



Bijdrage tot de kennis van het evenwichtszintuig

<https://hdl.handle.net/1874/286037>

A. gk. 192, 1926

Bijdrage tot de kennis van het
Evenwichtszintuig

door

M. A. P. M. EYSVOGEL

AMSTERDAM
UNIVERSITEITSBOEKHANDEL
1926

PIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT

s.
cht
6

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT



3985 7606

Diss. Utrecht 1926

BIJDRAGE TOT DE KENNIS VAN HET EVENWICHTSZINTUIG

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE
RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP
GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS,
DR. A. NOORDTZIJ, HOOGLEERAAR IN
DE FACULTEIT DER GODGELEERDHEID,
VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER
UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE,
TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 2 NOVEM-
BER 1926, DES NAMIDDAGS TE 4 UUR, DOOR

**MICHAËL, HERMANUS,
PETRUS, MARIA EYSVOGEL**
ARTS, GEBOREN TE AMERSFOORT

ERRATA.

In tabel V en VI moet het Q teeken in den eersten (bovensten) regel vervangen worden door het δ teeken.

Op bladz. 9, 7den regel van onder staat zinutigen, m. z. zintuigen.

Op bladz. 15, 7den regel staat reunicus, moet zijn reuniens,

Op bladz. 27, 12den regel van onder staat (6 as) moet zijn (δ as).

Bladz. 28, 2den regel vervalt.

Bladz. 34, regel 1—4 behooren onder aan de bladz.

Op bladz. 108, 5den regel van onder vervalt het ψ teeken.

In stelling III staat: met met, m. z. met.

In stelling V staat: artetiën, m. z. arteriën.

Op bladz. 79 behooren de woorden: „en wel in den zin dat allen bij een draaiing van 120° met het hoofd loodrecht naar beneden denken te staan” ... aan het einde der eerste alinea.

Op bladz. 84, 3den regel staat juten, m. z. juten.

Idem, 4den regel staat: wodt, m. z. wordt.

Idem, 5den regel staat: ysteem, m. z. systeem.

Idem, 6den regel staat: gebrutk, m. z. gebruik.

Op bladz. 101 vervalt de 4den regel van onder.

Op bladz. 101, 12den regel staat Breuur, m. z. Breuer.

*Aan mijn ouders en dankbaarheid
Aan mijne vrouw in het vertrouwen
op een gelukkige toekomst.*

ERRATA.

In tabel V en VI moet het Q teekken in den eersten (bovensten) regel vervangen worden door het 9 teekken.

Op blad. 9. 7den regel van onder staat zintuigen. m. z. zintuigen.

Op blad. 15. 7den regel staat tennisus. moet zijn tennis.

Op blad. 27. 12den regel van onder staat (6 as) moet zijn (6 as).

Blad. 28. 2den regel vervalt.

Blad. 34. regel 1—4 behooren onder aan de blad.

Op blad. 108. 5den regel van onder vervalt het y teekken.

In stelling III staat: met met. m. z. met.

In stelling V staat: artistien. m. z. artistien.

Op blad. 79 behooren de woorden: „en wel in den zin dat allen bij een draaiing van 120° met het hoofd loodrecht naar beneden denken te staan“ ... aan het einde der eerste alinea.

Op blad. 84. 3den regel staat juten. m. z. juten.

Idem. 4den regel staat: wodi. m. z. word.

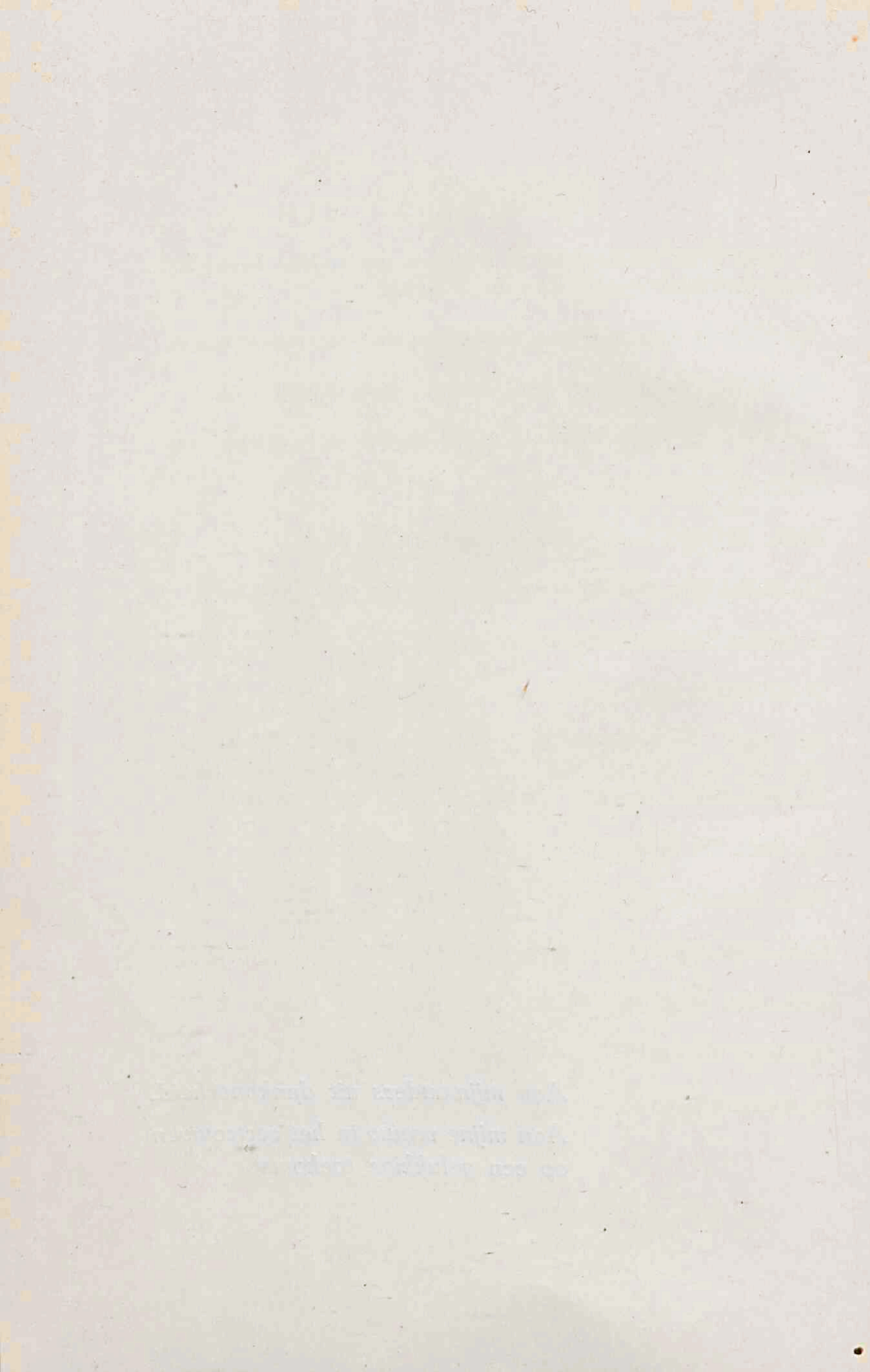
Idem. 5den regel staat: ystem. m. z. systeem.

Idem. 6den regel staat: gebruk. m. z. gebruik.

Op blad. 101 vervalt de 4den regel van onder.

Op blad. 101. 12den regel staat Brenur. m. z. Brenner.

*Aan mijn ouders uit dankbaarheid.
Aan mijne vrouw in het vertrouwen
op een gelukkige toekomst.*



Bij het voltooiën van dit proefschrift is het mij een behoefte U, Hoogleeraren der Geneeskundige faculteit te Amsterdam, mijne groote erkentelijkheid te betuigen voor het van U genoten onderwijs.

U, Hooggeleerde *Quix*, Hooggeachte Promotor, ben ik in het bijzonder dank verschuldigd voor het voorrecht, dat ik eenige jaren in Uw kliniek en onder Uwe leiding werkzaam heb mogen zijn.

Met Uw onafhankelijken kijk op vele vraagstukken zijt Gij voor hen, die in Uwe nabijheid werken, steeds een opwekking om zich persoonlijk te ontwikkelen.

In hooge mate waardeer ik het, dat ik door U in de gelegenheid ben gesteld tijdens mijn assistentschap dit proefschrift te bewerken.

Ik stel het ten zeerste op prijs, Hooggeleerde *Hijmans van den Bergh*, dat steeds Uw zalen gastvrij voor mij openstonden, wat mijn algemeen medische kennis ten goede is gekomen.

Zeer erkentelijk ben ik U, Zeergeleerde *Van Egmond*, voor Uw vriendschap; de prettige samenwerking, die er steeds bestond, zal ik niet licht vergeten.

Mijn mede-inwonende assistenten in het ziekenhuis, mijn mede-assistenten, de verpleegsters, het personeel der kliniek en allen die zich bereidwillig beschikbaar stelden voor mijn proeven, zullen, naar ik hoop, mijn welgemeenden dank willen aanvaarden voor de hulpvaardigheid, die ik steeds van hen heb mogen ondervinden.

INHOUD.

	Pag.
Inleiding	9
Hoofdstuk I. De anatomie van het evenwichtszintuig .	13
Hoofdstuk II. De functie van het vestibulair orgaan . .	19
Hoofdstuk III. Het klinisch onderzoek van het vestibulair orgaan	33

EIGEN ONDERZOEK.

Hoofdstuk IV. De galvanische prikkeling van het vesti- bulair orgaan	45
Hoofdstuk V. De compensatorische verandering van den oogstand als functie der otolieten	62
Hoofdstuk VI. Waarneming en schatting van standsver- anderingen van hoofd en lichaam in de ruimte	78
Hoofdstuk VII. Enkele gevallen uit de kliniek der laby- rinthaandoeningen	100
Samenvatting	108
Litteratuur	110

INLEIDING.

DOEL VAN HET ONDERZOEK.

De tegenwoordig vrij algemeen heerschende meening over de functie van het vestibulair orgaan is deze, dat dit orgaan een rol speelt bij de reguleering van het evenwicht.

In de Physiologie en Oorheelkunde heeft men dan ook vrijwel algemeen den naam van evenwichtsorgaan aangenomen voor dat deel van het inwendige oor, dat geen gehoorfunctie bezit.

Het doel van mijn onderzoek is den experimenteelen grondslag van het klinisch onderzoek van het vestibulair orgaan, zooals het in de Universiteitskliniek voor Keel-, Neus- en Oorziekten te Utrecht plaats vindt, te verbreed en te verdiepen.

Dit onderzoek bestaat uit twee gedeelten, en wel het functioneel onderzoek van het booggangstelsel en het functioneel onderzoek van het otolietenstelsel.

Quix ziet in deze twee deelen van het vestibulair apparaat twee aparte zintuigen. Het booggangstelsel beschouwt hij als een kinetisch zintuig, waarvan de functie is het percipieeren van de physiologische, draaiende bewegingen van het hoofd en het opwekken van reflexen, welke dienen om tijdens deze bewegingen de oriëntatie in de ruimte te bewaren en het evenwicht van het geheele lichaam te regelen.

In het otolietensysteem ziet hij een statisch zintuig, waarvan de hoofdfunctie is het percipieeren van de standen van het hoofd in de ruimte en het opwekken van reflexen, die tot doel hebben de oriëntatie in de ruimte te bewaren en aan het lichaam en zijn verschillende deelen houdingen te geven, die bij elken bepaalden hoofstand het doelmatigst zijn voor het behoud van evenwicht van het geheel.

Beide zintuigen hebben hun eigen adaequaten prikkel, hun eigen zenuwbanen en kernen, doch werken samen in de zeer samengestelde functie van de oriëntatie in de ruimte en de reguleering van het evenwicht.

Beide zintuigen hebben verder nog een physiologisch nauwe samenwerking met het oogzintuig en de sensibiliteit in het algemeen.

De experimenteele grondslagen waarop zijne theorie en zijn klinische onderzoeksmethoden berusten, zijn voor het kinetisch zintuig door de onderzoekingen van talrijke grondleggers der physiologie van het booggangstelsel, van wie ik slechts noem Flourens, Crum-Brown, Mach, Breuer, Ewald, zoo hecht, dat aan de juistheid niet meer kan getwijfeld worden.

De tot in de kleinste bijzonderheden uitgewerkte grondslagen, waaraan o.a. De Haan in zijn proefschrift getiteld: De reactie-bewegingen van de bovenste extremiteiten na prikkeling van de halfcirkelvormige kanalen (Utrecht 1922), heeft medegewerkt, hebben de verschillende vormen van Nystagmus en de verschillende reflexbewegingen in de extremiteiten teruggebracht tot een zeer eenvoudig principe, hetwelk inhoudt, dat elke endolymph-beweging in een booggang een reflexbeweging opwekt in elk lichaamsdeel, dat aan de oriëntatie en aan de reguleering van het evenwicht deelneemt en wel in het vlak, waarin de geprikkelde booggang momentaan ligt en in de richting van den endolymphestroom. Worden twee of meer booggangen tegelijk geprikkeld, dan heeft de reflexbeweging plaats in het resulterende vlak en de resulterende richting der componenten, terwijl omgekeerd elke samengestelde reflexbeweging weer is te ontleden in zijne enkelvoudige componenten.

Voor deze functie moet een zeer ingewikkeld centraal coördinatiesysteem aanwezig zijn. De grondslagen, waarop de theorie van Quix over de otolietenfunctie berust en de daarop opgebouwde onderzoeksmethoden, dateeren van veel recenteren datum en zijn voor een groot deel gebaseerd op dierproeven, reeds door anderen verricht.

Zonder strikt bewijs kan men de resultaten van een dierexperiment niet op de menschelijke physiologie overbrengen, zij kunnen slechts dienen als wegwijzer.

Er zijn nu echter reeds vele bewijzen voor de opvatting, dat vele bij dieren gevonden reflexen ook voor den mensch van betekenis zijn, al is de quantitative waarde verschillend en zijn er ook kwalitatieve verschillen.

Dit hangt ten nauwste samen met het mechanisme der evenwichtsreguleering, die afhangt van vorm van het lichaam, de wijze van voortbewegen en het medium, waarin dit geschiedt.

Het mechanisme der evenwichtsreguleering zal voor een visch, zich voortbewegend in het water, geheel anders zijn dan dat van

een vogel, die vliegt in de lucht en zich springend van tak tot tak door de boomen beweegt.

Voor deze diersoorten zal het weer in alle opzichten geheel anders zijn dan voor dieren, die zich aan de oppervlakte der aarde bewegen. De anatomische bouw is daarvoor een bewijs.

Bij de eerstgenoemde twee diersoorten hebben wij drie otolieten, bij de laatsten, met uitzondering van amphibiën en reptielen, slechts twee otolieten in elk oor. Voor dieren, zich voortbewegend over de oppervlakte der aarde zal de vorm en houding van het lichaam nog grooter beteekenis hebben en zoo zal de mensch in zijn rechtopstaande houding en op twee voeten zich voortbewegende over een geheel ander mechanisme moeten beschikken voor de reguleering van zijn evenwicht dan een konijn of kat, die dit op een geheel andere wijze doen.

Het is Quix gebleken, dat enkele reflexen gevonden bij konijnen en andere dieren, ook bij den mensch aanwezig zijn en groote beteekenis hebben.

Zoo o.a. de invloed van de utriculus-otolieten op de buigers en strekkers, hetgeen hij kan aantoonen in de film van den sprong van ruiters en paard en eveneens door een onderzoek in de lift.

De reflexen van de sacculus-otolieten op de ab- en adductoren bij konijnen, enz., welke Quix tegenover Magnus volhoudt, kon hij eveneens bij den mensch aantoonen in de lift.

Ook de resultaten van het electrisch onderzoek van de vestibulair organen bij den mensch met den galvanischen stroom geven menig aanknoopingspunt waaruit bleek, dat de theorie van Quix op juiste grondslagen berust.

Er zijn echter meerdere reflexen bij dieren bekend, waarvan het bestaan bij den mensch ook is aangetoond, doch waarvan de afhankelijkheid van een bepaalden otoliet niet bekend is.

Dit zijn vooreerst de compensatorische oogstanden bij standsverandering van het hoofd in de ruimte.

Aan het bestaan hiervan bij den mensch is niet te twijfelen; zij zijn reeds zeer lang bekend. De afhankelijkheid van een bepaalden otoliet, zooals die door Quix voor het konijn is bewezen door vergelijking van zijne drukkrommen van de otolieten met de curven van v. d. Hoeve en de Kleijn, de oogstanden voorstellend, is voor den mensch niet aangetoond.

De reden hiervoor is, dat deze compensatorische oogstanden zich

bij den mensch zoo moeilijk laten meten en dat er tal van factoren zijn, die deze meting onbetrouwbaar maken.

Ik zal nu vooreerst in mijn onderzoek een methode bespreken om den invloed van elken otoliet op den oogstand bij den mensch na te gaan.

Een tweede onderzoek is bestemd voor het opsporen van compensatorische hoofdstanden bij verplaatsingen van het lichaam om verschillende assen, terwijl het hoofd ten opzichte van het lichaam normaal bewegelijk blijft. Deze compensatorische hoofdstanden, ook reeds bij dieren lang bekend, worden door Magnus als een afzonderlijke reflex betiteld, n.l. de „Labyrinthstellreflexen auf dem Kopf“, door Quix echter voor gewone otolietreflexen op de halsspieren gehouden, door omschakeling echter in andere spiergroepen geleid.

Over het bestaan en de beteekenis van deze reflexen is bij den mensch tot heden niets bekend.

Een derde onderzoek houdt zich bezig met de waarneming van den stand van het hoofd in de ruimte, wanneer dit in verschillende standen gebracht wordt.

Op dit terrein zijn reeds merkwaardige onderzoekingen van Delage, Aubert en anderen bekend, welke door mijn onderzoek worden aangevuld en bevestigd.

Deze waarnemingen zijn gedaan met het hoofd bewegelijk in den hals en met het hoofd gefixeerd ten opzichte van het lichaam.

Tenslotte heb ik mij nog met een ander onderzoek bezig gehouden, n.l. het laten verrichten van de vingerproef in de verschillende standen van hoofd en lichaam in de ruimte, welke ons gegevens verschaffen ter beoordeeling van de druk of trektheorie der otolieten.

Tevens geven deze proeven ons een inzicht in de physiologische beteekenis van de z.g. blinde en gele vlek van het statisch zintuig.

Teneinde de strekking van mijn onderzoek gemakkelijker aan den lezer duidelijk te maken, heb ik gemeend een zeer kort overzicht te moeten geven van de anatomie en physiologie van het vestibulair orgaan, voor zoover de theorie van Quix dit vordert en eveneens van de klinische onderzoekingsmethoden.

Voor nadere bijzonderheden wordt naar diens uitvoerige publicaties verwezen.

HOOFDSTUK 1.

De anatomie van het evenwichtszintuig.

Het evenwichtszintuig, gelegen in het binnenoor, kunnen we scheiden in twee gedeelten, namelijk:

- 1°. de drie halfcirkelvormige kanalen of booggangen, het z.g. kinetisch orgaan;
- 2°. de otolieten, gelegen in den sacculus en den utriculus — twee blaasjes in het vestibulum — het z.g. statisch orgaan.

A. Kinetisch orgaan.

In het binnenoor — labyrinth — onderscheidt men twee gedeelten: het beenige labyrinth en het zich daarin bevindende vliezige labyrinth.

Het beenige labyrinth of de labyrinthkapsel wordt door een zeer harde, vaste, ongeveer 2—3 mm. dikke beenmassa gevormd. Bij volwassenen is zij voor het grootste deel omgeven door spongieus of pneumatisch beenweefsel, waaruit zij slechts op enkele plaatsen even komt uitkijken.

Met de achterste schedelgroeve staat de beenige labyrinthkapsel in direkte verbinding door den Meatus acusticus internus en de Aquaeductus vestibuli en cochlea. Met het middenoor staat zij in verbinding door het ronde en ovale venster.

Overeenkomstig de omsloten holten wordt het labyrinth verdeeld in drie gedeelten: de voorhof (vestibulum), de booggangen en het slakkenhuis. De voorhof is het phylogenetisch oudste gedeelte van het labyrinth, waarin voor-onder de cochlea, achterboven de booggangen uitmonden.

In den medialen wand bevinden zich twee uithollingen, door een beenkam — crista vestibuli — gescheiden, waarin de beide voorhofsblaasjes — utriculus en sacculus — bevestigd zijn.

De booggangen of halfcirkelvormige kanalen kunnen we naar hun ligging onderscheiden in een horizontaal of buitenste, een voorste en een achterste vertikaal kanaal, die, zooals de onderzoeken van Sato ons geleerd hebben, in drie ongeveer loodrechte vlakken staan.

De beide horizontale booggangen, d.w.z. één aan iedere zijde, liggen in een zelfde vlak, een hoek van ongeveer 30° makende met het horizontale vlak.

De verticale booggangen, loodrecht staande op het werkelijke horizontale vlak, liggen ook telkens twee aan twee — d.w.z. het voorste vertikaal kanaal der rechterzijde met het achterste der linkerzijde en omgekeerd — in vlakken, evenwijdig aan elkaar. Op deze wijze worden drie coördinatievlakken gevormd: een horizontaal (eigenlijk 30° achterover hellend) en twee verticale vlakken, ieder een hoek van 45° makende met het frontale en sagittale vlak.

Het vliezig labyrinth is nu als het ware opgehangen in een vloeistof, waarmede het beenig labyrinth gevuld is.

Tegenover deze vloeistof, de perilymphe, staat de endolympe, waarmede het vliezig labyrinth is gevuld. De endo- en perilympatische ruimten zijn volkomen van elkander gescheiden. Het vliezig labyrinth, slechts door fijne bloedvaatjes, bindweefsel en zenuwvezels met den beenigen wand verbonden, heeft, verkleind, ongeveer den vorm van de beenige kapsel.

Het is samengesteld uit de beide, in het vestibulum gelegen, voorhofszakjes, de drie vliezige booggangen en de vliezige ductus cochlearis. Elke booggang heeft nu dicht voor de uitmonding in den utriculus, een verwijd gedeelte, de z.g. ampulla, waarin het sensorisch orgaan gelegen is. In deze ampulla bevindt zich namelijk — loodrecht op de as der ampulla —, een halfmaanvormige plooï (crista), waarop zich het typische zintuigepitheel ontwikkeld heeft. Dit bestaat uit tweeërlei soorten cellen: de steuncellen en de daartusschen liggende eigenlijke zintuigcellen, die in verbinding staan met den Nervus Vestibularis. De zintuigcellen dragen lange haren, die door een geleïachte massa bij elkaar worden gehouden en de z.g. cupula vormen.

De niet ampullaire gedeelten der verticale kanalen monden gemeenschappelijk in den utriculus uit.

B. Statisch orgaan.

De beide vliezige voorhofsakjes — utriculus en sacculus — zijn met hun medialen wand bevestigd respectievelijk in den Recessus Ellipticus en Recessus Sphaericus van het vestibulum.

Zij staan door eenige fijne buisjes — ductus endolymphaticus en ductus utriculo-saccularis — met elkaar in verbinding. De in het foetale leven bestaande verbinding met de cochlea, door den ductus reunicus, is vanaf kort na de geboorte verbroken.

In den wand van den utriculus bevindt zich voor-boven-buiten, onmiddellijk tegenover het ovale venster, in den medialen sacculus-wand voor, een witte, verdikte zenuwvlek.

De wand der blaasjes is bekleed met plaveiselepitheel, terwijl we in het epithelium van de macula twee soorten cellen, haarcellen en steuncellen kunnen onderscheiden. Boven deze cellen bevindt zich een laag van korrels, welke den otoliet samenstellen.

Otoliet en macula zijn van elkaar gescheiden door een geleijachtige, elastische massa, waarin men verschillende soorten van draden en vezels kan herkennen. Een gedeelte dezer draden is lang, dienend voor de bevestiging der otoliet. Zij vinden hun oorsprong in de steuncellen van de macula en eindigen in den otoliet, aldus voor deze laatste een zekere bewegingsmogelijkheid toelatend.

Behalve deze draden zien we in de elastische massa nog de haren van de zintuigcellen, die echter de naar de macula gerichte zijde van het oorsteentje niet bereiken.

Ook Giuseppe Tenaglia komt in een onlangs verschenen publicatie tot de gevolgtrekking, dat de haren dezer zintuigcellen kort zijn en teekeningen van de door hem vervaardigde praeparaten toonen dit ook duidelijk aan.

Door Quix zijn zeer fraaie histologische praeparaten vervaardigd, waarin deze bijzonderheden zeer duidelijk waarneembaar zijn en waaruit blijkt, dat de otolieten zeer samengestelde organen zijn, met vele media, banden enz.

Hoe is nu de positie der otolieten in den schedel, een vraag die voor de functiebepaling van het statisch orgaan van ongetwijfeld groot belang is?

Op verschillende wijzen heeft men getracht zich hiervan een juist beeld te vormen; zoo trachtte men bijv. dit doel te bereiken door den schedel doorzichtig te maken door methoden, die men in de histologie herhaaldelijk toepast. De op deze wijze verkregen

resultaten waren echter zeer onbetrouwbaar, zoodat men ging zoeken naar een andere en betere oplossing van dit vraagstuk.

Zoo is men er toe gekomen te trachten het labyrinth te reconstrueeren door, de op wasplaten, vergrootte microscopische doorsneden op elkaar te plaatsen.

Oriëntatiepunten in iedere doorsnede maakten het eenvoudig de doorsneden op dusdanige wijze op elkaar te plaatsen, dat men een model kreeg, hetwelk het otolieten apparaat in het membraneuze blaasje vergroot voorstelde.

Daar de doorsneden op bepaalde wijze t.o.v. sommige schedel-deelen genomen waren, (zooals bijv. door Quix evenwijdig aan de oppervlakte van het os occipitale), gaven deze modellen reeds een vrij goed overzicht van de positie der otolieten in den schedel en toonden bijv. ook duidelijk aan, dat ze niet vlak zijn, doch een gebogen vorm hebben.

Deze methode van Born is door Quix bij zijn onderzoek toegepast.

Door het meten van de hoeken, die de otoliet en de macula in elke doorsnede met de oriëntatievlakken van den schedel maakt, heeft hij vrij nauwkeurig de positie der otolieten kunnen bepalen en dit vastgelegd in een publicatie te samen met Werndly.

Het bleek nu, dat de otolieten van het rechter en linker oor symmetrisch t.o.v. het vertikale-mediale vlak in den schedel liggen.

De utriculus-otolieten — lapilli — zijn licht gebogen, zoodat men ze zich kan voorstellen te bestaan uit twee elkaar snijdende vlakken, die een hoek van ongeveer 140° met elkaar maken, lapillus anterior en lapillus posterior genaamd. De lapilli, die zich rechts en links op volkomen dezelfde wijze in den schedel bevinden, liggen bovendien in eenzelfde vlak en hellen iets achterover.

De otolieten van den sacculus — sagittae —, ook weer uit twee, een hoek van ongeveer 157° met elkaar makende gedeelten, — sagitta anterior en sagitta posterior —, liggen in twee vlakken, die een naar voor-onder open hoek met elkaar maken.

Voor verdere bijzonderheden moet ik verwijzen naar de publicaties van Quix.

Om zich op eenvoudige wijze een beeld te kunnen vormen van den stand der otolieten in den schedel, kan men de handen, na ze ongeveer den otolieten-vorm gegeven te hebben, op dusdanige

wijze t.o.v. het hoofd in de ruimte plaatsen, dat ze den stand der otolieten weergeven. Men gaat dan als volgt te werk:

1°. Om den stand der lapilli, bij de normale positie van het hoofd weer te geven, plaatst men de beide armen vertikaal tegen het lichaam, brengt de handen in supinatiestand (met de duimen iets naar boven gericht) en in het horizontale vlak. Vervolgens draait (flexie) men de armen in het schoudergewricht ongeveer 30° naar voren.

De beide handen stellen nu de maculae voor, waarop de oorsteentjes, die ongeveer eenzelfde vorm hebben, rusten.

Als men nu armen en hoofd t.o.v. het bovenlichaam onveranderd laat, doch het laatste om verschillende assen laat draaien, krijgt men een indruk van den stand der lapilli bij verschillende hoofdhoudingen.

2°. Om den stand der sagittae weer te geven, kruist men de onderarmen over elkaar en geeft de hand een dusdanigen stand, dat de lijn, gevormd door de metacarpo-phalangeaal gewrichten, vertikaal staat.

Na een supinatie van ongeveer 6°, draait (flexie) men de armen in het schoudergewricht $\pm 35^\circ$ naar voren.

De linkerhand stelt dan den stand van den rechter sagitta, de rechterhand die van den linkersagitta voor, in de normale positie van het hoofd in de ruimte.

Ook hier krijgt men dus een indruk van den otolieten stand in de verschillende hoofdhoudingen. In den normalen stand van het hoofd zijn de sagittae bij den mensch niet in druk, draait men het hoofd om de bitemporale as dan verandert de druk in beide sagittae gelijkmatig, draait men om de sagittale as dan neemt de druk van den sacculusotoliet, die naar boven gericht wordt toe, in die naar beneden gewend wordt, af.

Quix heeft nu voor de otolieten den druk, bij de verschillende standen van het hoofd in de ruimte, berekend en dit in tabellen en krommen weergegeven. Voor iederen stand kan men direkt den druk der otolieten aflezen, uitgedrukt in procenten van het maximum.

Bij beschouwing van de door hem vervaardigde drukkrommen blijkt nu het volgende:

De lapilli zijn in maximumdruk als men het hoofd om de bitemporale as (Q as) $\pm 30^\circ$ naar voren draait, in minimum druk

als men het hoofd $\pm 150^\circ$ naar voren of $\pm 75^\circ$ naar achteren draait.

Een sagitta bereikt den maximum drukstand als men het hoofd om de sagittale as (δ as) $\pm 55^\circ$ naar den tegenoverliggenden schouder en vervolgens nog $\pm 117^\circ$, om de bitemporale as naar voren draait.

Ook hiervoor zijn uitvoerige tabellen samengesteld — gedifferentieerd voor sagitta anterior en posterior en lapillus anterior en posterior — waarop men direkt kan aflezen, bij welke hoofdstanden de otolieten de maximum of minimum drukstanden innemen.

Hierbij moge nog opgemerkt worden dat men de(n) stand(en) van het hoofd, waarin alle otolieten in druk zijn — en dit is de toestand, waarin men de meeste physiologische verrichtingen doet — de „gele vlek“, die waarin geen druk door den otoliet op de macula uitgeoefend wordt — d. w. z. in alle standen, die 180° met de eersten verschillen — de „blinde“ vlek van het statisch orgaan genoemd heeft.

Ik meen met dit korte overzicht over den bouw van het evenwichtszintuig te kunnen volstaan om den lezer een goed inzicht in de functies en het onderzoek te geven, voor diegenen die zich nog in nadere bijzonderheden zouden willen verdiepen, moet ik verwijzen naar de publicaties van Quix en anderen.

HOOFDSTUK II.

De functie van het vestibulair orgaan.

Bij de uiteenzetting der functies van het evenwichtszintuig zullen wij duidelijkheidshalve wederom de scheiding doorvoeren, die ook gevolgd is bij het anatomisch overzicht.

A. Kinetisch orgaan.

Steunend op de physiologische gegevens van Flourens, Mach-Breuer, Crum-Brown en anderen weten wij thans, dat de adequate prikkel in de halfcirkelvormige kanalen de druk van de endolympe tegen de cupula is.

Uit anatomische overwegingen zal duidelijk zijn, dat de cupula slechts geprikkeld wordt door endolympe bewegingen in de as van het kanaal, d. w. z. bij bewegingen in het vlak der booggangen.

Bij het begin eener draaiing van het hoofd in het vlak van een der booggangen, blijft de endolympe door traagheid een oogenblik bij de booggangwanden ten achter. Er heeft dus ten opzichte van de cupula een endolympebeweging plaats in tegengestelde richting.

Bij het ophouden van een draaibeweging van het hoofd zal de endolympe zich nog een oogenblik blijven voortbewegen in de draairichting.

In beide gevallen wordt er dan een prikkel uitgeoefend op de zintuigcellen der crista.

Door gelijktijdige prikkeling van verschillende cristae worden nu gewaarwordingen opgewekt, omtrent begin en einde eener beweging en omtrent veranderingen der hoeksnelheid.

Houdt een draaibeweging plotseling op, dan geeft dit de gewaarwording van een korte beweging in tegengestelden zin.

Onderzoekingen van Van Rossem hebben ons geleerd, dat de hoekversnelling, die nog juist een gewaarwording geeft, wanneer men plotseling van rust tot snel gelijkmatig wordende draaiing — of omgekeerd — overgaat, 80° per seconde moet bedragen, overeenkomend met een lineaire versnelling voor de endolymphe van 0,37 cm.

