en met zijn randen hierover uitstekend, zorgt dat het oog niet met het koper in aanraking komt.

Het kapje wordt thans nat gemaakt en op een kunstoog gezet. Na indrogen behoudt het de kromming van de cornea.

Indien nu het kapje zoodanig op het oog wordt gezet dat zijn randen met die van de cornea samenvallen, het middelste stiftje in het verlengde van de sagittale oogas verloopt, en het zijstiftje naar boven wijst, dan zullen de oogbewegingen door de beide verlichte knopjes worden opgeteekend. Wanneer de oogbeweging zonder rotatoire componenten verloopt, zullen de beide knopjes parallel verloopende curven geven, aangezien hunne uitslagen even groot zijn.

Bij aanwezigheid van een rotatoire component zal het zijknopje tevens een cirkelbeweging uitvoeren, met het middelknopje als middelpunt. Dan zullen dus de uitslagen van de curven der beide knopjes niet even groot zijn. Uit hun verschil kan de rotatiehoek worden afgeleid. Voor de wijze waarop de snelheid, amplitudo, etc. van de verticale-, horizontale- en rotatoire componenten uit de curven afgelezen kunnen worden en zoo noodig door wiskundige analyse quantitatief bepaald, zij hierbij verwezen naar het volgende hoofdstuk, dat zich in het bijzonder met de analyse der curven zal bezig houden.

Ad. 2. Het geven van een sterkere vergrooting lijkt eenvoudig, doch brengt eenige moeilijkheden met zich mede. Niet alleen dienen wij hierbij een breedere film te gebruiken, maar tevens moeten wij voor een aanmerkelijk sterkere lichtbron zorg dragen. Immers bij een sterkere vergrooting worden de uitslagen der curven grooter, d.w.z. bewegen de beelden der knopjes zich in denzelfden tijd over een grooteren afstand, dus sneller. De belichtingstijd van ieder punt van het gevoelige papier is dus zooveel korter. Aangezien het zilverbromidepapier al zeer gevoelig is, dienen wij naar versterking van de lichtbron te streven. Deze lichtbron mag echter niet te groot zijn *), aangezien zij bij het verlichten

*) Met den lichtbundel van een zeer sterke spleetlamp zou men eventueel ook van een grooteren afstand de knopjes kunnen verlichten. In verband met de hooge kosten, en tevens om de apparatuur niet onnoodig zwaar te maken, is hiervan echter afgezien.

van de knopjes zeer dicht bij het gelaat gebracht moet worden. STRUYCKEN gebruikte zwakstroom-lampjes van 3 V., welke hij met een 4 V. stroom overbelastte, teneinde aldus zooveel mogelijk wit (chemisch actief) licht te krijgen. Deze waren voor de door mij beoogde vergrooting echter te zwak. Talrijke lampjes van 4.5 V., 6 V. 10 en 12 V. werden door mij vergeefs geprobeerd. Tenslotte bleek dat een 10 V. lampje, dat hier in de kliniek voor bijholte-doorlichtingen wordt gebruikt, in alle opzichten aan de gestelde eischen voldeed. Behalve de voldoende lichtsterkte en de geringe afmetingen, had het tevens dit voor, dat het niet behoefde te worden overbelast, zoodat ik het rustig eenige minuten achter elkaar kon laten branden zonder gevaar van doorsmelten van den gloeidraad.

De bewegingen der platinaknopjes worden 1.8 maal vergroot weergegeven; daar komt nog bij dat de door hen afgelegde baan grooter is dan de beweging der overeenkomstige punten van de cornea, zoodat de totale vergrooting der oogbewegingen nog meer bedraagt. In het volgende hoofdstuk zal deze questie nog nader onder de oogen worden gezien. De breedte van de film bedraagt 4 c.M.

Ad. 3. Voor het draaien van de film heb ik een grammaphoon-uurwerk gebruikt, met een sterke veer. Een electromotor bleek minder geschikt te zijn, zoowel wegens de veel hoogere kosten als wel omdat deze niet volkomen trillingvrij kon draaien.

Ad. 4. Voor de beschrijving van het onderstel waarmee de camera in op- en neerwaartsche, voor-achterwaartsche en zijwaartsche richting kan worden verschoven, wordt naar de betreffende afbeelding met de verklaring er van verwezen (fig. 8 A).

HOOFDSTUK V.

HET LEZEN EN ANALYSEEREN DER CURVEN.

Hoewel ook zonder analyse reeds verschillende belangrijke gegevens uit de curven kunnen worden afgelezen, is het voor een nauwkeuriger onderzoek der geregistreerde bewegingen noodzakelijk de verkregen lijnen, hoeken etc. te meten, en door wiskundige berekening uit deze maten de juiste beweging te reconstrueeren.

Om de curven goed te kunnen begrijpen dienen wij ons allereerst goed voor te stellen op welke wijze de lichtstralen verloopende vanaf de beide reflecterende dubbelstiftknopjes (middelknop en zijknop) tot het lichtgevoelig oppervlak van de film, en hoe zij bij beweging dezer knopjes hun verloop wijzigen.

Elk der beide lichtbundels passeert eerst de lens en wordt dan door de aanwezigheid van het omkeeringsprisma in tweeën verdeeld, n.l. in een helft welke direct doorgaat, en een welke het prisma passeert. Deze laatste zullen wij *prismabundel* noemen, de andere *directe bundel*.

De beide knopjes corresponderen dus elk met een directen bundel en een prismabundel. De hierdoor op de film geprojecteerde lichtbeelden noemen wij resp. *directe beeld* en *prismabeeld*.

Wanneer het oog beweegt, gaan ook de twee paar beelden op de film bewegen. De beweging van elk der beide knopjes wordt als het ware in twee componenten gesplitst, welke wij resp. *directe componente* en *prisma-componente* noemen.

Als nu tevens de film gaat draaien, ontstaan er vier curven, en wel twee *directe* en twee *prisma-curven*.

De beide met het middelknopje correspondeerende curven noemen wij *centrale curven*, de andere twee, welke door het zijknopje worden geschreven, *laterale curven*.

De vier curven heeten dus achtereenvolgens:

1. centrale directe curve.
2. laterale directe curve.
3. centrale prismacurve.
4. laterale prismacurve.

Ingeval de geregistreeerde oogbeweging zonder rotatie *) verloopt, zullen de beide centrale curven in het algemeen gelijkvormig zijn **) met de beide laterale curven. Deze gelijkvormigheid zal echter niet bestaan wanneer het oog tevens een rotatiebeweging om de sagittale as uitvoert. Immers zal de beweging van het middelknopje hierdoor praktisch niet worden beïnvloed, terwijl daarentegen het zijknopje tevens een cirkelboog beschrijft.

Er zal thans een uiteenzetting worden gegeven

*) Zie pag. 46.

**) Een uitzondering hierop wordt op pag. 100 besproken.

over de wijze waarop de beweging der platina-knopjes uit de curven kan worden afgeleid.

Wij zullen daartoe eerst de bewegingen welke zonder rotatie verlopen bespreken, en vervolgens die met rotatie.

1. *Bewegingen zonder rotatie.*

Aangezien hierbij de beide knopjes gelijkvormige *) curvenparen schrijven, kunnen wij volstaan met de beweging van het middelknopje en het ontstaan van de centrale directe en -prismacurve nader te beschouwen.

Wij beginnen met een eenvoudig geval, n.l. een horizontale beweging van links naar rechts, en nemen aan dat de film nog stilstaat. Van de beide beelden welke het middelknopje hierbij op de film projecteert, zal het directe beeld eveneens horizontaal verlopen, echter tengevolge van de lens in tegengestelde richting (van rechts naar links), het prismabeeld daarentegen verticaal, en wel omhoog.

De wijze waarop de bewegingsbaan van het knopje zich verhoudt tot die van het corresponderende directe- en prismabeeld kan op dezelfde manier als windstreken op een compasroos worden aangegeven in drie schemata (zie fig. 10).

Aldus komt iedere „windstreek” waarheen zich het platinaknopje beweegt overeen met een bepaalde directe- en prismacomponente, mits de stand van het omkeeringsprisma steeds dezelfde

*) Zie noot op pag. 70.

blijft, en wel in dit geval zoodanig dat het hypothenusavlak een hoek van 45° maakt met het horizontale vlak, en de (rechte) tophoek naar beneden-links wijst.

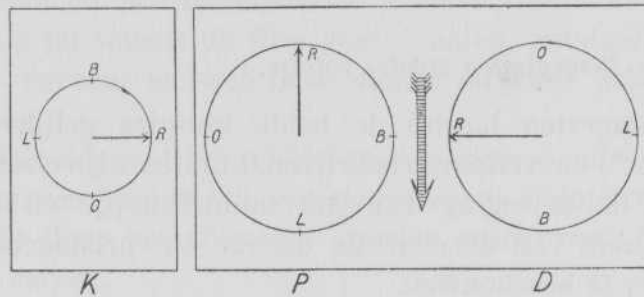


Fig. 10.

Op bovenstaande wijze kunnen wij de beweging van het knopje in schema K weergeven, en de corresponderende directe- en prisma componenten resp. in de schemata D en P. De rechthoek waarbinnen zich deze beide laatste schemata bevinden kunnen wij ons denken als een fragment van de film. Wanneer de film zich beweegt geschiedt dit in de richting van den gearceerden pijl.

Om de vlakken en richtingen waarin de beweging van het knopje en van de beide beelden plaats heeft, nauwkeurig te kunnen aanduiden, is het gewenscht ze aan te geven met het aantal graden van de hoeken welke deze vlakken met het horizontale vlak maken. Wij beginnen met de horizontale beweging van het knopje naar links aan te duiden met 0° en zoo vervolgens „met de zon meedraaiend” het aantal graden te laten toenemen, dus b.v. naar omlaag: 90° , horizontaal naar links: 180° , naar omhoog: 270° etc. (zie fig. 11). In het algemeen zullen wij van $\angle k$ spreken ter aanduiding van het

vlak en de richting waarin het platinaknopje zich beweegt *).

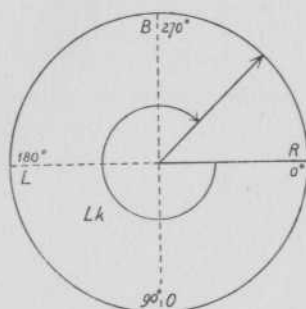


Fig. 11.

Op dezelfde wijze drukken wij de directe- en de prismacomponente uit door de hoeken d en p .

Aangezien de directe componente steeds verloopt in hetzelfde vlak, maar door de lens in tegengestelde richting t. o. v. de werkelijke beweging van het knopje, kunnen wij de betrekking tusschen $\angle k$ en $\angle d$ aanduiden als volgt:

$$k = d + 180^\circ.$$

De betrekking tusschen $\angle d$ en $\angle p$ is afhankelijk van de verhouding van $\angle d$ tot den stand van het hypothenusavlak van het prisma. Overeenkomstig

*) De quadrantenindeeling die wij hierdoor verkrijgen is dus eenigszins anders dan bij de meest gebruikelijke wijze waarop goniometrische verhoudingen worden in beeld gebracht. Hier is n.l. het rechter onderste quadrant (in fig. 10 K aangeduid met RO, in fig. 10 P met BL, in fig. 10 D met LB) het eerste quadrant, het linker onderste is tweede quadrant, het linker bovenste is derde, en het rechter bovenste is vierde quadrant. Dit is van belang aangezien het teken der sinus- en cosinus-waarden in de straks volgende goniometrische berekening hiervan afhankelijk is.

de brekings- en terugkaatsingswetten bewegen zich n.l. het directe- en het prismabeeld in richtingen welke gelijke hoeken maken met dit hypothenusavlak.

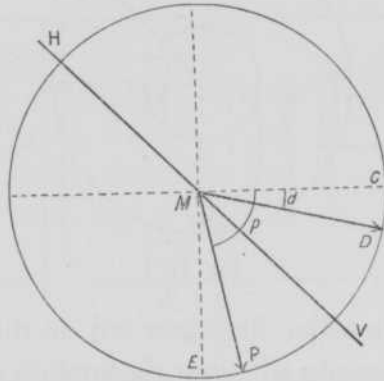


Fig. 12.

In fig. 12 wordt het hypothenusavlak aangegeven door de lijn HMV, en het horizontale vlak door MC. Derhalve is $\angle CMV = 45^\circ$. Indien nu $\angle CMD = \angle d$ en $\angle CMP = \angle p$, dan weten wij dat tengevolge van de bovengenoemde wetten is $\angle DMV = \angle PMV$. Aangezien $\angle DMV = 45^\circ - d$, is ook $\angle PMV = 45^\circ - d$.

Voor $\angle p$ kunnen wij dus zetten: $\angle d + \angle DMV + \angle PMV = 90^\circ - d$.

Eenvoudige constructie leert dat deze gelijkheid niet alleen in het eerste quadrant (CME) bestaat, maar ook in de overige quadranten, mits wij ons houden aan den regel dat een hoek welke grooter is dan 360° , in goniometrisch opzicht gelijk staat met een welke 360° minder bedraagt, en dat wanneer

uit de berekening een aantal graden met een negatief teeken zou resulteeren, wij 360° of zoonoodig een veelvoud hiervan erbij mogen optellen.

De verkregen betrekking:

$$p = 90^\circ - d,$$

zal straks blijken van veel belang te zijn.

In het algemeen zal dus een rechtlijnige *) beweging van het knopje bij stilstaande film ten gevolge hebben dat hierop twee rechte lijnen worden geschreven, die meestal een hoek met elkaar maken, behalve in de gevallen waarbij de beweging evenwijdig aan- of loodrecht op het hypothenusavlak van het prisma verloopt; de directe- en prisma-componente vormen dan n.l. evenwijdige lijnen, en loopen hetzij in gelijke, hetzij in tegengestelde richting ten opzichte van elkaar.

Wanneer nu tevens de film gaat draaien, en wel met een eenparige snelheid, dan zal het paar lijnen dat er op geschreven wordt de resultante vormen van de filmbeweging (in de schemata met een gearceerden pijl aangeduid) en de beweging van het directe- resp. het prismabeeld. Stel dat deze beide laatste zich eenparig heen en weer bewegen, dan ontstaan twee zigzaglijnen, welker onderdeelen van hoekpunt tot hoekpunt rechte lijnen zijn. Het verloop dezer beide zigzaglijnen (de directe- en de prismacurve) is afhankelijk van:

*) Zie pag. 46.

- a. snelheid van de filmbeweging.
- b. snelheid en amplitudo van de beweging der beide beelden.
- c. vlak en richting van de beweging der beide beelden: d.w.z. de hoeken p en d , welke op hunne beurt weer afhankelijk zijn van hoek k .

In fig. 13 is weergegeven welke curven ontstaan bij een heen- en weergaande beweging van het knopje in het horizontale vlak van rechts naar links en terug.

Bij de heengaannde beweging is hoek k dan $= 180^\circ$, $\angle d = 0^\circ$ en $\angle p = 90^\circ$, d.w.z. de directe componentte gaat op de film horizontaal naar rechts, de prismacomponentte naar omlaag. De lijnen er onder geven de overeenkomstige curven weer, bij I is het begin, bij II de ommekeer, bij III het einde der teruggaande beweging. Op de gearceerde lijn zijn aangegeven de afstanden waarover de film zich in die tijdperioden heeft bewogen. Wij zien dus dat bij een beweging van het beeld evenwijdig aan- en minder snel dan de filmbeweging, de richting tegengesteld aan deze laatste een langere lijn geeft, de meebewegende richting een kortere lijn. Zijn de snelheden van beeld en film in dit laatste geval gelijk, dan zullen ze zich in het geheel niet ten opzichte van elkaar bewegen, en zal de lijn tot een punt gereduceerd worden, terwijl een nog snellere beweging van het beeld een lijn zal schrijven welke als het ware „op de film vooruit loopt”.

In verband hiermede geldt bij de straks volgende

berekeningen de beweging met de film mee als negatief, de beweging tegengesteld aan de film als positief.

Wat betreft de bewegingen der beelden in dwarse richting, dus loodrecht op de filmbeweging, zullen wij hierbij beweging naar den rechter kant van de film als positief, die naar den linker kant als negatief laten gelden *). Dit houdt verband met onze afspraak omtrent de hoeken k , d en p , en met het teeken der hiermede corresponderende cosinuswaarden.

