Labyrinthreacties op oogen en ledematen : opgewekt door rechtlijnig werkende krachten en door constante centrifugaalkrachten

Labyrinthreacties op oogen en ledematen opgewekt door rechtlynig werkende krachten en door constante centrifugaalkrachten.

LABYRINTHREACTIES OP OOGEN EN LEDEMATEN

OPGEWEKT DOOR RECHTLIJNIG WERKENDE KRACHTEN EN DOOR CONSTANTE CENTRIFUGAALKRACHTEN

Diss. Utrecht 1934

LABYRINTHREACTIES OP OOGEN EN LEDEMATEN

OPGEWEKT DOOR RECHTLIJNIG WERKENDE KRACHTEN EN DOOR CONSTANTE CENTRIFUGAALKRACHTEN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS Dr. H. BOLKESTEIN, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 20 NOVEMBER 1934 DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

ANDREAS ANGELUS MARIE NELISSEN
ARTS,
GEBOREN TE ROTTERDAM.

VAN GORCUM & COMP. N.V.
ASSEN

AAN MIJN VROUW
EN KINDEREN.

AAN DE NAGEDACHTENIS
MIJNER OUDERS.

VOORWOORD.

Met zeer veel erkentelijkheid gedenk ik mijn leermeesters aan de

ERRATA.

Voorwoord 17e regel van boven: Stad- moet zijn: Stads-.

Blz. 25, 8e regel van onder: langzame moet zijn: vertraagde.

Blz. 94, g = 1000 cm/sec2. = 22,5 cm moet zijn: g = 1000 cm/sec2. l = 22,5 cm.

Blz. 128, 3e regel van boven achter centrifugaalkracht moet staan: en door andere oorzaken.

Blz. 31, regel 19 van boven staat: het horizontale vlak, moet zijn: het horizontale kanaal.

Blz. 34, tusschen regel 5 en 6 van onderen bijvoegen: Bij de proeven 2, 3, 4 en 5 heeft een afwijking naar boven het positieve teeken, een afwijking naar beneden het negatieve teeken.

Blz. 187, 12e regel van onderen staat: (zie fig. 20), dit moet zijn: (zie fig. 20^{II}).

Blz. 187, 2e regel van onderen staat: die ontstaat, moet zijn: die ontstaat (Zie fig. 20^{I}).

het bijzonder U, Zeergeleerde Van Egmond, die mij bij mijn arbeid steeds met groote bereidwilligheid van dienst waart, o.a. de proefdieren opereerde en het histologische onderzoek verrichtte, en U, Zeergeleerde Köster, die assisteerde bij het opereeren van de dieren en mij op velerlei andere wijze geholpen hebt.

Ook U, Zuster Willems, en U, Zuster Koster, wil ik mijn erkentelijkheid betuigen voor Uw vriendelijke behulpzaamheid.

U, Hooggeleerde Weve, hebt mij verschillende malen met raad en daad terzijde gestaan, wat ik op hoogen prijs stel.

VOORWOORD.

Met zeer veel erkentelijkheid gedenk ik mijn leermeesters aan de Leidsche Universiteit, van wie er slechts nog weinige aan de Hoogeschool verbonden zijn, in het bijzonder U, Hooggeleerde Kan, die mij op Uw afdeeling en onder Uw leiding gelegenheid gaf, mij voor te bereiden tot het speciale onderdeel der geneeskunde, hetwelk ik thans uitoefen.

Ook U, Zeergeleerde Van Iterson, destijds hoofdassistent van de keel-, neus- oorheelkundige afdeeling, ben ik zeer veel dank verschuldigd voor de vele nuttige lessen en aanwijzingen, die U mij hebt gegeven. Aan den tijd, gedurende welken ik met U samenwerkte, denk ik altijd met veel genoegen terug.

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid, om mijn oud-leermeesters te Freiburg i.B., wijlen Prof. G. Killian en prof. C. v. Eicken (thans te Berlijn) dankbaar te gedenken.

Geruimen tijd na de Leidsche Hoogeschool te hebben verlaten, Hooggeleerde Quix, Hooggeachte Promotor, vond ik op Uw afdeeling in het Stad- en Academisch Ziekenhuis te Utrecht een voor mij nieuw heiligdom van wetenschap. De vele uren, die ik daar doorbracht temidden van de beslommeringen van mijn dagelijksche arbeid, waren voor mij een genot. Uw hulp, Uw leiding en Uw raad bij het experimenteeren in Uw laboratorium en elders, gepaard met Uw vriendschap, zal ik nooit vergeten. Steeds zal ik U dankbaar blijven, voor hetgeen U voor mij deed.

Mijn dank geldt ook allen, die op Uw afdeeling werkzaam waren gedurende den tijd, dat ik aldaar mijn onderzoekingen verrichtte, in het bijzonder U, Zeergeleerde Van Egmond, die mij bij mijn arbeid steeds met groote bereidwilligheid van dienst waart, o.a. de proefdieren opereerde en het histologische onderzoek verrichtte, en U, Zeergeleerde Köster, die assisteerde bij het opereeren van de dieren en mij op velerlei andere wijze geholpen hebt.

Ook U, Zuster Willems, en U, Zuster Koster, wil ik mijn erkentelijkheid betuigen voor Uw vriendelijke behulpzaamheid.

U, Hooggeleerde Weve, hebt mij verschillende malen met raad en daad terzijde gestaan, wat ik op hoogen prijs stel.

Voor het samenstellen van dit proefschrift heb ik verder de hulp van zeer velen noodig gehad. Zoo heeft de Heer L. Klaphaak, architect, mij een grooten dienst bewezen, door de meeste teekeningen en het ontwerp voor den omslag te vervaardigen. Tevens is hij mij bij vele liftproeven behulpzaam geweest. Ook de Heer J. Lemmens was zoo vriendelijk verschillende teekeningen te maken. Verder heeft Ir. H. Verbeek zich zeer veel moeite gegeven, om alle berekeningen, betrekking hebbend op lift-, rolwagen- en treinproeven, te maken en de bijlage „De beweging der otolieten vanuit mathematisch standpunt beschouwd" samen te stellen. Genoemde Heeren kan ik hiervoor niet genoeg danken.

De firma C. Jamin was zoo vriendelijk voor de talrijke liftproeven haar lift en personeel te mijner beschikking te stellen, wat ik buitengewoon waardeer.

Verder stel ik het zeer op prijs, dat het bestuur van het Antoniusgasthuis te Utrecht de draaischijf ten behoeve van de onderzoekingen heeft afgestaan.

De directie en de ingenieurs van de mijn Oranje Nassau 3 te Heerlen ben ik zeer erkentelijk voor hetgeen zij ertoe hebben bijgedragen, om het onderzoek in de mijnlift mogelijk te maken. Mijn dank strekt zich ook uit over allen, die aan dit onderzoek in de mijn hebben medegewerkt, in het bijzonder waardeer ik de door den Heer G. Burgers te Maastricht verleende hulp.

Een hartelijk woord van dank aan de Heeren Van Rossum, amanuensis, en van der Valk, laboratoriumbediende, voor hun hulp bij het nemen van de proeven, is hier ook zeer op zijn plaats.

Tevens een woord van waardeering voor alle personen, die zich aan de dikwijls onaangename proeven onderwierpen, of op eenigerlei wijze aan het tot stand komen van dit proefschrift hebben medegewerkt.

Dat mijn vrouw, door haar groote hulp bij de administratieve werkzaamheden van de practijk en op andere wijze, het mij mogelijk maakte, den tijd voor het bewerken van dit proefschrift te vinden, moge hier met zeer groote waardeering vermeld worden.

Ten slotte noem ik Mejuffrouw M. van Dongen, die mij een groote steun was bij het typen en het bewerken van dit boek, waarvoor ik haar hartelijk dank zeg.

INLEIDING.

In dit proefschrift worden hoofdzakelijk de reflexbewegingen behandeld van de ledematen en de oogen, zoowel bij den mensch als bij verschillende dieren, opgewekt:

1. door rechtlijnige bewegingen met veranderlijke snelheid, derhalve versnelde zoowel als vertraagde;
2. door de werking van de centrifugaalkracht.

Deze reflexen gaan uit, zooals zal worden aangetoond, van het oorlabyrinth en wel van dat gedeelte van het vestibulairorgaan, hetwelk men het otolietenstelsel noemt.

Vooreerst zijn onderzocht menschen en dieren met normale labyrinthen om vast te stellen, welke reflexen in normale omstandigheden ontstaan.

Daarna zijn personen onderzocht bij wie een labyrinth door een of andere oorzaak buiten werking was gesteld en dieren (konijnen en caviae) bij welke een of beide labyrinthen verwijderd waren.

Bewezen is o.m. dat het onderzoek op de draaischijf door toepassen van de centrifugaalkracht als labyrinthprikkel van beteekenis is bij het klinisch onderzoek van de labyrinthafwijkingen.

Alvorens met de beschrijving van de door mij genomen proeven te beginnen, zal eerst een kort algemeen historisch overzicht worden gegeven van de mijlpalen op den weg, dien het labyrinthonderzoek gevolgd heeft.

In een bijzonder overzicht worden slechts die onderzoekingen vermeld, die of wel met mijn proeven verband houden, of wel daartoe een physiologische en physische grondslag vormen. De literatuur over de functie van het vestibulairorgaan is zoo ontzaglijk groot, dat ik moet volstaan met het doen van eenige grepen uit de meest bekende publicaties.

De gang van het onderzoek was als volgt:

Vooreerst werden zoowel bij menschen als bij dieren de reacties van het labyrinth nagegaan bij rechtlijnige versnelde en vertraagde bewegingen in het vertikale vlak. (Liften). Daarna vond het onderzoek plaats bij rechtlijnige versnelde en vertraagde bewegingen

in het horizontale vlak (rolwagen en trein), eveneens bij menschen en bij dieren.

Ten slotte werden de labyrinthreacties onderzocht, die bij menschen en bij dieren ontstaan door de werking der centrifugaalkracht. (Draaimolen, draaischijf, centrifuge).

INDEELING VAN HET EIGEN ONDERZOEK.

A. Reacties door rechtlijnige versnelde of vertraagde bewegingen.

1. Onderzoek in liften.

   a. in de fabrieckslift: personen met normale labyrinthen
   personen met labyrinthafwijkingen
   konijnen
   cavia

   b. in de mijnlift: personen met normale labyrinthen

2. Onderzoek met den rolwagen:
   personen met normale labyrinthen
   persoon met labyrinthafwijking
   konijnen
   caviae

3. Onderzoek in den trein: personen met normale labyrinthen

B. Reacties door de centrifugaalkracht.

1. Onderzoek met de draaischijf:

   a. in het Antoniusgasthuis: personen met normale labyrinthen

   b. te Austerlitz: personen met normale labyrinthen
   persoon met eenzijdig labyrinthverlies

2. Onderzoek met de centrifuge.

   a. konijnen: normale
   waarbij aan een zijde het labyrinth was verwijderd
   waarbij aan beide zijden het labyrinth was verwijderd

   b. caviae: normale
   waarbij aan een zijde het labyrinth buiten werking was gesteld.

HOOFDSTUK I.

HISTORISCH OVERZICHT.

Algemeen bekend mag worden verondersteld, dat het essentieel zintuigelijke apparaat van het evenwichtsorgaan bestaat uit zenuwvlekken (maculae) en kammen (cristae), waarvan de eerste zich bevinden in de twee vliezige zakjes, utriculus en sacculus, van den voorhof of vestibulum, en de laatste in de ampullen van de booggangen.

Bauhinus — 1605 — (1) was de eerste, die aan de verschillende deelen van het labyrinth een functie toekende. Zoowel hij, als allen die zich tot 1824 met het onderzoek van het gehoororgaan bezighielden, waren van meening dat het gedeelte van het binnenoor, hetwelk tegenwoordig als evenwichts-statisch of zesde zintuig — ook wel als vestibulairorgaan — bekend staat, diende om het geluid waar te nemen.

In het laatst genoemde jaar nam Flourens (2) proeven bij duiven en bij konijnen. Hij sneed bij die dieren een of meer booggangen door en zag nu verschillende reacties ontstaan.

Hij merkte het volgende op:

1. Bij iedere doorsnijding van een kanaal ontstaan convulsieve bewegingen van de oogen en de ledematen.
2. Deze bewegingen vinden plaats in het vlak van de beschadigde of geprikkelde booggang.

Volgens Chevreul (3) roept het doorsnijden van de booggang de bewegingen niet te voorschijn, doch deze ontstaan door het wegvallen van de remmende werking der booggangen.

Flourens was het met deze verklaring geheel eens. In 1861 herhaalde hij zijn proeven. Hij kwam tot de conclusie dat bepaalde lichaamsbewegingen door de halfcirkelvormige kanalen geregeld worden en dat de kanalen met het hooren niets uitstaande hebben.

De groote beteekenis van dit onderzoek zag men eerst veel later in.

Na Flourens werden booggang- en vestibulum-onderzoek geruimen tijd verwaarloosd.

In 1870 zei Helmholtz (4): Het vestibulum en de ampullen dienen tot het opvangen van geruischen.

Hasse (5) en Exner (6) meenden eveneens, dat de sacculus een gehoorfunctie heeft.

Vooral van belang waren de onderzoekingen door Ewald (7) bij vogels gedaan. Hij maakte uit zijn proeven de gevolgtrekking, dat er een zoogenaamde labyrinthtonus bestaat, dat wil zeggen dat er vanuit het binnenoor op de spieren van de oogen, van de ledematen en van den romp een prikkel uitgaat.

E. schreef dien prikkel toe aan de booggangen.

Hij zag bij zijn duiven, dat bij een kunstmatig opgewekten endolymphstroom bewegingen van kop en oogen ontstaan en dat de richting van den endolymphstroom overeenkomt met de richting van de kop- en oogbeweging.

Ook Mach (8) en Breuer (9) deden vele onderzoekingen. Zij namen aan, dat de beweging van de endolymphe in de booggangen de adaequate prikkel is voor de ampullaire zenuwen. Versnelde of vertraagde draaibewegingen kunnen hierdoor worden waargenomen, draaiende bewegingen met eenparige snelheid en rechtlijnige bewegingen daarentegen niet.

Crum Brown (10) maakte uit zijn onderzoekingen in 1874, die hij onafhankelijk van Mach en Breuer deed, de gevolgtrekking dat zich in het oor een orgaan moet bevinden, hetwelk de draaibewegingen doet herkennen.

In 1870 gaf Goltz (11) zijn zoogenaamde hydrostatische hypothese. Hij zegt hierin, dat het evenwicht van het lichaam geregeld wordt door de drukverandering van de vloeistof in de booggangen, die tot stand komt door de verschillende houdingen van het hoofd.

In 1881 bestond echter nog verschil van meening over de functie van de booggangen. Zoo noemt Laborde (12) de halfcirkelvormige kanalen een apparaat, dat met het gehoororgaan verbonden is en dient om de door geluidsindrukken veroorzaakte bewegingen van hoofd en romp te leiden. Het is tegelijk perceptie- en bewegingsapparaat.

Ook nog in 1888 ontkent Bruckner (13) het verband tusschen de booggangen en het evenwicht van het lichaam.

Volgens hem maken de booggangen het hooren van zachte geluiden bij de verschillende hoofdstanden mogelijk.

Tot in den laatsten tijd zijn er onderzoekers, die meenen, dat de booggangen iets met het gehoor te maken hebben.

Zoo is Tullio (14) ervan overtuigd, dat menschen en dieren het geluid in de juiste richting localiseeren door middel van de booggangen.

Bij acustische prikkeling van het labyrinth ziet hij de houding van het hoofd veranderen.

Het aantal dergenen, die aan de halfcirkelvormige kanalen een gehoorfunctie toeschrijven, wordt echter steeds kleiner.

Daarentegen kwam Stenger (15), die verschillende patiënten met aandoening van de horizontale booggangen onderzocht, tot de gevolgtrekking dat het booggangapparaat behoort tot die organen die het evenwicht in stand houden.

Geleidelijk won de meening veld, dat de booggangen het waarnemen van de hoekversnelling tot doel hebben, vooral door de klassieke onderzoekingen van Barany (16) en zijn school en van verschillende andere onderzoekers, zooals Frey (17), Kummel (18), Panse (19), Passow (20), die zich bezighielden met het nystagmusonderzoek tijdens en na het ronddraaien.

Hier te lande hebben zich met het onderzoek van de halfcirkelvormige kanalen beziggehouden: Van Rossem (21) en Mulder (22), die in het laboratorium van Zwaardemaker o.a. den reactietijd en den prikkeldrempel voor de rotatiegewaarwordingen bepaalden.

Verder Quix (23) die de vingerwijsproef onderzocht bij de verschillende methoden van booggangprikkeling en die de verschillende soorten van nystagmus, die bij labyrinthprikkeling kunnen ontstaan, definieerde en verklaarde.

In zijn laboratorium werden tevens booggangonderzoekingen gedaan door De Haan (24), Del Prado (25) en door mijzelf (26).

In de laatste jaren zijn door Steinhausen (27) en zijn medewerker Wunn (28) proeven genomen bij snoeken, waardoor bewezen werd, dat de endolymphstroom in de booggangen, die ontstaat door draaiingen, verwarming of verkoeling, de cupula terminalis doet doorbuigen.

De nystagmus, die ontstaat door prikkeling van de booggangen gedurende en na het ronddraaien, werd geregistreerd o.a. door Bartels (29) en Ewald (30) bij dieren en verder door

Buys (31), Coppez (32), Kuilman (33), Struycken (34) en Wojatschek (35) bij den mensch.

Door sommige onderzoekers werd nog een andere functie aan de booggangen toegekend, namelijk het reageeren op rechtlijnige bewegingen met veranderlijke snelheid.

Deze meening werd vooral verdedigd door Graham Brown (36), Nagel (37) en later door de school van Magnus en De Kleyn (38), Lorente De Nó (39), Fischer (40) Sjoeberg (41).

Zooals wij later zullen zien, wordt door anderen, b.v. Ach (42), Fleisch (43), Hasegawa (44), Quix (45) en zijn school aangenomen, dat de reactie op bewegingen met veranderlijke snelheid door de otolieten veroorzaakt wordt.

Nu volgt een kort overzicht van de ontwikkeling van het otolieten-onderzoek.

Wat de vroegere onderzoekers aangaat, hebben Sewall (46), Steiner (47), Kreidl (48), reeds betoogd dat de maculae sacculi evenals de booggangen sommige bewegingen regelen.

In 1885 heeft Sewall voor het eerst een tamelijk geisoleerde prikkeling en laesie van den utriculus van roggen en haaien tot stand gebracht. Hij kwam daardoor ook voor den utriculus tot deze conclusie.

Vooral Mach (49) en Breuer (50) hebben zich groote verdiensten verworven door het opstellen van hun theorie. Zij kenden aan de otolieten de functie toe om de verschillende standen van het hoofd waar te nemen. Zij beschouwden dus het sacculus- en utriculusapparaat als een statisch orgaan. Door den druk, dien de otolieten op de haren der haarcellen uitoefenen en die bij verandering van hoofdhouding eveneens een verandering ondergaat, zou het verschil in stand van het hoofd kunnen worden waargenomen.

Tevens had volgens Mach de sacculus de eigenschap om rechtlijnige bewegingen met veranderlijke snelheid waar te nemen.

In 1890 gaf Breuer zijn zoogenaamde glijtheorie. In den otoliet zou een gleuf zijn, waarin de haren van de macula passen. Hij stelde zich voor, dat de otolieten in een bepaalde richting over hun maculae gleden bij de rechtlijnige bewegingen. Hierdoor zou het volgens hem mogelijk zijn, de richting van deze beweging te herkennen. Deze glijtheorie is door latere onderzoekers als niet juist erkend.

Ook vooral de anatomische onderzoekingen van Ruysch (51) pleiten tegen deze theorie.

Wel echter bleef de theorie van Breuer, die den druk van de otolieten op hun maculae als specifieken prikkel voor het statisch orgaan aangaf.

Steeds meer zoogenaamde otolietenreacties werden na dien tijd ontdekt. Zoo beschouwde Kubo (52) de compensatorische hoofdhoudingen, die hij bij konijnen en visschen zag, als veroorzaakt door otolietenwerking. Deze hoofdhoudingen waren reeds door Von Graefe in 1854 gezien, doch door hem niet in verband gebracht met het labyrinth.

Barany zag de verandering in het voorbijwijzen bij veranderde houding van het hoofd en hield dit voor een otolietenreflex.

Een zeer uitgebreid onderzoek van de otolietenfuncties werd door Magnus en zijn school gedaan.

Magnus (53) heeft vooreerst de reflexen onderzocht, welke bij dieren na onthersening ontstaan in de verschillende standen van het hoofd ten opzichte der vertikale en daarin onderscheiden de reflexen, welke afhankelijk zijn van het labyrinth, van die, welke ontstaan in den hals of in andere deelen van het lichaam (huid, ledematen, enz.).

Nauwkeurig is nagegaan, welke reflexen verdwijnen na vernietiging van een of beide labyrinthen en welke verschijnselen ontstaan na eenzijdige verwijdering van een labyrinth.

Verder werden de reflexen onderzocht, die ontstaan tijdens rechtlijnige bewegingen, vooral die in vertikale richting (liftbewegingen).

In een andere serie proefnemingen is getracht, afzonderlijke deelen van het labyrinth in de algemeene functie uit te lasschen. Hierbij werden eenige of alle otolieten door centrifugeeren der dieren uitgeschakeld; eveneens werden labyrinth-elementen door inspuiting van cocaïne in tijdelijke volgorde uitgelascht. De laatste onderzoekingen hielden zich bezig met partieele extirpaties van enkele labyrinthdeelen. Zoo is de sacculus verwijderd, terwijl de andere elementen intact waren gelaten. Door al deze proeven heeft Magnus getracht, het aandeel in de reacties van de twee soorten labyrinthelementen, de otolieten aan den eenen kant, de booggangen aan den anderen kant, te leeren kennen.

Mede baseerende op de liggingsbepalingen der otolieten in

den schedel door De Burlet (54), is Magnus tot een otolietentheorie gekomen.

De resultaten der latere onderzoekingen van de school van Magnus zijn nu met de eerste in tegenspraak, zoodat de otolietentheorie is opgegeven moeten worden. Het komt mij om deze reden onnoodig voor, hier deze theorie met de door Magnus aangegeven reflexen uitvoerig te vermelden. In mijn volgende historische beschouwingen zal ik nog op verschillende punten van de onderzoekingen van deze school terugkomen.

Met de opvattingen en conclusies van deze school is Quix het niet eens. Quix heeft vooreerst de ligging van de otolieten in den schedel bij menschen en dieren door nauwkeurige metingen in histologische doorsneden in onderling drie loodrechte vlakken bepaald. Baseerende op deze gegevens heeft hij met Werndly (55) mathematisch het drukverloop berekend, hetwelk door elken otoliet op zijn macula bij draaiing om de drie hoofdassen van den schedel wordt uitgeoefend. Met de aldus verkregen drukcurven wordt het verloop der verschillende bekende reflexen vergeleken, die ontstaan in de standen, welke door deze draaiingen verkregen worden. Quix meent op deze wijze het aandeel van elken otoliet in de statische reflexen te kunnen bepalen. Zijn theorie is, in tegenstelling met de trektheorie van de school van Magnus, een druktheorie.

Door Quix wordt scherp onderscheid gemaakt tusschen de booggang- en de otolietenfunctie. Beide apparaten zijn gescheiden zintuigen, hoewel zij in de functie van de reguleering van het evenwicht steeds onafscheidelijk met elkaar samenwerken.

Behalve met de labyrinthverschijnselen bij dieren heeft Quix zich beziggehouden met die, welke bij den normalen mensch kunnen worden onderzocht of wel bij den labyrinthloozen mensch zich dikwijls op zeer ernstige wijze manifesteeren. Quix heeft door deze onderzoekingen niet alleen een algemeene labyrinththeorie opgesteld, doch tevens een onderzoekingsmethode opgebouwd om bij den mensch de functie van elk labyrinthelement te onderzoeken.

Wat de sacculusfunctie betreft, meenen Von Frisch (56) en zijn medewerkers, dat deze alleen op het gehoor betrekking heeft.

Van Gilse (57) heeft erop gewezen, dat van anatomisch standpunt uit bekeken de sacculus waarschijnlijk een gehoorfunctie heeft.

De Kleyn en Versteegh (58) zijn door de onderzoekingen van den laatste tot de overtuiging gekomen, dat de sacculus geen statische functie heeft.

Benjamins (59) heeft er echter de aandacht op gevestigd, dat bij de duif de sacculus wel een statische functie heeft, daar deze de raddraaiing der oogen veroorzaakt.

Ten slotte wil ik de onderzoekingen van Rademaker en Hoogewerf (60) nog vermelden.

Deze meenen op grond van hun onderzoek de conclusie te mogen trekken, dat de tonische labyrinthreflexen niet alleen veroorzaakt worden door druk of trekking van de otolieten, maar dat nog een andere invloed daarbij werkzaam is.

Ik ga nu over tot de uitvoerige bespreking van die onderzoekingen, welke betrekking hebben op de reflexen bij rechtlijnige bewegingen en van die door de centrifugaalkracht veroorzaakt, daar deze het onderwerp van mijn proefschrift vormen.

HOOFDSTUK II.

WAARNEMING VAN RECHTLIJNIGE BEWEGINGEN MET VERANDERLIJKE SNELHEID EN REFLEXEN DOOR DEZE BEWEGINGEN OPGEWEKT.

A. *Waarneming.*

Zooals reeds is opgemerkt, meenen Mach en Breuer, dat het waarnemen der bewegingen met veranderlijke snelheid door de otolieten geschiedt.

Breuer beschrijft voor het eerst het voorkomen van een gleuf in den otoliet bij den snoek. Door verschuiving van den otoliet wordt aan de haren van de cellen, die met zenuwuiteinden in verband staan, getrokken. Later werd deze gleuf ook bij andere dieren en bij den mensch aangetoond.

Breuer meent, dat de otolieten een bepaalde glijrichting hebben en dat de glijrichting met de perceptierichting samenvalt. Een horizontaal verschuifbare otolietenplaat zou dus dienen voor de perceptie van horizontale bewegingen en voor de horizontale ligging.

Nagel (61) merkt hierover op, dat juist de horizontale otoliet beter in staat is verandering van druk in vertikale richting waar te nemen.

Verder zegt hij, dat bij menschen de lagena, die een vertikale glijrichting zou hebben, ontbreekt.

Breuer betoogt ook, dat verschuiving alleen van de otolieten een gewaarwording van rechtlijnige beweging en otolieten verschuiving plus booggangprikkel een gewaarwording van veranderden hoofdstand geeft.

Deze uitlegging bevredigt niet, omreden de sensatie van een verandering van hoofdhouding nog lang blijft, nadat de prikkeling van de halfcirkelvormige kanalen geëindigd is. Ook als deze kanalen niet geprikkeld zijn, omdat het hoofd zeer langzaam bewogen is, kan men de standsverandering van het hoofd waarnemen. (Quix) (62).

Een bewijs tegen deze otolietenverschuiving leverde Ruysch (63). Hij nam proeven met haaienkoppen en zag noch bij standsverandering van den kop, noch bij toepassen van den druk der centrifugaalkracht, een meetbare verschuiving van de otolieten, hetwelk met Röntgen foto's werd aangetoond. Iets voor de glijtheorie van Breuer zou pleiten de ondervinding door Delage eenmaal in een spoortrein opgedaan, terwijl hij zat te lezen. De trein werd plotseling sterk geremd; Delage kreeg nu de gewaarwording, dat de trein in plaats van vooruit, achteruit ging.

Hij nam ook proeven in een bootje, waarin hij ging liggen. Door middel van een elastisch koord kreeg de boot plotseling een versnelde rechtlijnige beweging en later door den weerstand van het water een vertraagde. Bij het stilliggen van het bootje stond D. op. Hij had niets van de snelheidsveranderingen bemerkt. Delage (64); Aubert (65).

In de Nederlandsche literatuur vinden wij een beschrijving van M. E. Mulder (66). Bij het remmen van een trein ziet men vertikale voorwerpen in den trein of er buiten een afwijking van de vertikaal krijgen. Staat de trein stil dan is het verschijnsel verdwenen. Bij het aanzetten van de treinen (vooral electrische, die snel in beweging komen) kan men het omgekeerde waarnemen. Heeft de trein daarna een constante snelheid, dan ziet men de afwijking niet meer. Een verklaring wordt door Mulder niet gegeven.

B. *Reflexen.*

In de literatuur vindt men hiervan verschillende voorbeelden. Zoo vermeldt Nagel (67) het opheffen der handen bij het snel naar beneden gaan of vallen van het lichaam.

Schaltenbrand (68) zag bij kinderen, die hij aan het bekken vasthield en naar beneden bewoog, het hoofd naar boven gaan en de armen zich naar beneden strekken. Wanneer hij de kinderen naar boven bewoog, ging het hoofd naar beneden.

Schaltenbrand (69) nam ook proeven met volwassen personen. Een tafel, waarop zich de proefpersoon bevond, werd eerst naar boven bewogen. Bij het begin van de beweging werden de armen gebogen en het hoofd eveneens. Bij het eindigen van de snelheid werden de armen gestrekt en ging het hoofd naar boven. Ging de tafel naar beneden, dan geschiedden deze reacties in omgekeerde volgorde.

Mulder (70) zag bij caviae den kop naar beneden gaan, wanneer het dier met versnelling naar boven werd bewogen en bij versnelling naar beneden geschiedde juist het omgekeerde. (Buiging en strekking van den kop). Verder heeft hij ook den reactietijd bepaald (± 0,10 sec.).

Quix (71) heeft in de vergadering van het Nederlandsch Natuur- en Geneeskundig Congres te Utrecht in 1921 een momentopname vertoond van den sprong van het paard met ruiter. De lapillusreflexen: buiging van het lichaam en zijn ledematen bij drukverhooging (in het begin van den sprong) en strekking veroorzaakt door het wegvallen van den druk (dalend gedeelte van den sprong) zijn zoowel bij den ruiter als bij het paard goed waarneembaar.

Bij neerkomen op den bodem ontstaat door den stoot opnieuw lapillusdruk dus weer buiging van voorpooten en hals bij het paard en verdwijnen van de strekpositie bij den ruiter.

Francois, Meyerson en Pieron (72), namen proeven op een trottoir roulant. Zij bevestigden hun proefpersonen een staaf op den rug. Wanneer de snelheid, waarmee de personen werden voortbewogen, vergroot werd, reageerden zij hierop met voorwaartsbuigen van het bovenlichaam. Het tegenovergestelde geschiedde, wanneer de snelheid plotseling verminderd werd. Hiervan werden kinematografische opnamen gemaakt. Een metronoom tot vaststellen van den tijd werd mede gefotografeerd.

Dit zijn echter waarschijnlijk booggangreflexen. Bij een snelheidsverandering toch blijft het hoofd met het bovenlichaam door de traagheid achter ten opzichte van de voeten, die door het gewicht van het lichaam op het trottoir gedrukt worden en de bewegingen van het trottoir moeten volgen. Bij een snelheidsverandering zal dus het hoofd een gedeelte van een cirkel beschrijven met de voeten als middelpunt. De rotatie wekt in de booggangen een endolymphstroom op, waarvan de resultante gericht is tegengesteld aan de hoofdbeweging. Deze endolymphestroomen in de verschillende kanalen wekken weer reflexen op, die het lichaam bewegen in een richting tegengesteld aan de richting van de bewegingsverandering van het trottoir. Op deze wijze laten zich de reactiebewegingen op het trottoir roulant met veranderlijke snelheid in de theorie van Quix voor de booggangfunctie verklaren.

Foix en Thevenard (73), hebben de reacties beschreven, die ontstaan, wanneer men iemand een stoot in den rug geeft,

zoodat de romp naar voren gaat. Men ziet de strekspieren van den rug en de spieren aan de achterzijde der onderste extremiteiten zich samentrekken.

Bij een stoot tegen de borst ontstaan contracties van de buikspieren en van de spieren aan de voorzijde der beenen.

In 1926 zegt Fischer (74): „Das Studium der Lineairreaktionen ist bis heute nicht weit gediehen. Grosse Schwierigkeiten stehen der Erforschung der Empfindungen bei nicht adäquater Beeinflussung der Labyrinthe im Wege".

Fischer (75) plaatste een kikker in een bekerglas. Bij bewegen van het glas naar boven buigt het dier zijn kop naar beneden en worden de voorpooten sterk gebogen. Bij het ophouden van de beweging wordt de kop opgeheven en de voorpooten gestrekt. Bij het naar beneden bewegen hebben de reacties in omgekeerde volgorde plaats.

De reacties ontbreken geheel na dubbelzijdige labyrinthextirpatie.

Bij visschen heeft F. geen onderzoek ingesteld.

Zijn proeven bij duiven beschrijft hij als volgt:

De duif wordt vastgehouden met den buik naar beneden gericht, de vleugels worden tegen het lichaam gedrukt. Wordt het dier plotseling losgelaten, dan worden de vleugels opgeheven en de duif vliegt weg. Wordt voor het loslaten de rug naar beneden gehouden, dan draait het dier zich met eenige vleugelslagen om en vliegt weg.

Ook Ewald, Trendelenburg en Groebbels vonden bij opheffen en naar beneden bewegen van een duif, die bij de pooten werd vastgehouden, dat de vleugels gespreid werden. Na eenzijdige labyrinthextirpatie bewoog de vleugel aan de geopereerde zijde zich zwakker.

Belangrijk zijn de onderzoekingen en beschouwingen van Fleisch (76). Hij plaatste konijnen in buikligging op een roltafel in een zoodanigen stand dat de lengteas van het konijn loodrecht stond op de bewegingsrichting van de tafel. Gaf hij nu de tafel een versnelde beweging in een richting, die ten opzichte van het konijn van rechts naar links ging, dan ontstond een vertikaalafwijking van het linker oog naar beneden en van het rechter oog naar boven. Op theoretische wijze komt Fl. ook tot de conclusie dat deze reactie veroorzaakt wordt door otolietenprikkeling tengevolge van de versnelde beweging.

De Kleyn en Magnus (77) namen vele proeven met caviae, konijnen, katten en honden. Zij zagen bij hun proefdieren door bewegingen met veranderlijke snelheid verschillende reflexen ontstaan.

A. De liftreactie, hierin bestaande dat het dier, hetwelk zich in normale houding op een plank bevindt, bij vertikale beweging naar boven eerst de voorpooten sterk buigt en den kop naar beneden beweegt. Bij ophouden van de beweging geschiedt het omgekeerde. Soms ziet men ook reactie in de achterpooten. De reacties bij beweging naar beneden zijn tegengesteld aan die bij beweging naar boven.

B. Het zoogenaamde spiersnorren (Muskelschwirren), dat ontstaat in de hals- en de schouderspieren bij beweging naar boven en naar beneden, of bij beweging naar links en naar rechts.

C. Het teenenspreiden, dat men eveneens ziet bij beweging in vertikale richting.

D. De spronggereedheid (Sprungbereitschaft) die tot stand komt bij bewegen van het dier naar beneden, wanneer men het bij het bekken vasthoudt, terwijl de kop naar den grond gericht is.

De voorpooten gaan in het schoudergewricht naar voren en worden gestrekt; soms worden de teenen gespreid. Echter is niet nagegaan bij welke versnellingen deze reacties ontstaan. De onderzoekers zagen geen reacties der oogen bij de vertikale progressieve bewegingen, evenmin werden door hen bij zijdelingsche bewegingen reacties der ledematen of der oogen gezien.

Ook het omdraaien der kat bij den vrijen val is door Magnus (78) onderzocht en wordt door hem toegeschreven aan de werking van de labyrinthstelreflex op den kop, die door de otolieten wordt veroorzaakt, verder door tonische halsreflexen op de extremiteiten. Bij het neerkomen op den grond zijn de voorpooten gestrekt door de liftreactie (Utriculusreflex). Het omdraaien der kat bij den vrijen val moet echter volgens Quix (79) anders worden verklaard.

Begint het dier te vallen in onverschillig welke houding ten opzichte der vertikaal, dan ontstaat er door wegvallen van den druk in de utriculi een contractie van de rug- en halsspieren en strekken de pooten zich. Het zwaartepunt wordt hierdoor in de richting van den buik verplaatst. Door den weerstand van de lucht op het lichaam wordt dit tijdens den val steeds zoo gedraaid, dat het zwaartepunt het laagst gelegen is, waardoor de buikzijde naar beneden gekeerd wordt. Is derhalve de rugzijde van de kat

bij het begin van den val naar beneden gekeerd, dan zal het lichaam van de kat evenals een tuimelaar in de lucht omdraaien, zoodat het dier steeds op de gestrekte pooten wordt opgevangen. Volgens Quix is derhalve tijdens den vrijen val alleen de utriculusreflex op romp, hals en pooten in het spel, terwijl de sacculus- en booggangreflexen in deze geen mechanisch effect hiervan tevoorschijn roepen, wijl er voor een actieve draaiing steeds een fixatiepunt moet zijn, hetwelk bij een vrij vallend lichaam ontbreekt.

Beide sacculi zijn antagonisten. Het verdwijnen van den druk in beide veroorzaakt geen verandering in de lichaamshouding.

Verder dienen vermeld te worden de proeven van Ach (80) in het laboratorium van Ewald.

Door hem werden kikkers op een glasplaat geplaatst. Bij voor- en achteruit, bij naar boven of naar beneden bewegen van deze plaat krijgen de dieren verandering in den oogstand en worden de oogen gesloten. Na verwijdering van de otolieten blijft het sluiten van de oogleden weg.

Vervolgens wil ik wijzen op de proeven van De Haan (81).

Wanneer men een duif, die op den grond is gezet, een passieve zijdelingsche beweging geeft van ongeveer 1 meter, door twee vingers onder den romp te brengen, waarmee men het dier wegduwt, ziet men de duif een draaiende beweging maken.

De Haan vat dit op als een reactie van het ampullairsysteem. Zooals uit het door mij verrichte onderzoek blijkt, moet deze reflex aan een prikkeling van den sacculus worden toegeschreven.

HOOFDSTUK III.

REFLEXEN OPGEWEKT DOOR DE CENTRIFUGAALKRACHT.

Hiervan kan men in de literatuur eenige voorbeelden vinden, ofschoon niet alle schrijvers hun waarnemingen herkenden als een otolietenreflex.

Zoo nam Purkinje (82) waar, dat bij draaien op een schijf de voorwerpen ten opzichte van de vertikaal scheef gaan staan.

Mach (83) beschrijft de afwijking van de aangegeven vertikaalrichting ten opzichte van de werkelijke vertikaal bij een carousselbeweging; bijv. wanneer men in een trein zit, die door een bocht gaat, ziet men de huizen en boomen van de vertikaal afwijken.

Deze afwijking van de vertikaal zag hij ook ontstaan, wanneer hij in een draaibaar vertikaal geplaatst raam een proefpersoon liet plaats nemen op 1 meter afstand van de rotatieas en hij aan het raam een constante snelheid gaf. De proefpersoon zag dan een vertikale streep scheef staan en een op het toestel geplaatste slinger, die 10 tot 20 graden uitweek, werd vertikaal gezien.

Kreidl (84) nam proeven bij doofstommen. Hij gebruikte voor dit onderzoek het toestel van Mach. Tijdens het draaien moest door den proefpersoon een wijzer vertikaal worden gesteld. Van 62 doofstommen plaatsten 13 den wijzer vertikaal.

Dezelfde proeven genomen bij normaal hoorenden gaven als resultaat dat 70 van de 71 onderzochten den wijzer scheef stelden.

Nagel (85) wijst erop, dat bij draaien in het apparaat van Mach zoowel bij versnelde als bij langzame rotatie en ook bij draaien met constante snelheid de rotatieas scheef wordt gezien. Hij schrijft dit aan otolietenwerking toe.

Breuer en Kreidl (86) publiceerden in 1898 een verhandeling, waarin zij als hun meening te kennen geven, dat het waarschijnlijk is, dat door de inwerking van de centrifugaalkracht op het otolietensysteem een verdraaien van de oogen ontstaat.

Van veel belang zijn de proeven door Lorente De Nó (87)

genomen bij konijnen. Hij draaide konijnen op een centrifuge rond, nadat hij eerst het oog had weggenomen en de spieren verbonden had met de trommel van Marey. Door de contracties en verslappingen der spieren ontstonden curven. De Nó zag gedurende het centrifugeeren tonische contracties ontstaan en bij het begin en het einde van het draaien clonische spiertrekkingen (nystagmus). Verder zag hij nog onmiddellijk na het begin en na het einde der draaiingen een zeer kort durende reactie ontstaan, de zoogenaamde derde reactie. De onderzoeker hield de tonische contracties voor otolietenreflexen, de andere twee reacties voor booggangreflexen.

De otolietenreflexen worden volgens hem in dit geval door de centrifugaalkracht opgewekt.

Hij meent dat er bij het ronddraaien drie soorten van prikkels werken:

1. Endolymphstroomen.
2. Perilymphstroomen, die op de cristae werken en den vorm, dien deze in rust hebben, veranderen.
3. Verplaatsingen van de membraneuze kanalen ten opzichte van den beenwand. De prikkeling van de maculae geschiedt door verandering van de otolietenmembranen.

   De otolieten reageeren volgens Lorente De Nó slechts zeer langzaam in tegenstelling met de halfcirkelvormige kanalen.

Ten slotte nog een onderzoek van Rademaker (88); deze nam proeven met honden en katten op de draaischijf.

Er ontstond ad- en abductie, buiging en strekking der ledematen. Deze reflexen zijn zeer doelmatig, als van den normalen stand wordt uitgegaan. Hij beschouwt deze reactie als booggangreflexen. Labyrinthlooze dieren hebben dezen reflex niet.

HOOFDSTUK IV.

DE VINGERWIJSPROEF.

Voor het aantoonen van de reacties, die bij menschen ontstaan, zoowel in de lift als in den rolwagen en in den trein, evenals op de draaischijf of de draaimolen, wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de vingerwijsproef.

Een korte beschrijving, hoe de vingerwijsproef zich in den loop der laatste vijf en twintig jaren ontwikkeld heeft en hoe deze thans door Quix wordt toegepast, lijkt mij tot goed begrip van de resultaten van mijn proeven noodig.

HISTORISCH OVERZICHT.

Als een voorlooper van de vingerwijsproef kan de proef worden beschouwd, die Aubert en Delage reeds in 1888 deden. Zij lieten verschillende personen met gesloten oogen en rechtop gehouden hoofd wijzen naar een teeken, dat aangebracht was op den wand der onderzoekkamer. Het teeken moest vooraf bekeken worden. Met groote nauwkeurigheid werd nu de juiste plaats aangewezen. Werd het hoofd echter een bepaald aantal graden naar links gedraaid, dan werd ook ongeveer een zelfde aantal graden naar links misgewezen.

Als de eigenlijke grondlegger van de vingerwijsproef in de oorheelkunde kan Barany (89) worden beschouwd. Deze deed al in 1907 een proef op de volgende wijze: De proefpersoon moest met gesloten oogen en met gestrekten arm den wijsvinger van den tegenover hem geplaatsten onderzoeker aanraken. Vervolgens moest hij den arm naar boven bewegen en weer op dezelfde plaats terugkomen, en daarna naar beneden en weer naar het punt van uitgang. Deze proef werd door hem „Zeigeversuch" genoemd. Normale menschen deden dit immer juist.

Barany toonde aan, dat door den bekenden invloed van de booggangen op de ledematen bij prikkelingstoestanden van deze kanalen afwijkingen in de vingerwijsproef ontstaan.