In normalen — rust — toestand, bestaat er in de beide labyrinthen een toestand, die wij misschien nog het beste „tonus” zouden kunnen noemen, overeenkomend met een endolymphe-stroom voor de horizontale kanalen ampullo-petaal, voor de verticale booggangen ampullo-fugaal, dus rechts en links tegengesteld gericht.

De beide kinetische organen zijn dus in dezen normalen toestand met elkaar in evenwicht.

Gedurende een versnelde of vertraagde draaibeweging in het vlak van een der booggangen zal de richting van de endolymphe-stroom, in de overeenkomstige booggang der andere zijde tegengesteld zijn (d. w. z. bijv. in de eene booggang ampullo-fugaal en in de andere ampullo-petaal).

Deze prikkels nu werken synergistisch, terwijl gelijkgenoemde prikkels — in beide booggangen door ampullo-fugale of ampullo-petale endolymphe-stroomen — elkaar tegenwerken.

Het is nu mogelijk het kinetisch orgaan op verschillende wijzen te prikkelen en aldus reacties te verkrijgen:

a. Thermisch.

Het was reeds lang bekend dat het vestibulair orgaan gevoelig is voor thermische prikkels.

Brown Séquard wist reeds, dat het spuiten van koud water in een gehoorgang duizeligheid gaf, terwijl anderen, als bijv. Bornhardt en Spamer, door verwarming of afkoeling der booggangen bij dieren, oog- en kopbewegingen zagen optreden.

De nauwkeurigste onderzoekingen over thermische prikkeling danken wij echter aan Breuer, die vond dat bij prikkeling door zoowel koud als warm water, bij geheel intacte beenwanden, kopbewegingen optraden in het vlak van het geprikkelde kanaal.

Barany heeft echter de groote verdienste, aangetoond te hebben, dat bij den mensch door uitspuiten van den gehoorgang met koud of warm water Nystagmus optreedt, die respectievelijk gericht is

naar of van het geprikkelde oor af.

Hij stelde ter verklaring van dezen Nystagmus een theorie op waarin hij aannam, dat tengevolge van afkoeling of verwarming, in de booggangen endolympe stroomingen optraden, waardoor de cupula wordt geprikkeld.

Door het hoofd bepaalde standen in de ruimte te laten innemen, kon hij de richting van den Nystagmus veranderen; lag bijv. de ampulle hooger dan het afgekoelde gedeelte van den booggang, dan ontstond een ampullo-fugale stroom; was het omgekeerde het geval, dan ontstond een ampullo-petale stroom.

Na Barany zijn er nog talrijke anderen geweest, die deze proeven getoetst hebben aan de werkelijkheid. Dat niet allen (zooals bijv. Maupetit, Bartels, Kobrak, Borries e. a.) het met Barany eens waren, is wel te begrijpen.

Het is hier echter niet de plaats dit alles uitvoerig na te gaan en te bespreken, het moge voldoende zijn te vermelden, dat de theorie van Barany — bevestigd door onderzoekingen van Kubo, Mayer en Lion — tegenwoordig vrijwel algemeen wordt aangenomen.

Deze methode van prikkeling, die ook bij het onderzoek van het booggangstelsel wordt toegepast, heeft het voordeel, dat men ieder oor afzonderlijk op zijn prikkelbaarheid kan onderzoeken, echter het nadeel dat men nooit den toestand van elken booggang afzonderlijk kan nagaan.

b. Draaiing.

Zooals reeds gezegd is, treden bij het begin en eind eener draaibeweging — hoekversnellingen of vertragingen — endolympe stroomen op in de booggangen.

Bij deze wijze van prikkelen wordt gebruik gemaakt van een draaistoel, waarbij men, door het hoofd bepaalde standen te laten innemen, de te prikkelen booggang in het vlak der beweging brengt. Het zal echter duidelijk zijn, dat men steeds twee booggangen prikkelt en wel een van iedere zijde (bijv. de twee horizontale). Voor de theoretische verklaring der reacties, die men ziet optreden, stellen wij ons op het standpunt der theorie van Mach-Breuer, die aanneemt dat door hoekversnellingen of vertragingen in de booggangen endolympe bewegingen worden opgewekt.

Voor degenen, die meer over deze wijze van prikkeling zouden wenschen te weten, moet ik verwijzen naar het proefschrift van P. de Haan; ik kan hier niet verder op de theoretische overwegin-

gen waartoe dit onderzoek aanleiding heeft gegeven, ingaan.

c. Prikkeling door druk.

Ewald had reeds door zijn proeven op duiven aangetoond, dat door verhooging of verlaging van den druk in de vliezige booggangen bij dieren een Nystagmus optrad. Uit den aard der zaak komt deze methode van prikkeling bij den mensch voor onderzoek niet in aanmerking.

Men is evenwel bij sommige ooraandoeningen wel eens in de gelegenheid deze verschijnselen (het z.g. druk- of fistelsymptoom) waar te nemen.

d. Galvanische prikkeling.

Bij galvanisatie van het oor ziet men bij openen en sluiten, doch ook bij het doorgaan van den electrischen stroom, reacties optreden, berustend op prikkeling van het vestibulair orgaan en afhankelijk van de stroomrichting.

Slechts de galvanische, niet de faradische stroom veroorzaakt prikkeling, zoowel van het kinetisch als statisch orgaan. Deze wijze van prikkeling zal ik later, in samenhang met de door mij verrichte proeven, nader uiteenzetten.

Welke zijn nu echter de gevolgen van prikkeling van het booggangstelsel?

De verschillende onderzoekingen en de ervaring hebben ons geleerd, dat prikkeling van het evenwichtszintuig twee soorten reacties — sensaties en reflexen — doen ontstaan.

Gaan wij nu na, hoe deze reacties zich uiten.

Kinetisch orgaan.

a. Sensaties.

Druk, door de endolympe op de cupula van den booggang, geeft de sensatie van draaiing, in het vlak van de geprikkelde booggang en in een richting, tegengesteld aan die van den endolympestroom.

b. Reflexen.

De reflexen, optredend bij prikkeling van het booggangstelsel, kunnen we onderscheiden in reflexen op de oogen, en op de spieren van hals, romp en ledematen.

Hier zien wij steeds een beweging van de betrokken lichaamsdeelen in het vlak van de geprikkelde booggang en in de richting van den endolymphestroom.

1°. Reflexen op de oogen.

Bij prikkeling van een crista ontstaat een Nystagmus, met de langzame phase in de richting van den endolymphestroom en in in het vlak van de geprikkelde booggang.

Zoodra het oog nu een zekere deviatie bereikt heeft, volgt op deze „langzame phase”, die van labyrinthairen oorsprong is, een beweging in tegengestelde richting en met grooter snelheid dan de eerste.

Dit is de „snelle phase” van den Nystagmus.

Deze snelle phase verhindert, dat het oog achter de oogleden zou verdwijnen, waardoor men de optische ruimte kwijt raakt. Door de snelle Nystagmusphase komt echter geen gezichtsindruk tot stand. Over de genese der snelle phase is veel geschreven, doch weinig experimenteel nagegaan, terwijl men het over de genese der langzame phase vrijwel eens is.

Deze reflex verloopt namelijk via Nervus vestibularis en kerngebied naar de oogspierkernen en van hier naar de oogspieren.

Verschillende onderzoekers waren van meening, dat de snelle phase van den Nystagmus ook van labyrinthairen oorsprong was, o.a. Maupetit. Hiermede is echter de z.g. compensatorische Nystagmus van Bechterew in tegenspraak. Verwijderd men namelijk bij een dier, eenigen tijd na elkaar, de beide labyrinthen, dan ontstaat er een Nystagmus met de snelle phase naar de zijde van het eerst verwijderde labyrinth.

Anderen waren van meening, dat in het oog proprioceptieve zenuwuiteinden te vinden waren, die het begin zouden zijn van de reflexbaan voor de snelle phase (o. a. Bartels). Inspuiting van novocaïne, waardoor dezen zouden worden uitgeschakeld, gaf echter geen verandering.

Men is dan ook tegenwoordig vrijwel algemeen de meening toegedaan, dat de snelle phase van den Nystagmus centraal tot stand komt.

Wij kunnen nu verschillende soorten van Vestibulair Nystagmus onderscheiden, al naar gelang één of enkele booggangen gelijktijdig geprikkeld worden:

a. Horizontale Nystagmus.

Deze ontstaat bij prikkeling van één of bij ongelijknamige

(d. w. z. in de eene booggang ampullo-fugaal en in de andere ampullo-petaal, of omgekeerd) prikkeling van de beide horizontale booggangen.

b. Segmentale Nystagmus,

bij prikkeling van één vertikale of ongelijknamige prikkeling van twee, niet gelijkgenoemde (voorste vertikale booggang rechts met achterste links of omgekeerd) vertikale booggangen.

c. Vertikale Nystagmus.

Deze vorm van Nystagmus ontstaat bij gelijknamige prikkeling van de beide voorste of de beide achterste vertikale kanalen. Hij ontstaat echter ook als alle vertikale kanalen gelijktijdig geprikkeld worden, doch in de beide voorste booggangen dan ongelijknamig ten opzichte van de achtersten.

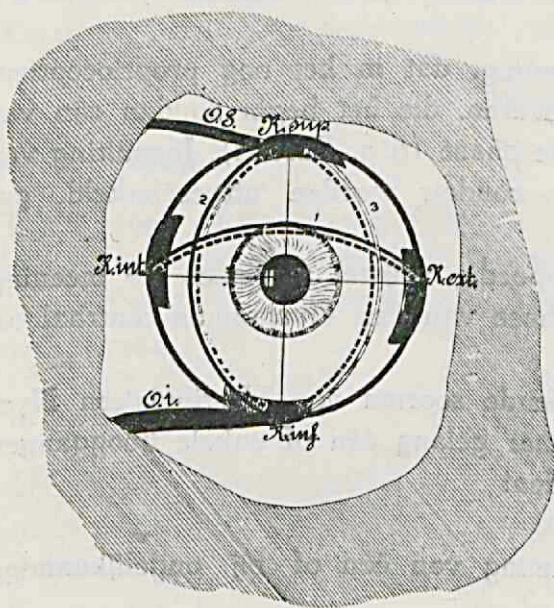
d. Rotatorische Nystagmus,

bij gelijknamige prikkeling der vertikale booggangen, hetzij van één oor, hetzij van beide ooren, doch dan in het eene oor ongelijknamig ten opzichte van het andere.

e. Diagonale Nystagmus,

bij gelijktijdige prikkeling van een horizontale en een vertikale booggang.

Wij zien dus, dat men bij gelijktijdige prikkeling van verschillende booggangen, den resulterenden Nystagmus kan bepalen door de resultante te nemen van de richtingen waarin het oog zich zou bewogen hebben bij prikkeling van een dezer booggangen en daarna van de andere(n).



Afb. 1. L. oog.

1. = vlak horizontale booggangen.

2. = vlak van het rechter voorste en linker achterste vertikaal kanaal

3. = vlak van het linker voorste en rechter achterste vertikaal kanaal.

De aanhechtingen van de oogspieren zijn in deze afbeelding tevens aangegeven

Men kan zich direkt een duidelijke voorstelling maken van de verschillende Nystagmusvormen, als men zich, zooals door Quix gedaan is, de booggangen op de oogbol geprojecteerd denkt en niet uit het oog verliest, dat de langzame phase van den Nystagmus overeenkomt met de richting van den endolymphestroom. (afb. 1.)

2°. Reflexen op de spieren van hals, romp en ledematen.

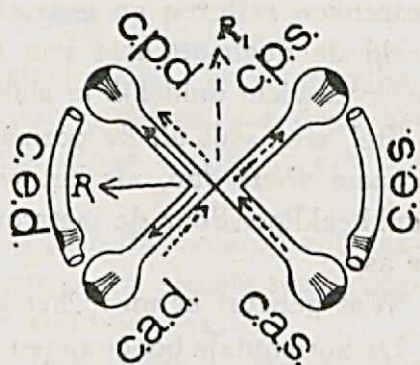
Evenals bij de oogreflexen is ook hier weer de grondgedachte, waarvan we uitgaan, dat de reacties optreden in het vlak van de geprikkelde booggang en in de richting van den endolymphestroom.

Bij gelijktijdige prikkeling van meerdere kanalen heeft men eenvoudig weer de resultante te nemen om de optredende reflex te kunnen bepalen.

Door een eenvoudige figuur, de booggangen geprojecteerd op het horizontale vlak voorstellende, kan men zich in alle gevallen direkt oriënteren. (afb. 2.)

Afb. 2.

c.e.d. en c.e.s. = horizontale booggangen.
c.p.d. en c.p.s. = achterste vertikale booggangen.
c.a.d. en c.a.s. = voorste vertikale booggangen.



Wat zal bijvoorbeeld de reflexbeweging zijn bij een gelijknamige prikkeling der beide rechter vertikale booggangen.

De beide pijltjes stellen in onze figuur een dusdanige prikkeling voor, de resultante R geeft ons direkt de resulterende reflex.

Voor iedere willekeurige combinatie kan men op deze wijze het resultaat nagaan.

Het zal natuurlijk geheel van den stand van het hoofd — dus ook van de booggangen — in de ruimte afhangen, welke de bewegingsrichtingen der reflexen zullen zijn.

Bovendien echter zal het dan van den stand, dien het lichaamsdeel op het oogenblik van prikkeling inneemt, afhankelijk zijn, welke spiergroepen de reflexbeweging zullen uitvoeren.

En een voorbeeld zal dit den lezer duidelijk maken.

Op het oogenblik dat in de horizontale booggangen een prikkel ontstaat (rechts ampullo-fugaal, links ampullo-petaal), hangen de beide armen langs het lichaam met de duim naar voren gericht. Het gevolg zal nu zijn, dat de rechterhand een supinatie, de linkerhand een pronatiebeweging uitvoert. Denken we ons echter de beide armen gestrekt boven het hoofd op het oogenblik van prikkeling, dan zal de omgekeerde beweging plaats vinden.

We zien dus dat geheel verschillende spiergroepen in beide gevallen op eenzelfde prikkel reageeren, welk verschijnsel in de physiologie verklaard wordt door centrale omschakeling van den peripheren prikkel.

3°. Tenslotte zien we bij zeer sterke prikkeling of bij niet physiologische prikkelingscombinatie, reflexen ontstaan in het gebied van den nervus vagus en sympathicus, zich uitend in misselijkheid, braken, vasomotorische en secretorische stoornissen.

Gaan we nu nog in het kort na, welke de beteekenis is van de besproken reflexen en sensaties. Ik zal trachten, door een voorbeeld de doelmatigheid van deze reflexen voor het behoud van het evenwicht duidelijk te maken.

Stel, men valt uit de normale positie plotseling naar voren. Het lichaam voert dan, als het ware, een draaibeweging uit om een denkbeeldige, door de metatarso-phalangeaal gewrichten gevormde as.

Wat gebeurt er nu in het kinetisch orgaan?

De horizontale booggangen liggen buiten het vlak van beweging, hierin zal dus geen reactie ontstaan.

In de vertikale kanalen echter zal de endolympe, door traagheid, een oogenblik achterblijven en zal er dus een endolympestroom ontstaan tegengesteld aan de valrichting. (gestippelde pijltjes afbeelding 2.)

De sensatie geeft ons nu direkt een juiste voorstelling van deze draaiing; wat doen nu de reflexen? Volgens onze beschouwingen bewegen de oogen zich in de richting van den endolympestroom.

De langzame phase van den Nystagmus is dus gericht volgens de resultante (R_1) der gestippelde pijltjes, dus in dit geval naar boven. Men blijft dus georiënteerd in de optische ruimte, terwijl de snelle phase er zorg voor draagt, dat de oogen niet onder de oogleden verdwijnen.

De reflexen op de spieren van hals, romp en ledematen zullen tengevolge van den prikkel het lichaam willen bewegen naar achter (zie gestippelde pijltjes), dit is juist tegengesteld aan de primaire (val)beweging; zij zullen deze dus remmen en het verlies van evenwicht voorkomen.

Zoo is voor iedere willekeurige valbeweging de doelmatigheid dezer booggangreflexen voor het behoud van het evenwicht gemakkelijk aan te toonen.

De belangrijke rol, die aan het booggangapparaat voor het behoud van het evenwicht wordt toegeschreven, is dus zeer zeker gerechtvaardigd; ik hoop dit door deze korte uiteenzetting voldoende duidelijk gemaakt te hebben.

Niet alleen echter het kinetisch orgaan, doch ook het otolietenstelsel heeft voor het behoud van het evenwicht een belangrijke rol te vervullen; het is dus noodzakelijk dat men ook goed op de hoogte is van de functie van dit gedeelte van het vestibulair orgaan.

B. Het statisch orgaan.

Zooals het kinetisch orgaan ons in staat stelt de hoekversnellingen of vertragingen van het hoofd waar te nemen, zoo dient het statisch orgaan voor de juiste waarneming van den stand van het hoofd in de ruimte.

Terwijl we echter bij het kinetisch orgaan drie coördinatievlakken hadden, hebben we bij het otolietensysteem slechts twee coördinatievlakken, n.l. het frontale en het sagittale vlak.

Bij bewegingen van het hoofd om de bitemporale as (Q as), dus in het sagittale vlak, ontstaan reflexen, afhankelijk van de utriculus otolieten; bij bewegingen om de oro-occipetale as (G as), dus in het frontale vlak, zien we daarentegen reflexen ontstaan afhankelijk van de sacculusotolieten.

De lapilli zijn nu reflectorisch verbonden met de buigers en strekkers van hals, romp en ledematen en op bepaalde wijze met de oogspieren, die den bulbus bewegen om de bitemporale as (musculi recti superior en inferior). De sagittae zijn reflectorisch verbonden met de ab- en adductoren der extremiteiten, met de z.g. draaiers en wenders van hals en romp en met die oogspieren, die het oog om de sagittale as doen draaien (musculi obliqui superior en inferior).

Tot deze opvatting is men gekomen door vergelijking der druk-

krommen van de otolieten met de reflexkrommen.
otolieten met de reflexkrommen.

Bij nadere beschouwing dezer krommen blijkt tevens dat, wat betreft de lapilli, de grootste wisseling in druk ontstaat bij voor en achterover draaien van het hoofd.

Tengevolge van den stand van deze otolieten veroorzaakt een beweging loodrecht hierop, zeer weinig verandering van den lapillusdruk, wel echter van den sagittadruk, die tijdens deze beweging tot maximum of minimum verandert.

Daarentegen hebben hier standsveranderingen in het mediale vlak weinig drukverandering ten gevolge, waarbij bovendien de druk in beide sagittae dan nog gelijkmatig verandert.



Afb. 3.

Asymetrische hoofdstand tengevolge van het uitvallen van een der sacculus-otolieten.

De lapilli zijn synergisten, de sagittae antagonisten, bij uitvallen van een labyrinth zal dus de overblijvende lapillus de functie van den andere overnemen; tengevolge van het uitvallen van een sagitta zullen er echter geheel andere verhoudingen in de tonusverdeeling tot stand komen, waarvan een asymmetrische stand het gevolg is. (afb. 3.)

Merkwaardigerwijze blijkt dat elke otoliet het hoofd reflectorisch in zulken stand wil plaatsen, dat hij in maximum druk is.

In de normale positie van het hoofd in de ruimte en verder bij de standen, die de mensch in het dagelijksch leven gewoonlijk inneemt, zijn alle otolieten in druk.

Men spreekt van de „gele vlek” van het systeem.

In die standen, waarbij die druk echter niet meer bestaat — d.w.z. $\pm 180^\circ$ met den eersten verschillend — spreekt men van de „blinde vlek”, in deze standen is de otolietendruk uitgeschakeld. Bevindt het hoofd zich in de blinde vlek, dan hebben standsveranderingen geen verschijnselen (reflexen, enz) van de otolieten

meer tengevolge.

Hierbij doet zich echter vanzelf de vraag voor, op welke wijze de prikkeling tot stand komt.

Men moet nu aannemen dat de druk van den otoliet, via de elastische, geleachtige massa tusschen macula en oorsteentje, op de haren der zintuigcellen wordt overgedragen. Indien nu bij standsveranderingen de stand van den otoliet, dus ook de druk door deze uitgeoefend, verandert, wordt ook de prikkel op de zintuigcellen veranderd en daardoor de reflexen opgewekt.

Komt de otoliet nu echter in een stand, waarbij hij geen druk meer op de maculacellen uitoefent, dan blijft er echter in deze cellen toch nog een prikkel van bepaalde grootte bestaan.

Quix leidt dit af uit de volgende verschijnselen. Is bij proefdieren (konijn, kat) aan eene zijde het labrynth verwijderd, dan verdwijnen de reflexen, opgewekt door de otolieten van het nog aanwezige en functioneerende labrynth in geen enkelen stand van het hoofd in de ruimte geheel.

Ook in die hoofdstanden, waarin de otolieten in de ruimte onder hunne respectievelijke maculae gelegen zijn, standen, welke men hangpositie of trekpositie zou kunnen noemen — met dien verstande echter, dat uit deze benaming geen conclusies getrokken mogen worden omtrent het al of niet hangen van den otoliet aan de haren der haarcellen, doch alleen aan de banden, waarmede de otoliet aan de wanden van het zakje is bevestigd —, is nog o.a. de scheeve stand van het hoofd en een bepaalde afwijking in den stand der oogen aanwezig. De reflexen zijn in deze hoofdstanden kwalitatief dezelfden als in die standen, waarin de otolieten in de ruimte boven hunne respectievelijke maculae geplaatst zijn, alleen quantitatief in het eerste geval veel minder sterk dan in het tweede.

De reflexen die in de hangposities van de otolieten, van de maculae uitgaan en welke in aard dezelfden zijn als die in de drukposities, worden nu, volgens de opvatting van Quix, opgewekt door den druk, welke in de endolympe van het zakje bestaat en welke in alle standen van het zakje in de ruimte dezelfde is.

Deze resteerende (grond) reflex der maculae, welke in de cristae der booggangen een analogon heeft, zooals boven is uiteengezet, wordt door den druk der otolieten op de maculae gewijzigd, en wel in dien zin, dat eene toename van druk van den otoliet op de macula den reflex versterkt.

Zoolang nu de otoliet niet op de macula drukt zullen standsveranderingen van het hoofd dezen overblijvenden „rustprikkel” niet kunnen wijzigen, dus geen reflexen veroorzaken, immers drukverandering is de adaequate otolietprikkel, die reflexen opwekt. Dit is nu het geval in de blinde vlek van het otolietensysteem en in de nulzône van iederen otoliet afzonderlijk.

Behalve echter, dat het statisch orgaan gevoelig is voor standsveranderingen van het hoofd in de ruimte, en hierdoor reflexen opgewekt worden om de abnormale standen te corrigeren, worden ook door versnelde of vertraagde rechtlijnige bewegingen reflexen veroorzaakt.

Deze reflexen zijn zeer duidelijk waarneembaar op een film, vervaardigd in de rijschool te Seaumur (Frankrijk), voorstellende een sprong van paard en ruiter. Deze film is in het bezit van de Rijkskliniek voor keel- neus- en oorziekten te Utrecht.

Welke zijn nu de reacties tengevolge van een otolietprikkel?

Evenals bij het booggangstelsel onderscheiden we hier twee soorten reacties: sensaties en reflexen, die wij nu achtereenvolgens zullen nagaan.

1°. Sensaties.

Deze zeggen ons welke stand het hoofd in de ruimte inneemt.

2°. Reflexen.

a. Op de oogen.

Sagitta reflexen: Zooals reeds is opgemerkt regelen de sagittæ den stand van lichaam en oogen in het frontale vlak, zij oefenen dus een invloed uit op de musculi obliqui superior en inferior. Gaan wij nu van een normalen oogstand uit, dan zullen de oogen bij drukveranderingen om een sagittale as gaan draaien en wel zoo dat de bovenpool zich beweegt naar de zijde, waar de druk is toegenomen (hierbij is verondersteld dat de druk in den anderen sacculusotoliet vermindert of onveranderd blijft).

Neemt in een sagitta de druk af, terwijl hij in de andere toeneemt of onveranderd blijft, dan draait het oog met de onderpool naar die zijde, waar de druk is afgenomen. De oogen blijven in den ingenomen stand, zoolang de toestand in het statisch systeem zich niet wijzigt.

Lapillus reflexen: De lapilli regelen den stand der oogen in het mediane, sagittale vlak, oefenen dus invloed uit op de musculi recti superior en inferior.

Neemt de druk van de lapilli op de maculae toe, dan draaien de oogen om de bitemporale as naar boven; neemt de druk af, dan draaien de oogen om dezelfde as naar beneden en blijven in dien nieuwen stand, zoolang de lapillusdruk zich niet wijzigt.

Van de normale positie van het hoofd uitgaande, bewegen de oogen zich dus in een richting, tegengesteld aan die van het hoofd, ze houden daardoor dus de optische ruimte vast.

Deze bewegingen zijn dus compensatorische oogbewegingen. De lapilli draaien dus de beide oogen in eenzelfde richting; de druk van de eene sagitta draait de oogen in een omgekeerde richting dan de druk van den anderen sacculusotoliet dit zou doen.

We zien hierin dus ook tot uiting komen dat de lapilli synergiëten, de sagittae antagonisten zijn.

Hoe is men er echter toe gekomen deze oogstandsveranderingen aan otolietenwerking toe te schrijven?

Het was reeds lang bekend dat de oogen bij standsveranderingen van het hoofd in de ruimte (waarbij echter de stand van het hoofd t.o.v. den romp niet veranderde, daar anders vanuit halspijeren en wervels reflectorisch oogbewegingen opgewekt worden) gaan draaien in een richting, tegengesteld aan de hoofdbeweging en dat met bepaalde hoofdstanden telkens bepaalde oogstanden overeenkwamen. Deze compensatorische oogbewegingen worden, zooals door verschillende onderzoekers is onderzocht en aangetoond, reflectorisch van uit het labyrinth opgewekt.

Eenzijdige labyrinthverwijdering heeft ons namelijk geleerd, dat na de verwijdering de oogbeweging, zoowel om de sagittale als bitemporale as, toch blijven bestaan.

We moeten derhalve aannemen dat ieder labyrinth reflectorisch met de beide oogen verbonden is.

Van der Hoeven en De Kleijn hebben nu de hoofdstanden met bijbehorende oogstanden bij konijnen nauwkeurig bestudeerd, gefotografeerd en in curven vastgelegd.

Quix heeft, na enkele correcties, deze oogstandskrommen vergeleken met de drukcurven der otolieten bij dit konijn en kunnen vaststellen, dat de raddraaiingen der oogen afhankelijk zijn van den druk der otolieten, in den zin als boven aangegeven.

b. Op de spieren van hals, romp en ledematen.

Sagitta-reflexen: Verandert de druk der sagittae in den zin als onder a, bij de oogreflexen, is aangegeven, dan draaien hoofd en romp om een sagittale as, naar de zijde van de sagitta, die den

minsten of geen druk uitoefent. Bovendien zien we dat de ledematen aan de zijde van den verhoogden druk in abductie, die der andere zijde in adductiestand komen.

Lapillus reflexen: De lapilli oefenen invloed uit op de buigers en strekkers van hals, romp en ledematen (d.w.z. standsveranderingen in het mediane, sagittale vlak), en wel zoo, dat bij toename van den lapillusdruk het lichaam in buighouding met gebogen ledematen, bij vermindering van den lapillusdruk in strekhouding met gestrekte ledematen, geraakt.

We moeten bij deze reflexen nu niet uit het oog verliezen, dat de otolieten den tonus regelen tusschen de verschillende spieren of spiergroepen, die de bovengenoemde bewegingen doen ontstaan en wel in dien zin, dat een tonustoename in de eene groep gepaard gaat met een tonusvermindering in de antagonist, geheel volgens de wet der „reciproke innervatie” van Sherrington.

Evenals we dit bij het booggangstelsel gezien hebben, hangt het ook hier van den stand van het lichaam en zijn deelen af, welke spieren of spiergroepen voor de genoemde reflexbewegingen aansprakelijk moeten gesteld worden.

De invloed der otolieten op den tonus der oogspieren schijnt vrijwel constant te zijn, de invloed op den spiertonus van hals, romp en ledematen kan echter worden veranderd.

Laat men het hoofd namelijk onbewegelijk een bepaalden stand in de ruimte innemen en het lichaam om het hoofd bewegen, dan zien we gelijksoortige reflexen optreden als beschreven is, met dien verstande echter, dat ze hieraan juist tegengesteld zijn.

Ontstond eerst bijv. tonusverhooging in de strekspieren, vermindering in de buigers, nu zien we tonusverhooging in de buigers, vermindering in de strekkers.

Deze tegengestelde reflexen komen nu tot stand door omschakeling, en wel door middel van de diepe sensibiliteit van den hals; het centrum ligt in het mesencephalon, dat der beschreven otolietreflexen in het verlengde merg.

3°. Rest ons nog te vermelden, dat een zeer sterke prikkel of niet physiologische prikkelingscombinatie reflexen in het autonome zenuwstelsel doet ontstaan, zooals dit bij de booggangen vermeld is.

De welbekende verschijnselen der zeeziekte, die door Quix als zoodanig opgevat worden, zijn hiervan een duidelijk voorbeeld.

HOOFDSTUK III.

Het klinisch onderzoek van het vestibulair orgaan.

Om het evenwichtsorgaan op zijn functie te onderzoeken, maken wij gebruik van de, in het vorig hoofdstuk beschreven reflexen, en wel speciaal van die reflexen, die ontstaan in de bovenste ledematen, omdat deze ons in staat stellen op eenvoudige wijze spoedig een juist inzicht te verkrijgen in den toestand van het orgaan.

Al is het mogelijk, door de reflexen die in andere lichaamsdeelen ontstaan, als gevolg van een labyrinthprikkel, deze functie na te gaan, toch stuiten deze onderzoekingsmethoden op talrijke moeilijkheden en stellen ons bovendien niet in de gelegenheid de afwijking nauwkeurig in zijn componenten te ontleden.

Zoo is bijvoorbeeld het onderzoek der oogreflexen, als gevolg van een otolietprikkel, niet mogelijk dan met behulp van een vrij uitgebreid instrumentarium en vergt bovendien zeer veel tijd.

De oogreflexen, als gevolg van booggangprikkeling, helpen ons, vooral nu door Quix voor de verschillende Nystagmusvormen en hun componenten zeer overzichtelijke vergelijkingen zijn opgesteld, reeds veel verder, terwijl ook het onderzoek op de onderste extremiteiten (door De Haan uitgewerkt en beschreven) ons reeds een aanwijzing kan geven omtrent een eventueel bestaande afwijking. Intusschen echter, is de arm door zijn groote bewegelijkheid in het schoudergewricht te verkiezen voor het onderzoek, daar de bewegingen hier niet gestoord worden door andere reflexen, en een nauwkeurige bepaling van de functie van het evenwichtszintuig, in al zijn componenten mogelijk is.

Alvorens echter tot de beschrijving van de, in onze kliniek toegepaste onderzoekingsmethoden over te gaan, is het noodig zich eenige grondregels goed voor oogen te stellen en wel:

Bij het onderzoek naar de functies van het evenwichtszintuig, maken wij nu gebruik van de „vingerwijsproef” en wel door den patiënt of proefpersoon den gestrekten arm te laten bewegen (wijzen) in een bepaald vlak en naar een bepaald punt.

1°. Het functievlak der lapilli is het sagittale (mediale) vlak.

2°. Het functievlak der sagittae is het frontale vlak.

3°. Het functievlak der horizontale booggangen is het horizontale vlak.

4°. Het functievlak van het voorste vertikaal kanaal der rechterzijde is het rechter fronto-sagittale vlak.

Tevens is dit het functievlak van het achterste vertikaal kanaal der linkerzijde.

5°. Het linker fronto-sagittale vlak is het functievlak van de linker voorste en rechter achterste vertikale booggang.

6°. De reflexen doen het lichaam of (en) zijn deelen bewegen in het betreffende functievlak en wat betreft de booggangen in de richting van den endolymphestroom.

Hier moge er nog eens aan herinnerd worden dat dit geldt voor de langzame phase van den Nystagmus.