In fig. 14 is in de bovenste kleine cirkel met een pijl weergegeven de eenparige beweging van het knopje schuin naar links boven, in de beide cirkels eronder de beweging (bij stilstaande film) van het prismabeeld (P) en van het directe beeld (D), beide over een afstand a (amplitudo). De reeds eerder genoemde hoeken p en d worden in de figuur voorgesteld door resp. $\angle B_p C_p P$ en $\angle L_d C_d D$. Wij laten thans bij de beide hoeken uit P (resp. D) een loodlijn neer op het andere been, en constateeren dat de hierbij ontstane rechthoekige driehoekjes $C_p P H_p$ en $C_d D H_d$ congruent zijn. Immers volgens de formule is $\angle p = 90^\circ - \angle d$, terwijl tevens $C_p P = C_d D$.

De rechthoekszijden dezer driehoekjes kunnen worden beschouwd als projecties van $C_p P$ en $C_d D$

*) Deze benamingen rechts en links gelden alleen dan wanneer wij het te beschouwen stuk film plat op tafel voor ons leggen met het eerst afgerolde gedeelte naar ons toe gericht, het laatst afgerolde deel van ons af wijzend. De rechter zijde is steeds te herkennen aan het tijdsein dat er vlak langs loopt.

op de zijranden van het als een rechthoek op te vatten stuk film. H_pP en H_dD , de projecties op de lange zijden van de film, noemen wij de *lengteprojecties*; C_pH_p en C_dH_d , de projecties op de korte

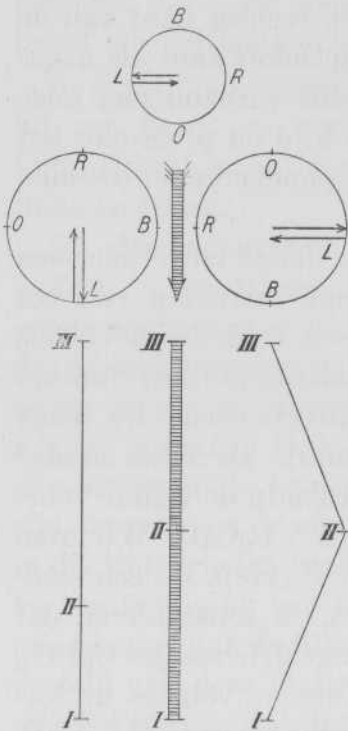


Fig. 13.

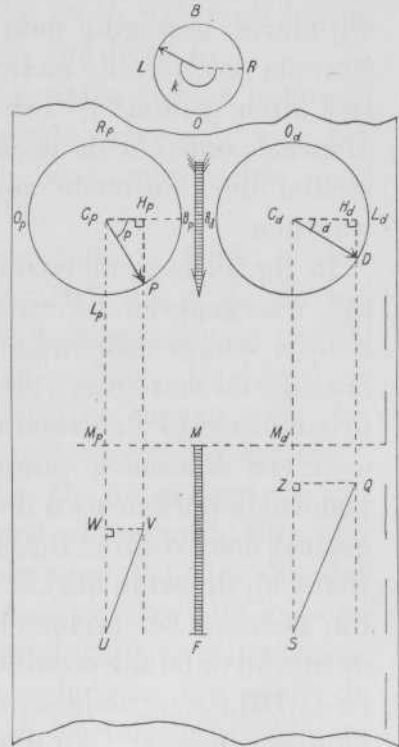


Fig. 14.

zijden van de film, de *breedteprojecties*. Wij zien nu dat tengevolge van de congruentie der beide driehoekjes de lengteprojectie van de prismacomponente gelijk is aan de breedteprojectie van de directe componenten, en omgekeerd.

Gaat de film zich nu met eenparige snelheid bewegen in de door den gearceerden pijl aangegeven richting en over den afstand FM, dan worden twee rechte lijnen geschreven die wij voorstellen door UV (prismacurve) en SQ (directe curve).

De beweging der beeldjes over de film kunnen wij ook thans splitsen in een lengterichting en in een breedterichting. De eerste bedraagt bij de prismacurve $MF - H_pP = UW$, bij de directe curve $MF - H_dD = SZ$. De beweging in breedterichting is dezelfde als bij stilstaande film, dus $WV = C_pH_p$ en $ZQ = C_dH_d$. De lijnen UW en SZ zijn te beschouwen als de lengteprojecties, WV en ZQ als de breedteprojecties van de lijnen UV en SQ. Zij vormen tezamen met de uit het tijdsein afleesbare filmsnelheid v de gegevens waarover wij beschikken om de amplitudo a , de snelheid b van de geregistreerde beweging, alsmede $\angle k$ te kunnen berekenen.

A. In driehoek C_dH_dD is $\text{tg } d = \frac{H_dD}{C_dH_d}$.

Deze kunnen wij uitdrukken in de beide breedteprojecties, immers $ZQ = C_dH_d$, en $WV = C_pH_p = H_dD$, zoodat:

$$\text{tg } d = \frac{WV}{ZQ}.$$

Hieruit is nu d bekend, dus ook k bekend, want $k = d + 180^\circ$.

B. Het door de film afgelegde stuk MF kan als volgt worden uitgedrukt:

$MF = vt$ (t = tijdsduur van de geregistreerde bewegingsphase).

$$\text{dus } t = \frac{MF}{v}. \text{ Deze } MF = M_p U = M_d S.$$

Dus $MF = WU + WM_p = WU + H_p P$. In plaats van WM_p kunnen wij zetten ZQ , en voor $ZM_d = WV$.

Dus

$$t = \frac{MF}{v} = \frac{WU + ZQ}{v}$$

evenzoo is

$$t = \frac{ZS + WV}{v}.$$

C. In driehoek $C_d H_d D$ is de hypotenusa $C_d D = a$ (amplitudo), terwijl de rechthoekszijden gelijk zijn aan de beide breedteprojecties.

Derhalve is volgens het theorema van PYTHAGORAS:

$$a^2 = C_d H_d^2 + H_d D^2 = WV^2 + ZQ^2$$

dus:

$$a = \sqrt{WV^2 + ZQ^2}.$$

D. Indien nu a en t bekend zijn kan hieruit worden berekend, hoe groot de snelheid b bedraagt.

Deze is

$$b = \frac{a}{t}.$$

zoodat wij, door substitutie der voor a en t geldende formules krijgen:

$$b = \frac{v \sqrt{ZQ^2 + WV^2}}{ZS + WV} = \frac{v \sqrt{ZQ^2 + WV^2}}{WU + ZQ}.$$

Door eenvoudige berekening zijn wij in staat aan te toonen dat de gevonden gelijkheden niet alleen in het eerste quadrant bestaan, maar in alle quadranten, mits wij ons houden aan den reeds eerder vermelden stelregel, dat een beweging op de film naar omlaag of naar links als „negatief” geldt, en een naar omhoog en naar rechts als „positief”.

In geval $\angle p = 90^\circ$ of 270° (bij zuiver horizontalen nystagmus) hetgeen wij terstond kunnen constateeren doordat de prismavurve dan een rechte lijn vormt, worden de formules veel eenvoudiger, aangezien dan $WV = 0$.

Immers dan is:

$$t = \frac{ZS}{v}$$

en:

$$b = \frac{v \sqrt{ZQ^2}}{ZS} = \frac{v ZQ}{ZS}$$

In geval $\angle d = 90^\circ$ of 270° (d. w. z. bij verticalen nystagmus) is de directe curve een rechte lijn. Dan is $ZQ = 0$ en ZS moeilijk te meten. Wij gebruiken in dit geval de andere formule, welke eveneens thans veel eenvoudiger wordt:

$$t = \frac{WU}{v}$$

en

$$b = \frac{v WV}{WU}.$$

De gevonden gelijkheden kunnen wij in het algemeen aldus omschrijven:

A. De richting en het vlak waarin de directe componenten zich beweegt, aangeduid door hoek d (waaruit hoek k terstond kan worden afgeleid) zijn uit de lijnen op de film af te leiden, doordat de tangens van hoek d gelijk is aan het quotient van de z. g. breedteprojecties (zie pag. 78) dezer lijnen, en wel zoodanig dat de bij de prismacurve behorende breedteprojectie den teller vormt, de bij de directe curve behorende breedteprojectie den noemer.

B. De tijd gedurende welke de beweging heeft plaats gehad kan uit de lijnen op de film worden afgeleid, doordat zij gelijk is aan een quotient, waarvan de noemer gevormd wordt door de bewegingssnelheid van de film, en de teller bestaat uit de som van de breedteprojectie van een der beide genoemde lijnen en de lengteprojectie van de andere.

C. De afstand waarover de beelden zich bewogen hebben (amplitudo) welke 1.8 maal de amplitudo van het platinaknopje bedraagt, is gelijk aan de wortel uit de som der quadraten der beide breedteprojecties.

D. De snelheid waarmee de beelden zich bewogen hebben (1.8 maal de snelheid van het platina-knopje) kan uit de beide hierboven genoemde waarden worden afgeleid, doordat zij gelijk is aan het quotient van amplitudo (teller) en tijd (noemer).

De boven beschreven vier regelen lijken ingewikkeld, doch de toepassing ervan in de praktijk is zeer eenvoudig.

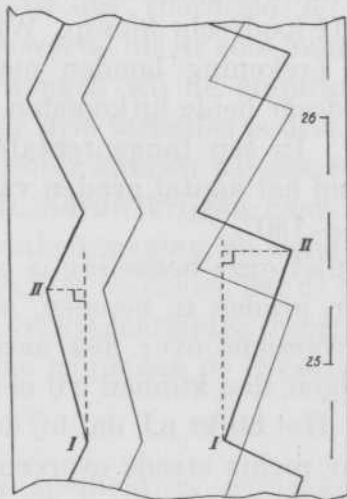


Fig. 15.

Stel wat wij bij het stuk film in fig. 15 willen nagaan hoe de beweging welke door de beide lijnen tusschen I en II wordt voorgesteld, is geweest *).

*) Ook in dit voorbeeld beschouwen wij eenvoudigheidshalve alléén de beide centrale curven (dikke lijnen) aannemende dat de beweging zonder rotatie heeft plaats gehad.

De streepjes ter rechter zijde vormen het tijdsein (van de cijfers 25 tot 26 is 1 seconde, verlopen). Hieraan kunnen wij steeds de rechterzijde van de film herkennen. Van de beide dik gestreepte curven is de linker de prismacurve, de rechter de directe curve.

Ad A. (Richting en bewegingsvlak). Wij trekken de vier projectielijnen, n.l. twee lijnen vanuit I evenwijdig aan de zijkanten van de film, en twee lijnen vanuit II loodrecht hierop. Wij meten deze beide laatste (rekening houden met + of -!). Het quotient dezer beide uitkomsten levert de tangens van $\angle d$. In een tangententafel kunnen wij hieruit terstond het aantal graden van $\angle d$ aflezen. En $\angle k = \angle d - 180^\circ$.

Indien het niet onze bedoeling is om de richting nauwkeurig in graden te bepalen, maar meer om een globaal overzicht over den aard van de beweging te krijgen, dan kunnen wij nog eenvoudiger te werk gaan. Het blijkt n.l. dat bij de prismacurve afwijking naar rechts steeds overeenkomt met beweging van het knopje omhoog, en afwijking naar links met beweging omlaag. Bij de directe curve beteekent afwijking naar rechts beweging naar links, en omgekeerd. In dit geval heeft dus het knopje zich van I tot II bewogen in een richting naar links en omlaag. Uit het feit dat de deviatie van de directe curve sterker is dan die van de prismacurve, is af te leiden dat de beweging meer zijwaarts gericht was dan omlaag.

Ad. B. Hebben wij eenmaal de hierboven genoemde vier projecties geconstrueerd, dan kiezen wij hieruit twee welke loodrecht op elkaar staan en niet tot dezelfde curve behooren. De som hunner lengten, gedeeld door de snelheid van de film (afleesbaar van het tijdsein) levert ons den tijdsduur van de geregistreeerde beweging.

Ad. C. Als wij van de beide breedteprojecties, wier quotient in ons voorbeeld de tangens van $\angle d$ vormde, de wortel uit de som hunner quadraten trekken, dan krijgen wij de amplitudo der beide beelden. Van de drie formules is deze wel de minst eenvoudige. Echter kunnen wij ook zonder berekening reeds een indruk krijgen over de amplitudo der geregistreeerde beweging, en wel door een rechthoekig driehoekje te teekenen, dat de beide breedteprojecties als rechthoekszijden heeft. Immers de amplitudo is dan gelijk aan de hypothenusa van dit driehoekje.

Ad. D. De snelheid is gemakkelijk uit het quotient van amplitudo en tijd te berekenen. Ook hier kunnen wij meestal zonder berekening de snelheid schatten, n.l. door de meer of mindere steilheid van de curve; hoe steiler deze is, des te grooter de snelheid.

Men dient evenwel bij dit schatten rekening te houden met de beweging van de film zelve. Deze is vooral dan van invloed op de meer of mindere steilheid van de curve wanneer de oogbewegingen

plaats hebben in een vlak dat nogal sterk afwijkt van het horizontale of het verticale vlak.

2. *Bewegingen met rotatie.*

Bij de registratie hiervan kan het zijknopje niet gemist worden. Indien de middelste stift zoodanig is geplaatst dat deze samenvalt met de lijn welke loodrecht op het midden van de cornea staat, dan zal, aangenomen dat deze lijn practisch dezelfde is als de rotatie-as, bij een oogbeweging welke met rotatie gepaard gaat, deze laatste geen invloed hebben op de door het middelknopje afgelegde bewegingsbaan. Wanneer de projectie van deze bewegingsbaan een rechte lijn is, zal bij rotatie het zijknopje, dat dan in een cirkelboog om het middelknopje beweegt, een curve beschrijven. De afstand tusschen begin- en eindpunt van deze laatste curve zal korter resp. langer zijn dan de ermee corresponderende lijn welke door het middelknopje is geschreven, afhankelijk van de richting van de rotatie (bovenpool van het oog nasaalwaarts of temporaalwaarts).

Bij de nystagmusbeweging gaat de eene phase meestal zoo plotseling in de andere over, dat de curve hierdoor een scherpe knik ondergaat, welke het ons mogelijk maakt het moment van de „omkeering” nauwkeurig te bepalen. Deze „keerpunten” zijn ons echter tevens van veel nut, omdat wij hierdoor beter in staat zijn de vier curven onderling te vergelijken. Een bepaald keerpunt is n.l. steeds in

alle vier curven terug te vinden *), zoodat wij bij onze metingen hiervan kunnen uitgaan, niet alleen ter bepaling van tijd, snelheid, amplitudo etc., maar ook van den stand van het zijstiftje.

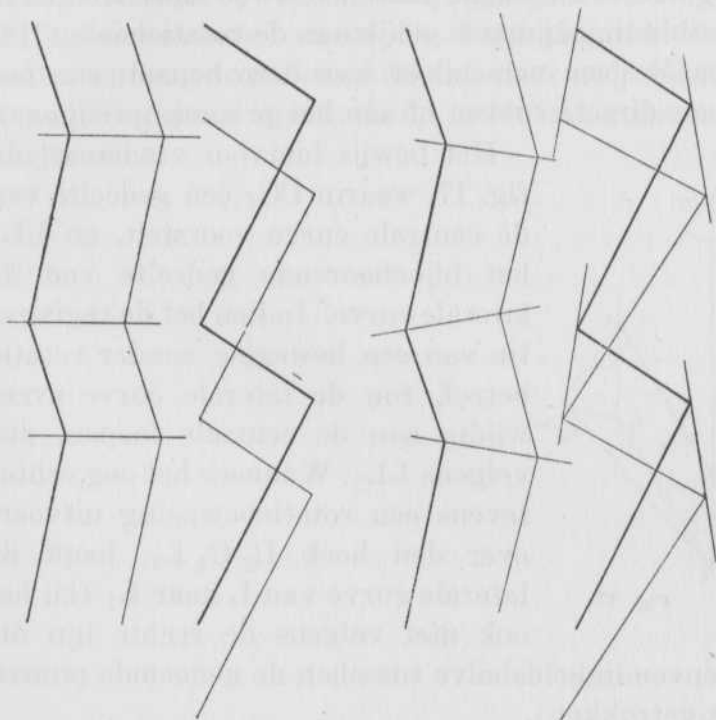


Fig. 16.