Is er bijv. een horizontale nystagmus naar links, zoodat de langzame phase (labyrinthfactor) naar rechts is gericht, dan wijkt de arm naar rechts uit in het horizontale vlak.

Volgens Barany zou het juist wijzen verder ook geregeld worden vanuit de kleine hersenen. Voor elk gewricht met de daarbij behoorende spieren zouden vier centra bestaan, namelijk één voor beweging naar boven, één voor beweging naar beneden, en de twee andere voor beweging naar buiten en naar binnen.

Bij aandoening van bepaalde gedeelten van de kleine hersenen zouden dan zoodanige afwijkingen in de vingerwijsproef ontstaan, dat hieruit kon geconcludeerd worden, welk gedeelte van de kleine hersenen ziek was.

Deze localisatietheorie wordt thans echter niet meer aangenomen.

Wat betreft het regelen van de vingerwijsproef vanuit de kleine hersenen kan nog het volgende worden opgemerkt:

Door de proeven van Magnus, De Kleyn en Storm van Leeuwen (90) is gebleken, dat de tonus zoowel van de hals- en nekspieren als van de extremiteitspieren bij de door hen onderzochte dieren door het labyrinth beinvloed wordt.

Zij toonden verder aan, dat na het wegnemen der kleine hersenen en der kleinhersenkernen de door het labyrinth veroorzaakte reacties en reflexen blijven bestaan.

Als wij dit op den mensch van toepassing brengen, volgt er uit, dat het regelen van de vingerwijsproef niet vanuit de kleine hersenen geschiedt, omdat de voor de labyrinthreflexen in aanmerking komende banen niet over de kleine hersenen verloopen.

Toch ziet men vaak bij aandoeningen zoowel van de groote als van de kleine hersenen, dat er afwijkingen zijn in de vingerwijsproef. Hoe deze tot stand komen is echter niet met zekerheid bekend.

Rothmann (91) is van meening, dat de wijsproef een diagnostische beteekenis heeft bij cerebrale en cerebellaire aandoeningen.

Beyer en Lewandowsky (92) deden onderzoekingen bij patiënten met aandoeningen van het labyrinth en van de achterste schedelgroeven. Zij vonden hierbij afwijkingen van de wijsproef.

Thielemann (93) meent, dat de trigeminus invloed op de wijsproef uitoefent.

Volgens Fischer en Wodak (94) zou miswijzen tot stand

komen door tonusveranderingen in de armspieren. Deze tonusverandering zou ontstaan door labyrinthprikkel. Het miswijzen bij buigen van het hoofd naar de zijde der hoofdbuiging bij doofstommen met onprikkelbaar labyrinth verklaren zij door halsreflexen.

Malan (95) onderzocht bij 400 personen de vingerwijsproef op beide armen tegelijk na rotatie. Hij vond 4 typen van afwijkingen:

1. klassieke deviatie volgens Barany (in gelijke richting als de langzame phase van den nanystagmus).
2. een omgekeerde reactie (type inverse).
3. convergeerende of divergeerende afwijkingen.
4. onregelmatige afwijkingen.

Hij registreerde de afwijkingen door den proefpersoon een staafje, dat met een kleurstof besmeerd was, in de hand te geven. Daarna liet hij op een papier wijzen.

Benjamins (96) onderzocht ook vele personen. Hij had dezelfde uitkomsten als Malan. Hij liet het staafje weg en doopte den vinger in een kleurstof.

Roorda (97) had weer een andere registratiemethode. Hij liet op een vertikaal geplaatst blad papier, waarop twee vertikale lijnen waren getrokken, wijzen. Na het draaien op den draaistoel werd het potlood op het bovenste punt der lijn gezet en moest de proefpersoon trachten, een vertikale lijn te teekenen, eerst met de rechter, daarna met de linker hand.

Talpis (98) fotografeerde met een filmapparaat een klein gloeilampje, dat bij den proefpersoon aan den wijsvinger bevestigd was en noemde zijn methode: zyklographie.

Door Quix en Eysvogel (99) werd een onderzoek van de vingerwijsproef verricht in een zoogenaamden standstoel. Hierin konden aan hoofd en romp verschillende standen worden gegeven, waarbij bepaalde otolieten een grootere of kleinere druk, resp. geen druk, op hun maculae uitoefenden.

Uit deze proefnemingen bleek, dat de otolietenfunctie, wanneer de normale betrekking tot de halsreflexen verbroken is, in staat is, de vingerwijsproef juist uit te voeren, wanneer de otoliet in druk is. Is dit niet het geval, dan gelukt de vingerwijsproef niet. Staat het hoofd in de z.g. blinde vlek, dan vallen de proeven negatief uit.

Bij gefixeerd hoofd wordt de vingerwijsproef slechts in bepaalde

hoofdhoudingen juist uitgevoerd. In andere houdingen van het hoofd ontstaat een physiologisch voorbijwijzen.

Quix heeft een nieuw systeem van vingerwijsproeven bedacht. Hij gaat uit van hetgeen de proeven van Flourens en Ewald ons geleerd hebben, namelijk dat er bij beweging van de vloeistof in de halfcirkelvormige kanalen reactiebewegingen in den romp en de extremiteiten ontstaan, die dezelfde richting hebben als de vloeistofbeweging in de geprikkelde booggang, derhalve plaats hebben in het vlak van de booggang en in de richting van den endolymphstroom.

De drie halfcirkelvormige kanalen van een zijde (een horizontaal en twee vertikale) zijn geplaatst in drie onderling loodrechte vlakken. Verder liggen de booggangen van de beide zijden paarsgewijze in één vlak, en wel zoo dat de beide horizontale, het voorste vertikale van links met het achterste vertikale van rechts en omgekeerd in één vlak liggen. (Feitelijk loopen de vertikale kanalen paarsgewijze evenwijdig, doch dynamisch kunnen wij in dit geval één vlak aannemen).

Vindt er nu een beweging in de horizontale kanalen plaats van links naar rechts, zooals ontstaat na een geremde rotatie van het hoofd naar rechts, dan zien wij, wanneer wij met uitgestrekten arm de vingerwijsproef in het vertikale vlak laten uitvoeren (hetzij met den rechter of met den linker arm) den arm naar rechts afwijken.

Spuit men het rechter oor uit met koud water, dan vindt volgens de heden nog vrij algemeen aangenomen theorie in een bepaalden hoofdstand (hoofd een weinig achterover gebogen) een beweging van de vloeistof in de beide vertikale kanalen, maar ook in het horizontale kanaal plaats, welke beweging gelijk is aan die, welke na het draaien naar rechts ontstaat. Wij zien dan ook bij de wijsproef in het vertikale vlak den arm naar rechts afwijken.

Bij inspuiten met warm water wijkt de arm naar links af, omdat dan de vloeistof een tegengestelde richting heeft. Bij prikkelingstoestand van de horizontale booggang (nystagmus met de snelle phase naar dezelfde zijde) ontstaat ook een afwijking van den arm bij de vingerwijsproef in het vertikale vlak. Deze afwijking heeft dezelfde richting als de langzame phase van den nystagmus. Daar de langzame phase van den nystagmus in dit geval naar het gezonde oor gericht is, gaat de arm dus naar binnen.

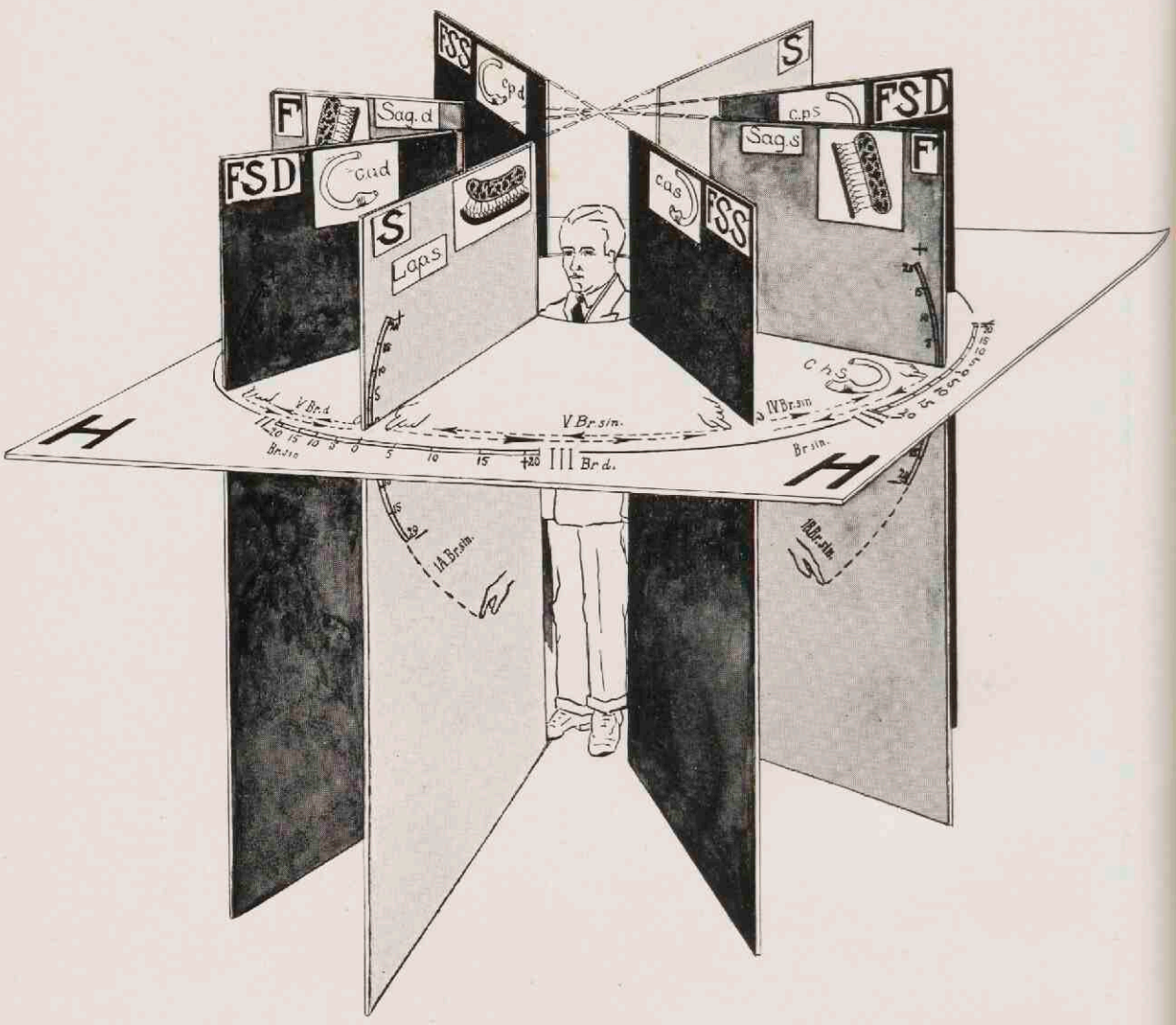


Fig. 1.

De Elementen en Functievlakken van het Vestibulair Orgaan. (uit Quix: Les méthodes d' examen de l' organe vestibulaire).

c.h.s. linker horizontaal kanaal.
c.a.d. rechter voorste kanaal.
c.p.d. rechter achterste kanaal.
c.a.s. linker voorste kanaal.
c.p.s. linker achterste kanaal.
Lap. S. linker lapillus.
Sag. d. rechter sagitta.
Sag. s. linker sagitta.
H. horizontaal vlak.
F. frontaal vlak.
S. sagittaal vlak.
F.S.D. rechter fronto-sagittaal vlak.
F.S.S. linker fronto-sagittaal vlak.

Bij een verlammingstoestand is de nystagmus juist andersom en gaat de arm dus naar buiten.

Ook het otolietensysteem werkt in een bepaald coördinatiestelsel.

Voor een goed begrip der afwijkingen in de vingerwijsproef in de verschillende vlakken is het noodig, de functievlakken van het vestibulair apparaat volgens Quix te kennen. (zie figuur 1).

Het functievlak der beide horizontale booggangen is het horizontale schedelvlak, dat ongeveer samenvalt met het vlak dezer booggangen.

Miswijzen door een afwijking in de prikkelbaarheid van een of van beide booggangen of door vloeistofstroomen in deze booggangen, opgewekt door verschillende prikkels, (rotatie, uitspuiting van de uitwendige gehoorgang met water boven of beneden de lichaamstemperatuur) heeft plaats in het horizontale vlak. De afwijking komt duidelijk voor den dag, wanneer men bij het wijzen den arm laat bewegen in een richting loodrecht op het functievlak.

Het wijsvlak voor het horizontale vlak is derhalve een willekeurig vertikaal vlak.

Quix neemt daartoe het sagittale vlak (het vertikale vlak dat hoofd en lichaam in een rechter en linker helft verdeelt) of het frontale vlak (het vertikale vlak dat hoofd en lichaam in een voorste en achterste helft verdeelt).

Het functievlak van het rechter voorste en linker achterste kanaal is het rechter fronto-sagittale vlak.

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

Beide vlakken vormen samen een hoek van 90 gr. en eveneens elk een hoek van 45 gr. met het frontale en sagittale vlak.

Het wijsvlak op deze 2 functievlakken is weer het horizontale vlak.

Het functievlak van beide utriculi is het sagittale vlak, en het wijsvlak het horizontale. Het functievlak van beide sacculi is het frontale, het wijsvlak is het sagittale.

Bij standsveranderingen van het hoofd, waarbij drukvermeerdering of drukvermindering op bepaalde maculae ontstaat, zien wij reflectorische tonusverandering van bepaalde spiergroepen.

Bij standsveranderingen van het hoofd door beweging in het sagittale vlak om de bitemporale as ontstaan drukveranderingen

op de maculae utriculi en daardoor verandering in de buigers en strekkers der ledematen.

Bij standsveranderingen door beweging van het hoofd in het frontale vlak om de sagittale as daarentegen, verandert de druk op de maculae sacculi en daardoor komt o.a. verandering in de ab- en adductie der ledematen.

Quix neemt een reflex aan van iedere macula op de spieren van hals, romp en ledematen. Een druktoename door de sagitta geeft aan de ledematen van dezelfde zijde een abductie en aan de ledematen van de andere zijde een adductie.

Een druktoename door de lapillus geeft een verhooging van den buigtonus, een drukvermindering geeft een verhooging van den strektonus der ledematen.

Is er nu een drukverhooging in of prikkeling van den sacculus, dan zal de arm bij de wijsproef in het sagittale vlak naar buiten gaan.

Bestaat er echter tegelijkertijd een prikkelingstoestand van de horizontale booggang, dan zal de arm daardoor naar binnen afwijken.

Het is dus mogelijk, dat door beide invloeden de arm in rust blijft.

Laat men nu echter wijzen in het frontale vlak, dan vervalt de invloed van den sacculusotoliet en blijft alleen de inwerking van de booggang, waardoor de arm in dit vlak naar binnen afwijkt.

Een beschrijving volgt nu van de door Quix bedachte vingerwijsproeven en hoe hij deze doet uitvoeren. (100).

PROEF 1*a*.

De onderzochte moet den arm horizontaal rechtuit steken. Met den top van den wijsvinger moet hij het midden van een graadboog (met een straal van een meter) aan de onderzijde aanraken. Deze boog is naar beide einden in 20 graden verdeeld.

Daarna gaat de onderzochte met den arm loodrecht (45 gr.) naar beneden zonder den knie aan te raken, en dan gaat de arm weer naar den graadboog. De beweging moet langzaam geschieden. De proef wordt eenige malen achter elkaar herhaald.

Een afwijking naar rechts heeft het negatieve en naar links het positieve teeken. In plaats van naar boven, naar beneden en

vervolgens weer terug, kan de arm ook eerst naar boven en vervolgens naar beneden worden bewogen.

Een drukverhooging door den sacculusotoliet doet den arm aan dezelfde zijde naar buiten afwijken. Een vermeerderde prikkelbaarheid van de horizontale booggang aan dezelfde zijde geeft den arm een afwijking naar binnen.

Bij drukverlaging in den sacculus of verminderde prikkelbaarheid van de horizontale booggang zijn de afwijkingen juist omgekeerd.

PROEF 1*b*.

De arm wordt nu zijwaarts gestrekt en naar beneden of naar boven in het frontale vlak bewogen. Bij vermeerderde prikkelbaarheid van de horizontale booggang aan dezelfde zijde wijkt de arm naar binnen uit; bij verminderde prikkelbaarheid gaat de arm naar buiten.

PROEF 2.

De rechter arm wordt vanaf het rechter frontale vlak naar het rechter fronto-sagittale vlak in horizontale richting bewogen.

De linker arm wordt vanaf het sagittale vlak naar het fronto-sagittale vlak van de andere zijde bewogen, eveneens in horizontale richting.

Dit onderzoek geldt voor de rechter voorste vertikale booggang en voor de linker achterste vertikale booggang.

Wijkt de rechter arm naar boven af dan is de rechter voorste vertikale booggang overprikkeld.

Wijkt de rechter arm naar beneden af dan is de rechter voorste vertikale booggang geparaliseerd.

Wijkt de linker arm naar boven af dan is de linker achterste vertikale booggang geparaliseerd.

Wijkt de linker arm naar beneden af dan is de linker achterste vertikale booggang overprikkeld.

PROEF 3.

De linker arm wordt vanaf het linker frontale vlak naar het linker fronto-sagittale vlak bewogen in horizontale richting.

De rechter arm wordt vanaf het sagittale vlak in horizontale richting naar het linker fronto-sagittale vlak bewogen.

Dit onderzoek geldt voor de linker voorste vertikale booggang en de rechter achterste vertikale booggang.

Wijkt de linker arm naar boven af dan is de linker voorste vertikale booggang overprikkeld.

Wijkt de linker arm naar beneden af dan is de linker voorste vertikale booggang geparaliseerd.

Wijkt de rechter arm naar boven af dan is de rechter achterste vertikale booggang geparaliseerd.

Wijkt de rechter arm naar beneden af dan is de rechter achterste vertikale booggang overprikkeld.

PROEF 4.

De rechter arm gaat van het rechter fronto-sagittale vlak naar het rechter frontale vlak in horizontale richting.

De linker arm gaat in horizontale richting van het linker fronto-sagittale vlak naar het linker frontale vlak. Gaan de armen naar beneden dan wijst dit op een parese van één of beide vertikale booggangen der zelfde zijde.

Gaan de armen naar boven dan wijst dit op een overprikkeling van één of beide vertikale booggangen der zelfde zijde.

PROEF 5.

De rechter arm wordt van het rechter fronto-sagittale vlak naar het sagittale vlak bewogen, in het horizontale vlak.

De linker arm doet dezelfde beweging in het horizontale vlak van de andere zijde.

Is de utriculus overprikkeld, dan gaat de arm van dezelfde zijde naar beneden.

Is de utriculus paretisch, dan gaat de arm van dezelfde zijde naar boven.

Een onderzoek, waarbij de afwijkingen in de vingerwijsproef na kunstmatige prikkeling van het vestibulair apparaat werden nagegaan, is verricht door Del Prado (101).

Door Fischer (102) is vastgesteld, dat er afwijkingen zijn in de vingerwijsproef, wanneer iemand met gesloten oogleden

de oogen naar links of naar rechts richt, of ook het hoofd draait om de vertikale as.

Deze zoogenaamde reactie van Fischer wordt echter niet door het labyrinth veroorzaakt.

Nog vele anderen hebben zich bezig gehouden met de wijsproef. Het zou mij te ver voeren, hiervan een uitgebreid historisch overzicht te geven.

Ik wil daarom alleen nog enkele namen noemen van onderzoekers, b.v. Brunner (103); Bondy (104), Guttich (105), Ingvar (106), Kiss (107), Mittelmann (108), Reinhold (109), Riese (110), Szasz (111).

Ik ga nu over tot het eerste gedeelte van mijn onderzoek.

EIGEN ONDERZOEK.

HOOFDSTUK V.

LIFTPROEVEN.

A. In de fabriekslift. [1])

Alvorens den gang van het onderzoek te beschrijven, wil ik eerst eenige gegevens over de door mij gebruikte liften mededeelen. [2])

a. *Stijging.*

De stijging begint met een gemiddelde aanloopversnelling van 0,30 m/sec^2, welke $3\frac{1}{2}$ sec. aanhoudt. De afgelegde weg is dan 2,45 meter. (De maximale aanloopversnelling is 0,60 m/sec^2).

Daarna wordt met een constante snelheid van 1,05 meter per sec. een weg afgelegd van 21,58 meter in 20,6 sec. Vervolgens komt een gemiddelde remvertraging van 1,57 m/sec^2, aanhoudende 0,67 sec. De afgelegde weg gedurende de vertraging bedraagt 0,23 meter. (De maximale remvertraging bedraagt 3,14 m/sec^2).

b. *Daling.*

Voor de daling gelden dezelfde getallen.

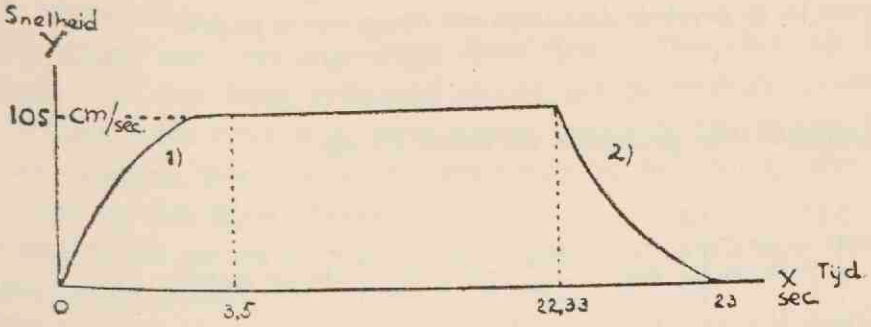
De totale rijtijd bedraagt 24,8 sec. [3]).

---

[1]) Zooals reeds werd medegedeeld, heeft de firma C. Jamin alhier voor dit onderzoek belangeloos haar fabrieksliften met bedienend personeel beschikbaar gesteld.

[2]) Deze opgaven ontving ik van den Heer F. H. J. Hootsman van de firma Huygen en Wessel, wien ik hiervoor nog hartelijk dank zeg voor zijn onderzoek.

[3]) De berekeningen, welke hiervoor noodig waren, werden verricht door Ir. H. Verbeek. Deze berekeningen volgen hier.



Voor het aanloopen en afremmen is bij benadering een parabolisch verloop aan te nemen.

De krommen voldoen aan de vergelijkingen:

$$(1) \;\ldots\ldots\; (x - 3{,}5)^2 = \frac{3{,}5^2}{105}(105 - y) \text{ of } y = 105 - \frac{105}{3{,}5^2}(3{,}5 - x)^2:$$

$$(2) \;\ldots\ldots\; (x - 23)^2 = \frac{0{,}67^2}{105}\, y \qquad \text{of } y = \frac{105}{0{,}67^2}\,(x - 23)^2$$

De versnellingen volgen hieruit door differentiatie; de aanloopversnelling noemen wij a_a; de remversnelling a_r. Deze laatste valt natuurlijk negatief uit, want het is een vertraging.

$$(3) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; a_a = \frac{dy}{dx} = \frac{105}{3{,}5^2}\,.2\,(3{,}5 - x)$$

$$(4) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; a_r = \frac{dy}{dx} = -2.\,\frac{105}{0{,}67^2}\,(23 - x)$$

De maximale aanloopversnelling volgt uit (3) door voor $x = 0$ in te vullen. Dit geeft:

$$a_a = \frac{105}{3{,}5^2}\,.2.\;3{,}5 = 0{,}60\ m/sec^2$$

dito uit (4) de maximale remversnelling voor $x = 22{,}33$:

$$a_r = -2\,\frac{105}{0{,}67^2}\;0{,}67 = -3{,}134\ m/sec^2.$$

De gemiddelde versnelling bij aanloopen vinden wij uit:

$$\frac{1}{t}\int_0^t a_a\,dt = \frac{1}{3{,}5}\int_0^{3{,}5} \frac{105}{3{,}5^2}\cdot 2\,(3{,}5 - x)\,dx = 0{,}30\ m/sec^2.$$

Dito voor de remvertraging gemiddeld:

$$\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} a_r\,dt = \frac{1}{-0{,}67}\int_{22{,}33}^{23} 2\cdot\frac{105}{0{,}67^2}\,(23 - x)\,dx = 1{,}57\ m/sec^2.$$

De gemiddelde versnelling resp. vertraging is juist de helft van de maximale, hetgeen bij de gevolgde aannamen ook direct was in te zien.

Afgelegde weg gedurende de eerste 3,5 sec.:

$$S = \int_0^{3,5} y\,dx = \int_0^{3,5} \left\{ 105 - \frac{105}{3,5^2}(3,5 - x)^2 \right\} dx = 2,45m$$

evenzoo voor de laatste 2/3 sec.:

$$S = \int_{22,33}^{23} \frac{105}{0,67^2}(23 - x)^2\,dx = 0,23\ m$$

De afgelegde weg met de maximale snelheid bedraagt dus:

$$24,26 - (2,45 + 0,23) = 21,58 \text{ m.}$$

Hiervoor is noodig $\frac{21,58}{1,05} = 20,6$ sec.

De totale rijtijd bedraagt dus $20,6 + 3,5 + 0,67 = 24,8$ *sec.*

1. *Proefpersonen.*

De gang van het onderzoek was als volgt:

De lift bevond zich gelijkvloers. De proefpersoon nam op een stoel in de lift plaats en een in graden verdeelde houten boog, die vertikaal in een houten standaard was geplaatst en daarin hooger of lager kon worden gesteld, werd met de concave zijde naar den persoon gericht.

Daarna werd de wijsvinger op het nulpunt van den boog geplaatst en moest eenige malen de vingerwijsproef in horizontale richting

(proef 5 volgens Q u i x) worden uitgevoerd, om te zien of normaal werd aangewezen.

Vervolgens werd de wijsvinger door den onderzoeker op het nulpunt van den boog gefixeerd en de lift in werking gesteld.

Twee seconden later werd weer eenige malen de vingerwijsproef gedaan. Daarna werd de vinger gefixeerd op het punt, waarop zich deze op den boog bevond.

Stond de lift nu stil op haar hoogste punt, dan werd weer eenige malen aangewezen.

Bij het naar beneden gaan van de lift werd het zelfde gedaan, zoo ook onmiddellijk na het stilstaan.

Nadat de lift drie malen op en neer was gegaan en telkens de grootte der afwijkingen van den arm waren opgeschreven, werden de proeven met den anderen arm gedaan. Zoodoende ging de lift voor het onderzoek zes malen op en neer [1]).

Nu werd nagegaan of de onderzochte persoon bij de liftbeweging of dadelijk na het stilstaan der lift in een of andere richting nystagmus had. Daarna moest de persoon onmiddellijk na het stoppen der lift, zoowel bij het stilstaan op het hoogste punt als op het laagste punt, met gesloten oogen ongeveer 10 meter voor- en achteruit loopen in de fabrieksruimte en werd nagegaan of er afwijkingen in den gang aanwezig waren.

Vervolgens werd het onderzoek in de lift voortgezet. In plaats van een vertikaal geplaatste houten boog werd nu een horizontaal geplaatste gebruikt. De te onderzoeken persoon hield het hoofd op den linker schouder en moest met den rechter [2]) arm de vingerwijsproef in het sagittale vlak doen (proef 1*a* volgens Q u i x). Indien juist werd gewezen, werd de wijsvinger in het nulpunt van den boog vastgehouden en de lift in werking gesteld.

De gang van zaken was dezelfde als bij het onderzoek van de wijsproef in het horizontale vlak.

Tenslotte werd het hoofd van den te onderzoeken persoon op den rechter schouder gehouden, waarna de linker arm [2]) onderzocht werd.

Gedurende de liftbeweging werd het hoofd door een helper

---

[1]) Bij uitzondering ging de lift vier malen op en neer; soms ook acht malen.

[2]) Met den arm aan de zijde van den benedenliggenden sacculusotoliet werden geen wijsproeven gedaan.

in den juisten stand gehouden. Minstens drie malen ging de lift voor het onderzoek van iederen arm op en neer.

Het gemiddelde van de afwijkingen bij proef 5 en 1*a* werd bepaald.

De resultaten van den invloed der liftbeweging op de armen vindt men in bijgaande tabellen.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DE FABRIEKSLIFT.

Onderzoek van de vingerwijsproef 5 (utriculus onderzoek).

Er werden onderzocht 50 personen, die niet leden aan een labyrinthafwijking.

A. *Stijging.*

1. Gedurende de versnelling.

Rechter arm naar beneden in	14	gevallen.	Gemiddeld	5	graden
Linker „ „ „ „	10	„	„	5	„
Rechter „ „ boven „	10	„	„	$3\frac{1}{2}$	„
Linker „ „ „ „	7	„	„	$3\frac{1}{2}$	„
Rechter „ geen afwijking „	26	„			
Linker „ „ „ „	33	„			

2. gedurende de constante snelheid.

Rechter arm naar beneden in	5	gevallen.	Gemiddeld	3	graden
Linker „ „ „ „	5	„	„	3	„
Rechter „ „ boven „	4	„	„	3	„
Linker „ „ „ „	4	„	„	3	„
Rechter „ geen afwijking „	41	„			
Linker „ „ „ „	41	„			

3. Onmiddellijk na de vertraging.

Rechter arm naar beneden in	9	gevallen.	Gemiddeld	4	graden
Linker „ „ „ „	6	„	„	3	„
Rechter „ „ boven „	2	„	„	3	„
Linker „ „ „ „	3	„	„	3	„
Rechter „ geen afwijking „	39	„			
Linker „ „ „ „	41	„			

B. *Daling.*

1. Gedurende de versnelling.

Rechter	arm	naar	beneden	in	4	gevallen. Gemiddeld	4 graden
Linker	„	„	„	„	5	„ „	5 „
Rechter	„	„	boven	„	2	„ „	$3\frac{1}{2}$ „
Linker	„	„	„	„	2	„ „	3 „
Rechter	„	geen afwijking		„	44	„	
Linker	„	„	„	„	43	„	

2. Gedurende de constante snelheid.

Rechter	arm	naar	beneden	in	0	gevallen.
Linker	„	„	„	„	0	„
Rechter	„	„	boven	„	0	„
Linker	„	„	„	„	0	„
Rechter	„	geen afwijking		„	50	„
Linker	„	„	„	„	50	„

3. Onmiddellijk na de vertraging.

Rechter	arm	naar	beneden	in	31	gevallen. Gemiddeld	$4\frac{1}{2}$ graad
Linker	„	„	„	„	28	„ „	$4\frac{1}{2}$ „
Rechter	„	„	boven	„	0	„	
Linker	„	„	„	„	0	„	
Rechter	„	geen afwijking		„	19	„	
Linker	„	„	„	„	22	„	

Hier volgen eenige opgaven der resultaten, verkregen bij het onderzoek van enkele proefpersonen.

De letters in deze staten geven aan het aantal malen dat de proef herhaald is.

Lift Jamin. Datum 8/3'1930.
Proefpersoon No. 10. 37 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:
Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Vertraging: A. arm 4 gr. naar beneden
B. geen afwijking

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. arm 6 gr. naar beneden
B. „ 6 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. arm eerst 6 gr. naar boven, daarna 6 gr. naar beneden.

Lift naar beneden.

Versnelling: A. arm 3 gr. naar boven
B. „ „ „ „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. arm 3 gr. naar beneden
B. „ 6 „ „ „

Lift Jamin. Datum 8/3'1930.
Proefpersoon No. 11. 41 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. arm 2 gr. naar boven
B. „ 2 „ „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 3 gr. naar beneden
	B.	„ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 3 gr. naar beneden
	B.	„ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 30/3/1930.
Proefpersoon No. 15. 17 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. arm 2 gr. naar beneden

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. arm 6 gr. naar beneden
B. „ 3 „ „ „
C. „ 2 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling: A. arm 3 gr. naar boven
B. geen afwijking
C. arm 2 gr. naar boven

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. arm 3 gr. naar beneden
C. „ 2 „ „ „

Lift Jamin. Datum 12/7'1930.
Proefpersoon No. 28. 28 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 2 gr. naar beneden
	B.	„ 2 „ „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 3 gr. naar beneden
	B.	„ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 2 gr. naar beneden
	B.	geen afwijking
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 5 „ „ „

Lift Jamin. Datum 19/7'1930.
Proefpersoon No. 29. 37 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 4 gr. naar boven
	B.	„ 2 „ „ „
	C.	„ 3 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	arm 5 gr. naar beneden

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	arm 2 gr. naar boven
	C.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	arm 2 gr. naar beneden
	C.	geen afwijking
Vertraging:	A.	arm 1 gr. naar boven
	B.	geen afwijking
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. arm 2 gr. naar boven
	C. „ 3 „ „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. arm 3 gr. naar beneden
	C. „ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 18/10'1930.
Proefpersoon No. 34. 35 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. arm 2 gr. naar boven
	C. „ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A. arm 2 gr. naar beneden
	B. „ 2 „ „ „
	C. geen afwijking
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. arm 2 gr. naar beneden

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. arm 2 gr. naar beneden
	B. „ 2 „ „ „
	C. geen afwijking
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. arm 2 gr. naar beneden
	B. „ 3 „ „ „
	C. „ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 2 gr. naar boven
	B.	„ 2 „ „ „
	C.	„ 3 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	arm 1 gr. naar beneden
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 4 „ „ „
	C.	„ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 1/11'1930.
Proefpersoon No. 38. 48 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 2 gr. naar boven
	B.	„ 4 „ „ „
	C.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 5 gr. naar beneden
	B.	„ 3 „ „ „
	C.	„ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 2 gr. naar beneden
	B.	„ 2 „ „ boven
	C.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 4 gr. naar beneden
	B.	„ 5 „ „ „
	C.	„ 2 „ „ „

Lift Jamin. Datum 22/11'1930.
Proefpersoon No. 40. 51 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 4 gr. naar beneden
	B.	„ 3 „ „ „
	C.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 2 gr. naar beneden
	B.	„ 2 „ „ „
	C.	„ 3 „ „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	arm 2 gr. naar beneden
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 3 „ „ „
	C.	„ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	arm 2 gr. naar boven
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	arm 2 gr. naar boven
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Vertraging: A. arm 5 gr. naar beneden
B. „ 3 „ „ „
C. „ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 20/12'1930.
Proefpersoon No. 42. 25 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus, geen afwijking bij voor- en achteruit loopen.

Proef 5.
Rechter arm:
Lift naar boven.
Versnelling: A. arm 3 gr. naar boven
B. „ 3 „ „ „
C. „ 4 „ „ „
D. „ 2 „ „ „
Constante snelheid: A. arm 2 gr. naar beneden
B. „ 5 „ „ „
C. „ 4 „ „ „
D. geen afwijking
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Lift naar beneden.
Versnelling: A. arm 2 gr. naar boven
B. geen afwijking
C. „ „
D. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „
Vertraging: A. arm 3 gr. naar beneden
B. „ 4 „ „ „
C. „ 3 „ „ „
D. „ 3 „ „ „
E. „ 4 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 2 gr. naar boven
	B. „ 3 „ „ „
	C. geen afwijking
	D. arm 4 gr. naar boven
Constante snelheid:	A. arm 3 gr. naar beneden
	B. „ 2 „ „ „
	C. geen afwijking
	D. arm 2 gr. naar beneden
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
Vertraging:	A. arm 3 gr. naar beneden
	B. „ 3 „ „ „
	C. „ 3 „ „ „
	D. geen afwijking

ANATOMISCHE EN PHYSIOLOGISCHE BESCHOUWINGEN OVER HET EVENWICHTSAPPARAAT.

Alvorens nu de verkregen resultaten te bespreken, lijkt het mij ter beter begrip noodig, eenige anatomische en physiologische beschouwingen over het evenwichtsapparaat te geven.

Zooals men weet, zijn er 4 otolieten (2 aan iedere zijde) n.l. de beide utriculus-otolieten, lapilli genoemd, en de beide sacculus-otolieten, sagittae genoemd. Deze otolieten hebben denzelfden vorm als de maculae, waarop zij rusten.

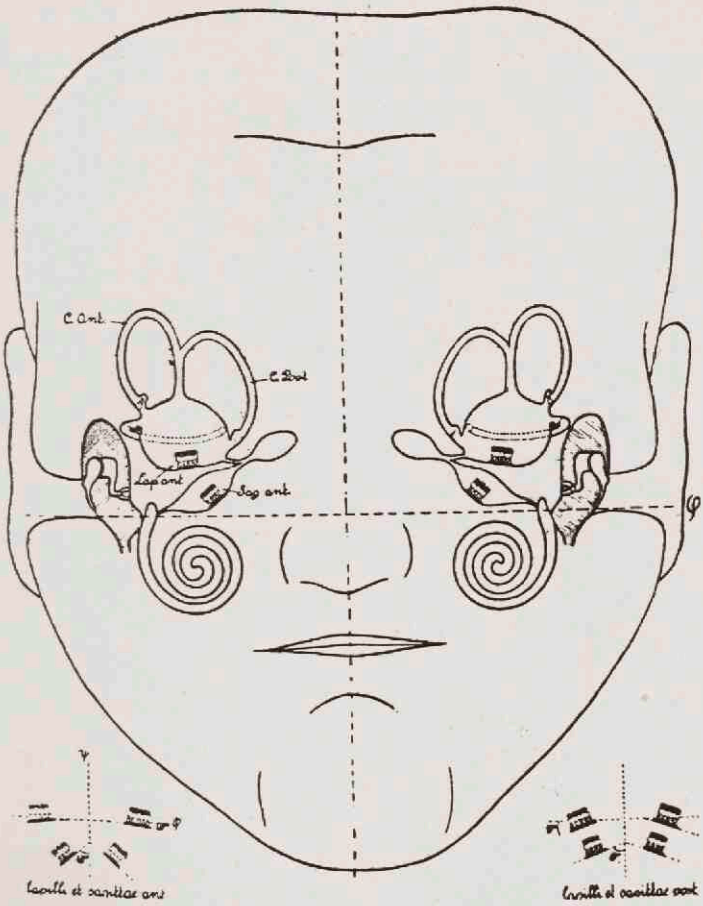

C. Ant.
C. Post.
Lap. ant.
Sag. ant.
Lacuna et sacculus ant.
Lacuna et sacculus post.

Fig. 2.

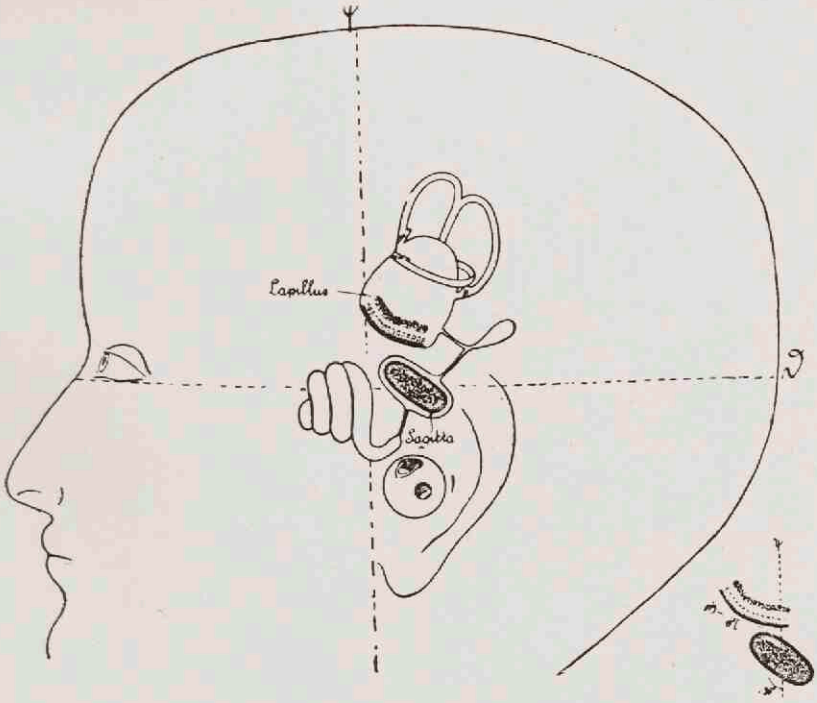

Lapillus
Sagitta

Fig. 3.

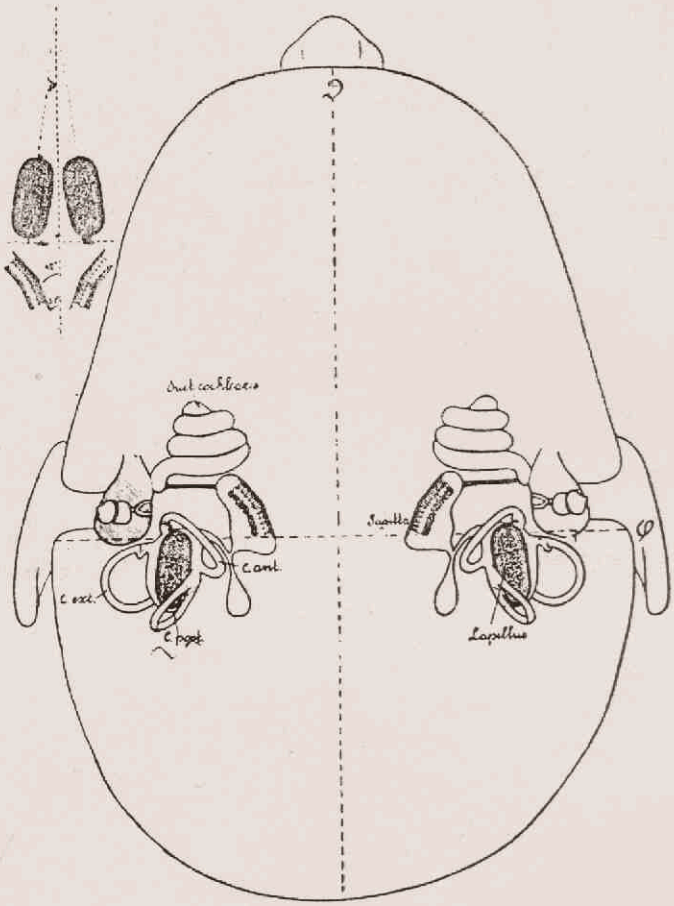


Fig. 4.

Ten opzichte van elkaar hebben de otolietenorganen een stand zooals in figuur 2, 3 en 4 door Quix schematisch is voorgesteld [1]).

In fig. 2 wordt het otolieten- en booggangsysteem schematisch voorgesteld in vooraanzicht van den schedel, in fig. 3 in zijaanzicht, in fig. 4 in bovenaanzicht. De hoeken, die de maculavlakken maken met de drie schedelvlakken, n.l. het sagittale, het horizontale (Duitsch horizontale) en het frontale vlak, zijn in de figuren aangegeven.

De vlakken der maculae zijn niet plat, doch eenigszins onregelmatig gebogen.

Ter vereenvoudiging der drukberekening kunnen wij deze gebogen vlakken door twee platte vlakken voorstellen, welke een bepaalden hoek met elkaar vormen.

De beide utriculi zijn synergisten, de beide sacculi zijn antagonisten. De macula van den utriculus is gekromd; men verdeelt haar daarom in twee gedeelten, die met elkaar een hoek van 140 gr. vormen; het voorste deel is een derde van het achterste gedeelte.

Bij normale hoofdhouding bedraagt de drukking van dezen otoliet 85% van het maximum. Wordt het hoofd 30 gr. voorover gebogen, dan bereikt de drukking haar maximum. Wordt het hoofd 75 gr. achterover of 150 gr. voorover gebogen, dan is de drukking gelijk aan 0. Dit noemt men dan de z.g. blinde vlek van het utriculus systeem. Draait men het hoofd vanuit de normale houding om de sagittale as naar den schouder, dan is de druk 0 bij 105 gr.