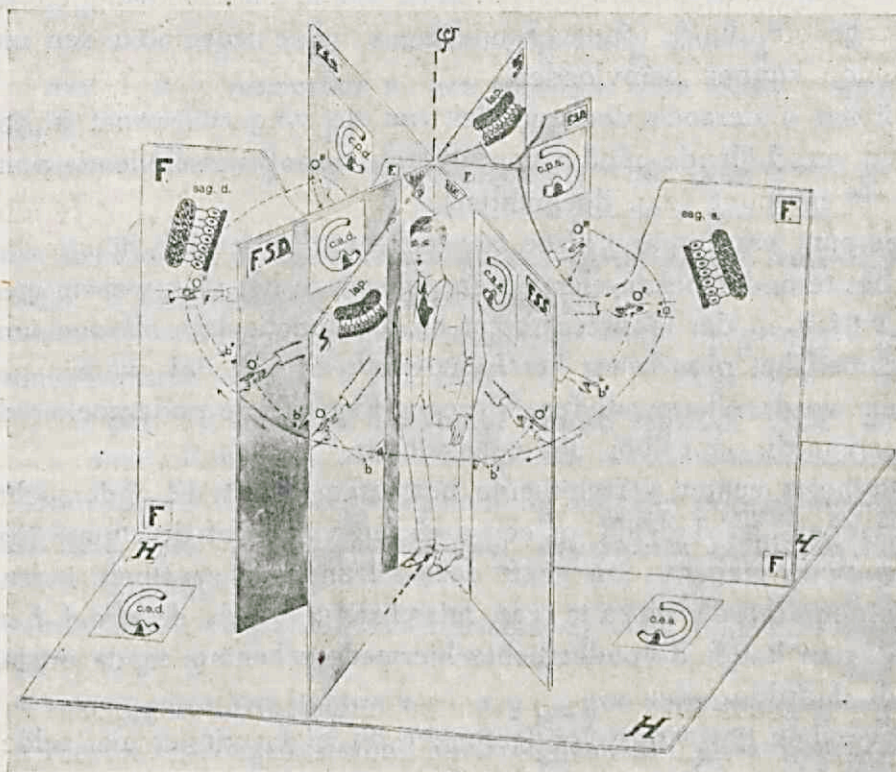
7°. Overprikkeling van een booggang geeft een reflex, overeenkomend met een ampullo-petalen endolymphestroom voor de horizontale en een ampullo-fugalen endolymphestroom voor de vertikale booggangen.

Dit is niets anders dan een versterking, der in het vorige hoofdstuk beschreven rustprikkel. Bij verlamming of uitvallen van een labyrinth gaat het normale of overblijvende labyrinth overheerschen.

8°. Ieder labyrinth werkt het sterkst op de gelijknamige lichaamshelft.

9°. De reflexbeweging, als gevolg van otoliet of booggang-prikkel uitgevoerd, is afhankelijk van den stand van het hoofd en het lichaam (en (of) zijn deelen) in de ruimte op het oogenblik van prikkeling.

Ter verduidelijking voeg ik hieraan nog een teekening van de verschillende functievlakken toe, die na de bovengenoemde punten geen nadere uiteenzetting behoeft. (afb. 4.)



Afb. 4.

F. = Frontale vlak. H. = horizontale vlak.
 F.S.D. en F.S.S. = fronto-sagittale vlak rechts en links
 c.a.d. en c.a.s. = voorste vertikale kanalen r. en l.
 c.p.d. en c.p.s. = achterste vertikale kanalen r. en l.
 c.e.d. en c.e.s. = horizontale booggangen r. en l.
 Sag. d. en Sag. s. = Sacculus-otolieten r. en l.
 lap. = utriculus otolieten.

Met het oog op punt zes worden de bewegingen altijd uitgevoerd in de functievlakken van booggangen of otolieten. Daaruit volgt, dat de wijsproeven in deze functievlakken ons een eventuele afwijking niet aantonen. Wij laten daarom de vingerwijsproef uitvoeren in een vlak loodrecht op het functievlak en naar een bepaald punt in dit functievlak.

We maken hierbij gebruik van de reflexen, welke den arm in het schoudergewricht bewegen, men drage er dan zorg voor, dat de proefpersoon of patiënt den arm, hand en wijsvinger goed gestrekt houdt. Immers Barany heeft ook in de andere gewrichten reacties kunnen aantonen en deze zouden ons onderzoek kunnen storen.

Bovendien moet men er op letten, dat het hoofd rechtop gehou-

den wordt, daar anders de bovengenoemde omschakeling en de ontstane otolithaire tonusveranderingen in de ledematen den uitslag nog kunnen beïnvloeden.

Bij het onderzoek door middel van de vingerwijsproef kiezen wij nu verschillende punten van uitgang en ook verschillende punten als eindpunt (z.g. doelpunten).

Als punt van uitgang kieze men een punt buiten het functievlak van het te onderzoeken element en gelegen in het vlak waarin men laat wijzen en dat loodrecht staat op het functievlak; als doelpunt kieze men het punt waar het functievlak en het vlak waarin gewezen wordt, elkaar snijden. Vroeger fixeerde de onderzoeker de plaats van dit punt door zijn eigen vinger.

Dit heeft echter verschillende bezwaren. Treft de onderzochte den vinger niet dadelijk, of een anderen vinger of de ruimte tusschen twee vingers, dan geeft deze veranderde sensibele indruk aanleiding tot de sensatie van miswijzen. Wordt de proef herhaald, dan houdt de onderzochte hiermede rekening en de uitslag wordt daardoor onjuist.

Bovendien beweegt de onderzoeker zijn eigen vinger niet zelden onbewust in een bepaalde richting. Vooral als hij bevooroordeeld is over den uitslag gebeurt het nog al eens, dat hij hem in de verwachte richting verplaatst.

Om den uitslag van het onderzoek zoo nauwkeurig mogelijk te doen zijn, gebruiken wij als doel een „graadboog”, waarvan de straal gelijk is aan de lengte van den arm. Voor het onderzoek plaatsen wij dezen boog (waarop in het midden de nullijn en aan beide zijden ongeveer 20 graden met streepjes zijn aangegeven) in het functievlak, den vinger op de nullijn en laten den onderzochte vervolgens den arm bewegen in het wijsvlak, om telkens weer terug te komen in het doelpunt of bij miswijzen rechts of links hiervan.

Daar hij den boog telkens met hetzelfde gedeelte van den vinger aanraakt en deze over zijngeheele lengte eenzelfde sensibelen indruk geeft, is het uitgesloten dat hij op deze wijze een gewaarwording van juist wijzen of miswijzen krijgt.

Verder moet het wijzen langzaam geschieden, daar de reflexbewegingen meestal zeer langzame bewegingen zijn, en verdient het aanbeveling niet precies in het frontale vlak te laten wijzen, doch eenige graden naar voren, om het gevoel van druk of spanning (kleedingstukken) in den schoudergordel te voorkomen.

Quix heeft nu de verschillende wijsproeven door cijfers en letters

aangegeven om te voorkomen dat telkens een volledige omschrijving van de uitgevoerde proef moet gegeven worden:

Proef I A. Wijsproef in het sagittale vlak (van b naar O. afb. 4).

Proef I B. Wijsproef in het frontale vlak (van b'' naar O'', afb. 4).

Met deze beide proeven onderzoeken wij de functie van de horizontale booggangen en sacculus otolieten.

Proef II. Wijzen in het horizontale vlak, naar het rechter fronto-sagittale vlak.

Proef III. Idem naar het linker fronto-sagittale vlak (van O of O'' naar O'. afb. 4).

Door proef II onderzoeken wij de rechter voorste en linker achterste, door proef III de linker voorste en rechter achterste vertikale booggang.

Proef IV. Wijzen in het horizontaal vlak, naar het sagittale vlak.

Proef om de utriculusfunctie na te gaan.

Proef V. Wijzen in het horizontale vlak, naar het frontale vlak.

Door deze proef onderzoeken wij gelijktijdig de beide vertikale booggangen van rechter of linkerzijde.

Op welke wijze kunnen wij nu het vestibulair orgaan aan een onderzoek onderwerpen?

Hiervoor bestaan verschillende methoden:

- a. Onderzoek op den draaistoel.
- b. Calorisch onderzoek.
- c. Galvanisch onderzoek.

Elk dezer methoden heeft zijn voor- en nadeelen; het is hier echter niet de plaats om dezen verder na te gaan.

Ik wil er slechts op wijzen, dat geen der genoemde methoden, toegepast op de in de oorheeskunde gebruikelijke wijze, ons in staat stelt elk element van het evenwichtszintuig afzonderlijk te onderzoeken, terwijl bovendien door de beide eerste methoden slechts het kinetisch orgaan geprikkeld wordt.

Het galvanisch onderzoek, volgens onze methode toegepast, stelt ons daarentegen in staat zoowel de functie der booggangen als die van het otolietensysteem te bepalen, biedt dus belangrijke voordelen, vooral daar men in staat is, door bepaalde plaatsing der

polen, een vrij nauwkeurig overzicht te verkrijgen over alle elementen van het zintuig.

Het onderzoek naar eventuele spontane vestibulaire reflexen, zooals wij die bij labyrinthaandoeningen herhaaldelijk vinden, maakt tenslotte het onderzoek naar de functie van het vestibulair orgaan in al zijn elementen volledig.

Wij moeten nu bij ons onderzoek steeds goed voor oogen houden, dat wij willen weten hoe de functie van het evenwichtsorgaan is, of er afwijkingen zijn en zoo ja, uit welke componenten deze dan zijn samengesteld.

Immers, wij zien toch altijd de resultante der reflexen, die door de Vestibulariskernen uit de enkelvoudige componenten wordt samengesteld.

Ons doel is nu, deze resultante weer in zijn componenten te ontleden om daardoor te weten te komen, in welk gedeelte van het evenwichtsorgaan de eventuele afwijking zetelt, de differentiaal diagnose der labyrinthaandoeningen dus te kunnen stellen.

Gaan wij nu eerst na op welke wijze de afwijkingen der afzonderlijke elementen zich zullen uiten.

I. Het Booggangstelsel.

Allereerst onderzoekte men of er Nystagmus bestaat, door den patiënt in verschillende blikrichtingen te laten kijken en zoo ja, in welke richting. Vindt men Nystagmus, dan geeft ons dit reeds direkt een aanwijzing dat er een booggangstoornis bestaat. Bedenken wij daarbij dat de langzame phase van den Nystagmus overeenkomt met de bewegingsrichting der vestibulaire reflexen, dat een horizontale Nystagmus afkomstig is van de horizontale booggang, een rotatoire van de vertikale kanalen (op bepaalde wijze samenwerkend, zooals, ook voor de andere Nystagmusvormen, in hoofdstuk II is uiteengezet) dan zegt dit ons reeds iets over den aard der afwijkingen, waarmede ons verder onderzoek in overeenstemming moet zijn.

Is eenmaal de Nystagmus in zijn richting en vorm bepaald, en hebben wij daardoor reeds een gegeven over den aard der abnormale prikkels in de verschillende booggangen, dan gaan wij door middel van de vingerwijsproef verder met onze analyse, er altijd weer rekening mede houdende, dat de afwijking slechts tot uiting komt in de functievlakken der elementen.

a. horizontale booggangen.

Wij plaatsen den graadboog in het horizontale vlak en laten

achtereenvolgens proef I A en I B uitvoeren met de rechter- en linker hand (men zou natuurlijk naar ieder willekeurig punt van het horizontale vlak (functievlak) kunnen laten wijzen, voor zover de bewegelijkheid van den arm in het schoudergewricht dit toelaat, doch wij beperken ons tot deze twee proeven.)

Bestaat er nu een booggangstoornis, dan uit zich dit door miswijzen, altijd in dezelfde richting als de langzame phase van den Nystagmus en wel: bij overprikkeling van den rechter horizontalen booggang, in proef I A met de rechter hand naar binnen, in proef I B naar voren. De afwijkingen voor de linker hand zijn op dezelfde wijze in de ruimte gericht, doch zwakker. Bij verlamming vinden we door overheersching van het andere labyrinth de omgekeerde afwijkingen.

De andere wijsproeven vertoonen geen afwijkingen. De afwijkingen in de vingerwijsproef, die ontstaan door een stoornis in den linker horizontalen booggang, laten zich op analoge wijze hieruit afleiden.

b. vertikale booggangen.

Voor het rechter voorste vertikaal kanaal laten wijzen naar het rechter fronto-sagittale vlak, dus proef II uitvoeren met de rechter hand (van O of O'' naar O'. afb. 4).

Overprikkeling geeft dan miswijzen naar boven, verlamming naar beneden, op gronden, die ik nu reeds genoegzaam uiteengezet heb.

Om het rechter achterste vertikaal kanaal te onderzoeken, zouden we met de rechterhand moeten laten wijzen naar het achterliggende gedeelte van het linker fronto-sagittale (functie)vlak (naar O''' afb. 4). Hierbij doet zich echter het reeds genoemde bezwaar van knelling en spanning in den schoudergordel voor, we laten daarom naar het vóórliggende gedeelte van dit vlak wijzen, dus proef III uitvoeren met de rechter hand. (Men bedenke hierbij dat de afwijkingen dan door het verloop der booggangen juist tegengesteld zullen zijn, dan bij wijzen naar achter).

Bij overprikkeling vinden we nu miswijzen naar beneden, bij verlamming naar boven. Voor de linker vertikale booggangen laten we proef II en III met de linker hand uitvoeren, waarbij we geheel analoge afwijkingen zullen vinden, als voor de rechter vertikale kanalen beschreven is.

Om de functie der gelijkzijdige vertikale booggangen gelijktijdig te kunnen onderzoeken, laten wij proef V uitvoeren, d.w.z. wijzen

naar het resulterende vlak.

Overprikkeling of verlamming der beide kanalen, zal analoge afwijkingen geven, als bij het onderzoek van iedere booggang afzonderlijk gevonden zijn; ongelijknamige prikkeling echter zal in deze proef geen afwijking geven, daar de, in de kanalen ontstane reflexen elkaar opheffen.

Als we nu nog de „loopproeven", (De Haan, Ned. T. v. G. II, 1925. No. 11, bldz. 1238) die geheel in overeenstemming moeten zijn met den uitslag van de vingerwijsproef, hebben laten uitvoeren, is ons onderzoek, wat betreft de booggangen, volledig.

II. Statisch orgaan.

Zooals wij reeds gezien hebben is de adaequate prikkel voor de otolieten van utriculus en sacculus de verandering van den druk der oorsteentjes op de macula.

Behalve deze normale toestand echter, kunnen er gevallen voorkomen, waarbij de macula gevoeliger of minder gevoelig is voor den normalen otolietendruk en wij spreken dan van overgevoeligheid of overprikkeling en ondergevoeligheid, respectievelijk verlamming van het statisch orgaan, of een zijner elementen.

Wat zijn nu de gevolgen van deze veranderde toestanden?

Overprikkeling van een sacculus macula heeft nu dezelfde uitwerking als eene drukvermeerdering van den otoliet op de macula. Het gevolg zal dus zijn, dat in de gelijkzijdige lichaamshelft de abductoren tonus verhoogd en de adductoren tonus verlaagd is, terwijl in de andere lichaamshelft de adductoren tonus verhoogd en de abductoren tonus verlaagd is. Ondergevoeligheid, respectievelijk verlamming van een sacculus macula heeft dezelfde uitwerking als drukvermindering van den otoliet op de macula, geeft dus juist het omgekeerde beeld.

Men moet hierbij verder nog bedenken dat de tonusveranderingen aan de geprikkelde of verlamde zijde sterker tot uiting komen dan aan de andere zijde.

In de utriculus otolieten zien wij over het algemeen veel minder stoornissen, wat zijn oorzaak vindt in de synergistische functie dezer otolieten, waardoor afwijkingen der eene macula door de andere gecompenseerd worden. Bovendien zijn de utriculus en de booggangen minder blootgesteld aan schadelijke invloeden van uit het middenoor, tengevolge van zijn meer verscholen ligging in het bovenste gedeelte van het vestibulum, terwijl een bindweefsel

scheidingswand de ruimte tusschen utriculus en sacculus afscheidt.

Toch kan men in sommige gevallen zeer duidelijke utriculusstoornissen, hetzij overprikkeling, hetzij verlamming, aantoonen.

Overprikkeling komt ook hier overeen met een drukvermeerdering, ondergevoeligheid, respectievelijk verlamming met drukvermindering van den otoliet op de macula, zich uitende in extensoren en flexoren-tonusverandering.

Bij overprikkeling is dus de flexorentonus, bij ondergevoeligheid of verlamming de extensorentonus verhoogd, respectievelijk gepaard gaande met extensoren en flexoren-tonusverlaging.

Ook hier is de afwijking aan de homo-laterale zijde het sterkst, ontbreekt zelfs meestal aan de andere kant.

Merkwaardigerwijze blijken nu de afwijkingen, die wij met de nog te beschrijven vingerwijsproef kunnen aantoonen, grooter of kleiner te worden naarmate de otolietendruk zich wijzigt.

Het blijkt namelijk, dat bij overprikkeling de afwijking grooter wordt als men het hoofd in een dusdanigen stand brengt, dat de otolietendruk vermindert of minimaal is; kleiner wordt in die standen waarbij de druk vermeerderd of maximaal wordt.

Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat het normale verband tusschen de, de wijsproeven regelende factoren verbroken wordt.

Deze factoren, waaronder buiten het evenwichtsorgaan, de oog- en halsreflexen de voornaamste plaats innemen, zijn in normale omstandigheden op een bepaalde en vaste wijze aan elkaar gekoppeld. Dit normale verband kan op verschillende wijzen verstoord worden, waardoor miswijzen ontstaat.

Bestaat er nu, hetzij door overprikkeling, hetzij door verlamming, reeds een incongruentie tusschen de otoliet reflexen en de andere reflexen, dan kunnen wij deze nog vergrooten door de normale verhouding te verbreken, d. w. z. door het hoofd dusdanige standen te laten innemen, dat de otolietreflexen de uiterste en tegengestelde waarde hebben.

Bij het onderzoek naar de otolietenfunctie gaan we nu op de volgende wijze te werk.

Om de ab- en adductoren tonusverandering, als gevolg van een ziekelijke afwijking der sacculusmaculae aan te toonen, laten wij proef IA uitvoeren.

Bij overprikkeling zal dan de gelijkszijdige arm naar buiten afwijken, de andere arm naar binnen, doch in mindere mate.

Daar nu het functievlak der sagittae het frontale vlak is, zal wijzen in dit vlak geen afwijking, proef I B dus normaal wijzen geven.

Overwegende wat wij boven gezegd hebben, zal bij overprikkeling de afwijking sterker worden als men het hoofd naar de homo-laterale zijde, daarentegen kleiner worden als men het hoofd naar de andere zijde laat wenden.

Verlamming der sacculusmaculae, doet de afwijkingen, met inachtneming van maximum en minimum otolietendruk, in tegen-gestelden zin uitvallen.

Om stoornissen in het systeem der utriculi aan te kunnen toonen, laten wij proef IV uitvoeren.

Overprikkeling geeft dan, door verhooging van den flexoren-tonus, miswijzen naar beneden; ondergevoeligheid of verlamming, door extensoren-tonusverhooging, miswijzen naar boven.

Door het hoofd nu te brengen in standen, overeenkomend met maximum of minimum druk der otolieten op de maculae, d. w. z. respectievelijk 30° graden voorover en 70° achterover, zullen, in den zin als boven beschreven is, de afwijkingen grooter of kleiner worden.

Is de functie der otolieten normaal, dan vindt men in geen der bovengenoemde standen van het hoofd (waarbij het lichaam opgericht is) afwijkingen bij de vingerwijsproef.

Hier moge er nog eens aan herinnerd worden dat afwijkingen in de functie der otolieten geen Nystagmus veroorzaken.

Hebben wij nu op deze wijze de spontane reflexen van dit gedeelte van het vestibulair orgaan in hunne enkelvoudige componenten ontleed, dan zal dit onderzoek, eventueel nog gevolgd door de „loopproeven” en het galvanisch onderzoek, ons een nauwkeurig en volledig beeld geven van den toestand der otolietenfunctie.

Alvorens de beschrijving van het onderzoek van het evenwichtszintuig te beëindigen, wil ik echter door een voorbeeld, de scheiding der afwijkingen in de vingerwijsproef, veroorzaakt door booggang en otolietenprikkel, nog trachten duidelijk te maken. Nemen wij aan dat er een overprikkelingstoestand van het rechter labirynth bestaat. Het onderzoek met de vingerwijsproef zal dan het volgende opleveren:

Proef IA. Rechterhand.

Geen of gering miswijzen.

Als gevolg van overprikkeling van de horizontale booggang zal miswijzen naar binnen ontstaan, als gevolg der overprikkeling van de sacculus macula abductie, dus miswijzen naar buiten. Deze beide afwijkingen zullen elkaar opheffen, of een geringe afwijking naar binnen of buiten geven, naarmate een der factoren overweegt.

Proef IB. Rechterhand.

Miswijzen naar voren.

Deze proef wordt uitgevoerd in het frontale vlak, het functievlak der sacculusotolieten. Wij kunnen dus de afwijking als gevolg van macula overprikkeling hierin niet aantoonen, wel echter de overprikkeling der crista van de horizontale booggang, die hier miswijzen naar voren zal veroorzaken.

Het resultaat zal dus zijn miswijzen naar voren.

We zien dus dat prikkeling van de horizontale booggang miswijzen geeft zoowel in Proef IA als proef IB, prikkeling van de sacculusmacula slechts in proef IA.

Tevens is hierdoor verklaard hoe het mogelijk is, dat in de eerste proef geen, in de tweede wel afwijkingen bij het wijzen gevonden worden.

Proef II. Rechterhand.

Miswijzen naar boven.

Door deze proef onderzoeken wij de functie van de rechter, voorste vertikale booggang. Normaliter bestaat hierin een toestand, overeenkomend met een ampullo-fugalen endolymphestroom („rustprikkel”), bij overprikkeling zal deze toestand dus versterkt worden en miswijzen naar boven veroorzaken.

Proef III. Rechterhand.

Miswijzen naar beneden.

Wij onderzoeken door dezen proef de rechter achterste vertikale booggang, waarvoor hetzelfde geldt als ik boven voor het voorste vertikaal kanaal gezegd heb.

Met inachtneming van hetgeen ik bij het onderzoek der afzonderlijke elementen van het booggangstelsel uiteengezet heb, zal het duidelijk zijn dat overprikkeling van de crista van dit kanaal miswijzen naar beneden doet ontstaan.

Proef IV. Rechterhand.

Geen miswijzen.

Eigelijk zou door overprikkeling der utriculus macula miswijzen naar beneden moeten ontstaan, meer of minder sterk in de maximum en minimum drukstanden, door de synergistische werking der utriculus otolieten blijft echter miswijzen meestal achterwege.

Proef V. Rechterhand.

Miswijzen naar boven.

Deze proef geeft ons een inzicht in de functie der beide rechter vertikale kanalen. Daar beiden hier in denzelfden zin miswijzen veroorzaken, zal bij het laten wijzen naar het resulterende vlak, zooals door deze proef geschiedt, de afwijking op dezelfde wijze gericht zijn, in dit geval dus naar boven.

Zou de afwijking in de vingerwijsproef voor deze beide booggangen niet gelijk, doch tegengesteld gericht zijn, dan zou proef V geen miswijzen geven, daar beide afwijkingen elkaar dan opheffen.

Intusschen echter komt deze toestand klinisch niet voor, daar door de nauwe samenwerking tusschen de booggangen onderling, alsmede hun onmiddellijke nabijheid, een proces in het labyrinth in alle kanalen dezelfde toestand, hetzij overprikkeling, hetzij verlamming doet ontstaan.

De afwijkingen in de wijsproeven, uitgevoerd met de linkerhand, zijn uit deze uiteenzetting gemakkelijk af te leiden.

Deze eenvoudige methode van onderzoek, die met zeer geringe hulpmiddelen in enkele minuten kan worden uitgevoerd, stelt ons dus in staat in korten tijd een nauwkeurig en volledig overzicht te krijgen over den toestand van het evenwichtszintuig in al zijn elementen. Zij stelt ons in staat, zonder dat opname in een kliniek noodzakelijk is, bij middenooraandoeningen oogenblikkelijk een dreigende complicatie vast te stellen en is dan ook voor den modernen oorarts als bijna onontbeerlijk te beschouwen.

Enkele in het laatste hoofdstuk beschreven gevallen uit de kliniek, zullen dit duidelijk maken.

EIGEN ONDERZOEK.

HOOFDSTUK IV.

De galvanische prikkeling van het vestibulair orgaan.

Bij mijn onderzoek over de reactiebewegingen der oogen, na prikkeling van het otolietensysteem, heb ik gebruik gemaakt van den galvanischen stroom. Ter verklaring der verschijnselen, die ontstaan bij deze galvanische prikkeling van het oor, heb ik mij geplaatst op het standpunt van Quix, nadat ik door een reeks proeven had nagegaan of zijn verklaring werkelijk juist is.

Reeds aan Purkinje (1827) was het bekend, dat bij galvanisatie van het oor duizeligheid optrad. Hitzig (1871) was echter de eerste die, na de proeven van Purkinje herhaald te hebben, een nauwkeurige beschrijving gaf van de verschijnselen, die optraden bij prikkeling van het evenwichtszintuig door den galvanischen stroom. Van zijn waarnemingen, die ook in den tegenwoordigen tijd nog zijn gebleken juist te zijn, wil ik er enkele noemen, en wel:

1°. De duizeligheid bij galvanisatie van het oor is het sterkst uitgesproken als de stroom van de eene fossa mastoïdea naar de andere gaat.

2°. Bij zwakke stroomen ontstaat er een gevoel van onzekerheid, echter zonder duizeligheid of bewegingen van het lichaam.

Bij sterke stroomen ontstaan, behalve een gevoel van duizeligheid, objectieve bewegingen van het lichaam, die tenslotte overgaan in vallen naar de anode.

3°. Bij het sluiten van den stroom ontstaat een Nystagmus met de snelle phase naar de kathode. Hitzig beschreef ook reeds dat deze verschijnselen niet ontstaan door prikkeling met den

faradischen stroom en verklaarde de verschijnselen van galvanische duizeligheid als volgt: „Die selbstbeobachtungsfähige Personen haben bei Kettenschliessung auf das bestimmteste die Empfindung, als wenn sie in jedem Augenblicke nach der Kathode versanken oder gedreht würden, als wenn sie auf jener Seite leichter würden. Eine derartige Empfindung kann in gegebenem Falle nur dadurch entstehen, dass ein fremder Faktor in den Apparat eingeführt wird, welcher dem Sensorium Nachrichten von dem Zustande der Gesamtmuskulatur zuführt, mit einem Worte, dass *das Muskelgefühl gefälscht wird.*“

Nadat Breuer nog op den labyrinthairen oorsprong der reacties gewezen had, volgde een groote reeks onderzoekingen (Berthold, Löwenberg, Cyon, Spamer, Pollak e. a.) waarbij als elektroden dunne zilverdraden in de booggangen gebracht werden.

De gevonden resultaten waren echter onzeker en wisselend, totdat Breuer in 1889 een nieuw uitgebreid onderzoek publiceerde, waarin hij aantoonde dat de reacties inderdaad door prikkeling der halfcirkelvormige kanalen en niet door prikkeling van de kleine hersenen (zooals door sommige onderzoekers werd aangenomen) tot stand kwamen.

De reeds door Hitzig beschreven reacties, die ontstonden bij zwakke stroomen, noemde hij „diffuse reacties“ en schreef ze toe aan prikkeling van het otolieten systeem. Bovendien deed hij zeer nauwkeurige proefnemingen bij dieren over geïsoleerde galvanische prikkeling der verschillende booggangen.

Nadien zijn echter nog zeer vele onderzoekingen op dit gebied gedaan, die in groote trekken wel overeenkwamen, in kleinere bijzonderheden echter nog al eens met elkaar verschilden.

Zoo waren bijvoorbeeld Mann, Buys en Dreyenfurth van meening dat de valreactie voor den Nystagmus ontstond. Barany daarentegen zag den Nystagmus voor de valreactie ontstaan.

Junger toonde aan dat de valreactie niet afhankelijk was van den stand van het hoofd in de ruimte.

Hij onderzocht 87 patienten, waarvan slechts één deze afhankelijkheid van den hoofdstand vertoonde.

Ook over de theorie der galvanische prikkeling waren de meeningen nogal verdeeld.

Barany schreef de verschijnselen, evenals Ewald, toe aan een veranderde geleidbaarheid van de zenuw of haar uitloopers. Hij nam aan, steunend op de wetten der electro-physiologie, dat door

de kathode een toestand van verhoogde geleidbaarheid, door de anode een toestand van verminderde geleidbaarheid in de zenuw ontstond, de z.g. kat- en anelectrotonus, waardoor een prikkel een grootere of kleinere uitwerking zou hebben dan in normale omstandigheden.

Een andere verklaring der verschijnselen werd door Brünings gegeven, waarbij Wittmaack zich aansloot, alhoewel het grootste gedeelte der otologen er zich niet mede kon vereenigen. Hij veronderstelde als prikkel voor de cristae der halfcirkelvormige kanalen een endolymphestrooming, opgewekt door den galvanischen stroom, een verschijnsel dat in de physica den naam draagt van „cataphorese”.

Tegen deze opvatting zijn echter verschillende bezwaren te opperen. Zoo is vooreerst de richting van den Nystagmus niet in overeenstemming met den endolymphestroom, die gericht moet zijn van de negatieve naar de positieve pool; een belangrijker argument tegen zijn opvatting is echter het feit, dat de galvanische verschijnselen nog ontstaan, wanneer het periphere zintuig is vernietigd.

Dit is bij dieren door verschillende onderzoekers aangetoond (o. a. door Strehl bij duiven, Marx bij caviae, Uffenorde bij apen).

Geen der genoemde theoriën is echter in staat alle galvanische verschijnselen te verklaren. Kon door de opvatting van Barany bijvoorbeeld het ontstaan van den Nystagmus verklaard worden, niet was er door te argumenteeren waarom vallen naar de anode reeds voorkomt bij zeer zwakke stroomen, waarin nog geen Nystagmus bestaat.

Quix heeft nu getracht op grond van de electrophysiologische theorie der geleidbaarheid een meer volledige verklaring der verschijnselen te geven. Hij deelt ze daarvoor in twee groepen in, naar gelang zij afkomstig zijn van het kinetisch en van het statisch orgaan.

Voor het kinetisch orgaan gaat hij bij zijn verklaring uit van den „rustprikkel”, overeenkomend met, op bepaalde wijze gerichtte endolymphestroomingen in de booggangen, zooals in het tweede hoofdstuk is uiteengezet. Aangezien echter niet aan te nemen is dat er in rusttoestand een voortdurende endolymphestrooming bestaat, welke bovendien in beide ooren steeds van gelijke kracht zou moeten zijn, is het volgens Quix eenvoudiger te veronderstellen, dat de cupula der cristae in een bepaalde richting steeds

gespannen zijn en dat de adaequate prikkel daarin bestaat, dat deze spanning vermeerderd of verminderd wordt. Deze spanning is analoog aan den meer of minderen druk, door de otolieten bij standsveranderingen van het hoofd op de haarcellen der maculae uitgeoefend.

Quix schrijft nu het aandeel, dat het booggangstelsel bij de galvanisatie van het oor toekomt, hieraan toe, dat de rustprikkel aan het oor der kathode-zijde toeneemt en aan het oor der anode-zijde afneemt.

Hierdoor ontstaat op de oogen een horizontaal-rotatorische Nystagmus met de snelle phase gericht naar de kathode, en een reflexbeweging van het lichaam en zijn deelen in het resulterende vlak der booggangen, dit is van boven-voor naar beneden-achter, in de richting der anode (zie afb. 5).

Voor het statisch zintuig verklaart hij de verschijnselen als volgt:

Wat betreft de functie der utriculus-otolieten, die synergisten zijn, zal geen verandering ontstaan, daar de vermeerdering van den prikkel uitgaande van de kathode-zijde, door de vermindering van den prikkel aan de anode-zijde wordt opgeheven.

Bij de sacculus-otolieten, die antagonisten zijn, zijn de verhoudingen anders. De vermeerdering van prikkel aan de kathode-zijde en de vermindering aan de anode-zijde zullen samenwerken en het oog in het frontale vlak met de bovenpool naar de kathode draaien, terwijl de reflexen het lichaam in het frontale vlak naar de anode doen draaien, overeenkomstig de ab- en adductoren-tonusverandering, die wij vroeger beschreven hebben.

Gaat men nu de combinatie der reflexen van de beide zintuigen na, opgewekt door denzelfden stroom, dan blijkt, dat de reflexen op de oogen in het frontale vlak (d.w.z. de rotatorische Nystagmus, niet de horizontale) elkaar tegenwerken, die op hals, romp en ledematen elkaar ondersteunen.

Hierdoor is dus verklaard het feit, dat de neiging van het hoofd en het vallen naar de anode het eerste verschijnsel van de galvanisatie is, terwijl de Nystagmus daarentegen eerst veel later voor den dag komt. Ook de neiging van het hoofd, welke een endolymphe-strooming veroorzaakt, die den galvanischen prikkel der cristae tegenwerkt, is nog een factor voor het onderdrukken van den Nystagmus bij het begin van de galvanisatie.