De verbindingslijnen welke wij kunnen trekken tusschen de overeenkomstige keerpunten van een

*) Ook wanneer een der beide curvenparen uit rechte lijnen bestaat. Daar waar de bewegingsrichting van het lichtbeeld met die van de film samenvalt ontstaat n.l. tengevolge van de langere belichting een dikkere lijn dan tijdens de tegengestelde phase.

centrale en zijn bijbehorende laterale curve geven direct dien stand aan, zoodat het ook mogelijk is te bepalen of en in hoeverre het zijstiftje tijdens een nystagmusphase van stand is veranderd (zie fig. 16). De hoek tusschen twee opeenvolgende verbindingslijnen is gelijk aan de rotatiehoek. (Het maakt geen verschil of men deze bepaalt aan het paar directe curven of aan het prismacurvenpaar).

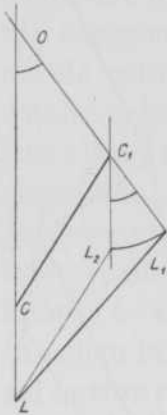


Fig. 17.

Het bewijs hiervoor vinden wij in fig. 17, waarin CC_1 een gedeelte van de centrale curve voorstelt, en LL_1 het bijbehorende gedeelte van de laterale curve. Indien het de registratie van een beweging zonder rotatie betrof, zou de laterale curve evenwijdig aan de centrale loopen, dus volgens LL_2 . Wanneer het oog echter tevens een rotatiebeweging uitvoert over den hoek $L_2 C_1 L_1$, loopt de laterale curve van L naar L_1 (zij het ook niet volgens de rechte lijn die eenvoudigheidshalve tusschen de genoemde punten is getrokken).

Verlengen wij CL en $C_1 L_1$ tot hun snijpunt O, dan is, omdat CL en $C_1 L_2$ evenwijdig loopen, hoek COC_1 gelijk aan hoek $L_2 C_1 L_1$.

Er zij hier in dit verband op gewezen, dat wij door het gebruik van het dubbelstiftje tevens in staat zijn de raddraaiing van het oog te registreeren. De camera is n.l. zoo ingericht, dat bij stilstaande film een

kortdurende momentopname kan worden gemaakt van de beide verlichte knopjes. Door den proefpersoon met het wentelstatief in een aantal verschillende standen te brengen (b.v. vanuit den verticalen stand zijwaarts tot zijligging telkens met 10° tusschenruimte) en in elk dezer standen een momentopname te maken, kan men door onderlinge vergelijking dezer opnamen de raddraaiing reconstrueeren.

HOOFDSTUK VI.

BESCHOUWINGEN OMTRENT EENIGE MOEILIKHEDEN DIE ZICH BIJ HET ONDERZOEK KUNNEN VOORDOEN.

I. De reconstructie van de oogbewegingen uit de op de film voorkomende curven is o.m. gebaseerd op het feit dat het platinastiftje, dat zich op het midden van de cornea bevindt, en samenvalt met het verlengde van de sagittale oogas, tijdens de beweging van het oog niet van stand verandert. Het is dus van belang na te gaan of dit laatste inderdaad het geval is. Een verandering van den stand van de middelstift zou op de volgende wijzen mogelijk kunnen zijn:

- a. verplaatsing door tangentialen verschuiving van het zijden kapje;
- b. slingerbeweging, waarbij het voetpunt van de stift zich niet verplaatst;
- c. rotatiebeweging, waardoor de stand van het zijstiftje merkbaar verandert.

Natuurlijk zullen de hoedanigheden van het kapje en de stift van grooten invloed zijn op het al of niet optreden dezer bewegingen. Het stiftje mag niet

te dun zijn, anders gaat het „zwiepen” tijdens de oogbeweging; bij te groote dikte daarentegen wordt het geheel te zwaar. Vooral het zijstiftje moet dun zijn, en ook de middellijn der knopjes moet tot een minimum worden beperkt, teneinde het vrije uiteinde van de stift zoo min mogelijk te bezwaren.

Bovendien zijn de hoedanigheid van het zijden kapje en de bevestiging hiervan aan het stiftje van veel belang. Slechts bepaalde soorten zijden weefsel zijn voor de vervaardiging der kapjes bruikbaar. Een centraal gedeelte, rondom het voetpunt, met een middellijn van ± 6 mM., moet een onbuigbaar voetplaatje vormen, waarop het stiftje onwrikbaar vastzit. Er omheen moet een perifere strook, bestaande uit zijde, zich gemakkelijk aan het corneaoppervlak aanpassen, en het vocht opslorpen.

Bij het door mij vervaardigde dubbelstiftje, dat het resultaat is van talrijke voorafgegane vruchteloze proeven, is zooveel mogelijk met de bovengenoemde details rekening gehouden. Het totaal gewicht bedraagt slechts 44 milligram. Het zijden kapje zuigt zich aan de vochtige cornea vast en door de verdamping van het opgeslorpte vocht wordt deze bevestiging al hechter, zoodat na korten tijd verschuiven onmogelijk is, en na beëindigen der proef een paar druppels water te hulp moeten komen om het kapje zonder schade voor de cornea los te weeken.

Teneinde te controleeren of het bovenvermelde slingeren van het stiftje tijdens snelle of schokkende oogbewegingen al of niet optreedt, heb ik een

apparaatje geconstrueerd, waarmee de nystagmusbewegingen tot op zekere hoogte kunnen worden nagebootst (zie fig. 18). Het bestaat uit een koperen staafje AB, dat door het oog van de spil S en van de staaf H om zijn eigen as kan roteeren; tevens kan het heen-en weerbewegingen uitvoeren om de spil S als as, waarbij de staaf H, welke van

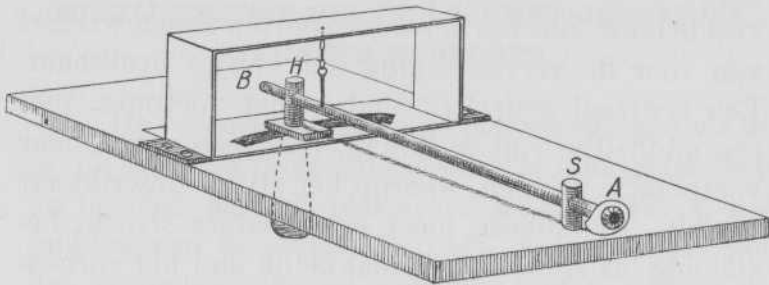


Fig. 18.

een handvat is voorzien, langs een boogvormige sleuf wordt geleid. Nabij het uiteinde B bevat de koperstaaf een loodrecht omhoog stekende zijstaaf. Deze is door middel van een gespannen elastiek verbonden met een koperen beugel welke er dwars overheen loopt. Aan het uiteinde A is een kunstooq bevestigd. Het geheel is op een plankje gemonteerd. Wanneer wij nu aan het handvat de staaf H langs de sleuf heen en weer bewegen, zal de koperstaaf (door invloed van de zijstaaf met het gespannen elastiek) tevens een rotatiebeweging om zijn eigen as uitvoeren. Het kunstooq krijgt dus hierdoor een samengestelde beweging, welke min of meer te vergelijken is met een horizontaal-

rotatoiren nystagmus. Wij kunnen thans met behulp van schroeven het geheele apparaat zoodanig aan het wentelstatief bevestigen, dat het hiermee één onwrikbaar geheel vormt. Het kunst oog komt hierbij op dezelfde plaats, als anders het oog van een proefpersoon. Als wij nu de voorzijde van het kunst oog bevochtigen, kunnen wij het zijden kapje met de dubbelstift zich erop laten vastzuigen op dezelfde wijze als dit bij het levende oog geschiedt.

Door registratie van de bewegingen van het kunst oog kan worden nagegaan of het dubbelstiftje daarbij al of niet neiging tot slingeren vertoont, zoowel tijdens heen- en weerbeweging als tijdens de rotatie. Immers dit slingeren zal (indien het bestaat) het sterkst, zoo niet uitsluitend, optreden bij snelle schokkende bewegingen, waarbij de massa aan het eind van het stiftje de grootste bewegings-energie ontvangt.

Ik heb nu tijdens de registratie het handvat H zoodanig langs de sleuf heen en weer bewogen, dat het in beide richtingen stuitte tegen het uiteinde van de sleuf. Hiermede kon ik ervoor zorgen dat de amplitudo constant bleef. Door nu eenige zeer snelle en schokkende bewegingen uit te voeren, gevolgd door eenige zeer langzame, en deze te registreeren, kon op de film worden nagegaan in hoeverre de snelheid van invloed was op de amplitudo der knopjes. Indien n.l. bij meting zou blijken, dat de curven der snelle bewegingen een grootere amplitudo vertoonen dan die der langzame bewegingen, dan zou dit erop wijzen, dat het stiftje

slingerde. Het is echter uit de curven gebleken, dat de amplitudo bij snelle en bij langzame bewegingen dezelfde bleef, zoodat wij mogen aannemen, dat het slingeren niet heeft plaats gehad.

Hiermede wordt het tevens waarschijnlijk gemaakt dat dit slingeren ook niet optreedt bij vastzuigen van het kapje aan een levend oog, temeer waar de door het oog bij nystagmus uitgevoerde bewegingen niet met zoo groote snelheid plaats hebben als die welke met het kunstoog werden bereikt. Niet alleen door de gemeten amplitudo, maar ook door den vorm van de curve kan het al of niet slingeren tot uiting komen. Wij zouden dan n.l. bij de keerpunten (in het bijzonder bij den overgang van de snelle in de langzame phase) zien, dat de lijnen niet recht verloopden, maar een meer zigzagvormige baan beschrijven (zie fig. 19). Ik

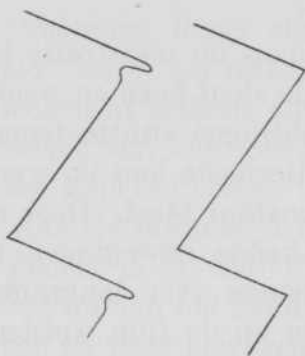


Fig. 19.

heb een zoodanige curve kunstmatig verkregen door het stiftje met opzet te los aan het kunstoog te bevestigen. Ook vinden wij dergelijke „slingeren-

de'' curven terug bij verschillende andere methoden, waarbij van een hefboom gebruik is gemaakt (BUYS, MAJEWSKY).

II. Bij talrijke beschouwingen over de bewegingen van het oog wordt uitgegaan van de veronderstelling dat deze bewegingen plaats hebben om een vast draaipunt, waarvan het bestaan is bewezen door verschillende onderzoekers in de vorige eeuw, o.a. J. J. MÜLLER ⁷⁶⁾ (1868), en dat zich op een afstand van 13 à 14 mM. achter de voorvlakte van de cornea moest bevinden.

Hoewel reeds in 1897 KOSTER's waarnemingen ⁶⁴⁾ aan het bestaan van een vast draaipunt deden twijfelen, hebben ook in latere jaren de meeste oogheelkundigen dit begrip behouden. Door middel van een uiterst nauwkeurige methode kwam VERRIJP ¹⁰⁹⁾ (1928) tot de conclusie dat bij een horizontale oogbeweging over een aantal graden zijwaarts een vast punt op het midden van de cornea daarbij geen zuivere cirkelboog beschrijft, en kleine verplaatsingen in voor- of achterwaartse richting ondergaat. Indien men bovengenoemde oogbeweging onderverdeelt in een groot aantal zeer kleine bewegingen, dan is bij elk hiervan het draaipunt verschillend. De oogbeweging heeft dus in werkelijkheid niet om één vast punt plaats gehad.

Aangezien bij de interpretatie der nystagmuscurven het draaipunt van het oog een zekere rol speelt, is het van belang na te gaan in hoeverre de bovengenoemde conclusie van invloed zou kunnen

zijn op de door middel van de curven verkregen gegevens.

Reeds eerder wees ik erop, dat strict genomen niet de beweging van het oog wordt geregistreerd, maar die van het platina bolletje, en dat bij een juiste plaatsing van het corneakapje het voetpunt van de middelstift practisch samenvalt met het middelpunt van de cornea.

Voor zoover geen rotatie om de sagittale as *) plaats heeft, kan men zich een juist beeld vormen van de oogbeweging, indien de bewegingsbaan van het middelpunt van de cornea bekend is.

Wanneer wij deze laatste uit de geregistreeerde curve willen afleiden, hebben wij theoretisch beschouwd daartoe een vast draaipunt nodig. In fig. 20 stelt KK_1 de bewegingsbaan van het platina-bolletje, MM_1 die van het middelpunt van de cornea, en D het draaipunt voor. Stel dat de afstand MD 13 mM. bedraagt, en MK eveneens 13 mM., dan blijkt uit de teekening zonder meer dat de projectie op de film van de bewegingsbaan KK_1 het dubbele bedraagt van MM_1 indien deze boog op de film ware geprojecteerd. Indien wij het te verwaarloozen verschil tusschen den boog en zijn projectie op de film (zie pag. 98) niet in rekening brengen, en verder de door de lens gemaakte vergrooting van 1.8 in acht nemen, dan bedraagt dus volgens deze teekening de amplitudo van het

*) Met het oog hierop is de middelstift voorzien van een zijstift, die in fig. 19, welke in het horizontale vlak gedacht is, is weggelaten.

corneamiddelpunt $\frac{1}{2} \times \frac{1}{1.8} = \frac{1}{3.6}$ maal de amplitudo welke wij door analyse van de curven hebben berekend. In geval nu zou blijken dat het punt M bij een beweging van het oog een baan zou beschrijven welke sterk afwijkt van een cirkelboog, dan zou de hierboven genoemde betrekking niet bestaan, en de berekening van MM_1 veel moeilijker worden. Volgens het onderzoek van VERRIJP is echter deze afwijking gering, en is de baan van M sterk gelijkend op een cirkelboog. Hoewel tijdens de beweging het draaipunt van plaats verandert, kunnen wij als gemiddeld draaipunt nemen het middelpunt van de bovenbedoelde cirkelboog, dat zich op een afstand van 14.33 m.M. van het corneaoppervlak bevindt. Aangezien ook overigens de graad van nauwkeurigheid waarmee de nystagmuscurven verkregen zijn, veel minder is dan die van de draaipuntmetingen van VERRIJP, is er practisch geen bezwaar tegen, de berekening van de amplitudo van M uit de curven te baseeren op het bestaan van dit „gemiddelde” draaipunt *).

III. Indien wij dus practisch van een draaipunt mogen spreken, kunnen wij den weg die het knopje

*) Hierbij moet nog in aanmerking genomen worden dat VERRIJP's waarnemingen alleen betrekking hebben op willekeurige horizontale bewegingen, terwijl bij nystagmus ook bewegingen in andere richtingen in aanmerking komen, waarbij de draaipuntsverhoudingen waarschijnlijk nog ingewikkelder zijn. Voor het door ons gestelde doel kunnen wij echter volstaan met gebruik te maken van een hypothetisch draaipunt, evenals men in de physiologische optiek geregeld doet.

bij een oogbeweging in één vlak aflegt, opvatten als een cirkelboog met een straal gelijk aan de lengte van de middelstift plus den afstand cornea-draaipunt.

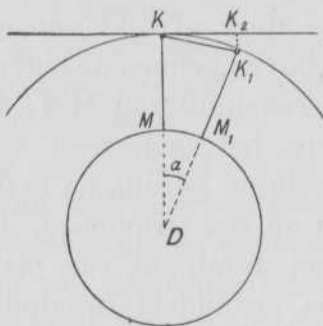


Fig. 20.

Stel dat in fig. 20 de hoek waarover de oogbeweging plaats had a° bedraagt, en het knopje K zich daarbij naar K_1 heeft verplaatst, dan zal de boog KK_1 langer zijn dan de projectie KK_2 van dezen boog op een vlak evenwijdig aan de film. Immers de boog KK_1 is langer dan hare koorde KK_1 en deze is op hare beurt weer langer dan KK_2 , omdat zij de hypothenusa vormt van driehoek KK_2K_1 , waarvan KK_2 een der rechthoekszijden uitmaakt. Wij hebben thans na te gaan of bij de bestaانبare amplitudines het verschil tussen KK_2 en KK_1 zoo groot kan zijn dat het bij de berekening tot storende fouten aanleiding zou kunnen geven.

Uit de door registratie verkregen curven blijkt, dat een amplitudo van 18 m.M. (op de film) al tot

de zeer groote waarden behoort, en dat de meest voorkomende nystagmusuitslagen kleiner zijn.

Tengevolge van de lensvergrooting komen deze 18 m.M. overeen met een verplaatsing van het knopje van 10 m.M. in projectie ($= KK_2$).