De macula van den sacculus is eveneens gekromd en wordt ook verdeeld in 2 deelen. Deze maken een hoek van 157 gr. met elkaar. Bij normale hoofdhouding oefenen de sacculusotolieten geen druk op de maculae uit. Wordt het hoofd naar den schouder gedraaid, dan heeft bij een draaiing van 90 gr. de otoliet van het oor dat naar boven gaat een drukking van 85%. Een maximum van druk heeft de sagitta, wanneer men het hoofd eerst 55 gr. draait om de sagittale as naar de zijde van de andere sagitta en daarna 117 gr. om de bitemporale as naar voren.

Behalve bij standsveranderingen van het hoofd kunnen de otolieten nog op andere wijze een drukverandering geven, nl.. door rechtlijnige bewegingen met veranderlijke snelheid, derhalve ver-

---

[1]) Met toestemming van den schrijver zijn deze drie figuren genomen uit Quix „Methode de l' examen de l' organe vestibulaire".

snelde en vertraagde bewegingen en door de centrifugaalkracht.

De reacties op de ledematen bij drukverandering door de otolieten, reeds vermeld op blz. 31 van dit proefschrift, zijn bij druktoename door lapillus een verhooging van den buigtonus, bij drukvermindering een verhooging van den strektonus der extremiteiten. Drukverhooging door de sagitta geeft een abductie van de ledematen van dezelfde zijde en een adductie van de ledematen van de andere zijde. Drukvermindering geeft een adductie aan dezelfde zijde en abductie aan de andere zijde.

BESPREKING VAN DE VERKREGEN RESULTATEN BIJ PROEF 5.

Gaan wij nu na, wat er bij de liftbewegingen in de beide utriculi door verandering van den druk van den otoliet op de desbetreffende macula geschiedt, wanneer de proefpersoon het hoofd rechtop houdt. (Zie fig. 5.) [1])

A. Bij de stijging (zie blz. 36)

1. Bij de versnelling ontstaat een kortdurende drukverhooging gedurende $3\frac{1}{2}$ seconde.
2. Bij de constante snelheid houdt de drukverhooging op en wordt de druk weer gelijk aan dien, welke er was, voordat de lift in beweging werd gebracht.
3. Bij de vertraging ontstaat een drukvermindering gedurende 0.67 seconde.

B. Bij de daling.

1. Bij de versnelling ontstaat een korte drukvermindering gedurende $3\frac{1}{2}$ seconde.
2. Bij de constante snelheid wordt deze drukvermindering opgeheven en ontstaat weer dezelfde drukking, die er was, toen de lift stilstond.
3. Bij de vertraging ontstaat gedurende 0,67 seconde een drukverhooging.

Toetsen wij nu de verkregen resultaten aan deze gegevens dan leidt dit tot de volgende opmerkingen:

A. Bij de stijging.

1. Gedurende de versnelling gaat van de 50 onderzochte personen de rechter arm in 14 gevallen naar beneden (gemiddeld

---

[1]) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

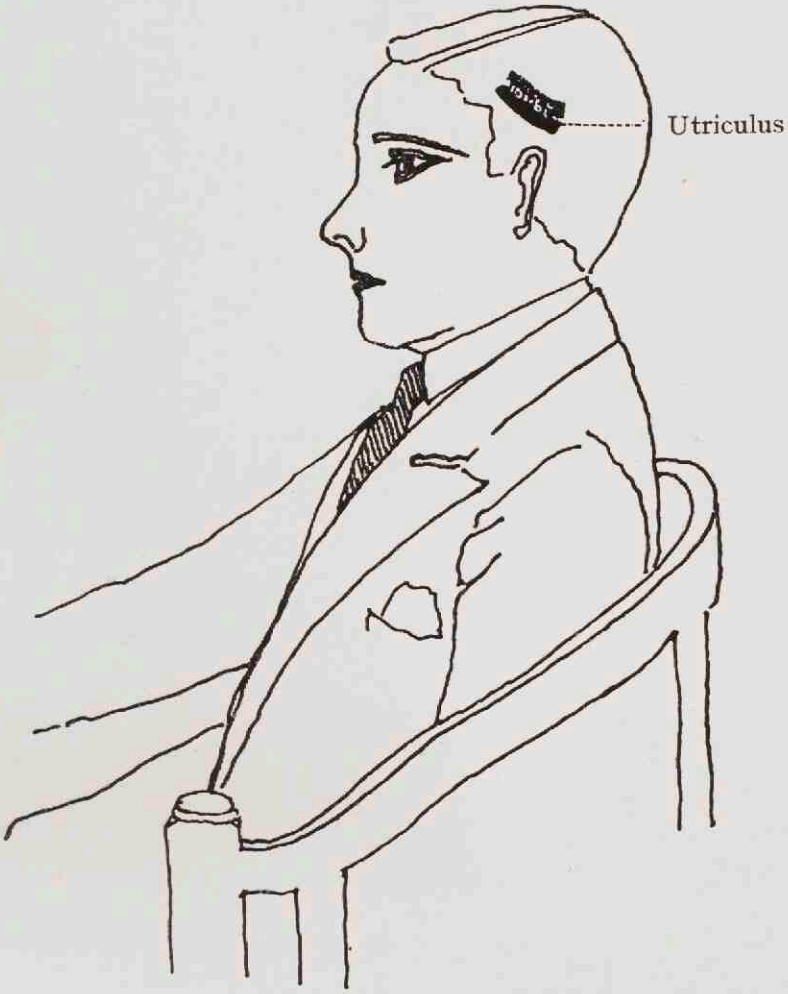


Fig. 5.

5 gr.) en de linker arm in 10 gevallen (gemiddeld 5 gr.). Dit komt dus overeen met de drukverhooging op de maculae utriculi.

Verder gaat bij 10 personen de rechter arm naar boven en bij 7 personen de linker (gemiddeld $3\frac{1}{2}$ gr.).

Het is tot dusver niet mogelijk, een verklaring hiervan te geven.

Bij 26 personen ontstaat echter geen afwijking van den rechter arm en bij 33 geen afwijking van den linker arm.

2. Gedurende de constante snelheid zien wij, dat bij vijf personen de rechter arm naar beneden gaat (gemiddeld 3 gr.) en bij 5 personen de linker (gemiddeld 3 gr.).

   Dit kan verklaard worden door nawerking van den reflex, door de drukverhooging ontstaan.

   Bij 4 personen gaat de rechter arm naar boven (gemiddeld 3 gr.); eveneens gaat bij 4 personen de linker arm naar boven (gemiddeld 3 gr.).

   Dit zou verklaard kunnen worden door overgang van den verhoogden druk naar den normalen druk, wat dus neerkomt op drukvermindering.

   Bij 41 personen ontstaat echter noch een reflex in den rechter arm, noch een reflex in den linker arm.

3. Onmiddellijk na de vertraging gaat de rechter arm naar beneden bij 9 personen (gemiddeld 4 gr.) en de linker bij 6 personen (gemiddeld 3 gr.).

   Dit te verklaren, is vooralsnog niet mogelijk.

   Bij 2 personen gaat de rechter arm naar boven (gemiddeld 3 gr.) en bij 3 de linker (gemiddeld 3 gr.).

   Dit kan verklaard worden door den verminderden druk op de maculae utriculi.

   Bij 39 personen ontstaat geen afwijking in den rechter arm en bij 41 ontstaat geen afwijking in den linker arm.

B. Bij de daling.

1. Gedurende de versnelling gaat de rechter arm naar beneden bij 4 personen (gemiddeld 4 gr.) en de linker bij 5 personen (gemiddeld 5 gr.).

   Een verklaring hiervoor is nog niet mogelijk.

   Bij 2 personen gaat de rechter arm naar boven (gemiddeld

$3\frac{1}{2}$ gr.) en bij 2 personen gaat de linker arm naar boven (gemiddeld 3 gr.).

Dit kan zijn oorzaak vinden in drukvermindering op de maculae utriculi.

Bij 44 personen ontstaat geen afwijking in den rechter arm en bij 43 personen geen afwijking in den linker arm.

2. Gedurende de constante snelheid.

Bij geen van de onderzochte personen ontstaat eenige reactie, wat overeenkomt met het feit, dat er geen verandering in den druk ontstaat, echter zou de overgang van den verminderden druk bij de versnelling naar den normalen druk gedurende de constante snelheid een reactie hebben kunnen geven. Deze prikkel schijnt hiervoor echter te zwak te zijn geweest.

3. Onmiddellijk na de vertraging.

Er ontstaat een drukvermeerdering in de utriculi en als gevolg daarvan zien wij dan ook bij 31 personen den rechter arm naar beneden gaan (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.) en bij 28 personen den linker (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.).

Bij 19 personen ontstaat geen afwijking in den rechter arm en bij 22 personen geen afwijking in den linker arm. In geen enkel geval gaat de arm naar boven, wat overeenstemt met het feit dat de druk op de maculae der utriculi niet verminderd wordt.

Men kan nu de vraag stellen, waarom zijn de resultaten niet duidelijker en meer sprekend? Het volgende antwoord kan hierop gegeven worden:

1. de snelheid van de lift is niet groot (105 cm. per sec.) zoodat de prikkel, vooral bij de versnelling, die $3\frac{1}{2}$ sec. duurt, eveneens betrekkelijk gering is. De gemiddelde aanloopversnelling Aa = 0,30 m/sec^2.
2. het aanwijzen dat na den stilstand van de lift, zoowel boven als beneden, geschiedt, heeft dus plaats, nadat de otolietenprikkel is geëindigd. De reflexen, die dan ontstaan, zijn dus als een zoogenaamd nabeeld te beschouwen.
3. Door den korten tijdsduur der versnellingen en vertragingen en den betrekkelijk langen tijd, dien een wijsproef in beslag neemt ($\pm$ 10—15 sec.) is te verwachten, dat vele wijsproeven niet tijdens de versnellingen of vertragingen hebben plaats gehad, doch wel tijdens de constante snelheid.

Slechts de proeven, onmiddellijk na het tot stilstand komen der lift, geven een vaste verhouding.
Om deze redenen kan ik alleen aan deze laatste wijsproeven een beteekenis toekennen.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DE FABRIEKSLIFT.

Onderzoek van de vingerwijsproef 1*a* (sacculus onderzoek).

Er werden onderzocht 49 personen, die niet leden aan een labyrinthafwijking.

A. *Stijging.*

1. Gedurende de versnelling.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in 14 gevallen.	Gemiddeld	$4\frac{1}{2}$	gr.
„ „ „ binnen	„ 10 „	„	$4\frac{1}{2}$	„
„ „ geen afwijking	„ 25 „			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in 14 gevallen.	Gemiddeld	5	gr.
„ „ „ binnen	„ 10 „	„	$4\frac{1}{2}$	„
„ „ geen afwijking	„ 25 „			

2. Gedurende de constante snelheid.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in 5 gevallen.	Gemiddeld	4	gr.
„ „ „ binnen	„ 0 „			
„ „ geen afwijking	„ 44 „			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in 3 gevallen.	Gemiddeld	4	gr.
„ „ „ binnen	„ 2 „	„	4	„
„ „ geen afwijking	„ 44 „			

3. Onmiddellijk na de vertraging.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in 3 gevallen.	Gemiddeld	3	gr.
„ „ „ binnen	„ 4 „	„	5	„
„ „ geen afwijking	„ 42 „			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in	4 gevallen.	Gemiddeld	4	gr.
„ „ „ binnen	„	5 „	„	5	„
„ „ geen afwijking	„	40 „			

B. *Daling.*

1. Gedurende de versnelling.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in	3 gevallen.	Gemiddeld	4	gr.
„ „ „ binnen	„	4 „	„	3	„
„ „ geen afwijking	„	42 „			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in	4 gevallen.	Gemiddeld	5	gr.
„ „ „ binnen	„	5 „	„	4	„
„ „ geen afwijking	„	40 „			

2. Gedurende de constante snelheid.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in	1 geval.	Afwijking	4	gr.
„ „ „ binnen	„	1 „	„	4	„
„ „ geen afwijking	„	47 gevallen.			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in	0 gevallen.			
„ „ „ binnen	„	2 „	Gemiddeld	4	gr.
„ „ geen afwijking	„	47 „			

3. Onmiddellijk na de vertraging.

Hoofd op linker schouder.

Rechter arm naar buiten	in	13 gevallen.	Gemiddeld	5	gr.
„ „ „ binnen	„	5 „	„	5	„
„ „ geen afwijking	„	31 „			

Hoofd op rechter schouder.

Linker arm naar buiten	in	13 gevallen.	Gemiddeld	5	gr.
„ „ „ binnen	„	4 „	„	4	„
„ „ geen afwijking	„	32 „			

Hierna volgen weer eenige resultaten, bij verschillende proefpersonen verkregen.

Lift Jamin. Datum 15/2'1930.
Proefpersoon No. 5. 43 jaar.

Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus.

Proef 1.
Rechter arm:
Lift naar boven.
Versnelling: arm 5 gr. naar buiten
Constante snelheid: geen afwijking
Vertraging: geen afwijking
Lift naar beneden.
Versnelling: geen afwijking
Constante snelheid: „ „
Vertraging: arm 4 gr. naar buiten
Linker arm:
Lift naar boven.
Versnelling: A. arm 9 gr. naar buiten
B. „ 9 „ „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. arm eerst 2 gr. naar binnen
daarna weer 2 gr. naar buiten
B. idem.
Lift naar beneden:
Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. arm 4 gr. naar buiten
B. „ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 1/3'1930.
Proefpersoon No. 9. 18 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus.

Proef 1*a*.
Rechter arm:
Lift naar boven.
Versnelling: A. arm 3 gr. naar buiten
B. „ 2 „ „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.
Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. arm 5 gr. naar buiten
C. „ 5 „ „ „

Linker arm:
Lift naar boven.
Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. arm 5 gr. naar buiten
C. geen afwijking

Lift naar beneden.
Versnelling: A. arm 10 gr. naar binnen
B. geen afwijking
C. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Vertraging: A. arm 5 gr. naar buiten
B. „ 5 „ „ „
C. „ 4 „ „ „

Lift Jamin. Datum 7/6'1930.
Proefpersoon No. 23. 19 jaar.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Heeft bij alle volgende proeven geen nystagmus.

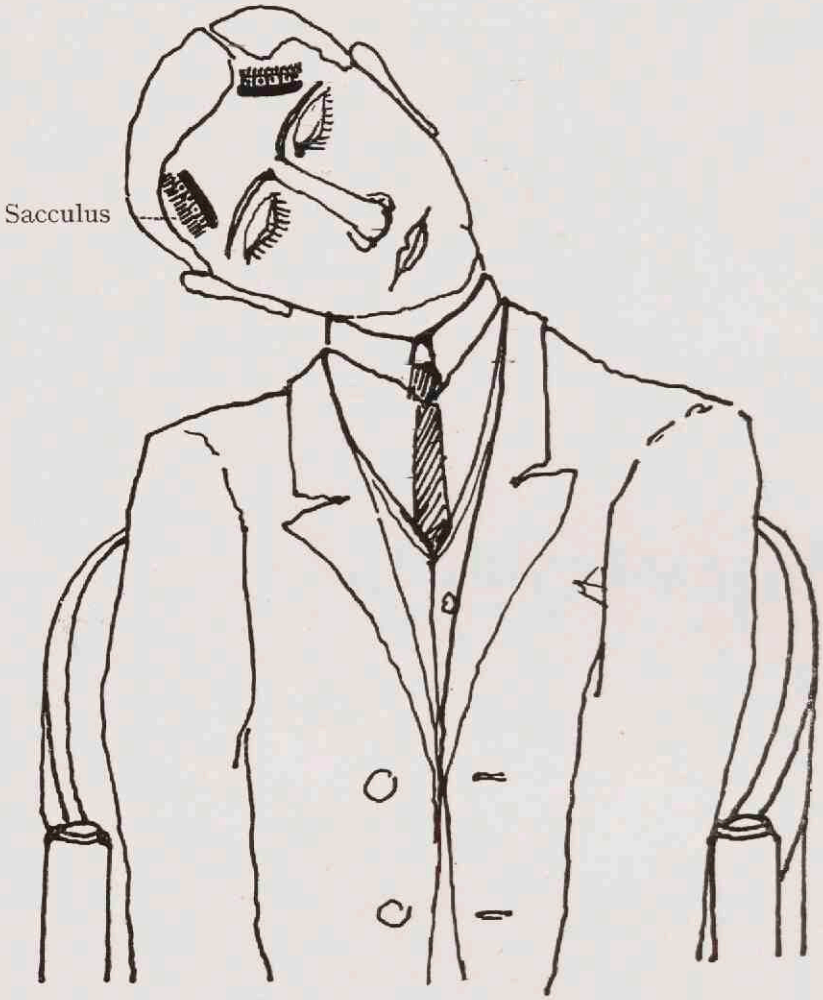


Fig. 6.

Proef 1*a*.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	arm 2 gr. naar binnen
Constante snelheid:	geen afwijking
Vertraging:	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	geen afwijking
Constante snelheid:	„ „
Vertraging:	A. arm 12 gr. naar buiten
	B. „ 3 „ „ „
	C. „ 4 „ „ binnen (patiënt was vermoeid)
Na eenigen tijd:	D. arm 6 gr. naar buiten

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 5 gr. naar binnen
	B. „ 6 „ „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. arm 3 gr. naar buiten
	B. „ 4 „ „ „

BESPREKING VAN DE VERKREGEN RESULTATEN BIJ PROEF 1*a*.

Wij willen nu nagaan, wat er in de beide maculae sacculi geschiedt bij de liftbewegingen wanneer het hoofd 90 gr. naar den schouder is gedraaid. (Zie fig. 6.) [1])

A. Bij de stijging.

1. Bij de versnelling ontstaat een kortdurende drukverhooging

[1]) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

gedurende $3\frac{1}{2}$ seconde op de bovenliggende sacculus macula; op de andere sacculus macula ontstaat gedurende dien tijd geen drukverandering, daar de otoliet beneden de macula geplaatst is.

2. Tijdens de constante snelheid houdt de drukverhooging op de bovenliggende macula op en wordt de druk weer gelijk aan dien, welke er was, voordat de lift in beweging werd gebracht. Op de andere macula ontstaat geen drukverandering.
3. Tijdens de vertraging ontstaat een drukvermindering op de bovenliggende sacculus macula gedurende 0,67 sec. Op de onderliggende macula ontstaat geen drukverandering gedurende dien tijd.

B. Bij de daling.

1. Tijdens de versnelling ontstaat een kortdurende drukvermindering gedurende $3\frac{1}{2}$ seconde op de bovenliggende sacculus macula; op de andere sacculus macula ontstaat daarentegen geen drukverandering.
2. Tijdens de constante snelheid wordt deze drukvermindering op de bovenliggende macula opgeheven en ontstaat weer dezelfde drukking, die er was, voordat de lift in beweging kwam. De druk op de andere macula blijft onveranderd.
3. Tijdens de vertraging ontstaat gedurende 0,67 seconde een drukverhooging op de bovenliggende sacculus macula en geen drukverandering op de andere macula.

Toetsen wij nu de verkregen resultaten aan deze gegevens.

A. *Stijging.*

1. Gedurende de versnelling gaat van de 49 onderzochte personen, die het hoofd op den linker schouder hebben gedraaid, de rechter arm naar buiten in 14 gevallen (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.). De rechter arm gaat naar binnen in 10 gevallen (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.).
   Geen reactie ontstaat in 25 gevallen.

Wordt het hoofd op den rechter schouder gebogen, dan zien wij den linker arm naar buiten gaan in 14 gevallen (gemiddeld 5 gr.); den linker arm naar binnen gaan in 10 gevallen (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.); geen reactie ontstaan in 25 gevallen.

Het naar buiten gaan van den arm aan denzelfden kant van den bovenliggenden otoliet, kan verklaard worden door de drukverhooging op de betreffende macula.

Hoe het naar binnen gaan van den arm bij de 10 proefpersonen moet worden verklaard, is nog niet duidelijk.

Dat bij 25 personen geen reactie ontstaat, moet toegeschreven worden aan den betrekkelijk geringen prikkel, dien de sacculus ontvangt.

2. Gedurende de constante snelheid zien wij, wanneer de proefpersoon het hoofd op den linker schouder houdt, 5 maal den rechter arm naar buiten gaan.
   In geen enkel geval gaat de rechter arm naar binnen.
   Bij 44 personen ontstaat geen afwijking.
   Wordt het hoofd op den rechter schouder gebogen, dan gaat in 3 gevallen de linker arm naar buiten en in 2 gevallen de linker arm naar binnen.
   In 44 gevallen ontstaat geen afwijking.

Dat de arm aan dezelfde zijde van den bovenliggenden otoliet naar buiten gaat, moet worden toegeschreven aan de nawerking van de drukverhooging op de betreffende macula.

Dat in 44 gevallen geen reactie ontstaat, wordt veroorzaakt doordat er gedurende de constante snelheid geen drukverhooging plaats vindt.

3. Onmiddellijk na de vertraging zien wij, wanneer de proefpersoon het hoofd op den linker schouder houdt, den rechter arm naar buiten gaan in 3 gevallen; den rechter arm naar binnen gaan in 4 gevallen; geen afwijking ontstaan in 42 gevallen.
   Wordt het hoofd op den rechter schouder gehouden, dan zien wij den linker arm naar buiten gaan in 4 gevallen; den linker arm naar binnen gaan in 5 gevallen; geen afwijking ontstaan in 40 gevallen.

Dat de arm aan de zijde van den bovenliggenden otoliet naar binnen gaat, kan worden verklaard door drukvermindering op de betreffende macula.

Het naar buiten gaan van den arm aan de zijde van den bovenliggenden otoliet kan vooralsnog niet verklaard worden.

Dat in 42 resp. 40 gevallen geen reactie ontstaat, moet worden toegeschreven aan den geringen prikkel.

B. *Daling.*

1. Gedurende de versnelling gaat van de 49 onderzochte personen, die het hoofd op den linker schouder hebben gedraaid,

de rechter arm naar buiten in 3 gevallen (gemiddeld 4 gr.).
De rechter arm gaat naar binnen in 4 gevallen (gemiddeld 3 gr.).
Geen reactie ontstaat in 42 gevallen.
Wordt het hoofd op den rechter schouder gebogen, dan wijst de linker arm naar buiten voorbij in 4 gevallen (gemiddeld 5 gr.).
De linker arm wijst naar binnen voorbij in 5 gevallen (gemiddeld 4 gr.).
In 40 gevallen ontstaat geen afwijking.

Het naar binnen gaan van den arm aan de zijde van den bovenliggenden sacculusotoliet kan worden verklaard door de drukvermindering op de betreffende macula.

Hoe het naar buiten gaan van den arm moet worden verklaard, is niet bekend.

Dat de prikkel slechts een geringen invloed op den sacculusotoliet uitoefent, bewijst het feit, dat in 42 resp. 40 gevallen geen reactie ontstaat.

2. Gedurende de constante snelheid zien wij slechts in enkele gevallen een reactie ontstaan, zoowel bij draaiing van het hoofd op den linker als bij draaien van het hoofd op den rechter schouder.
De afwijkingen van den rechter arm naar binnen, wanneer het hoofd op den linker schouder gehouden wordt en van den linker arm naar binnen, wanneer het hoofd op den rechter schouder gehouden wordt, kunnen verklaard worden door nawerking van den prikkel, door de versnelling veroorzaakt.
In 47 gevallen ontstaat geen afwijking, wat er voor pleit, dat gedurende de constante snelheid geen drukverhooging of drukvermindering ontstaat.
3. Onmiddellijk na de vertraging zien wij, wanneer de proefpersoon het hoofd op den linker schouder houdt, den rechter arm naar buiten gaan in 13 gevallen (gemiddeld 5 gr.).
De rechter arm gaat naar binnen in 5 gevallen (gemiddeld 5 gr.).
In 31 gevallen ontstaat geen afwijking.
Houdt de proefpersoon daarentegen het hoofd op den rechter schouder, dan gaat de linker arm naar buiten in 13 gevallen (gemiddeld 5 gr.).

De linker arm gaat naar binnen in 4 gevallen (gemiddeld 4 gr.).

In 32 gevallen ontstaat geen afwijking.

Het naar buiten afwijken van den rechter en den linker arm in 13 gevallen kan worden verklaard door de drukverhooging op de bovenliggende macula.

Hoe het naar binnen afwijken van den rechter arm of den linker arm in 5 resp. 4 gevallen moet worden verklaard, is nog niet duidelijk.

In verreweg de meeste gevallen — 31 resp. 32 — ontstaat geen afwijking.

In tegenstelling met het onderzoek van het otolietenorgaan van den utriculus zien wij dus hier, dat het otolietenorgaan van den sacculus door het plotseling remmen slechts weinig geprikkeld wordt.

Dat de resultaten van het onderzoek der sacculusreactie in de lift niet duidelijker en sprekender waren, moet aan dezelfde oorzaken worden toegeschreven, die bij de beschouwing der resultaten van het utriculusonderzoek zijn genoemd (blz. 56).

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DE FABRIEKSLIFT BIJ PERSONEN MET AFWIJKINGEN AAN EEN OF BEIDE LABYRINTHEN.

1. *Proefpersonen met eenzijdig labyrinthverlies.*

A. Proefpersoon No. 62. Man, 48 jaar.

Heeft 8 jaar geleden een ongeval gehad, waardoor het linker oor absoluut doof is geworden. Hij klaagt nog over oorsuizen en duizeligheid.

Onderzoek labyrinth:

Linker oor: calorische reactie afwezig.
Rechter oor: normale calorische prikkelbaarheid.
Draaistoel: draaien naar rechts 16 sec. nystagmus.
draaien naar links 20 sec. nystagmus.

Galvanisch onderzoek:

Kathode op linker oor, anode op rechter oor, 5 m.amp.

Er ontstaat een lichte rotatorische vertikale nystagmus.

Rechter arm:	proef 1*a*	0	Linker arm:	proef 1*a*	0
	1*b*	0		1*b*	—7
	2	0		2	—6
	3	0		3	0
	4	0		4	+3
	5	0		5	0

Kathode op rechter oor, anode op linker oor, 5 m.amp.

Er ontstaat veel grooter duizeligheid. Bij zien naar rechts lichte rotatoiische vertikale nystagmus.

Rechter arm:	proef 1*a*	+10	Linker arm:	proef 1*a*	+5
	1*b*	+20		1*b*	0
	2	+ 8		2	0
	3	— 5		3	0
	4	+ 5		4	0
	5	0		5	0

Kathode op rechter oor, anode op linker oor, 2 m.amp.

Rechter arm:	proef 1*a*	0
	1*b*	+20

Beide kathoden op linker en rechter oor, anode op arm.

Stroom 12 m.amp.

Rechter arm: proef 5 —10 Linker arm: proef 5 0

Beide anoden op rechter en linker oor, kathode op arm.

Rechter arm: proef 5 +5

Uit dit onderzoek volgt dus, dat het rechter oor normaal prikkelbaar is. De linker boogfunctie is uitgelascht; de linker cochlea functionneert ook niet. De linker lapillus en sagitta zijn eveneens uitgelascht.

LIFTONDERZOEK.

Proef 5.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 6 gr. naar beneden
	B. „ 6 „ „ „
	C. „ 5 „ „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 6 „ „ „
	C.	„ 6 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 6 „ „ „
	C.	„ 9 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Proef 1*a*.

Rechter arm. Hoofd op linker schouder. Arm wijst normaal aan.

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Linker arm. Hoofd op rechter schouder. Arm wijst normaal aan.

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Bij al deze proeven ontstaat geen nystagmus.

Wij hebben hier dus een zeer sprekend geval. De arm aan de zijde van het normale labyrinth reageert bij proef 5 zeer duidelijk op de versnelling en de vertraging van de lift. De arm aan de zijde van het verwoeste labyrinth vertoont niet de minste reactie bij deze proef.

B. Proefpersoon No. 68. Man 35 jaar.

Heeft 10 jaar geleden een ongeval gehad, waardoor het linker oor absoluut doof is geworden. Hij heeft nog oorsuizen in dit oor, lijdt echter niet aan duizeligheid.

Onderzoek labyrinth:

Linker oor: calorische reactie afwezig.
Rechter oor: normale calorische prikkelbaarheid.
Draaistoel: draaien naar rechts 20 sec. nystagmus.
draaien naar links 21 sec. nystagmus.

Proef 5.
Patiënt wijst normaal aan.
Rechter arm:
Lift naar boven.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking.
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. arm 3 gr. naar beneden
	B. „ 3 „ „ „
	C. „ 4 „ „ „

Linker arm:
Lift naar boven.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Proef 1*a*.

Rechter arm. Hoofd op linker schouder. Arm wijst normaal aan.

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Linker arm. Hoofd op rechter schouder. Arm wijst normaal aan.

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Bij al deze proeven ontstaat geen nystagmus.

Deze proefpersoon vertoont dus bij proef 5 aan de normale zijde

een reactie na afloop van de vertraging van de liftsnelheid (beneden). De arm aan de zijde van het verwoeste labyrinth vertoont niet de minste afwijking.

C. Proefpersoon No. 69. Man, 55 jaar.

Heeft 7 jaar geleden een ongeval gehad, waardoor het linker oor doof is geworden.

Hij heeft nog oorsuizen, soms ook lichte duizeligheid.

Onderzoek labyrinth:

Linker oor:	calorische reactie afwezig.
Rechter oor:	normale calorische prikkelbaarheid.
Draaistoel:	draaien naar rechts 25 sec. nystagmus.
	draaien naar links 23 sec. nystagmus.

LIFTONDERZOEK

Proef 5.

Patiënt wijst normaal aan.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 4 gr. naar boven
	B. geen afwijking
	C. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging	A. arm 2 gr. naar beneden
	B. geen afwijking
	C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. arm 4 gr. naar beneden
	C. „ 3 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „

Proef 1*a*.

Rechter arm: (hoofd op linker schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 2 gr. naar binnen
	B.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 2 gr. naar buiten
	B.	„ 2 „ „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Linker arm: (hoofd op rechter schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.
Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Bij het naar boven en naar beneden gaan van de lift ontstaat geen nystagmus.

Bij dezen proefpersoon vertoont de arm aan de zijde van het gezonde labyrinth bij de liftproeven weliswaar weinig afwijking, doch reacties zijn ontegenzeggelijk aanwezig.

De arm aan de zijde van het verwoeste labyrinth wijst altijd normaal aan. Geen enkele reactie ontstaat bij de liftbewegingen.

2. *Proefpersoon met dubbelzijdige labyrinth doofheid.*

No. 63. Vrouw, 25 jaar.

Patiënte is sinds jaren lijdende aan doofheid. Zij heeft nooit een ongeval gehad; geen infectieziekten doorgemaakt.

Er is geen doofheid in de familie.

Onderzoek ooren.

Beide trommelvliezen zijn normaal.

Rinne beiderzijds positief.

Weber niet gelateraliseerd.

Zoowel rechts als links verkorte beengeleiding.

Hoogtegrens van het geluid (monochord van Struycken) rechter oor 13.000, linker oor 14.000.

Fluisterstem rechter oor 3 meter, linker oor 2 meter.

Draaistoel: draaien naar rechts geen nystagmus.
draaien naar links geen nystagmus.

Patiënte wijst na afloop normaal aan.

Linker oor: calorische reactie afwezig. (1 L. water 25 gr.)

Rechter oor: calorische reactie afwezig. (1 L. water 25 gr.)

Er ontstaat geen nystagmus of misselijkheid.

Patiënte wijst na afloop normaal aan.

Onderzoek van de galvanische prikkelbaarheid:
Kathode op rechter oor, anode op linker oor.
Patiënte staat met de voeten voor elkaar.
Bij 2 m.amp. valt zij naar links.
Bij het omdraaien van den stroom valt zij bij 1 m.amp. naar rechts.

Kathode op rechter oor, anode op linker oor, 4 m.amp.
Proef 1*a*. Rechter arm wijkt 10 gr. naar rechts.
Proef 1*b*. Geen afwijking.

Kathode op linker oor, anode op rechter oor, 4 m.amp.
Proef 1*a*. Linker arm wijkt 7 gr. naar links.
Proef 1*b*. Geen afwijking.

Er ontstaat bij deze proeven geen nystagmus, noch naar rechts, noch naar links. Wel heeft patiënte een sterk gevoel van duizeligheid.

Beide kathoden op linker en rechter oor,
anode op den rechter arm.
Er is geen spontane afwijking.
Proef 5. Bij 5 m.amp. afwijking van den linker arm naar beneden (5 gr.).
anode op den linker arm:
Bij 5 m.amp. afwijking van den rechter arm naar beneden (8 gr.).

Beide anoden op linker en rechter oor
kathode op den linker arm:
Proef 5. Bij 5 m.amp. afwijking van den rechter arm naar boven (3 gr.).
kathode op den rechter arm:
Bij 5 m.amp. afwijking van den linker arm naar boven (10 gr.).

Conclusie: Beide booggangsystemen zijn noch calorisch, noch galvanisch, noch met den draaistoel prikkelbaar. De beide sacculi en utriculi zijn galvanisch normaal prikkelbaar.
Er is een normaal gevoel van duizeligheid.

Proef 5.

Patiënte wijst normaal aan.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	arm 3 gr. naar beneden
	B.	geen afwijking
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 7 gr. naar beneden
	B.	„ 8 „ „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	arm 6 gr. naar beneden
	B.	„ 7 „ „ „

Proef 1*a*.

Rechter arm: (hoofd op linker schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 5 gr. naar buiten
	B.	„ 4 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. arm 3 gr. naar binnen
B. „ 2 „ „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „

Linker arm: (hoofd op rechter schouder)

Lift naar boven.

Versnelling: A. arm 21 gr. naar buiten
B. „ 6 „ „ „
C. „ 12 „ „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. arm 5 gr. naar buiten
C. „ 12 „ „ „

Dit onderzoek heeft belangrijke resultaten opgeleverd.

Wij hebben gezien, dat de booggangsystemen totaal onprikkelbaar zijn, zoowel calorisch, galvanisch, als met den draaistoel. Daarentegen vertoonen de beide utriculi en sacculi echter een normale galvanische reactie. In overeenstemming daarmee vinden wij bij het liftonderzoek, zoowel bij proef 5 (utriculusonderzoek) als bij proef 1 (sacculusonderzoek), een normale reactie, zoowel van den rechter als van den linker arm.

3. *Proefpersonen met verkregen doofstomheid.*

A. Proefpersoon No. 64. Man 23 jaar.

Beide labyrinthen zoowel calorisch als op den draaistoel normaal prikkelbaar.

LIFTONDERZOEK.

Proef 5.
Patiënt wijst normaal aan.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „

Proef 1*a*.

Rechter arm: (hoofd op linker schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „

Linker arm: (hoofd op rechter schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „

Bij dezen doofstommen proefpersoon met normaal prikkelbare labyrinthen zien wij dus door de liftbewegingen geen reacties ontstaan. Het is echter mogelijk, dat de prikkel te zwak was, om reacties te geven.

B. Proefpersoon No. 65. Vrouw, 25 jaar.

Beide labyrinthen zoowel calorisch als op den draaistoel normaal prikkelbaar.

Proef 5.
Patiënte wijst normaal aan.

Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A.	arm 8 gr. naar boven
	B.	„ 4 „ „ „
	C.	„ 4 „ „ „
	D.	„ 2 „ „ „
	E.	„ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
	E.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
	E.	arm 2 gr. naar boven.

Lift naar beneden.

Versnelling:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
	E.	„ „
Constante snelheid:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
	E.	„ „
Vertraging:	A.	geen afwijking
	B.	„ „
	C.	„ „
	D.	„ „
	E.	„ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 4 gr. naar boven
	B. „ 4 „ „ „
	C. „ 6 „ „ „
	D. „ 5 „ „ „
	E. geen afwijking
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. arm 4 gr. naar beneden
	B. „ 6 „ „ „
	C. „ 3 „ „ „
	D. geen afwijking
	E. „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „

Proef 1*a*.

Rechter arm: (hoofd op linker schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 4 gr. naar binnen
	B. „ 3 „ „ „

	Constante snelheid:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Vertraging:	A. geen afwijking
		B. „ „
Lift naar beneden.		
	Versnelling:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Constante snelheid:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Vertraging:	A. geen afwijking
		B. „ „

Linker arm: (hoofd op rechter schouder)

Lift naar boven.		
	Versnelling:	A. arm 5 gr. naar binnen
		B. „ 5 „ „ „
	Constante snelheid:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Vertraging:	A. geen afwijking
		B. „ „
Lift naar beneden.		
	Versnelling:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Constante snelheid:	A. geen afwijking
		B. „ „
	Vertraging:	A. geen afwijking
		B. „ „

Deze doofstomme patiënte heeft dus zoowel bij proef 5 als bij proef 1*a*, hoofdzakelijk reacties in de armen bij de versnelling van de lift naar boven. Deze reacties zijn bij proef 5 een naar boven afwijken van de armen en bij proef 1 een afwijking van de armen naar binnen.

Hoe deze reacties tot stand komen is onbekend.

C. Proefpersoon No. 66. Vrouw, 16 jaar.

Beide labyrinthen zoowel calorisch als op den draaistoel normaal prikkelbaar.

Proef 5.
Patiënte wijst normaal aan.
Rechter arm:

Lift naar boven.

Versnelling:
A. arm 4 gr. naar boven
B. „ 4 „ „ „
C. „ 2 „ „ „
D. „ 6 „ „ „
E. „ 2 „ „ „

Constante snelheid:
A. geen afwijking
B. arm 6 gr. naar beneden
C. „ 6 „ „ „
D. „ 6 „ „ „
E. „ 5 „ „ „

Vertraging:
A. arm 4 gr. naar beneden
B. geen afwijking
C. „ „
D. arm 3 gr. naar beneden
E. geen afwijking.

Lift naar beneden.

Versnelling:
A. arm 4 gr. naar beneden
B. geen afwijking
C. „ „
D. arm 2 gr. naar beneden
E. „ 2 „ „ „

Constante snelheid:
A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „
E. „ „

Vertraging:
A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „
E. „ „

Linker arm:

Lift naar boven.

Versnelling	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. arm 4 gr. naar boven
	E. „ 2 „ „ „
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. arm 4 gr. naar beneden
	E. „ 2 „ „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. arm 3 gr. naar beneden
Constante snelheid:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „
Vertraging:	A. geen afwijking
	B. „ „
	C. „ „
	D. „ „
	E. „ „

Proef 1*a*.

Rechter arm: (hoofd op linker schouder)

Lift naar boven.

Versnelling:	A. arm 4 gr. naar buiten
	B. „ 3 „ „ „
	C. „ 8 „ „ „
	D. „ 4 „ „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. arm 6 gr. naar buiten
D. „ 3 „ „ „

Linker arm: (hoofd op rechter schouder)

Lift naar boven.

Versnelling: A. geen afwijking
B. arm 4 gr. naar buiten
C. geen afwijking

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. arm 4 gr. naar binnen
C. geen afwijking

Lift naar beneden.

Versnelling: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Constante snelheid: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Vertraging: A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Bij het naar boven en naar beneden gaan van de lift ontstaat geen nystagmus.

Bij deze patiënte zien wij dus duidelijk reacties, hoofdzakelijk in den rechter arm, vooral bij het naar boven gaan van de lift. De andere arm vertoont weinig of geen afwijkingen.

Opmerkelijk is, dat ook bij deze patiënte gedurende de versnelling van de lift naar boven bij proef 5 de arm naar boven uitwijkt.

SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN BIJ PROEFPERSONEN MET AFWIJKINGEN AAN EEN OF BEIDE LABYRINTHEN.

Wij vonden bij proefpersoon A, *met eenzijdig labyrinthverlies*: geen reactie aan de zieke zijde; wel reactie aan de andere zijde.

Patiënt B, *met eenzijdig labyrinthverlies*: geen reactie aan de zieke zijde; wel reactie aan de gezonde zijde, zij het ook alleen na de vertraging bij het stilstaan van de lift beneden.

Patiënt C, *met eenzijdig labyrinthverlies*: geen reactie aan de zieke zijde; wel reactie aan de gezonde zijde, zij het ook gering.

Op grond van deze resultaten lijkt het mij gewenscht, om ter aanvulling van het labyrinth onderzoek, zooals dit bij ongevalspatiënten geschiedt, ook de liftreacties te onderzoeken.

Patiënt D, met een *door ziekte onprikkelbaar geworden booggangsysteem*, met behoud der prikkelbaarheid van het otolietensysteem aan beide zijden normale reacties.

Het liftonderzoek heeft hier de resultaten bevestigd, die bij het calorisch-, galvanisch- en draaistoel-onderzoek werden gevonden.

Doofstomme patiënten:

Patiënt A: geen reacties.

Patiënt B: reacties bij het naar boven gaan van de lift, in beide armen.

Patiënt C: reacties bij het naar boven gaan van de lift, hoofdzakelijk in één arm.

De reactie door de vertraging van de lift bij het stilstaan, die —

zooals wij gezien hebben — bij normale proefpersonen in 60% van de gevallen ontstond, kon bij geen van deze patiënten worden aangetoond.

2. *Konijnen.*

Het dier wordt in de lengterichting op een plankje bevestigd en zoo gehouden op den bodem van de lift, dat de as, die de beide oogen verbindt, ongeveer loodrecht op het horizontale vlak staat.

Daarna wordt de kop door een helper gefixeerd. De lift wordt in werking gesteld en het bovenliggende oog nauwkeurig bekeken. Vervolgens gaat de lift weer naar beneden.

Dan wordt het dier omgedraaid, zoodat het andere oog boven ligt.

Op deze wijze worden twee konijnen onderzocht.

Noch bij de versnelling, noch bij de vertraging of bij de constante snelheid van de lift is eenige afwijking in den oogstand opgemerkt.

Evenmin vertoonen de dieren ook maar den geringsten nystagmus.

Daarna wordt het dier vrij op den bodem van de lift gezet. Bij het naar boven gaan van de lift gaat de kop naar voren (buiging).

Wordt de lift plotseling gestopt, dan komt er een reactie, zoodat de kop naar achter gaat (strekking).

Dezelfde reactie ontstaat, wanneer de lift naar beneden gaat.

Bij het stoppen van de lift komt er zoo goed als geen reactie. Reacties op de pooten zijn niet gezien, zoomin bij het naar boven als bij het naar beneden gaan van de lift. Ook is geen reactie op de oogen waargenomen.

Op deze wijze zijn twee konijnen onderzocht, die beide op dezelfde wijze reageerden.

Uit het onderzoek van deze beide konijnen valt het volgende te besluiten:

1. Reacties op de oogen konden niet worden aangetoond. Het is echter mogelijk, dat er een geringe afwijking ontstond (vertikaalafwijking of raddraaiing) en deze te gering was, om met het bloote oog te worden waargenomen.
2. De normale utriculusreacties buiging van den kop door de drukverhooging bij het vertrek van de lift naar boven en strekken van den kop door de drukvermindering bij stilstaan van de lift boven en bij het in beweging komen voor de daling, waren aanwezig.

3. *Cavia.*

Vooreerst wordt het dier, evenals het konijn, in een stand bevestigd, waarbij de as, die de oogen verbindt, ten opzichte van het horizontale vlak vertikaal gericht is.

Dezelfde proeven als bij het konijn worden ook met dit dier herhaald, eerst met het eene en daarna met het andere oog naar boven gericht.