De galvanische duizeligheid verklaart Quix door verbreking van

het normale physiologische verband tusschen de prikkels uit het kinetisch, statisch en oogzintuig en de dieptesensibiliteit, waarop ik reeds vroeger gewezen heb.

Ik heb nu bij een aantal proefpersonen — met normale ooren — de reacties der galvanische prikkeling nagegaan op de wijze zooals in het vorige hoofdstuk beschreven is.

Hierbij is mij gebleken, dat deze reacties inderdaad uitvallen zooals door Quix beschreven is. Ik zal hierop na de bespreking der methode en de proeven nog nader terugkomen.

Gaan wij nu allereerst na hoe de wijsproeven, volgens de opvatting van Quix, bij verschillende plaatsingen der polen, zullen verlopen.

Plaatst men de anode op het eene oor (d.w.z. op tragus of rotsbeen), de kathode op het andere oor, dan zal de vingerwijsproef, tijdens het doorgaan van den stroom, het volgende moeten opleveren:

Proef I A. Zoowel met de rechter- als linkerhand geen miswijzen.

Het ontbreken van de afwijking in deze proef is te verklaren door de interferentie van de twee afwijkingen, afkomstig van booggang en sagittaprikkel. Aan de kathode-zijde zal de vermeerdering van de sagittaprikkel een abductie, dus naar buiten wijzen veroorzaken, de prikkeling van de cristae echter miswijzen naar binnen. Deze beide afwijkingen zullen elkaar dus opheffen. Dat aan de anode-zijde ook geen miswijzen ontstaat, laat zich op analoge wijze afleiden.

Proef I B. Aan de anode-zijde miswijzen naar achter, aan de kathode-zijde naar voren.

Wij zijn hier in het functievlak der sagittae, de afwijkingen als gevolg van prikkeling dezer otolieten komen dus niet tot uiting.

Het miswijzen in deze proef is dus slechts een gevolg van prikkeling der horizontale booggangen.

Proef II. Zoowel met de hand der kathode-zijde als met die der anode-zijde miswijzen naar boven.

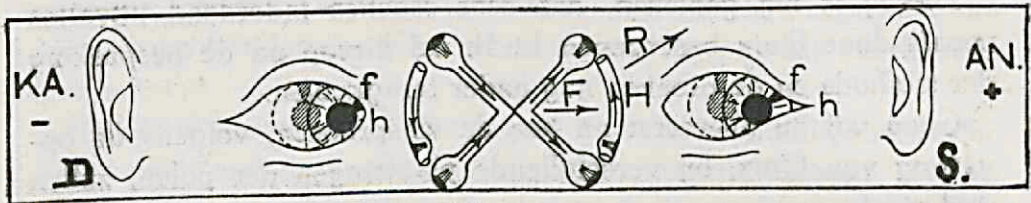
Proef III. Zoowel met de hand der anode-zijde als met die der kathode-zijde miswijzen naar beneden.

Ik heb duidelijkheidshalve aangenomen, dat de kathode op het rechteroor, de anode op het linkeroor staat.

Is de plaatsing der beide polen andersom, dan zullen de afwijkingen in proef II en III ook omgekeerd zijn.

De afwijkingen in deze beide proeven zijn afhankelijk van de prikkeling der vertikale booggangen.

Duidelijkheidshalve voeg ik hieraan nog een afbeelding toe (afb. 5), die de endolymphe stroomingen aangeeft, „overeenkomend” met den door galvanisatie ontstanen toestand.



Afb. 5.

Deze verklaart de afwijkingen voldoende.

Proef IV. Door de synergistische functie der utriculus otolieten zullen wij bij deze plaatsing der polen geen afwijking in deze proef vinden.

Proef V. Met de hand der kathode-zijde miswijzen naar boven, met die der anode-zijde naar beneden.

Om nu de reflexen, afhankelijk van lapillusprikkeling door galvanisatie na te gaan, plaatsen wij op beide ooren (tragus) de kathode (anode), waartoe deze pool in tweeën gesplitst wordt en de anode (kathode) op een indifferente plaats van het lichaam. (Meestal nemen wij hiervoor een der polsen).

Door deze plaatsing der elektroden worden booggangen en sagittae op dezelfde wijze geprikkeld en heffen dus elkaars werking op.

Neemt men den stroom zwak, dan zien wij ook inderdaad geen reflexen optreden, terwijl ook de Nystagmus ontbreekt; bij zeer sterke stroomen echter treden er toch reflexen op, en wel alsof elk oor afzonderlijk werd geprikkeld.

De verklaring hiervoor moet gezocht worden in het feit, dat de reflexen van elk oor sterker werken op de gelijkzijdige lichaams-helft.

Wat gebeurt er nu met de beide utriculus-otolieten?

Tengevolge van de synergistische functie zullen de gelijke prikkels op de lapilli elkaars werking versterken, waardoor de functie tot uiting komt bij het uitvoeren van de vingerwijsproef.

Plaatsen we de kathode op de ooren, dan vindt men dus miswijzen naar beneden, meer of minder sterk respectievelijk in de

minimum en maximum drukstand van den otoliet. Plaatst men daarentegen de anode op de ooren, dan ontstaat miswijzen naar boven, het sterkst als het hoofd $\pm 30^\circ$ voorover is gebogen.

In het algemeen blijkt bij de proefnemingen, dat de afwijkingen als gevolg van lapillusprikkeling niet met die zekerheid ontstaan, als die door prikkeling van de booggangen en sacculi. Evenwel zijn zij toch meestal wel duidelijk aantoonbaar. Het verdient aanbeveling na het onderzoek de huid, op de plaatsen waar men de elektroden had aangebracht, met een indifferente zalf te bestrijken om het ontstaan van een dermatitis te voorkomen.

Om nu de verklaring der verschijnselen die ontstaan bij galvanisatie van het oor, zooals zij door Quix gegeven is, te toetsen aan de werkelijkheid, heb ik een aantal normale proefpersonen aan een onderzoek onderworpen.

De reflexen, die door de galvanische prikkeling ontstonden, heb ik onderzocht door middel van de vingerwijsproef, in den zin als in hoofdstuk III is beschreven.

Om de resultaten zoo kort mogelijk weer te geven, heb ik de verschillende afwijkingen in de vingerwijsproef als volgt door letters aangegeven:

miswijzen naar boven = bo.

miswijzen naar beneden = be.

miswijzen naar voren = v.

miswijzen naar achter = a.

miswijzen naar buiten = bu.

miswijzen naar binnen = bi.

geen miswijzen = 0.

Verder heb ik de verschillende wijsproeven door hun cijfers = I A en B, II, III, IV en V, de Nystagmus door Ny aangegeven.

Om een eventueel bestaande invloed van rechts- of linkshandigheid op den uitslag na te kunnen gaan, heb ik bij ongeveer de helft van het aantal proefpersonen de kathode op het rechter- de anode op het linkeroor geplaatst.

Bij de rest juist omgekeerd.

Evenwel heb ik geen verschil hierin kunnen ontdekken. Alle proefpersonen waren rechtshandig en bij allen was de uitslag, uitgedrukt in graden (van den „graadboog“) ongeveer gelijk. Bij 28 personen ging ik de reacties na, ze vertoonden „allen“ dezelfde afwijkingen.

Ter illustratie laat ik nu de resultaten, gevonden bij 20 proef-

personen, volgen. (Zie tabel I en II)

Wat blijkt nu uit deze resultaten?

Vooreerst zien wij, dat de valneiging vóór den Nystagmus ontstaat, zooals ook door Quix is aangegeven.

Bij proefpersoon 1 geleek het of de Nystagmus begon met de horizontale component, om later in een horizontaal-rotatorischen Nystagmus over te gaan; bij de andere proefpersonen was het niet mogelijk waar te nemen met welke component hij begon.

Meestal gingen aan den Nystagmus onregelmatige oogbewegingen vooraf, de z.g. Nystagmoïde bewegingen.

De reflexen, als gevolg van galvanische prikkeling, ontstaan reeds bij geringe stroomsterkte. Bij sterker stroomen (meestal begon dit pas bij $\pm 7\frac{1}{2}$ —10 M.A.) ontstond een draaiërig gevoel en duizeligheid.

Sterke stroomen zijn echter voor het onderzoek niet alleen af te raden, omdat de patiënt of proefpersoon hierdoor duizelig wordt, doch ook omdat er dan een zeer onaangenaam, prikkelend gevoel ontstaat op de plaatsen, waar de elektroden met de huid in aanraking zijn, vooral echter omdat de wijsproeven dan zeer onzeker worden door schommelende bewegingen in de armen en de valneiging.

De wijsproeven, uitgevoerd om de utriculusfunctie na te gaan, leverden over het algemeen minder duidelijke resultaten dan de proeven, uitgevoerd bij plaatsing van de kathode op het eene, de anode op het andere oor. Vooral wanneer de anode op de beide ooren geplaatst wordt.

De proeven, uitgevoerd om de utriculusfunctie na te gaan, werden ook gedaan in die standen van het hoofd in de ruimte, (lichaam rechtop gericht), waarin deze otolieten in maximum- of minimum-druk waren.

Het miswijzen bij anode-prikkeling kwam meestal slechts tot uiting in den maximum drukstand, bij sommigen ook in den normalen stand van het hoofd.

Nimmer heb ik echter een afwijking in de vingerwijsproef kunnen aantoonen, wanneer de otoliet zich in zijn minimum drukstand bevond.

Bij kathode-prikkeling vertoonden de meeste proefpersonen afwijkingen bij het uitvoeren van proef IV en wel het sterkst als het hoofd achterover gebogen was, echter ook in de beide andere

TABEL I

Naam	Kathode op r. oor Anode op l. oor							M.A.	Ka. ooren An. pols	Stroom sterkte M.A.	An. ooren Ka. Pols	M.A.	neiging tot vallen		Ny	
		I.A.	I.B.	II	III	IV	V						hoofd	lichaam		
I	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.5 MA	IV	3-4 MA	IV	4.5 MA	Ka. op r. oor	An. op l. oor	bij 6 MA horizontaal rotatoir naar rechts	Misschien begon de Ny als een horizontale
Sl.	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
2	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.4 MA	be	3-4 MA	bo	4 MA	bij 3 MA naar	bij 4½ MA links	bij 5-6 MA h.-r. naar rechts	
S	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
3	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	1.5 MA	be	3 MA	bo	4.5 MA	bij 3½ MA naar	bij 4-5 MA links	bij 6½ MA h. r. naar rechts	De reacties van de verticale boog- gangen zijn iets minder duidelijk
Ho.	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
4	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.4 MA	be	3.4 MA	bo	5 MA	bij 4 MA naar	bij 5 MA links	bij 6 MA h.-r. naar rechts	Proef IV, met de anode op de beide ooren geeft zeer geringe afwijkingen
Fi	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
5	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.4 MA	be?	3.4 MA	bo?	4.5 MA	bij 3 MA naar	bij 5 MA links	bij 6½ MA h. r. naar rechts	Ka. op ooren: de afwijking in proef IV komt slechts tot uiting als het hoofd achterover gebogen is. De afwijkingen met de anode op de ooren zijn gering.
Pe	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be?	bo?		
6	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	3.5 MA	be	3 MA	bo	4 MA	bij 4.5 MA naar	bij 5 MA links	bij 6 MA h.-r. naar rechts	Proefpersoon is vliegenier. Alhoewel er wel schommelende bewegingen en vol- neigingen naar links bestaan valt hij pas bij 10 MA
J	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
7	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.4 MA	be	4 MA	bo	4.5 MA	bij 4 MA naar	bij 5 MA links	bij 5 MA h. r. naar rechts	
St.	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
8	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	2.4 MA	be	3.4 MA	bo	5 MA	bij 3.4 MA naar	bij 4 MA links	bij 5 MA h. r. naar rechts	
To	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		
9	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	1.5 MA	?	2.7 MA	?	4.8 MA	bij 4 MA naar	bij 5 MA links	bij 5½ MA h.-r. naar rechts	reflexen op de utriculi zijn sterk wis- selend en niet met zekerheid aan te geven
Verb.	l. hand	O	a	bo	be	O	be						?	?		
10	r. hand	O	V	bo	be	O	bo	1.4 MA	be	2.3 MA	bo	3.5 MA	bij 3.4 MA naar	bij 4-5 MA links	bij 5 MA h.-r. naar rechts	Wordt bij 7½ MA erg duizelig
Bo.	l. hand	O	a	bo	be	O	be						be	bo		

TABEL II

Naam	Kathode op linker oor Anode op rechter oor							M A	Ka. ooren An. pols	M A	An. ooren Ka. pols	M A	Valneiging		Ny	
	hoofd		lichaam													
11 J. de L. v. W.	r. hand	I A	I B	II	III	IV	V	2-3 M A	IV	4	IV	5-6	Ka. op l. oor	An. op r. oor	bij 5-7 M A h.-r. naar links	De afwijking in proef IV (kathode op de ooren) zijn vrij sterk, die met anode op de ooren veel minder
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bij 3-4 M A naar	bij 4 M A rechts		
12 Ha.	r. hand	O	a	be	bo	O	be	3 M A	be	3-4	bo	4-5	bij 3-4 M A naar	bij 4-5 M A rechts	bij 5-6 M A h.-r. naar links	
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
13 G. de L: v. W.	r. hand	O	a	be	bo	O	be	2-3 M A	be??	3-5	bo??	6	bij 3 M A naar	bij 4 M A rechts	bij 5 M A h.-r. naar links	De afwijkingen in proef in IV zijn zeer twijfelachtig, ontbreken eigenlijk.
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo???			
14 v. d. L.	r. hand	O	a	be	bo	O	be	2-4 M A	be?	3-4	?	4-5-8	bij 2-3 M A naar	bij 4 M A rechts	bij 6-6 1/2 M A h.-r. naar links	Proefpersoon wordt bij 6 M A duizelig, geeft niet juist meer aan. Bij 10 M A sterke duizeligheid, bleekzien.
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						?			
15 E	r. hand	O	a	be	bo	O	be	4-5 M A	be	4-5	bo	4-5	bij 4 M A naar	bij 6 M A rechts	bij 7 1/2 M A h.-r. naar links	De valneiging is vrij sterk. Bij 5 M A spoor van Nystagmus, bij 7 1/2 M A vrij sterk. Begin van duizeligheid.
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
16 Ol	r. hand	O	a	be	bo	O	be	2-3 M A	be	3-4	bo	4-5	bij 3-4 M A naar	bij 4-5 M A rechts	bij 5-6 M A h.-r. naar links	
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
17 Wie	r. hand	O	a	be	bo	O	be	2-5 M A	be	2-4	bo	3-5	bij 2-4 M A naar	bij 4-6 M A rechts	bij 5-7 M A h.-r. naar links	De reacties in proef IV met Anode op de ooren zijn gering.
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
18 Bla	r. hand	O	a	be	bo	O	be	2-4 M A	be?	4	bo	4-5	bij 4 M A naar	bij 6 M A rechts	bij 6-7 M A h.-r. naar links	
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
19 Sm	r. hand	O	a	be	bo	O	be	1-4 M A	be	3-4	bo	5	bij 3-4 M A naar	bij 4-5 M A rechts	bij 6 M A h.-r. naar links	
	l. hand	O	V	be	bo	O	bo						bo			
20 Bro	r. hand	O	a	be	bo	O	be	1-4 M A	be	3-5	bo?	4-5	bij 3-5 M A naar	bij 6 M A rechts	bij 6 M A h.-r. naar links	Proef IV (Anode ooren) zwak.
	l. hand		V	be	bo	O	bo						bo?			

ZIE TABEL I

ZIE TABEL I

standen, alhoewel dan minder sterk.

De anode-prikkeling is dus waarschijnlijk zwakker dan de kathode-prikkeling.

Proef I A, uitgevoerd in de maximum- en minimum-drukstanden van den sacculus-otoliet, gaf aan de kathode-zijde altijd miswijzen naar buiten.

In den minimum-drukstand zou dit te verklaren zijn, doordat de reflex dan — in den zin zooals ik vroeger beschreven heb — sterker tot uiting komt.

Neemt het hoofd echter een dusdanigen stand in de ruimte in, dat de sagitta der kathode-zijde in zijn maximum drukstand staat, dan zou men eerder een naar binnen wijzen verwachten.

De verklaring voor het naar buiten miswijzen in beide gevallen, zou ik nu als volgt willen geven.

Is het hoofd zoo geplaatst, dat de sacculus-otoliet zich in zijn minimum- of maximum-drukstand bevindt, dan maken de beide horizontale booggangen een hoek met de horizontaal, die even groot is als de hoek waarom men het hoofd heeft gedraaid.

De graadboog blijft in het horizontaal-vlak; was dus de afwijking als gevolg van de booggangprikkeling eerst bijvoorbeeld a , door den veranderden hoofdstand (het functie-vlak van de horizontale kanalen is dus ook medegedraaid) is zij kleiner geworden en is nu $a \cos \delta$, als δ de draaiingshoek voorstelt.

De afwijking als gevolg van otolietprikkeling zal nu gaan overheerschen en de hand dus aan de kathode-zijde naar buiten doen afwijken. Dat in proef I A, uitgevoerd met de linkerhand, miswijzen naar binnen ontstaat in de maximum- en minimum-drukstanden der sagittae, is op geheel analoge wijze te verklaren.

Ik laat daarom bij het galvanisch onderzoek proef I A niet in den maximum- of minimum-drukstand der sacculus-otolieten uitvoeren. Geeft de proef bij de normale positie van het hoofd geen afwijkingen, dan bewijst dit reeds, dat de sagittae normaal functioneeren.

Het is mij verder gebleken, dat bij sterker stroomen „altijd”, ook in proef I A, afwijkingen optraden, gericht naar de anode.

De stroom moest hiervoor minstens 5 M.A. (meestal echter sterker) zijn en de afwijking was altijd het sterkst in de hand aan de kathode-zijde.

De proefpersonen die dit reeds bij geringer stroomsterkten vertoonden, werden ook meestal spoediger duizelig dan de anderen.

Hieruit meen ik de conclusie te mogen trekken, dat de reflexen, afhankelijk van booggangprikkeling, bij groote stroomsterkten gaan overwegen over de reflexen als gevolg van otolietprikkeling.

Alle proefpersonen hadden bij het onderzoek een metaalsmaak in den mond, wat aan prikkeling van den Nervus Chorda Tympani moet worden toegeschreven. Van prikkeling van andere zenuwen (N. facialis, N. Trigemini) heb ik echter nooit eenig verschijnsel waargenomen.

Dit heeft echter bij mij de vraag doen rijzen of er ook in den Nervus Cochlearis niets zou gebeuren.

Om deze vraag te beantwoorden, heb ik bij eenige proefpersonen de volgende proef uitgevoerd.

In de beide gehoorgangen werd een slang geplaatst. Deze beide slangen kwamen door middel van een glazen, T-vormigen verbindingsbuis in één slang samen, aan het uiteinde waarvan een trechter bevestigd was (een stethoscoop is voor dit doel ook te gebruiken). Voor de trechter werd nu een trillende stemvork geplaatst en de proefpersonen (beide ooren waren normaal) hoorden deze in beide ooren even sterk. Dit veranderde niet als de galvanische stroom werd doorgevoerd van het eene oor naar het andere, noch als de kathode of anode op beide ooren geplaatst was.

Ik heb deze proeven slechts bij enkele proefpersonen gedaan, zeker veel te weinig om hieruit een conclusie te trekken; ze zouden er echter toch op wijzen dat ook de N. Cochlearis door den galvanischen stroom niet wordt geprikkeld.

Vergelijken wij nu de reflexen der booggangen (door galvanisatie) met de reflexen die ontstaan bij uitspuiten der ooren met koud of warm water, die ik als bekend veronderstel, dan blijkt dat de anode zich verhoudt als een prikkel door het koude, de kathode als een prikkel door het warme water.

Dit heeft mij nu op de gedachte gebracht eens na te gaan wat er gebeuren zal, als men gelijktijdig de beide ooren uitspuit en den galvanischen stroom laat doorgaan. Spuit men het eene oor uit met koud water, het andere met warm water, dan ontstaan in de beide booggangstelsels reacties, die elkaar versterken; het otolieten-systeem wordt echter niet geprikkeld.

Bij het doorvoeren van den galvanischen stroom, treden reflexen op, die afhankelijk zijn zoowel van booggangen als otolieten. Verloopen nu de reacties door galvanisatie opgewekt, inderdaad zooals door Quix is aangegeven, dan moet men door doelmatige

plaatsing der polen de booggangreacties, veroorzaakt door het uitspuiten — die men nu wel als vaststaande mag aannemen — door galvanisatie kunnen opheffen.

Men houdt dus de reacties als gevolg van otolietprikkeling over.

Bij deze proeven ben ik nu als volgt te werk gegaan.

Voor het uitspuiten gebruikte ik twee statokinetes, de een gevuld met koud water (32° — 33°), de andere met warm water water ($\pm 40^{\circ}$ — 42°).

Het verschil van beiden met de lichaamstemperatuur was ongeveer gelijk.

Het rechter oor wordt nu bijvoorbeeld met koud, het linker oor met warm water uitgespoten. Het hoofd helt iets achterover.

Het gevolg van het uitspuiten zal zijn, dat in het rechter horizontale kanaal een ampullo-fugalen, in het linker een ampullo-petalen endolymphestroom ontstaat, die elkaar versterken. In de vertikale booggangen ontstaan rechts ampullo-petale, links ampullo-fugale endolymphestroomingen. Om de reacties, die hierdoor ontstaan, nu op te heffen, moet men de kathode op het rechter, de anode op het linkeroor plaatsen. Bij galvaniseeren ontstaat dan een toestand in het kinetisch orgaan, overeenkomend met endolymphestroomingen, tegengesteld aan die door het uitspuiten opgewekt. De reacties die ontstaan zijn dus ook tegengesteld aan elkaar.

Liet ik nu tijdens het uitspuiten de wijsproeven uitvoeren, dan zag ik de volgende afwijkingen:

Proef		rechterhand.	linkerhand.
		bu.	bi.
IA			
„	IB	a.	v.
„	II	be.	be.
„	III	bo.	bo.
„	IV	o.	o.
„	V	be.	bo.

(Afkortingen als vroeger aangegeven.)

Verder bestond er een horizontaal-rotatorische Nystagmus bij zien naar links. Waren de reacties door middel van de wijsproeven aangetoond, dan werd de galvanische stroom doorgevoerd. Bij het uitvoeren van Proef IA werden de afwijkingen naar buiten nu geleidelijk minder om tenslotte nul te worden. Dit was

meestal bij ± 7 M.A. Men mag nu echter niet zeggen, dat de booggangreacties als gevolg van galvanisatie en uitspuiten elkaar opheffen en wel om den volgende reden. Door het uitspuiten ontstond, bijvoorbeeld voor den rechterhand, miswijzen naar buiten.

Door de galvanisatie wordt zoowel de otoliet als de booggang geprikkeld. De kathode staat op het rechter oor, door een verhooging der abductorentonus zal dus, zooals ik vroeger beschreven heb, miswijzen naar buiten ontstaan. De reacties als gevolg van booggangprikkel zullen de hand naar binnen willen doen afwijken (naar de anode).

Er zijn dus twee factoren die de rechterhand naar buiten bewegen: de booggangreflex door het uitspuiten veroorzaakt en de reflex, als gevolg van galvanische otolietprikkeling. De reflex, door galvanische booggangprikkeling, zal de hand naar binnen bewegen, is dus de afwijking in proef IA nul geworden, dan moeten deze reflexen dus met elkaar in evenwicht zijn.

Is deze redeneering juist dan moet dus de booggangreactie door galvanisatie op dat oogenblik sterker zijn dan die, opgewekt door het uitspuiten.

We moeten dit dan kunnen aantoonen in proef IB. Proef IB wordt immers uitgevoerd in het functievlak der sagittae, de afwijking als gevolg van otolietprikkeling komt dus niet tot uiting, het evenwicht dat in proef IA bestond is dus verbroken. Inderdaad zien wij dan ook bij het uitvoeren van proef IB miswijzen naar voren met de rechterhand, naar achter met de linkerhand. Dit bewijst ons, dat op het oogenblik dat in Proef IA geen afwijking meer bestaat, de reflexen opgewekt door den galvanischen stroom sterker zijn dan die, opgewekt door het uitspuiten der ooren.

Omgekeerd echter kan men den galvanischen stroom zoo lang versterken, totdat in Proef IB geen afwijking meer bestaat.

Op dit oogenblik zijn dus de reacties als gevolg van galvanische en calorische booggangprikkeling met elkaar in evenwicht en moet dus in proef IA de reflex door otolietprikkeling kunnen worden aangetoond.

Inderdaad bleek dit het geval te zijn. Bij 5 m.A. bestond in proef IB geen afwijking meer, in proef IA echter met de rechterhand miswijzen naar buiten, met de linkerhand naar binnen. Versterkt men den stroom tot ± 10 m.A., dan gaan de galvanische booggangreacties weer overheerschen. Plaatst men de kathode op het linker, de anode op het rechter oor en laat men tijdens het uitspuiten

(rechts koud water, links warm water) den galvanischen stroom doorgaan, dan zien we direkt een versterking der reacties, valneiging, gevoel van duizeligheid en een sterken Nystagmus.

Wat betreft de reflexen op de oogen heb ik het volgende waargenomen: Tijdens het uitspuiten bestond een duidelijk horizontaal-rotatorische nystagmus bij zien naar links. Observeert men nu de oogen als men ook den galvanischen stroom laat doorgaan (en versterkt), dan ziet men den nystagmus minder worden om ten slotte te verdwijnen. Dit oogenblik komt ongeveer overeen met het oogenblik waarop in proef IB geen afwijking meer bestaat.

De raddraaiing door otolietprikkeling heb ik niet kunnen waarnemen. Merkwaardig was ook, dat bij deze proeven bij geen der proefpersonen duizeligheid of valneiging bestond, terwijl zij zich ook na afloop geheel wel bevonden.

Bij enkelen heb ik toen nog eens de ooren uitgespoten (zonder gelijktijdige galvanisatie); ze werden toen echter al vrij spoedig duizelig en hadden sterke valneiging. Van deze proeven, die in zekeren zin als contrôle op de vroeger beschrevenen kunnen dienen, heb ik er ongeveer 10 uitgevoerd. Ze verliepen allen op dezelfde wijze als beschreven is; kortheidshalve wil ik slechts de resultaten, gevonden bij 5 proefpersonen, mededeelen.

1. V.

Rechter oor: koud water.

Linker oor: warm water.

Reeds bij 300 cc. duidelijke reacties:

		rechterhand	linkerhand
Proef	I A	bu.	bi.
"	IB	a.	v.
"	II	be.	be.
"	III	bo.	bo.
"	IV	o.	o.
"	V	be.	bo.

Nystagmus: hor-rot. bij zien naar links.

Kathode op rechter oor.

Anode op linker oor.

Bij 5 M.A.: afwijkingen in de proeven IB, II, III, (IV), V = 0.

Proef I A: rechterhand bu.; linkerhand bi. Geen Nystagmus.

Bij 6—7 M.A. Proef I A rechts en links 0. De andere proeven als volgt: Geringe hor.-rot. Ny. naar rechts.

		rechterhand	linkerhand
Proef	I B	v.	a.
"	II	bo.	bo.
"	III	be	be
"	IV	O	O
"	V	bo.	be.

Bij 10 M.A. zijn deze afwijkingen veel sterker en bestaan er ook in Proef I A afwijkingen en wel met de rechterhand naar binnen, met de linker naar buiten. De Nystagmus naar rechts is sterker geworden en er is valneiging naar links ontstaan. Plaatste ik de anode op het rechter, de kathode op het linkeroor, dan ontstond reeds bij 2—3 M.A. vrij sterke valneiging en Nystagmus.

2. M.

Calorische reacties als bij 1, bij 400 cc. Bij $5\frac{1}{2}$ —6 M.A. geen afwijkingen meer in proef I B, II, III, (IV), V. Geen Ny. In proef I A rechts bu., links bi.

Bij 7 M.A. Proef I A = 0, de andere proeven als onder 1. Geringe Ny.

Bij 10—20 M.A. zeer sterke galvanische booggangreacties.

Vermindert men de stroomsterkte (tot 0) dan gaan de calorische reacties weer langzamerhand overwegen om tenslotte weer even sterk te zijn als voor de galvanisatie. Laat men in dit geval den proefpersoon direkt na afloop der proef met gesloten oogen lopen dan wijkt hij af naar rechts (heeft ook valneiging).

3. Ho.

Opstelling proef als bij 1.

Bij 700 cc. calorische reacties.

Bij 4 M.A. zijn deze reacties opgeheven en bestaat nog slechts miswijzen in proef I A (rechts bu., links bi.).

Bij 5 M.A.: Proef I A = 0, de afwijkingen in proef I B zwak, in proef II, III, (IV), V nauwelijks aantoonbaar, allen gericht als bij geval 1.

Geen Nystagmus.

Bij 7 M.A. valneiging naar de anode, nystagmus naar rechts.

4. B. Opstelling als bij 1.

Het verloop der proef is geheel analoog aan geval 1.

5. He.

Opstelling als bij proef 1.

Bij 5 M.A.: Proef I B, II, III, (IV), V = o.

Proef I A: rechts bu, links bi.

Bij 7 M.A. Proef I A: r. en l. = o, de andere proeven vertoonen afwijkingen geheel overeenkomend met galvanische prikkeling (zie 1). Geringe Ny.

Bij 8 M.A.: Proef I A rechts bi, links bu, de andere proeven vertoonen dezelfde afwijkingen als bij 7 M.A., doch iets sterker valneiging naar links. Geringe Ny. De Nystagmus wordt bij 9 M.A. sterker. Omkeeren van den stroom geeft reeds bij 2—3 M.A. versterking der calorische reacties.

Ook deze proeven wijzen er dus op, dat de verklaring der verschijnselen, die ontstaan bij galvanisatie van het oor, zooals zij door Quix gegeven is, op een juisten grondslag berust.

Bij het onderzoek van het vestibulair orgaan, door middel van den galvanischen stroom, doet zich de vraag voor of het mogelijk is ieder oor afzonderlijk te prikkelen.

Ik heb getracht dit vraagstuk op de volgende wijze op te lossen:

Bij een proefpersoon plaatste ik de kathode op het rechteroor, de anode op den gelijkzijdigen pols. Bij galvanisatie vertoonden de vingerwijsproeven, uitgevoerd met de rechterhand, duidelijke afwijkingen volgens den regel, aan de linkerzijde bijna niet.

De stroomsterkte was van 2—12 M.A. (bij sterker stroom wordt de onderzochte duizelig en is de valneiging te sterk).

Plaatste ik nu de anode op den linker pols, dan ontstonden ook in de linkerhand duidelijke afwijkingen, evenwel minder sterk dan rechts.

Om een eventueele invloed van rechtshandigheid uit te sluiten plaatste ik de kathode op het linker oor, de anode respectievelijk op den linker en rechter pols. De resultaten waren echter geheel analoog.

Dit zou er op kunnen wijzen, dat men door deze wijze van plaatsing der electroden ieder oor afzonderlijk zou prikkelen, bewijst het evenwel in geen deele.

De reflexen, die opgewekt worden in de ongelijkzijdige hand, kunnen opgewekt worden uit het geprikkelde labyrinth. Zij zijn dan, zooals ook in de door mij uitgevoerde proef, zwakker.

Het is echter ook heel goed mogelijk, dat ze vanuit het andere vestibulair orgaan worden opgewekt, d.w.z. dat ook dit oor ge-

prikkeld wordt. Bij deze plaatsing der polen heeft men sterker stroomen noodig dan bij de vroeger beschreven plaatsing der elektroden; pas bij 4—5 M.A. komen de reflexen tot uiting.

Stonden de elektroden gekruist, (rechter oor en linker pols of omgekeerd), dan worden de afwijkingen bij 7—9 M.A. in de ongelijkzijdige hand (staat een deel der polen op het rechter(linker) oor, dan is dit de linker (rechter) hand) zoo sterk, dat het onmogelijk was, nog aan te nemen dat ze afhankelijk waren van het geprikkelde oor.

Ik heb uit deze proeven de conclusie getrokken, dat het niet mogelijk is door middel van den galvanischen stroom een oor afzonderlijk te prikkelen.

Toevalligerwijze had ik het geluk een patiënt te kunnen onderzoeken, die door een auto-ongeval was getroffen. Bij het onderzoek bleek zijn linker labyrinth totaal verwoest (gehoor geheel verdwenen, niet calorisch prikkelbaar), de functie van het rechter vrij sterk verminderd te zijn. De Röntgen-photo vertoonde een schedelbasisfractuur, die links dwars door het labyrinth verliep.

Ik heb bij dezen patiënt nu het galvanisch onderzoek in al zijn variaties uitgevoerd.

Ik zal echter den lezer het volledig verslag dezer proeven besparen; het moge voldoende zijn de volgende conclusies te vermelden, die uit dit leerzame geval te trekken waren.