Indien $KD = R$, dan is $KK_2 = R \sin a$.

Stel $R = 26$ m.M., dan is $\sin a = \frac{10}{26} = 0.3846$.

Hieruit volgt dat $\angle d = 22^\circ 30'$.

De boog KK_1 is dus $\frac{1}{16}$ cirkelomtrek $= \frac{1}{8} \pi R = 0.3927 R$.

De projectie KK_2 en de boog KK_1 verhouden zich dus als $3846:3927 = 96:98$, d. w. z. de projectie geeft de lengte van den boog met een fout van nagenoeg 2 %, hetgeen wij op een afstand van 10 m.M. gevoeglijk kunnen verwaarloozen.

Indien de verplaatsing van K tot K_1 niet plaats heeft vanuit den middelstand, maar over een zelfden hoek van $22\frac{1}{2}^\circ$, welke door den middelstand gehalveerd wordt, krijgt dit verschil tusschen den boog en de projectie een nog geringer waarde.

IV. Op pag. 70 is reeds besproken dat wanneer een oogbeweging zonder rotatie plaats heeft, de laterale curve gelijkvormig is met de bijbehorende centrale curve.

Hoewel deze regel in het algemeen juist is, dient toch op de uitzonderingen te worden gewezen. Hiertoe zal worden nagegaan in hoeverre de projectie van de verbindingslijn tusschen middel- en

zijknopje zich wijzigt bij bewegingen van het oog vanuit den z.g. primairen stand *).

a. Bij beweging langs den *verticalen meridiaan* zal de genoemde verbindingslijn (aangenomen dat deze omhoog wijst) met het vlak van de film een hoek gaan vormen, terwijl zijn projectie op het vlak van de film niet van stand verandert, maar wel

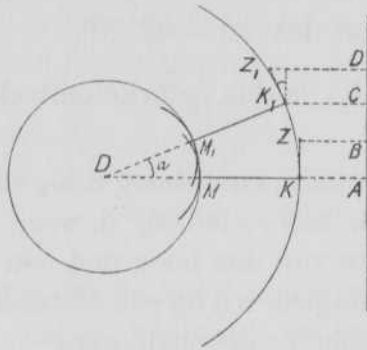


Fig. 21.

korter wordt, hetgeen in fig. 21 nader wordt verduidelijkt. MK stelt hierin de middelstift voor, ZK de verbindingslijn tusschen middel- en zijknop. Indien deze lijn evenwijdig aan het filmoppervlak verloopt, is haar projectie gelijk aan AB. Bij omhoog wijzende zijstift zal een beweging omhoog of omlaag ten gevolge hebben dat de projectie DC kleiner is dan AB. Immers wanneer het oog zich omhoog beweegt over een hoek a , is de hoek tus-

*) Aldus noemen wij den stand van het oog, wanneer men met evenwijdige gezichtslijnen recht voor zich uit in de verte kijkt, terwijl hoofd en lichaam zich in een stand rechtop bevinden.

schen Z_1K_1 en DA gelijk aan a , waaruit volgt dat $DC = ZK \cos a$. Nemen wij ook hier aan dat $a = 22\frac{1}{2}^\circ$ (meestal is de hoek kleiner) dan is $DC = ZK \cos 22^\circ 30' = 0.9239 ZK$.

Het verschil tusschen DC en ZK bedraagt dus $\pm 8\%$.

Hieruit volgt dat de centrale- en de laterale curven in dit geval niet evenwijdig loopen. Voor het analyseeren is dit echter van geen beteekenis, aangezien hierbij de afstand tusschen middel- en zijknopje geen rol speelt. De talrijke keerpunten (zie pag. 86), welke de curven vertoonen tengevolge van de heen- en weergaande beweging, stellen ons in staat om nauwkeurig den stand van de zijstift te bepalen op de momenten dat de eene bewegingsphase in de andere overgaat. Immers de richting van de verbindingslijn tusschen twee overeenkomstige keerpunten van de centrale en de laterale curven ondergaat geen verandering indien de afstand tusschen deze punten grooter of kleiner wordt.

b. Bij beweging langs den horizontalen meridiaan zal de projectie van de verbindingslijn tusschen middel- en zijknopje op het vlak van de film dezelfde blijven, zoowel wat lengte als wat richting betreft.

c. Bij beweging langs een der schuine meridianen, b.v. schuin omhoog en naar rechts, zal de bovengenoemde projectie niet alleen korter worden maar tevens van stand veranderen, d.w.z. niet meer

verticaal omhoog wijzen, maar den schijn geven alsof het oog tevens een rotatiebeweging heeft uitgevoerd. Deze schijnrotatie is reeds sinds lange jaren bekend onder den naam van de „wet van LISTING”. Nemen wij als voorbeeld het rechter oog, dan zal bij projectie op een frontaal vlak een beweging vanuit den primairen stand naar rechts en omhoog een (schijnbare) endorotatie van den verticalen meridiaan te zien geven, een beweging naar links en omlaag eveneens. Bij beweging naar links en omhoog, en naar rechts en omlaag, zal de projectie van den verticalen meridiaan op dezelfde wijze een exorotatie vertoonen.

Beweegt het oog zich in horizontale of in verticale richting vanuit een dezer genoemde standen, dan zal eveneens de projectie van den verticalen meridiaan van stand veranderen. In het algemeen zal dus met deze schijnrotatie rekening gehouden moeten worden, wanneer het er om gaat uit de nystagmuscurven de rotatoire componenten af te lezen. Niet steeds bevindt het oog zich n.l. tijdens de registratie in de buurt van den „primairen stand”, maar dikwijls iets lager. Een horizontale nystagmus zonder rotatie geeft in een dergelijk geval een curve waarop tengevolge van de wet van LISTING een rotatoire componenten valt af te lezen, welke in werkelijkheid niet bestaat. Men kan aan dit bezwaar grootendeels tegemoet komen door den proefpersoon, alvorens nystagmus op te wekken, eerst eenige willekeurige oogbewegingen te laten uitvoeren, in het bijzonder in horizontale richting,

en deze te registreeren. Uit de aldus verkregen curve kan worden nagemeten hoe groot bij een bepaalde afwijking van den beginstand van het oog de schijnbare rotatie *) bedraagt. Indien thans nystagmus wordt opgewekt, en deze geregistreerd, kan een eventueele rotatoire componente worden gemeten door de (thans bekende) schijnbare rotatie van de geregistreeerde rotatie af te trekken.

Inderdaad kan niet worden ontkend, dat op deze wijze de rotatoire componente niet steeds met volkomen nauwkeurigheid kan worden berekend. Er zij echter op gewezen dat dit bezwaar gering is, en niet in het bijzonder aan de in het vorige hoofdstuk beschreven registratiemethode inhaerent is, maar ook geldt bij de andere methoden waarmee tot nu toe de rotatiebeweging van het oog kon worden geregistreerd, o.a. de kinematographische methoden.

*) Volgens de wet van DONDERS correspondeert elke stand van de bliklijn met een bepaalden rotatiehoek van den oogbol. MADDOX bepaalde de (werkelijke) rotatiehoek van het oog bij willekeurige beweging om een as welke 45° van de horizontale afwijkt, en vond bij een beweging over 20° slechts een rotatie van $1^\circ 47'$, hetgeen dus practisch kan worden verwaarloosd bij de bepaling van de schijnbare rotatie.

HOOFDSTUK VII.

REGISTRATIE VAN DE TIJDENS DE DRAAIBEWEGINGEN OPTREDENDE OOGREACTIES.

Beschrijving der experimenten.

Met behulp van het in hoofdstuk IV beschreven instrumentarium werden de oogbewegingen, welke optreden tijdens het ronddraaien, geregistreerd bij een aantal proefpersonen.

Als zoodanig deden hoofdzakelijk dienst patiënten, die in de neus-keel-oorheelkundige afdeeling van het Academisch Ziekenhuis te Leiden waren opgenomen tot het ondergaan van kleine operaties (septumresectie, tonsillectomie, tonsillotomie, adenotomie e. d.) en die overigens als normale gezonde personen waren te beschouwen. Ook enkele patiënten van de dermatologische kliniek *) fungeerden als proefpersoon.

Het waren allen patiënten, welke bij onderzoek van de ooren en van het vestibulair orgaan (volgens de gebruikelijke klinische methoden) geen afwijking vertoonden.

*) Aan Professor SIEMENS zij hierbij dank betuigd voor zijne welwillendheid eenige zijner patiënten voor het bovenbeschreven doel af te staan, evenals aan alle patiënten die hunne medewerking verleenden.

De proeven werden verricht in een halfduister vertrek, dat met een donkere kamer in verbinding staat, en voor het inbrengen van een nieuwe film in de camera geheel donker kan worden gemaakt, met uitzondering van een tweetal roode lampen. Tijdens de opname behoeft geen volkomen duister nis te heerschen; er werd hierbij van het indirecte licht van een op eenigen afstand opgestelde schemerlamp gebruik gemaakt.

Van de tanden van elken proefpersoon werd tevoren een afdruk vervaardigd in de met „Stents composition” bedekte bijtplaat. Vervolgens werd het oog, welks bewegingen geregistreerd zouden worden, met 5 % cocaïne ongevoelig gemaakt, waarna de patiënt op het wentelstatief werd bevestigd op de in hoofdstuk IV beschreven manier.

Met behulp van een ooglidhouder van KOSTER werd de lidspleet van het gecocaïniseerde oog opengehouden. Het reeds eerder beschreven zwart zijden kapje met de dubbelstift werd daarna op het oog geplaatst, waardoor tevens optische indrukken werden uitgeschakeld. Voor het andere oog werd dit laatste bereikt door het met een aluminium oogdop volledig te bedekken.

De beide niet-vestibulaire momenten waardoor tijdens een beweging van het hoofd nystagmus zou kunnen worden opgewekt, althans beïnvloed, n.l.:

1^o. optokinetische invloeden,

2^o. hals- en bekkenreflexen (zie hoofdstuk I),
werden uitgesloten door aldus de oogen te bedek-

ken, en door den proefpersoon op de bovenbeschreven wijze aan het wentelstatief te bevestigen. Door tevens den patiënt in Stents afdruk-massa te laten bijten kon worden voorkomen dat de registratie door bewegingen van het hoofd ten opzichte van de camera onzuiver zou worden gemaakt.

Nadat de camera zoodanig was ingesteld, dat het middelknopje zich 1 cM. boven het midden van de lichtopening van het lampje L bevond (zie fig. 8 A) kon de proef beginnen.

Hierbij werden de proefpersonen onderworpen aan draaiende bewegingen om verschillende assen, en wel als volgt:

Draaiïng I: beweging om de lengteas van het lichaam,

- a. in verticalen stand,
- b. in horizontalen stand.

Draaiïng II: beweging om een horizontale-transversale (frontale) as.

Draaiïng III: beweging om een horizontale-sagittale as.

De draaiïngen hadden plaats door een of beide ramen van het wentelstatief om hunne assen te bewegen.

Bij draaiïng I geschiedde dit met het binnenraam, terwijl het buitenraam bij I a in verticalen stand bleef, bij I b in horizontalen stand werd geplaatst.

Bij draaiïng II bevond zich het binnenraam in eenzelfde vlak met het buitenraam, terwijl dit laatste om zijn dwarse as werd bewogen.

Bij draaiïng III bevond zich het binnenraam in een vlak loodrecht op het buitenraam (zie fig. 6), terwijl dit laatste om zijn dwarse as werd gedraaid.

In het geheel werden ruim 140 draaibewegingen uitgevoerd, verdeeld over 14 verschillende proefpersonen. Er werd naar gestreefd bij een-en-den-zelfden proefpersoon zooveel mogelijk al de bovengenoemde draaiwijzen uit te voeren. Bij sommige patiënten was dit echter niet volledig uitvoerbaar, doordat zij na eenigen tijd ongeduldig werden, met het gevolg dat willekeurige oogbewegingen te zeer storend werkten op de registratie.

Elke draaibeweging werd bij denzelfden proefpersoon steeds eenige malen herhaald, afwisselend in de twee tegengestelde richtingen. Tusschen twee draaiïngen in werd steeds een oogenblik gewacht om de nareactie tot rust te laten komen. Het bleek na eenige oefening mogelijk te zijn de bewegingen zeer gelijkmatig uit te voeren.

De draaiïng Ia had in verreweg de meeste gevallen plaats over een hoek van 90° . Deze hoek werd gekozen omdat ook bij den „Drehschwachreiz” van GRAHE over 90° gedraaid wordt. Aangezien de draaiïng Ia kan worden beschouwd als een onder bijzondere voorzorgen uitgevoerde „Drehschwachreiz”, was het wenschelijk daarbij eveneens over een hoek van 90° te draaien, teneinde de uitkomsten

van beide proeven beter te kunnen vergelijken. In enkele gevallen bedroeg de draaiingshoek 45° of 180° .

Doordat de draaiing I a om een verticale as plaats heeft, blijft hierbij de stand van het labyrint ten opzichte van de zwaartekracht steeds dezelfde. Daarentegen veroorzaakt de draaibeweging I b, II en III tevens een verandering in den stand van het labyrint ten opzichte van de zwaartekracht, zoodat hierbij in het algemeen behalve nystagmus bovendien het optreden van compensatoire oogstanden kan worden verwacht.

Bij de *draaiing I b* werd de proefpersoon in de meeste gevallen over een hoek van 90° bewogen, beginnende bij een stand welke gelegen is halverwege de rugligging en de ligging op een zijde (d. w. z. horizontaal, 45° zijwaarts gedraaid om de lengteas) en eindigende bij de ligging 45° naar de andere zijde gedraaid.

In een paar gevallen had de draaiing I b plaats tusschen rugligging en zijligging, zoowel naar links als naar rechts. Ook werd een paar malen een hoek van 180° beschreven.

Bij de *draaiing II* werd de patiënt vanuit de horizontale rugligging over 180° bewogen via den verticalen stand tot horizontale buikligging en terug.

De *draaiing III* had eveneens over 180° plaats, en wel vanuit de ligging op de rechter zijde via den verticalen stand tot de ligging op de linker zijde, en omgekeerd.

De snelheid waarmee de verschillende draaiingen werden uitgevoerd kon worden bepaald doordat de tijdsduur van elke beweging op de film viel af te lezen.

Aan het begin en aan het eind van elke beweging werd n.l. een kort oogenblik het lampje T (zie fig. 8 B) van het tijdsein uitgeschakeld. Uiteraard ontstaat hierbij de moeilijkheid dat de waarnemer het moment waarop hij het lampje uitschakelt niet met absolute zekerheid kan doen samenvallen met het begin en het eind van de draaibeweging. Bij eenige oplettendheid kan de hierdoor ontstane fout echter tot zulke kleine afmetingen worden gereduceerd, dat zij onbelangrijk is te noemen wanneer het alleen erom gaat den duur van de beweging aan te geven. Voor metingen, zooals b.v. het bepalen van den reactietijd tusschen draaibeweging en oogreflex (MULDER, 1908; zie hoofdstuk I) dient echter het begin en het eind van de draaiing op een meer exacte wijze te worden weergegeven *). Aangezien dergelijke metingen echter niet het onderwerp van dit onderzoek vormden, is van een hiertoe noodzakelijke uitbreiding van het instrumentarium afgezien.

In 6 gevallen werd de stand van den verticalen meridiaan van het oog geregistreerd, terwijl de proefpersoon in een aantal standen werd gebracht

*) Men kan dit bereiken door aan het raam van het wentelstatief waarmee de draaiing wordt uitgevoerd een hefboompje zoodanig te bevestigen, dat het lampje L (zie fig. 8A) gedurende een zeer kort moment, b.v. $\frac{1}{100}$ seconde, wordt uitgeschakeld.

welke onderling 10° verschilden. Op deze wijze kon van de film worden afgelezen (zie hoofdstuk V) in welke mate, bij verandering van stand om de longitudinale, transversale en sagittale as, compensatoire oogstanden waren ontstaan. Door middel van de gevonden uitkomsten werden curven vervaardigd, waarop de raddraaiing van het oog in de verschillende standen van het hoofd werd weergegeven. Deze z.g. raddraaiingcurven vertoonden zeer groote overeenkomst met die welke BENJAMINS en NIENHUIS⁸⁾ (1927) op grond van hunne metingen bij menschen samenstelden, en eveneens met de resultaten van het onderzoek door VAN DER HOEVE en DE KLEYN⁴⁶⁾ (1917) *) omtrent de raddraaiing bij het konijn verricht. In verband hiermede werd van verdere registratie van de raddraaiing afgezien, temeer waar ook van de nystagmuscurven een eventueele verandering van den stand van den verticalen oogmeridiaan kon worden afgelezen.