Een afwijking in den oogstand of nystagmus is niet opgemerkt. Vervolgens wordt het dier in de normale houding op den bodem van de lift gezet. Gaat de lift naar boven dan wordt de kop voorover gebogen. Wordt de lift plotseling stilgehouden, dan gaat de kop achterover.

Gaat de lift naar beneden, dan wordt de kop van het dier achterover gebogen. Staat de lift plotseling stil, dan ontstaat een reactie, waarbij de kop voorover gebogen wordt.

Reacties op de ledematen worden niet gezien.

Deze proeven worden drie malen herhaald, met hetzelfde resultaat.

Dit dier vertoont door de utriculus werking, welke door de liftbewegingen veroorzaakt wordt, dezelfde reacties als de beide konijnen, welke reacties reeds door mij beschreven zijn.

B. In de mijnlift. [1])

a. *Daling.*

De daling begint met een gemiddelde versnelling van 0,65 m/sec^2, welke 15,4 sec. aanhoudt. De afgelegde weg is dan 77,1 meter.

Met constante snelheid van 10 m/sec. wordt nu een weg afgelegd van 196,4 meter in 19,7 sec.

Met een gemiddelde vertraging van 0,90 m/sec^2 gedurende 11,1 sec., waarbij de afgelegde weg 55,5 meter bedraagt, komt de lift tot stilstand.

De totale rijtijd is 46,2 sec. [2])

---

[1]) Dit onderzoek vond plaats in de mijn Oranje Nassau 3 te Heerlen, met medewerking van Prof. Quix, Dr. van Egmond, van der Hoeve en Bierman.

[2]) Deze verschillende getallen en berekeningen zijn van den Heer Ir. Verbeek.

b. *Stijging.*

Voor de stijging gelden dezelfde getallen als voor de daling.

Proefpersonen.

Het onderzoek in de mijnlift strekte zich uit over 9 personen. Het geschiedde als volgt:

De te onderzoeken persoon bevond zich in staande houding in de lift. Gedurende het naar beneden gaan van de lift moest hij de vingerwijsproef 5 verrichten, welke plaats vond met behulp van een in graden verdeelden boog, die door den onderzoeker werd vastgehouden. Een derde persoon noteerde de afwijkingen, die ontstonden en die door den onderzoeker werden opgegeven. Had de lift het laagste punt bereikt, dan werd nog even doorgegaan met aanwijzen.

Bij het naar boven gaan van de lift was de gang van het onderzoek hetzelfde.

Ten einde den duur van het onderzoek te verkorten, werd dit tegelijk in twee liften verricht, waarvan de eene naar boven ging, terwijl de andere naar beneden ging.

Bij slechts één persoon werd de vingerwijsproef *la* gedaan. De resultaten van het onderzoek kan men in onderstaande tabel zien.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DE MIJNLIFT.

Onderzoek van de vingerwijsproef 5. (utriculus-onderzoek).

Er werden onderzocht 9 personen in de dalende en 8 personen in de stijgende lift.

Het onderzoek werd slechts met één arm verricht.

A. *Daling.*

1. Gedurende de versnelling.

Arm naar boven	in 5 gevallen	Gem. 11 gr.
„ „ beneden	„ 3 „	„ 3 gr.
„ geen afwijking	„ 1 geval	

2. Gedurende de constante snelheid.

Arm slechts geringe of geen afwijking in 9 gevallen.

3. Onmiddellijk na of gedurende de vertraging.

Arm naar beneden	in 8 gevallen	Gem. 12 gr.
„ geen afwijking	in 1 geval.	

B. *Stijging.*

1. Gedurende de versnelling.

Arm naar boven	in 1 geval	2 gr.
„ „ beneden	„ 6 gevallen	Gem. 8 gr.
„ geen afwijking	„ 1 geval	

2. Gedurende de constante snelheid

   Arm geen afwijking in 8 gevallen.

3. Onmiddellijk na of gedurende de vertraging

Arm naar boven	in 6 gevallen	Gem. 10 gr.
„ geen afwijking	„ 2 „	

SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN, BIJ PROEF 5 VERKREGEN IN DE MIJNLIFT.

Wij zullen eerst nagaan, welke drukveranderingen in de utriculi ontstaan en gedurende welken tijd.

A. Bij de daling.

1. Bij de versnelling ontstaat een drukvermindering gedurende 15,4 seconde.
2. Bij de constante snelheid wordt deze drukvermindering opgeheven en ontstaat weer de zelfde druk als bij het stilstaan van de lift.
3. Bij de vertraging ontstaat een drukverhooging gedurende 11,1 seconde.

Vergelijken wij de verkregen resultaten met deze gegevens, dan zien wij dat gedurende de versnelling naar beneden de arm bij 5 personen naar boven gaat. Dit kan dus verklaard worden door de drukvermindering in den utriculus.

Bij 3 personen gaat de arm naar beneden. Zooals wij reeds bij de bespreking van de proeven in de fabriekslift opmerkten, is hiervan voorloopig geen verklaring te geven. Dat gedurende de constante snelheid bij geen der 9 personen een duidelijke afwijking ontstond, is het gevolg van het ontbreken van drukverhooging of verlaging in den utriculus.

Onmiddellijk na de vertraging zien wij bij 8 van de 9 personen een reactie van den arm naar beneden. Dit moet worden opgevat als een gevolg van de drukverhooging in den utriculus.

B. Bij de stijging.

1. Bij de versnelling ontstaat een drukverhooging gedurende 15,4 seconde.

2. Gedurende de constante snelheid gaat deze drukverhooging over in den druk, die er bestond voor het in beweging gaan van de lift.
3. Bij de vertraging ontstaat een drukverlaging in den utriculus gedurende 11,1 seconde.

In overeenstemming hiermede zien wij bij de versnelling naar boven in 6 gevallen den arm naar beneden uitwijken, dit dus door drukverhooging in den utriculus.

In 1 geval wijkt de arm naar boven uit, wat niet te verklaren is.

In 1 geval ontstaat geen afwijking.

Gedurende de constante snelheid ontstaan er geen afwijkingen in de armen als gevolg van het ontbreken van drukverhooging of verlaging.

Na de vertraging wijkt bij 6 personen de arm naar boven uit. De ontstane drukvermindering in den utriculus verklaart deze reactie.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DE MIJNLIFT.

Onderzoek van de vingerwijsproef 1*a*. (sacculus-onderzoek).

Er werd 1 persoon onderzocht.

De proefpersoon houdt het hoofd op den rechter schouder en wijst met den linker arm.

A. *Daling*.

1. Versnelling:	arm 4 gr. naar buiten
2. Constante snelheid:	arm geen afwijking
3. Vertraging:	arm 12 gr. naar buiten

B. *Stijging*.

1. Versnelling:	arm 12 gr. naar buiten
2. Constante snelheid:	arm geen afwijking
3. Vertraging:	arm 4 gr. naar buiten

Bij beschouwing van deze resultaten zien wij dus, dat bij de versnelling van de lift naar beneden een geringe afwijking van

den arm naar buiten ontstaat. Zooals reeds eerder werd opgemerkt, is dit nog niet te verklaren.

Bij de constante snelheid ontstaat ook hier weer geen afwijking.

Dat bij de vertraging van de lift beneden een sterke afwijking van den linker arm naar buiten plaats vindt, stemt geheel overeen met de ontstane drukverhooging in den linker utriculus. Zoo ook de sterke afwijking van den linker arm bij de versnelling van de lift naar boven.

Ook nu weer ontstaat bij de constante snelheid van de lift geen afwijking.

De geringe afwijking van den arm bij de vertraging van de lift boven is ook weer niet te verklaren.

VERSCHIL TUSSCHEN DE REACTIES IN DE FABRIEKSLIFT EN IN DE MIJNLIFT BIJ ONDERZOEK VAN PROEF 5 EN VAN PROEF 1*a*.

Proef 5.

Zooals uit de resultaten van het onderzoek in de fabriekslift en in de mijnlift blijkt, zijn de afwijkingen van de armen in de laatste veel grooter. Tevens ontstonden in de mijnlift in 8 van de 9 gevallen afwijkingen gedurende de versnelling van de lift naar beneden, terwijl in de fabriekslift van de 50 gevallen 6 maal de rechter en 7 maal de linker arm afweek.

Verder zagen wij, dat onmiddellijk na of gedurende de vertraging de arm in de mijnlift in 8 van de 9 gevallen naar beneden ging, terwijl dit in de fabriekslift van de 50 gevallen 31 maal met den rechter en 28 maal met den linker arm geschiedde.

Ook gedurende de stijging zien wij tusschen de reacties in beide liften een verschil; wij hebben namelijk waargenomen, dat in de mijnlift in 7 van de 8 gevallen een afwijking gedurende de versnelling ontstond, terwijl dit in de fabriekslift van de 50 gevallen 24 maal met den rechter en 17 maal met den linker arm plaats had.

Onmiddellijk na de vertraging ontstonden in de mijnlift in 6 van de 8 gevallen reacties, in de fabriekslift daarentegen in 11 resp. 9 van de 50 gevallen.

Tevens is er een verschil op te merken in de reacties gedurende de constante snelheid bij stijging in de mijnlift en in de fabriekslift. In de eerste werd geen enkele afwijking waargenomen, terwijl dit in de laatste in 9 van de 50 gevallen geschiedde.

Proef 1*a*.

Ook bij dit onderzoek blijken de afwijkingen bij den eenen onderzochten proefpersoon veel grooter te zijn dan bij de proefpersonen in de fabriekslift.

Hoe moeten wij het verschil tusschen de afwijkingen in de mijn- en fabriekslift verklaren?

1. In de mijnlift zijn de versnellingen en vertragingen grooter, hierdoor dus sterkere reacties.

2. De vingerwijsproeven, die in de fabriekslift werden gedaan gedurende de constante snelheid, zijn wegens den korten rijtijd van de lift meestal uitgevoerd, wanneer de otolietenwerking nog aanwezig was.

In de mijnliften daarentegen, die een langeren rijtijd hebben, was het mogelijk iets langer te wachten met het aanwijzen, waardoor de otolietenreacties niet meer plaats vonden.

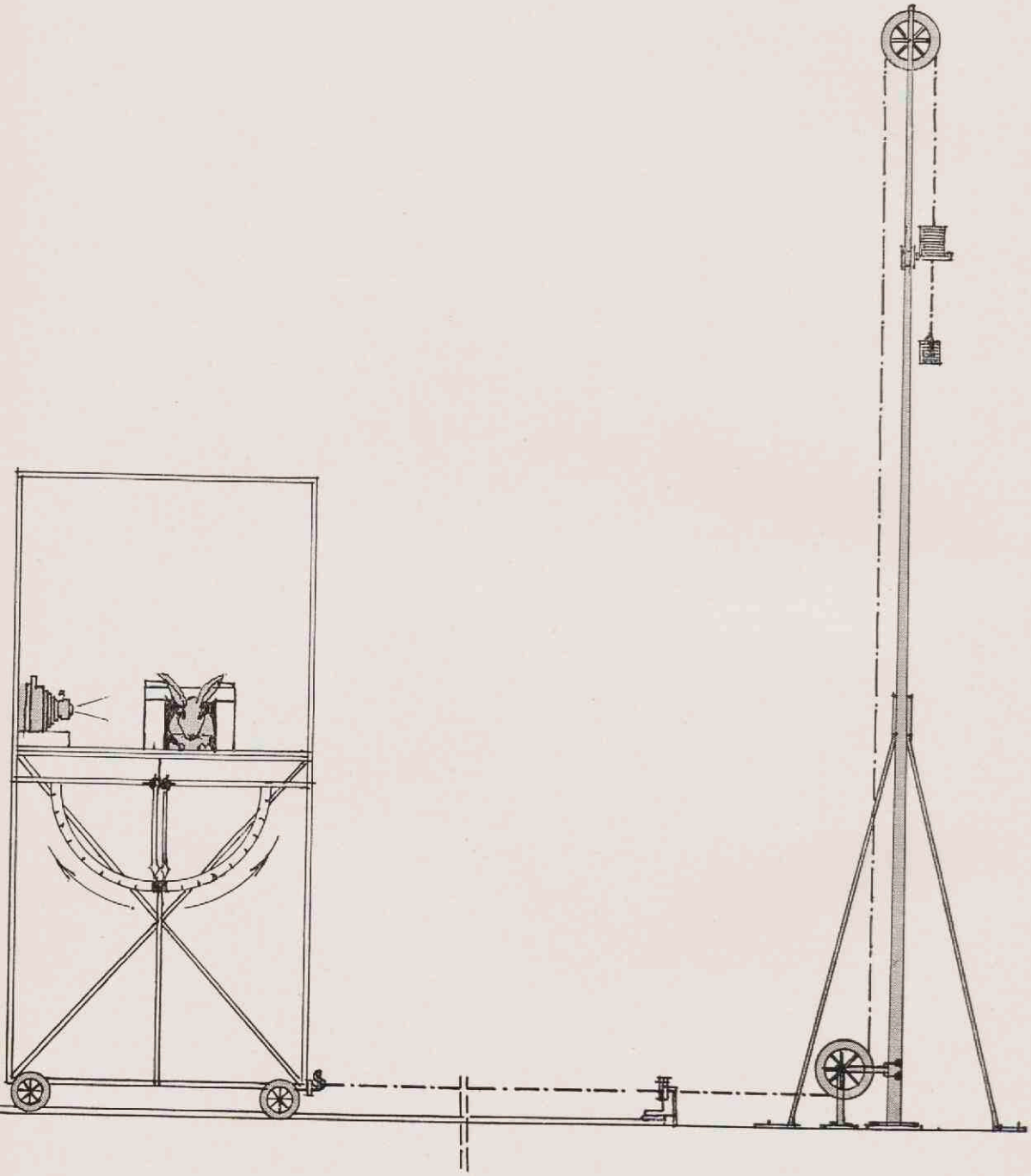


Fig. 7. Rolwagen.

HOOFDSTUK VI

PROEVEN MET DEN ROLWAGEN.

De rolwagen, waarmee de proeven worden genomen, is een licht wagentje, dat op rails rijdt en een afstand van 2.70 meter kan afleggen. Het wordt voortbewogen door een gewicht, bevestigd aan een koord, hetwelk over een katrol loopt. Deze katrol is in een hoogen ijzeren kolom aangebracht, die aan het eene einde van de plank is geplaatst, waarop de rails van het wagentje zijn bevestigd.

Nadat de wagen 40 cm. heeft afgelegd, begint deze met constante snelheid te rijden, omdat dan een gedeelte van het gewicht wordt vastgehouden door een ring, waar het koord met het overgebleven gewicht doorheen gaat. (Aanvangsgewicht 6.50 KG., loopgewicht 1,50 KG.).

Deze constante snelheid duurt, totdat weer een weg van 2,04 meter is afgelegd. Daarna wordt de wagen door een veerinrichting plotseling geremd. De wagen loopt dan nog 14 cm. door waarna hij stil staat. [1])

Het gewicht kan grooter of kleiner worden gemaakt, waardoor zoowel de versnelling als de constante snelheid vergroot of verminderd kunnen worden, terwijl door het inlasschen van meer of minder veeren de vertraging aan het eind der beweging eveneens binnen grootere grenzen kan gewijzigd worden.

Opzij van den rolwagen zijn twee slingers achter elkaar bevestigd, die ieder langs een vertikaal geplaatsten graadboog ter lengte van een kwart cirkel kunnen bewegen. De straal van dezen cirkel is gelijk aan de lengte van den slinger. [2]) De achterste wijzer beweegt naar achter bij *versnelling* van den rolwagen, de andere naar voor bij *vertraging*. De mate van uitwijking der slingers staat in verhouding tot de grootte der versnelling en der vertraging.

Heeft de wagen een constante snelheid, dan zijn de wijzers in rust.

Het toestel is opgesteld in het laboratorium van prof. Quix. Door vriendelijke bemiddeling van prof. Quix heeft

---

[1]) Dit laatste getal geldt alleen wanneer de wagen met 50 K.G. belast is.

[2]) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

Dr. Werndly een berekening gemaakt, welke snelheid de wagen heeft, wanneer bij plotseling remmen de slinger een bepaald aantal graden uitwijkt. Deze berekening volgt hier.

Als bij een slinger met massa m de uitslag parallel aan de richting der voortbeweging geschiedt en α bedraagt, kan men de snelheid v der voortbeweging uit dien hoek α berekenen, door aan te nemen, dat bij het remmen het verloren arbeidsvermogen van beweging des slingers $\frac{1}{2}$ mv^2 gelijk is aan het arbeidsvermogen van plaats, dat er door gewonnen wordt, met verwaarloozing dus van verliezen door omzetting in warmte, als anderszins.

Noemt men de slingerlengte l, dan is de hefhoogte l—l cos. α en dus het gewonnen arbeidsvermogen van plaats mgl (1 — cos α).

Derhalve $\frac{1}{2}$ mv^2 = mgl (1 — cos α).

of $v^2 = 4$ gl sin. ^{2} $\alpha/2$

en dus v = 2 sin. $\alpha/2$. vg.l.

Voor g = 1000 cm./sec^2 = 22,5 cm. leidt deze uitkomst in het centimeter-gram. seconde stelsel tot v = 300 sin. $\alpha/2$ cm. per sec.

N.B. De slinger wordt verondersteld enkelvoudig te zijn.
De waarde van m speelt geen rol.

α o	v cm.	α o	v cm.
1	3	24	62
2	5	25	65
3	8	26	67
4	10	27	70
5	13	28	72
6	16	29	75
7	18	30	78
8	21	31	80
9	23	32	83
10	26	33	85
11	29	34	88
12	31	35	90
13	34	36	93
14	37	37	95
15	39	38	98
16	42	39	100
17	44	40	103
18	47	41	105
19	50	42	108
20	52	43	110

α o	v cm.	α o	v cm.
21	55	44	112
22	57	45	115
23	60	46	117

Latere proeven hebben geleerd, dat de volgende snelheden en versnellingen voorkomen bij het rolwagenonderzoek. Gedurende ongeveer 1,3 sec. werkt een gemiddelde aanloopversnelling $a_a = 45$ cm./sec.2.; 3 2/5 sec. loopt de wagen met een snelheid van $V = 60$ cm./sec. In bijna 0,5 sec. wordt de wagen afgeremd met een gemiddelde vertraging van $a_r = 130$ cm./sec.2. Deze waarden werden berekend uit de resultaten verkregen door meting van aanloop-, loop- en remtijd alsmede van de daarbij afgelegde afstanden.

De uitslag van de slinger, die een maat is voor de bereikte loopsnelheid, bedroeg 18 gr. Dit komt volgens de tabel overeen met een snelheid van 47 cm./sec. De vereenvoudigde veronderstellingen, waarvan hierbij werd uitgegaan, blijken dus in de praktijk niet geheel gerechtvaardigd, want de werkelijke snelheid is 60 cm./sec. Het komt echter niet zoo zeer op deze snelheid aan, maar wel op de boven aangegeven versnelling en vertraging.

I. *Proefpersonen.*

De door mij onderzochte personen gingen in den wagen staan en namen achtereenvolgens drie standen in, door mij stand 1, 2 en 3 genoemd.

De gang van het onderzoek was als volgt:

De persoon ging met de linker lichaamshelft naar de voorzijde van den wagen gekeerd staan (stand 1).

Het hoofd werd gefixeerd, de romp eveneens. Voor den persoon werd een in graden verdeelde boog in horizontalen stand op den rolwagen bevestigd. Deze boog had een straal van 1 meter en was aan beide zijden van het middenpunt (0 punt) in 20 graden verdeeld.

Om te zien of normaal werd aangewezen, werd achtereenvolgens met beide armen proef 1*a* gedaan. Werd niet normaal aangewezen, dan werden de vingerwijsproeven nog eenige malen herhaald. Wees de proefpersoon dan, na eenige oefening, normaal aan, dan werd het onderzoek voortgezet. Wees hij echter ondanks oefening niet juist aan, dan werd hij niet verder onderzocht.

Daarna werd de linker hand op het nulpunt van den boog vastgehouden en werd door op een pedaal te drukken de wagen vrij gemaakt, waardoor het gewicht zijn werking kon gaan uitoefenen.

Onmiddellijk nadat de wagen stilstond werd de wijsproef herhaald en de resultaten genoteerd. Drie malen werd de proef met den wagen gedaan en het gemiddelde van de drie uitkomsten genomen. [1])

[1]) Enkele malen werd de proef zelfs 5 à 6 maal herhaald.

Daarna werd hetzelfde met de rechter hand gedaan.

Vervolgens moest de proefpersoon 180 graden omdraaien en werd hij weder in dezen nieuwen stand in den wagen bevestigd (stand 2).

Dezelfde wijsproeven werden nu achtereenvolgens met beide armen verricht.

Ten slotte ging de onderzochte zoo in den wagen staan, dat het gelaat naar de voorzijde van den wagen gekeerd was (stand 3). Ook nu moesten dezelfde wijsproeven herhaald worden.

Was dit onderzoek geëindigd, dan werd de rolwagen nog eenige malen in beweging gebracht en werd nagegaan, of er bij het stoppen verandering in den oogstand kwam, of dat er nystagmus ontstond.

Ten einde de snelheid van den wagen bij het onderzoek der verschillende proefpersonen gelijk te doen blijven, werd er steeds voor gezorgd, dat de wagen hetzelfde gewicht vervoerde, namelijk 80 K.G. Woog de proefpersoon dus 70 K.G., dan werd er een gewicht van 10 K.G. op den wagen bij geplaatst. (Slechts één persoon woog zwaarder dan 80 K.G.)

De wagen legde bij dit gewicht den geheelen afstand in bijna 6 seconden af.

Bij het in beweging komen van den wagen kwam de wijzer op het cijfer 2.

Bij het remmen bereikte de wijzer het cijfer 18.

Dit wijst dus volgens de voorgaande berekeningen van Dr. Werndly op een snelheid van 47 cm. per seconde.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK OP DEN ROLWAGEN.

1. Proefpersonen.

Onderzocht zijn 32 personen, die niet leden aan een labyrinthafwijking.

Stand 1.

Rechter arm	naar	buiten	in	17 gevallen.	Gemiddeld	6 gr.
„ „	„	binnen	„	8 „	„	$4\frac{1}{2}$ „
„ „	geen	afwijking	„	7 „		
Linker „	naar	buiten	„	8 „	„	6 „
„ „	„	binnen	„	14 „	„	5 „
„ „	geen	afwijking	„	10 „		

Stand 2.

Rechter arm	naar	buiten	in	6 gevallen.	Gemiddeld	$8\frac{1}{2}$ gr.
„ „	„	binnen	„	8 „	„	6 „
„ „	geen	afwijking	„	17 „		

Linker arm	naar buiten	in	17 gevallen.	Gemiddeld	5 gr.
„ „	„ binnen	„	3 „	„	8 „
„ „	geen afwijking	„	11 „		

Van deze 32 personen zijn er 8 in stand 3 onderzocht.

Stand 3.

Rechter arm	naar buiten	in	1	geval
„ „	„ binnen	„	0	gevallen
„ „	geen afwijking	„	7	„
Linker „	naar buiten	„	1	„
„ „	„ binnen	„	0	„
„ „	geen afwijking	„	7	„

De afwijking van den wijzer bedroeg gemiddeld 18 gr.

BESPREKING DER RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK VAN PERSONEN OP DEN ROLWAGEN.

Wij zullen nu nagaan, wat er met de otolieten geschiedt bij de bewegingen van den rolwagen.

Stand 1.

Bij het in beweging komen van den wagen ontstaat een drukverhooging in den linker sacculus en een drukvermindering in den anderen sacculus. Gedurende het rijden met constante snelheid geven de otolieten den normalen druk. Onmiddellijk na het remmen ontstaat een drukvermindering in den linker sacculus en een drukverhooging in den rechter.

De utriculusotolieten worden zeer weinig of niet beinvloed.

Stand 2.

Hierbij heeft het omgekeerde plaats van stand 1, bij het in beweging komen en bij het stilstaan van den wagen.

Stand 3.

De sacculusotolieten ondervinden hierbij zoo goed als geen invloed. Bij rechtop gehouden hoofd worden de maculae utriculi eveneens zeer weinig geprikkeld.

Wij zullen nu deze gegevens toetsen aan de resultaten van het onderzoek.

De vingerwijsproef is alleen verricht na den stilstand van den wagen.

Stand 1.

Van de 32 onderzochte personen ging de rechter arm naar buiten

in 17 gevallen. Dit komt dus overeen met de drukverhooging in den rechter sacculus.

De rechter arm ging naar binnen bij 8 personen. Of dit door nawerking van de drukvermindering, die bij het in beweging komen van den wagen ontstaat, moet worden opgevat, is onzeker.

In 7 gevallen schijnt de prikkel niet groot genoeg te zijn geweest, want er ontstond geen afwijking.

De linker arm ging naar buiten bij 8 personen. Wellicht is dit ook toe te schrijven aan de nawerking van de drukvermeerdering.

De linker arm ging naar binnen in 14 gevallen. Dit komt overeen met de drukvermindering in den sacculus bij het stilstaan van den wagen.

Ook hier ontstond bij 10 personen geen reactie.

Stand 2.

De rechter arm week naar binnen af in 8 gevallen. Dit is weer in overeenstemming met de drukvermindering in den rechter sacculus.

De rechter arm week naar buiten af in 6 gevallen, waarschijnlijk dus weer een nawerking van de drukverhooging.

In 17 gevallen ontstond er geen reactie.

De linker arm ging naar buiten in 17 gevallen. Dit is weer de werking van de drukverhooging in den linker sacculus.

Bij 3 personen week de arm naar binnen af, wellicht weer de nawerking van de drukvermindering.

Ook hier ontstond bij 11 personen geen afwijking.

Stand 3.

In dezen stand zijn 8 personen onderzocht.

Bij 1 persoon ging zoowel de rechter als de linker arm naar buiten, wellicht door geringe drukverhooging in de beide maculae sacculi.

De andere personen vertoonden geen afwijking.

Hierna volgen de staten van het onderzoek van 3 proefpersonen met normale labyrinthen en van 1 persoon met labyrinthafwijking.

Wagentje Laboratorium Quix. Datum 6/11 '1930.
Proefpersoon No. 20. 25 jaar. Gewicht 68 K.G.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Wijzer op 18.

Stand 1.
Rechter arm:

A. arm 5 gr. naar buiten
B. „ 3 „ „ „
C. „ 3 „ „ „

Linker arm:

A. arm 1 gr. naar binnen
B. „ 5 „ „ „
C. „ 7 „ „ „
D. „ 6 „ „ „

Stand 2.

Rechter arm:

A. arm 5 gr. naar binnen
B. „ 5 „ „ „
C. „ 4 „ „ „

Linker arm:

A. arm 4 gr. naar buiten
B. „ 5 „ „ „
C. „ 4 „ „ „

Stand 3.

Rechter arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Linker arm:

A. geen afwijking.
B. „ „
C. „ „

Geen nystagmus.

Wagentje Laboratorium Quix. Datum 8/1'1931.
Proefpersoon No. 30. 24 jaar. Gewicht 70 K.G.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Wijzer op 18.

Stand 1.

Rechter arm:

A. arm 2 gr. naar buiten
B. „ 3 „ „ „
C. „ 1 „ „ „
D. „ 1 „ „ „

Linker arm:

A. arm 2 gr. naar binnen
B. „ 1 „ „ „
C. „ 3 „ „ „
D. „ 6 „ „ „

Stand 2.

Rechter arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „
D. „ „

Linker arm:

A. arm 2 gr. naar buiten
B. geen afwijking
C. arm 2 gr. naar buiten
D. „ 4 „ „ „
E. geen afwijking

Stand 3.

Rechter arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Linker arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Geen nystagmus.

Wagentje Laboratorium Quix. Datum 12/2'1931.
Proefpersoon No. 33. 25 jaar. Gewicht 75 K.G.
Wijst normaal aan. Gehoor- en vestibulairapparaat normaal.
Wijzer op 18.

Stand 1.

Rechter arm:

A. arm 3 gr. naar buiten
B. „ 1 „ „ „
C. geen afwijking
D. „ „
E. arm 3 gr. naar buiten

Linker arm:

A. arm 10 gr. naar binnen
B. „ 4 „ „ „
C. geen afwijking
D. arm 3 gr. naar binnen
E. „ 5 „ „ „
F. „ 2 „ „ „

Stand 2.

Rechter arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Linker arm:

A. arm 4 gr. naar buiten
B. „ 2 „ „ „
C. „ 2 „ „ „

Stand 3.

Rechter arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Linker arm:

A. geen afwijking
B. „ „
C. „ „

Geen nystagmus.

Wagentje Laboratorium Quix.
Onderzoek van een proefpersoon met labyrinthafwijkingen.
No. 13. 57 jaar.

Patiënt heeft 12 jaar geleden een trauma gehad en is daarna geheel doof geworden.

Onderzoek op den draaistoel van de horizontale en de vertikale kanalen: totale onprikkelbaarheid.

Na inspuiten met de statokinometer van 1/2 Liter koud water in het linker en daarna in het rechter oor, ontstaat in geen van beide gevallen nystagmus (temperatuur water 25° C.)

Ook bij toepassen van een galvanischen stroom van 15 m.amp. ontstaat geen nystagmus.

Onderzoek op het wagentje geeft geen afwijking in stand 1 en 2 (iedere arm drie maal).

Dit is dus in overeenstemming met de totale onprikkelbaarheid van het labyrinth.

2. Proefdieren.

Konijn A.

Het dier zit in den wagen, de kop-romp-lijn staat loodrecht op de lijn, die de richting van den wagen aangeeft. Het rechter oog gaat voor.

De snelheid van den wagen is zoodanig, dat de wijzer bij het remmen op 13 komt. De wagen legt den afstand af in 5 seconden.

Er wordt onmiddellijk na het stoppen geen afwijking van het oog gezien. Dezelfde proef wordt 5 malen herhaald.

Vervolgens wordt het dier zoo gedraaid, dat de kop-romp-lijn in de bewegingsrichting van den wagen staat.

Ook nu wordt bij het stoppen geen beweging van het oog gezien. Dit wordt eveneens 5 malen herhaald.

Nog andere standen worden aan het konijn gegeven, bijv. met den kop omhoog of omlaag.

Evenmin als bij de vorige proeven is bij het stoppen eenige verandering van den oogstand te bemerken.

Ten slotte wordt het dier zoo in den wagen geplaatst, dat de rug voorgaat, terwijl de wagen rijdt. Het dier ligt op zijn oor.

Reacties bij het stilhouden van den wagen kunnen echter ook nu niet opgemerkt worden.

Door het gewicht te versterken wordt de snelheid van den wagen vergroot, zoodat de wijzer een uitslag krijgt tot 15. Het stoppen geschiedt in 3/5 seconde.

Ook nu zijn de resultaten bij de verschillende standen, waarin het konijn geplaatst is, hetzelfde.

Cavia A.

Met deze cavia worden de proeven in de hierboven beschreven standen verschillende malen herhaald.

Reacties worden ook thans niet waargenomen.

Daarna worden de proeven anders ingericht.

De gang van het onderzoek is nu als volgt:

Het konijn wordt in een kastje bevestigd, zoodat alleen de kop er uit komt. (Zie foto 1576). De kop en de hals worden door ringen gefixeerd. Op het te onderzoeken oog wordt een klein stukje eivlies geplakt; hierop is met inkt een kruis geteekend (zie blz. 137).

Op eenige c.m. afstand van het oog wordt een ring geplaatst

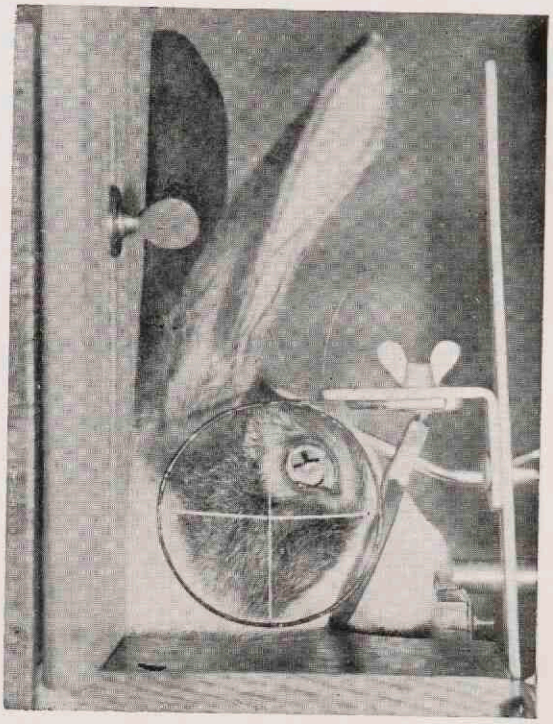


Foto 1576. Zie blz. 102.

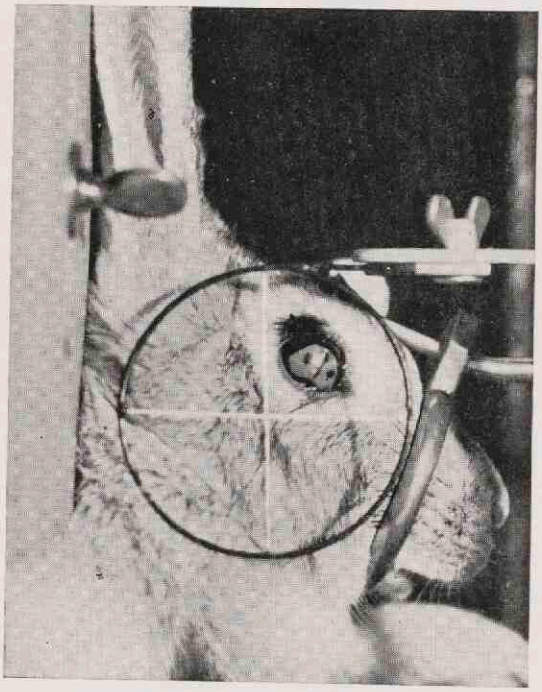


Foto 227. Zie blz. 103.

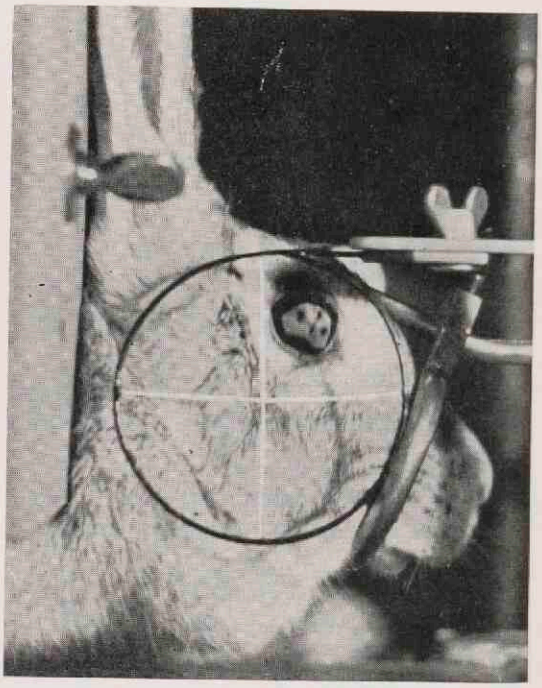


Foto 230. Zie blz. 103.

met een middellijn van 6 cm. In dezen ring is een kruis van metaaldraad bevestigd. De ring dient om te controleeren of de stand van het oog (resp. kop) ten opzichte van het horizontale vlak veranderd is.

Het instrument is stevig aan het bovengenoemde kastje bevestigd.

Het kastje met het konijn wordt zoodanig in den rolwagen gefixeerd, dat het loodrecht op de bewegingsrichting van den wagen staat.

Allereerst volgt nu onderzoek van het voorliggende oog.

Een fototoestel wordt in den wagen bevestigd, zoodat opnamen van dit voorliggende oog mogelijk zijn.

Nadat dit geschied is, wordt de wagen in beweging gebracht.

Onmiddellijk na het stoppen wordt weer een foto gemaakt, waarna de wagen wordt terug gereden. Vervolgens wordt de wagen opnieuw in beweging gebracht en na het stoppen weer een foto gemaakt. Ditzelfde vindt 3—5 malen plaats.

Nu wordt op dezelfde wijze het achterliggende oog onderzocht.

De resultaten bij de 12 onderzochte konijnen waren als volgt:

Bij 3 konijnen ging het voorliggende oog een weinig naar boven (5—10 gr.), de andere hadden geen vertikaalafwijking.

Zie bijv. de foto's 227 en 230 van konijn no. 3, de eerste genomen vóór het wegrijden van den rolwagen en de tweede onmiddellijk na het stilstaan. Men ziet het vliesje met het kruis een weinig naar boven verplaatst.

Raddraaiing ontstond bij geen enkel konijn.

Aan het achterliggende oog kon bij de 4 onderzochte konijnen geen afwijking opgemerkt worden.

Hetzelfde onderzoek werd ook bij caviae verricht. Bij de 3 onderzochte dieren werd het volgende opgemerkt:

Bij 1 cavia ging het voorliggende oog telkens na afloop der proef naar boven; bij een andere cavia geschiedde dit slechts één van de vier maal; bij het andere dier ontstond nimmer een vertikaalafwijking. Raddraaiing ontstond bij geen van de dieren.

Aan het achterliggende oog kon bij geen enkele cavia raddraaiing of vertikaalafwijking worden aangetoond.

RESULTATEN
VAN HET ONDERZOEK OP DEN ROLWAGEN.

2 Proefdieren.

Voorliggend oog.

Normale konijnen	*Vertikaalafwijking*		*Raddraaiing*
1 r. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
1 l. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
2 r. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
2 l. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
3 r. oog	10 gr. n. boven	eerste opname	neen
	10 gr. „ „	tweede „	neen
	10 gr. „ „	derde „	neen
3 l. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
4 r. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen
4 l. oog	neen	eerste opname	neen
	neen	tweede „	neen
	neen	derde „	neen

7 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
7 l. oog	10 gr. n. boven		eerste opname	neen
	10 gr. „ „		tweede „	neen
	10 gr. „ „		derde „	neen
10 l. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
11 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
		neen	vierde „	neen
		neen	vijfde „	neen
		neen	zesde „	neen
13 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
14 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
21 r. oog	spoortje naar boven		eerste opname	neen
	spoortje naar boven		tweede „	neen
	spoortje naar boven		derde „	neen
	spoortje naar boven		vierde „	neen
35 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
		neen	vierde „	neen
40 r. oog		neen	eerste opname	neen
		neen	tweede „	neen
		neen	derde „	neen
		neen	vierde „	neen
		neen	vijfde „	neen

Achterliggend oog.

Normale konijnen.	*Vertikaalafwijking*			*Raddraaiing*
1 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
21 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
	neen	vijfde	„	neen
35 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
	neen	vijfde	„	neen
40 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen

Voorliggend oog.

Normale caviae	*Vertikaalafwijking*			*Raddraaiing*
151 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
	neen	vijfde	„	neen
	neen	zesde	„	neen
l. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen

154 r. oog	15 gr. n. boven	eerste	opname	neen
	15 gr. n. boven	tweede	„	neen
	15 gr. n. boven	derde	„	neen
	15 gr. n. boven	vierde	„	neen
156 l. oog	10 gr. n. boven	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen

Achterliggend oog.

Normale caviae	*Vertikaalafwijking*			*Raddraaiing*
151 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
154 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
154 l. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
156 r. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen
	neen	vierde	„	neen
156 l. oog	neen	eerste	opname	neen
	neen	tweede	„	neen
	neen	derde	„	neen

BESPREKING DER RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK VAN DIEREN OP DEN ROLWAGEN.

Ter beter begrip van hetgeen er op den rolwagen met de otolieten geschiedt moet ik verwijzen naar nevenstaande figuur 8. [1]).

[1]) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

A. stelt voor een konijn in normalen stand. De utriculi en sacculi zijn schematisch weergegeven.

B. geeft weer de drukverhooging in den linker sacculus door de draaiing van den kop naar rechts, waardoor de vertikaalafwijking van het linker oog naar beneden kan worden verklaard; tevens de drukverlaging in den rechter sacculus, waardoor de vertikaalafwijking naar boven van het rechter oog verklaard kan worden.

C. geeft juist het tegenovergestelde weer.

D. geeft de drukverhooging in den rechter sacculus en drukvermindering in den linker sacculus te zien, hiermee in overeenstemming is de vertikaalafwijking naar beneden van het rechter oog en de vertikaalafwijking naar boven van het linker oog.

E. toont juist het tegenovergestelde.

Wanneer het proefdier met het linker oor vooruit gaat in den rolwagen, vindt er bij het plotseling remmen plaats, wat er in figuur D is voorgesteld, dus drukverhooging in den rechter en drukvermindering in den linker sacculus.

Bij 3 van de 12 onderzochte konijnen ging het linker voorliggende oog iets naar boven, dit is dus hiermede in overeenstemming. Het nakomend oog heeft bij geen enkel dier eenige reactie vertoond.

Bij de caviae zien wij hetzelfde. Twee van de drie onderzochte dieren hadden een geringe vertikaalafwijking naar boven van het voorliggende oog. Ook bij deze dieren is er geen reactie van het nakomende oog opgemerkt.

Uit dit rolwagenonderzoek blijkt dus, dat er bij 25% der onderzochte konijnen en bij 2 der 3 onderzochte caviae een reactie van het voorliggende oog is ontstaan. Deze reactie komt overeen met die, welke ontstaat bij drukvermindering in den rechter sacculus, bij draaien van den kop naar links.

SAMENVATTING VAN DE OP DEN ROLWAGEN VERKREGEN RESULTATEN.

1. *Bij Menschen.*

A. Met normaal labyrinth.

De resultaten zijn wisselend. Toch zagen wij in stand 1 den rechter arm naar buiten gaan in 68% der gevallen, waarin reactie ontstond; dit is dus aan de zijde, waar de drukverhooging in den sacculus ontstaat.