Plaatst men de in tweeën gesplitste kathode op de ooren, de anode op de pols (of omgekeerd) dan is het resultaat hetzelfde alsof bij twee normale ooren de kathode op het eene, de anode op het andere oor geplaatst is, slechts minder sterk.

Bij verlies van een labyrinth krijgt men dus het resultaat van prikkeling van het nog functioneerende oor met een pool, waarbij de lapillus reflexen eveneens optreden, alhoewel minder sterk dan in het geval dat beide ooren normaal zijn. Prikkelen wij met verschillende polen dan ontstaan dezelfde reflexen, doch in omgekeerde richting.

Prikkelen we nu het labyrinth met een pool, terwijl de andere op den arm is geplaatst aan de zijde van het verwoeste labyrinth, dan zien we reacties ontstaan als de eene pool op het nog functioneerende, „doch ook als zij op het verwoeste labyrinth” is geplaatst.

Het resultaat is echter in het laatste geval zwakker.

Hieruit mogen we wel met zekerheid besluiten, dat het niet

mogelijk is één oor door den galvanischen stroom te prikkelen.

Samenvattend komen wij tot het volgende resultaat.

De reacties, opgewekt door galvanisatie van een oor met verdwenen vestibulair orgaan, zijn afkomstig van de niet uit te sluiten galvanisatie van het andere, nog functioneerende oor. De reacties zijn hetzelfde, slechts minder sterk.

Een analoon hiervan vinden wij in de voortplanting van het geluid door de beengleiding bij het onderzoek der gehoorschepthe.

De uitval van de reacties bij galvanisatie van de ooren met gelijknamige pool, terwijl de andere ergens op het lichaam geplaatst is, stellen ons in staat na te gaan of de functie geheel of gedeeltelijk verloren is.

Het is mogelijk, dat een vestibulair orgaan niet meer prikkelbaar is door draaiing of calorisch, terwijl het dan nog wel reageert op den galvanischen stroom.

De verklaring hiervoor is gelegen in het feit, dat door galvanisatie geen mechanische veranderingen ontstaan, doch dat bij deze wijze van prikkeling de geleidbaarheid der zenuw vermeerderd of verminderd wordt.

Ik wil dit hoofdstuk besluiten door er nogmaals op te wijzen, dat het galvanisch onderzoek te samen met het onderzoek naar spontane afwijkingen ons een vrijwel volledig beeld kan geven van den toestand van het vestibulair orgaan in al zijn elementen en daarom in alle voorkomende gevallen uitgevoerd dient te worden.

HOOFDSTUK V.

De compensatorische verandering van den oogstand als functie der otolieten.

Het was reeds lang bekend, dat, wanneer het hoofd ten opzichte van den romp onveranderlijk blijft, doch standen inneemt, die verkregen worden door draaiing om verschillende assen, die in het horizontale vlak loopen, geleidelijk volgende oogbewegingen plaats vinden in eene richting tegengesteld aan de hoofdbeweging en dat met een bepaalden stand van het hoofd telkens een bepaalde stand van de oogen overeenkomt. Het is door vele onderzoekers reeds lang bewezen, dat deze compensatorische oogbewegingen reflectorisch van uit de labyrinthen worden opgewekt. Als doel van deze tonische oogspier-contracties nam men aan, dat door de oogbewegingen reflectorisch een juiste optische instelling van de bliklijnen van beide oogen zou worden verkregen.

Hunter was een der eersten die deze oogbewegingen beschreef. Hij was van meening, dat de oogen weer spoedig in den normalen stand terugkwamen, ook al bleef het hoofd in den eenmaal aangenomen stand.

Müller bestreed dit laatste echter, terwijl Hueck meende, dat slechts hoofddraaiing tot $25-30^\circ$ volledig gecompenseerd werd; daarboven zou het oog de hoofdbeweging volgen.

Mulder vond geen evenredigheid tusschen hoofd- en bulbusdraaiing, hetgeen door Nagel werd bevestigd door middel van dezelfde onderzoekingsmethode (bepaling van de blinde vlek) als waarmede Contejean en Delmas (Arch. de physiol. 6. 687, 1894) het niet bestaan der raddraaiingen hadden willen aantonen. Naast onderzoekingen bij den mensch werden voor het onderzoek meestal

konijnen gebruikt, daar bij deze dieren de oogbeweging goed te meten was.

v. Graefe had dit reeds opgemerkt en bepaalde in 1854 de compensatorische oogbewegingen bij kopdraaiingen om de bitemporale as. Hij toonde aan dat de oogafwijkingen ook bij blinde dieren en na doorsnijding der Nn optici ontstonden.

Breuer deelde eenige jaren later mede, dat dit ook bij blinde menschen waar te nemen was en vatte de compensatorische bewegingen der oogen op als otoliet- en wel als lapillus-reflexen. Ewald beschreef tonische halsreflexen op de oogen zonder ze echter als zoodanig te herkennen, terwijl Barany in 1907 bij konijnen aantoonde, dat bij gefixeerde kop door rompbeweging veranderingen van den oogstand ontstonden. Een volledige verklaring kon er echter niet voor gegeven worden.

Rothfeld onderzocht de compensatorische oogbewegingen bij konijnen bij draaiingen om de bitemporale as in een quadrant, zonder echter de tonische halsreflexen hierbij uit te schakelen.

Högyes, die de oogbewegingen bestudeerde na eenzijdige labyrinth-extirpatie, gaf als zijn meening te kennen, dat ieder labyrinth reflectorisch met beide oogen verbonden was. Dit is later door Biehl, die proeven op schapen en paarden had verricht, bevestigd. Hij was de meening toegedaan, dat bij normale dieren in zijdeligging oogafwijkingen ontstonden, veroorzaakt van uit het onderliggende labyrinth.

Delage (Arch. de Zoolog. exper. (4) 1 (1903)) heeft getracht de compensatorische oogbewegingen bij zichzelf vast te stellen, door zich, onbeweeglijk vastgebonden in een stoel, om een sagittale as te laten draaien. Hij vond dat met een bepaalden stand van het hoofd geen bepaalde raddraaiing der oogen overeenkwam, doch dat de hoek waarom de oogen gedraaid waren in het algemeen verschillend was als het hoofd naar rechts of links gedraaid werd.

Deze meening van Delage, dat met een bepaalde draaiing van het hoofd, beide oogen weliswaar in dezelfde richting, doch in het algemeen verschillend groote draaiingen uitvoerden (ter compensatie van de hoofddraaiing) werd niet gedeeld door Angier (Zeitschr. f. Psychol. und physiol. der Sinnesorg. 37, 1905), die bij zichzelf en anderen dezelfde onderzoekingen verrichtte, door middel van nabeelden.

Onze landgenooten van der Hoeve en de Kleyn hebben bij konijnen, door middel van kinematographische opnamen, den bij

bepaalde hoofdstanden behoorenden oogstand bestudeerd en deze door metingen in curven vastgelegd.

Zij hebben in hun proeven de kop van het konijn ten opzichte van het lichaam onbeweeglijk gelaten, om te voorkomen dat vanuit halswervels en halsspieren eveneens reflectorisch oogbewegingen worden opgewekt.

Zij lieten het hoofd van het konijn nu draaien om de bitemporale, occipito-caudale en dorso-ventrale as, wanneer deze laatste eerst door een draaiing van 90° terzijde, horizontaal was geplaatst en hebben voor elke draaiing een waarneming gepubliceerd en slechts bij één konijn.

Quix heeft nu voor het konijn de afhankelijkheid dezer compensatorische oogbewegingen van de otolieten bewezen. Door vergelijking van zijne drukkrommen (na enkele correcties) met de curven door van der Hoeve en de Kleyn vervaardigd, is hij tot de volgende conclusies gekomen.

1. De raddraaiingen der oogen die bij het konijn optreden bij draaiing van het hoofd, zijn afhankelijk van de utriculus-otolieten. De lapilli werken synergistisch en wel zoodanig, dat drukvermeerdering een tonusverhooging veroorzaakt in de beide Mm. obliqui inferiores gepaard gaande met tonusvermindering in de Mm. obliqui superiores. Drukvermindering der lapilli heeft de omgekeerde uitwerking.

Deze voorstelling der oogbeweging door de werking van slechts twee spieren is echter slechts eene schematische. In werkelijkheid zal er een zeer gecompliceerde oogspierwerking moeten plaats hebben om het oog, al is het op nog zoo eenvoudige wijze, te bewegen. Het mechanisme der oogbolbeweging kan hier echter niet besproken worden.

2. Vertikale oogverplaatsingen bij hoofddraaiingen zijn bij het konijn afhankelijk van de sacculus-otolieten en wel zoodanig, dat drukvermeerdering in een sagitta tonusvermeerdering in den Musc. Rectus inferior, gepaard gaande met tonusvermindering van den Musc. Rectus superior van het gelijkzijdige oog, veroorzaakt.

Op het tegengestelde oog is de invloed juist omgekeerd.

De sagittae werken dus op de oogen als antagonisten doordat elke otoliet de oogen in tegenovergestelde richting beweegt, het gelijkzijdige naar beneden, het andere naar boven.

3. De reflectorische oogbewegingen bij draaien van het hoofd houden op, zoodra de otolieten buiten druk zijn, zoodra we dus in

het gebied van de blinde vlek van het statisch systeem komen.

4. Elk otolieten-systeem (d.w.z. lapilli of sagittae) veroorzaakt slechts een oogbeweging.

Deze is slechts enkel als compensatorisch te beschouwen bij draaiing om een enkele as. Voor de lapilli is dit de raddraaiing bij bewegingen om de bitemporale, voor de sagittae de verticale oogbeweging bij draaiing om de sagittale as. De oogbewegingen die ontstaan bij hoofddraaiingen om elke andere willekeurige as in het horizontale vlak zijn niet als compensatorisch te beschouwen, doch als een schadelijke physiologische bijwerking der otolieten-functie. De ligging der otolieten in den schedel is echter een dusdanige, dat deze bewegingen zoo klein mogelijk gehouden zijn.

Van meer recenteren datum zijn onderzoekingen van Lorento de N6 (Acta Oto-Laryngologica IX, 1-2, bldz. 163, 1926), die op aanwijzing van Barany de oogbewegingen door middel van de geïsoleerde oogspieren naging.

Hij praepareerde de oogspieren met een stukje sclera vrij van den oogbol en verbond ze door middel van een draad aan een hefboompje, dat langs een verdeelde schaal kon bewogen worden.

Vervolgens bracht hij het hoofd (de proeven werden uitgevoerd bij konijnen) in verschillende standen en las de lengte der spieren af.

Op deze wijze heeft hij de verandering der spierlengte bestudeerd bij bewegingen van het hoofd om de drie assen, zooals dit door v. d. Hoeve en de Kleyn was gedaan en de resultaten voor de zes oogspieren in krommen vastgelegd. De invloed der otolieten op de oogbewegingen, zooals dit door Quix is aangetoond, neemt hij echter niet aan, noch wordt een andere verklaring door hem gegeven. Bovendien beschouwt hij in zijn publicatie de theorieën van Magnus, de Kleyn, Quix en anderen scherp kritisch.

Houben en Struycken hebben de compensatorische raddraaiing der oogen bij normale en ziekelijke toestanden nog nader bestudeerd. Zij bezigden hiervoor een toestel, dat door middel van een *band op het hoofd, voor de oogen bevestigd werd. De raddraaiingen* werden nagegaan door de draaiing der zich op de sclera bevindende bloedvaatjes af te lezen. Door middel van lenzen werden deze vergroot en door een bepaalde inrichting konden op deze wijze draaiingen vanaf $\frac{1}{2}$ graad reeds afgelezen worden.

Zijn dus de oogbewegingen in aard, richting en grootte reeds door vele onderzoekers nagegaan en beschreven en zijn de opvat-

tingen over het ontstaan nog niet in overeenstemming met elkaar, voor den mensch heeft men den invloed der otolieten op de oogbewegingen nog niet aangetoond.

Bouwend op de door Quix opgeworpen otolieten-theorie heb ik nu getracht dezen invloed aan te toonen door middel van nabeelden, nadat de otolieten door den galvanischen stroom geprikkeld waren. Het is niet zoozeer de bedoeling geweest nauwkeurig de oogbewegingen te bepalen, doch slechts de afhankelijkheid dezer oogbewegingen van de otolieten aan te toonen en wel in den zin, zooals in Hoofdstuk II beschreven is. Ik ben op de volgende wijze te werk gegaan.

Een ongeveer 25 cM. breeden band werd cirkelvormig gebogen en wel zoo, dat de beide oogen ongeveer in het centrum geplaatst konden worden. Op deze band is nu, uitgaande van een ongeveer 15 cM. breede nullijn, die horizontaal geplaatst was, naar boven en beneden een verdeling in graden (tot $\pm 50^\circ$) aangebracht.

Ik gebruikte voor dit doel een perimeter, zooals deze in de oogheelkunde in gebruik is, waarvóór ik de schaal bevestigde. Door middel van een terzijde bevestigde schuifinrichting kon vóór de schaal (d.w.z. tusschen oogen en schaal) een plankje geschoven worden, dat door middel van een spiraalveer plotseling weer weggetrokken kon worden.

Op dit plankje nu was, op een rood veld, een ongeveer 2 mM. breede groene lijn aangebracht en wel op dusdanige wijze, dat deze juist de nullijn der schaal bedekte als het plankje vóór de schaal geschoven was. Afbeelding 6 geeft een schematisch overzicht van schaal en schuifinrichting.

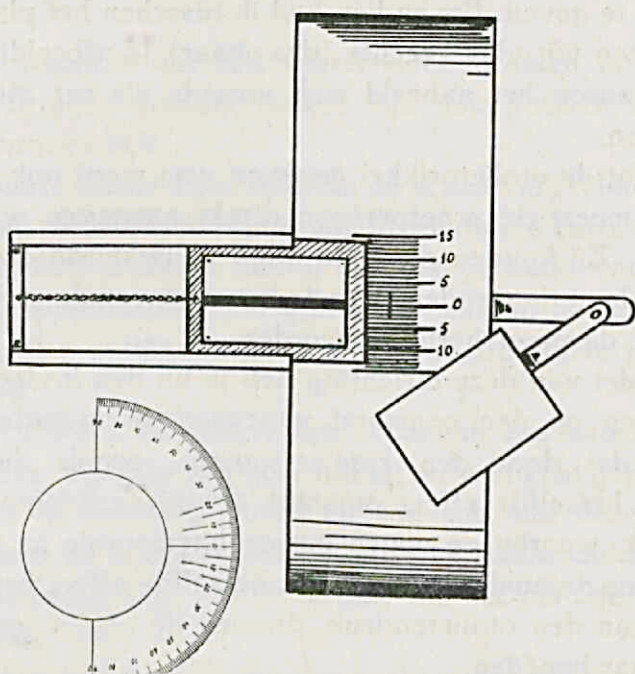
Deze groene lijn liet ik nu door den proefpersoon eenigen tijd fixeeren, waarna het plankje plotseling weggetrokken werd.

Op de nu zichtbaar geworden schaal vormde zich voor den proefpersoon een rood nabeeld (lijn), precies samenvallend met de nullijn.

Ik heb voor dit doel een groene lijn op een rood vlak gekozen omdat mij, bij van te voren verrichte onderzoeken gebleken was, dat hiervan een zeer duidelijk en scherp nabeeld ontstond, dat bovendien vrij lang bleef bestaan.

Liet ik nu den proefpersoon een nabeeld vormen en gaf ik hem daarna een otolietprikkel, dan bleek dit nabeeld zich te verplaatsen naar boven of beneden.

Voor de otolietprikkeling maakte ik gebruik van den galva-



Afb. 6. b.

nischen stroom en wel door op de beide ooren de in tweeën gesplitste anode of kathode te plaatsen. De andere pool werd op een der polsen bevestigd. Op deze wijze verkreeg ik dus slechts een prikkeling der utriculus-otolieten, zooals in het vorige hoofdstuk uitvoerig is besproken.

Daar bij het plotseling doorgaan van den stroom hoofdbewegingen ontstonden die het onderzoek hinderlijk stoorden, heb ik het hoofd van den proefpersoon gefixeerd door dezen te laten bijten in een stuk gummi, hetwelk aan een metalen plaat bevestigd is. Deze plaat wordt door middel van twee stangen in een steunblok bevestigd, waartegen het achterhoofd gebracht wordt. Zijdelingsche hoofdverschuiving wordt tegengegaan door twee, aan deze stangen bevestigde steunkussentjes.

Bovendien bleek bij de eerste proefnemingen dat het nabeeld zich verplaatste onder invloed van actieve oogbewegingen, die ontstonden doordat de onderzochten het nabeeld wilden fixeeren. Ik heb getracht dit tegen te gaan door sterke convexe lenzen voor de oogen te plaatsen; evenwel konden de onderzochten dan niet meer de juiste plaats van het nabeeld op de schaal aangeven. Ik heb echter deze moeilijkheid kunnen ondervangen door de proefpersonen niet te laten convergeeren. De schaalverdeling wordt dan wel wazig, doch is nog duidelijk genoeg om den stand van het

nabeeld aan te geven. Bovendien had ik tusschen het plankje en de schaal nog een wit vlak (rechts (draaibaar) in afbeelding 6) aangebracht, waarop het nabeeld zich vormde als het plankje werd weggetrokken.

Even nadat de otolietprikkel gegeven was werd ook dit weggetrokken en moest de proefpersoon direkt aangeven waar hij het nabeeld zag. Zij konden dit bijna altijd nauwkeurig doen; duurde het echter te lang dan traden weer de bovengenoemde verplaatsingen op en moest de proef herhaald worden.

Door middel van deze inrichting heb ik nu den invloed der utriculus-otolieten op den oogstand nagegaan en inderdaad kunnen aantoonen, dat door den katelectrotonus, zooals die boven is beschreven, hetzelfde effect ontstaat als bij verhooging van den otolietendruk, waarbij de oogen om de bitemporale as naar boven draaien. Door de anelectrotonus, die hetzelfde effect heeft als vermindering van den otolietendruk, draaien de oogen om de bitemporale as naar beneden.

Is het dus op deze wijze betrekkelijk eenvoudig den invloed van de utriculus-otolieten op den oogstand aan te toonen, voor de sacculus-otolieten is dit zeer moeilijk en gelukt het zelfs meestal niet.

Immers, om een effect te zien, moeten wij de sacculus-otolieten, die antagonisten zijn, prikkelen door de kathode op het eene, de anode op het andere oor te plaatsen.

Bij deze wijze van galvanisatie echter ontstaat er, afgezien van de reflexbewegingen in hals, romp en ledematen, op beide oogen een horizontale en rotatorische Nystagmus met de langzame (vestibulaire) phase gericht naar de anode.

Door de galvanische prikkeling der sagittae zal het oog draaien in het frontale vlak, met de bovenpool naar de kathode.

Zooals ik reeds vroeger beschreven heb, zullen door de combinatie van deze prikkeling van het kinetisch zintuig met die van het statisch zintuig, de reflexen op de oogen (in het frontale vlak) elkaar tegenwerken.

Zooals ik in het vorige hoofdstuk opmerkte, is het mij echter gebleken, dat bij geringe stroomsterkten de reflexen op de otolieten, bij sterker stroomen die op de booggangen overwegen en er dus Nystagmus ontstaat.

Zoodoende is het mij in enkele gevallen gelukt bij geringe stroomsterkten toch nog een invloed van de sagittae op den oogstand aan

te toonen.

Daar de sagittae het oog echter doen draaien in het frontale vlak, kon ik geen gebruik maken van mijn toestel, zooals ik dit reeds beschreven heb.

Op de eerste plaats werd daarom de schaalverdeeling veranderd, en wel zooals in de kleine figuur van afbeelding 6 (afb. 6. b.) is aangegeven. Ik heb namelijk hierbij gebruik gemaakt van een cirkelvormige schaalverdeeling (in graden), waarvan het middelpunt op het midden der nullijn (van de schaal uit de eerste proeven) geplaatst werd.

Bovendien werd de groene lijn, waarvan een nabeeld gevormd moest worden, inplaats van horizontaal nu vertikaal geplaatst op het plankje van de schuifinrichting en wel zoo, dat deze lijn precies samenviel met de bovenste helft van de vertikale middellijn van de schaal (dus gelijk was aan de straal) als het plankje hiervóór geschoven was.

Had de proefpersoon de lijn dus eenigen tijd gefixeerd, dan werd een rechtopstaand nabeeld gevormd zoodra het plankje weggetrokken werd.

De kathode werd op het eene, de anode op het andere oor geplaatst en de proef verder op dezelfde wijze uitgevoerd als ik boven beschreven heb bij het onderzoek naar den invloed der utriculus-otolieten op den oogstand.

In enkele gevallen is het mij nu gelukt de raddraaiing der oogen, als gevolg van sagitta-prikkeling, aan te toonen, doch slechts bij geringe stroomsterkte (ten hoogste 3 tot 4 M.A.).

De onderzochten zagen namelijk direkt na de galvanische prikkeling het nabeeld niet meer samenvallen met de vertikale middellijn van de schaal, doch naar rechts of links afgeweken. Het was echter niet mogelijk aan te geven hoeveel graden de afwijking bedroeg, zoodat ik slechts kon vaststellen of de lijn naar rechts of links was afgeweken. Dit is echter toch voldoende om hieruit af te leiden, dat er werkelijk een draaiing van de oogen in het frontale vlak heeft plaatsgevonden.

Bij de beschrijving der proeven wil ik nu gebruik maken van enkele afkortingen en wel de volgende:

Draaiing der oogen om de bitemporale as naar boven = bo.

Idem naar beneden = be.

Draaiing der oogen om de sagittale as (in het frontale vlak) met de bovenpool naar de kathode zijde = naar K.

Idem naar de anode zijde = naar A.

Geen afwijkingen = 0.

De proeven leverden nu de volgende resultaten op:

1. W.

Kathode ooren, anode pols.

0—2,5 M.A. = 0.

5—10 M.A. = 2° tot 3° bo.

Anode ooren, kathode pols.

5—10 M.A. = 1° be.

Kathode rechteroor, anode linker oor.

1—3 M.A. = 0.

Anode rechter oor, kathode linker oor.

1—3 M.A. = 0.

3—10 M.A. = 0.

2. v. L.

Ka. ooren, An. pols.

5—15 M.A. = 2° — 3° bo.

An. ooren, Ka. pols.

10 M.A. = 1° be; 5—10 M.A. = 0.

Ka. rechts, An. links.

2—3 M.A. = naar K.

An. rechts, Ka. links.

2 M.A. = naar K.

3. Ho.

Ka. ooren, An. pols.

5—20 M.A. = 2° — 3° bo.

An. ooren, Ka. pols.

5—10 M.A. = 0. 10—15 M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

Ka. rechts, An. links.

2 M.A. = naar K.

Ka. links, An rechts.

2—5 M.A. = ?

4. S.

Ka. ooren, An. pols.

5—15 M.A. = 3° bo.

An. ooren, Ka. pols.

27.5—15 M.A. = 1° — 2° be.

Ka. rechts, An. links.

1—5 M.A. = ?

Ka. links, An. rechts.

- 1—5 M.A. = ?
5. v. R.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 1° bo; 1—5 M.A. = 0.
 An. ooren, Ka. pols.
 10 M.A. = $\frac{1}{2}$ — 1° be; 1—10 M.A. = 0.
 Ka. rechts, An. links.
 2 M.A. = naar K.
 An. rechts, Ka. links.
 1—5 M.A. = ?
6. E.
 Ka. ooren, An. pols.
 10—15 M.A. = 3— 4° bo.
 5—10 M.A. = 1— 2° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 1—10 M.A. = 0.
 10—15 M.A. = $1,5^{\circ}$ be.
 Ka. rechts, An. links.
 2—5 M.A. = naar K.
 Ka. links, An. rechts.
 2—3 M.A. = naar K.
7. O.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 1° bo.
 10 M.A. = 2° bo.
 20 M.A. = ? — door de sterke prikkeling niets
 meer aan te geven.
 An. ooren, Ka. pols.
 10 M.A. = 1° be.
 15 M.A. = ?
 Ka. rechts, An. links.
 2—3 M.A. = naar K.
 An. rechts, Ka. links.
 2 M.A. = naar K.
8. Br.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 1° bo.
 10—15 M.A. = 1° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 5—10 M.A. = 0.

- 10 M.A. = 1° be.
 Ka. rechts, An. links.
 2—10 M.A. = 0. ?
 An. rechts, Ka. links.
 1—10 M.A. = ?
9. Bl.
 Ka. ooren, An. pols.
 2—10 M.A. = 0.
 12 M.A. = 1° bo.
 17 M.A. = $1\frac{1}{2}^\circ$ bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 5 M.A. = 0.
 10 M.A. = 1° be.
 15 M.A. = 1° be.
 Ka. rechts, An. links.
 2—10 M.A. = ?
 An. rechts, Ka. links.
 2—5 M.A. = naar K.
10. Sm.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 1° bo.
 10 M.A. = 1.5° bo.
 15 M.A. = 0.5° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 5—10 M.A. = 0.
 10—15 M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ be.
 Ka. rechts, An. links.
 2—4 M.A. = naar K.
 An. rechts, Ka. links.
 3—4 M.A. = naar K.
11. Po.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = $\pm 1^\circ$ bo.
 10 M.A. = 1° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 5 M.A. = 0.
 $7\frac{1}{2}$ — 10 M.A. = 1° be.
 15 M.A. = ?
 Ka. rechts, An. links.
 1—10 M.A. = ?

- An. rechts, Ka. links.
 1—10 M.A. = ?
12. Ol.
 Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 0.
 10—15 M.A. = 1° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 5 M.A. = 0.
 10 M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ — 1° be.
 Ka. rechts, An. links.
 1—5 M.A. = ?
 Ka. links, An. rechts.
 2—3 M.A. = naar K.
13. W.
 Ka. ooren, An. pols.
 1 M.A. = 0.
 $2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ bo.
 5 M.A. = 1° $1\frac{1}{2}^\circ$ bo.
 $7\frac{1}{2}$ M.A. = 1° bo.
 10 M.A. = 2° bo.
 10 M.A. = 2° bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 $7\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ be.
 10 M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ — 1° be.
 Ka. rechts, An. links.
 1—5 M.A. = ?
 An. rechts, Ka. links.
 1—5 M.A. = ?
14. E.
 Ka. ooren, An. pols.
 $2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ — 1° bo.
 5 M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ — 1° bo.
 $7\frac{1}{2}$ M.A. = $1\frac{1}{2}^\circ$ bo.
 An. ooren, Ka. pols.
 1—5 M.A. = 0.
 $5-7\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^\circ$ — 1° be.
 Ka. rechts, An. links.
 3 M.A. = naar K.
 An. rechts, Ka. links.
 2—4 M.A. = naar K.

15. v. d. L.
 Ka. ooren, An. pols.
 $5 \text{ M.A.} = \frac{1}{2}^\circ \text{ bo.}$
 $7\frac{1}{2} \text{ M.A.} = 1^\circ \text{ bo.}$
 $10 \text{ M.A.} = 1^\circ \text{ bo.}$
 An. ooren, Ka. pols.
 $1-7\frac{1}{2} \text{ M.A.} = 0.$
 $10 \text{ M.A.} = \frac{1}{2}^\circ \text{ be.}$
 Ka. rechts, An. links.
 $4-5 \text{ M.A.} = \text{naar K.}$
 An. rechts, Ka. links.
 Proefpersoon wordt duizelig en kan niets meer
 aangeven.
16. Ha.
 Ka. ooren, An. pols.
 $2\frac{1}{2} \text{ M.A.} = \frac{1}{2}^\circ \text{ bo.}$
 $5 \text{ M.A.} = 1^\circ \text{ bo.}$
 $7\frac{1}{2} \text{ M.A.} = 1\frac{1}{2}^\circ \text{ bo.}$
 An. ooren, Ka. pols.
 $1-5 \text{ M.A.} = 0.$
 $5-10 \text{ M.A.} = \frac{1}{2}^\circ - 1^\circ \text{ be.}$
 $10-15 \text{ M.A.} = ?$
 Ka. rechts, An. links.
 $3 \text{ M.A.} = \text{naar K.}$
 An. rechts, Ka. links.
 $2-5 \text{ M.A.} = \text{naar K.}$
17. de L. v. W.
 Ka. ooren, An. pols.
 $2\frac{1}{2} \text{ M.A.} = 0.$
 $5 \text{ M.A.} = \frac{1}{2}^\circ \text{ bo.}$
 $10 \text{ M.A.} = 1^\circ \text{ bo.}$
 An. ooren, Ka. pols.
 $1-15 \text{ M.A.} = 0.$
 Ka. rechts, An. links.
 $1-5 \text{ M.A.} = ?$
 An. rechts, Ka. links.
 $1-5 \text{ M.A.} = ?$
18. B.
 Ka. ooren, An. pols.
 $2\frac{1}{2} \text{ M.A.} = 1^\circ \text{ bo.}$

5 M.A. = 1° bo.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = 1° — $1\frac{1}{2}^{\circ}$ bo.

10 M.A. = 2° bo.

An. ooren, Ka. pols.

$2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

10 M.A. = 1° be.

15 M.A. = 1° be.

Ka. rechts, An. links.

3—4 M.A. = naar K.

An. rechts, Ka. links.

2—3 M.A. = naar K.

19. Ve.

Ka. ooren, An. pols.

$2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ bo.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = 1° bo.

10 M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ — 2° bo.

An. ooren, Ka. pols.

1—15 M.A. = 0.

Ka. rechts, An. links.

1—10 M.A. = ?

An. rechts, Ka. links.

1—10 M.A. = ?

20. To.

Ka. ooren, An. pols.

1—5 M.A. = 1° bo.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ bo.

10 M.A. = 2° bo.

An. ooren, Ka. pols.

5—10 M.A. = 1° bo.

Ka. rechts, An. links.

2—5 M.A. = ?

An. rechts, Ka. links.

2—5 M.A. = ?

Ik heb verder op dezelfde wijze nog tien proëfpersonen onderzocht. Bij allen vond ik, wat betreft de utriculus-functie dezelfde resultaten; de oogreacties als gevolg van galvanische prikkeling der sacculus-otolieten waren slechts bij 3 hunner duidelijk uitgesproken, bij de anderen niet aantoonbaar. Ik wil den lezer verder niet met cijfers hierover vermoeien, wel echter wil ik nog eenige contrôle-

proeven vermelden.

Bij eenige proefpersonen heb ik namelijk nog de volgende proeven gedaan. In plaats van de ooren door den galvanischen stroom te prikkelen, zoodra het nabeeld zich gevormd had, heb ik den ingeschakelden galvanischen stroom verbroken op het oogenblik, dat de proefpersoon aangaf een nabeeld te zien. Mijn verwachting, dat de resultaten nu juist omgekeerd zouden zijn werd inderdaad bevestigd.

Ik laat hier nog de resultaten volgen van 5 proeven, op deze wijze uitgevoerd.

21. E.

Ka. ooren, An. pols.

$2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ — 1° be.

5 M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ — 1° be.

$7\frac{1}{2}$ —10 M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

An. ooren, Ka. pols.

$2\frac{1}{2}$ M.A. = 0; 5 M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ bo.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = 1° bo.

22. W.

Ka. ooren, An. pols.

$2\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

5 M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

10 M.A. = 2° be.

An. ooren, Ka. pols.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ bo.

10 M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ — 1° bo.

23. Sm.

Ka. ooren, An. pols.

5 M.A. = $\pm 1^{\circ}$ be.

10 M.A. = $\pm 1^{\circ}$ be.

15 M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

An. ooren, Ka. pols.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ bo

10 M.A. = 1° bo.

24. St.

Ka. ooren, An. pols.

5 M.A. = $\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

$7\frac{1}{2}$ M.A. = 1° be.

10 M.A. = $1\frac{1}{2}^{\circ}$ be.

An. ooren, Ka. pols.

- 1—15 M.A. = ?
 25. C Ka. ooren, An. pols.
 5 M.A. = 1° be.
 10 M.A. = 2° be.
 An. ooren, Ka. pols.
 7½ M.A. = ½°—1° bo.
 10 M.A. = 1° bo.

Bij de beschouwing van de resultaten dezer proeven blijkt dus, dat vrijwel alle proefpersonen duidelijke oogreacties vertoonden als gevolg van lapillus-prikkeling, zoowel wanneer de kathode op de ooren, de anode op de pols geplaatst was, als wanneer de anode op de ooren, de kathode op de pols geplaatst was.

Geheel overeenkomstig hetgeen we in hoofdstuk IV beschreven hebben, bleken ook nu voor de anode-prikkeling groter stroomsterkten noodig te zijn dan voor kathode-prikkeling. De resultaten bij doorstroming van het eene oor naar het andere (kathode op het rechter, anode op het linker oor, of omgekeerd) waren over het algemeen veel minder sprekend, in een aantal gevallen zelfs afwezig, of niet na te gaan.