Resultaten van het lezen en analyseeren der curven.

In hoofdstuk V is uiteengezet op welke manier het mogelijk is uit de op de film voorkomende lijnen het verloop van de nystagmusbewegingen af

*) Om het konijn in de verschillende standen te brengen, maakten de genoemde onderzoekers gebruik van een toestel dat in principe met het wentelstatief overeenkomt. De plank waarop het konijn werd vastgebonden, was n.l. aan de korte zijden draaibaar bevestigd aan de overeenkomstige zijden van een houten raam, dat op zijn beurt weer kon draaien binnen een tweede raam, waarmee het door middel van een spil aan de lange zijden in verbinding stond.

te lezen. Ook zonder tijdroovende metingen zijn reeds verschillende bijzonderheden op te merken. Terstond na het begin van de draaibeweging ziet men de langzame phase geleidelijk ontstaan. De curve heeft hierbij een gebogen verloop, als bij een regelmatig versnelde beweging. Zonder eenigen overgang ontstaat plotseling de snelle phase, welke even plotseling door een tweede langzame phase gevolgd wordt, en zoo voort. Deze verdere langzame phasen worden alle weergegeven door lijnen welke recht of nagenoeg recht zijn, hetgeen erop wijst dat de beweging geheel of ten naastenbij als een eenparige is te beschouwen. Bij de snelle phasen zien wij hetzelfde. De meting van de snelheid wordt hierdoor belangrijk eenvoudiger dan wanneer wij steeds met versnelde, resp. vertraagde bewegingen zouden te maken hebben. Na beëindiging der draaibeweging komt het oog in de meeste gevallen tot staan tijdens de langzame phase. Deze laatste beweging wordt dan niet meer gevolgd door een snelle phase, doch gaat met een min of meer regelmatig vertraagde snelheid over in den stilstand. In andere gevallen, welke echter veel zeldzamer waren, ging de snelle phase in den stilstand over, en wel plotseling, zonder geleidelijke vertraging. Slechts bij hooge uitzondering ontstond na de draaiingen over 90° een na-nystagmus. Bij de draaiingen over 180° werd deze veelvuldiger aangetroffen. Het aantal slagen bedroeg hierbij 1 à 3. De overgang van nystagmus in nanystagmus had dan tijdens de langzame phase plaats, en wel zoo-

danig, dat deze meer en meer vertraagde, vervolgens omkeerde en overging in een versnelde beweging in tegengestelde richting. Hierbij vertoonde dus de beweging van het oog een groote overeenkomst met die van een slinger in een zijner uiterste standen.

Volgens de algemeen gangbare opvatting voert het oog tijdens een draaiing zijn nystagmusbewegingen uit om een evenwichtsstand, welke zijwaarts gericht is, naar de zijde waarheen de langzame phase zich beweegt. Hierbij vertoont dus de eerste langzame phase een grootere amplitudo dan de erop volgende snelle phase, welke weer wordt gevolgd door een langere langzame phase, en zoo verder (type I, fig. 22 A).

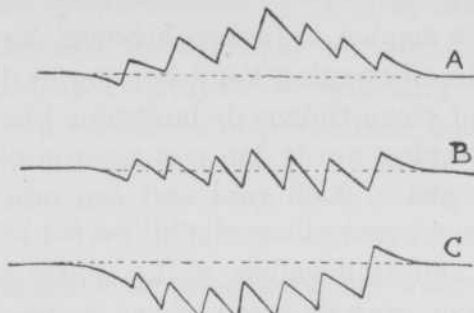


Fig. 22.

Uit de curven blijkt nu dat een dergelijk verloop wel in sommige gevallen plaats heeft, maar lang niet altijd. In de meeste gevallen n.l. beweegt het oog zich heen en weer om een evenwichtsstand, welke niet naar een van beide zijden afwijkt, maar

met den middenstand overeenkomt (type II, fig. 22 B).

Wij zien zelfs meermalen het tegengestelde gebeuren: na de eerste langzame phase ontstaat een snelle phase met een grootere amplitudo, gevolgd door een korte langzame phase, en zoo verder (type III, fig. 22 C).

Van de 140 curven waren slechts 34 tot het type I te rekenen, 52 tot type II, 22 tot type III, terwijl de overige 32 òf onduidelijk waren, òf niet bij een bepaald type onder te brengen.

Het vlak waarin de oogbewegingen tijdens de draaiing plaats hadden, bleef niet steeds hetzelfde, maar vertoonde dikwijls van phase tot phase verschillen, welke echter meestal zeer gering waren. Ook hadden de horizontale oogbewegingen in vele gevallen niet in een zuiver horizontaal vlak plaats; bij de horizontale beweging naar rechts bleek een zeer kleine componente in benedenwaartsche richting te bestaan, bij de horizontale beweging naar links een even geringe componente omhoog.

Om tot een duidelijk overzicht te komen van de voornaamste gegevens, welke door het lezen en analyseeren der curven konden worden verkregen, werden de volgende bijzonderheden in tabellenvorm gebracht:

1°. de richting van de draaibeweging, alsmede het aantal graden.

2°. bij de draaiingen I b, II en III tevens de

stand van het lichaam aan het eind en aan het begin van de beweging.

3°. het aantal nystagmuslagen tijdens de draaiing; in de gevallen waarin de laatste slag alleen uit een langzame phase bestond (zie boven) is achter het cijfer een $\frac{1}{2}$ gezet *).

4°. de richting en het vlak, waarin zich tijdens de snelle phase het oog heeft bewogen. (Kleine verschillen zijn hierbij buiten beschouwing gelaten). Bij de, ten gevolge van draaiing III optredende oogbewegingen werd de stand van het vlak nader aangeduid door hoek k, zooals dit in hoofdstuk V is beschreven.

5°. de gemiddelde amplitudo der langzame phasen tijdens een draaibeweging, gerekend ten opzichte van het middelpunt van de cornea, in m.M.

6°. de gemiddelde snelheid der langzame phasen in m.M. per seconde.

Bij de draaiing III, waarbij het oog tevens rotoire nystagmus-bewegingen uitvoerde is bovendien aangeteekend:

7°. de richting van de rotoire componenten tijdens de snelle phase.

8°. de gemiddelde amplitudo van de rotoire componenten tijdens de snelle phase.

9°. de gemiddelde amplitudo van de rotoire componenten tijdens de langzame phase.

*) Het is niet de bedoeling hiermede aan te geven dat een langzame phase dient te worden beschouwd als een halven nystagmuslag.

Draaiing Ia: om verticale-longitudinale as.

Curve N ^o .	Opname N ^o .			Richting v. d. draaiing.	Aantal graden.	Duur in seconden.	Aantal slagen.	Richting snelle phase.	Langzame phase	
								Horizon-taal	Gemidd. amplitudo	Gemidd. snelheid.
1	121	I	AB	nR	90°	2	4½	nR	1,6	5
2	121	I	CD	nL	90°	2⅓	5½	nL	1,1	5
3	121	I	EF	nR	90°	3	9	nR	1,6	7½
4	121	I	GH	nL	90°	2½	8	nL	2	7½
5	121	I	IJ	nR	90°	5	10	nR	2	3
6	121	I	KL	nL	90°	4	10½	nL	1,7	1,6
7	121	I	MN	nR	90°	4	8½	nR	1,6	3,5
8	126	I	AB	nL	90°	1½	—	nL	—	—
9	126	II	AB	nR	90°	1½	—	nR	1,6	8
10	126	II	CD	nL	90°	2	3½	nL	0,5	3
11	126	II	EF	nR	90°	1½	4½	nR	—	—
12	126	II	GH	nL	90°	2	5	nL	—	—
13	126	II	IJ	nR	90°	1½	4½	nR	1,5	7
14	127	III	AB	nR	90°	2	2½	nR	2,75	3,5
15	127	III	CD	nL	90°	2	5½	nL	2,75	12,5
16	127	III	EF	nR	90°	2	4	nR	2,75	9
17	127	III	GH	nL	90°	2	6	nL	2,75	9,7
18	127	III	IJ	nR	90°	2¼	3½	nR	2,2	5
19	129	I	AB	nR	90°	2	2	nR	—	—
20	129	I	CD	nL	90°	1½	1½	nL	—	—
21	129	I	EF	nR	90°	1½	1½	nR	—	—
22	129	I	GH	nL	90°	1½	1½	nL	—	—
23	129	I	IJ	nR	90°	2	1½	nR	—	—
24	129	I	KL	nL	90°	1½	2½	nL	—	—
25	129	I	MN	nR	90°	1½	2½	nR	—	—
26	129	I	OP	nL	90°	1½	2½	nL	—	—

Draaiing Ia (Vervolg).

Curve N ^o .	Opname N ^o .	Richting v. d draaiing.	Aantal graden.	Duur in seconden.	Aantal slagen.	Richting snelle phase.	Langzame phase.	
						Horizon- taal	Gemidd. amplitudo	Gemidd. snelheid.
27	129 II AB	nR	90°	1 1/4	2 1/2	nR	—	—
28	129 II CD	nL	90°	1	2	nL	—	—
29	129 II EF	nR	90°	1 1/2	3 1/2	nR	5	13,3
30	129 II GH	nL	90°	1 1/2	3 1/2	nL	—	—
31	129 II IJ	nR	90°	2	6 1/2	nR	—	—
32	129 II KL	nL	90°	2	4	nL	—	—
33	132 I AB	nR	90°	1 1/2	3 1/2	nR	3	9,7
34	132 I CD	nL	90°	2	3 1/2	nL	3,6	11,7
35	132 I EF	nR	90°	2	3 1/2	nR	3,6	8,3
36	132 I GH	nL	90°	2	3 1/2	nL	3	15,3
37	132 I IJ	nR	90°	2	3 1/2	nR	3,6	12
38	132 I KL	nL	90°	2	3 1/2	nL	2,75	13,3
39	132 II AB	nR	90°	4	6 1/2	nR	2	3,8
40	132 II CD	nL	90°	4	6 1/2	nI	2,2	5
41	133 I AB	nR	90°	2	4 1/2	nR	2,2	7,2
42	133 I CD	nL	90°	—	—	nL	—	—
43	133 I EF	nR	90°	3	7	nR	0,8	3
44	133 I GH	nL	45°	3 1/2	—	—	—	—
45	133 I IJ	nR	45°	3	5	nR	0,4	1,4
46	133 I KL	nL	45°	4	1 1/2	nL	0,2	—
47	133 I MN	nR	45°	2	2	nR	0,2	—
48	133 I OP	nL	45°	2	0	—	0	0
49	133 I QR	nR	45°	5 1/2	0	—	0	0
50	133 II AB	nL	45°	4 1/2	0	—	0	0
51	133 II CD	nR	45°	4	0	—	0	0
52	133 II EF	nL	45°	2 1/2	2	nL	0,2	—
53	133 II GH	nR	45°	1 1/2	1	nR	0,4	2,75

Draaiing Ia (Vervolg).

Curve N°.	Opname N°.	Richting v. d. draaiing	Aantal graden.	Duur in seconden.	Aantal slagen.	Richting snelle phase.	Langzame phase.	
						Horizontaal	Gemidd. amplitudo	Gemidd. snelheid
54	133 II IJ	nL	90°	1	3	nL	1,5	9,4
55	134 I AB	nR	90°	2	3 1/2	nR	2,2	7,5
56	134 I CD	nL	90°	1 3/4	3 1/2	nL	2	6,6
57	134 I EF	nR	90°	1 1/2	4 1/2	nR	2	9
58	134 I GH	nL	90°	1 1/2	4 1/2	nL	2,2	7,7
59	135 I AB	nR	90°	1 1/2	4	nR	2	7,2
60	135 I CD	nL	90°	1	2 1/2	nL	—	—
61	135 I bis AB	nR	90°	1 1/4	3	nR	1,6	8,3
62	135 I bis CD	nL	90°	1 1/2	4 1/2	nL	2	7,7
63	135 I bis EF	nR	90°	1 1/2	4	nR	2,2	9,2
64	135 I bis GH	nL	90°	—	—	nL	—	—
65	135 I bis IJ	nR	90°	—	—	nR	—	—
66	135 I bis KL	nL	90°	1 1/2	3	nL	1,6	6,1
67	135 I bis MN	nR	90°	1 1/4	4	nR	2,2	8,8
68	135 II AB	nL	90°	5	7	nL	0,9	2
69	135 II CD	nR	90°	2 1/2	5 1/2	nR	2,2	4,7
70	135 II EF	nL	90°	4	5	nL	1,6	2
71	135 II GH	nR	90°	3 3/4	4 1/2	nR	2	4,4
72	138 I AB	nR	90°	1 1/4	3	nR	0,8	4,16
73	138 I CD	nL	90°	1 1/2	3 1/2	nL	1,6	6,4
74	138 I EF	nR	90°	3	6	nR	1,1	3
75	138 I GH	nL	90°	3 1/4	6 1/2	nL	0,8	3
76	138 I IJ	nR	90°	2 1/4	5	nR	1,6	3,5
77	138 I KL	nL	90°	1 3/4	4 1/2	nL	1,6	5,8
78	102 IV AB	nR	180°	2	6	nR	0,8	3,3
79	102 IV CD	nL	180°	1 3/4	6	nL	1,1	5,5

Draaiing Ib: om horizontale-longitudinale as.

Curve No.	Opname No.	Beginstand.	Eindstand.	Duur in sec.	Aantal slagen.	Richting en vlak snelle phase	Langzame phase		Rad-draaiing
						Horizontaal	Gemidd. amplitudo	Gemidd. snelheid.	
1	134 III AB	45°nL	45°nR	1 1/2	3 1/2	nR	2,75	5,3	8°40'
2	134 III CD	45°nR	45°nL	2 1/2	4 1/2	nL	1,6	4,7	12°20'
3	134 III EF	45°nL	45°nR	2	4 1/2	nR	1,6	4,16	11°40'
4	134 III GH	45°nR	45°nL	1 3/4	3 1/2	nL	1,6	4,7	12°20'
5	135 III AB	45°nL	45°nR	2 1/4	3 1/2	nR	2,2	4,8	8°20'
6	135 III CD	45°nR	45°nL	2	4 1/2	nL	2,75	9	16°20'
7	135 III EF	45°nL	45°nR	2	5 1/2	nR	1,5	5	12°30'
8	135 III GH	45°nR	45°nL	1 1/2	4 1/2	nL	3	9,7	8°40'
9	135 III IJ	45°nL	45°nR	3 1/2	5	nR	2,75	3,8	11°10'
10	135 III KL	45°nR	90°nL	3 1/2	7	nL	1,5	3,3	10°10'
11	135 III MN	90°nL	90°nR	3 1/2	6	nR	2,5	4,16	18°50'
12	135 III OP	90°nR	45°nL	3 3/4	4	nL	—	—	—
13	138 II AB	45°nL	45°nR	2	4 1/2	nR	2	8,3	19°20'
14	138 II CD	45°nR	45°nL	2	6	nL	2,1	5,8	19°20'
15	138 II EF	45°nL	45°nR	1 3/4	5	nR	2	10	19°20'
16	138 II GH	45°nR	45°nL	2	4	nL	2,2	8,3	19°20'
17	138 II IJ	45°nL	45°nR	2 1/2	6	nR	1,5	4,16	19°20'
18	138 II KL	45°nR	45°nL	2 3/4	5 1/2	nL	1,5	3,3	19°20'
19	138 II MN	45°nL	45°nR	2 3/4	5 1/2	nR	1,2	2,36	18°10'
20	138 II OP	45°nR	45°nL	2 1/2	5 1/2	nL	1,3	2,36	21°50'
21	127 I AB	rugl.	90°nR	2	3 1/2	nR	2	3,3	7°30'
22	127 I CD	90°nR	rugl.	2	6	nR	2	7,5	5°50'
23	127 I EF	rugl.	90°nL	2	5	nL	1,1	4,10	—
24	127 I GH	90°nL	rugl.	2	3 1/2	nR	2	5,8	—
25	127 I IJ	rugl.	90°nR	2	3 1/2	nR	2,2	8,3	—
26	127 I KL	90°nR	rugl.	2	5 1/2	nL	2	7,5	—

Draaiing IIa: om een horizontale-transversale as, vanuit de horizontale rugligging tot de horizontale buikligging, via den verticalen stand (180°).