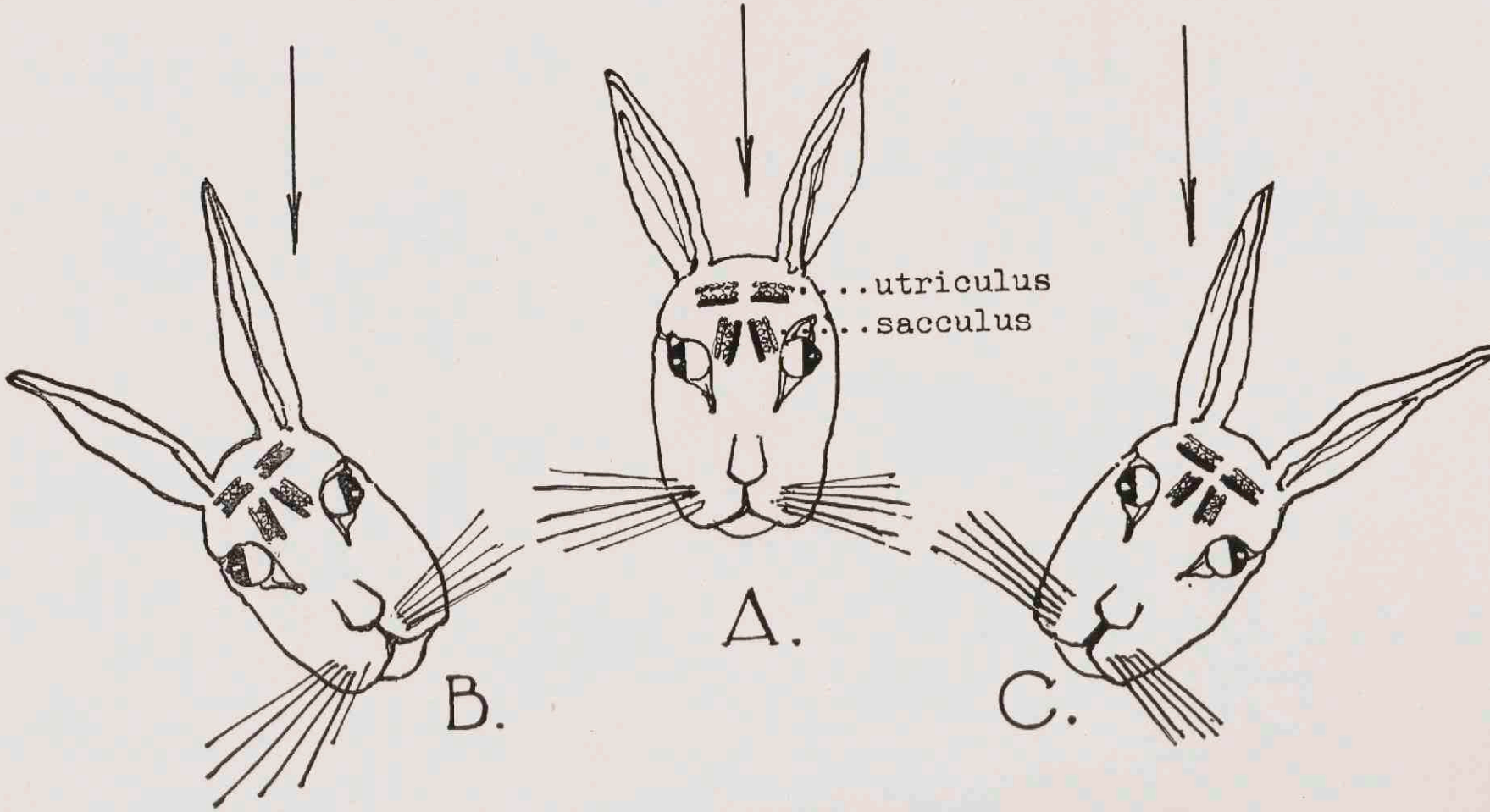
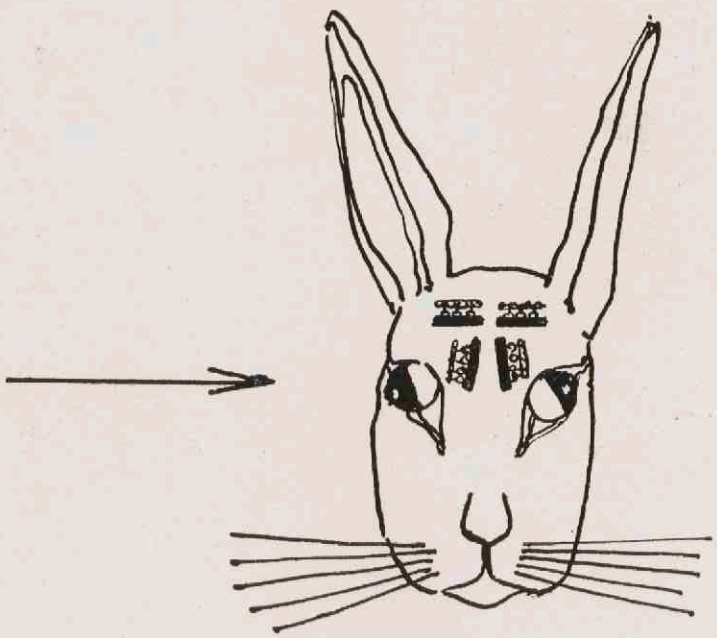
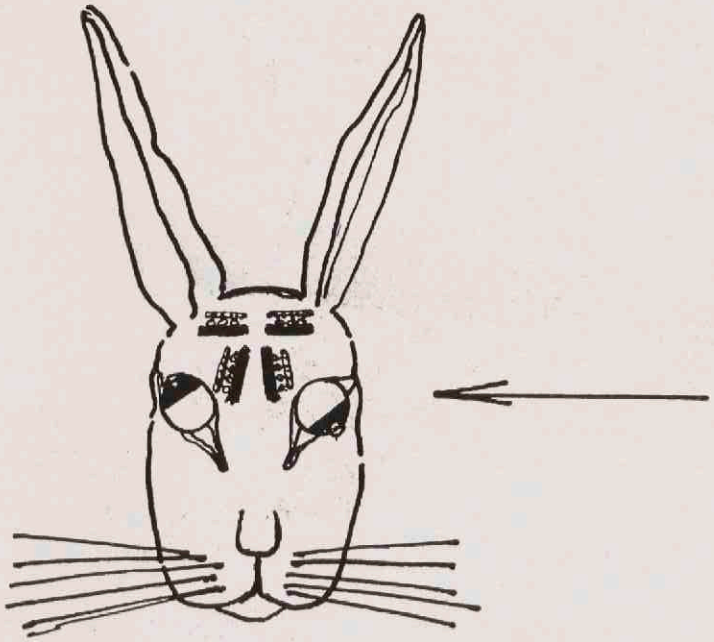


Fig. 8.



D.



E.

Verder ging in denzelfden stand de linker arm naar binnen in 64% der gevallen, waarin reactie ontstond; dit is dus in overeenstemming met de drukvermindering in den linker sacculus.

In stand 2 ging de rechter arm naar binnen in 52% der gevallen, waarin reactie ontstond; er heeft nu, zooals wij gezien hebben, aan dezelfde zijde een drukvermindering in den sacculus plaats gevonden.

De linker arm week naar buiten af in 85% der gevallen, waarin reactie ontstond; dit is volkomen in overeenstemming met de drukverhooging in den sacculus aan dezelfde zijde.

B. Met labyrinthafwijkingen.

De proefpersoon No. 13 heeft, zooals reeds opgemerkt werd op blz. 101, een totaal onprikkelbaar labyrinth en vertoonde niet de minste reactie van de armen bij het onderzoek op den rolwagen.

2. *Bij Dieren.*

A. Konijnen.

Slechts bij 25% der onderzochte dieren ging het voorliggend oog een weinig naar boven; dit kan verklaard worden door de drukvermindering in de macula sacculi aan dezelfde zijde. In het achterliggende oog ontstond, zooals reeds opgemerkt is, nimmer een reactie.

B. Caviae.

Ook bij deze dieren zijn de resultaten gering. Slechts één cavia had telkens in het voorliggende oog een geringe vertikaalafwijking naar boven, en een andere cavia slechts een enkele maal.

Evenmin als bij de konijnen ontstond in het achterliggende oog eenige afwijking.

Dat zoowel bij menschen als bij dieren in zoovele gevallen geen reactie waar te nemen was, moet worden toegeschreven:

1. aan den korten duur der prikkeling;
2. aan de geringe snelheid van den wagen;
3. aan het feit, dat de reactie onderzocht wordt, nadat de prikkel geëindigd is.

HOOFDSTUK VII.

ONDERZOEK IN DEN TREIN.

Dit onderzoek werd verricht in een electrischen trein, omdat het aanzetten en het stoppen hiervan vlugger geschiedt dan van den gewonen trein en dus verondersteld kon worden, dat eventueele reacties sterker zouden zijn.

Het onderzoek geschiedde als volgt:

De proefpersoon nam in de coupé plaats, dwars op de rijrichting en tevens zoo dat bij het rijden het linker oor vooruit ging. Er werden nu 3 vingerwijsproeven (proef 1*a* volgens Q u i x) gedaan met den linker arm, namelijk bij het aanzetten van den trein, tijdens de constante vaart en tijdens het stoppen.

Door een helper werd bij deze proeven een graadboog voor den proefpersoon gehouden. Dit instrument werd tegen de wand van de coupé gefixeerd.

Daarna werden dezelfde wijsproeven met den anderen arm gedaan.

Na het beëindigen hiervan ging de proefpersoon met het aangezicht in de rijrichting zitten en hield het hoofd achterover.

Ook nu weer werden 3 wijsproeven (proef 5 volgens Q u i x) gedaan bij het aanzetten van den trein, tijdens de constante vaart en tijdens het stoppen.

Ten laatste ging de proefpersoon achteruit rijden met het hoofd achterover en werden op dezelfde wijze weer 3 wijsproeven (proef 5 volgens Q u i x) gedaan.

Op deze manier werden 4 proefpersonen onderzocht.

De proeven werden genomen tusschen Rotterdam en Amsterdam.

De aanloop van den trein van 0—60 KM/u had een aanloopduur van 60 sec. De gemiddelde versnelling bedroeg dan 0,28 m/sec^2 en de afgelegde weg ca. 500 meter.

De snelheid tijdens de constante vaart varieerde tusschen 72 en 100 KM. per uur.

Bedroeg de snelheid 72 KM. per uur = 20 m/sec., dan was de vertraging gemiddeld 0,9 m/sec^2, de remtijd 22 sec. en de remweg

220 meter; de maximale vertraging van de laatste 3 à 5 seconden ongeveer $1\frac{1}{2}$ m/sec^2.

Bedroeg de snelheid 97 KM. per uur = 27 m/sec., dan was de gemiddelde vertraging 0,9 m/sec^2, de remtijd 29 sec. en de remweg ongeveer 380 meter; de maximale vertraging van de laatste 3 à 5 seconden ongeveer $1\frac{1}{2}$ m/sec^2. [1]).

EERSTE ONDERZOEK.

Proefpersoon zit met gelaat naar het raam gekeerd, en met het linker oor vooruit.

Wijsproef 1*a*.

	Proef-persoon	*Versnelling*		*Constante snelheid*		*Vertraging*	
		arm naar *buiten*	arm naar *binnen*	arm naar *buiten*	arm naar *binnen*	arm naar *buiten*	arm naar *binnen*
Linker arm	1	9 gr.	neen	neen	neen	neen	6 gr.
	2	6 gr.	neen	neen	neen	neen	neen
	3	6 gr.	neen	neen	neen	neen	3 gr.
	4	5 gr.	neen	neen	neen	neen	neen
Rechter arm	1	neen	4 gr.	neen	neen	7 gr.	neen
	2	neen	neen	neen	neen	6 gr.	neen
	3	neen	10 gr.	neen	neen	7 gr.	neen
	4	neen	14 gr.	neen	neen	5 gr.	neen

TWEEDE ONDERZOEK.

Proefpersoon rijdt vooruit en houdt het hoofd achterover.

Wijsproef 5.

Proef-persoon	*Versnelling*		*Constante snelheid*		*Vertraging*	
	arm naar *boven*	arm naar *beneden*	arm naar *boven*	arm naar *beneden*	arm naar *boven*	arm naar *beneden*

[1]) Deze getallen dank ik aan den Heer Ir. Verbeek.

	1	5 gr.	neen	neen	neen	neen	4 gr.
Linker	2	5 gr.	neen	neen	neen	neen	5 gr.
arm	3	5 gr.	neen	neen	neen	neen	4 gr.
	4	3 gr.	neen	neen	neen	neen	7 gr.

Proefpersoon rijdt achteruit en houdt het hoofd achterover.

Wijsproef 5.

	1	neen	neen	neen	neen	3 gr.	neen
Linker	2	neen	4 gr.	neen	neen	3 gr.	neen
arm	3	neen	6 gr.	neen	neen	neen	neen
	4	neen	3 gr.	neen	neen	4 gr.	neen

BESPREKING VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN DEN TREIN.

Zit de proefpersoon dwars op de rijrichting met het linker oor vooruit dan zien wij bij beschouwing van figuur 9 [1]) dat bij het aanzetten van den trein in de linker macula sacculi een drukverhooging ontstaat en in de rechter macula een drukverlaging. In overeenstemming hiermee zagen wij bij alle proefpersonen den linker arm naar buiten afwijken (gemiddeld 6 gr.), en den rechter arm in 3 gevallen naar binnen (gemiddeld 9 gr.). Bij de vierde proefpersoon ontstond geen reactie in den rechter arm.

Gedurende de constante snelheid is er een normale druk in de beide maculae sacculi. Bij geen van de proefpersonen ontstond dan ook een afwijking bij het aanwijzen.

Bij de vertraging ontstaat in de linker macula sacculi een drukvermindering en in de rechter macula een drukverhooging. Wij zagen nu bij 2 personen den linker arm naar binnen afwijken (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.), bij de andere 2 personen ontstond geen reactie. Echter hadden alle vier de onderzochte personen een afwijking van den rechter arm naar buiten (gemiddeld 6 gr.).

Reed de proefpersoon vooruit met het hoofd achterover, dan kunnen wij bij beschouwing van figuur 10 [1]) vaststellen, dat bij het aanzetten van den trein een drukverlaging in de beide maculae utriculi ontstaat. Bij alle onderzochte personen ging dan ook de arm naar boven (gemiddeld $4\frac{1}{2}$ gr.).

---

[1]) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

Fig. 9.

Fig. 10.

In de maculae utriculi is gedurende het rijden met constante snelheid geen drukverlaging of drukverhooging.

Alle onderzochte personen wezen nu weer normaal aan.

Bij de vertraging ontstaat in de beide maculae utriculi een drukvermeerdering. Hiermee is het naar beneden gaan van den arm (gemiddeld 5 gr.) bij alle proefpersonen geheel in overeenstemming.

Rijdt de proefpersoon achteruit met het hoofd achterover, dan geschiedt juist het omgekeerde, namelijk drukverhooging bij het aanzetten en drukverlaging bij het remmen.

Bij den aanloop van den trein week de arm bij 3 personen naar beneden af (gemiddeld 4 gr.), de vierde persoon vertoonde geen reactie. Bij het remmen hadden 3 personen een reactie van den arm naar boven (gemiddeld 3 gr.), de andere persoon had geen afwijking. Ook nu weer ontbrak gedurende de constante vaart elke reactie bij de wijsproeven.

Bij alle proeven werd gelet op het ontstaan van nystagmus, deze kon echter in geen enkel geval worden aangetoond.

HOOFDSTUK VIII.

ONDERZOEK OP DE DRAAISCHIJF.

Dit onderzoek werd tezamen met Prof. Quix verricht. Het vond plaats zoowel in het Antoniusgasthuis te Utrecht, alwaar de automobieldraaischijf voor dit doel gebezigd werd, als te Austerlitz bij Zeist, waar wij een draaimolen te onzer beschikking hadden.

De reflexen, die op een draaiende schijf ontstaan, zijn afhankelijk:

A. van de plaats van den proefpersoon op de schijf, namelijk of deze zich in het centrum der schijf of aan de periferie bevindt.

B. van den aard der snelheid, dus of er een constante snelheid is of een veranderlijke, zoowel versnelde als vertraagde.

De gang van het onderzoek was als volgt:

De te onderzoeken persoon nam plaats op een stoel in het centrum der schijf [1]) en moest op een graadboog, die door den onderzoeker in de hand werd gehouden, de wijsproef in het sagittale vlak (proef 1*a* volgens Quix) verrichten. Vervolgens werd ook de wijsproef in het horizontale vlak (proef 5 volgens Quix) gedaan. Dit ter controle of normaal werd aangewezen.

Nu werd de schijf in beweging gebracht in de richting tegengesteld aan die van de wijzers van een uurwerk.

Dit geschiedde steeds door denzelfden persoon, die met gelijke snelheid naast de schijf liep.

Met den rechter arm werd wijsproef 1*a* gedaan, waarna de vinger op het nulpunt gebracht werd.

Had de schijf een constante snelheid gekregen, dan werd opnieuw de wijsproef gedaan. Daarna werd de vinger weer op het nulpunt geplaatst.

Tenslotte werd bij het stoppen nogmaals hetzelfde gedaan.

Dezelfde reeks proeven werd ook met den anderen arm verricht.

Het aanzetten geschiedde met zooveel mogelijk gelijkmatige versnelling in 8 seconden. Had de schijf een constante snelheid,

---

[1]) Dit kon alleen geschieden op de draaischijf van het Antoniusgasthuis. Het onderzoek aan de periferie vond zoowel op deze draaischijf als op den draaimolen te Austerlitz plaats.

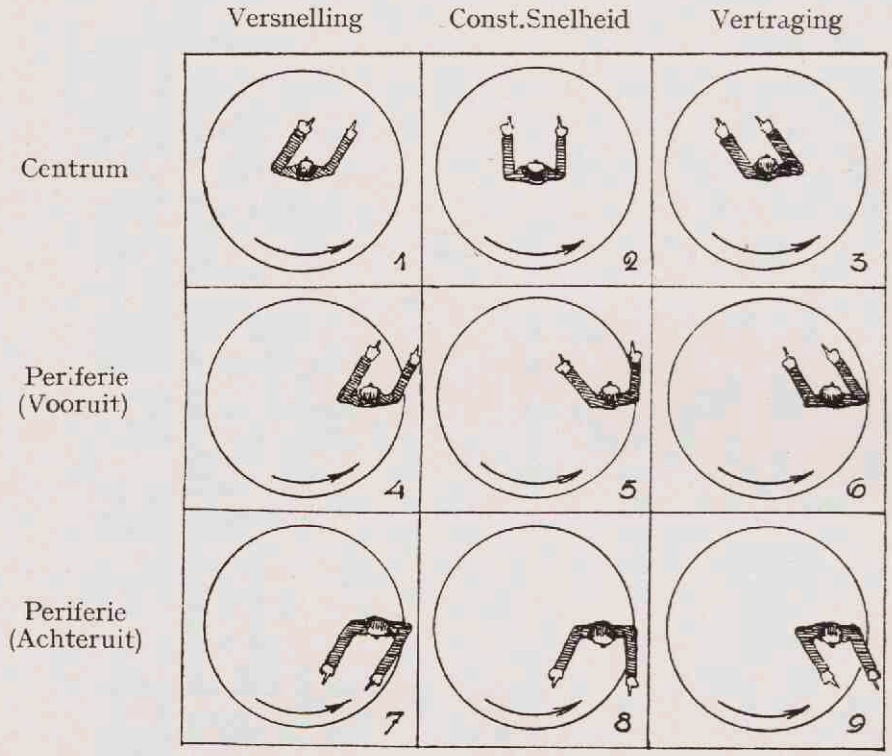

Versnelling
Const.Snelheid
Vertraging
Centrum
Periferie
(Vooruit)
Periferie
(Achteruit)
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Fig. 11.

dan bedroeg deze 0.78 meter per seconde [1]). Het stoppen vond plaats met een gelijkmatige vertraging in 4 seconden.

Was dit afgeloopen, dan nam de proefpersoon plaats aan de periferie van de schijf, op twee meter afstand van het centrum, en wel zoo dat de lijn, die de beide oogen verbindt, samenviel met den straal der schijf.

Verder zat hij met het gelaat gekeerd in de richting, waarin de schijf bewogen werd.

Dan werd eerst met den rechter arm en daarna met den linker dezelfde reeks wijsproeven uitgevoerd als in het centrum. Was dit geëindigd, dan werd de proefpersoon 180 graden omgedraaid, zoodat deze bij het bewegen der schijf achteruit ging.

Ook thans moesten achtereenvolgens met den rechter en met den linker arm de wijsproeven verricht worden.

Nu volgde nog een ander onderzoek aan de periferie.

De proefpersoon ging met den rug naar het centrum zitten en hield het hoofd achterover.

Was de schijf in beweging gesteld en had deze een constante snelheid gekregen, dan werd met den rechter arm proef 5 uitgevoerd en daarna met den anderen arm.

Vervolgens werd de proefpersoon 180 graden gedraaid en geschiedde weer hetzelfde.

Gaan wij nu na wat er geschiedt, wanneer de proefpersoon in het centrum zit.

A. tijdens het aanzetten der schijf.
De vloeistof in de horizontale kanalen wijkt uit in een richting tegengesteld aan die van de schijf. Beide armen wijken daardoor af in een richting gelijk aan die van de vloeistof. Dit is reeds voldoende bewezen. Zie fig. 11/1.

B. tijdens de constante snelheid.
De vloeistof in de horizontale kanalen komt nu in rust.
De armen wijken daardoor niet uit en de vinger komt steeds op het nulpunt van den graadboog. Zie fig. 11/2.

C. tijdens het stoppen.
De vloeistof wijkt uit in een richting gelijk aan die van de schijf. De armen wijken daardoor ook in dezelfde richting uit. Zie fig. 11/3.

Wat geschiedt als de persoon zich aan de periferie der schijf bevindt?

[1]) Dit getal geldt voor de plaats, waarop de proefpersoon zich later bevond n.l. op 2 Meter afstand van het centrum.

1. Bij beweging vooruit.
   A. tijdens het aanzetten.
   De vloeistof in de horizontale kanalen wijkt uit in een richting tegengesteld aan die van de schijf.
   Daarenboven begint de centrifugaalkracht een druk op den sacculustoliet van het naar het centrum gekeerde oor uit te oefenen. Zie fig. 11/4 en 12 [1]).
   De centrifugaalkracht werkt op den sacculusotoliet met een versnelling (C), die te berekenen is uit de formule $C = \frac{V^2}{R}$.
   Hierbij is V de snelheid der schijf en R de straal.
   B. tijdens de constante snelheid.
   De vloeistof in de horizontale kanalen is in rust.
   De centrifugaalkracht werkt nu echter op den naar het centrum gekeerden sacculusotoliet. Hierdoor ontstaat een drukverhooging. In de andere macula sacculi ontstaat geen drukverandering, daar de otoliet naast de macula staat. Zie fig. 11/5 en 12.
   C. tijdens het stoppen.
   Hierbij wijkt de endolymphe in de horizontale booggang in de draaiingsrichting der schijf. De centrifugaalkracht vermindert sterk. Deze heeft dus weinig of geen invloed meer. Zie fig. 11/6 en 12.
2. Bij beweging achteruit.
   Is de persoon 180 graden gedraaid, dan ontstaat gedurende het draaien met constante snelheid een drukverhooging in de sacculus macula van het oor, dat naar het centrum gericht is; in de andere sacculus macula ontstaat echter nu geen drukverandering. Zie fig. 11/7, 8 en 9 en fig. 12.
3. Bij beweging met den rug naar het centrum gekeerd. (De proefpersoon houdt daarbij het hoofd achterover).
   De centrifugaalkracht veroorzaakt nu gedurende het bewegen der schijf een drukverhooging in de beide maculae utriculi. Zie fig. 12.
4. Bij beweging met den rug naar de periferie gekeerd. (De proefpersoon houdt daarbij het hoofd achterover).
   Er ontstaat weinig of geen drukverandering in de maculae utriculi. Zie fig. 13.

---

[1]) Deze figuur is met toestemming van den schrijver ontleend aan Quix Critique des Méthodes d'Examen de l'Organe Vestibulaire employées actuellement.

Fig. 12.

Fig. 13.

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK OP DE DRAAISCHIJF.

1. De proefpersoon bevindt zich in het centrum.
   Onderzocht zijn 9 personen. Proef 1*a*.
   A. begin der beweging.
      Bij allen wijken de rechter en de linker arm uit in een richting tegengesteld aan die van de draaischijf. Zie fig. 11/1.
      De gemiddelde afwijking is 5 graden.
   B. gedurende de constante snelheid.
      Bij alle personen blijven de armen zonder afwijking. Zie fig. 11/2.
   C. bij het stoppen.
      Bij allen wijken de rechter en de linker arm uit in een richting gelijk aan die van de schijf. Zie fig. 11/3. De gemiddelde afwijking is 5 graden.

2. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en wordt vooruit bewogen.
   Onderzocht zijn 21 personen. Proef 1*a*.
   A. begin der beweging.
      Bij allen wijkt de rechter arm naar rechts af. Zie fig. 11/4.
      Gemiddeld 8 gr.
      Bij allen wijkt de linker arm naar rechts af. Zie fig. 11/4.
      Gemiddeld 7 gr.
   B. gedurende de constante snelheid.
      De rechter arm wijkt bij niemand uit.
      De linker arm wijkt naar links uit bij 20 personen. Zie fig. 11/5.
      Gemiddeld 6 gr.
   C. bij het stoppen.
      De rechter arm wijkt bij allen naar links uit. Zie fig. 11/6.
      Gemiddeld 7 gr.
      De linker arm wijkt bij allen naar links uit. Zie fig. 11/6.
      Gemiddeld 7 gr.

3. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en wordt achteruit bewogen.
   Onderzocht zijn 15 personen. Proef 1*a*.
   A. begin der beweging.
      Bij 14 personen wijkt de rechter arm naar rechts af.
      Zie fig. 11/7. Gemiddeld 8 gr.
      Bij 14 personen wijkt de linker arm naar rechts af.
      Zie fig. 11/7. Gemiddeld 8 gr.

B. Gedurende de constante snelheid.
De linker arm wijkt bij niemand uit.
De rechter arm wijkt bij 13 personen naar rechts uit.
Zie fig. 11/8. Gemiddeld 8 gr.

C. bij het stoppen.
Zoowel de rechter als de linker arm wijken bij alle personen naar links uit. Zie fig. 11/9. Gemiddeld 7 gr.

4. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en heeft den rug naar het centrum gekeerd. Zie fig. 12.
Onderzocht zijn 23 personen. Proef 5.
Gedurende de constante snelheid wijken bij 21 personen de armen naar beneden uit. Gemiddeld 7 gr.
Bij één persoon wijken de armen naar boven uit.
Eén persoon vertoont geen reactie.

5. De proefpersoon heeft den rug naar de periferie gekeerd.
Zie fig. 13.
Onderzocht zijn 23 personen. Proef 5.
Gedurende de constante snelheid ontstaat bij 16 personen geen afwijking.
Bij 7 personen wijken de armen naar boven uit. Gemiddeld 3 gr.

Hier volgen eenige verslagen van het onderzoek op de draaischijf bij personen met normale labyrinthen.

Draaimolen te Austerlitz.

Proefpersoon No. 5.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	8 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking.*
Stoppen	3 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	8 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	4 „ „ *links*
Stoppen:	9 „ „ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 2 gr. naar boven.
Linker arm: Ged. het draaien geen afwijking.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 6 gr. naar beneden.
Linker arm: Ged. het draaien 4 gr. naar beneden.

Draaimolen te Austerlitz.

Proefpersoon No. 6.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	15 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking.*
Stoppen:	5 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	3 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	6 „ „ *links*
Stoppen:	7 „ „ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien geen afwijking.
Linker arm: Ged. het draaien geen afwijking.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 9 gr. naar beneden.
Linker arm: Ged. het draaien 7 gr. naar beneden.

Draaimolen te Austerlitz.

Proefpersoon No. 7.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	15 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	10 gr.	naar rechts
Ged. het draaien:	6 „	„ *links*
Stoppen:	4 „	„ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien geen afwijking
Linker arm: Ged. het draaien geen afwijking.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 4 gr. naar beneden.
Linker arm: Ged. het draaien 7 gr. naar beneden.

Draaischijf St. Antoniusgasthuis.

Proefpersoon No. 7.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon in centrum der draaischijf.

Rechter arm:

Aanzetten:	4 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking.*
Stoppen:	3 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	3 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	3 gr. naar links

Draaimolen te Austerlitz.

Proefpersoon No. 8.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	4 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	4 gr.	naar rechts
Ged. het draaien:	6 „	„ *links*
Stoppen:	5 „	„ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rechter oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	3 gr.	naar rechts
Ged. het draaien:	4 „	„ *rechts*
Stoppen:	8 „	„ links

Linker arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	8 gr. naar links

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien geen afwijking.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 5 gr. naar beneden

Draaischijf St. Antoniusgasthuis.

Proefpersoon No. 8.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon in centrum der draaischijf.

Rechter arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	6 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	9 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	3 gr. naar links

Draaimolen te Austerlitz.

Proefpersoon No. 9.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	7 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	6 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	9 „ „ *links*
Stoppen:	5 „ „ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rechter oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	15 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	11 „ „ *rechts*
Stoppen:	5 „ „ links

Linker arm:

Aanzetten:	6 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	7 gr. naar links

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 7 gr. naar boven.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.

Rechter arm: Ged. het draaien 7 gr. naar beneden

Draaischijf St. Antoniusgasthuis.

Proefpersoon no. 9.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon in centrum der draaischijf.

Rechter arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	7 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	8 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	6 gr. naar links

Draaischijf St. Antoniusgasthuis.

Proefpersoon No. 21.
Wijst met beide armen normaal aan.

Proefpersoon in centrum der draaischijf.

Rechter arm:

Aanzetten:	4 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Linker oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	7 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Linker arm:

Aanzetten:	2 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	5 „ „ *links*
Stoppen:	5 „ „ „

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rechter oor naar centrum gericht.

Rechter arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	5 „ „ *rechts*
Stoppen:	6 „ „ links

Linker arm:

Aanzetten:	5 gr. naar rechts
Ged. het draaien:	*geen afwijking*
Stoppen:	5 gr. naar links

Proefpersoon No. 21.
Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Oogen naar centrum gericht.
Rechter arm: Ged. het draaien 4 gr. naar boven.

Proefpersoon aan periferie der draaischijf.
Rug naar centrum gericht.
Rechter arm: Ged, het draaien 7 gr. naar beneden.

BESPREKING DER RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK OP DE DRAAISCHIJF BIJ PERSONEN MET NORMALE LABYRINTHEN.

1. De proefpersoon bevindt zich in het centrum.

Bij het begin der beweging wijken zoowel de rechter als de linker arm bij alle 9 proefpersonen uit in een richting tegengesteld aan die van de draaischijf. Dit wordt veroorzaakt door de beweging van de vloeistof in het horizontale kanaal, die bij het begin der beweging tegengesteld is aan die van de draaischijf.

Gedurende de constante snelheid ontstaat er in de armen geen reactie. De vloeistof in de horizontale kanalen is dan ook in rust. Van eenige otolietenprikkeling is geen sprake, omdat de proefpersoon zich in het centrum der schijf bevindt en er dus geen werking is van de centrifugale kracht.

Bij het stoppen wijken bij alle onderzochte personen zoowel de rechter als de linker arm uit in een richting gelijk aan die van de draaischijf. De beweging van de vloeistof in de horizontale kanalen, in dit geval in dezelfde richting als die van de schijf, is hiervan de oorzaak.

2. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en wordt vooruit bewogen.

Ook nu wijken bij het begin der beweging zoowel de rechter als de linker arm bij alle personen naar rechts af, dus in een richting tegengesteld aan die van de schijf. De rechter arm wijkt gemiddeld 8 gr., de linker arm gemiddeld 7 gr. uit.

Zooals wij gezien hebben (blz. 116) kan dit kleine verschil veroorzaakt worden door de drukverhooging in den linker sacculus.

Gedurende de constante snelheid wijkt de rechter arm bij geen

der 21 onderzochte personen uit. Dit stemt dus overeen met de afwezigheid van drukverhooging in den rechter sacculus.

Daarentegen wijkt de linker arm bij 20 personen naar links (dus naar het centrum) uit. Dit is dus in overeenstemming met de drukverhooging in den linker sacculus door de centrifugale kracht.

Bij het stoppen wijken door verplaatsing van de vloeistof in de horizontale kanalen, zooals wij gezien hebben, beide armen bij alle personen af, gemiddeld 7 gr.

3. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en wordt achteruit bewogen.

Zoowel de rechter als de linker arm wijken nu weer bij 14 van de 15 personen naar rechts af, gemiddeld 8 gr.

Gedurende de constante snelheid wijkt de linker arm bij niemand uit. De verklaring hiervoor is reeds gegeven.

De rechter arm daarentegen (naar het centrum gekeerd) wijkt bij 13 personen naar rechts uit.

Deze resultaten zijn dus juist tegengesteld aan die, welke verkregen zijn, toen de proefpersonen vooruit werden bewogen.

Bij het stoppen wijken ook nu weer beide armen bij alle personen naar links uit.

4. De proefpersoon bevindt zich aan de periferie en heeft den rug naar het centrum gekeerd. Gedurende de constante snelheid wordt de vingerwijsproef 5 verricht.

Bij 21 van de 23 proefpersonen wijken de beide armen naar beneden uit (gemiddeld 7 gr.). Dit zou verklaard kunnen worden door de drukverhooging in de beide maculae utriculi door de centrifugale kracht. Dat bij 1 persoon de armen naar boven uitwijken is niet te verklaren.

5. De proefpersoon heeft den rug naar de periferie gekeerd. Gedurende de constante snelheid wordt de vingerwijsproef 5 verricht.

Bij 16 van de 23 onderzochte personen ontstaat geen reactie. De geringe vermindering van den druk op de maculae utriculi door de centrifugale kracht heeft bij hen dus geen reflex veroorzaakt. Dit was echter wel het geval bij 7 personen, bij wie de armen zeer weinig (3 gr.) naar boven uitweken.

Bij rechtop of weinig achterover gehouden hoofd is er namelijk een zeer geringe druk op de beide maculae utriculi.

RESULTATEN BIJ EEN PERSOON MET LABYRINTHAFWIJKING.

A. Man met door ziekte (labyrinthitis) verwoest linker labyrinth.
Patiënt wordt aan de periferie geplaatst en vooruit bewogen.
Begin der beweging.
Rechter arm wijkt 8 gr. naar rechts uit.
Linker arm wijkt niet uit.
Gedurende de constante snelheid.
Rechter arm wijkt niet uit.
Linker arm wijkt niet uit.
Stoppen der beweging.
Rechter arm wijkt naar links uit, 8 gr.
Linker arm wijkt niet uit.

Bij beweging achteruit.

Begin der beweging.
Rechter arm 6 gr. naar rechts.
Linker arm geen afwijking.
Bij constante snelheid.
Rechter arm wijkt 12 gr. naar rechts.
Linker arm geen afwijking.
Stoppen der beweging.
Rechter arm 6 gr. naar links.
Linker arm geen afwijking.
Patiënt wordt met den rug naar het centrum geplaatst.
Gedurende de constante snelheid gaan beide armen 10 gr. naar beneden.

Patiënt wordt met den rug naar de periferie geplaatst.
Gedurende de constante snelheid gaat de rechter arm 5 gr. naar boven. De linker arm wijkt niet af.

BESPREKING VAN DE RESULTATEN BIJ EEN PERSOON MET LABYRINTHAFWIJKING.

Proefpersoon A. met verwoest linker labyrinth door labyrinthitis.
Patiënt wordt aan de periferie geplaatst en vooruit bewogen.
Bij het begin der beweging wijkt de rechter arm naar rechts uit door de prikkeling van de horizontale booggang.

De linker arm blijft in rust, omdat de linker horizontale booggang niet functionneert.

Gedurende de constante snelheid wijkt de rechter arm niet uit. De verklaring hiervan is reeds eerder gegeven.

De linker arm daarentegen, die bij alle normale proefpersonen naar links afwijkt, blijft bij patiënt in rust, wat een gevolg kan zijn van den verwoesten linker sacculus.

Bij het stoppen der beweging wijkt alleen de rechter arm naar links uit en de linker blijft weer in rust.

Bij beweging achteruit blijft de linker arm, zoowel bij het begin der beweging, gedurende de beweging, als bij het stoppen in rust. De rechter arm daarentegen vertoont bij het aanzetten en bij het stoppen de booggang-reactie en bij de constante snelheid ontstaat nu een duidelijke sacculus-reactie, waardoor de arm 12 gr. naar rechts uitwijkt.

Patiënt wordt met den rug naar het centrum geplaatst.

Wij zien nu gedurende de constante snelheid beide armen 10 gr. naar beneden gaan. Dit kan worden verklaard, doordat de rechter utriculus, zoowel op den rechter als op den linker arm, invloed uitoefent.

Wordt de patiënt met den rug naar de periferie geplaatst dan zien wij alleen den rechter arm 5 gr. naar boven gaan.

De linker arm blijft nu in rust. De geringe vermindering van den druk in den rechter utriculus heeft dus blijkbaar geen invloed op de reacties van den linker arm.

TOEPASSING VAN HET DRAAISCHIJF ONDERZOEK IN DE KLINIEK.

Uit de resultaten van het draaischijfonderzoek bij personen met normaal functionneerende labyrinthen en niet prikkelbare labyrinthen volgt, dat wij op deze wijze zoowel de prikkelbaarheid van de booggangen als die van den sacculus en utriculus afzonderlijk kunnen onderzoeken, en wel op een wijze, die voor bedlegerige patiënten zeer weinig hinder en ongerief oplevert. Deze kunnen namelijk in hun bed op de draaischijf worden gereden en door den onderzoeker, die eveneens op de schijf heeft plaats genomen, worden onderzocht.

Vooral dus voor patiënten, die lijden aan duizeligheid en daardoor moeilijk of in het geheel niet hun bed kunnen verlaten, wordt het onderzoek op deze wijze zeer vereenvoudigd.

HOOFDSTUK IX.

ONDERZOEK OP DE CENTRIFUGE.

Alvorens met de beschrijving van dit onderzoek te beginnen, volgt hier eerst een en ander over de labyrinthreacties op de oogspieren onder invloed van de centrifugaalkracht.

Zoo goed als algemeen wordt tegenwoordig aangenomen, dat de labyrinthaire oogreflexen, opgewekt door standsveranderingen van het hoofd, uitsluitend op otolietenwerking berusten.

Daar bij de beschrijving van de volgende onderzoekingen voortdurend standsveranderingen van de oogen ter sprake zullen worden gebracht, die door het labyrinth worden veroorzaakt, zal eerst een overzicht worden gegeven van de factoren, die deze veranderingen veroorzaken.

Men onderscheidt:

1. de raddraaiing der oogen. Hieronder verstaat men bij menschen en bij de dieren met frontaal geplaatste oogen een draaiing om de sagittale oogas; bij konijnen, caviae en andere dieren met sagittaal geplaatste oogen een draaiing om de frontale oogas.
2. de vertikaalafwijking van de oogen. Dit is bij menschen en bij de dieren met frontaal geplaatste oogen een afwijking om de frontale oogas naar boven of naar beneden en een zelfde afwijking om de sagittale oogas bij dieren met sagittaal geplaatste oogen.

Reeds Hunter (112) zag in 1786, dat bij den mensch bij het draaien van het hoofd op den schouder raddraaiingen van de oogen ontstaan.

Later zagen Nagel en Skrebitzky (113) standsverandering van de oogen bij den mensch wanneer het hoofd om een frontale of sagittale schedelas wordt gedraaid.

Breuer (114), die zelf ook onderzoekingen deed, waarbij het hoofd ten opzichte van den romp denzelfden stand behield, verklaarde dit door otolietenwerking.

Von Graefe (115) vond bij konijnen een raddraaiing van de

oogen bij buigen of strekken van den kop, hetzij dat de kop alleen of dat ook de romp meebewogen wordt.

Mulder (116) en Kuester zagen terugblijven van het nabeeld door compensatorische raddraaiing, bij draaien van het hoofd op den schouder. Zij deden onderzoekingen betreffende den draaiingshoek.

In 1907 publiceerde Barany (117) zijn arbeid over het tegenrollen der oogen.

Verder zijn verschillende mededeelingen verschenen over onderzoekingen bij dieren, o.a. van Benjamins bij visschen (118) en bij duiven (119), van Bartels (120) bij caviae en van Muskens bij octopoden (121).

De raddraaiing bij menschen bij standsverandering van het hoofd werd door Barany (122), v. d. Hoeve (123), De Kleyn en Versteegh (124), Houben en Struycken (125), Kompanejetz (126) en Benjamins (127) bepaald.

Alle schrijvers hebben hun eigen methode.

Raddraaiingscurven werden gemaakt door Quix en Eysvogel (128), De Kleyn en Versteegh (129) en door Benjamins en Nienhuis (130).

Door de laatste onderzoekers werd hiervoor gebruik gemaakt van de door Grahe (131) uitgedachte „Lagetisch", welke eenigszins gewijzigd werd.

Quix en Eysvogel deden hiervoor een ander model standstoel vervaardigen.

Behalve door de standsverandering van het hoofd kunnen de otolieten worden geprikkeld door de centrifugaalkracht waardoor raddraaiing of vertikaalafwijking van de oogen kan ontstaan.

De reeds op blz. 25 vermelde waarneming van Mach (132) dat boomen en huizen eenigszins scheef schijnen te staan, wanneer men vanuit een trein, die door een bocht gaat, naar buiten ziet, en de proefnemingen van Mach waarbij een proefpersoon in een centrifuge werd geplaatst op eenigen afstand van de draaiingsas, zijn hiervan een voorbeeld.

Ook werd de centrifugaalkracht aangewend door Kreidl (133) en Breuer (134), die daarbij eveneens een rolling van de oogen opmerkten, welke reflex zij aan de otolieten toeschreven.

Door Lorente de No (135) werden uitgebreide onderzoekingen bij konijnen gedaan. De contracties, die door invloed van

de centrifugaalkracht op de labyrinthen in de oogspieren ontstaan werden door hem in curven vastgelegd.

Nog moeten gemeld worden de proeven van Fischer (136) bij menschen. Deze hadden het gevoel gedurende het centrifugeeren scheef te zitten.

Ook Van Wulfften Palthe (137) beschrijft de waarnemingen van vliegers, die meenen in een vlak te vliegen parallel aan de aarde, terwijl in werkelijkheid het vlak waarin zij vliegen ten opzichte van de aarde scheef ligt.

Ook kan otolietenprikkeling met als gevolg raddraaiing worden opgewekt door den galvanischen stroom.

Onderzoekingen hierover werden gedaan door Benjamins bij visschen (138), door De Kleyn en Van der Hoeve bij konijnen (139), door Uffenorde bij apen (140), door Struycken bij menschen (141).

Vervolgens werden ook thermische prikkels aangewend o.a. door Quix (142), Barany (143), Struycken (144).

Volgens Magnus (145) zijn de vertikaalafwijkingen, die bij konijnen en caviae ontstaan door standsverandering van den kop tengevolge van een draaiing van kop en romp in het frontale vlak, sacculusreflexen.

Na eenzijdige labyrinthextirpatie zag hij bij de zoogenaamde minimum houding (zijde van het geëxtirpeerde labyrinth naar beneden, gezonde zijde boven) geen of zoo goed als geen vertikaalafwijking naar de andere zijde ontstaan.

Volgens hem staat iedere sacculusmacula in verbinding met de musc. rectus sup. van dezelfde zijde en met de musc. rectus inf. der gekruiste zijde.

De raddraaiing bij konijnen en caviae heeft eveneens bij de Kleyn en Magnus (146) een punt van studie uitgemaakt.

Bij draaiing van kop en romp in het sagittale vlak zagen zij raddraaiing ontstaan.

De onderzoekers waren eerst van meening, dat de raddraaiing uitging van het voorste deel van de sacculusmacula. Later werd door hen aan de mogelijkheid gedacht, dat de utriculus macula + het voorste deel van de sacculusmacula, die beide door de n. utricularis geënerveerd worden, de raddraaiing veroorzaakten.

Bij eenzijdige labyrinthextirpatie zagen zij bij draaiing van kop en romp in het sagittale vlak een raddraaiing, die aan de geopereerde zijde slechts de helft bedroeg van die der andere zijde.

Magnus (147), De Kleyn en v. d. Hoeve (148). De raddraaiing wordt dus door de beide labyrinthen beinvloed.

Ook Benjamins en Huizinga (149) stelden door hun onderzoek bij duiven vast, dat ieder labyrinth op de raddraaiing van beide oogen invloed heeft. De invloed op het homolaterale oog overweegt echter sterk.

Verder zijn zij tot de conclusie gekomen, dat de raddraaiing bij deze dieren met den sacculus in verband staat. Het is hun meening dat de sacculus geen statische functie heeft.

Magnus en De Kleyn (150) deden onderzoekingen waarbij verschillende caviae volgens de methode van Wittmaack gecentrifugeerd werden. Na afslingering der otolietenmembranen zagen zij een verdwijnen van de tonische labyrinthreflexen (draaireflex en reflexen door een beweging met veranderlijke snelheid zagen zij niet veranderen).