Verschillende proefpersonen gaven evenwel zeer beslist aan, dat zij het nabeeld naar de kathode-zijde zagen afwijken, hoeveel echter konden zij niet precies aanduiden.

Andere verschijnselen, die tijdens deze proeven ontstonden, wil ik hier niet verder beschrijven; de galvanisatie van het oor is in het vorige hoofdstuk voldoende uiteengezet.

Uit de in dit hoofdstuk beschreven proeven blijkt dus het volgende: door den katelectrotonus ontstaat in de otolieten een toestand overeenkomend met een vermeerdering van den druk van de otolieten op hunne respectievelijke maculae.

De invloed hiervan op de oogen is de volgende:

De lapilli draaien de oogen om de bitemporale as naar boven; de sagittae draaien de beide oogen in het frontale vlak, met de bovenpool naar de zijde waar de kathode geplaatst is.

Door den anelectrotonus ontstaat in het otolietensysteem een toestand, overeenkomend met een vermindering van den druk der otolieten op hunne maculae. Als gevolg hiervan draaien de lapilli de oogen om de bitemporale as naar beneden; de sagittae de oogen in het frontale vlak met de onderpool naar die zijde waar de anode geplaatst is.

Ik meen hierdoor den invloed van het otolietenapparaat op den oogstand, bij den mensch aangetoond te hebben.

HOOFDSTUK VI.

Waarneming en schatting van standsveranderingen van hoofd en lichaam in de ruimte.

De tot nu toe uitgevoerde onderzoeken over de waarneming van den stand van het lichaam in de ruimte zijn, op een enkele uitzondering na, gedaan met hulpmiddelen die slechts een beperkte verandering van den stand van het lichaam toelieten.

De eerste onderzoeken hierover zijn afkomstig van Yves Delage, die hierover in 1886 een vrij uitvoerige publicatie het licht deed zien. (*Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux demi-circulaires de l'oreille interne* — Archives de Zoölogie expérimentale 1886. 2e Ser. T. IV. 535.)

Na een vrij uitvoerige beschouwing over waarnemingen van richtingen in de ruimte, die door hem aan de oogspierbewegingen toegeschreven werden, beschrijft Delage zijn proeven met de z. g. Zapfenstuhle (Zapfenbrett), zooals Aubert dit toestel noemt. Deze bestond uit een langwerpige plank (waarop de proefpersoon gelegd werd) draaibaar om een dwars-as. De draaiing geschiedde door middel van een, om een haspel loopend koord zonder schudden of gedruisch. Het hoofd van den proefpersoon rustte op een kleiner, verstelbaar plankje waarvan de stand kon worden afgelezen. Als voetsteun was aan het andere einde der plank een plankje aangebracht, dat naar gelang de lengte van den proefpersoon verstelbaar was.

Bij zijn proeven nu vond Delage, dat een normaal mensch in de vertikaal denkt te staan als hij in werkelijkheid 5° achterover gedraaid was, dat achterover draaien (om de bitemporale as) tot

60° juist geschat werd en wel in den zin dat allen bij een draaiing van 120° met het hoofd loodrecht naar beneden denken te staan. In 't algemeen vond hij bij zijn proeven (hoeveel proefpersonen hij aan dit onderzoek onderworpen heeft heb ik in de beschrijving nergens kunnen vinden) dat bij een draaiing van 75°—78° achterover het gevoel ontstond horizontaal te liggen, daarna werden de fouten in de schatting steeds grooter.

Delage, Breuer en Nagel trachtten de proefpersonen den ingenomen stand in de ruimte te laten aangeven door middel van een in den hand gehouden stok. Nagel kreeg hierbij vaak uitkomsten als Delage en Breuer, zeer dikwijls echter waren de resultaten inconstant of nihil, reden waarom hij deze methode dan ook als ondoelmatig beschouwt.

Ter illustratie laat ik hier nu een door Delage aangegeven tabel volgen. Hierin zijn de werkelijke draaiing en de schatting van den lichaamsstand aangegeven bij achteroverdraaiing om de bitemporale as.

Werkelijke hoek.	Schatting.
0° (vertikaal)	4° à 5°
5°	0°
45°	40°
50°	45°
60°	60°
75°—78°	90°
90°	100°
105°	135°
120°	180°

Men ziet dus dat bij kleineren draaiingshoek een kleine schattingsfout bestaat, waarbij men meent iets minder gedraaid te zijn dan eigenlijk het geval is.

Bij grootere draaiingen daarentegen denkt men meer achterover gedraaid te zijn dan werkelijk het geval is.

Van draaiingen om de sagittale as vond ik in de beschrijving van Delage geen cijfers aangegeven. Hij geeft slechts aan, dat door de ongemakkelijke ligging een nauwkeurige bestudeering van de waarneming van standsveranderingen bij draaiing om deze as niet mogelijk is, is echter van meening dat hierbij dezelfde schattingsfouten zullen ontstaan als bij draaiing om de bitemporale as. Hij komt ten slotte tot de conclusie, dat de waarnemin-

gen waarschijnlijk „tastwaarnemingen” zijn en zeker onafhankelijk van de booggangen en oogspieren.

Sachs en Meller (Zeitschr. f. Physiol. d. Sinnesorg. 31. 1903) draaiden den proefpersoon om een sagittale as, doch slechts tot 60° . Zij vonden dat de draaiingshoeken onderschat werden. Dit werd bevestigd door proeven van Nagel, die echter bij grotere draaiingshoeken overschatting zag ontstaan.

Aubert die het werk van Delage in het Duitsch vertaalde en zijn proeven nog eens uitvoerig herhaalde, kwam tot dezelfde gevolgtrekking, met dien verstande echter dat hij vond, dat de werkelijke draaiingshoeken overschat werden als sterker draaiingen voorafgegaan waren. Hij noemde dit verschijnsel „contrastwerking”. Drukte hij het lichaam met handen en beenen door middel van banden stevig tegen een op den plank gelegde matras, dan vond hij hierdoor geen verandering in de door Delage aangegeven uitkomsten.

Ook Nagel is van dezelfde meening; hij schrijft immers: „Bei genauer Selbstbeobachtung erkennt man, dass die Haut und Gelenkempfindungen durch die ruhige Lage schwach und unbestimmt geworden sind, dass man sie überhaupt nur bei gespannen Aufmerksamkeit sich zum Bewusstsein bringen kann”. Ook hij vond geen verandering in de uitkomsten als het lichaam stevig tegen de onderlaag gedrukt werd.

Nagel geeft verder aan dat de hoek van 60° slechts ongeveer juist is en meent dat de mogelijkheid van standswaarnemingen ergens in het hoofd te zoeken is.

Meer uitgebreide onderzoeken zijn onlangs gepubliceerd door Karl Grahe, die in een door hem vervaardigden „standstoel” ook de draaiingen om de sagittale as nader onderzocht heeft. Ook hier vond hij fouten in de schatting van de draaiingshoeken, echter minder sterker uitgesproken als bij draaiing om de bitemporale as. Zoo vond hij bij draaiing in het frontale vlak met den rechter schouder naar voren bij $\pm 70^\circ$ het gevoel van horizontaal, bij $\pm 175^\circ$ het gevoel vertikaal met het hoofd naar beneden te staan. Ik laat hier een door hem gepubliceerd voorbeeld volgen.

Draaiing in het frontale vlak, rechterschouder naar voren.

Werkelijke hoek. Geschatte hoek.

(in graden)

— 60

— 87

—	52	—	60
—	45	—	40
—	35	—	30
—	30	—	10
—	10		
—	2	±	0

±	0	+	2
+	12	+	10
+	20	+	20
+	28	+	30
+	35	+	40
+	45	+	50
+	50	+	70
+	68	+	90

+	78	+	110
+	87	+	115
+	105	onzeker	
+	120	+	125
+	125	+	150
+	135	+	160
+	142	+	160
+	175	+	180

—	168	—	175
—	125	—	135
—	165	—	115
—	105	—	100
—	98	—	90
—	90	—	86
—	80	—	60
—	68	—	75
—	50	—	52
—	45	—	40
—	22	—	15
—	10	—	2
—	2	±	0

Draaiing naar achter (om Q_{as})

+	3	+	0
—	10	—	15
—	15	—	30
—	25	—	45
—	35	—	50
—	45	—	75
—	50	—	50
—	60	—	80
—	67	—	90
—	80	—	105
—	90	—	130
—	100	—	145
—	115	—	170
—	126	—	180

Hij heeft verder de proeven herhaald nadat een oor calorisch geprikkeld was. Werd het oor met koud water uitgespoten, dan ontstond regelmatig de sensatie naar de tegenoverliggende zijde en naar voren scheef te staan, bij uitsputting met warm water, naar dezelfde zijde. Door draaiing van den standstoel in tegen-gestelde richting kon een schijnbaren vertikalen stand verkregen worden. De wet der contrastwerking vond hij ook als het lichaam van te voren om kleinere hoeken gedraaid was.

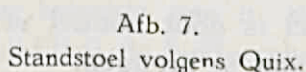
Werden de armen op schouderhoogte recht vooruit gestoken dan vond Grahe bij draaiing om de sagittale as een hooger staan van den ongelijknamigen arm, wat hij toeschreef aan ongelijkmatigen druk op den onderlaag.

Komen de resultaten der verschillende proefnemingen dus vrijwel overeen, geen der genoemde onderzoekers geeft echter een bevredigende verklaring voor de gevonden verschijnselen.

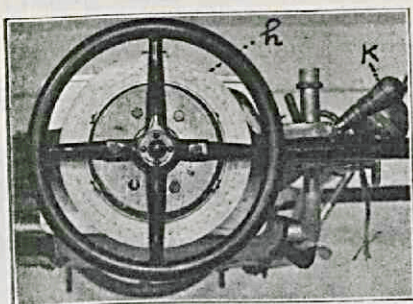
Na de proeven van Delage, Aubert e. a. nog eens herhaald te hebben, heb ik daarom gezocht naar een bevredigende oplossing van dit vraagstuk en meen deze gevonden te hebben in de otolieten-theorie, zooals deze door Quix is opgesteld.

Om niet beïnvloed te worden had ik mij van te voren niet op de hoogte gesteld van de door Delage e. a. gevonden uit-

Bij het onderzoek maakte ik gebruik van den reeds eenige jaren geleden door Quix vervaardigten „standstoel”



In raam B zijn aan beide zijden verplaatsbare kogels (c) aangebracht om voor verschillende proefpersonen een goede evenwichtsverdeeling in den stoel mogelijk te maken. Dit kan nog bevorderd worden door het aanbrengen van gewichten (o) op het voetplankje. Op deze wijze is een volkomen evenwichtsverdee-



Afb. 8.

ling in den stoel mogelijk.

De proefpersoon wordt nu gefixeerd in raam B door middel van een hier in uitgespannen juten doek (d), banden en riemen, waardoor overal een gelijkmatige druk wordt uitgeoefend. Dit systeem is ontleend aan de brancard's, zooals die op oorlogsschepen in gebruik zijn om zwaar verwonden goed gefixeerd door luiken etc. te kunnen vervoeren.

Om het hoofd te fixeeren laat ik den proefpersoon bijten in een stuk gummi, hetwelk aan een metalen plaat is bevestigd. Deze plaat wordt met twee stangen aan een met leer bekleed steunblok, waartegen het achterhoofd steunt, bevestigd. Om zijdelingsche verschuiving te verhinderen worden bovendien nog twee, aan de stangen bevestigde steunkussentjes aan beide zijden tegen de wangen gedrukt.

Het geheele hoofdstel is door middel van een vertikale stang (e) boven in raam B aan te brengen.

Het hoofd is op deze wijze in alle lichaamsstanden volkomen gefixeerd.

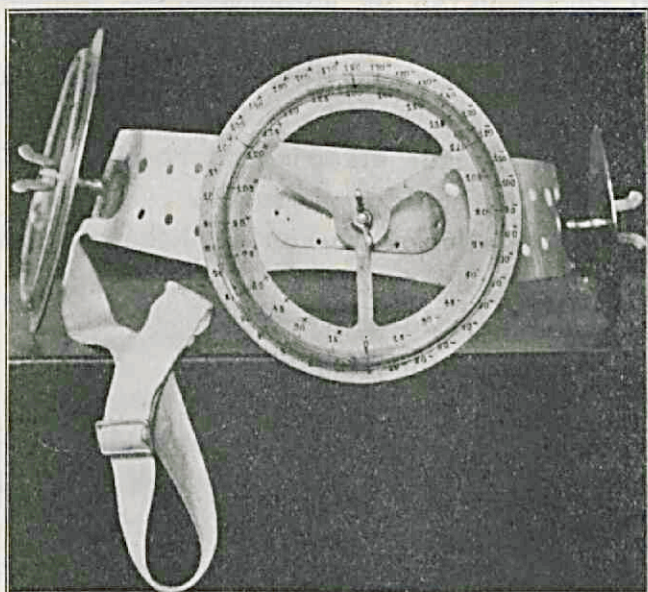
Het een en ander zal door de bijgevoegde afbeeldingen duidelijk worden.

Bij mijn proeven heb ik nu de proefpersonen met gesloten of geblinddoekte oogen om de bitemporale en om de sagittale as laten draaien en hierbij nagegaan:

- 1°. den stand die het hoofd bij de verschillenden draaiingshoeken innam;
- 2°. de schatting van de draaiingshoek als het hoofd vrij bewegelijk was;
- 3°. de schatting van de draaiingshoeken als het hoofd ge-

fixeerd was.

Om den stand van het hoofd in de ruimte te kunnen aflezen heb ik van een zeer eenvoudige inrichting gebruik gemaakt (afb. 9). Door middel van een band zijn aan het hoofd twee schaalver-



Afb. 9.

deelingen (f en g, afb. 7), een in het frontale en een in het sagittale vlak, bevestigd. Langs de schaalverdeeling is een cirkelvormig gebogen buisje aangebracht, waarin een klein stalen kogeltje vrij beweeglijk is. Bij draaiing van het hoofd om een der assen stelt het zich verplaatsende kogeltje ons in staat de draaiingshoek nauwkeurig af te lezen. Daar de beide schalen om een asje draaibaar zijn (en door een vleugelmoer te fixeeren), is het mogelijk het kogeltje telkens bij het begin der proeven in den nulstand te brengen.

In overeenstemming met de benaming door Quix vroeger in zijn proeven ingevoerd, krijgen draaiingen om de bitemporale as (in het sagittale, mediale vlak) naar achteren het teeken +, naar voren het teeken —. Draaiingen om de sagittale as (in het frontale vlak) naar rechts (d. w. z. zoo, dat de rechter schouder naar voren draait) krijgen het teeken —, naar links het teeken +.

De draaiingen van den standstoel moeten steeds zoo langzaam geschieden, dat geen booggangprikkeling ontstaat, terwijl bovendien een oogenblik gewacht moet worden voordat de proefpersoon

zijn waarneming aangeeft, om een mogelijke booggangprikkel volledig uit te sluiten. Ik heb nu 20 proefpersonen aan een onderzoek in den standstoel onderworpen en de uitkomsten in tabellen weergegeven.

Tabel III en IV geven de uitkomsten der draaiingen om de bitemporale as weer, tabel V en VI de draaiingen om de sagittale as. De hoeken waarom telkens gedraaid is, zijn boven in de tabellen aangegeven.

Verder zijn de volgende afkortingen gebruikt:

A = stand van het hoofd in de ruimte.

B = schatting van den stand van het lichaam in de ruimte als het hoofd vrij beweeglijk is.

C = idem als het hoofd gefixeerd is.

δ^1 = hoofddraaiing om de sagittale as.

Q^1 = hoofddraaiing om de bitemporale as.

Alles is in graden aangegeven. Onzekerheid in de schatting is aangeduid door achter den geschatten hoek een of meerdere vraagtekens te plaatsen.

De gemiddelde uitkomsten voor iederen hoek zijn onder in de tabellen aangegeven.

De proeven in de tabellen leverden nu het volgende resultaat op: (zie tabel III - IV - V - VI).

Behalve deze schattingen van den stand in de ruimte en de hoofdstanden, heb ik bovendien nagegaan of er tijdens de proeven nog bepaalde sensaties ontstonden en welke dit waren.

Daar deze van belang zijn voor de waardeering der resultaten wil ik ze vermelden, alvorens tot de bespreking en beschouwing der proeven over te gaan.

De proefpersonen gaven nu tijdens de proeven het volgende aan:

Bij achteroverdraaien om de bitemporale as is de schatting tot $\pm 45^\circ$ — 50° vrij zeker, daarna wordt het moeilijker en is in de standen van 120° tot 180° eigenlijk onmogelijk. De meesten vinden de waarneming der standen bij voorover-draaien gemakkelijker dan bij achterover-draaien, enkelen omgekeerd.

Verschillende proefpersonen kregen bij het achterover-draaien een stijf gevoel in den nek, enkelen wilden hieraan zelfs tegemoet komen door het hoofd met de hand te steunen.

Bij het draaien om de sagittale as kregen allen bij $\pm 120^\circ$ — 135° de gewaarwording, dat de bovenliggende schouder naar voren ge-

TABEL III		Q = 0			Q = + 15°			Q = + 30°			Q = + 45°			Q = + 60°			Q = + 75°			Q = + 90°			Q = + 105°			Q = + 120°			Q = + 135°			Q = + 150°			Q = + 165°			Q = + 180°			
No.	NAAM	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C				
1	D. Dw.	0	— 5	0	14	15	20	30	30	35	43	50	45	80	80	60	116	110	80	136	140	95	150	160	115	155	175	135	163	180	???	170	180?	???	180	180?	???	180	180?	???	
2	B. v. B.	0	— 5	— 5	15	15	15	25	30	35	45	60	50	70	90	70	100	100	90	125	120	95	145	150	120	165	170	150	170	180?	170	180	180??	175??	180	180??	178??	180	180??	180??	
3	v. T.	0	— 5	— 5	18	15	15	30	35	35	45	65	55	65	90	80	90	120	120	95	140	155	120	160	170	150	170	180	180 ?	180?	180	180??	180?	180	180??	180??	180	180??	180??		
4	Schr.	0	— 5	— 5	15	15	5	30	30	10	42	35	15	70	60	25	100	75	40	120	115	65	140	150	75	165	170	120	180	180?	155?	180	180??	170?	180	180??	180?	180	180?	180??	
5	Wu.	0	— 5	0	15	10	5	30	20	15	50	45	30	60	90	45	95	105	60?	120	150	90?	130	180	100?	145	180	105?	160	180?	130?	170	180??	150?	180	180??	180?	180	180?	180??	
6	Pr.	0	— 5	— 5	15	10	10	30	20	15	50	35	25	65	50	35	90	65	55	105	80	75	120	110	90	140	150	105	165	160	125	170	180??	140?	175	180??	160??	180	180?	170??	
7	Ei.	0	— 5	—	4	10	—	15	25	—	29	35	—	41	55	—	45	60	—	96	110	—	130	140	—	135	155	—	153	165?	—	165	180??	—	180	180?	—	180	180?	—	
8	K.	0	— 7	—	15	15	—	35	30	—	50	50	—	80	80	—	100	95	—	120	125	—	135	140	—	145	?	—	155	?	—	165	???	—	175	???	—	180	???	—	
9	Me.	0	— 5	—	20	20	—	58	45	—	79	50	—	102	80	—	116	90	—	125	130	—	140	150	—	160	165	—	180	175	—	180	180?	—	180	180?	—	180	180?	—	
10	E.	0	—15	0	12	10	25	22	35	40	45	65	65	75	90	85	95	105	90	115	135	105	140	170	135	160	180	160	165	???	175?	170	???	180?	175	???	180?	180	???	???	
11	Wi.	0	— 5	0	18	10	10	40	20	20	50	45	60	75	55	70	105	65	80	125	75	90	130	85	120	150	100	140	170	125	???	???	175	???	???	178	???	???	180	???	???
12	Wij.	0	— 5	— 5	15	20	25	50	45	40	75	80	50	90	87	70	105	120	90	120	130	110	140	180	160??	150	???	180	170	???	180?	190	???	180?	200	200??	???	210	210??	200??	
13	Ba.	0	—10	0	18	15	15	30	30	30	38	45	35	60	50	50	80	80	90	115	90	110	140	120	125??	165	150	160?	180	180	180??	190	???	???	200	???	???	215	???	???	
14	Z. d. P.	0	0	10	15	20	15	20	30	30	40	50	45	50	80	50	75	90	80	110	100	95	140	135	120??	160	150?	140??	180	175?	160??	190	190?	170??	200	???	180???	220	225??	190??	
15	M.	0	— 5	— 5	20	30	10	40	45	20	55	55	40	90	85	55	115	100	90	140	170	100	160	175	110	170	180	145??	185	180?	180??	190	190??	180???	200	200??	245??	220	215??	???	
16	B.	0	0	—10	20	20	15	30	40	30	42	45	45	60	65	70	95	90	100	120	110	135	130	160	160??	165	175?	175?	185	180?	180??	195	190??	180???	205	190???	???	215	225??	240??	
17	Bla.	0	— 5	—10	18	15	15	40	30	30	50	60	45	80	85	80	110	105	85	140	145	90	160	180?	110?	175	180??	150?	180	180??	170??	185	180??	180??	190	190??	180???	210	200??	200???	
18	Reeh.	0	— 5	— 5	15	15	15	38	35	30	59	70	45	72	85	65	95	95	145?	110	160?	95	150	170?	110??	155	180??	150??	170	180???	170???	180	180???	180???	185	180???	180???	200	195??	???	
19	Si.	0	— 5	0	18	15	10	40	25	—20	50	45	30	60	50	45	75	80	60	100	98	80	130	140	100	160	175	125	170	180??	175??	175	180???	180??	180	190???	180???	185	???	185???	
20	Re.	0	0	— 5	25	10	15	45	25	30	70	40	45	90	50	55	110	80	80	125	90	90	145	100	100	165	180?	110?	180	180??	135??	180	180???	150???	180	180???	180???	180	180???	180???	
gemiddelde :		0	—5°	—4°	+16°	+15°	+14°	+34°	+31°	+27°	+50°	+51°	+43°	+72°	+73°	+60°	+ 96°	+94°	+79°	+120°	+121°	+97°	+141°	+148°	+118°? +122°?	+158°	+166°?	+142°? +147°?	+172°	+180°??	+164°?? +172°??	+179°	+182°??	+171°?? +180°??	+185°	+185°??	+184°??	+192°	+192°??	+190°??	

Draaiing om de bitemporale as naar achter.

Verdere verklaring als in Tabel IV.

TABEL IV		Q = -15°			Q = -30°			Q = -45°			Q = -60°			Q = -75°			Q = -90°			Q = -105°			Q = -120°			Q = -135°			Q = -150°			Q = -165°			Q = -180°			
No.	NAAM.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.				
1.	D. Drs.	13	20	15	25	30	30	35	45	40	45	70	45	55	85	60	70	95	80	85	120	95	100	140	125	115	150	145?	122	160	155?	138	175	165?	180	180	???	
2.	B. v. B.	15	15	15	30	30	35	45	45	55	60	60	75	70	75	85	80	95	95	95	110	110	100	120	130	120	135	150?	140?	150	180	160?	155	180	175?	180	180??	180??
3.	v. T.	18	15	30	40	25	45	55	50	60	70	70	80	80	90	85	95	75	75	110	110	80	130	125	85	150	150	135?	150	160	135??	160	180	???	180	180??	180??	
4.	Schr.	15	17	25	40	30	35	50	40	45	70	60	55	85	70	70	95	75	75	110	110	80	130	125	85	150	150	95	175	160	105?	180	180	115??	185	180??	180??	
5.	Wu.	18	10	10	40	20	20	50	45	45	60	60	60	80	90	75	105	105	90	110	130	100	130	150	125??	140	165	140??	165	180	150	170	175	175?	180	185??	185??	
6.	Pr.	22	15	10	40	30	20	55	45	30	70	65	40	80	80	55	100	90	70	115	100	80	130	???	85??	150	???	95??	160	???	105??	170	???	120??	180	???	170??	
7.	Ei.	16	15	—	28	30	—	38	40	—	54	60	—	65	75	—	75	80	—	90	100	—	100	120	—	120	140	???	140	???	—	160	???	—	180	—	—	
8.	K.	10	10	—	17	25	—	30	40	—	44	50	—	56	70	—	75	85	—	110	110	—	130	130	—	140	145	—	145	165??	—	160	175?	—	180	—	—	
9.	Me.	25	20	—	45	40	—	58	50	—	64	60	—	79	75	—	100	95	—	125	140	135	160	155	147	175	170	—	160	175?	175?	175	180??	180??	180	???	???	
10.	E.	20	25	15	38	50	35	54	75	65	72	80	75	90	95	90	100	135	105	120	80	105	170????	90??	130	???	100??	140	???	115?	148	180????	130??	180	???	???		
11.	Wi.	15	15	15	40	20	30	60	50	50	70	70	60	80	85	70	95	120	80	105	???	85	120	170????	120	175?	175?	140	180?	180??	155	185?	185??	180	205??	200??	???	
12.	Wij.	10	25	15	30	30	35	40	40	50	60	50	75	65	90	90	80	100	100?	90	120	130?	110	150	160??	120	175?	115	125	140	130???	140	150?	???	180	???	???	
13.	Ba.	10	25	15	15	30	30	30	40	35	50	45	45	65	55	60	77	80	80	100	95	85?	105	105	100?	115	125	115	125	140	130???	140	150?	???	180	???	???	
14.	Z. d. P.	10	20	20	20	35	30	30	45	40	50	50	50	60	60	60?	70	75	75	85	85	90?	95	95	100	110	110	120?	120	120?	135???	140	135??	150??	180	200??	190??	
15.	M.	10	10	10	35	25	20	50	45	40	60	60	55	75	85	75	80	90	90	95	100	100?	100	120	110?	110	135??	135??	120	150??	145??	130	170??	160??	180??	205??	???	???
16.	B.	10	25	40	18	30	50	40	45	60	55	60	75	60	85	90	75	95	100	90	100	110	100	120	125	115	145?	145?	130	175???	160??	135	180??	180??	185??	220??	230???	
17.	Bla.	15	20	30	32	40	45	50	60	60	70	80	80	80	90	85	100	105	95	110	140	105	125	160	120	135	175?	140??	150	180??	160???	160	???	175???	195?	???	200??	
18.	Reeh.	20	20	10	35	35	25	60	45	40	65	60	60	85	80	75	95	95	85	110	120	90	125	140	110	135	150?	130??	150	165???	145???	165	175???	165	200	195???	???	
19.	Si.	10	15	10	30	30	25	35	40	40	50	58	60	70	85	85	80	90	95	85	100	105	100	110	130	105	140?	158?	110	170??	170??	120	180??	180??	175	???	???	
20.	Re.	10	15	10	25	25	25	35	45	45	55	70	50	65	85	75	80	90	90	90	100	10	105	120	110	125	???	135?	145	170??	160??	160	180??	180??	180	190??	195???	
gemiddelde:		-15°	-18°	-17°	-31°	-31°	-31°	-45°	-46°	-47°	-60°	-62°	-61°	-72°	-80°	-76°	-87°	-95°	-98°	-100°	-110°	-100° -104°	-113°	-131°	-116°? -127°	-127°	-149°? -151°	-134°?? -139°	-143°	-164°?? -169°	-146°?? -155°	-155°	-174°?? -178°	-162°?? -172°	-182°	-191°??	-182°??	

Draaiing om de bitemporale as naar voren. A. = Stand van het hoofd in de ruimte. B. = Schatting van den stand in de ruimte (hoofd vrij.) C. = Schatting van den stand in de ruimte (hoofd gefixeerd.) Hoofddraaiing om de sagittale as = 0.

TABEL V.		Q = + 15°				Q = + 30°				Q = + 45°				Q = + 60°				Q = + 75°				Q = + 90°				Q = + 105°				Q = + 120°			
No.	NAAM.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.
1.	D. Dw.	20	—5	25	15	29	—8	30	30	45	—8	45	45	59	—10	60	50	80	?	80	70	95	?	90	85	110	?	105	100	135	?	135	130
2.	B. v. B.	15	0	10	15	30	—3	25	28	45	—12	40	45	60	—20	50	65	80	?	65	80	95	?	85	95	112	?	95	105	135	?	110	120
3.	v. T.	20	—2	15	20	44	—15	40	35	55	—35	50	50	68	—35	65	65	100	?	70	85	112	?	90	90	120	?	110	105	138	?	120	120
4.	Schr.	15	0	10	15	40	—9	20	25	55	—15	30	35	70	—35	40	45	85	?	55	55	110	?	75	65	120	?	90	75	135	?	120	95
5.	Wu.	20	—5	10	10	45	—12	20	20	50	—20	45	45	65	—30	60	50	92	?	85	75	110	?	90	85	120	?	110??	90?	135	?	115??	115?
6.	Pr.	15	—5	5	5	40	—10	15	18	60	—15	30	25	80	—20	45	45	100	?	70	65	110	?	90	75	120	?	100	90	135	?	130	105?
7.	Ei.	22	—2	—	—	34	—5	—	—	49	—7	—	—	63	—7	—	—	79	—10	—	—	97	—12	—	—	107	?	—	—	115	—	—	—
8.	K.	15	0	—	—	30	0	—	—	45	—10	—	—	65	—10	—	—	80	—	—	—	95	—	—	—	110	—	—	—	120	—	—	—
9.	Me.	17	0	—	—	30	0	—	—	40	0	—	—	52	0	—	—	70	—	—	—	90	—	—	—	110	—	—	—	130	—	—	—
10.	E.	12	—10	15	15	33	—12	35	30	52	—15	55	50	70	—39	75	65	80	—75	90	75	95	—12	105	90	112	—160	140	95	130	—162	170	110???
11.	Wi.	15	—8	20	10	27	—4	40	30	46	—1	50	40	60	—10	90	60	75	—10	90	70	95	?	105	80	110	—180	140	90	130	+158	170	120??
12.	Wij.	20	0	20	20	40	0	35	35	55	0	50	50	70	0	60	70	90	—5	85	85	105	—5	110	90	120	??	130	110??	135	??	160??	130??
13.	Ba.	20	0	20	15	40	0	30	30	55	—10	55	35	70	—10	65	45	85	—60	85	70	105	—125	90	85	120	—145	130	100	135	—155	150??	130?
14.	Z. d. P.	20	0	20	15	40	0	30	30	55	—20	50	30	70	—50	65	45	90	?	75	70	100	?	95	80	120	?	120	95?	130	?	160??	110??
15.	M.	20	—5	10	10	40	—5	30	20	55	—5	45	30	70	—10	75	45	90	?	85	70	105	?	100	85	120	?	120	90	130	?	145	110?
16.	B.	15	0	30	20	30	0	45	30	50	0	60	50	65	—3	85	60	80	—5	95	75	100	—11	105	90	120	136	125	100	130	?	135?	110?
17.	Bla.	20	0	15	15	40	0	30	25	50	0	50	40	75	—5	75	55	90	—50	85	80	110	?	90?	90	125	?	110?	105?	135	?	145?	135?
18.	Reeh.	15	—8	15	20	35	—10	30	30	50	—15	50	50	60	—30	60	65	75	—45	80	80	90	—75	90	90	110	135	110	110?	125	—160	130?	135??
19.	Si.	15	0	10	10	50	—5	40	25	60	—10	50	40	80	—30	75	50	100	—45	85	70	110	?	95?	90	135	?	120	105	150	?	160??	120?
20.	Re.	15	0	15	20	40	—2	25	35	55	—5	40	60	65	—15	60	75	80	—45	75	85	95	—80	85?	90	110	100	90	105	125	—135	120	120??
gemiddelde:		+16°	—2½°	+16°	+14°	+37°	—5°	+31°	+27°	+51°	—10°	+47°	+42°	+67°	—18°	+65°	+56°	+85°	—35°	+80°	+74°	+101°	—46°	+94°	+86°	+117°	—143°	+114°	+98°	+132°	—154°	+140°?	+119°??

Draaiing om de sagittale as naar links. — Verdere verklaring als in tabel VI.