Curve No.	Opname No.	Beginstand.	Eindstand.	Duur in sec.	Aantal slagen.	Vlak en richting	Langzame phase:	
						snelle phase: Verticaal.	Gemidd. amplitudo.	Gemidd. snelheid.
1	133 VI AB	buik	rug	4 1/2	6	omhoog	0,2	—
2	133 VI CD	rug	buik	3	6	omlaag	1,5	9,4
3	133 VI EF	buik	rug	3 1/2	—	—	—	—
4	134 VII AB	rug	buik	2 1/2	2	omlaag	3,8	—
5	134 VII CD	buik	rug	3 1/2	6	omhoog	2	5
6	134 VII EF	rug	buik	3 1/2	4	omlaag	—	—
7	134 VII GH	buik	rug	5	6	omhoog	1,5	1,2
8	102 I AB	rug	buik	5 1/2	4	omlaag	1,1	6,9
9	102 I CD	buik	rug	4 1/2	4	omhoog	0,2	0,3
10	103 I AB	rug	buik	4	7	omlaag	0,2	1,5
11	103 I CD	buik	rug	4	8	omhoog	0,5	2,2
12	103 I EF	rug	buik	2 1/2	6	omlaag	1,1	3,8
13	103 I GH	buik	rug	4 1/2	6	omhoog	0,2	1,1
14	108 I AB	rug	buik	5	9	omlaag	0,8	3,3
15	108 I CD	buik	rug	4	6	omhoog	3,8	5,3
16	110 I AB	buik	rug	5 1/2	8	omhoog	1	5
17	110 I CD	rug	buik	4	11	omlaag	1,5	6,4
18	110 I EF	buik	rug	4	13	omhoog	1,5	7,7

*Draaiing III: om een horizontale-sagittale as,
van rechter zijligging via den verticalen stand tot
linker zijligging, en terug.*

Curve N ^o .	Opname N ^o .	Beginstand.	Eindstand.	Duur in sec.	Aantal slagen.	Richting snelle phase.
1	121 II AB	R.zij	L.zij	4	10	L. boven
2	121 II CD	L.zij	R.zij	4½	12	R. onder
3	121 II DE	R.zij	L.zij	3½	9	L. boven
4	121 II FG	L.zij	R.zij	—	—	R. onder
5	132 III AB	R.zij	L.zij	5	6	L. boven
6	132 III CD	L.zij	R.zij	5	—	—
7	132 III EF	R.zij	L.zij	5	5	L. boven
8	132 III GH	L.zij	R.zij	4	—	—
9	133 IV AB	L.zij	R.zij	6½	6½	R. onder
10	133 IV CD	R.zij	L.zij	6½	7	L. boven
11	133 IV EF	L.zij	R.zij	6	8	R. onder
12	133 IV GH	R.zij	L.zij	5½	7	L. boven
13	134 VI AB	L.zij	R.zij	4	8	R. onder
14	134 VI CD	R.zij	L.zij	6	5½	L. boven
15	134 VI EF	L.zij	R.zij	4	8	R. onder
16	134 VI GH	R.zij	L.zij	—	—	—
17	138 V AB	R.zij	L.zij	4	6½	L. boven
18	138 V CD	L.zij	R.zij	3	8	R. onder
19	138 V EF	R.zij	L.zij	—	—	L. boven
20	138 V GH	L.zij	R.zij	2½	8	R. onder

Hoek k.	Langzame phase		Rotatoire componenten			Raddraaiing.
	Gemidd. Amplitudo	Gemidd. snelheid	Richting.	Gemidd. amplitudo snelle phase	Gemidd. amplitudo langz. phase	
33° + 180°	1,5	2,75	L	4°40'	6°20'	11°
20°	1,5	2,75	R	4°	5°	9°
26° + 180°	1,5	2,75	L	5°30'	7°	9°
—	1,5	2,75	R	—	—	7°30'
—	2,2	2,5	L	7°10'	8°52'	12°6'
—	—	—	R	—	—	8°50'
—	2,2	2,5	L	6°30'	9°10'	7°20'
—	—	—	R	—	—	8°30'
40°	0,75	2,1	R	4°20'	4°20'	5°12'
49° + 180°	0,5	1,25	L	2°	2°	5°12'
—	0,2	—	—	—	—	6°20'
—	0,2	—	—	—	—	4°20'
21°	2,5	1,5	R	5°20'	8°50'	9°20'
11° + 180°	1,25	2,5	L	4°	8°20'	9°50'
48°	1,25	3,6	R	2°	3°	9°
—	—	—	—	—	—	10°50'
22° + 180°	1,25	2,75	L	9°	14°30'	17°30'
27°	1,1	8,3	R	4°	6°30'	14°40'
—	—	—	L	—	—	16°40'
33°	0,8	4,4	R	5°30'	10°	19°

10°. de raddraaiing, welke ten gevolge van de verandering van den stand van het lichaam is opgetreden. Hiertoe werd in begin- en eindstand de richting van den verticalen meridiaan bepaald op een moment dat het oog in rust verkeerde.

In sommige gevallen konden bepaalde gegevens niet uit de curven worden afgelezen, meestal doordat willekeurige oogbewegingen storend werkten. Op de betreffende plaats in de tabel werd zulks met een streepje aangegeven.

Bij verschillende draaiingen is ook de snelheid van de snelle phase gemeten. Deze varieerde tusschen 20 en 50 m.M. per seconde, en bedroeg in de meeste gevallen ongeveer 35 m.M.

Invloed van de draaisnelheid op den rotatienystagmus.

Aan het verband tusschen de intensiteit van een nystagmusverwekkenden prikkel, en die van de erop volgende oogreactie, zijn reeds talrijke onderzoekingen gewijd.

Door BÁRÁNY, BRÜNINGS, KOBRAK⁵⁷⁾, FRENZEL³⁴⁾, A. PLUM⁵⁰⁾, DOHLMAN²⁶⁾ en talrijke anderen werd nagegaan welke de invloed was van de sterkte van den calorischen prikkel op den hierdoor veroorzaakten nystagmus. Ook voor den postrotatienystagmus werd ditzelfde onderzocht, o. a. door BÁRÁNY, BRÜNINGS, KOBRAK.

De „sterkte” van den opgewekten nystagmus wordt op verschillende manieren beoordeeld. In de meeste gevallen wordt de *tijdsduur* van

den nystagmus na het inwerken van den prikkel als maatstaf voor de sterkte gebruikt. Door sommigen werd aan het tellen van het *aantal* nystagmusslagen den voorkeur gegeven. Een zeer bekende en voor klinisch gebruik zeer doelmatige aanduiding van de sterkte van den nystagmus bestaat in het onderscheiden van 3 intensiteitsgraden, n.l.:

1^o. de nystagmus welke alleen tot uiting komt indien het oog gericht is naar de zijde van de snelle phase.

2^o. de nystagmus welke zoowel in bovengenoemden oogstand, als bij voorwaarts gerichte bliklijnen zichtbaar is.

3^o. de nystagmus welke behalve in de beide vorige standen, tevens waarneembaar is indien het oog zich richt naar de zijde van de langzame phase. Deze laatste soort is de „sterkste” nystagmus. DOHLMAN ²⁰⁾ bepaalde met zijn registratiemethode de snelheid van de langzame phase, en toonde aan, dat deze bij den calorischen nystagmus evenredig is aan de sterkte van den endolymphstroom in de halfeirkelvormige kanalen. Deze snelheid zou dus eveneens als aanduiding van de sterkte van den nystagmus dienst kunnen doen.

Over de betrekking tusschen prikkel en effect bij den *tijdens* eene kort durende en betrekkelijk langzame draaibeweging optredenden nystagmus bij den mensch, bestaan slechts weinige gegevens. Zooals reeds eerder werd vermeld, bepaalde MULDER den reflextijd tusschen het begin van de

draaibeweging en de erop volgende oogreactie. DOHLMAN onderzocht de minimale hoekversnelling waardoor nog juist een langzame phase kan worden veroorzaakt. Over het verdere verloop van de nystagmusbewegingen tijdens het draaien kon hij geen gegevens verkrijgen, omdat zijn registratietoestel zich niet ertoe leende met den proefpersoon mee te draaien.

Met het registratietoestel van BUYS zijn ook tijdens het ronddraaien nystagmuscurven vervaardigd, waaruit evenwel alleen de frequentie met zekerheid viel af te lezen. De overige bijzonderheden welke bij deze curven konden worden waargenomen zijn voor een deel toe te schrijven aan de fouten welke aan de pelottemethoden eigen zijn (zie hoofdstuk III). Zoo meende b.v. Buys dat het oog tijdens de langzame phase met zeer onregelmatige snelheid beweegt: „la phase lente présente souvent des plateaux et des crochets, révélateurs d'arrêts et même de reculs”, hetgeen voor hem aanleiding was, naar analogie van de polscurven, te spreken van „des nystagmus dicrôtes, trierôtes”. Op de talrijke curven welke door mij tijdens de rotatie zijn opgenomen, bleek de langzame phase steeds uit een geheel of nagenoeg geheel eenparige beweging *) te bestaan, met uitzondering van den eersten en den laatsten nystagmusslag.

*) Ook bij 25 registraties van den calorischen nystagmus vond ik steeds een eenparig bewegende langzame phase. DOHLMAN (l.c.) kwam bij zijn onderzoek van den calorischen nystagmus tot hetzelfde resultaat.

Ook OHM⁸³) heeft met zijn hefboom (zie hoofdstuk II) tijdens het ronddraaien op een draaistoel den nystagmus geregistreerd, teneinde den invloed van optische momenten op den rotatienystagmus na te gaan. Het slingeren van den schrijvende hefboom was evenwel oorzaak dat de snelheid en de amplitudo niet met zekerheid uit de curven konden worden bepaald.

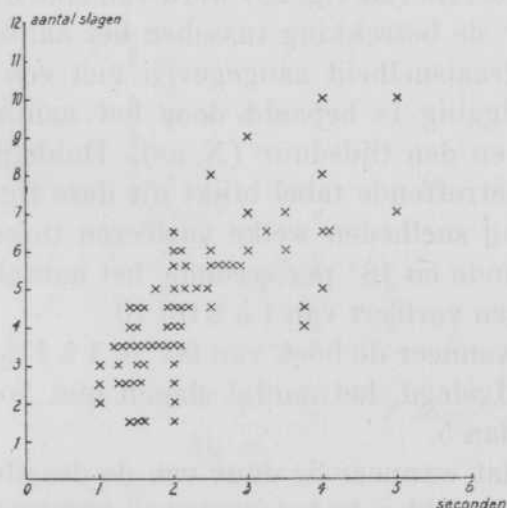


Fig. 23.

GRAHE kon met zijn palpatiemethode uiteraard niet meer bepalen dan het *aantal* nystagmusslagen, dat tijdens den „Drehschwachreiz” van 90 ° in 3 seconden optrad, en dat gemiddeld 5 à 7 bedroeg.

Aangezien de door mij uitgevoerde draaiïng I a kan worden beschouwd als een onder bijzondere voorzorgen uitgevoerde „Drehschwachreiz”, was het van belang na te gaan in hoeverre er een be-

trekking zou kunnen bestaan tusschen de snelheid waarmee de hoek van 90° werd afgelegd, en het aantal slagen van den hierdoor opgewekten nystagmus. Tevens werd gezocht naar het verband tusschen de rotatiesnelheid en de gemiddelde snelheid van de langzame phase.

Een tweetal graphische voorstellingen werd hiertoe geconstrueerd.

In de eerste (zie fig. 23) werd van elke draaiing I over 90° de betrekking tusschen het aantal slagen en de draaisnelheid aangegeven met een kruisje, welks ligging is bepaald door het aantal slagen (Y as) en den tijdsduur (X as). Duidelijker dan uit de betreffende tabel blijkt uit deze figuur dat:

1^o. bij snelheden welke variëeren tusschen 90° per seconde en 18° per seconde, het aantal nystagmuslagen variëert van 1 à 2 tot 10.

2^o. wanneer de hoek van 90° in 1 à $1\frac{1}{2}$ seconde wordt afgelegd, het aantal slagen niet hooger bedraagt dan 5.

3^o. dat wanneer de duur van de draaibeweging $2\frac{1}{2}$ à 5 seconden bedraagt, het aantal nystagmuslagen hooger is, en niet beneden de 4 komt.

4^o. dat de gemiddelde frequentie geen duidelijken samenhang met de rotatiesnelheid vertoont.

In een tweede figuur (zie fig. 24) werd het verband tusschen de snelheid van de draaiing I over 90° en de snelheid van de langzame phase weergegeven. Ook hier werd de duur van de rotatie op de X as afgemeten, de snelheid van de langzame phase op de Y as, terwijl voor elke uitgevoerde

draaibeweging de verhouding tusschen tijdsduur en snelheid van de langzame phase met een cirkeltje werd aangeduid. De hierdoor verkregen graphische

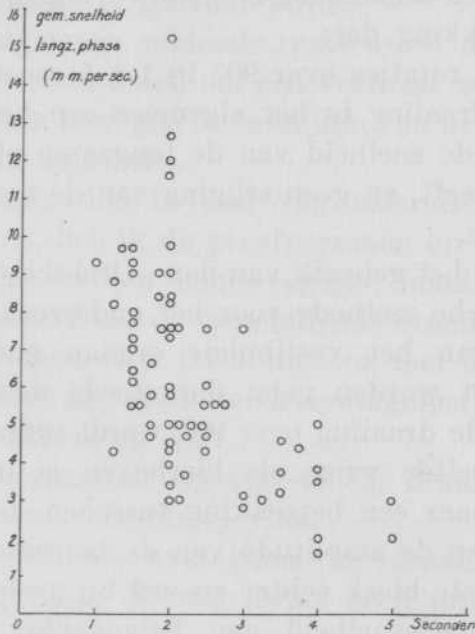


Fig. 24.

voorstelling toont hoezeer ook deze verhouding aan variatie onderhevig is. Niettemin valt ook hier op te merken:

1°. dat bij een rotatiesnelheid van 45° à 90° per seconde, de snelheid van de langzame phase meestal 5 à 10 m.M. bedraagt, echter in geen enkel geval minder dan 3 m.M.

2°. dat bij de rotatiesnelheden kleiner dan 30° per seconde de snelheid van de langzame phase over het algemeen lagere waarden vertoont, ook

beneden de 3 m.M. per seconde, en in geen enkel geval hooger dan 5 m.M.

De beide graphische voorstellingen in hunnen onderlingen samenhang beschouwd, suggereeren de gevolgtrekking dat:

1^o. bij rotaties over 90° in 1 à 5 seconden een snellere draaiïng in het algemeen een vermeerdering van de snelheid van de langzame phase tengevolge heeft, en geen stijging van de nystagmus-frequentie.

2^o. bij het gebruik van den „Drehschwachreiz” als klinische methode voor het onderzoek naar de functie van het vestibulair orgaan nauwkeurig erop moet worden gelet dat steeds met *dezelfde* snelheid de draaiïng over 90° wordt uitgevoerd.

Op dezelfde wijze als hierboven is bovendien gezocht naar een betrekking tusschen de rotatiesnelheid en de amplitudo van de langzame phase. Deze laatste bleek echter zoowel bij groote als bij kleine rotatiesnelheid aan belangrijke variaties onderhevig te zijn, zonder dat hierin eenig systeem te ontdekken viel.

Invloed van de compensatoire oogstanden op den rotatienystagmus.

Bij het gebruikelijke onderzoek op den draaistoel kan men zoowel horizontalen, als verticalen en rotatoiren nystagmus opwekken, mits de proefpersoon tijdens de draaiïng het hoofd in een bepaalden stand houdt. Zooals reeds in hoofdstuk I is vermeld, ontstaat bij deze proef een horizontale

nystagmus wanneer het hoofd rechtop gehouden wordt, een rotatoire wanneer het voor- of achterover gebogen wordt, en een verticale wanneer het hoofd zijwaarts geneigd wordt.

Als algemeen geldende regel wordt aangenomen dat, bij ronddraaien om een verticale as, de oogen zich steeds bewegen in de snijlijn van het draaiingsvlak met de cornea.

Teneinde den invloed van halsreflexen uit te schakelen, heb ik de proefpersonen op de beschreven wijze in een onbeweeglijke houding op het wentelstatief aan de verschillende draaibewegingen onderworpen. Het bleek dat ook met deze manier van draaien de verschillende nystagmustypen waren op te wekken, en wel:

1^o. horizontale nystagmus bij draaiing in het transversale (frontale) vlak.