Bij latere onderzoekingen van De Kleyn en Versteegh (151) werd echter gezien, dat bij verschillende caviae ondanks het afslingeren der otolietenmembranen na korteren of langeren tijd weer tonische labyrinthreflexen kunnen worden opgewekt.

Verder zagen zij dat bij visschen, kikvorschen en zoogdieren de tonische labyrinthreflexen eveneens na vernietiging der maculae sacculi onveranderd konden worden opgewekt.

Zij zijn daarom van meening dat de maculae sacculi hiervoor van geen beteekenis zijn. Volgens hen worden deze reflexen dus hoofdzakelijk opgewekt in de maculae utriculi.

Hasegawa (152) deed ook bij caviae de centrifugeproeven volgens Wittmaack. Zijn resultaten waren:

1. dat de statische reflexen ook zonder otolietenmembranen nog ten deele kunnen worden opgewekt.
2. dat de reacties op rechtlijnige bewegingen bij het ontbreken der otolietenmembranen niet meer tot stand komen.
3. dat de reactie op rechtlijnige beweging bij normale houding van het dier in de richting van de dorsoventrale as door de beide sacculi opgewekt wordt, in de richting van de lengteas van het lichaam daarentegen door de beide utriculi.

ONDERZOEK VAN DE TONISCHE LABYRINTHREFLEXEN OP DE OOGSPIEREN BIJ DIEREN [1]).

Dit onderzoek werd verricht met behulp van een centrifuge, waarbij de centrifugale kracht als prikkel voor de labyrinthen werd aangewend. De proeven werden als volgt genomen:

Ten eerste werd een groot aantal dieren met normale labyrinthen in verschillende standen onderzocht, om de normale reacties van de labyrinthen vast te stellen.

Ten tweede werden de reacties nagegaan van een aantal dieren, waarbij aan een zijde het labyrinth was weggenomen.

Ten laatste werden eenige dieren onderzocht, waarbij dit aan beide zijden geschied was.

Door vergelijking van de resultaten, verkregen bij deze drie reeksen van proefdieren, konden bepaalde conclusies worden getrokken.

De bovengenoemde centrifuge is een toestel bestaande uit een plank met een lengte van 2,50 meter en een breedte van 20 cm. Deze kan in het midden draaien om een vertikale metalen as, die op een standaard gemonteerd is. (Zie fig. 14).

Op dit toestel werd een kist bevestigd, waarin het te onderzoeken dier zoo geplaatst werd, dat alleen de kop eruit kwam. Tevens werden een fototoestel en een sterke electrische lamp (Osram nitraphot) op de plank aangebracht.

Door middel van een sleepcontact op de centrifugeas werd de electrische stroom naar de lamp gevoerd.

Tevens was op de as een inrichting gemaakt, waardoor het mogelijk werd, om gedurende het centrifugeeren een fotografische momentopname van het proefdier te maken. De centrifuge werd in beweging gebracht door een electromotor.

Zoowel de kist als het fototoestel en de lamp konden ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de as in verschillende standen worden gebracht. Hier volgt een beschrijving van deze standen (zie fig. 15). [2])

Stand 1*a*.

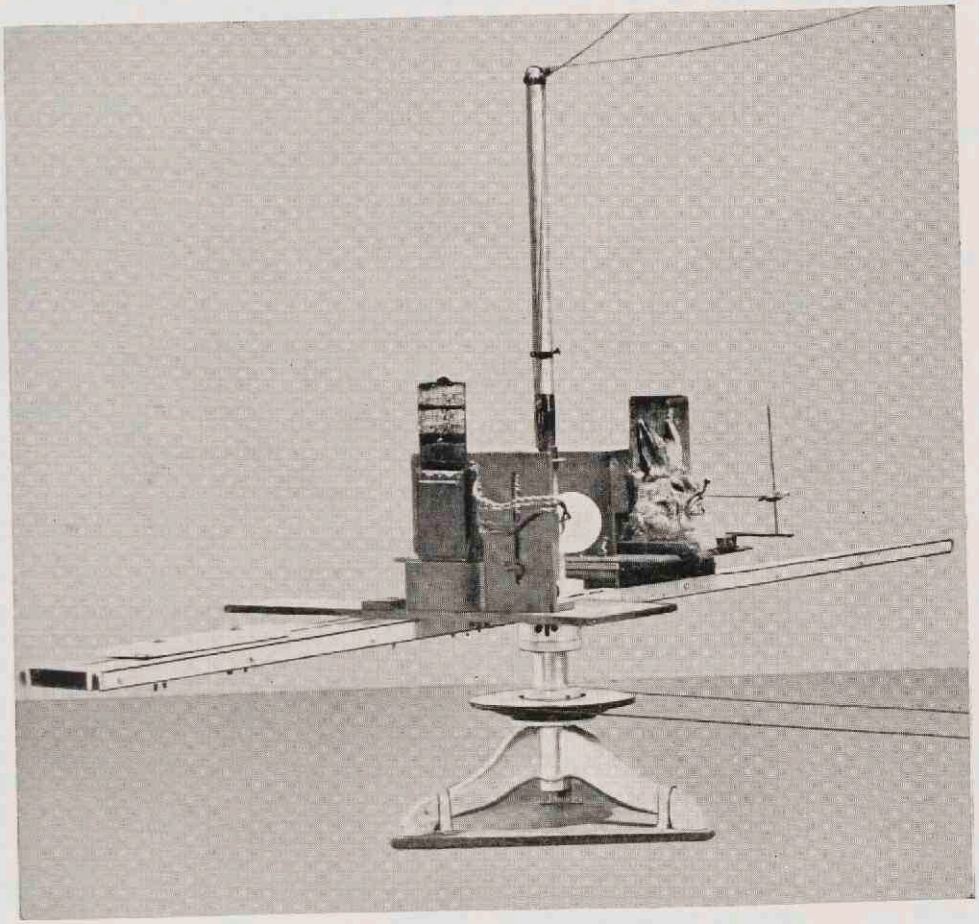
Het dier werd op een plankje in buikligging gefixeerd, welk plankje

---

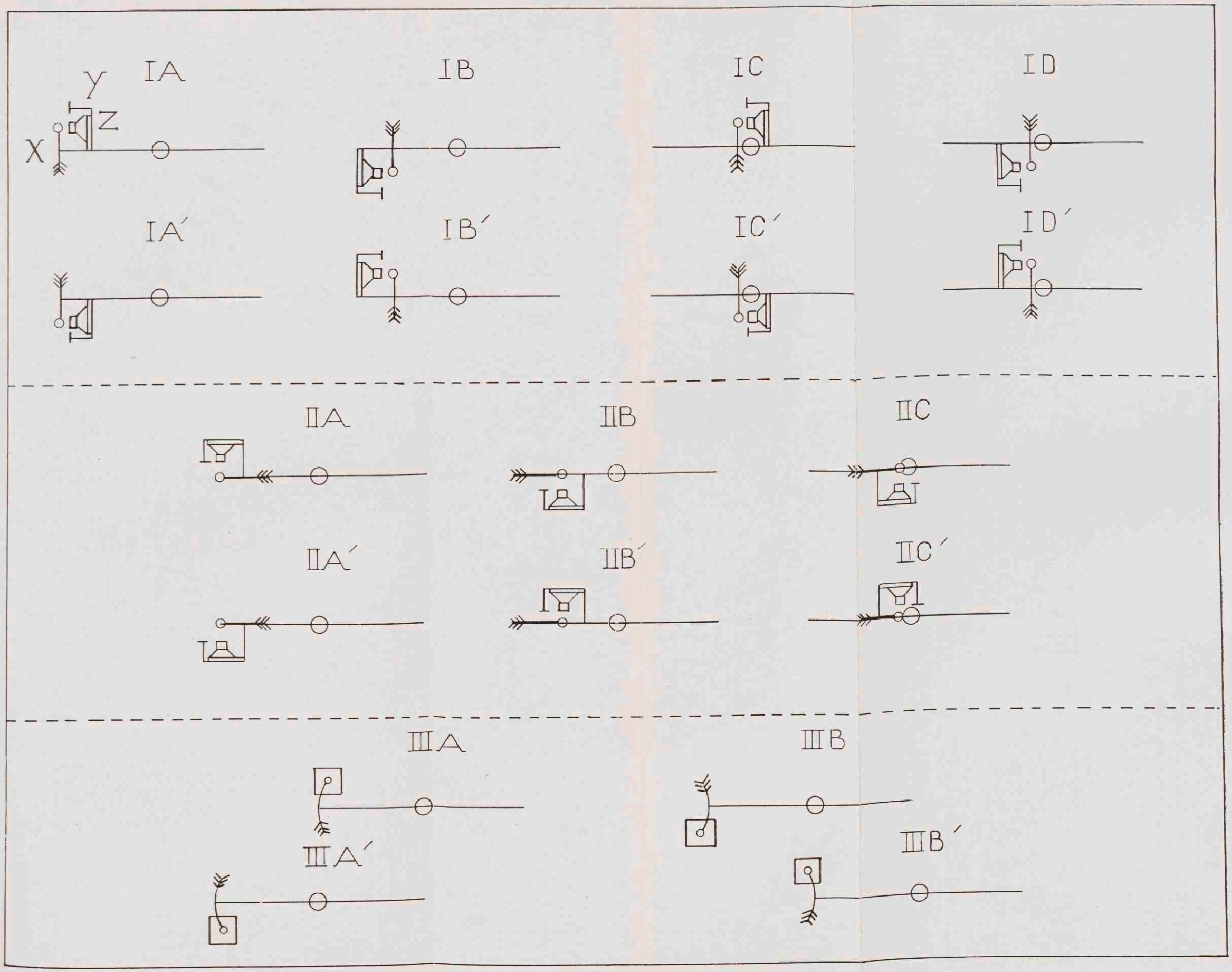
[1]) Ongeveer 3000 foto's zijn van dit onderzoek gemaakt.

In dit boek zijn echter om begrijpelijke redenen ter illustratie van den tekst slechts een klein gedeelte der foto's opgenomen.

[2]) Deze teekening is van den Heer J. Lemmens.



FIGUUR 14. Centrifuge.



FIGUUR 15. Plaats van proefdier, fototoestel en lamp in de verschillende standen.

X = proefdier. Y = lamp. Z = fototoestel.

in de kist geschoven werd, daarna werd de kop, die uit het kistje stak, door middel van het hiervoor gebruikelijke toestelletje onbeweeglijk in de gewone hoofdhouding bevestigd. De mondspleet maakte hierbij met de horizontale een hoek van 45 gr.

Vervolgens werd het dier horizontaal op de plank geplaatst, zoodat de kop-staart-as loodrecht op de straal gericht was. Het fototoestel en de lamp werden tusschen het dier en de as der centrifuge gemonteerd. De kop met het naar het centrum gerichte oog, zgn. binnenoog, in dit geval het rechter oog, kon op deze wijze worden gefotografeerd.

De afstand van het midden van den kop tot het centrum bedroeg 1,05 meter. Uit deze afstand is volgens de formule $C = \frac{V^2}{R}$ de versnelling C van de centrifugaalkracht te berekenen. Deze versnelling bedroeg dus in dit geval 41,41, omdat de tijd benoodigd voor een omwenteling 1 seconde was.

Stand 1*a*[1].

Deze stand is dezelfde als de voorgaande, met dit verschil dat nu het linker oog naar de draaiingsas gericht is, zoodat het linkeroog wordt gefotografeerd.

Stand 1*b*.

In dezen stand wordt het dier tusschen fototoestel en lamp aan de eene zijde en de centrifugeas aan de andere zijde geplaatst, waardoor het mogelijk is een opname van het zoogenaamde buitenoog te maken, in dit geval het rechter oog.

De afstand van het midden van den kop tot het centrum van de centrifuge bedraagt 55 cm.

Hieruit volgt dat C = 21,69.

Stand 1*b*[1].

Deze stand is dezelfde als stand 1*b*, met dit verschil dat nu het linker oog zgn. buitenoog is en dus gefotografeerd wordt.

Stand 1*c*.

Dezelfde als stand 1*a*, met dit verschil dat de kop vlak bij de draaiingsas, dus bijna in het centrum van de centrifuge geplaatst wordt. Het fototoestel met de lamp is nu aan de andere zijde der as op de plank bevestigd. Het rechter oog wordt gefotografeerd.

Stand 3b[1].

Dezelfde als stand *3b*, echter ligt nu het linker oog boven, zoodat dit gefotografeerd wordt.

NORMALE, NIET GEOPEREERDE DIEREN.

De gang van het onderzoek was als volgt. Het dier werd op de hiervoor vermelde wijze op de centrifuge bevestigd. Daarna werden aan de andere zijde der draaiingsas gewichten aangebracht, zoodat aan beide zijden der centrifuge-draaibalk het gewicht ongeveer gelijk was.

Nu werd een opname van het dier gemaakt. Nadat de centrifuge door den electromotor langzaam in beweging gebracht was, werd de snelheid geleidelijk vergroot. Bedroeg de constante snelheid van de centrifuge één omwenteling per seconde dan werd weer een opname gemaakt, waarna de snelheid van den motor langzaam werd verminderd. Stond het toestel stil, dan werd een derde opname gemaakt.

Een zelfde stel opnamen werd gemaakt, terwijl de centrifuge in tegenovergestelde richting draaide.

De oogstand van het proefdier voor en na het centrifugeeren in de eene of in de andere richting kon dus vergeleken worden met den oogstand gedurende het ronddraaien met constante snelheid.

Na eenige proefnemingen werd, ten einde wijzigingen in den stand van het oog of van den kop beter te kunnen controleeren, een draadkruis op eenige cm. afstand voor het te onderzoeken oog geplaatst. Dit draadkruis was in een vierkant metalen raampje gemonteerd en stevig bevestigd aan de centrifuge.

Bij latere proeven werd dit raampje vervangen door een rond raam met een middellijn van 6 cm.

Op het oog van het dier werd eerst een kapje bevestigd, waarop een klein spiegeltje was aangebracht. Later werd dit kapje vervangen door een driepootje zooals Struycken bij zijn proeven gebruikte (153).

Daar de hiervan gemaakte foto's niet duidelijk genoeg waren, werden proeven genomen met contactglazen, die door prof. Weve, voor dit doel beschikbaar waren gesteld. Op deze contactglazen werd een klein stukje eivlies geplakt, waarop met Oost-Indische inkt een kruisje geteekend was.

Daar de hiermee genomen proeven nog niet geheel voldeden, werd het vliesje na toepassen van cocainanaesthesie direct op de

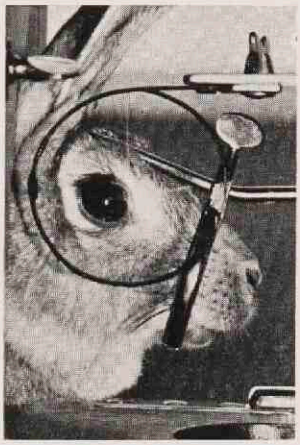


Foto 30.

Foto 31.

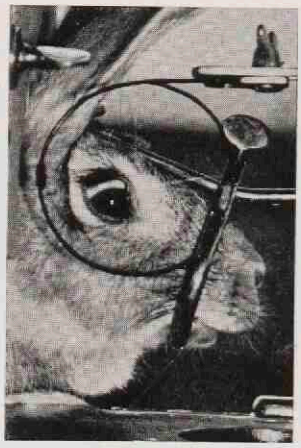


Foto 32.

Foto 53.

Foto 54.

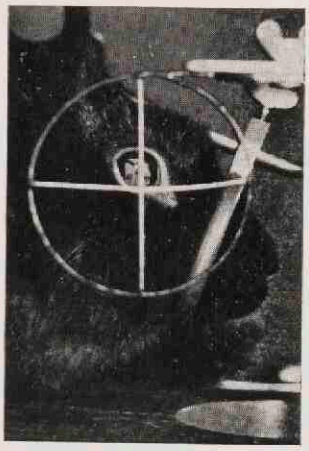


Foto 265.

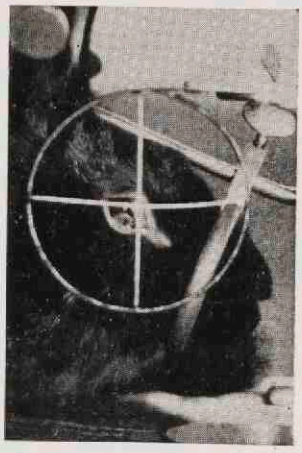


Foto 266.

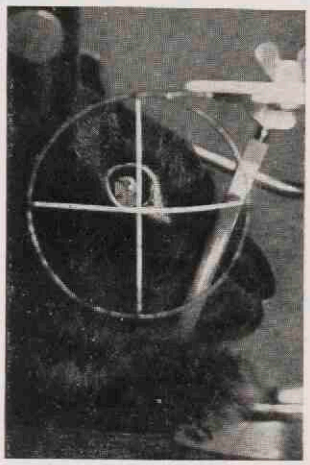


Foto 267.

cornea gekleefd, zooals De Kleyn en Versteegh (154) dit gedaan hebben.

Daar deze methode mij het best voldeed, werden de dieren voortaan alle op deze wijze onderzocht.

Ik wil nu een beschrijving geven van de resultaten van dit onderzoek.

Onderzoek in stand 1*a en* 1*a*[1].

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 28 dieren.

Bij het begin der draaiing en bij het eindigen ervan zien wij bij alle onderzochte dieren een horizontalen nystagmus met de snelle phase in de richting, resp. tegengesteld aan de richting der beweging van de schijf. Daar deze ontstaat door prikkeling van de horizontale booggangen bij de versnelde of vertraagde beweging zal ik dit verschijnsel verder buiten beschouwing laten, ook bij de bespreking van het onderzoek in de andere standen.

Had de centrifuge een constante snelheid van 2 sec. per omwenteling of minder dan ontstond geen duidelijk zichtbare reactie (zie foto No. 30 van konijn 1). C bedroeg in dit geval 10,35.

Bij een snelheid van 1½ sec. per omwenteling ontstond echter een standafwijking van het oog. Deze reflex van het oog bleef gedurende het ronddraaien met dezelfde snelheid bestaan en is dus een tonische reflex. Deze tonische reflex bestaat uit:

A. Een draaiing van het oog *naar beneden* om de sagittale as, kortweg vertikaalafwijking genoemd.

B. Een draaiing van het oog om de frontale as *naar achter*, zgn. raddraaiing van het oog.

De sterkte van deze reflexen is afhankelijk van de snelheid der centrifuge. Zoo wijs ik o.a. op de foto's 31 en 32 van konijn 1, de eerste is genomen bij een centrifugesnelheid van 1½ sec. per omwenteling, de tweede bij een snelheid van 1 sec.; verder op de foto's 53 en 54 van konijn 3, genomen resp. bij een snelheid van 1½ en 1 sec. per omwenteling. Bij een snelheid van 1½ sec. bedraagt C 18,40 en bij een snelheid van 1 sec. per omwenteling 41,41.

Grootere snelheid is niet toegepast, daar dit met het oog op de constructie van de centrifuge gevaar zou hebben kunnen opleveren.

Behalve deze oogreflex ontstonden nog andere afwijkingen. Zoo zag ik, wanneer de kop niet voldoende in den ring gefixeerd was, een draaiing van den kop naar het centrum om de sagittale as

(zie foto's 265, 266 en 267 van konijn 6; de eerste foto is genomen voor het draaien, de tweede gedurende het centrifugeeren en de laatste na het draaien).

In het begin der proefnemingen gebeurde het vaak, dat de voorpooten buiten de kist kwamen. In deze gevallen was er een abductie waar te nemen van den poot aan de zijde van het onderzochte oog.

Beschouwen wij eerst de vertikaalafwijking van het oog.

Bij alle dieren zag ik deze ontstaan; bij een snelheid van 1 sec. per omwenteling wisselde de draaiing af van 15 tot 40 graden.

De vertikaalafwijking werd bepaald door een houten bal ter grootte van een konijnenoog, waarop een cornea geteekend was en waarvoor een in papier uitgeknipte opening van vorm en grootte van de normale ooglidspleet van de proefdieren gehouden werd, zoo te draaien dat ongeveer evenveel van de sclera te zien was als op de foto. In de cornea was een staafje geplaatst; de hoek welke dit staafje gedraaid was, werd nu met een graadboog gemeten. Deze meting was natuurlijk niet geheel zuiver, maar vanwege de aard van dit onderzoek was dat niet van belang, omreden het hier niet zoozeer aankwam op kwantitatieve dan wel op kwalitatieve verschillen. In de opgaven van de afwijkingen in de verschillende standen staat daarom voor de getallen het teeken $\pm$.

Wat betreft de raddraaiing kan worden opgemerkt, dat deze eveneens bij alle onderzochte dieren ontstond. Bij een snelheid van 1 sec. per omwenteling bedroeg deze 20 tot 60 graden naar achter, slechts in 1 geval 5 gr. De raddraaiing werd op de foto's gemeten met een graadboog.

Ten einde het verschijnsel van het draaien van den kop naar de as nader te bestudeeren, werden eenige konijnen zonder fixatie in de kist gezet, zoodat alleen de kop eruit kwam. Zeer langzaam werd de centrifuge in beweging gebracht. Verder werd er zorg voor gedragen, dat de omwentelingssnelheid uiterst langzaam vergroot werd, om booggangsprikkeling te vermijden.

Had de centrifuge een snelheid van ongeveer $1\frac{1}{2}$ sec. per omwenteling dan begon de kop van het proefdier langzaam om zijn sagittale as naar het centrum van het toestel te draaien. Bedroeg deze draaiing ongeveer 90 gr., zoodat het oog, dat naar de as gericht was, onder lag, dan bleef het dier in deze houding liggen.

Nu werd de snelheid van de centrifuge weer zeer langzaam verminderd. Sommige dieren draaiden dan langzaam den

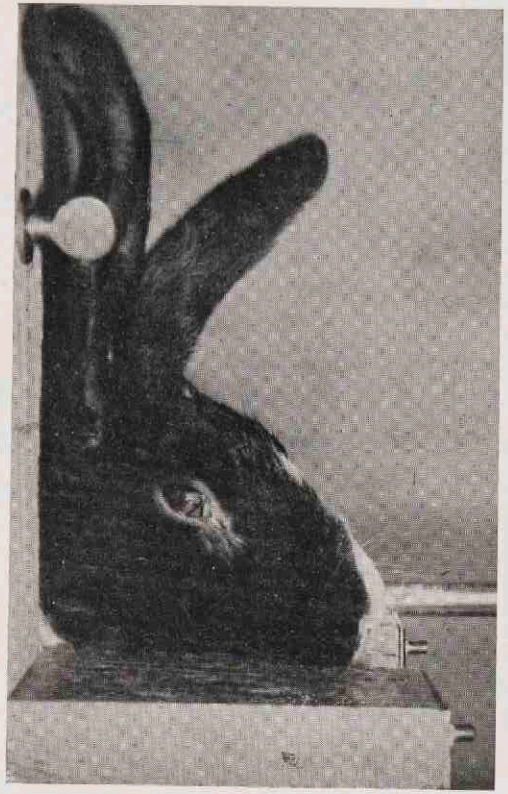


Foto 1138. Konijn 40.

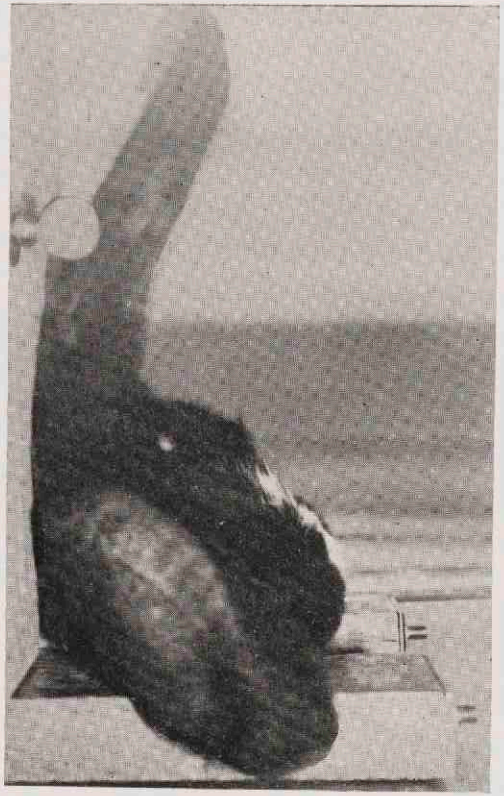


Foto 1139. Konijn 40.

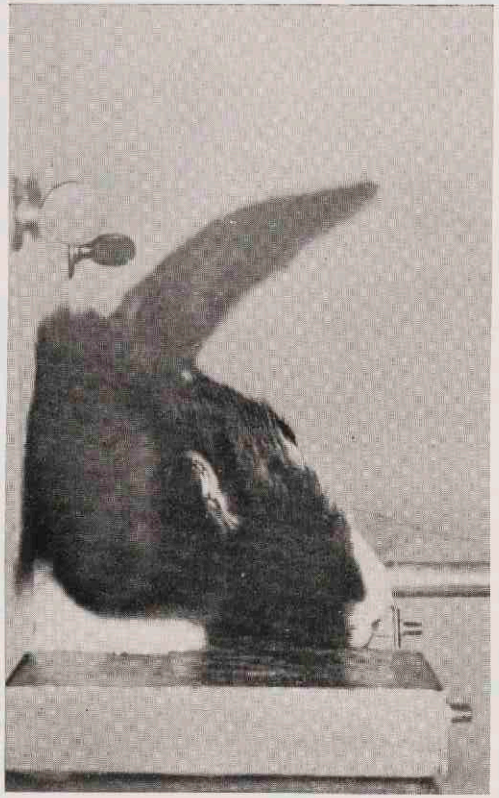


Foto 1140. Konijn 40.

kop terug, totdat de normale houding weer bereikt was, andere dieren daarentegen bleven nog wat liggen, nadat het toestel stilstond, soms wel een halve minuut, en keerden dan met een ruk tot de gewone ligging terug (zie foto's 1138, 1139 en 1140 van konijn 40).

Ook werden opnamen gemaakt, waarbij het fototoestel boven het dier was geplaatst; nu bleek dat niet alleen de kop, maar ook de geheele romp bij een bepaalde snelheid van de centrifuge in denzelfden zin naar de as werd gedraaid. Bij alle onderzochte dieren was deze reactie gelijk.

Hierna volgen de resultaten in de standen 1*a* en 1*a*[1].

Stand 1*a*.
C = 41,41.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	*Raddr. n. achter* draaien achteruit	*Vert. afw. n. beneden* draaien vooruit	*Vert. afw. n. beneden* draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien achteruit
1	± 45 gr.	niet onderzocht	± 30 gr.	niet onderzocht	geen	niet onderzocht
2	.....	niet onderzocht	± 20 gr.	„ „	geen	„ „
3	± 45 gr.	niet onderzocht	± 20 gr.	„ „	geen	„ „
4	± 45 gr.	„ „	± 20 gr.	„ „	geen	„ „
6	± 45 gr.	± 45 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
7	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
9	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
10	niet onderzocht		± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
11	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
13	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ooren naar voren	ooren naar voren
21	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
35	niet onderzocht		± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
38	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
39	± 30 gr.	± 30 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
40	± 20 gr.	± 20 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	geen	geen
53	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
54	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
55	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
56	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
57	± 60 gr.	± 60 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
58	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
59	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
65	± 5 gr.	± 5 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen

Stand 1*a*[1].
C = 41,41.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
7	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
8	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
9	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
21	± 30 gr.	± 30 gr.	± 40 gr.	± 40 gr.	geen	geen
45	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
47	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
48	± 45 gr.	± 45 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
49	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen

In aansluiting op het onderzoek in de standen 1*a* en 1*a*[1] zijn 9 konijnen onderzocht in deze standen, die echter zoodanig gewijzigd waren, dat zoowel de kop als de romp van het proefdier 45 gr. om de lengteas naar de periferie van de centrifuge waren gedraaid.

De reden, waarom de dieren in deze houding werden onderzocht, zal later bij het bespreken der resultaten worden opgegeven. Ik volsta dus voorloopig met het noemen van deze resultaten.

Stand 1*a*.

Kop en romp 45 gr. naar periferie gedraaid.
C = 43,10

Normale Konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertikaalafwijking* draaien vooruit	draaien achteruit
65	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. beneden	± 10 gr. n. beneden
66	± 10 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	± 5 gr. n. beneden	± 5 gr. n. beneden
67	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.
68	± 15 gr. n. achter	± 15 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.
85	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.

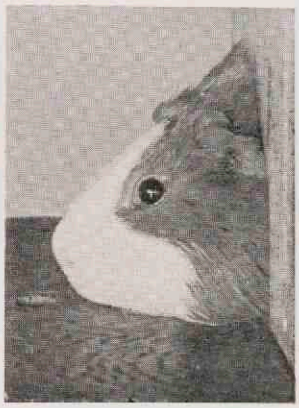
Stand $1a^1$, cavia 5, foto 132 (zie blz. 141) voor het centrifugeeren.

Stand $1a^1$, cavia 5, foto 133 (zie blz. 141) draaien achteruit, vert. afw. naar beneden.

Stand $1a^1$, cavia 5, foto 134 (zie blz. 141) draaien vooruit, vert. afw. naar beneden.

Stand $1a^1$, cavia 151, foto 1225 (zie blz. 141) voor het draaien.

Stand $1a^1$, cavia 151, foto 1226 (zie blz. 141) gedurende het draaien kop naar centrum gedraaid.



Stand $1a^1$, cavia 151, foto 1227 (zie blz. 141) na het draaien.

Stand $1a^1$, cavia 152 foto 1234 (zie blz. 141) voor het draaien.

Stand $1a^1$, cavia 152, foto 1235 (zie blz. 141) gedurende het draaien kop naar centrum gedraaid.

Stand $1a^1$, cavia 152, foto 1236 (zie blz. 141) na het draaien.

Stand 1a[1].

Kop en romp 45 gr. naar periferie gedraaid.

C = 43,10

Normale Konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	*Raddraaiing* draaien achteruit	*Vertikaalafwijking* draaien vooruit	*Vertikaalafwijking* draaien achteruit
61	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 20 gr. n. beneden	± 20 gr. n. beneden
62	± 30 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	± 15 gr. n. beneden	± 15 gr. n. beneden
63	0 gr.	0 gr.	± 10 gr. n. beneden	± 10 gr. n. beneden
64	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.
85	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Er werden 7 caviae onderzocht.

De dieren werden op dezelfde wijze in de kist bevestigd als de konijnen.

Bij allen ontstond bij een centrifugesnelheid van 1 seconde per omwenteling een vertikaalafwijking van het oog naar beneden. (Zie foto's 132, 133 en 134 van cavia No. 5, waarvan de eerste het dier toont voor het draaien en de andere gedurende het centrifugeeren resp. achteruit en vooruit). Slechts bij 3 van de 7 onderzochte dieren is de vertikaalafwijking bij achteruit draaien nagegaan. Verder is de raddraaiing, zoowel bij draaien vooruit als bij draaien achteruit, slechts bij 2 dieren onderzocht; bij de andere dieren, die bij het begin van de proefnemingen werden gecentrifugeerd, is niet op raddraaiing gelet. De raddraaiing was naar achter gericht en bedroeg 15 à 30 gr., zoowel bij voor- als bij achteruit draaien.

Op dezelfde wijze als dit bij de konijnen geschiedde, werden ook eenige dieren zonder fixatie in de kist gezet. De onderzochte caviae vertoonden hetzelfde verschijnsel: de kop draaide bij een bepaalde centrifugesnelheid ($1\frac{1}{2}$ sec. per omwenteling) om de sagittale as naar het centrum der centrifuge, totdat deze draaiing ongeveer 90 gr. bedroeg. (Zie foto's 1225, 1226, 1227 van cavia 151 en 1234, 1235, 1236 van cavia 152.)

Hierna volgen de resultaten in de standen 1*a* en 1*a*[1].

Stand 1*a*.

C = 41,41.

Normale caviae	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit
1	niet onderzocht		± 20 gr.	niet onderzocht
2	„	„	± 20 gr.	„ „
4	„	„	± 30 gr.	„ „
5	„	„	± 30 gr.	± 30 gr.
6	„	„	± 20 gr.	niet onderzocht
151	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.
155	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.

Stand 1*a*[1].

C = 41,41.

Normale caviae	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit
4	niet onderzocht		± 30 gr.	niet onderzocht
5	„	„	± 30 gr.	± 30 gr.
6	„	„	± 20 gr.	niet onderzocht
155	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.

Onderzoek in stand 1*b en* 1*b*[1].

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

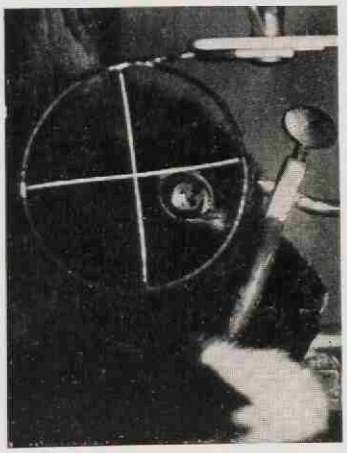
Onderzocht zijn 17 dieren. Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 55 c/m bedroeg, zooals reeds vermeld is, was C 21,69.

Bij een constante snelheid van 1 seconde per omwenteling ontstond bij alle onderzochte dieren een vertikaalafwijking van het oog naar boven. De draaiing bedroeg van 10 tot 30 graden (zie foto's 421, 423 en 424 van konijn 10). Verder vertoonden alle onderzochte dieren een raddraaiing van het oog naar achter. Deze raddraaiing varieerde tusschen 10 en 45 graden (zie b.v. foto's 438 en 439 van konijn 11 en 470, 471, 472 van konijn 13).

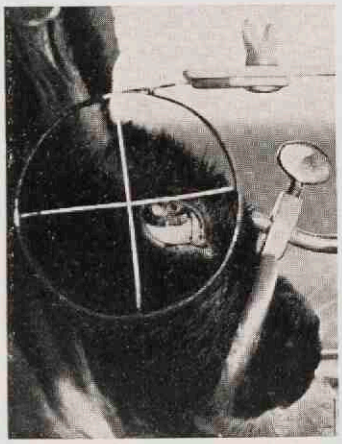
Stand 1*b*, konijn 10, foto 421 (zie blz. 142) voor het draaien.

Stand 1*b*, konijn 10, foto 423 (zie blz. 142) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar achter.

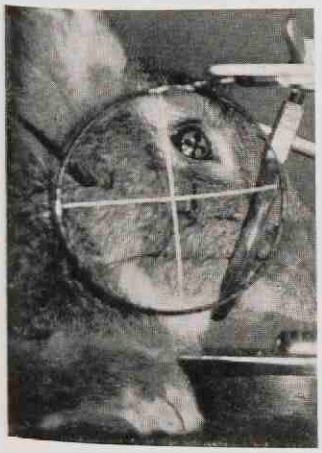
Stand 1*b*, konijn 10, foto 424 (zie blz. 142) na het draaien.



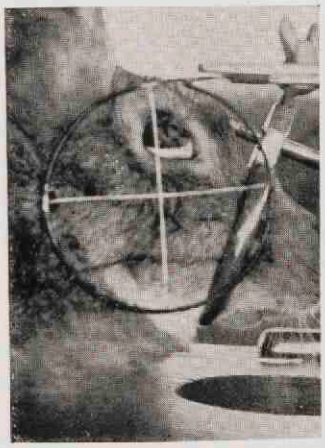
Stand 1*b*, konijn 11, foto 438 (zie blz. 142) voor het draaien



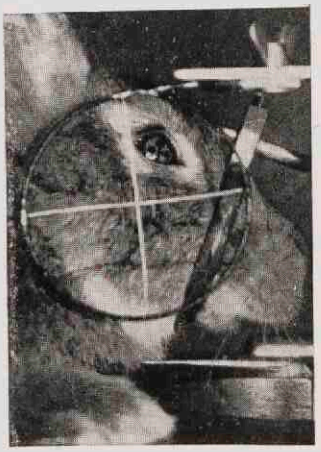
Stand 1*b*, konijn 11, foto 439 (zie blz. 142) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar achter.



Stand 1*b*, konijn 13, foto 470 (zie blz. 142) voor het draaien.



Stand 1*b*, konijn 13, foto 471 (zie blz. 142) gedurende het draaien vert.afw. naar boven raddr. naar achter.



Stand 1*b*, konijn 13, foto 472 (zie blz. 142) na het draaien.

Hierna volgen de resultaten verkregen in de standen 1*b* en 1*b*[1].

Stand 1*b*.

C = 21,69.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
3	foto's onduidelijk		± 20 gr.	foto onduidelijk	geen	geen
10	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
11	± 45 gr.	± 45 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
13	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
21	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
38	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
39	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
40	± 15 gr.	± 15 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
51	± 15 gr.	± 15 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
52	± 15 gr.	± 15 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
56	± 10 gr.	± 10 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
57	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
58	± 10 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
59	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen

Stand 1*b*[1].

C = 21,69.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert. afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
1	foto's onduidelijk		± 20 gr.	foto onduidelijk	geen	geen
21	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
45	± 20 gr.	± 20 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
47	foto's onduidelijk		± 10 gr.	± 10 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 3 dieren. Bij 2 dieren ontstond bij een constante snelheid van 1 seconde per omwenteling een vertikaal-

afwijking van het oog naar boven. Deze bedroeg 10—20 gr. (bij cavia 103 alleen van het rechter oog).

Twee caviae hadden een raddraaiing van het oog naar achter. Deze bedroeg 15—20 gr. Het derde dier had geen raddraaiing.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in de standen 1*b* en 1*b*[1].

Stand 1*b*.

C = 21,69.

Normale caviae	*Raddr. n. achter*		*Vert.afw. n. boven*	
	draaien vooruit	draaien achteruit	draaien vooruit	draaien achteruit
103	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.
151	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.
156	± 15 gr.	± 15 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.

Stand 1*b*[1].

C = 21,69.

Normale caviae	*Raddr. n. achter*		*Vert.afw. n. boven*	
	draaien vooruit	draaien achteruit	draaien vooruit	draaien achteruit
103	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.
156	± 15 gr.	± 15 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.

Onderzoek in stand 1*c en* 1*c*[1].

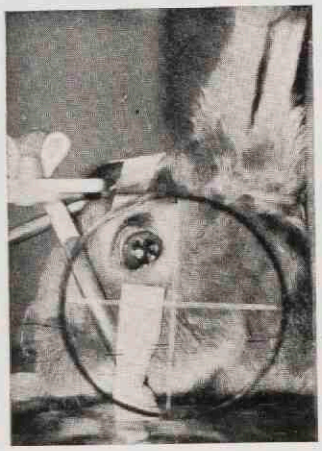
1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

In dezen stand zijn 8 konijnen onderzocht.

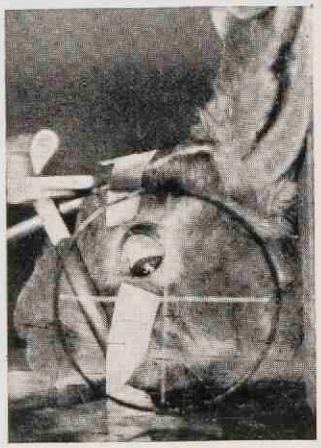
Door de constructie van de centrifuge kon de kop van de proefdieren niet in het centrum geplaatst worden, zoodat de afstand van het midden van den kop tot de centrifugeas 25 c/m bedroeg. C was dus 9,86.

De raddraaiing naar achter bedroeg van 5—15 gr. De vertikaalafwijking naar beneden bedroeg van 10 tot 30 gr. (Zie foto's 823, 824, 825.)

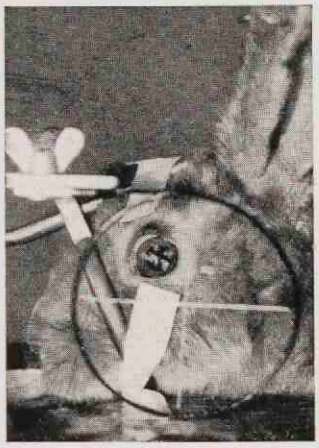
Evenals bij stand 1*a* zijn eenige dieren onderzocht zonder gefixeerd te zijn. Bij een centrifugesnelheid van 1½ seconde per om-



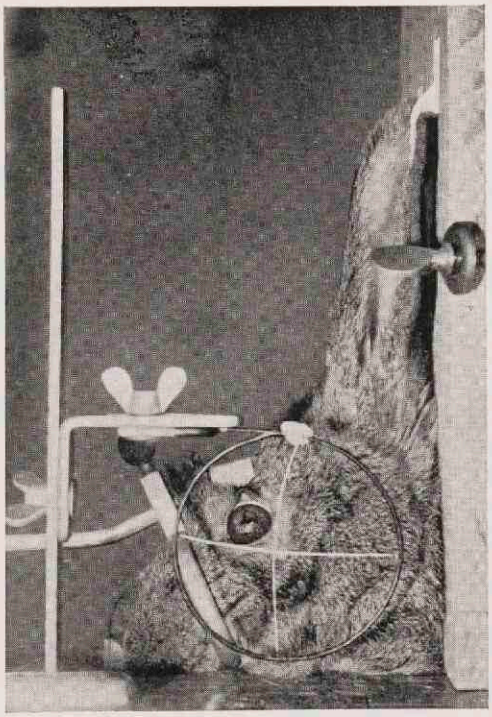
Stand $1c^1$, konijn 21, foto 823 (zie blz. 144) voor het draaien.



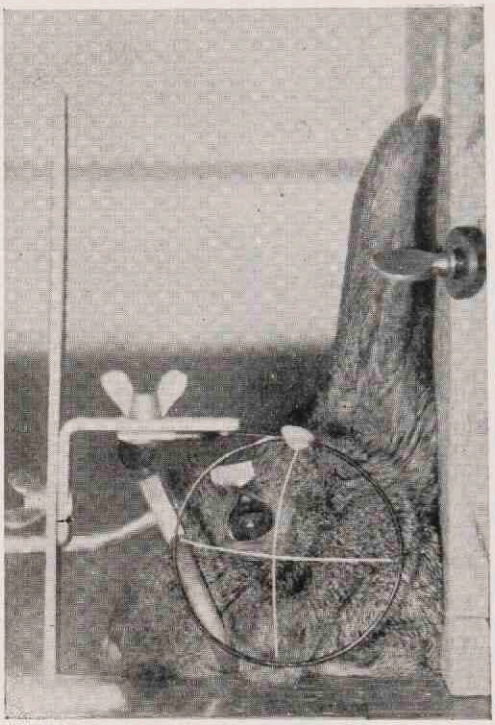
Stand $1c^1$, konijn 21, foto 824 (zie blz. 144) gedurende het draaien vert. afw. naar beneden.



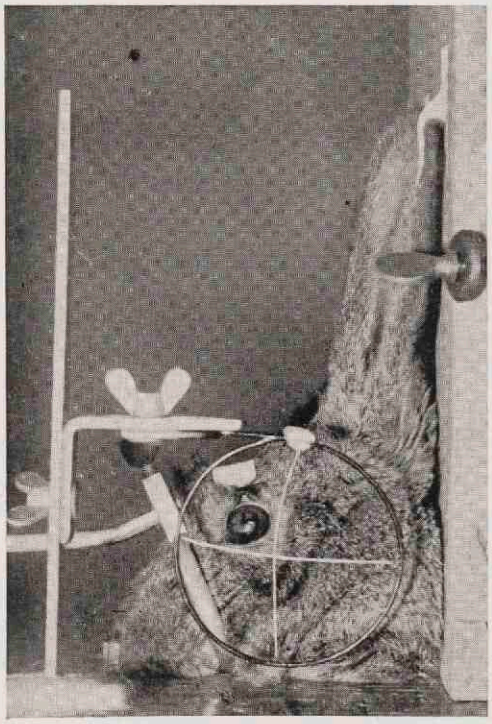
Stand $1c^1$, konijn 21, foto 825 (zie blz. 144) na het draaien.