Q = + 135°				Q = + 150°				Q = + 165°				Q = + 180°			
A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.
150	?	140	135	170	?	150	150	175	?	170	175	185	?	180?	180?
150	?	140?	140	170	?	170?	160	180	?	178?	175	185	?	180?	180?
155	?	135	???	170	?	150?	150?	175	?	170	170??	185	?	180??	180?
150	?	140	105?	170	?	160	135?	175	?	180	170?	180	?	185??	185??
150	?	150??	130	170	?	180??	140?	180	?	180??	180??	180	?	185??	185??
150	?	155?	115	170	?	175?	135	—	?	180?	185	185	?	180?	180
130	—	—	—	150	?	—	—	170	?	—	—	180	?	—	—
135	—	—	—	155	?	—	—	170	?	—	—	180	?	—	—
140	—	—	—	160	?	—	—	—	?	—	—	185	?	—	—
140	—175	170?	145??	155	—178	180?	165	170	—178	180?	175	178	—178	190?	???
140	—	175?	140??	150	—	180?	160??	170	?	180?	170??	180	?	180?	???
145	—	180??	175??	165	—	???	180??	170	?	180??	185??	180	?	???	220??
145	—165	170??	140?	165	?	180	???	170	?	???	???	185	?	???	???
145	?	170??	160??	160	?	180???	165??	175	?	175???	175??	185	?	185??	???
145	?	170??	120?	160	?	180??	145??	175	?	180???	170???	185	?	190???	180???
145	?	170???	130??	155	?	175??	145??	175	?	180??	170??	185	?	200???	185???
150	?	165??	170??	160	?	170??	175??	175	?	175???	180??	190	?	180???	185??
140	—165	140???	150??	150	?	170???	170???	165	?	180???	180???	185	?	180???	180???
180	?	175??	170???	185	?	180??	180???	185	?	???	180???	190	?	???	???
140	?	140??	165???	155	?	160???	180???	175	?	180??	180???	185	?	180???	180??
+146°	—168°	+158°??	+143°??	+162°	—178°	+171°??	+159°??	+174°	—178°	+178°??	+176°??	+184°	—178°	+184°??	+185°??

TABEL VI.		Q = 0				Q = — 15°				Q = — 30°				Q = — 45°				Q = — 60°				Q = — 75°				Q = — 90°				Q = — 105°			
No.	NAAM.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.	A.	Q¹	B.	C.
1.	D. Dw.	0	0	0	0	20	—5	20	15	35	—5	35	35	50	—10	55	45	60	—10	75	65	77	?	90	80	100	?	110	85	110	?	150	100
2.	B. v. B.	0	0	0	0	15	—5	20	20	30	—12	35	35	45	—15	50	50	60	—22	70	75	82	?	95	85	100	?	105	95	115	?	150	105
3.	v. T.	0	0	0	0	15	0	15	20	30	—2	40	35	47	—10	60	50	60	—15	80	65	70	—20	95	80	90	?	110	95	105	?	140	100
4.	Schr.	0	0	0	0	15	—5	15	15	32	—10	30	25	48	—12	45	30	62	—18	60	35	75	?	75	45	90	?	90	55	105	?	115	70
5.	Wu.	0	0	0	0	12	—2	10	10	25	—5	30	30	43	—8	50	45	55	—10	75	60	70	—10	90	80	85	?	105	90	95	?	130	100?
6.	Pr.	0	0	0	0	15	—5	10	10	32	—5	25	25	50	—10	40	40	65	?	55	55	80	?	70	65	95	?	85	75	108	?	90	85
7.	Ei.	0	0	0	0	10	—	—	—	24	—	—	—	38	—	—	—	53	—	—	—	70	—	—	—	90	—	—	—	110	—	—	—
8.	K.	0	0	0	0	12	—	—	—	28	—	—	—	40	—	—	—	53	—	—	—	66	—	—	—	92	—	—	—	105	—	—	—
9.	Me.	0	0	0	0	14	—	—	—	30	—	—	—	40	—	—	—	50	—	—	—	67	—	—	—	90	—	—	—	110	—	—	—
10.	E.	0	0	0	0	18	—10	20	20	30	—10	40	45	52	—26	75	65	74	—47	90	75	95	—105	115	85	110	—135	145	95	125	—135	170	110
11.	Wi.	0	0	0	0	18	—5	20	10	30	—10	30	30	48	—10	40	40	63	—17	60	60	76	—36	80	70	94	—105	95	90	110	—140	115	110
12.	Wij.	0	0	0	0	20	0	20	25	35	0	35	40	55	—5	45	60	70	—10	75	90	85	—35	90	110	100	—170	110	140	110	?	150	180??
13.	Ba.	0	0	0	0	20	0	25	25	35	—5	35	40	50	—5	45	55	70	—5	55	60	90	—10	70	80	100	?	80	90	115	?	120	100
14.	Z. d. P.	0	0	0	0	20	—2	20	10	35	—2	45	30	55	—4	60	45	75	—5	70	70	90	?	90	85	105	?	110	95	120	?	150??	120??
15.	M.	0	0	0	0	20	0	10	10	40	—5	20	30	50	—30	45	45	80	—70	70	60	95	—100?	90	80	110	?	100?	85	120	?	120?	100?
16.	B.	0	0	0	0	10	—3	30	25	20	—2	50	45	35	—2	60	60	50	0	75	85	70	—10	80	95	90	—70?	95	120	100	?	120?	145
17.	B.	0	0	0	0	18	—2	20	20	32	—2	45	40	55	—2	70	55	75	—35	80	70	90	—120	90	85	105	?	110	100?	120	?	145?	115?
18.	Reeh.	0	0	0	0	20	—3	20	15	30	—5	40	35	50	—15	65	55	65	—35	80	80	80	—70	95	90	95	—175	105?	100	110	?	130	110
19.	Si.	0	0	0	0	15	0	15	15	35	—3	35	30	60	—30	45	45	75	—45	80	70	90	—120	90	85	105	—160	95?	90	120	?	110	105
20.	Re.	0	0	0	0	15	0	10	20	30	0	20	30	55	—15	35	40	70	—45	45	60	85	—95	70	75	95	—130	90	85?	100	?	100?	90?
gemiddelde:		0	0	0	0	—16°	—3°	—18°	—17°	—31°	—5°	—35°	—34°	—48°	—12°	—52°	—49°	—64°	—23°	—70°	—67°	—80°	—61°	—87°	—81°	—97°	—127°	—102°	—93°	—111°	—138°	129°	—109°

Draaiing om de sagittale-as naar rechts: A = Stand van het hoofd; Q¹ = hoofddraaiing om de bitemporale-as; B = schatting van den stand in de ruimte

Q = — 120°				Q = — 135°				Q = — 150°				Q = — 165°				Q = — 180°			
A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.	A.	Q ¹	B.	C.
125	?	150	125	150	?	???	140	170	?	180??	160	185	?	180	???	185	?	180	180?
130	?	170	120	150	?	170	145	170	?	170?	170?	180	?	175?	178?	185	?	180?	180??
120	?	160	120?	140	?	170	???	160	?	180?	180???	175	?	180?	180??	190	?	???	180??
120	?	130?	80	135	?	175??	105	150	?	180??	115	165	?	180??	135	180	?	190?	180?
110	?	150?	110??	135	?	170?	130?	160	?	???	150??	175	?	180??	180??	180	?	187??	180??
120	?	100	90	135	?	115?	105?	150	?	135?	130?	170	?	160?	150?	185	?	180?	175?
130	—	—	—	145	—	—	—	165	—	—	—	175	?	—	—	185	?	—	—
125	—	—	—	145	—	—	—	165	—	—	—	170	?	—	—	180	?	—	—
130	—	—	—	150	—	—	—	170	—	—	—	180	?	—	—	180	?	—	—
142	—155	175	125	160	—160	180?	145	167	—158	180??	175??	178	—160	???	180??	180	—178	???	???
120	—150	130	140??	140	—155	170	160??	145	—150	180	170??	165	?	180??	180??	175	?	180??	???
130	?	170	180??	140	?	175??	???	160	?	180??	180??	165	?	180??	200???	180	?	200???	215???
130	?	135?	120	140	?	???	135??	165	?	???	???	180	?	???	???	185	?	???	???
140	?	160???	145???	140	?	???	160??	165	?	180??	170??	180	?	190??	180???	190	?	190??	???
140	?	150???	???	145	?	170??	135???	165	?	180??	170???	180	?	???	175???	180	?	190??	185??
113	?	160???	160???	140	?	175??	175???	150	?	180??	180??	165	?	185??	180??	180	?	200??	185??
140	?	170??	135?	155	?	180??	165??	190	?	180??	180 ??	195	?	180??	180???	210	?	195??	190???
120	?	160?	135?	140	?	175??	150???	160	?	180??	170??	170	?	185??	180??	190	?	180??	180??
135	?	125	145	145	?	160??	170???	175	?	180??	180??	180	?	???	180??	185	?	???	180??
120	?	110??	100	140	?	180??	150??	150	?	180??	180??	165	?	180??	180??	190	?	???	180??
—127°	—152°	—147° ?	—127° ?	—144°	—158°	—169° ???	—145° ??	—163°	—154°	—176° ???	—167° ???	—175°	—160°	—179° ???	—176° ???	—185°	—178°	—188° ???	—184° ???

te (hoofd vrij); C = schatting van den stand in de ruimte (hoofd gefixeerd).

draaid werd (enkel en hadden deze sensatie reeds bij $\pm 95^\circ$), bij grootere draaiingen (150°) wisten de meesten ook niet meer in welk vlak zij zich bevonden. Zij waren van meening ook nog om de vertikale lichaams-as (ψ -as) gedraaid te zijn.

Bij draaien om de Q-as ontstond deze sensatie niet.

Allen waren vanaf 120° „gedisoriënteerd” wat betreft den stand in de ruimte, slechts bij voorover-draaien om de Q-as ontstond dit bij grooteren draaiingshoek ($\pm 135^\circ$).

De onderzochten gaven in deze standen het volgende aan: zij weten dat zij verder gedraaid worden; zij hebben echter de sensatie, dat de stand in de ruimte ongeveer gelijk is gebleven.

De meesten probeerden in die standen toch nog de draaiingshoeken te schatten, doch deden dit volgens hunne opgaven eigenlijk alleen naar het gevoel van spanning en trekken der fixeerende banden.

Proefpersoon 19, een turner, deelde mij bovendien nog eenige zeer interessante bevindingen mede.

Bij hoogstand op de handen (op den grond of brug) wordt het hoofd direkt in den nek geworpen en ontstaat sterke overstrekking van romp en ledematen. Het is dan buitengewoon eenvoudig het evenwicht te bewaren. Worden nu de oogen gesloten, dan wordt dit direkt heel veel moeilijker en ontstaan schommelende bewegingen van het lichaam.

Laat men het hoofd (met geopende oogen) tusschen de armen hangen, dan gelukt het slechts aan enkelen en dan nog zeer geöefende turners, om op de „brug” een hoogstand vol te houden. Het is bovendien noodig hiervoor de „barren” met de handen „zeer stevig” te omklemmen, terwijl het met gesloten oogen geheel onmogelijk is.

Hij demonstreerde bovendien wat hij vertelde en inderdaad bleek hierbij, dat na het sluiten der oogen het evenwicht moeilijker te bewaren was (schommelen).

Liet de proefpersoon het hoofd tusschen de armen hangen, dan verdween oogenblikkelijk de overstrekking van romp en ledematen en was de hoogstand niet meer vol te houden.

Wat blijkt nu bij de beschouwing der, in de tabellen weergegeven, resultaten?

Wij zijn ons van den stand van hoofd en lichaam in de ruimte met een zekere mate van nauwkeurigheid bewust. Deze stand, die beoordeeld wordt ten opzichte van de vertikaal, is bij achterover-

draaien om de bitemporale as, met gefixeerd hoofd, tot $\pm 60^\circ$, bij voorover-draaien tot $\pm 90^\circ$ vrij nauwkeurig waar te nemen; daarna wordt de draaiingshoek overschat. Men denkt het horizontale vlak eerder bereikt te hebben dan in werkelijkheid het geval is, terwijl men bij $\pm 120^\circ$ — 135° het gevoel heeft met het hoofd loodrecht naar beneden te staan. Ook bij draaiingen om de sagittale as blijkt de waarneming tot een zekere draaiingshoek vrijwel nauwkeurig te zijn. Daarna ontstaat ook hier overschatting en wel in dien zin, dat men het horizontale vlak eerder bereikt denkt te hebben dan het geval is, terwijl men bij $\pm 170^\circ$ met het hoofd naar beneden denkt te staan. De door verschillende onderzoekers gevonden „contrastwerking” heb ik, in afzonderlijk hiervoor uitgevoerde proeven, ook gevonden.

De door mij gevonden uitkomsten komen dus vrijwel overeen met de door Delage, Aubert, Grahe e.a. verkregen resultaten. Deze onderzoekers hebben echter niet nagegaan welke de stand van het hoofd (vrij bewegelijk) bij de verschillende lichaamsstanden in de ruimte was, noch de waarneming der lichaamsstanden als het hoofd vrij bewegelijk was.

Beschouwen wij de tabellen dan blijkt, dat het hoofd bij draaiing om de sagittale as (δ as) tot $\pm 60^\circ$ ongeveer gelijk met den stoel mededraait, daarna verder en wel meer naarmate de draaiingshoek grooter wordt. Bij draaiing om de bitemporale as (Q-as) naar achter, zien wij hetzelfde, bij voorover-draaien echter blijkt het hoofd pas bij 75° — 90° belangrijk meer gedraaid te zijn dan de stoel; de hoofddraaiingen zijn echter steeds minder dan de waargenomen (geschatte) lichaamsstanden.

Bij draaien om de sagittale as blijkt het hoofd bovendien ook nog wat naar voren (Q') te draaien, d.w.z. zoo, dat het een dusdanigen stand inneemt, dat de druk op de sacculus-macula zoo groot mogelijk wordt. Hier zien we dus tot uiting komen, dat de otoliet het hoofd zoo draait, dat zijn druk zoo groot mogelijk wordt. Ik vermeldde dit reeds in een der eerste hoofdstukken.

Bij draaiing om de Q-as blijft het hoofd in de mediaanlijn ($\delta = 0$), wat te verklaren is door het feit, dat de druk in lapilli en sagittae gelijkmatig verandert.

Wij zien dus, dat bij volwassenen van een z.g. Labyrinth-stell-reflex, zooals die bij dieren beschreven is, geen sprake is.

Proeven in Berlijnsche kinderklinieken genomen, zouden er op wijzen, dat bij zuigelingen deze reflex echter wel bestaat.

De waarneming van den stand in de ruimte als het hoofd t.o.v. het lichaam gefixeerd is, verloopt in denzelfden zin als de waarneming wanneer het hoofd t.o.v. het lichaam vrij beweeglijk is; slechts is de overschatting in het laatste geval grooter en wel zoo, dat dit verschil grooter is, naarmate het verschil in hoofd- en stoel-draaiing grooter is.

Ik heb hieruit de conclusie getrokken, dat dit verschil ontstaat onder invloed van de halsreflexen en meen op grond hiervan aan te moeten nemen, dat de halsreflexen een rol spelen bij de waarneming van den stand van hoofd en lichaam in de ruimte.

Enkele proeven gaven eenigszins afwijkende resultaten en maken daardoor het gemiddelde wat onzuiver; ik heb hiervoor eenige correcties aangebracht en dezen in de tabellen aangegeven. Bij afzonderlijke beschouwing der verschillende proeven blijkt evenwel duidelijk, dat de door mij gevonden resultaten vrijwel overeenkomen met hetgeen door anderen reeds gevonden was.

Standsweranderingen in de ruimte worden wij ons nu bewust door samenwerking van verschillende zintuigen, met name de oppervlakkige tastzin, de spier, pees en gewrichtszin, het oog en de dieptesensibiliteit.

Daar met iederen stand van het hoofd in de ruimte een bepaalde combinatie van otolieten-druk overeenkomt, heeft men ook aan het otolieten-systeem een rol toegekend in deze standswaarneming, alhoewel Garten en eenige andere onderzoekers van meening waren, dat het vestibulair apparaat hiermede niets te maken heeft.

Het is nu zeer lastig dezen invloed van het otolieten-apparaat aan te toonen, omdat het zoo moeilijk is de andere factoren in dit waarnemingscomplex met zekerheid uit te sluiten. Is dit voor het oog door blinddoeken gemakkelijk, voor de oppervlakte- en dieptesensibiliteit en voor de spier, pees en gewrichtszin is dit onmogelijk.

Aubert en Nagel hebben wel getracht de invloed hiervan aan te toonen door meer of minder druk op den proefpersoon uit te oefenen; deze proeven kunnen echter niet als bewijs hiervoor gelden.

Het otolieten-apparaat uit te sluiten is bij den normalen mensch onmogelijk: men zou hiervoor als proefpersonen doofstommen met volkomen vernietigd vestibulair orgaan moeten nemen.

Deze doofstommen zijn in normale omstandigheden volkomen

op de hoogte van hun stand in de ruimte; de bovengenoemde factoren verklaren dit ook voldoende.

Sluit men van deze factoren er echter nog enkelen uit of verandert men deze, zooals bijvoorbeeld onder water geschiedt, dan blijken zij volkomen gedisoriënteerd te zijn.

Alexander en Barany (Zeitschrift f. Psychol. und Physiol. 37, 321, 1904) hebben bij doofstommen dezelfde schattingsfouten gevonden als Delage e.a. bij normale menschen.

Al is het dus moeilijk het aandeel van het otolieten-systeem in de standwaarnemingen aan te toonen, toch is het mogelijk, en de otolieten-theorie, zooals deze door Quix is opgesteld, kan de verschijnselen die ontstaan bij draaiingen in den standstoel, (zooals zij door Delage, Aubert, Nagel e.a. beschreven zijn en door mij veel uitvoeriger zijn overgedaan) zeer bevredigend verklaren.

Beschouwt men de door mij gevonden cijfers namelijk aandachtig, dan blijken de standen, waarin vrijwel juist geschat wordt, overeen te komen met die standen, waarin de mensch in physiologische, normale verhoudingen verkeert.

De fouten in de schatting beginnen op te treden bij draaiingen zoowel om de bitemporale als de sagittale as en ongeveer bij 60° , om geleidelijk grooter te worden bij verdere draaiing.

Tenslotte zijn de proefpersonen vrijwel gedisoriënteerd.

Deze disoriëntatie heb ik in de tabellen door één of meerdere vraagteekens aangegeven en wij zien, dat in die standen, waarbij het hoofd zich lager bevindt dan de voeten, d.w.z. in standen waarin de mensch zich zelden bevindt, de fouten en disoriëntering zeer sterk zijn uitgesproken, zoowel bij gefixeerd als vrij beweeglijk hoofd.

Het is meestal zelfs zoo, dat de proefpersonen in die standen in 't geheel niet kunnen aangeven, welken stand in de ruimte zij innemen. Zij probeeren nog wel den draaiingshoek te schatten, doch doen dit dan nog grootendeels naar de trekking en spanning, die ontstaat in de banden, waarmee zij in den stoel gefixeerd zijn.

In het begin der proeven schijnt ook de bloedsaandrang naar het hoofd een rol te spelen, doch zoodra de onderzochte daaraan gewend is, d.w.z. na eenige malen gedraaid te zijn, is deze factor niet meer aan te toonen.

Slechts bij het voorover-draaien om de bitemporale as vinden we andere uitkomsten en wel veel minder groote fouten in de waarneming der standen in de ruimte, terwijl deze ook pas bij

grootere draaiingshoeken (105° — 120°) duidelijk uitgesproken zijn.

Laten wij ons afvragen, welke der factoren medewerken om de stands-waarnemingen in mijn proeven mogelijk te maken.

Wij kunnen dan vooreerst de oogen uitsluiten; immers dezen waren gesloten of de proefpersoon was geblinddoekt.

De sensibiliteit en de spieren kunnen de verschijnselen óók niet verklaren; immers er is geen reden om aan te nemen, dat deze gevoelsqualiteiten verder dan 45° of 60° , als de fouten in de waarneming ontstaan, minder gevoelig zouden zijn.

Evenwel is het bij menschen bijna onmogelijk aan te toonen, dat deze factoren van geen of weinig belang zijn. Proeven onder water zijn tot nu toe, behalve door Gärten, wegens de vele hieraan verbonden bezwaren, nog niet genomen.

Verder ben ik het geheel met Quix eens, dat de verklaring, die de waarnemingsfouten toeschrijft aan de ongewone positie, die het lichaam zelden inneemt, van geen beteekenis is; immers de horizontale positie op den rug, buik of zijkanten van het lichaam, of een helling tusschen 45° en 90° in dezelfde houdingen, neemt de mensch in zijn leven wellicht meer in dan de staande.

Quix heeft nu de door Delage gevonden resultaten vergeleken met de door hem vervaardigde drukkrommen der utriculus-otolieten en hieruit de conclusie getrokken, dat standswaarnemingen, bij draaiing om de bitemporale as, grootendeels een functie der lapilli is.

Daar de sacculus-otolieten antagonisten zijn, bij deze draaiing elkaars werking dus opheffen, komen de sagittae, volgens Quix, voor de waarneming der lichaamsstanden niet in aanmerking.

Dit laatste nu kan ik niet met Quix eens zijn. De druk der sagittae verandert bij deze draaiing voor beide otolieten wel in dezelfde mate en de reflexen zullen elkaar door de antagonistische werking grootendeels opheffen, er is echter geen enkel bewijs, dat dit ook de sensaties, uitgaande van beide otolieten, zullen doen. Integendeel, wanneer men aanneemt, dat de eene otoliet de sensatie van standsverandering naar rechts, de andere die van standsverandering naar links geeft, dan zullen deze even groote sensaties van beide otolieten, de waarneming van stand in den mediaanlijn moeten geven en moet men daaruit afleiden, dat ook bij standsveranderingen na draaiing om de bitemporale as, de sacculus-otolieten een rol hebben te vervullen in de waarneming van deze

standen.

Dit blijkt ook uit de door mij vervaardigde krommen.

Bovendien verklaren de utriculus-otolieten alléén, niet de verschijnselen, die ontstaan bij draaiing om de sagittale as.

Ik heb nu de schatting der verschillende standen in de ruimte, zoowel voor het gefixeerde als het zich vrij bewegende hoofd en den hoofstand, bij draaiingen om de bitemporale en sagittale as, vergeleken met den overeenkomenden otolietendruk. De resultaten hiervan heb ik vastgelegd in krommen, die ons direkt een zeer duidelijk inzicht geven in hetgeen er plaats vindt.

Ik ben hiervoor als volgt te werk gegaan:

Op een horizontale lijn heb ik, van het punt O uitgaande, naar rechts en links de hoeken uitgezet waarom gedraaid werd. Op de lijn OB, die loodrecht op de eerste staat, zijn van onder naar boven dezelfde hoeken uitgezet en bovendien de cijfers van 0, 10, 20 enz. tot 100, voorstellende het percentage der otolietendruk.

Vervolgens heb ik de krommen van het drukverloop der otolieten van sacculus en utriculus geconstrueerd, zooals dit reeds door Quix was uitgevoerd.

Deze krommen geven de drukveranderingen der otolieten aan, uitgedrukt in percenten van het maximum, zoowel bij draaiing om de bitemporale als om de sagittale as.

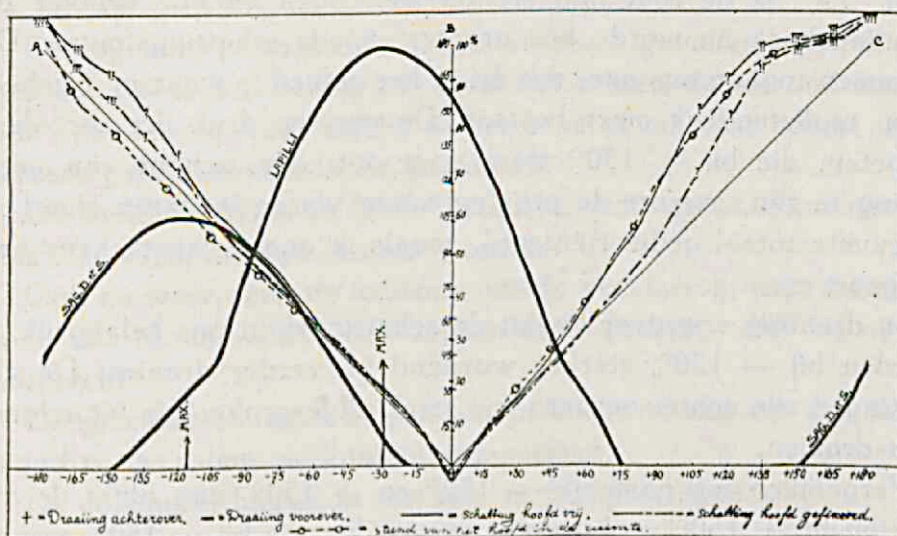
Om nu deze drukkrommen te kunnen vergelijken met de waarneming der verschillende standen in de ruimte en de fouten, die hierbij gemaakt worden, heb ik zoowel de schattingen als den hoofstand, zooals deze in de tabellen zijn aangegeven, eveneens in curven weergegeven en wel op de volgende wijze.

Worden de verschillende standen in de ruimte juist waargenomen, dan zullen de schattingen, die voor iederen hoek evenwijdig aan de lijn OB naar boven worden uitgezet, telkens op een bepaald punt van de lijnen OA en OC moeten liggen.

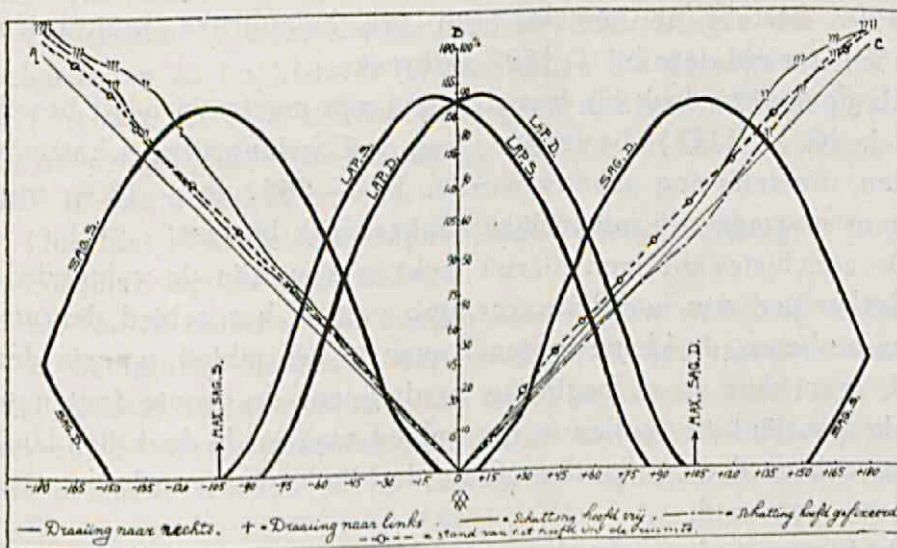
Worden de draaiingshoeken onderschat, dan zullen deze punten ergens onder genoemde lijnen, worden zij overschat daarentegen ergens er boven komen te liggen.

De aldus verkregen punten (d.w.z. één voor iederen draaiingshoek) heb ik nu telkens door een lijn verbonden en aldus krommen gekregen, voorstellende den hoofstand en de schattingen der standen in de ruimte bij draaiingen om de bitemporale en sagittale as (respectievelijk afb. 10 en 11).

Deze krommen zien er als volgt uit:



afb. 10



afb. 11.

Wat blijkt nu bij de beschouwingen dezer krommen?

Beginnen wij met de draaiingen om de bitemporale as (afb. 10).

Wij zien direkt dat de grootste schattingsfouten gemaakt worden bij grootere draaiingshoeken en wel het sterkst bij draaiingen achterover.

De vergelijking met de drukkromme der lapilli toont ons, dat deze fouten bij achteroverdraaien belangrijk gaan worden bij

$\pm 60^\circ$, d. w. z. als de otolietendruk zeer gering is ($\pm 16\%$).

Bij 75° is de fout nog sterker geworden en hoe grooter de draaiingshoek nu wordt, hoe grooter zijn de schattingsfouten. De krommen toonen ons aan, dat dit in het gebied is waar in 't geheel geen otolietendruk meer bestaat. De geringe druk der sacculus-otolieten, die bij $+150^\circ$ weer gaat optreden, schijnt van geen belang te zijn, immers de proefpersonen waren in dezen stand in de ruimte totaal gedisoriënteerd, zooals ik door vraagteekens heb aangegeven.

Bij draaiing voorover begint de schattingsfout pas belangrijk te worden bij -120° , sterker wordend bij verder draaien. De afwijkingen zijn echter nergens zoo sterk uitgesproken als bij achterover-draaien.

Vergelijken wij namelijk -150° en $+150^\circ$, dan blijkt de afwijking bij $+150^\circ$ veel grooter te zijn dan die bij -150° , terwijl toch in beide gevallen geen lapillusdruk meer bestaat.

De kromme geeft ons echter direkt de verklaring hiervoor; bij -150° bestaat er namelijk een vrij belangrijke sagitta-druk (50%), terwijl deze bij $+150^\circ$ ontbreekt.

Als de sagitta-druk bij deze draaiing zijn maximum heeft bereikt (dit is bij -117°), bestaan er nog vrij belangrijke schattingsfouten, die zelfs nog grooter worden bij -165° en -180° , wanneer er nog een vrij behoorlijke sagitta-druk bestaat.

De conclusies die men hieruit trekken kan, zijn de volgende:

Het gebied der juiste waarneming valt in het gebied der utriculus-otolieten, de kleine fouten komen in het gebied, waarin deze druk zeer klein is en begint te verdwijnen; de groote fouten tot totale disoriëntatie, vallen in het gebied waarin de druk der lapilli en sacculi verdwenen is, door Quix de blinde vlek van het statisch systeem genoemd.

De fouten in het gebied waarin de lapillus-druk opgeheven is, zijn geringer als er nog een sagitta-druk bestaat.

De waarneming der standen in de ruimte, is dus hoofdzakelijk een functie der utriculus-otolieten, in mindere mate echter ook van de sacculus-otolieten.

Schijnt dus de functie der sagittae in deze van minder belang, bij nauwkeurige beschouwing echter blijkt deze toch van groote beteekenis te zijn.

Nemen wij namelijk twee punten van de lapillus-druckromme waar de druk gelijk is, bijv. 50% (dit zijn punten van de „isobar”

voor dezen druk, zooals dit door Quix is aangegeven), dit is bij -88° en $+30^\circ$.

De ingenomen standen worden in beide gevallen vrijwel goed geschat (waargenomen!); hoe komt het echter, dat de onderzochte ook nauwkeurig weet dat hij in het eene geval naar voren, in het andere geval achterover is gedraaid?

De lapillusdruk is in beide gevallen even groot, kan hiervoor dus niet aansprakelijk gesteld worden.

Ook nu weer geeft de kromme ons de verklaring; deze toont ons toch dat er bij -88° een sagitta-druk bestaat, die bij $+30^\circ$ ontbreekt.

De sacculus-otolieten helpen ons in dit geval dus om den juisten stand in de ruimte te kunnen waarnemen.

De conclusie, hieruit te trekken, is dus de volgende:

Om den juisten stand van hoofd en lichaam in de ruimte te kunnen waarnemen, is het noodzakelijk, dat we ons bevinden in het drukgebied van minstens drie otolieten.

De krommen, voorstellende de drukveranderingen der otolieten, schattingen en hoofdstand bij draaiingen om de sagittale as (afb. 11) hebben na deze uiteenzetting geen nadere verklaring noodig; zij bevestigen echter de conclusie, waartoe de beschouwingen van afb. 10 ons gebracht hebben.

Ook hier blijft de schatting vrij nauwkeurig, zoolang er nog een behoorlijke lapillus-druk bestaat.

De fouten ontstaan pas zodra deze kleiner wordt of verdwijnt.

Is de lapillus-druk nul, dan is de druk der sacculus-otolieten niet in staat ons nauwkeurig den stand in de ruimte te laten waarnemen; de schattingsfouten zijn echter veel kleiner dan de fouten, die gemaakt worden als er ook geen sagitta-druk meer bestaat (afb. 10: van $\pm 150^\circ$ tot $\pm 180^\circ$).

Ook de krommen van afb. 11 toonen ons dus aan, dat de functie der utriculus-otolieten voor de waarneming van standen in de ruimte, van veel grooter beteekenis is dan die der sacculus-otolieten.

Deze afbeelding leert ons echter nog iets anders en wel het volgende: Bij draaiing naar rechts, als dus de druk van den linker sacculus-otoliet toeneemt, zijn de schattingsfouten grooter dan wanneer naar links wordt gedraaid, wanneer dus de druk van den rechter sacculus-otoliet toeneemt.

Naar aanleiding hiervan heb ik nog twee linkshandigen (ik heb

er helaas niet meer kunnen vinden!) in den standstoel onderzocht. Dit onderzoek heeft mij evenwel geen resultaten opgeleverd.

Een uitgebreid onderzoek zou hierop misschien meer licht kunnen werpen!

De krommen der hoofdstanden bij draaiingen om de Q en δ as leveren ons weinig nieuwe gezichtspunten; ik verwijs hiervoor dus naar hetgeen ik bij de bespreking der tabellen gezegd heb.