2^o. verticale nystagmus bij draaiing in het sagittale vlak. Hierbij kwam geen rotatoire component voor.

3^o. rotatoire nystagmus bij draaiing in het frontale vlak. Bij dezen laatste viel tevens een rechtlijnige component op te merken, bestaande uit „diagonale” bewegingen, in een vlak dat een hoek van 30° à 45° met de lidspleet maakte *).

*) Het optreden van deze „diagonale” component is waarschijnlijk te verklaren door het feit dat de stand der halfeirkelvormige kanalen in den schedel niet overeenkomt met de gebruikelijke schematische voorstelling, maar dat in het bijzonder het vlak van de horizontale kanalen een hoek van 30° achterover maakt met het horizontale vlak. Zoo zou dus bij een draaiing in het frontale vlak het horizontale kanaal niet „werkeloos” blijven.

Het uitschakelen van den eenen invloed die complicatie kan geven: den invloed van de halfreflexen, bracht evenwel een nieuwe complicatie met zich mee: de raddraaiing. Immers terwijl bij de draaiingen op den draaistoel met gebogen of zijwaarts geneigd hoofd de stand van de beide labyrinthen ten opzichte van de zwaartekracht geen wijziging ondergaat, heeft een zoodanige wijziging wel plaats bij de met het wentelstatief uitgevoerde draaiingen, althans voor zoover de draaiingsas hierbij niet verticaal staat. Bij de draaiingen Ib en III gaat de nystagmus gepaard met een verandering van den stand van den verticalen meridiaan van het oog.

Over de vraag in hoeverre de rotatienystagmus en de raddraaiing elkaar wederkeerig beïnvloeden, heb ik in de bestaande literatuur weinig gegevens kunnen vinden *).

Door de tijdens de draaiingen Ia en Ib gemaakte curven onderling te vergelijken, heb ik getracht na te gaan:

1°. in hoeverre de stand van het vlak waarin bij den horizontalen nystagmus het oog zich be-

*) In de vergadering van de Ned. Keel-neus-oorheelkundige Vereniging van Juni 1928 hield QUIX een meer theoretische uiteenzetting over de physiologische samenwerking tusschen booggang- en otolithreflexen, waarbij hij echter den horizontalen draainystagmus alleen vermeldde voor zoover deze optreedt bij draaiing om de *verticale* lichaamsas; hij deelde tevens mede te hebben waargenomen dat bij draaiing van het hoofd om de bitemporale as en om de sagittale as de snelle phase ontbreekt, doordat deze door den otolithreflex wordt onderdrukt. Uit de tijdens draaiing II en draaiing III gemaakte curven is mij echter gebleken dat de snelle phase hierbij niet onderdrukt wordt.

weegt, wijzigingen ondergaat onder invloed van een gelijktijdig optredende raddraaiing.

In dit verband dient te worden gewezen op het onderzoek van DE KLEYN en STORM VAN LEEUWEN ⁵⁴⁾ naar den invloed van den stand van de kop op de richting van den calorischen nystagmus bij het konijn. Zij wezen op het feit dat een oog, dat tengevolge van de raddraaiing om zijn sagittale as geroteerd is, bij contractie der Mm. recti zich in een andere richting beweegt, dan zonder raddraaiing het geval zou zijn. De door hen in de verschillende kopstanden waargenomen nystagmus-richtingen „corrigeerden” zij derhalve met behulp van de uit het onderzoek van VAN DER HOEVE en DE KLEYN bekende gegevens betreffende de raddraaiing bij het konijn.

Hoewel de raddraaiing bij den mensch over een veel kleineren hoek optreedt dan bij het konijn, bestaat toch de mogelijkheid dat ook hier een gedraaide stand van den oogbol van invloed is op de richting van de oogbeweging bij contractie der Mm. recti lateralis en medialis. Bij een naar links geroteerd rechter oog zal de insertie van den M. rectus medialis aan den oogbol lager komen te liggen, met het gevolg dat bij contractie van deze spier de oogbol niet zuiver horizontaal naar links beweegt, maar een weinig naar omlaag afwijkt. Tijdens raddraaiing naar rechts zal het tegengestelde het geval zijn.

Bij de draaiing Ib, waarbij de proefpersoon horizontaal uitgestrekt om zijn lengteas werd

gedraaid, en wel vanuit de houding 45° naar rechts gewend, naar de overeenkomstige houding 45° naar links gewend, en terug, heeft tijdens deze beweging niet alleen een nystagmus plaats, maar tevens een raddraaiing van ongeveer 10° à 20° . Bij beweging naar links is het oog in den beginstand naar links geroteerd; het draait dan meer en meer naar rechts, passeert den evenwichtsstand, en aan het eind van de draaibeweging bestaat raddraaiing naar rechts. Theoretisch beschouwd zou derhalve tijdens de eerste helft van de draaiing de snelle phase naar links moeten bewegen met een geringe componente in benedenwaartsche richting, tijdens de tweede helft van de draaiing naar links met een geringe componente omhoog.

Bij de gedurende de draaiing I b opgenomen curven heb ik naar een dergelijk verschijnsel gezocht. Hoewel het niet regelmatig bij alle curven kon worden aangetroffen, waren er toch verschillende bij, die het zeer duidelijk vertoonden.

In fig. 25 vindt men een reproductie van een zoodanige curve. (Te lezen van onder naar boven!) De draaiing begint bij letter O en eindigt bij P. De vier krommen zijn met letters aangeduid:

cd: centrale directe curve.

ld: laterale directe curve.

cp: centrale prismacurve.

lp: laterale prismacurve.

De stippellijn langs de rechter zijde van de film geeft den tijd aan (5 strepen = 2 seconden).

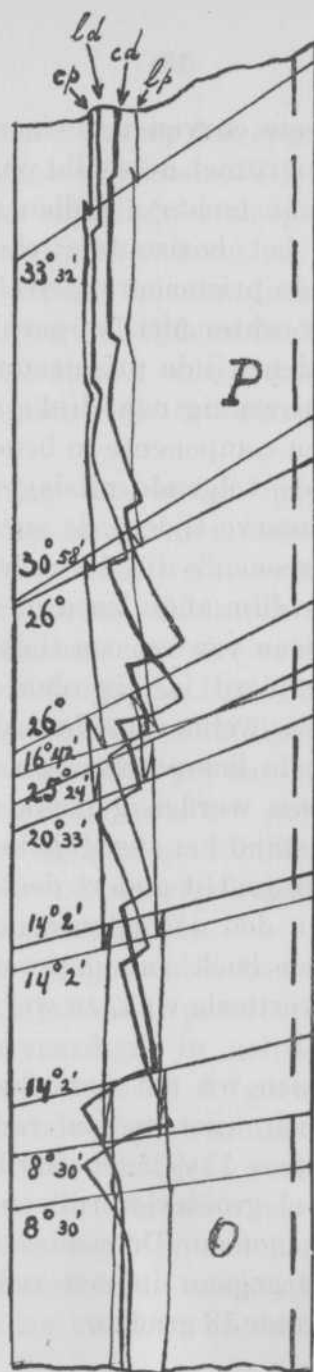


Fig. 25.

De beide directe curven vertoonen de uitslagen van een nystagmus met de snelle phase naar links (op de film: naar rechts). Indien de oogen zich nauwkeurig in het horizontale vlak zouden bewegen, zouden de prismacurven rechte lijnen vormen. Dit is hier echter niet het geval: bij de eerste drie uitslagen zien wij de prismacurven tijdens de snelle phase een weinig naar links afwijken (hetgeen wijst op een component in benedenwaartsche richting). Bij de volgende uitslagen daarentegen wijkt de prismacurve tijdens de snelle phase naar rechts af (componente in de richting omhoog). Tevens is uit de film af te lezen in welke mate de verticale meridiaan van het oog tijdens de draaiïng van stand veranderd is. Uit den stand van de verbindingslijnen welke tussehen de met elkaar corresponderende keerpunten van de beide prismacurven kunnen worden getrokken, kunnen wij nagaan welken stand het zijstiftje heeft ingenomen tijdens de draaiïng. Uit andere deelen van de film is bekend dat in den normalen stand van het oog het zijstiftje een hoek van ongeveer 20° graden vormt met het verticale vlak, en wel aan de rechter zijde hiervan.

Op de film zien wij dat deze hoek bij O $8^{\circ}31'$ bedraagt, hetgeen wijst op een raddraaiïng naar links van ongeveer $11\frac{1}{2}^{\circ}$. Tevens blijkt dat deze hoek verderop al grooter wordt, en voorbij P tot ruim 33° is toegenomen. De raddraaiïng naar links is derhalve overgegaan in een raddraaiïng naar rechts van ongeveer 13 graden.

Op het moment waarop het oog zich in de buurt van den „neutralen” stand (20°) bevindt zien wij den nystagmus naar links-omlaag overgaan in een nystagmus naar links-omhoog.

2^o. In de tweede plaats diende de vraag te worden beantwoord of tijdens de draaiïngen, waarbij behalve nystagmus ook raddraaiïng ontstaat, deze laatste geleidelijk tot stand komt, of met schokken.

Tot deze vraag werd in het bijzonder aanleiding gegeven door het lezen van enkele tijdens draaiïng Ib opgenomen curven, welke eene rotatoire component te zien gaven. Dit kwam mij erg onwaarschijnlijk voor: een rotatoire component bij een draaiïng om de lengteas. Het bleek dan ook dat deze slechts in schijn bestond. Tijdens de registratie had n.l. in deze gevallen het oog een lageren stand dan den primairen, met het gevolg dat tijdens horizontale bewegingen een schijnrotatie op de film werd geregistreerd, overeenkomstig de wet van LISTING (zie hoofdstuk VI).

De bedoelde schijnrotatie kon dan ook op de curven, welke bij dezelfde personen tijdens draaiïng Ia waren vervaardigd, in gelijke mate worden waargenomen, evenals bij de geregistreeerde willekeurige horizontale oogbewegingen. Het was zelfs mogelijk een vrij constante verhouding vast te stellen tusschen den afstand waarover het oog zich zijwaarts had bewogen en het aantal graden van de hierbij geregistreeerde schijnrotatie.

Met behulp hiervan kon bij de curven welke bij

draaiïng I b een rotatoire component te zien gaven, deze schijnrotatie worden gecorrigeerd, waarna bleek dat in werkelijkheid de raddraaiïng van het oog tijdens rotatienystagmus uiterst geleidelijk tot stand komt, enkele kleine oscillaties daargelaten. Duidelijker komt dit tot uiting bij de curven waarbij het oog tijdens de opname zijn bewegingen vanuit den primairen stand uitvoert. Deze curven vertoonেন voorzoover ze betrekking hebben op willekeurige horizontale oogbewegingen geen spoor van rotatie; evenmin is zulks het geval bij de opname van horizontalen nystagmus tijdens draaiïng Ia, terwijl bij de tijdens draaiïng Ib opgenomen curven de raddraaiïng zeer geleidelijk tot stand komt.

In fig. 26 is graphisch in beeld gebracht op welke wijze tijdens de draaiïng Ib de horizontale bewegingen van het oog zich verhouden tot de raddraaiïng.

De figuur moet van boven naar onder gelezen worden. De bewegingen van het oog zijn aangeduid in graden, gerekend ten opzichte van het hypothetisch draaipunt. De lijn welke de figuur in een linker en een rechter helft verdeelt stelt den evenwichtsstand voor, zoowel ten opzichte van de horizontale bewegingen als ten opzichte van de rotatie. Op gelijke afstanden onder elkaar zijn de verschillende keerpunten tijdens de nystagmusbeweging weergegeven. Met de van dwarsstreepjes voorziene lijnen zijn de punten verbonden welke aanduiden hoeveel graden op het moment van elken „nystagmus-ommekeer” de bovenpool van het oog afweek

van den evenwichtsstand. Met de gladde lijnen zijn verbonden de punten waarmee op overeenkomstige

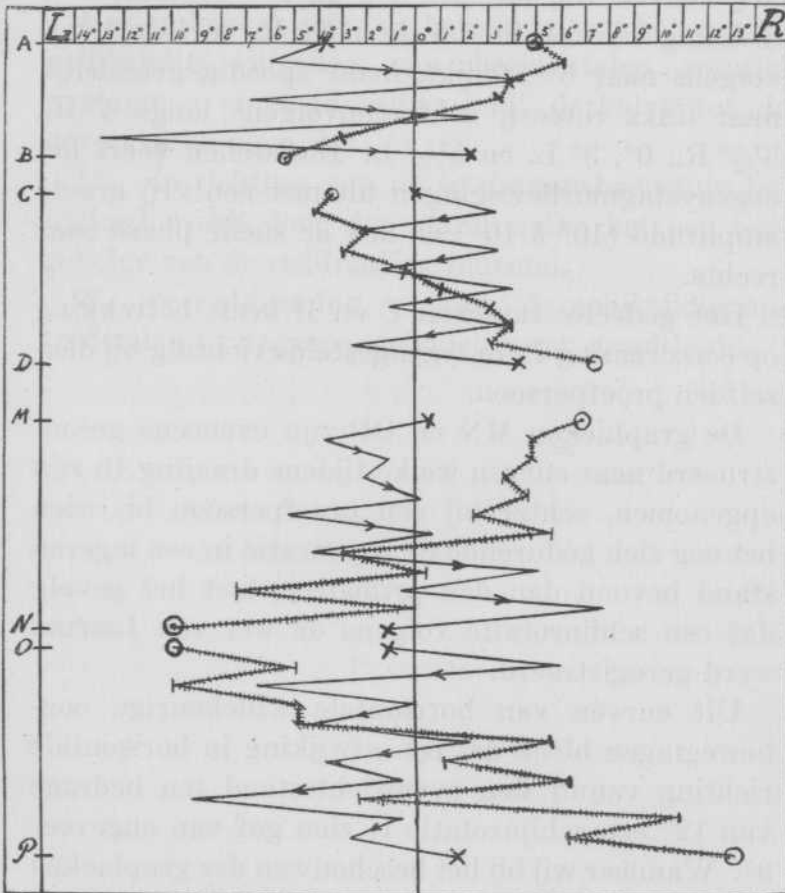


Fig. 26.

wijze is aangeduid hoeveel graden het oog tijdens den horizontalen nystagmus uit den evenwichtsstand afweek. De snelle phase is met pijlpunten aangegeven.

Het gedeelte tusschen de letters A en B heeft betrekking op een draaiing Ib van links naar rechts. Wij zien hierbij dat het oog bij het begin van de draaiing een rotatie van 5° naar R. vertoont, vervolgens naar 6° afwijkt, maar spoedig geleidelijk naar links roteert, achtereenvolgens langs 4° R., $3\frac{1}{2}^\circ$ R., 0° , 3° L. en $5\frac{1}{2}^\circ$ L. Intusschen voert het oog nystagmusbewegingen uit met een vrij groote amplitudo (10° à 16°) en met de snelle phase naar rechts.

Het gedeelte tusschen C en D heeft betrekking op een draaiing Ib in tegengestelde richting bij denzelfden proefpersoon.

De graphieken MN en OP zijn eveneens geconstrueerd naar curven welke tijdens draaiing Ib zijn opgenomen, echter bij een proefpersoon bij wien het oog zich gedurende de registratie in een lageren stand bevond dan den primairen, met het gevolg dat een schijnrotatie volgens de wet van LISTING werd geregistreerd.

Uit curven van horizontale willekeurige oogbewegingen bleek dat een afwijking in horizontale richting vanuit den evenwichtsstand ten bedrage van 12° een schijnrotatie te zien gaf van ongeveer 9° . Wanneer wij bij het beschouwen der graphieken MN en OP met deze omstandigheid rekening houden, blijkt dat de door de curve weergegeven schommelingen in den „rotatietoestand” van het oog grootendeels op rekening van de schijnrotatie moeten worden gesteld, en dat in werkelijkheid de raddraaiing even geleidelijk plaats heeft als bij de

graphieken AB en CD. De curve naar welke de graphiek OP is vervaardigd, is in fig. 25 gereproduceerd.

Het onderzoek naar de beweging van het oog bij gelijktijdig optreden van horizontalen rotatienystagmus en raddraaiing leidt derhalve tot de gevolgtrekkingen dat:

1°. de richting van de nystagmusbeweging beïnvloed wordt door den stand welke het oog ten gevolge van de raddraaiing inneemt.