Stand $1d^1$, konijn 58, foto 2067 (zie blz. 145) voor het draaien.



Stand $1d^1$, konijn 58, foto 2068 (zie blz. 145) gedurende het draaien zeer geringe vert.afw. naar boven en raddr. naar achter.



Stand $1d^1$, konijn 58, foto 2069 (zie blz. 145) na het draaien.

wenteling ontstond nog geen reactie; werd deze snelheid echter zeer langzaam opgevoerd tot 1 sec. per omwenteling, dan begonnen de kop en de romp van het dier langzaam om de sagittale as naar het centrifugecentrum te draaien. Was het dier ongeveer 90 gr. gedraaid, dan bleef het zoo in deze houding liggen.

Hierna volgen de resultaten in bovengenoemde standen.

Stand 1*c*.

C = 9,86.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
1	0 gr.	± 5 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
58	± 10 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
60	0 gr.	± 5 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
64	± 10 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
65	± 5 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
67	± 5 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	geen	geen
68	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ooren naar voren	geen

Stand 1*c*[1].

C = 9,86.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
1	0 gr.	± 5 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
21	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
58	0 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
60	± 10 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
64	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	ooren naar voren	geen
65	± 5 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
67	± 15 gr.	± 5 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	geen	geen
68	± 5 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	± 10 gr.	geen	ooren naar voren

Onderzoek in stand 1*d en* 1*d*[1].

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

In dezen stand zijn 6 konijnen onderzocht.

Daar de afstand van het midden van den kop tot de centrifugeas 25 c/m bedroeg, was C 9,86.

Er was geen of zeer weinig raddraaiing. De vertikaalafwijking naar boven bedroeg van 5 tot 30 gr. Zie foto's 2067, 2068, 2069.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 1d.

C = 9,86.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
21	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
58	± 5 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
60	0 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
64	± 5 gr.	0 gr.	± 5 gr.	± 5 gr.	geen	geen
67	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 15 gr.	geen	ooren naar voren
68	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen

Stand 1d¹.

C = 9,86.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
58	± 5 gr.	± 5 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
60	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
64	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 15 gr.	ooren naar voren	ooren naar voren
67	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
68	0 gr.	0 gr.	± 15 gr.	± 10 gr.	geen	geen

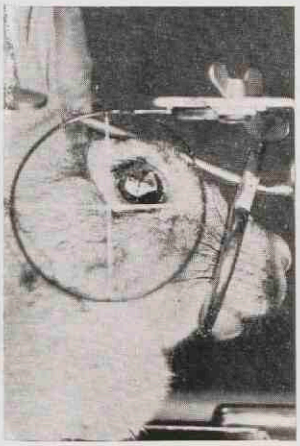
Onderzoek in stand 2a en 2a¹.

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 8 dieren. Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 120 c/m bedroeg, zooals reeds vermeld is, bedroeg C 47,32.

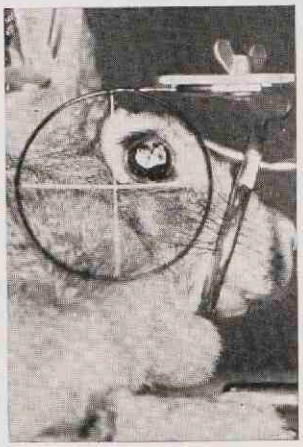
Bij een constante snelheid van 1 sec. per omwenteling ontstond bij alle onderzochte dieren een raddraaiing van de oogen naar achter, die gemiddeld 65 gr. bedroeg. In sommige gevallen was deze raddraaiing zelfs 90 gr., (zie b.v. foto's 103, 104, 105 van konijn 1).

Geen van de dieren had een vertikaalafwijking.

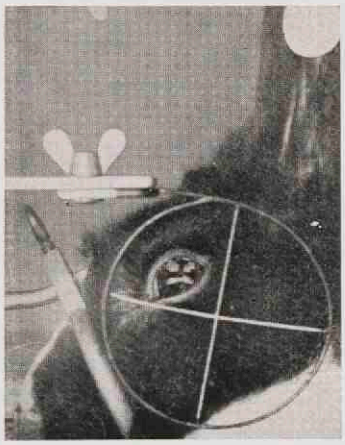


Stand 2*a*, konijn 1, foto 103 (zie blz. 146) voor het draaien.

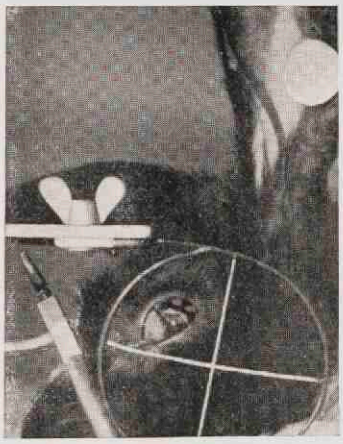
Stand 2*a*, konijn 1, foto 104 (zie blz. 146 en 191) gedurende het draaien raddr. naar achter.



Stand 2*a*, konijn 1, foto 105 (zie blz. 146) na het draaien.



Stand 2*a*[1], konijn 40, foto 1058 (zie blz. 147 en 191) voor het draaien.



Stand 2*a*[1], konijn 40, foto 1059 (zie blz. 147 en 191) gedurende het draaien raddr. naar achter.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in stand *2a*; in stand *2a*[1] is slechts één dier onderzocht, dat geen vertikaalafwijking en ± 30 gr. raddraaiing naar achter had. Zie foto's 1058, 1059 van konijn 40.

Stand 2a.

C = 47,32.

Normale Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik. afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
1	± 90 gr.	± 90 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
3	± 75 gr.	± 75 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
9	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
10	± 90 gr.	± 90 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
13	± 75 gr.	± 75 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	ja	ja
14	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
15	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
40	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 3 dieren. Bij al deze dieren ontstond een raddraaiing van de oogen naar achter, die gemiddeld 30 gr. bedroeg.

Een vertikaalafwijking werd in geen enkel geval gezien.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in de standen *2a en 2a*[1].

Stand 2a.

C = 47,32.

Normale caviae	*Raddr. n. achter* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
151	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
154	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
155	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja

Stand 2a¹.

C = 47,32.

Normale caviae	*Raddr. n. achter* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
151	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
154	± 45 gr.	± 45 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
155	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja

Onderzoek in stand 2b en 2b¹.

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 8 dieren.

Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 75 c/m bedroeg, was C 29,57.

Er ontstond bij alle dieren een raddraaiing naar voren, die 10 tot 30 gr. bedroeg. Zie foto's 2287, 2288, 2289.

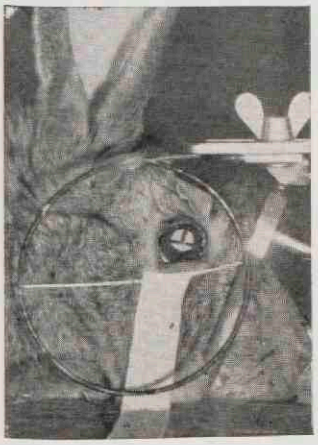
Een vertikaalafwijking was nimmer waar te nemen, behalve in één geval, waarin deze 10 gr. naar beneden bedroeg.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in stand *2b* en stand *2b¹*.

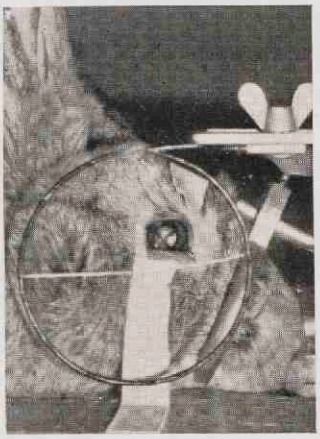
Stand 2b.

C = 29,57.

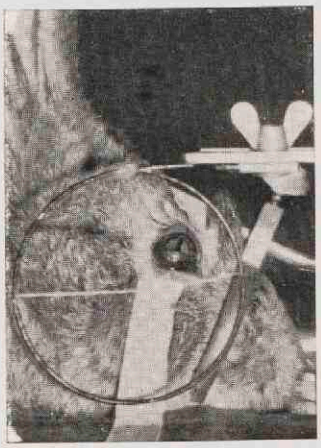
Normale konijnen	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
1	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
9	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
10	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
14	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
61	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
64	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
65	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen



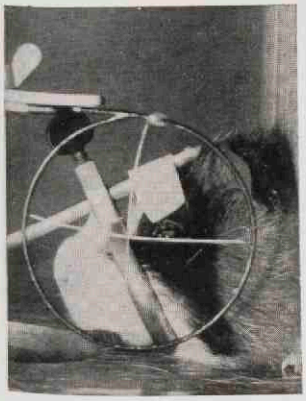
Stand *2b*, konijn 64, foto 2287 (zie blz. 148) voor het draaien.



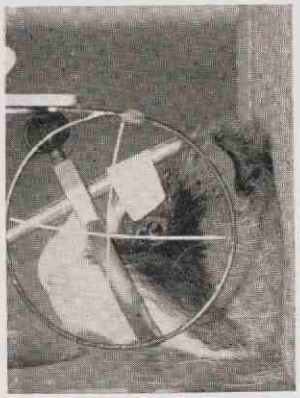
Stand *2b*, konijn 64, foto 2288 (zie blz. 148) gedurende het draaien raddr. naar voren.



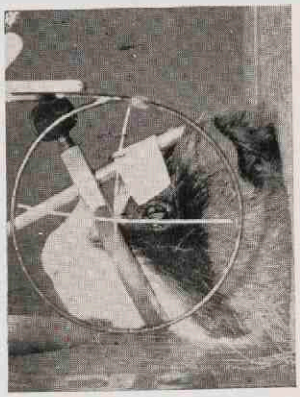
Stand *2b*, konijn 64, foto 2289 (zie blz. 148) na het draaien.



Stand *2b*[1], cavia 154, foto 2009 (zie blz. 149) voor het draaien.



Stand *2b*[1], cavia 154, foto 2010 (zie blz. 149) gedurende het draaien raddr. naar voren.



Stand *2b*[1], cavia 154, foto 2011 (zie blz. 149) na het draaien.

Stand 2b¹.

C = 29,57.

Normale konijnen	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik. afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
40	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
61	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
64	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr. n. beneden	± 10 gr. n. beneden	geen	geen	neen	neen
65	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 2 dieren.

De raddraaiing naar voren bedroeg van 15 tot 45 gr. en ontstond bij beide dieren. Vertikaalafwijking was bij geen van de beide dieren waar te nemen. Zie foto's 2009, 2010, 2011.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen *2b* en *2b¹*.

Stand 2b.

C = 29,57.

Normale caviae	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
154	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 2b¹.

C = 29,57.

Normale caviae	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
151	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
154	± 45 gr.	± 45 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Onderzoek in de standen 2c en 2c¹.

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Er zijn 2 konijnen onderzocht.

Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 30 c/m bedroeg, was C 11,83.

De raddraaiing naar voren bedroeg van 10 tot 30 gr. Zie foto's 2082, 2083, 2084.

Vertikaalafwijking ontstond slechts bij konijn 1 in stand 2c¹ en bedroeg 10 gr. naar beneden.

Later zijn deze standen gewijzigd, doordat het fixatieapparaat veranderd is; de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum bedroeg toen 12 c/m. C was dus 4,73.

In deze standen zijn 3 dieren onderzocht. Zie foto's 2510, 2511, 2512.

Hierna volgen de resultaten in deze standen.

Stand 2c. (Oude stand).

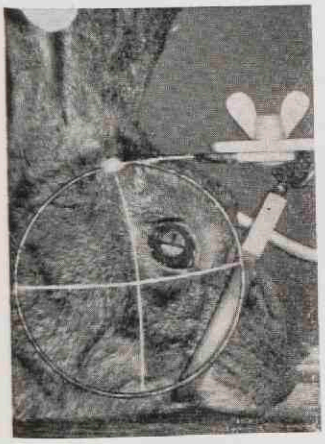
C = 11,83.

Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	*Raddraaiing* draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	*Vertik.afw.* draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. rechts
1	± 10 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
58	± 30 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

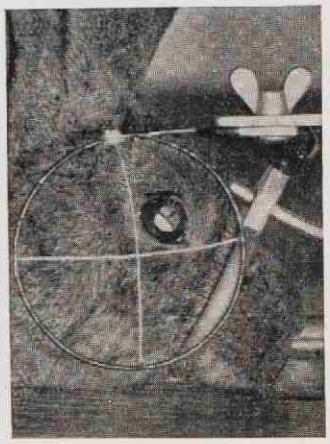
Stand 2c. (Nieuwe stand).

C. = 4,73.

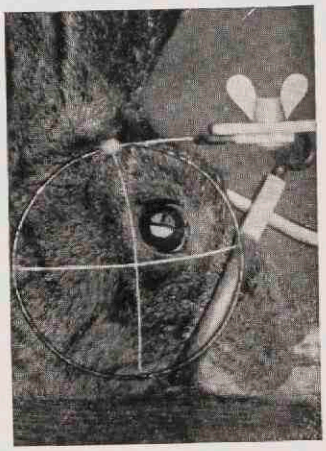
64	± 5 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
66	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
67	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen



Stand 2*c*, konijn 58, foto 2082 (zie blz. 150) voor het draaien.



Stand 2*c*, konijn 58, foto 2083 (zie blz. 150) gedurende het draaien raddr. naar voren.

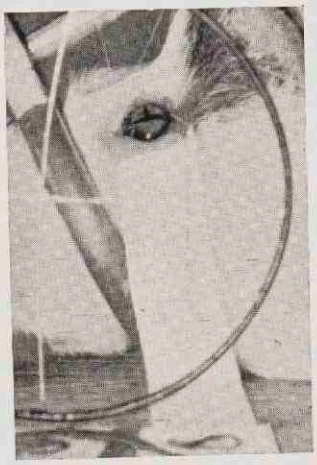


Stand 2*c*, konijn 58, foto 2084 (zie blz. 150) na het draaien.

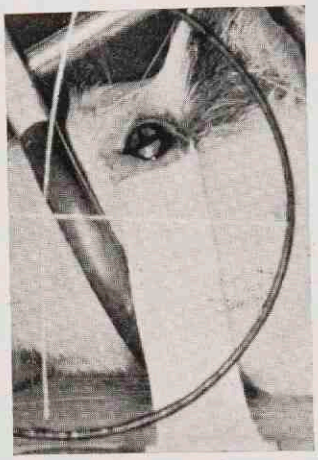
Stand 2*c*, konijn 64, foto 2510 (zie blz. 150) voor het draaien.

Stand 2*c*, konijn 64, foto 2511 (zie blz. 150) gedurende het draaien geringe raddr. naar voren.

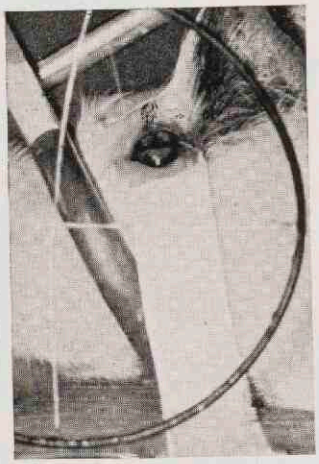
Stand 2*c*, konijn 64, foto 2512 (zie blz. 150) na het draaien.



Stand $2c^1$, cavia 156, foto 2186 (zie blz. 151) voor het draaien.



Stand $2c^1$, cavia 156, foto 2187 (zie blz. 151) gedurende het draaien raddr. naar voren.



Stand $2c^1$, cavia 156, foto 2188 (zie blz. 151) na het draaien.

Stand 2c[1]. (Oude stand).

C = 11,83.

Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	*Raddraaiing* draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	*Vertik.afw.* draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. rechts
1	± 15 gr. n. voren	± 15 gr. n. voren	± 10 gr. n. bened.	± 10 gr. n. bened.	geen	geen	neen	neen
58	± 30 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	r. oor n. voren	neen	neen

Stand 2c[1]. (Nieuwe stand).

C = 4,73.

64	± 5 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
66	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
67	± 15 gr. n. voren	± 15 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Er zijn 3 dieren onderzocht.

De raddraaiing naar voren bedroeg 20—30 gr.

Vertikaalafwijking ontstond in geen enkel geval. Zie foto's 2186, 2187, 2188.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in de standen 2c en 2c[1].

Stand 2c.

C = 11,83.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien n. links	*Raddraaiing* draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	*Vertik.afw.* draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. rechts
154	± 30 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 2c[1].

C = 11,83.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien n. links	*Raddraaiing* draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	*Vertik.afw.* draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. rechts
151	± 30 gr. n. voren	± 30 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	neen	neen
154	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	neen	neen
156	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Onderzoek in de standen 3a en 3a[1].

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Er zijn 10 dieren onderzocht.

Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 108 c/m bedroeg, was C 42,58.

Bij de meeste dieren ontstond een raddraaiing naar voren van 5 tot 20 gr. Bij 1 dier ontstond bij draaien vooruit 10 gr. raddraaiing naar achter. Vier dieren hadden geen of uiterst weinig raddraaiing.

De vertikaalafwijking was bij de proefdieren zeer verschillend.

Drie dieren hadden een vertikaalafwijking naar boven van 10 tot 20 gr., drie andere een vertikaalafwijking naar beneden van 10 tot 30 gr., de vier overige hadden in het geheel geen vertikaalafwijking. Zie foto's 868, 869, 870, 174, 175, 176.

Hier volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 3a.

C = 42,58.

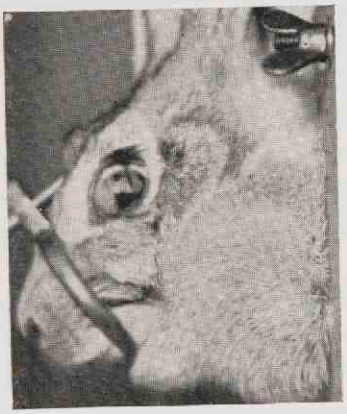
Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	*Raddraaiing* draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	*Vert.afw. n. boven* draaien achteruit	*Vert.afw n. beneden* draaien vooruit	*Vert.afw n. beneden* draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien achteruit
21	± 20 gr. n. voren	± 20 gr, n. voren	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ja	ja
61	± 10 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ja	ja
62	0 gr.	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
63	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja

Stand 3*a*, konijn 21, foto 868 (zie blz. 152) voor het draaien.

Stand 3*a*, konijn 21, foto 869 (zie blz. 152) gedurende het draaien vert. afw. naar beneden raddr. naar voren.

Stand 3*a*, konijn 21, foto 870 (zie blz. 152) na het draaien.

Stand 3*a*[1], konijn 3, foto 174 (zie blz. 152) voor het draaien.



Stand 3*a*[1], konijn 3, foto 175 (zie blz. 152) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar voren.

Stand 3*a*[1], konijn 3, foto 176 (zie blz. 152) na het draaien.

Stand 3a¹.

C = 42,58.

Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
1	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
3	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
10	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
11	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
13	0 gr.	0gr.	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	neen	neen
21	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ja	ja
40	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
61	± 10 gr. n. achter	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ja	ja
62	± 5 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
63	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Er werden 3 caviae onderzocht.

Twee dieren hadden 10 tot 15 gr. raddraaiing naar voren, terwijl 1 dier 5 gr. raddraaiing naar achter had.

Twee dieren hadden 10 gr. vertikaalafwijking naar beneden, bij het andere dier ontstond geen vertikaalafwijking.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen *3a* en *3a¹*.

Stand 3a.

C = 42,58.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
154	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ja	ja
156	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 3a[1].

C = 42,58.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien vooruit	*Raddraaiing* draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	*Vert.afw. n. boven* draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien achteruit
103	± 15 gr. n. voren	± 15 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	neen	neen
154	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ja	ja
156	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Onderzoek in stand 3b en 3b[1].

1. *Konijnen met normale labyrinthen.*

Onderzocht zijn 10 dieren. Daar de afstand van het midden van den kop tot het centrifugecentrum 112 c/m bedroeg, was C 44,16.

Bij 7 dieren was het oog zeer duidelijk naar boven verplaatst, 10 tot 30 gr. (zie o.a. foto's 533, 534 en 535 van konijn 13).

Bij 2 andere dieren waren geen vertikaalafwijkingen waar te nemen. Bij een konijn een geringe vertikaalafwijking naar beneden, 5 gr.

Verder was er bij 7 dieren een raddraaiing naar achter te zien van 5 tot 30 gr. Twee dieren hadden raddraaiing naar voren bij beweging vooruit, 10 gr., één hiervan had bij beweging achteruit raddraaiing naar achter, 10 gr.

Ten slotte was er een konijn, dat in het geheel geen raddraaiing had.

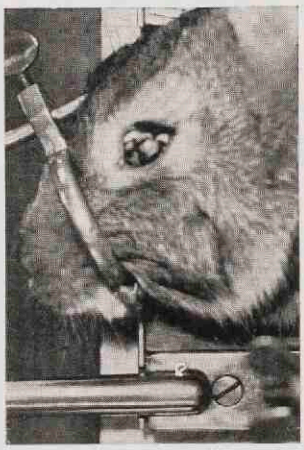
Stand 3b.

C = 44.16.

Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	*Raddraaiing* draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	*Vert.afw. n. boven* draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien achteruit
61	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. achter	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
62	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	± 5 gr.	± 5 gr.	neen	neen
63	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand $3b^1$, konijn 13, foto 533 (zie blz. 154) voor het draaien.

Stand $3b^1$, konijn 13, foto 534 (zie blz. 154) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar achter.



Stand $3b^1$, konijn 13. foto 535 (zie blz. 154) na het draaien.

Stand 3b¹.
C = 44,16.

Normale konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
1	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
3	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
10	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
11	0 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
13	± 20 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
12	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
40	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
61	± 10 gr. n. voren	± 10 gr. n. achter	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
62	± 5 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	± 5 gr.	± 5 gr.	neen	neen
63	± 10 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

2. *Caviae met normale labyrinthen.*

Er werden 3 dieren onderzocht.

Alle hadden een vertikaalafwijking naar boven van 5 tot 20 gr. Twee dieren hadden raddraaiing naar achter van 10 tot 30 gr. Een cavia in stand 3*b* geen raddraaiing, in stand 3*b*¹ raddraaiing naar achter 10 gr.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen 3*b* en 3*b*¹.

Stand 3b.
C = 44,16.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
103	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 5 gr.	± 5 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
154	± 10 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
156	0 gr.	0 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 3b¹.

C = 44,16.

Normale caviae	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
154	± 10 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
156	± 10 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

SAMENVATTING VAN DE AFWIJKINGEN DIE ONTSTAAN IN DE VERSCHILLENDE STANDEN BIJ NORMALE KONIJNEN EN CAVIAE.

Stand	*Raddr.* naar *achter*	*Raddr.* naar *voren*	*Vert.afw.* naar *beneden*	*Vert.afw.* naar *boven*	*Membr. nict.* komt naar *voren*	*Ooren* naar *achter*	*Ooren* naar *voren* (*konijnen*)
1*a*	5-60 gr.	0 gr.	15-30 gr.	0 gr.	neen	enkele malen	1 maal
1*a*¹	5-60 gr.	0 gr.	15-30 gr.	0 gr.	neen	enkele malen	1 maal
1*b*	0-45 gr.	0 gr.	0 gr.	10-30 gr.	neen	enkele malen	neen
1*b*¹	0-45 gr.	0 gr.	0 gr.	10-30 gr.	neen	enkele malen	neen
1*c*	0-10 gr.	0 gr.	0-30 gr.	0 gr.	neen	neen	1 maal
1*c*¹	0-10 gr.	0 gr.	0-30 gr.	0 gr.	neen	neen	2 maal
1*d*	0- 5 gr.	0 gr.	0 gr.	5-30 gr.	neen	neen	1 maal
1*d*¹	0- 5 gr.	0 gr.	0 gr.	10-15 gr.	neen	neen	2 maal
2*a*	30-90 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	neen	bijna altijd
2*a*¹	30-90 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	neen	bijna altijd
2*b*	0 gr.	10-30 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen	neen
2*b*¹	0 gr.	20-45 gr.	0-10 gr.	0 gr.	neen	neen	neen
2*c*	0 gr.	10-30 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen	neen
2*c*¹	0 gr.	15-30 gr.	0-10 gr.	0 gr.	neen	neen	neen
3*a*	0-10 gr.	0- 5 gr.	0-10 gr.	0 gr.	bijna altijd	neen	neen
3*a*¹	0-20 gr.	0-20 gr.	0-30 gr.	0-20 gr.	bijna altijd	neen	neen
3*b*	0-10 gr.	0- 5 gr.	0- 5 gr.	0-10 gr.	neen	neen	neen
3*b*¹	0-30 gr.	0-10 gr.	0- 5 gr.	0-30 gr.	neen	neen	neen

ONDERZOEK VAN DIEREN BIJ WELKE AAN EEN ZIJDE HET LABYRINTH VERWIJDERD WAS OF DOOR INSPUITING VAN EEN 10% FORMALINE-OPLOSSING BUITEN WERKING WAS GESTELD.

Vooreerst een beschrijving van de operatie, die bij verschillende konijnen werd gedaan. Deze werd verricht in het laboratorium van Prof. Quix door Dr. van Egmond met medewerking van Dr. Köster.

Bij de verwijdering van het labyrinth werd in hoofdzaak de door van den Branden beschreven techniek gevolgd, welke in het kort op het volgende neerkomt. Bij het konijn, dat in algemeene narcose is, deels door intraveneuze toediening van Numal Roche, zoo noodig met aethertoevoeging, deels in zuivere aethernarcose, wordt in rugligging en met 80 gr. gedraaiden kop, na ontharing van de streek onder een oorschelp tot onder het gelijkzijdige oog met strontiumsulfide, een huidsnede gemaakt. Deze huidsnede is horizontaal en ongeveer 4 c/m lang vanaf de onderste achterste rand van het uitwendig oor tot vertikaal gezien onder de achterrand van het oog. Hierna wordt stomp in de diepte geprepareerd, waarbij de vena jugularis naar voren en onderen wordt geschoven en de eventueele bloeding uit de auriculaire tak hiervan zoo noodig door onderbinding wordt gestelpt. De bulla wordt bevrijd van de haar bedekkende spieren en het periost met een rasparatorium weggeschoven. Men krijgt nu een overzicht over de laterale bullawand, met de daaruit komende N. facialis. De bulla wordt geopend door wegname van den lateralen wand en de opening vergroot in de richting der uitwendige gehoorgang. Aan den medialen bullawand kan men nu het promontorium en het ronde en ovale venster herkennen. Met een zeer klein beiteltje kan men het dak van het promontorium lichten en daarna een opening maken hooger tusschen de labyrinthvensters, om dan met een haakje en fijn pincet het vliezige labyrinth te verwijderen. Bij het binnendringen in het labyrinth ziet men meestal eerst zeer sterke oogbewegingen, soms een nystagmus in de richting van het oor, dat geopereerd wordt (prikkelingsnystagmus); bij verdere verwijdering ziet men dezen nystagmus overgaan in één, die een tegenovergestelde richting heeft, waarbij een verplaatsing van het oog komt: aan de geopereerde zijde naar beneden en achteren en aan de andere zijde naar boven en voren.

Toen een aantal dieren, (de konijnen No. 6, 13, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 25 en 35) volgens deze techniek geopereerd waren, werden de verdere operaties verricht met een electrische tandenboor, daar verschillende keeren bij het beitelen fracturen waren ontstaan, die op deze wijze konden worden vermeden. Evenals bij van den Branden werd hierbij na blootleggen van den labyrinthwand met een fijn boortje een opening gemaakt in de cochlea en één in de richting van het vestibulum en deze twee met elkaar verbonden. Op deze wijze opereerend, ontstond gedurende de verwijdering van het labyrinth praktisch geen bloeding.

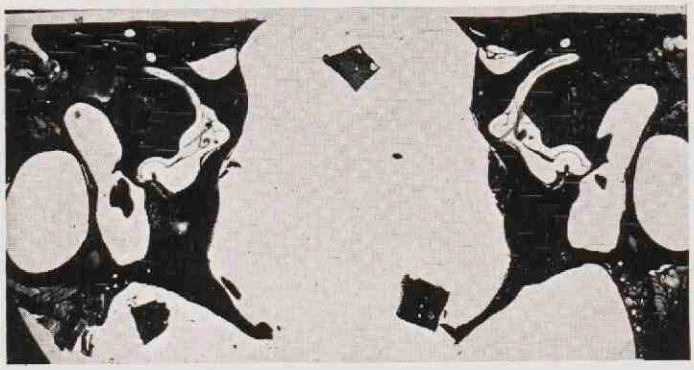
Na de operatie hadden de dieren bij het bijkomen uit de narcose heftige aanvallen van nystagmus en rolneiging, terwijl zij eenige dagen niet aten, zoodat een aantal keeren vochtclysmata moesten worden toegediend. Na een dag of vijf begonnen de dieren te drinken of te eten en rond te loopen met gedraaiden en gewenden kop. In te gaan op alle bijzonderheden bij operatie of nabehandeling zou hier te ver voeren.

Van de met electrische boor geopereerde dieren werden de konijnen No. 41, 42, 43, 44, 45, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 57 en 59 voor de proeven met éénzijdige labyrinthuitschakeling gebruikt.

Wanneer het eene labyrinth vernield was en de dieren weer in goeden toestand kwamen, werd na eenigen tijd het andere labyrinth op dezelfde wijze vernietigd. Na dubbelzijdige verwijdering waren de dieren in zeer slechten toestand en gingen er verschillende te gronde. Wanneer ook deze dieren zich herstelden, werden zij gebruikt voor het onderzoek der dieren met dubbelzijdige labyrinthuitschakeling, n.l. de konijnen No. 22 — het eenige konijn, dat zich na dubbelzijdig met de beitel te zijn geopereerd heeft hersteld, alle volgende werden met de electrische boor geopereerd — 45, 52, 54, 56 en 57.

Een elftal der geopereerde dieren werden gedood, zoodat de kop versch geprepareerd kon worden en door histologisch onderzoek in seriecoupes de toestand in de labyrinthen kon worden nagegaan. Van de dieren, die dood in het hok gevonden werden, werd de kop niet voor histologisch onderzoek bewaard, terwijl een ander aantal der geopereerde dieren thans nog leeft.

Uit dit histologisch onderzoek is gebleken, dat bij een aantal dieren een etterige labyrinthitis in het operatief reeds voor het grootste deel verwijderde labyrinth de laatste stoot aan de eventueel nog aanwezige resten van functie moet hebben gegeven. Bij dieren,



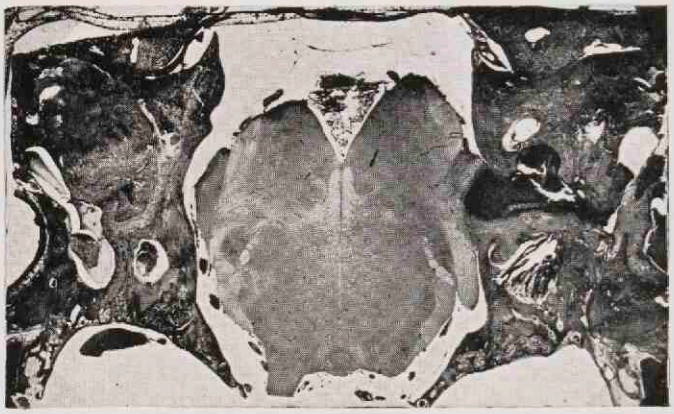
b. booggang
met crista.

Dwarsdoorsnede van den kop van een
normaal konijn.

verwoest
labyrinth.

b. booggang
met crista.

Dwarsdoorsnede van den kop van een aan één zijde
geopereerd konijn.



Dwarsdoorsnede van den kop van een dubbelzijdig
geopereerd konijn.

die langeren tijd na de operatie gedood werden, werd een litteekenweefsel gevonden, dat de geheele oude labyrinthruimte opvulde. [1]) Zie nevenstaande foto's. [2])

Bij 5 caviae werd 10% formol in het labyrinth gespoten. Na verdwijnen der prikkelingsverschijnselen was het dier aan de ingespoten zijde calorisch onprikkelbaar.

Onderzoek in de standen 1*a en* 1*a*[1].

1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

In stand 1*a* (waarbij het rechter dus niet geopereerde oor naar de centrifugeas gericht was) werden 24 dieren onderzocht. C bedroeg 41,41.

Bij alle dieren, zoowel bij voor- als bij achteruit draaien, ontstond raddraaiing naar achter 5 tot 60 gr. en vertikaalafwijking naar beneden, 20 tot 30 gr.

In stand 1*a*[1] (waarbij het linker, geopereerde oor naar de centrifugeas gericht was) werden 22 dieren onderzocht.

Bij 21 dieren ontstond raddraaiing naar achter van 10 tot 45 gr., bij 14 een vertikaalafwijking naar beneden van 10 tot 30 gr.

Eén dier had geen raddraaiing en 8 geen vertikaalafwijking. Zie foto's 1339, 1340, 1341.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen 1*a* en 1*a*[1].

---

1) Deze beschrijving van de operaties bij konijnen dank ik aan den Heer Dr. Köster.

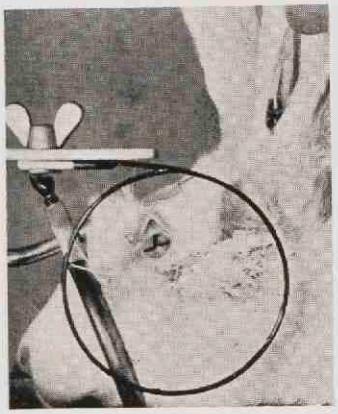
2) Dr. van Egmond heeft een beschrijving gegeven van de histologische veranderingen van het labyrinth na experimenteele verwijdering. Deze beschrijving volgt op blz. 204, daar zij mij te laat bereikte, om hier tusschen te worden gevoegd.

Stand 1*a*.

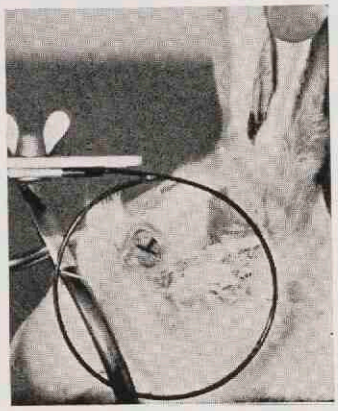
C = 41,41.

Linksz. geoper. Konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
6	± 30 gr.	± 30 gr.	± 25 gr.	± 25 gr.	geen	geen
13	± 30 gr.	± 30 gr.	± 25 gr.	± 20 gr.	rechter oor naar achter	rechter oor naar achter
14	± 60 gr.	± 60 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
16	± 15 gr.	± 15 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
20	± 15 gr.	± 15 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
21	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
22	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
23	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	ooren naar achter	ooren naar achter
25	± 5 gr.	± 5 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
35	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
41	± 10 gr.	± 10 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
42	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
43	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
44	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	rechter oor naar achter	rechter oor naar achter
45	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
47	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
51	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
52	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
53	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	rechter oor naar achter	rechter oor naar achter
54	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
55	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
56	± 10 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
57	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
59	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen

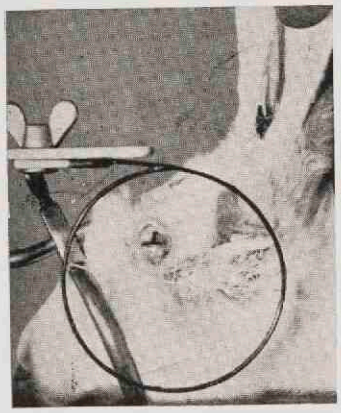
EENZIJDIG GEOPEREERDE DIEREN.



Stand 1a^1, konijn 44, foto 1339 (zie blz. 160) voor het draaien.



Stand 1a^1, konijn 44, foto 1340 (zie blz. 160) gedurende het draaien raddr. naar achter.



Stand 1a^1, konijn 44, foto 1341 (zie blz. 160) na het draaien.

Stand 1*a*[1].

C = 41,41.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
6	± 30 gr.	± 30 gr.	± 25 gr.	± 15 gr.	geen	geen
14	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
16	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
20	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
21	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	geen	geen
22	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	± 15 gr.	geen	geen
23	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
25	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
41	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	linker oor naar voren	linker oor naar voren
42	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
43	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren naar voren	ooren naar voren
44	± 45 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
45	± 20 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
47	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	geen	geen
51	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	linker oor naar voren	linker oor naar voren
52	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	linker oor naar voren	linker oor naar voren
53	± 30 gr.	± 30 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
54	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
55	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
56	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
57	± 30 gr.	± 30 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	ooren naar voren	ooren naar voren
59	± 10 gr.	± 10 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen

Onderzoek in de standen 1*a en* 1*a*[1].

2. *Caviae waarbij het linker labyrinth ingespoten was met* 10% *formol.*

Onderzocht zijn 5 caviae. De raddraaiing is bij deze dieren niet nagegaan. C was 41,41. De vertikaalafwijking bedroeg in stand 1*a* 5 tot 20 gr. Bij 1 dier was er geen afwijking, bij een ander dier alleen geringe vertikaalafwijking bij draaien achteruit.

In stand 1*a*[1] bedroeg de vertikaalafwijking 10 tot 30 gr.

In 1 geval ontstond geen vertikaalafwijking.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 1*a*.

C = 41,41.

Linksz. ingesp. caviae	*Raddr. naar achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit
1	Niet onderzocht		± 10 gr.	± 10 gr.
3	„	„	0 gr.	± 5 gr.
4	„	„	0 gr.	0 gr.
5	„	„	± 20 gr.	± 20 gr.
6			± 10 gr.	± 10 gr.

Stand 1*a*[1].

C = 41,41.

Linksz. ingesp. caviae	*Raddr. naar achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit
1	Niet onderzocht		± 10 gr.	± 10 gr.
3	„	„	0 gr.	0 gr.
4	„	„	± 30 gr.	± 30 gr.
5	„	„	± 20 gr.	± 20 gr.
6	„	„	± 10 gr.	± 10 gr.

Onderzoek in de standen 1*b en* 1*b*[1].

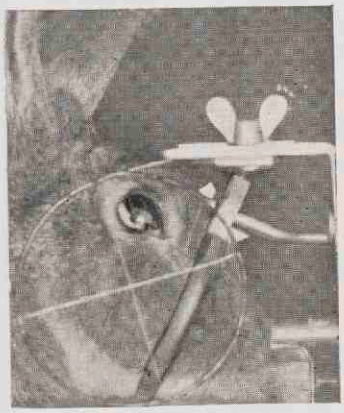
1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

In stand 1*b* (waarbij het rechter, dus niet geopereerde oor naar de periferie gericht was) werden 19 dieren onderzocht. C bedroeg 21,69.

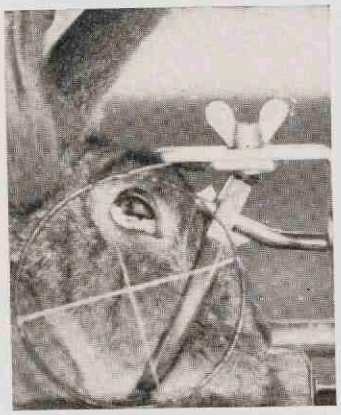
Bij 13 dieren ontstond een raddraaiing naar achter van 10 tot 45 gr. Bij 6 dieren was er geen reactie.

Vertikaalafwijking naar boven was waar te nemen bij 16 dieren, bij 1 dier een geringe vertikaalafwijking naar boven bij draaien achteruit en geen afwijking bij draaien vooruit. Bij een ander proefdier waren de resultaten juist andersom. Zie foto's 901, 902, 903.

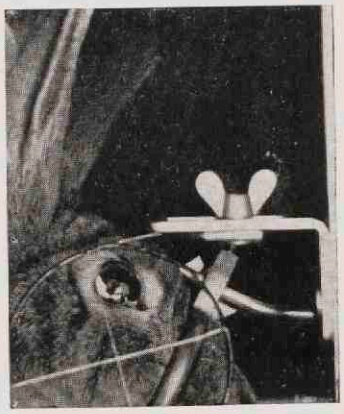
Een dier had in het geheel geen vertikaalafwijking.



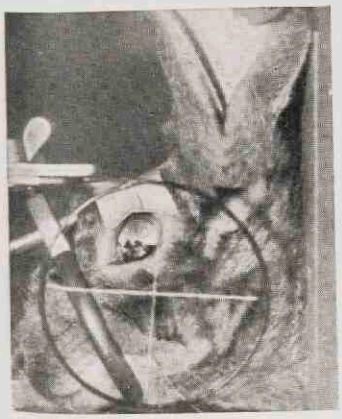
Stand 1*b*, konijn 23, foto 901 (zie blz. 162) voor het draaien.



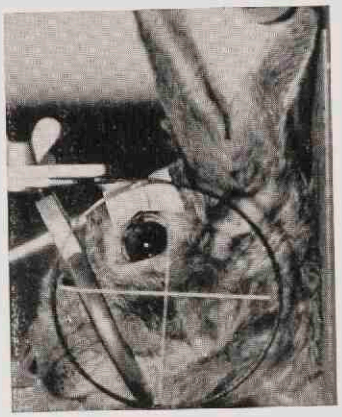
Stand 1*b*, konijn 23, foto 902 (zie blz. 162) gedurende het draaien geringe vert. afw. naar boven raddr. naar achter.



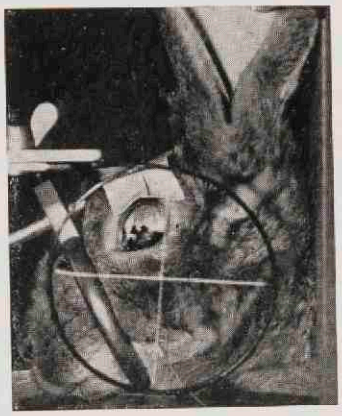
stand 1*b*, konijn 23, foto 903 (zie blz. 162) na het draaien.



Stand 1*b*[1], konijn 23, foto 896 (zie blz. 163) voor het draaien.



Stand 1*b*[1], konijn 23, foto 897 (zie blz. 163) gedurende het draaien vert.afw. naar boven raddr. naar achter.



Stand 1*b*[1], konijn 23, foto 898 (zie blz. 163), na het draaien.

In stand $1b^1$ (waarbij het linker, geopereerde, oor naar de periferie gericht was) werden 21 dieren onderzocht.

Bij 15 ontstond een raddraaiing naar achter van 5 tot 30 gr.

Bij 6 dieren ontstond geen reactie.

In 19 gevallen was er een vertikaalafwijking naar boven van 10 tot 30 gr. In 2 andere gevallen ontstond geen reactie.

Zie foto's 896, 897, 898.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 1*b*.

C = 21,69.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
13	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	rechter oor naar achter	rechter oor naar achter
16	± 15 gr.	± 15 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
21	0 gr.	0 gr.	± 5 gr.	± 5 gr.	geen	geen
22	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
23	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
25	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ooren weinig naar achter	ooren weinig naar achter
35	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
41	0 gr.	0 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
42	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
43	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
44	± 45 gr.	± 45 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	linker oor naar voren	linker oor naar voren
45	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
47	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
53	± 20 gr.	± 20 gr.	± 10 gr.	0 gr.	geen	geen
54	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
55	± 10 gr.	± 10 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	geen	geen
56	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
57	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren naar voren	ooren naar voren
59	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen

Stand 1*b*[1].