Na deze proeven over standswaarneming in de ruimte, heb ik de proefpersonen nog gebracht in de maximum- en minimum-drukstanden der otolieten en heb hun in deze standen de vingerwysproef laten uitvoeren.

Het hoofd was, ten opzichte van het lichaam, in de normale positie gefixeerd, de oogen gesloten.

De resultaten heb ik vastgelegd in Tabel VII, de gebruikte afkortingen zijn onderaan de tabel aangegeven.

Wijspoeven in de maximum- en minimum-standen der otolieten:

(zie tabel VII)

Max.-stand van den rechter sagitta: $\psi = + 59^\circ$; Q = $- 104^\circ$.

Max.-stand van den linker sagitta: $\psi = - 59^\circ$; Q = $- 104^\circ$.

Min.-stand der Lapilli: Q = $+ 70$ tot $+ 150^\circ$. } $\psi = 0$

Max.-stand der Lapilli: Q = $- 30^\circ$

Afwijking naar links = $+$ } proef IA.
Afwijking naar rechts = $-$ }

Afwijking naar boven = $+$ } proef IV.
Afwijking naar beneden = $-$ }

Geen afwijking = 0.

Bij een nadere beschouwing van deze tabel zien wij vooreerst, dat in de maximum drukstanden der sagittae, steeds met de hand, aan de zijde van den sacculus-otoliet die op zijn macula drukt, goed gewezen wordt als wij Proef IA laten uitvoeren.

Hoogstens bestond er een geringe neiging iets naar buiten te wijzen (door O^- of O^+ aangegeven); de proefpersonen waren echter, wat betreft het sagittale vlak, volkomen georiënteerd.

Liet ik proef IA uitvoeren, met de hand aan de zijde van de niet in druk zijnde sacculus-otoliet, dan bleek constant miswijzen te bestaan en wel steeds in denzelfden zin. Bovendien echter gaven alle proefpersonen (behalve No. 5) aan, niet goed of in 't geheel

Wijsproeven in de maximum en minimum standen der otelieten.

TABEL VII

No.	Naam	Maximum stand van den Rechter-Sagitta		Maximum stand van den Linker-Sagitta		Maximum stand der Lapilli		Minimum stand der Lapilli	
		PROEF I A		PROEF I A		PROEF IV		PROEF IV	
		r. hand	l. hand	r. hand	l. hand	r. hand	l. hand	r. hand	l. hand
1	D. Dw.	○	+	—	○	○	○	+	+
2	B. v. B.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
3	v. F.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
4	Schr.	○	+	—	○	○	○	+	+
5	Wu.	○	○	○	○	○	○	—	—
6	Pr.	○ ⁻	+	—	○	○	○	+	+
7	Ei.	○ ⁻	+	—	○	○	○	+	+
8	K.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
9	Me.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
10	E.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
11	Wi.	○	+	—	○	○	○	+	+
12	Wij.	○ ⁻	+	—	○	○	○	+	+
13	Ba.	○	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
14	Z.d.P.	○ ⁻	+	—	○	○	○	+	+
15	M.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
16	B.	○	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
17	Bla.	○	+	—	○	○	○	+	+
18	Reeh.	○	+	—	○	○	○	+	+
19	Si.	○ ⁻	+	—	○ ⁺	○	○	+	+
20	Re.	○	+	—	○	○	○	+	+

Max. stand van den rechter Sagitta: $\psi = +59^0$; $Q = -104^0$

Max. stand van den linker Sagitta: $\psi = -59^0$; $Q = -104^0$

Max. stand der Lapilli: $Q = -30^0$

Min. stand der Lapilli $Q = +70$ tot $+150$ $\psi = \bigcirc$

Afwijking naar links = + } proef I A

Afwijking naar rechts = - }

Afwijking naar boven = + } proef IIV

Afwijking naar bendden = - }

Geen afwijking = ○

niet georiënteerd te zijn wat betreft het sagitta-vlak voor deze hand.

Dat de hand aan de zijde der bovenliggende otoliet neiging had om wat naar buiten af te wijken, vindt zijn verklaring in het feit, dat door de maximum druk der gelijkzijdige sagitta (terwijl de andere buiten druk is — zie drukkrommen afb. 11) een verhooging der abductoren tonus ontstaat.

Het afwijken van de hand der tegenoverliggende zijde naar buiten (naar beneden!) geschiedt niet onder invloed van de zwaartekracht, immers de andere hand vertoont deze afwijking niet en op beiden werkt de zwaartekracht bovendien even sterk.

Er bestaan verder geen redenen aan te nemen, dat de oppervlakte of dieptesensibiliteit, de spier, pees of gewrichtszin in de beide armen verschillend is, terwijl ook de invloed van de oogen uitgesloten was; immers deze waren gesloten.

Daar het hoofd t.o.v. het lichaam in de normale positie gefixeerd was, kunnen ook halsreflexen hier niet in 't spel zijn.

Er blijft dus ter verklaring van deze verschijnselen slechts de invloed van de sacculus-otolieten over.

Hetzelfde zien wij nu, als wij Proef IV laten uitvoeren in de maximum- en minimum-drukstanden der lapilli. Op analoge wijze kan men hier afleiden, dat het al dan niet miswijzen slechts beïnvloed kan worden door de utriculus-otolieten.

Samenvattend komen wij dus tot het volgende resultaat.

In de nulzone der otolieten zijn de proefpersonen gedesoriënteerd bij het uitvoeren van de vingerwijsproef; bevinden de otolieten zich daarentegen in druk, dan vinden wij hierin geen afwijkingen.

Voor de sacculus-otolieten, die antagonisten zijn, uit zich dit vooral in den gelijkzijdigen arm, voor de lapilli, die synergisten zijn, in beide armen.

Heb ik hiermede dus het verschil kunnen aantoonen dat er bestaat tusschen een zich in maximum druk bevindende otoliet en een otoliet, die onder zijn macula hangt, dus geen druk meer uitoefent; dit verschil is nog sprekender als men een proefpersoon de wijsproeven laat uitvoeren in de gele vlek en daarna in de blinde vlek van het statisch systeem.

Het mag wel als vaststaande worden aangenomen, dat een normaal mensch, in de normale positie de wijsproeven zonder belangrijke fouten uitvoert; in de blinde vlek daarentegen wordt geen

enkele wijsproef zonder belangrijke stoornissen uitgevoerd.

Had ik deze afwijkingen in tabel VII reeds aangetoond in de nulzône van iederen otoliet afzonderlijk, bij tien der, in deze tabel aangegeven proefpersonen, heb ik de wijsproeven daarna nog eens laten uitvoeren in de blinde vlek van het statisch systeem.

Ik zal den lezer niet lastig vallen met cijfers, het moge voldoende zijn te vermelden, dat geen enkele wijsproef zonder fouten werd uitgevoerd. Bovendien waarin allen gedisoriënteerd, wat betreft de vlakken waarin de wijsproeven (IA, IB, IV en V) werden uitgevoerd.

Hieruit blijkt dus, dat slechts in de gele vlek van het statisch systeem, d.w.z. als alle otolieten zich in druk bevinden, de wijsproeven correct worden uitgevoerd, de otolieten dus invloed uitoefenen op de tonusverhouding in de spieren.

De physiologische beteekenis hiervan is niet ver te zoeken; het is immers juist in deze posities, dat de mensch de normale physiologische bewegingen (grijp-, tastbewegingen etc.) uitvoert.

Ik wil dit hoofdstuk besluiten door er nogmaals op te wijzen, dat de otolieten, zoolang zij in de drukposities zijn, een zeer belangrijke rol spelen in de reguleering van den stand van hoofd en lichaam in de ruimte, en bovendien voor den mensch van groote beteekenis zijn bij het uitvoeren der normale, physiologische ver-
richtingen.

HOOFDSTUK VII.

Enkele gevallen uit de kliniek der labyrinth-aandoeningen.

Zooals uit onze beschouwingen over functie en onderzoek van het vestibulair orgaan is gebleken, is men tegenwoordig in staat met zeer eenvoudige hulpmiddelen zich een juist beeld te vormen over den toestand van het evenwichtszintuig.

Behalve echter de groote beteekenis, die onze reeds vergevorderde kennis van het orgaan heeft voor de physiologie, is ook in de kliniek steeds meer en meer gebleken, van welke groote waarde deze kennis van het evenwichtszintuig en meer speciaal van het otolieten-systeem voor de differentiaal-diagnose der labyrinth-aandoeningen is. Immers hierdoor zijn wij in staat gesteld een verklaring te geven van sommige klinische verschijnselen, waar men vroeger geen raad mede wist.

Bestaan er niet dikwijls vestibulaire stoornissen met soms zeer ernstige verschijnselen, zooals bij de zeeziekte, de ziekte van Menière, de ziekte der vliegeniers, midden- of binnen-ooraandoeningen, waarbij geen enkele stoornis in de functie van de booggangen is aan te toonen?

Hoe dikwijls komt het niet voor, dat een patiënt, na een trauma capitis bijvoorbeeld, blijft klagen over duizeligheid en misselijkheid, zonder dat er eene verklaring voor te vinden is.

Heel dikwijls wordt hij dan door den medicus, die nog niet volkomen op de hoogte is van de stoornissen in de otolieten-functie, als een simulant of aggravant beschouwd. terwijl toch ernstige afwijkingen kunnen bestaan.

Ook omgekeerd echter, kan hij, die door een ongeval getroffen is, voorgeven door duizeligheid of andere klachten niet in staat te zijn, zijn bezigheden te hervatten, om aldus te trachten een

invaliditeitsverklaring te bemachtigen.

Tegenwoordig echter, zijn wij in staat in korten tijd onze diagnose te stellen en een juist inzicht te krijgen in den toestand van het vestibulair-orgaan.

Ook de therapie voor deze aandoeningen heeft reeds een zeker ontwikkelingsstadium bereikt.

In de laatste jaren ben ik herhaaldelijk in de gelegenheid geweest patiënten met chronische middenoor-aandoeningen, al dan niet met dreigende complicaties, te onderzoeken. Ofschoon dikwijls geklaagd werd over het gevoel van duizeligheid en evenwichtsstoornissen, vond ik bij verschillende hunner geen afwijkingen in de functie van het booggangstelsel.

Bij onderzoek door middel van de vingerwispelproef bleken er dan stoornissen te bestaan in de otolieten-functie. Meestal werd een overprikkeling van de sacculus-macula van het zieke oor gevonden.

Veel minder zag ik stoornissen in de utriculus-functie; waren deze echter aanwezig, dan was de ontsteking meestal veel heftiger, het gevoel van duizeligheid veel sterker en dikwijls gepaard gaande met misselijkheid en braken, vooral bij plotselinge bewegingen.

Dat we sacculus-symptomen zooveel meer vinden dan utriculus-afwijkingen, zou misschien te verklaren zijn door de anatomie.

De sacculus-macula ligt n.l. zeer dicht bij de foramina ovale en rotundum, terwijl de utriculus-macula veel hoger ligt en bovendien van het lager liggende gedeelte nog door een membraan gescheiden is. Men dient echter ook niet uit het oog te verliezen, dat de utriculi synergisten zijn.

De sacculus is bovendien het meest gevoelige element in het binnenoor; vaak heb ik tenminste kunnen waarnemen, dat patiënten die bij een poliklinisch onderzoek sacculusstoornissen vertoonden, eenige maanden later met ernstige verschijnselen in de kliniek moesten worden opgenomen.

Door enkele gevallen van patiënten, in de Universiteitskliniek voor Keel-, Neus- en Oorziekten te Utrecht voor onderzoek en behandeling opgenomen, te beschrijven, wil ik trachten het belang tegen een boom geslagen. Hij was vier dagen bewusteloos gevallen van de kennis van het vestibulair orgaan aan te toonen.

1. Patiënt van M., 22 jr., meubelmaker.

In Juni 1925 was patiënt bij een auto-ongeval met het hoofd

tegen een boom geslagen. Hij was vier dagen bewusteloos geweest, had gebloed uit neus en mond en bleek totaal doof te zijn, toen hij weer bij kennis kwam.

Na het ongeval is patiënt steeds wat duizelig gebleven en kan vooral in het duister niet goed lopen.

Smaak en reuk, die in het begin verdwenen waren, zijn bij zijn opname in de kliniek (Maart 1926) geheel intact.

Bij onderzoek werd nu het volgende gevonden:

Links hoort patiënt niets, rechts zijn enkele gehoorresten aanwezig.

Er bestaat een horizontaal-rotarische Nystagmus met de snelle phase naar rechts. Loopen met gesloten oogen geeft afwijken en valneiging naar links.

Uitspuiten der ooren met koud en warm water geeft links geen reacties, rechts geringe reacties, o.a. verdwijnt de bestaande spontane Nystagmus naar rechts.

Vingerwijsproeven:

Proef IA.

Rechterhand: neiging om naar binnen te wijzen. Draaien en wenden van het hoofd op den rechter of linker schouder brengt hierin weinig verandering.

Linkerhand: geen afwijkingen.

Proef IB.

Rechterhand: naar voren miswijzen.

Linkerhand: naar achter miswijzen, echter minder dan met de rechterhand.

Proef II en III.

Rechter- en linkerhand: geen duidelijke afwijkingen te vinden; wel bestaat er een neiging om met de rechterhand wat naar boven, met de linkerhand iets naar beneden te wijzen.

Ook proef V valt in dien zin uit.

Proef IV.

Rechterhand: geen afwijkingen.

Linkerhand: eenige malen miswijzen naar boven.

Galvanisch onderzoek.

a. Kathode op het linker, anode op het rechteroor, stroomsterkte $2\frac{1}{2}$ —10 M.A.: geen duidelijke afwijkingen.

b. Kathode op het rechter-, anode op het linkeroor, stroomsterkte 2,5—10 M.A.:

Proef IA.

Rechterhand: naar binnen miswijzen.

Linkerhand: geringe afwijking naar buiten.

Proef IB.

Rechterhand: naar voren miswijzen.

Linkerhand: naar achter miswijzen.

Proef V.

Rechterhand: naar boven miswijzen.

Linkerhand: geen duidelijke afwijking.

Verder werd het galvanisch onderzoek nog uitgevoerd met aanbrengen der elektroden op verschillende plaatsen; het is echter voor de verdediging der diagnose niet noodig deze proeven nog verder te beschrijven.

Op grond van bovenstaande bevindingen, die allen met elkaar in overeenstemming zijn, werd de volgende diagnose gesteld:

Uitschakeling van de linker-cochlea, vrij sterke stoornis van de rechter-cochlea.

Paralyse van het linker vestibulair orgaan, zoowel kinetisch als statisch gedeelte.

Parese van het rechter vestibulair orgaan.

Op de later vervaardigde stereoscopische Röntgenfoto's van den schedel, bleek door het trauma een schedelbasisfractuur te zijn ontstaan. Deze verliep links, dwars door het labirynth, rechts er onder door, aldus de gevonden verschijnselen volkomen verklarend.

2. Patiënt E., 23 jr.

Patiënt, die studeerde voor een examen, kreeg op zekeren avond plotseling een eigenaardig licht gevoel in het hoofd. Op straat kreeg hij last van duizeligheid en cirkelgang naar rechts.

Eenige dagen later herhaalden zich de duizeligheid en de afwijkingen bij het loopen en ontstond ook misselijkheid en braken.

Patiënt was sindsdien voortdurend duizelig en misselijk en braakte alleen niet, als hij op de linkerzijde ging liggen. Hij voelde zich erg ziek.

De geconsulteerde neuroloog dacht aan een cerebrale oorzaak der verschijnselen.

Bij het otologisch onderzoek, uitgevoerd direkt bij opname in onze kliniek, bleek het volgende:

Rechteroor: trommelvees rustig, achter de hamersteel een kalk-

vlek (patiënt had vroeger een middenoor-ontsteking gehad).

Linkeroor: trommelvlies wat dof, normale lichtreflex.

Neus en keel: geen afwijkingen.

Cornea reflex: rechts normaal, links vrijwel ongevoelig.

Pupilreacties en oogbewegingen zijn normaal.

Onderzoek op Nystagmus bij rechtop zitten:

Bij kijken vooruit: geen Nystagmus.

Bij kijken naar rechts: geen Nystagmus.

Bij kijken naar links: horizontaal-rotarische Nystagmus.

Patiënt wordt tijdens dit onderzoek weer duizelig en gaat braken, komt echter tot rust als hij weer op de linkerzijde gaat liggen.

Wijsproeven:

Proef IA.

Linkerhand: naar binnen miswijzen.

Rechterhand: naar buiten miswijzen.

Hoofd op den rechter schouder: linker- en rechterhand idem miswijzen.

Hoofd op den linker schouder: linkerhand geen miswijzen; rechterhand naar buiten miswijzen (minder).

Proef IB.

Linkerhand: sterke afwijkingen naar voren.

Rechterhand: afwijking naar achter.

Proef II.

Linkerhand: afwijking niet steeds in dezelfde richting doch meestal miswijzen naar beneden.

Rechterhand: naar beneden miswijzen.

Proef III.

Linkerhand: naar boven miswijzen.

Rechterhand: naar boven miswijzen (weinig).

Proef IV.

Linkerhand: naar beneden miswijzen.

Rechterhand: geen afwijking.

Het linker oor werd met 250 cc koud water uitgespoten. De spontane Nystagmus naar links werd daarna veel minder. Toen nogmaals 250 cc koud water was doorgespoten, was deze Nystagmus nog sterker verminderd en bestond er ook geringe Nystagmus naar rechts.

Patiënt braakte niet tijdens dit onderzoek.

Het galvanisch onderzoek werd ten gerieve van patiënt niet uitgevoerd.

Op grond van de gevonden verschijnselen en den uitslag der vingerwisprouwen werd de diagnose Morbus Menière auris sinistr gesteld. De specieele diagnose luidde: Geen symptomen van cerebrale complicatie van een middenoor-aandoening, sterke overprikkeling van den linker sacculus en linker lapillus.

De therapie bestond in het toedienen van K.J., Na.J. en bedrust.

De klachten en verschijnselen verminderden tijdens het verdere verloop en het later uitgevoerde galvanisch onderzoek bevestigde de diagnose.

Voordat ik de bespreking van dit geval ga beëindigen zou ik nog willen wijzen op het nut van de galvanische prikkeling van het oor, ditmaal niet als methode van onderzoek doch als therapie. Er bestond een overprikkeling van het linker vestibulair orgaan. Men kan nu de elektroden zoo op de beide ooren plaatsen, dat er bij galvanisatie een toestand ontstaat, die deze overprikkeling tegenwerkt. Door eenvoudige redeneering komt men dan tot de conclusie, dat in dit geval de anode op het linker, de kathode op het rechter oor geplaatst moet worden.

Werden tijdens deze doorstrooming de wijsproeven uitgevoerd, dan bleken de spontane afwijkingen reeds bij geringe stroomsterkte te verdwijnen.

Patiënt gevoelde zich tijdens de galvanisatie veel behagelijker en deze werd dan ook, als therapie, dagelijks gedurende een kwartier uitgevoerd.

Na ongeveer twee weken is patiënt volkomen genezen ontslagen.

3. Patiënt D., 28 jr., chauffeur.

Patiënt was door een ongeluk met een motorrijwiel getroffen en eenige dagen bewusteloos geweest.

Hij is sindsdien altijd wat blijven klagen en bij het onderzoek, ongeveer vijf maanden na het ongeval, waren de klachten de volgende:

Patiënt heeft een gevoellooze plek ter grootte van een rijksdaalder in de rechter temporaalstreek en klaagt over hoofdpijn in dit gedeelte van het hoofd. Hij hoort met het rechteroor haast niets, doch heeft deze doofheid pas bemerkt eenige maanden na het ongeval.

Subjectieve klachten bestonden nooit. Patiënt klaagde verder over duizelingen, die zeer veelvuldig zouden voorkomen, vooral bij snelle bewegingen van het hoofd naar links, voorover of achteroverbuigen.

De eerste duizeling was zes weken na het ongeval ontstaan.

Patiënt heeft slechts enkele keeren gebrakt. Bij het onderzoek naar de gehoorfunctie van het rechteroor, bleek de doofheid van dit orgaan zoo niet geheel, dan toch zeker voor het grootste gedeelte gesimuleerd, waarop ook de anamnese reeds wees. Het linkeroor was normaal.

Bij het onderzoek der evenwichtsfunctie bleek het volgende:

Bij het loopen naar een bepaald doel afwijken naar rechts, sterker als de proef met gesloten oogen herhaald werd. Verschillende hoofdhoudingen hebben hierop geen invloed.

Vingerwijsproef:

Proef IA: met de rechterhand afwijken naar buiten, toenemend als het hoofd op den rechter schouder geneigd is, minder of ontbrekend, wanneer het hoofd op den linker schouder geneigd is. Deze afwijking bleek bij herhaald onderzoek vrijwel constant te zijn.

De andere wijsproeven zoowel met rechter- als linkerhand vertoonden geen afwijkingen.

Er bestond geen Nystagmus. Bij uitspuiten van het linkeroor met koud water ontstond een horizontaal-rotarische Nystagmus naar rechts, patiënt valt echter inplaats van, zooals normaal naar links, bij dezen prikkel ook naar rechts.

Bij uitspuiten van het rechter oor valt patiënt al direkt naar links. De misselijkheid en het braken die bij deze reacties meestal op den voorgrond treden, zijn lang niet in dezelfde evenredigheid aanwezig.

De sterke valneiging naar rechts was niet gefundeerd door de objectief aantoonbare stoornissen in de vestibulaire reflexen, er kon slechts eene matige overprikkeling van den rechter sacculus-otoliet aangenomen worden en een overgevoeligheid van beide ooren voor calorische prikkeling, waarvan de oorzaak echter gezocht moest worden, niet in een overgevoeligheid van de periphære zintuigen, doch in een veranderde evenwichtstoestand van het centraal orgaan.

De diagnose werd gesteld op traumatische neurose en geadviseerd patiënt slechts werk te laten verrichten op den beganen grond.

Alvorens dit hoofdstuk te beëindigen wil ik nog melding maken van een patiënt lijdende aan een chronische middenoor-aandoening, die plotseling heftig duizelig was geworden, braakte en zich zeer ernstig ziek gevoelde.

Bij onderzoek werd o. a. een „segmentalen Nystagmus" bij zien naar boven gevonden. De wijsproeven waren hiermede in overeenstemming, wijzende op een aandoening van een vertikale booggang.

Bij de operatie werd een groote sequestor om de voorste vertikale booggang gevonden, aldus geheel in overeenstemming met hetgeen verwacht werd.

Ik vermeld dit geval slechts, omdat een dergelijke vorm van Nystagmus zoo hoogst zelden voorkomt.

Ik hoop door de beschrijving dezer enkele gevallen nogmaals de groote beteekenis van het onderzoek van het evenwichtszintuig aangetoond te hebben, niet alleen om de juiste differentiaal diagnose der verschillende labyrinth-aandoeningen te kunnen stellen, doch ook opdat men in het belang der patiënten een dreigende complicatie tijdig kan herkennen en door een spoedige operatie de verdere uitbreiding van het proces in vele gevallen nog kan voorkomen.

Ook voor ongevallen-verzekeringen en slachtoffers van auto- en andere ongevallen is dit onderzoek van groote beteekenis geworden.

SAMENVATTING.

Door het galvanisch onderzoek zijn wij in staat de functie van het vestibulair orgaan, in al zijn elementen, nauwkeurig na te gaan.

De theorieën van Barany, Brünings e.a. ter verklaring der galvanische verschijnselen zijn onvolledig en onvoldoende, wijl zij het otolietenapparaat buiten beschouwing laten, de theorie van Quix echter stelt ons in staat alle verschijnselen volkomen te verklaren.

Quix verklaart de galvanische verschijnselen door een geleidingsverandering in een zenuw aan te nemen, en wel door een versterking van de uitwerking der rustprikkel van het oor aan de kathode-zijde en vermindering van de uitwerking der rustprikkel van het oor der anode-zijde.

De reflexen uit het kinetisch en uit het statisch zintuig op de spieren der ledematen, romp en hals versterken elkaar, die op de oogen werken elkaar gedeeltelijk tegen.

De galvanische duizeligheid is te verklaren door een verbreking van het normale physiologische verband tusschen de prikkels uit het kinetisch-, het statisch-, het oogzintuig en de dieptesensibiliteit.

Vergelijken wij de reflexen der booggangen (door galvanisatie) met de reflexen, die ontstaan bij uitspuiten der beide ooren met koud of warm water, dan blijkt, dat de anode zich gedraagt als een prikkel door het koude, de kathode als een prikkel door het warme water.

Door gelijktijdige galvanische en calorische prikkeling van het vestibulair orgaan is het mogelijk de galvanische prikkeling van de otolieten aan te toonen.

Bij de waarneming en schatting van den stand van ψ hoofd en lichaam in de ruimte, spelen de otolieten een zeer belangrijke rol.

Dit is aan te toonen door vergelijking der schattingscurven met de door Quix vervaardigde drukkrommen der otolieten.

Ook bij het uitvoeren der vingerwijsproeven in de maximum- en minimum-drukstanden der otolieten blijkt, welk een belangrijke functie dezen, hierbij te vervullen hebben; immers deze wijsproeven worden slechts zonder fouten uitgevoerd, als wij ons bevinden in de drukzône van iederen otoliet afzonderlijk of in de gele vlek van het statisch systeem.

Het is tegenwoordig mogelijk met zeer eenvoudige hulpmiddelen in korten tijd zich een volledig beeld te vormen van de functie van het evenwichtszintuig in al zijn elementen.

De kliniek der labyrinth-aandoeningen toont ons zeer duidelijk het groote belang hiervan voor den modernen otoloog!



LITTERATUUR.

- Aubert.* Physiologische Studien über die Orientierung unter Zugrundelegung von Yves Delages:
Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction, pour servir à déterminer les fonctions des canaux demi-circulaires de l'oreille interne. Tübingen 1888.
- Barany.* Untersuchungen über den vom Vestibularapparat des Ohres reflectorisch ausgelösten, rythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. (Ein Beitrag zur Physiologie und Pathologie des Bogengangapparates.) Monatschr. f. Ohrenh. 1906. XL. 229.
- Breuer.* Neue Versuche an den Bogengängen. Pflügers Arch. 1891. XLVIII. S. 195.
- Breuer.* Ueber die function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Jahrb. d. K. K. Gesellsch. d. Aerzte. Wien. S. 72—124.
- Breuer.* Beiträge zur Lehre vom statischen Sinne. Jahrbücher der K. K. Gesellsch. d. Aerzte. Wien. S. 87—156.
- Crum-Brown.* On the sense of rotation and anatomy and physiology of the semi-circular canals of the internal ear. Journal of Anat. and phys. VIII. p. 327—331.
- Ewald.* Zur Physiologie der Bogengänge. Pflügers arch. XLI. S. 463—69.
- Ewald.* Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden. 1892.
- Flourens.* Expériences sur les canaux semi-circulaires de l'oreille, dans les oiseaux. Mémoires de l'Acad. royale des Sciences de l'Institut de France. Tome IX. p. 455—66.
- Grahe.* Ueber Lage-empfindungen und reflexen beim Menschen. Zeitschr. f. Hals, Nasen und Ohrenh. Bnd. XII. 2. 1925. S. 640.
- Guiseppe Tenaglia.* Osservazioni anatomiche, macroscopiche e microscopiche sugli otoliti studiati a fresco. Ann. di laring, otol, rinol, Faringologia. 1925. N. 4. 6.
- Hitzig.* Ueber die beim Galvanisieren des Kopfes entstehenden Störungen der Muskelinnervation und der Vorstellung vom Verhalten im Raum. Arch. von Reichert und Dubois-Reymond.
- De Haan.* De reactie-bewegingen van de bovenste extremiteiten na prikkeling van de halfcirkelvormige kanalen. Proefschrift. Utrecht 1922.
- De Haan.* Over den invloed van de halfcirkelvormige kanalen op den gang van den mensch. Ned. Tijdschr. v. G. 1925. II. No. 11. bld. 1238.
- Magnus.* Körperstellung. Monographien aus dem Gesamtgebiet der Pflanzen und der Tiere. Band VI. Leipzig.
- Mach.* Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig.
- Mach.* Physikalische Versuche über den Gleichgewichtssinn des Menschen. Wiener Sitzungsberichte. Bd. LXVIII. 3. S. 124. Nov. 1873.
- Mulder.* Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. Proefschrift. Utrecht 1908.

- Nagel.* Die Lage, Widerstands und Bewegungsempfindungen.
Nagels Handbuch d. Physiol. 1905. III. 2. S. 734.
- Quix.* Het uitgangspunt der zeeziekte.
Geneesk. bladen. 16. 2. 1912.
- Quix.* Le mal de mer.
Le mal des aviateurs.
Monographies Oto-Rhino-Laryngologiques internationales 1922 No. 8.
- Quix.* De scheiding der afwijkingen in de vingerwijsproef, veroorzaakt door
booggangprikkel van dezulke veroorzaakt door otolietprikkel.
Ned. T. v. G. 1925. II. No. 3.
- Quix.* Het verschil in de labyrinthreflexen opgewekt door calorische en gal-
vanische prikkels.
Ned. T. v. G. 1926. II. No. 4.
- Quix.* De labyrinthreflexen, opgewekt door den galvanischen stroom.
Ned. T. v. G. 1924. II. No. 16.
- Quix.* De topographie der otolieten organen.
Ned. T. v. G. 1913. II. No. 1.
- Quix.* De ligging en vorm der otolieten organen bij verschillende dieren.
Ned. T. v. G. 1917. II. No. 7.
- Quix.* Schematische teekeningen over de topographische ligging der otolieten in
den menschelijken schedel.
Ned. T. v. G. 1918. I. No. 11.
- Quix.* La fonction des Otolithes
Extrait des Arch. Néerl. de Physiol. de l'homme et
des animaux. Tome VIII. 1923. p. 425
- Quix.* L'examen clinique de la fonction des Otolithes.
Annales des Malad. de l'oreille et du larynx. T. XLII. No. 3. 1923.
- Quix.* Over den bouw der otolieten.
Ned. T. v. G. 1925. II. No. 4.
- Quix (en Werndly).* The otolithic pressure as a function of the position of the
cranium.
Ned. T. v. G. 1924. II. bld. 278.
- Quix.* De gewaarwordingen en reflexen opgewekt door niet eenparige recht-
lijnige bewegingen.
Ned. T. v. G. 1925. II. No. 3.
- Quix.* De otolietenreflexen tijdens den sprong bij paard en ruiter.
Ned. T. v. G. 1921. II. bldz. 269.
- Quix.* De compensatorische veranderingen van den oogstand bij standsveran-
deringen van het hoofd als functie der otolieten.
Ned. T. v. G. 1921. II. pag. 285.
- Quix.* De invloed van elken otoliet op de verschijnselen welke bij konijnen op-
treden na eenzijdige verwijdering van het labyrinth.
Ned. T. v. G. 1922. I. No. 11.
- Quix.* Is het vestibulair orgaan een evenwichtszintuig?
Ned. T. v. G. 1922. II. p. 489.
- Quix.* La fonction des Otolithes.
Société française d'oto-rhino-laryngologie. Congrès de 1921.

- Quix. De vingerwijsproef in de Oorheelkunde.
Ned. T. v. G. 1924. II. bldz. 276.
- Quix. De doelmatigheid der booggangreflexen.
38e Vergadering der Ned. Keel-, neus- en oorheelkundige Vereeniging op
29 en 30 Nov. 1924.
- Quix. Die Otolithenfunktion in der Otologie.
Zeitschr. f. Hals-, Nasen und Ohrenheil. 1924. Bnd. 8. Heft 4.
- Van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt vanuit de halfcirkel-
vormige kanalen. Proefschrift. Utrecht 1907.
- Von Stein. Die Lehren von den Funktionen der einzelnen Teilen des Ohr-
labyrinthes. 1894.
(Uit het Russisch in het Duitsch vertaald door C. von Krzywicki.)
- Stern. Die Litteratur über die nicht-akustische Funktion des inneren Ohres.
Arch. f. Ohrenh. bnd. 39—40. 1895. S. 248.
-

STELLINGEN.

I

De oorheelkunde, neusheelkunde en keelheelkunde behooren in de handen van één specialist.

II

Het is klinisch niet bewezen, dat bij otogene thrombose van den Sinus Sigmoidæus de onderbinding van de Vena Jugularis een beter resultaat geeft dan niet onderbinding.

III

Een luetica behoort tijdens de graviditeit ter bescherming van de vrucht behandeld te worden met met Neosalversan, onder voorzichtige doseering.

IV

De diagnose Tetanie mag niet gesteld worden zonder bepaling van de hoeveelheid kalk in het bloedserum.

V

Bij verwondingen van grootere artetiën der extremiteiten of van de art. carotis is de vaatnaad met herstel der continuïteit van het lumen te verkiezen boven de ligatuur.

VI

Een apoplexie ontstaat in den regel niet door het barsten van één bloedvat.