2°. de raddraaiing, ondanks de gelijktijdig optredenden nystagmus, geleidelijk tot stand komt.

SAMENVATTING.

Het feit dat slechts weinig gegevens in de literatuur te vinden zijn over de tijdens het rond-draaien van den mensch optredende vestibulaire oogreacties, vormde de aanleiding tot het zoeken naar eene methode waarmee deze oogreacties nauwkeuriger dan tot dusverre zouden kunnen worden waargenomen.

Als middel hiertoe werd de registratie gekozen. Bij de bestaande nystagmographische methoden werd nagegaan in hoeverre zij beantwoordden aan de te stellen eischen.

De methode van STRUYCKEN, welke als de meest bruikbare werd beschouwd, onderging een zoodanige uitbreiding, dat niet alleen horizontale en verticale, maar ook rotatoire oogbewegingen, alsmede de compensatoire oogstanden ermee konden worden geregistreerd.

Teneinde tijdens de registratie den proefpersoon ronddraaiende bewegingen om verschillende assen en in verschillende standen te laten ondergaan, werd een wentelstatief volgens GRAHE-BENJAMINS gebruikt. Er werd een methode aangegeven waardoor het mogelijk is het registreertoestel aan het wentelstatief te bevestigen, en het hoofd van den proefpersoon onbeweeglijk te fixeeren.

Langs wiskundigen weg kon worden aangetoond, dat uit den vorm der gemaakte curven de verschil-

lende bijzonderheden van een nystagmus (amplitudo, snelheid, richting, etc.) zijn af te leiden, ook voor zoover het een rotatoire component betreft.

Een 140-tal curven werden verkregen door registratie van den nystagmus tijdens draaibewegingen om de longitudinale, transversale en sagittale as over 90° en 180° . De eerstgenoemde draaiingen werden zoowel in verticalen als in horizontalen stand uitgevoerd.

Uit deze curven werden de reeds genoemde bijzonderheden afgelezen en gemeten.

Aan de hand van de uit de curven vast te stellen gegevens is gezocht naar een betrekking tusschen de snelheid van de draaibeweging eenerzijds en de nystagmusfrequentie en de snelheid van de langzame phase anderzijds.

Het is gebleken dat — hoewel talrijke variaties optreden — in het algemeen bij grootere rotatiesnelheid de frequentie niet toeneemt, de langzame phase daarentegen sneller wordt.

Tevens werd door analyse van de tijdens draaiing om de horizontale-longitudinale as gemaakte nystagmuscurven nagegaan op welke wijze samenwerking en wederzijdsche beïnvloeding tusschen horizontalen nystagmus en raddraaiing plaats heeft.

Het bleek dat hierbij de richting van den nystagmus kleine wijzigingen ondergaat onder invloed van den stand welke het oog tengevolge van de raddraaiing inneemt en dat deze laatste tijdens de draaibeweging geleidelijk tot stand komt.

LITTERATUUR OVERZICHT.

1. ABRAHAM, A. The Lancet, Jg. 91, pag. 1522 (1913).
2. AHRENS. Inaugur. Dissert. Rostock (1891).
3. id. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 5, pag. 408.
4. BÁRÁNY, R. Monatschr. f. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinol. Jg. 40, pag. 229 (1906).
5. BARRÉ, J. A. et ST. DRAGANESCO, Rev. d'oto-neuro-oculist. Bd. 4, pag. 655 (1926).
6. BARTELS, M. Arch. f. Ophth. Bd. 76, pag. 1 (1910).
7. id. Arch. f. Ophth. Bd. 78, pag. 129 (1911).
8. BENJAMINS, C. E. und J. H. NIENHUIS. Arch. f. O. N. K. Bd. 116, pag. 241 (1927).
9. BREUER, J. Wien. Med. Jahrbüch. H. 1 (1875).
10. id. Pflüg. Arch. Bd. 48, pag. 195 (1891).
11. BRÜNINGS. Zeitschr. f. Ohrenh. Bd. 63, pag. 20 (1911).
12. BUYS. Société française d'otologie (mai 1909).
13. id. Monatschr. f. Ohrenh. Jg. 47, pag. 675.
14. BUYS et COPPEZ. Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique (1910).
15. CEMACH en KESTENBAUM. Zeitschr. f. Ohrenh. u. f. Krankh. d. Luftwege. Bd. 82, pag. 117 (1922).
16. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 2, pag. 442 (1922).
17. COPPEZ, H. Le nystagmus, Paris (1913). G. Steinheil, éditeur.
18. CORDS, R. Arch. f. Ophth. Bd. 118, pag. 771 (1927).
19. DELABARRE. The Americ. Journal of Psych. Vol. IX, pag. 572 (1897).

20. DELAGE. Arch. de Zoölogie expérimentale, 2me série, T. 4, pag. 535 (1886). Geref. bij GRAHE, Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 3, pag. 550 (1922).
21. DIEFFENDORF, A. R. and R. DODGE. Brain, Vol. 31, pag. 451 (1908).
22. DODGE, R. Psychol. Review, Monogr. Suppl. Vol. VIII, no. 4 (1907). Geref. in Tigerstedt's Handbuch der Physiologischen Methodik, Bd. III, Eerste Hälfte, pag. 206.
23. DODGE en CLINE. Psychol. Review, Bd. 8, pag. 145 (1901).
24. id. Americ. Journal of Physiol. Bd. 8, pag. 307 (1903).
25. DODGE en FOX. Arch. Neurol. and Psych. Vol. 20, pag. 812 (1928).
26. DOHLMAN, G. Diss. Uppsala 1925 (Acta Oto-lar. 1925, suppl. V).
27. ENGELKING, E. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. 68, pag. 50 (1922).
28. EWALD, J. R. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden 1892.
29. EYSVOGEL, M. A. P. M. Diss. Utrecht (1926).
30. FISCHER, M. H. en E. WODAK. Münch. Med. Woch, Bd. 69, pag. 400.
31. FOX, J. C. en R. DODGE. Arch. of Neurol. 22, pag. 55 (1929).
32. FRENZEL, H. Klin. Woch. Jg. 4, pag. 138 (1925).
33. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 12, pag. 637 (1925).
34. id. Arch. f. O. N. K. Bd. 113, pag. 233 (1925).
35. id. Passow-Schaeffers Beitr. Bd. 28, pag. 38 (1930).
36. GALLEY, L. Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. der Sinnesorg. Abt. 1: Zeitschr. f. Psychol. Bd. 101, pag. 182 (1926).
37. GRAHE, K. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 3, pag. 550 (1922).

38. GRAHE, K. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 11, pag. 391 (1925).
39. id. Klin. Woch. Jg. 4, pag. 1381 (1925).
40. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 12 (1925). Sitzungsbericht.
41. id. Zeitschr. f. Laryngologie, Rhinol. etc. Bd. 14, pag. 369 (1926).
42. id. Zentralbl. f. H. N. O. heilk. Bd. X, pag. 473 (1927).
43. GRÜNBERG, G. J. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 7, pag. 382 (1924).
44. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 13, pag. 283 (1925).
45. HARTMANN, E. Acta oto-lar. Vol. XI, pag. 556 (1927).
46. HOEVE, J. VAN DER en A. DE KLEYN. Pflüg. Arch. Bnd. 169, pag. 241 (1917).
47. HOEVE, J. VAN DER. Klin. Monatsbl. f. Augenh. Bd. 69, pag. 620 (1922).
48. HOFFMANN, P. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. pag. 23 (1913).
49. HUEY. The Americ. Journal of Psych. Vol. IX, pag. 575 (1897).
50. JONES, I. H. Equilibrium and vertigo, Philadelphia and London (1918).
51. JUDD, MC ALLISTER and STEELE. Yale Psychol. Studies, Bd. 1, pag. 1 (1905). Geref. in Tigerstedt's Handbuch.
52. KLEYN, A. DE. Pflüg. Arch. Bd. 186, pag. 82 (1921).
53. id. Arch. f. Ophthal. Bd. 107, pag. 480 (1922).
54. KLEYN, A. DE und W. STORM VAN LEEUWEN. Arch. f. Ophthalm. Bd. 107, pag. 109 (1922).
55. KLEYN, A. DE und C. VERSTEEGH. Zentralbl. f. H. N. O. heilk. Bd. IV, pag. 1 (1924).
56. KOBRAK, F. Passows Beitr. Bd. 10 (1918).
57. id. Beiträge zur Lehre von den statischen Funktionen des menschlichen Körpers. Berlin 1922.
58. id. Passows Beitr. Bd. 18, pag. 351 (1922).

59. KOBRAK, F. Passows Beitr. Bd. 19, pag. 321 (1923).
60. id. Dtsch. med. Woch. Jg. 50, pag. 430 (1924).
61. Zeitschr. f. Laryngol., Rhinol., etc. Bd. 13, pag. 289 (1925).
62. KOCH, E. Arch. f. ges. Psychol. Bd. 13, pag. 196 (1908).
63. KÖLLNER, H. und P. HOFFMANN. Arch. f. Augenheilk. Bd. 90, pag. 170 (1922).
64. KOSTER, W. Arch. Néerl. des Sciences exactes et nat. T. XXX, pag. 370 (1897).
65. KUNZ, L. en J. OHM. Arch. f. Ophthal. Bd. 93, pag. 237 1917.
66. LORENTE DE NÓ, R. Acta oto-lar. Vol. 9, pag. 163 (1926).
67. id. Acta oto-lar. Vol. 11, pag. 301 en pag. 362 (1927).
68. MAGNUS, R. Pflüg. Arch. Bd. 193, pag. 396 (1922).
69. id. Acta oto-lar. Vol. 4, pag. 21 (1922).
70. MAGNUS, R. und A. DE KLEYN. In het Handbuch der Neurologie des Ohres, herausgeg. v. Alexander und Marburg. Wien (1922), Bd. 1, pag. 517.
71. MAJEWSKY, K. Communication à la Société française d'Ophthalmologie, pag. 232 (congrès 1913).
72. id. Arch. f. Ophthalm. Bd. 96, pag. 140 (1918).
73. MARX und TRENDLENBURG. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie. Bd. 45, pag. 87 (1911).
74. MEYERS, I. L. Arch. of Neur. and Psych., Vol. 21, pag. 901 (1929).
75. MULDER, W. Diss. Utrecht 1908.
76. MÜLLER, J. J. Arch. f. Ophthalm. Bd. 14, pag. 183, Abt. 3 (1868).
77. OHM, J. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 32, pag. 4 (1914).
78. id. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 36, pag. 198 (1916).
79. id. Graefes Arch. Bd. 93, pag. 237 (1917).
80. id. Zeitschr. f. Augenheilk. Bd. 56, pag. 371 (1925).

81. OHM, J. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 16 (1926).
82. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 17 (1927).
83. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 19, pag. 87 en 467 (1928).
84. id. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Bd. 76, pag. 791 (1926).
85. id. Arch. f. Ophthalm. Bd. 120, pag. 235 (1928).
86. id. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 19, pag. 467 (1928).
87. id. Zur Tätigkeit des Augenmuskelsenders, Bd. 2 Bot-trop 1930.
88. ORSCHANSKY, Zentralbl. f. Physiologie, Bd. 12, pag. 785 (1898).
89. PINAROLI. Sintomatologia obbiettiva delle lesione labi-rintiche, pag. 78 (1912 Torino) Geref. bij Coppez l.e.
90. PLUM, A. Passows Beitr. Bd. 18, pag. 342 (1922).
91. QUIX, F. H. Arch. intern. de laryngol. Bd. 1, pag. 16 (1922).
92. id. Verg. Ned. K. N. O. vereen. (29 Mei 1926).
93. id. Verg. Ned. K. N. O. vereen. (28 Mei 1927).
94. id. Verg. Ned. K. N. O. vereen. (19 Nov. 1927).
95. id. Verg. Ned. K. N. O. vereen. (9 Juni 1928).
96. id. In het Leerboek der zenuwziekten, onder redactie van L. Bouman en B. Brouwer. Deel II, 2de gedeelte, pag. 765 (1930).
97. RABINOWITSCH. Russk. oftalm. Z. Bd. 8, pag. 503 (1928), Geref. in Zentralbl. f. H. N. O. heilk. Bd. 14, pag. 100.
98. RAEHLMANN, E. Arch. f. Ophthalm. Bd. 24, Abt. IV, pag. 237 (1878).
99. SCHACKWITZ. Zeitschr. f. Psychol. Vol. LXIII, pag. 442 (1913).
100. SCHOTT, E. Dtsch. Arch. f. Klin. Med. Bd. 140, pag. 79 (1922).

101. STRATTON. Philosoph. Studien. Bd. 20, pag. 336 (1902),
Geref. in Tigerstedt's Handbuch.
 102. STRUYCKEN, H. J. L. Ned. tijdschrift voor geneesk. Jg.
62, pag. 623 (1918).
 103. id. Ned. tijdschrift voor geneesk. Jg. 64, pag. 841
(1920).
 104. id. Handbuch der biol. Arbeitsmethoden, herausgeg.
v. Abderhalden. (Methodik der Aufzeichnung des Nys-
tagmus) Abt. V, Teil 6, pag. 455 (1922).
 105. TIGERSTEDT's Handbuch der physiol. Methodik. Bd. III,
2 Abt., Sinnesphysiologie II, pag. 106 (1914). (Geschwin-
digkeit und Bahn der Augenbewegungen).
 106. TOPOLANSKI, A. Arch. f. Ophthalm. Bd. 46, pag. 452
(1898).
 107. UNDRITZ, W. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 19, pag. 444
(1928).
 108. id. Russkaja oto-laringologija. Jg. 21, pag. 5 (1928).
Geref. in Zentralbl. f. H. N. O. heilk. Bd. XII, pag. 535.
 109. VERRILJP, C. D. Proc. Kon. Acad. v. Wetensch. Vol. 31,
no. 3.
 110. id. Verhand. Kon. Acad. v. Wetensch. Deel 36, no. 6.
 111. id. Arch. of Ophthalm. Vol. 4, pag. 73 (July 1930).
 112. VERSTEEGH, C. Jahresbericht ü. d. ges. Phys. pag. 795
(1926).
 113. VOSZ, O. Zeitschr. f. H. N. O. heilk. Bd. 7, pag. 378
(1924).
 114. WIEDERSHEIM, O. Klin. Monatsbl. f. Augenh. Bd. 83,
pag. 7 (1929).
 115. WITMER, J. Arch. f. Ophthalm. Bd. 93, pag. 226 (1917).
 116. WOJATSCHKE, W. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. 77, pag. 230
(1908).
-

THE
JOURNAL
OF
THE
ROYAL ANTHROPOLOGICAL INSTITUTE
VOLUME 10
PART 1
1880
LONDON
PUBLISHED BY THE INSTITUTE
21, BEDFORD SQUARE, W.C.
1880

STELLINGEN.

I.

In geval van acute mastoïditis opereere men niet via den uitwendigen gehoorgang.

II.

De bij het opsporen van den ductus naso-frontalis zoo belangrijke „aggr nasi cell” van MOSHER komt zoo veelvuldig voor, dat men hier niet meer van een anatomische variëteit kan spreken.

III.

Het invoeren van de digitalis lanata in de therapie geschiede eerst na zorgvuldige studie der klinische werking.

IV.

Plasmochin is als geneesmiddel voor de behandeling van de malaria als een belangrijke aanwinst te beschouwen, doch moet voorloopig nog onder medische contrôle worden toegepast.

V.

Indien bij een zuigeling met onverklaarbare temperatuursverhoging otoscopisch geen verschijnselen van middenoorontsteking worden gevonden, overwege men proefpunctie van de trommelholte.

VI.

Het is onwaarschijnlijk dat de essentiële hypertensie wordt veroorzaakt door pathologische weefselveranderingen in den wand van den sinus caroticus.

VII.

De zoogenaamde „Drosselung” van de arteria lienalis volgens PAYR moet beschouwd worden als een belangrijke vooruitgang van de techniek bij de operatieve behandeling van milttumoren.

VIII.

Door beiderzijds de tubae FALLOPII met een zijden ligatuur af te binden, wordt de kans op zwangerschap wel sterk verminderd, doch is niet met zekerheid sterilisatie te verkrijgen.

IX.

Bij de behandeling van de dementia paralytica verdient de malariakuur nog steeds den voorkeur boven iedere andere koortstherapie.

X.

Het verdient aanbeveling een deel van de opleiding tot reserve-officier van gezondheid aan de universiteiten te doen plaats hebben.