C = 21,69.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert. afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
13	± 25 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
16	± 15 gr.	± 15 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
20	± 15 gr.	± 15 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
21	± 5 gr.	± 5 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
22	± 5 gr.	± 5 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
23	± 20 gr.	± 20 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
25	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ooren weinig naar achter	ooren weinig naar achter
41	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
42	± 10 gr.	± 10 gr.	± 15 gr.	± 15 gr.	geen	geen
43	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
44	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
45	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
47	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	0 gr.	geen	geen
51	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
52	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	0 gr.	geen	geen
53	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
54	± 20 gr.	± 20 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
55	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
56	± 10 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
57	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
59	± 10 gr.	± 10 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	rechter oor naar achter	rechter oor naar achter

Onderzoek in de standen 1*c en* 1*c*[1].

1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

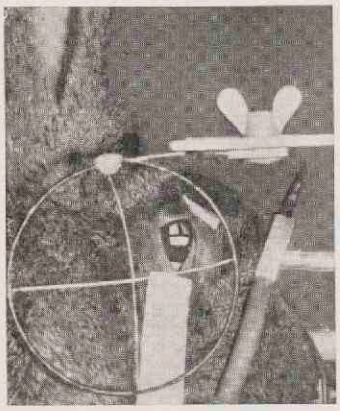
In stand 1*c* (waarbij het rechter, dus niet geopereerde oor naar de centrifugeas gericht was) werden 2 dieren onderzocht. C bedroeg 9,86.

Resultaten: raddraaiing naar achter 30 en 20 gr., vertikaalafwijking in beide gevallen 10 gr. naar beneden.

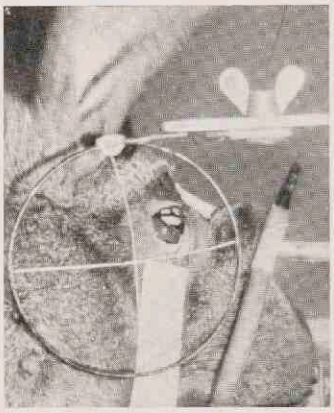
In stand 1*c*[1] (waarbij het linker, geopereerde, oor naar de centrifugeas gericht was) werden eveneens 2 dieren onderzocht.

Resultaten: raddraaiing naar achter in beide gevallen 20 gr., vertikaalafwijking naar beneden 20 en 5 gr.

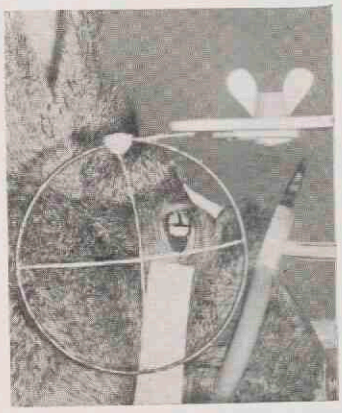
Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.



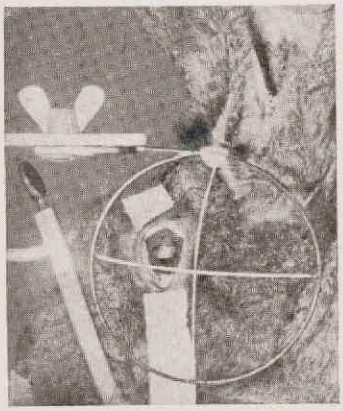
Stand 1*d*, konijn 59, foto 2233 (zie blz. 165) voor het draaien.



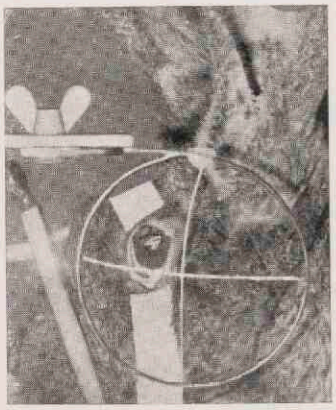
Stand 1*d*, konijn 59, foto 2234 (zie blz. 165) gedurende het draaien vert. afw. naar boven.



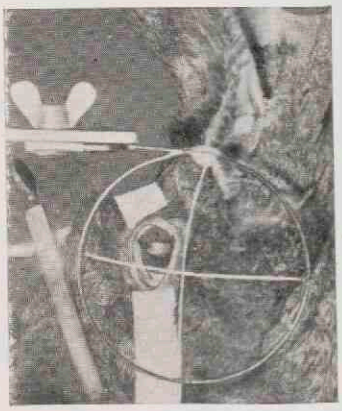
Stand 1*d*, konijn 59, foto 2235 (zie blz. 165) na het draaien.



Stand 1*d*[1], konijn 59, foto 2227 (zie blz. 165) voor het draaien.



Stand 1*d*[1], konijn 59, foto 2228 (zie blz. 165) gedurende het draaien geringe vert. afw. naar boven.



Stand 1*d*[1], konijn 59, foto 2229 (zie blz. 165) na het draaien.

Stand 1*c*.

C = 9,86.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
35	± 30 gr.	± 30 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen
59	± 20 gr.	± 20 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	geen	geen

Stand 1*c*[1].

C = 9,86.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draiaen vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
20	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	± 20 gr.	geen	geen
59	± 20 gr.	± 20 gr.	± 5 gr.	± 5 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren

Onderzoek in de standen 1*d en* 1*d*[1].

1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

In stand 1*d* (waarbij het rechter, niet geopereerde, oor naar de periferie gericht was) werden 2 dieren onderzocht. C bedroeg 9,86.

Resultaten: in 1 geval geen raddraaiing in het andere geval raddraaiing naar achter 15 gr.

In beide gevallen ontstond een vertikaalafwijking naar boven 10 en 30 gr. Zie foto's 2233, 2234, 2235.

In stand 1*d*[1] (waarbij het linker, geopereerde, oor naar de periferie gericht was) werd slechts 1 dier onderzocht.

Resultaten: geen raddraaiing, vertikaalafwijking 10 gr. naar boven. Zie foto's 2227, 2228, 2229.

Hierna volgt nog een opgave van de resultaten.

Stand 1*d*.

C = 9.86.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
20	± 15 gr.	± 15 gr.	± 30 gr.	± 30 gr.	geen	geen
59	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren

Stand 1d¹.
C = 9.86.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert. afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
59	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren

Onderzoek in de standen 2a en 2a¹.

1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

In stand 2*a* (waarbij dus het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 7 dieren nagegaan. C bedroeg 47,32.

Resultaten: Bij alle dieren raddraaiing naar achter van 45 tot 90 gr. Slechts bij 1 dier ontstond vertikaalafwijking, 15 gr. naar boven. Zie foto's 1935, 1936, 1937.

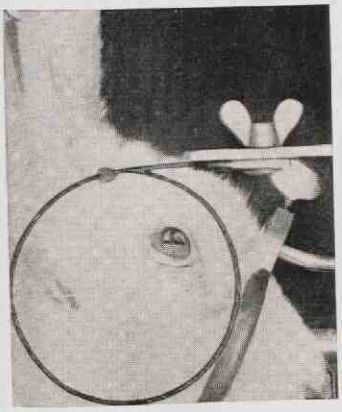
In stand 2*a*¹ (waarbij dus het oog aan de zijde van het geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 7 dieren nagegaan.

Resultaten: Bij alle dieren raddraaiing naar achter van 15 tot 60 gr., in geen enkel geval vertikaalafwijking. Zie foto's 1940, 1941, 1942.

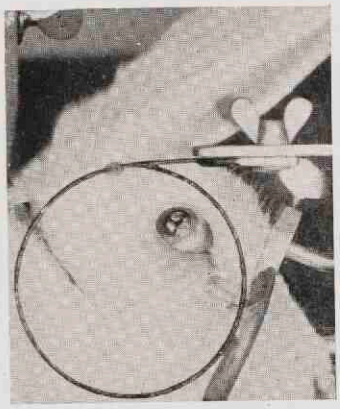
Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 2a.
C = 47,32.

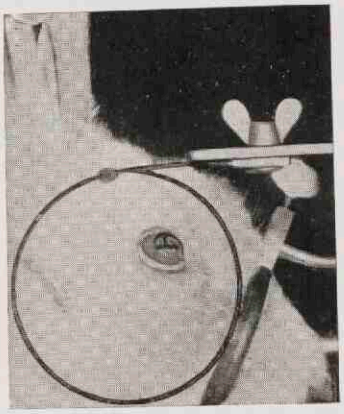
Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
9	± 45 gr.	± 45 gr.	0 gr.	0 gr.	l. oor n. voren	beide ooren n. voren	ja	ja
14	± 45 gr.	± 45 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
16	± 90 gr.	± 90 gr.	0 gr.	0 gr.	r. oor n. voren	r. oor n. voren	ja	ja
35	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
55	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
56	± 60 gr.	± 60 gr.	± 15 gr. n. boven	± 15 gr. n. boven	geen	geen	ja	ja
59	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja



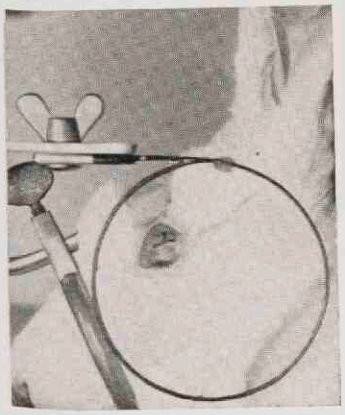
Stand 2*a*, konijn 55, foto 1935 (zie blz. 166) voor het draaien.



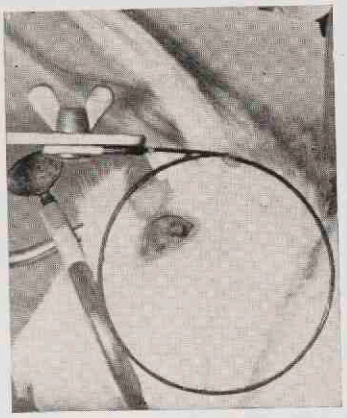
Stand 2*a*, konijn 55, foto 1936 (zie blz. 166) gedurende het draaien raddr. naar achter.



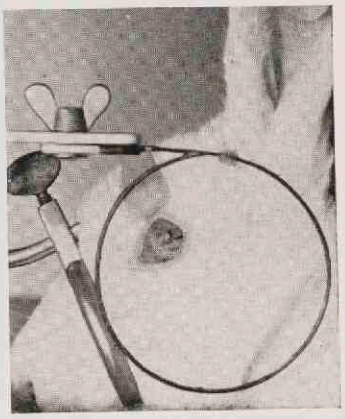
Stand 2*a*, konijn 55, foto 1937 (zie blz. 166) na het draaien.



Stand 2*a*[1], konijn 55, foto 1940 (zie blz. 166) voor het draaien.



Stand 2*a*[1], konijn 55, foto 1941 (zie blz. 166) gedurende het draaien raddr. naar achter.



Stand 2*a*[1], konijn 55, foto 1942 (zie blz. 166) na het draaien.

Stand 2a[1].

C = 47,32.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. achter* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
9	± 15 gr.	± 45 gr.	0 gr.	0 gr.	l. oor n. voren	beide ooren n. voren	ja	ja
14	± 45 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
16	± 45 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	r. oor n. voren	r. oor n. voren	ja	ja
35	± 30 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
55	± 30 gr.	± 30 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
56	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	ja	ja
59	± 60 gr.	± 60 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja

Onderzoek in de standen 2b en 2b[1].

1. *Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.*

In stand *2b* (waarbij dus het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 6 dieren nagegaan. C bedroeg 29,57.

Resultaten: Bij 5 konijnen raddraaiing naar voren, 15 gr.

Bij 1 dier geen raddraaiing.

Bij 1 dier ontstond 15 gr. vertikaalafwijking naar beneden en bij de andere geen reactie. Zie foto's 1925, 1926, 1927.

In stand *2b*[1] (waarbij dus het oog aan de zijde van het geopereerde oor werd onderzocht) werden eveneens 6 dieren onderzocht. Bij alle ontstond raddraaiing naar voren, 15 gr.

Slechts in 2 gevallen werd een geringe vertikaalafwijking naar boven waargenomen. Zie foto's 1994, 1997, 1998.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 2b.

C = 29,57.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
9	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
14	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
16	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
55	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
56	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr. n. bened.	± 15 gr. n. bened.	geen	geen	neen	neen
59	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Stand 2b¹.

C = 29,57.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nici. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
9	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
14	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	neen	neen
16	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
55	± 15 gr.	± 15 gr.	± 15 gr. n. boven	± 15 gr. n. boven	geen	geen	neen	neen
56	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
59	± 15 gr.	± 15 gr.	± 5 gr. n. boven.	± 5 gr. n. boven	geen	geen	neen	neen

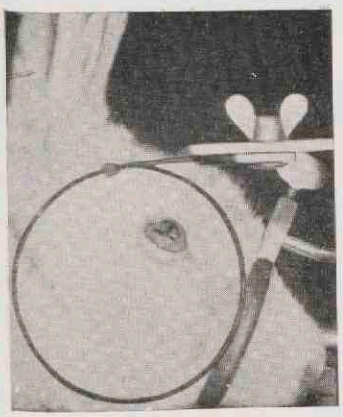
Onderzoek in stand 2c¹.

Konijn waarbij het linker labyrinth verwijderd was.

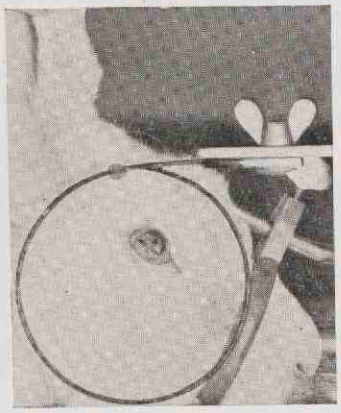
In dezen stand (waarbij dus het oog aan de zijde van het geopereerde oor werd onderzocht) zijn de reacties slechts bij 1 dier nagegaan. C bedroeg 11,83.

Hierna volgen de resultaten.

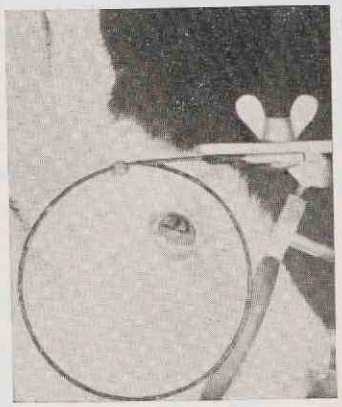
In stand 2c is geen enkel dier onderzocht.



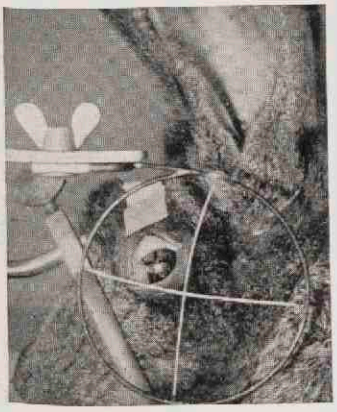
Stand 2*b*, konijn 55, foto 1925 (zie blz. 168) voor het draaien.



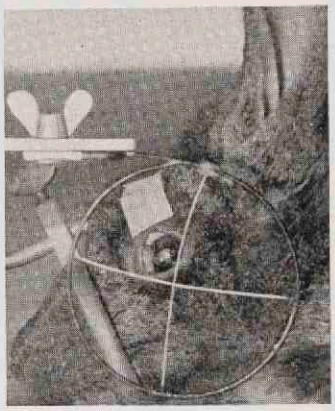
Stand 2*b*, konijn 55, foto 1926 (zie blz. 168) gedurende het draaien. raddr. naar voren.



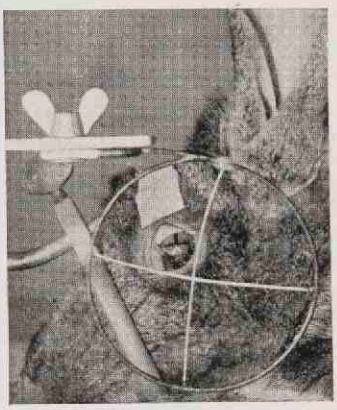
Stand 2*b*, konijn 55, foto 1927 (zie blz. 168) na het draaien.



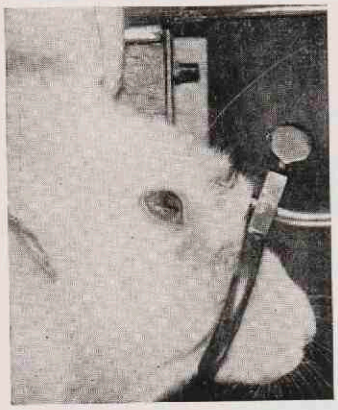
Stand 2*b*^{1}, konijn 59, foto 1994 (zie blz. 168) voor het draaien.



Stand 2*b*^{1}, konijn 59, foto 1997 (zie blz. 168) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar voren.

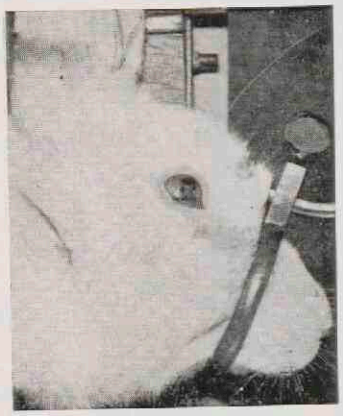


Stand 2*b*^{1}, konijn 59, foto 1998 (zie blz. 168) na het draaien.



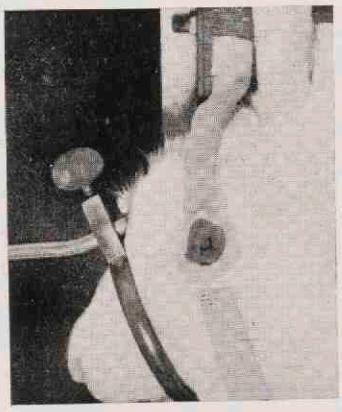
Stand 3*a*, konijn 55, foto 1850 (zie blz. 169) voor het draaien.

Stand 3*a*, konijn 55, foto 1851 (zie blz. 169) gedurende het draaien vert. afw. naar boven raddr. naar achter.



Stand 3*a*, konijn 55, foto 1852 (zie blz. 169) na het draaien.

Stand 3*a*[1], konijn 55, foto 1860 (zie blz. 169) voor het draaien.



Stand 3*a*[1], konijn 55, foto 1861 (zie blz. 169) gedurende het draaien raddr. naar achter.

Stand 3*a*[1], konijn 55, foto 1862 (zie blz. 169) na het draaien.

Stand 2c[1].

C = 11,83.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddr. n. voren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
40	± 5 gr.	± 5 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Onderzoek in de standen 3a en *3a*[1].

Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.

In stand *3a* (waarbij dus het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 5 dieren nagegaan. C bedroeg 42,58.

Resultaten: 3 dieren hadden een raddraaiing naar achter van 20 tot 30 gr. en 1 dier raddraaiing naar voren, 20 gr.

In 1 geval ontstond in het geheel geen raddraaiing.

In 3 gevallen was er een vertikaalafwijking naar boven van 15 tot 30 gr. en 2 dieren vertoonden geen afwijking. Zie foto's 1850, 1851, 1852.

In stand *3a*[1] (waarbij dus het oog aan de zijde van het geopereerde oor werd onderzocht) zijn eveneens 5 dieren onderzocht. Bij 2 dieren ontstond een raddraaiing naar voren van 5 tot 20 gr., 1 dier vertoonde raddraaiing naar achter, 10 gr. en in 2 gevallen ontstond geen afwijking.

In geen enkel geval was een vertikaalafwijking waar te nemen. Zie foto's 1860, 1861, 1862.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 3a.

C = 42,58.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
6	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 15 gr.	± 15 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
20	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
23	± 20 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
55	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
59	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 3a¹.

C = 42,58.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
20	± 20 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
23	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ja	ja
35	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
55	± 10 gr. n. achter	± 10 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
59	± 5 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Onderzoek in de standen 3b en 3b¹.

Konijnen waarbij het linker labyrinth verwijderd was.

In stand 3*b* (waarbij dus het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 5 dieren nagegaan. C bedroeg 44,16.

Resultaten: Alle dieren hadden een raddraaiing naar achter, welke van 5 tot 30 gr. bedroeg. Slechts in 1 geval ontstond een vertikaalafwijking, 20 gr. naar boven. Zie foto's 2107, 2108, 2109.

In stand 3*b*¹ (waarbij dus het oog aan de zijde van het geopereerde oor werd onderzocht) werden de reacties bij 4 dieren nagegaan.

In 3 gevallen ontstond raddraaiing naar achter, van 5 tot 15 gr., terwijl in 1 geval geen afwijking ontstond.

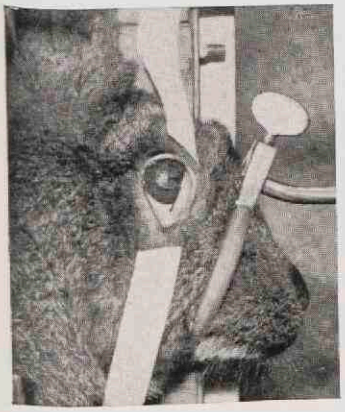
Slechts 1 konijn had een vertikaalafwijking, 10 gr. naar boven. Zie foto's 1847, 1848, 1849.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

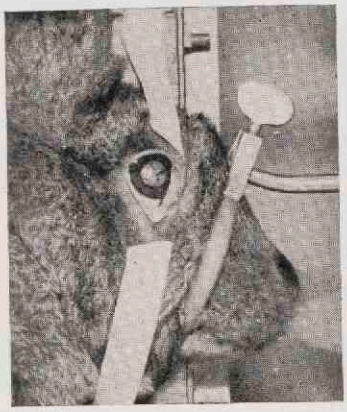
Stand 3b.

C = 44,16.

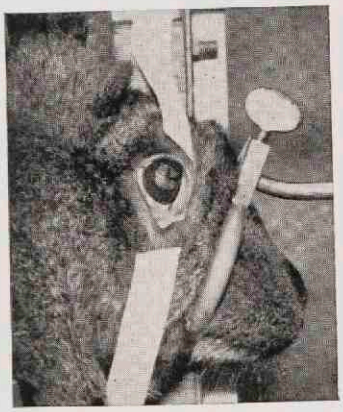
Linksz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
6	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	± 20 gr.	± 20 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
20	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
23	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
55	± 30 gr. n. achter	± 30 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
59	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen



Stand 3*b*, konijn 59, foto 2107 (zie blz. 170) voor het draaien.



Stand 3*b*, konijn 59, foto 2108 (zie blz. 170) gedurende het draaien geringe raddr. n. achter.



Stand 3*b*, konijn 59, foto 2109 (zie blz. 170) na het draaien.

Stand 3*b*[1], konijn 55, foto 1847 (zie blz. 170) voor het draaien.

Stand 3*b*[1], konijn 55, foto 1848 (zie blz. 170) gedurende het draaien geringe vert. afw. naar boven.

Stand 3*b*[1], konijn 55, foto 1849 (zie blz. 170) na het draaien.

Stand 3b[1].

C = 44,16.

Linksz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. boven* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vert.afw. n. beneden* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
23	± 15 gr. n. achter	± 15 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
35	± 15 gr. n. achter	± 15 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
55	0 gr.	0 gr.	± 10 gr.	± 10 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
59	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

VERGELIJKING VAN DE REACTIES BIJ NORMALE, NIET GEOPEREERDE, EN BIJ AAN EEN ZIJDE GEOPEREERDE KONIJNEN.

Ten einde het verschil in de reacties bij geopereerde en niet geopereerde konijnen duidelijk te doen zien, zijn de gemiddelden berekend van de raddraaiing en de vertikaalafwijking, zoowel bij voor- als bij achteruit draaien, bij normale, niet geopereerde konijnen en bij de dieren, waarbij aan een zijde het labyrinth verwijderd was.

Hierna volgt een staatje van deze gemiddelden.

KONIJNEN.

Stand	*Gemiddelde Raddraaiing* *Vooruit* *Normaal*	*eenz. geop.*	*Achteruit* *Normaal*	*eenz. geop.*	*Gemiddelde Vertikaalafwijking* *Vooruit* *Normaal*	*eenz. geop.*	*Achteruit* *Normaal*	*eenz. geop.*
1*a*	± 31 gr. n. achter	± 23 gr. n. achter	± 29 gr. n. achter	± 23 gr. n. achter	± 24 gr. n. bened.	± 27 gr. n. bened.	± 24 gr. n. bened.	± 27 gr. n. bened.
1*a*[1]	± 32 gr. n. achter	± 23 gr. n. achter	± 32 gr. n. achter	± 21 gr. n. achter	± 27 gr. n. bened.	± 11 gr. n. bened.	± 27 gr. n. bened.	± 11 gr. n. bened.
1*b*	± 20 gr. n. achter	± 14 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	± 14 gr. n. achter	± 23 gr. n. boven	± 16 gr. n. boven	± 23 gr. n. boven	± 16 gr. n. boven

Stand	Gemiddelde Raddraaiing Vooruit		Achteruit		Gemiddelde Vertikaalafwijking Vooruit		Achteruit	
	Normaal	*eenz. geop.*	*Normaal*	*eenz. geop.*	*Normaal*	*eenz. geop.*	*Normaal*	*eenz. geop.*
1b¹	± 25 gr. n. achter	± 11 gr. n. achter	± 25 gr. n. achter	± 11 gr. n. achter	± 17 gr. n. boven	± 17 gr. n. boven	± 17 gr. n. boven	± 16 gr. n. boven
1c	± 4 gr. n. achter	± 25 gr. n. achter	± 1 gr. n. achter	± 15 gr. n. achter	± 15 gr. n. bened.	± 10 gr. n. bened.	± 15 gr. n. bened.	± 10 gr. n. bened.
1c¹	± 6 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	± 4 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	± 18 gr. n. bened.	± 13 gr. n. bened.	± 18 gr. n. bened.	± 13 gr. n. bened.
1d	± 2 gr. n. achter	± 8 gr. n. achter	0 gr.	± 8 gr. n. achter	± 14 gr. n. boven	± 20 gr. n. boven	± 15 gr. n. boven	± 20 gr. n. boven
1d¹	± 1 gr. n. achter	0 gr.	± 1 gr. n. achter	0 gr.	± 11 gr. n. boven	± 10 gr. n. boven	± 11 gr. n. boven	± 10 gr. n. boven
2a	± 67 gr. n. achter	± 60 gr. n. achter	± 67 gr. n. achter	± 60 gr. n. achter	0 gr.	± 2 gr. n. boven	0 gr.	± 2 gr. n. boven
2a¹		± 40 gr. n. achter		± 49 gr. n. achter		0 gr.		0 gr.
2b	± 20 gr. n. voren	± 12 gr. n. voren	± 20 gr. n. voren	± 12 gr. n. voren	0 gr.	± 2 gr. n. bened.	0 gr.	± 2 gr. n. bened.
2b¹	± 27 gr. n. voren	± 15 gr. n. voren	± 27 gr. n. voren	± 15 gr. n. voren	± 2 gr. n. bened.	± 2 gr. n. boven	± 3 gr. n. bened.	± 3 gr. n. boven
2c. o.st.	± 20 gr. n. voren		± 20 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	
2c n.st.	± 8 gr. n. voren		± 8 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	
2c¹ o.st.	± 22 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	± 22 gr. n. voren	± 5 gr. n. voren	± 5 gr. n. bened.	0 gr.	± 5 gr. n. bened.	0 gr.
2c¹ n.st.	± 10 gr. n. voren		± 10 gr. n. voren		0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.
3a	± 3 gr. n. achter	± 20 gr. n. achter	0 gr.	± 20 gr. n. achter	± 10 gr. n. bened.	0 gr.	± 10 gr. n. bened.	0 gr.
	± 5 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	± 7 gr. n. voren	± 10 gr. n. voren	0 gr.	± 11 gr. n. boven	0 gr.	± 11 gr. n. boven
3a¹	± 2 gr. n. achter	± 3 gr. n. achter	0 gr.	± 3 gr. n. achter	± 10 gr. n. bened.	0 gr.	± 10 gr. n. bened.	0 gr.
	± 9 gr. n. voren	± 6 gr. n. voren	± 9 gr. n. voren	± 6 gr. n. voren	± 6 gr. n. boven	0 gr.	± 6 gr.. n. boven	0 gr.
3b	± 5 gr. n. achter	± 25 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	± 25 gr. n. achter	± 3 gr. n. bened.	0 gr.	± 3 gr. n. bened.	0 gr.
	± 7 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. boven	± 4 gr. n. boven	± 5 gr. n. boven	± 4 gr. n. boven
3b¹	± 22 gr. n. achter	± 9 gr. n. achter	± 1 gr. n. achter	± 19 gr. n. achter	± 17 gr. n. boven	± 2 gr. n. boven	± 23 gr. n. boven	± 2 gr. n. boven
	± 7 gr. n. voren	0 gr.	0 gr.	0 gr.	± 2 grl. n. bened	0 gr.	± 2 gr. n. bened.	0 gr.

VERGELIJKING VAN DE REACTIES BIJ NORMALE CAVIAE EN BIJ CAVIAE WAARBIJ HET LINKER LABYRINTH WAS INGESPOTEN.

Evenals dit bij de konijnen geschiedde, is bij normale caviae de gemiddelde raddraaiing en de gemiddelde vertikaalafwijking berekend.

Eveneens is het gemiddelde genomen van de vertikaalafwijking, die ontstond bij 5 caviae, waarvan het linker labyrinth was ingespoten. De raddraaiing is bij deze dieren niet onderzocht. De ingespoten caviae zijn alleen onderzocht in de standen 1*a* en 1*a*[1].

Hierna volgt een opgave van de gemiddelden.

CAVIAE.

Stand	*Gemiddelde Raddraaiing*				*Gemiddelde Vertikaalafwijking*			
	Vooruit		*Achteruit*		*Vooruit*		*Achteruit*	
	Normaal	*linker lab. ingesp.*	*Normaal*	*linker lab. ingesp.*	*Normaal*	*linker lab. ingesp.*	*Normaal*	*linker lab. ingesp.*
1*a*	± 22 gr. n. achter		± 22 gr. n. achter		± 22 gr. n. bened.	± 8 gr. n. bened.	± 22 gr. n. bened.	± 9 gr. n. bened.
1*a*[1]	± 30 gr. n. achter		± 30 gr. n. achter		± 25 gr. n. bened.	± 14 gr. n. bened.	± 25 gr. n. bened.	± 14 gr. n. bened.
1*b*	± 12 gr. n. achter		± 12 gr. n. achter		± 13 gr. n. boven		± 13 gr. n. boven	
1*b*[1]	± 8 gr. n. achter		± 8 gr. n. achter		± 5 gr. n. boven		± 5 gr. n. boven	
2*a*	± 30 gr. n. achter		± 30 gr. n. achter		0 gr.		0 gr.	
2*a*[1]	± 30 gr. n. achter		± 30 gr. n. achter		0 gr.		0 gr.	
2*b*	± 30 gr. n. voren		± 30 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	
2*b*[1]	± 30 gr. n. voren		± 30 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	
2*c*	± 30 gr. n. voren		± 30 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	
2*c*[1]	± 23 gr. n. voren		± 23 gr. n. voren		0 gr.		0 gr.	

ONDERZOEK VAN KONIJNEN BIJ WELKE AAN BEIDE ZIJDEN HET LABYRINTH VERWIJDERD WAS.

Onderzoek in stand 1*a en* 1*a*[1].

Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Onderzocht zijn 7 dieren.

Er ontstond geen raddraaiing (in 3 gevallen een spoortje); evenmin ontstond er vertikaalafwijking (in 1 geval een spoortje). Zie foto's 1820, 1823, 1824.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 1*a*.

C = 41,41.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
22	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. bened.	± 5 gr. n. bened.	geen	geen
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
52	0 gr.	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	geen	geen
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
57	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen

Stand 1*a*[1].

C = 41,41.

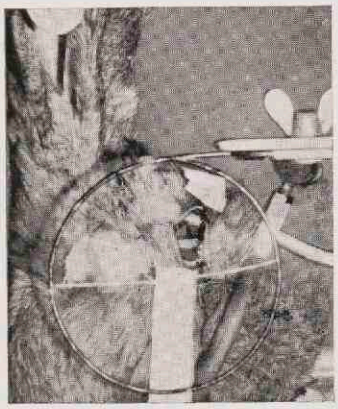
Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
22	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. bened.	± 5 gr. n. bened.	geen	geen
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
52	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
54	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	geen	geen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen

Onderzoek in stand 1*a en* 1*a*[1].

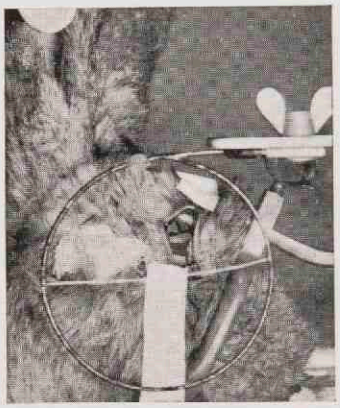
Niet gefixeerd konijn waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

De resultaten waren zeer wisselend, nu eens draaide de kop

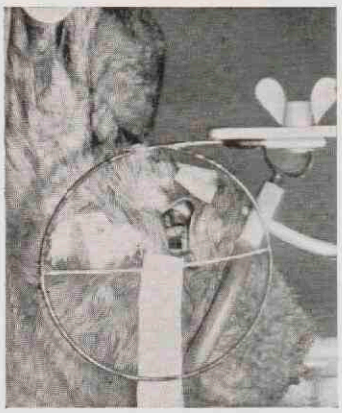
DUBBELZIJDIG GEOPEREERDE DIEREN.



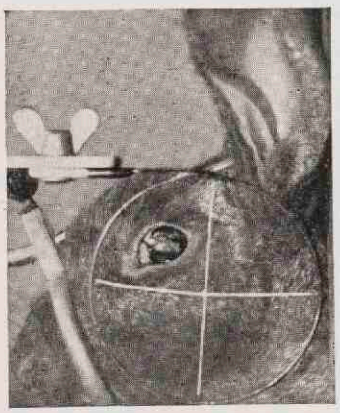
Stand 1*a*, konijn 57, foto 1820 (zie blz. 174) voor het draaien.



Stand 1*a*, konijn 57, foto 1823 (zie blz. 174) gedurende het draaien geringe raddr. n. achter.



Stand 1*a*, konijn 57, foto 1824 (zie blz. 174) na het draaien.



Stand 1*b*[1], konijn 45, foto 1521 (zie blz. 175) voor het draaien.

Stand 1*b*[1], konijn 45, foto 1522 (zie blz. 175) gedurende het draaien geen afwijking.

Stand 1*b*[1], konijn 45, foto 1523 (zie blz. 175) na het draaien.

30 gr. naar het centrum om de sagittale as, dan weer 20 gr. naar de periferie, soms ontstond er geen afwijking.

Hierna volgt het staatje van de resultaten.

Stand 1a.
C = 41,41.

Niet gefixeerd konijn.

Dubbelz. geoper. konijn		draaien vooruit	draaien achteruit
54	1ste proef	kop 30 gr. n. centrum	geen afw.
	2de proef	geen afw.	kop 30 gr. n. centrum

Stand 1a¹.
C = 41,41.

	draaien vooruit	draaien achteruit
54	kop 20 gr. n. periferie	kop 20 gr. n. periferie

Onderzoek in stand 1b en 1b¹.
Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Er zijn 7 dieren onderzocht.

Slechts in 1 geval ontstond raddraaiing naar achter van het rechter oog, ± 5 gr., eveneens slechts in 1 geval vertikaalafwijking van het rechter oog, ± 5 gr. naar boven. Zie foto's 1521, 1522, 1523.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen 1*b* en 1*b*¹.

Stand 1b.
C = 21,69.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
22	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. boven	± 5 gr. n. boven	geen	geen
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
52	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	l. oor n. voren	l. oor n. voren
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen

Stand 1b¹.

C = 21,69.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien vooruit	draaien achteruit
22	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
52	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
78	0 gr	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen

Onderzoek in stand 2a en 2a¹.

Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Er zijn 6 dieren onderzocht.

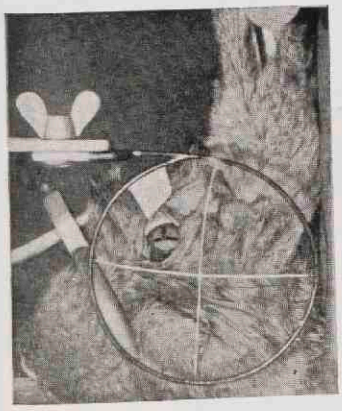
Er ontstond raddraaiing, noch vertikaalafwijking (alleen in 1 geval een spoortje raddraaiing naar achter van het rechter oog en in 1 geval een spoortje vertikaalafwijking naar boven van het rechter oog). Zie foto's 1830, 1833, 1834.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

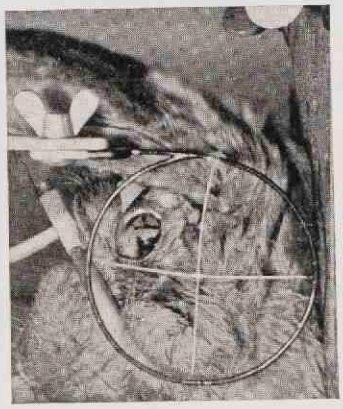
Stand 2a.

C = 47,32.

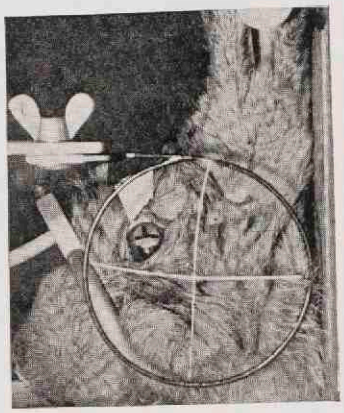
Dub. belz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
52	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. boven	± 5 gr. n. boven	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
54	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja



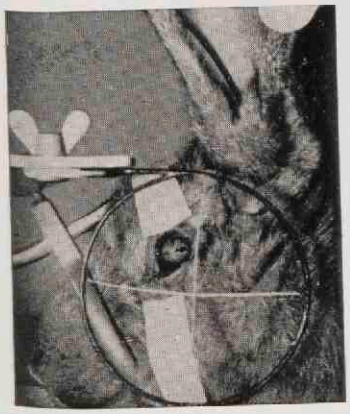
Stand $2a^1$, konijn 57, foto 1830 (zie blz. 176) voor het draaien.



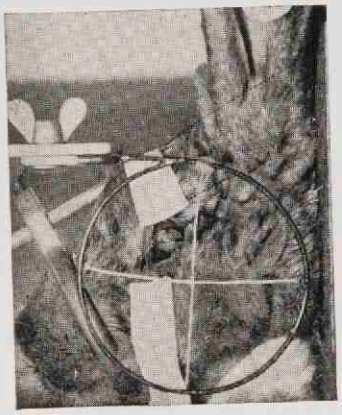
Stand $2a^1$, konijn 57, foto 1833 (zie blz. 176) gedurende het draaien geen afwijking.



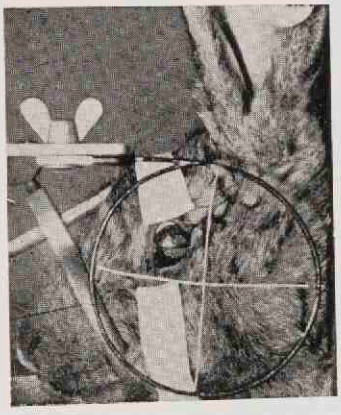
Stand $2a^1$, konijn 57, foto 1834 (zie blz. 176) na het draaien.



Stand $2b^1$, konijn 57, foto 1835 (zie blz. 177) voor het draaien.



Stand $2b^1$, konijn, 57 foto 1838 (zie blz. 177) gedurende het draaien geen afwijking.



Stand $2b^1$, konijn 57, foto 1839 (zie blz. 177) na het draaien.

Stand 2a[1].

C = 47,32.

Dub.-belz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
52	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	ooren n. voren	ooren n. voren	ja	ja

Onderzoek in stand 2b en 2b[1].

Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Er zijn 6 dieren onderzocht.

Bij geen enkel dier ontstond raddraaiing, terwijl slechts in 1 geval een spoortje vertikaalafwijking naar boven van het linker oog ontstond. Zie foto's 1835, 1838, 1839.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in de standen *2b* en *2b*[1].

Stand 2b.

C = 29,57.

Dub-belz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
52	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Stand 2b¹.

C = 29,57.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afw. in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
45	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
52	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
54	0 gr.	0 gr.	± 5 gr. n. boven	± 5 gr. n. boven	geen	geen	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
57	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen
78	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Onderzoek in stand 2c en 2c¹.

Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Er werd 1 dier onderzocht.

Er ontstond raddraaiing, noch vertikaalafwijking. Zie foto's 2530, 2531, 2532.

Hierna volgt nog een opgave van de resultaten.

Stand 2c.

C = 4.73.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Stand 2c¹.

C = 4.73.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien n. links	draaien n. rechts	*Vertik.afw.* draaien n. links	draaien n. rechts	*Afwijking in stand v. d. ooren* draaien n. links	draaien n. rechts	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien n. links	draaien n. rechts
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	geen	geen	neen	neen

Onderzoek in de standen 3a en 3a¹, 3b en 3b¹.

Konijnen waarbij beide labyrinthen verwijderd waren.

Er werden 2 dieren onderzocht.

Er ontstond één maal raddraaiing en nimmer vertikaalafwijking. Zie foto's 1865, 1868, 1869, 1719, 1720, 1721.

Stand 2*c*, konijn 54, foto 2530 (zie blz. 178) voor het draaien.

Stand 2*c*, konijn 54, foto 2531 (zie blz. 178) gedurende het draaien geen afwijking.

Stand 2*c*, konijn 54, foto 2532 (zie blz. 178) na het draaien.

Stand 3*a*[1], konijn 56, foto 1865 (zie blz. 178) voor het draaien.

Stand 3*a*[1], konijn 56, foto 1868 (zie blz. 178) gedurende het draaien geringe raddr. n. achter.

Stand 3*a*[1], konijn 56, foto 1869 (zie blz. 178) na het draaien.

Stand 3*b*, konijn 54, foto 1719 (zie blz. 178) voor het draaien.

Stand 3*b*, konijn 54, foto 1720 (zie blz. 178) gedurende het draaien geen afwijking.

Stand 3*b*, konijn 54 foto 1721 (zie blz. 178) na het draaien.

Hierna volgen de resultaten van het onderzoek in bovengenoemde standen.

Stand 3a.

C = 42,58.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 3a¹.

C = 42,58.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
56	± 5 gr. n. achter	± 5 gr. n. achter	0 gr.	0 gr.	ja	ja

Stand 3b.

C = 44,16.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

Stand 3b¹.

C = 44,16.

Dubbelz. geoper. konijnen	*Raddraaiing* draaien vooruit	draaien achteruit	*Vertik.afw.* draaien vooruit	draaien achteruit	*Membr. nict. komt tevoorschijn* draaien vooruit	draaien achteruit
54	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen
56	0 gr.	0 gr.	0 gr.	0 gr.	neen	neen

BESPREKING VAN DE OORZAKEN DER AFWIJKINGEN BIJ PROEFDIEREN OP DE CENTRIFUGE.

Wij kunnen de onderzoekingen in 3 groote groepen verdeelen:

1. onderzoek bij dieren met normale labyrinthen.
2. onderzoek bij dieren, waarbij aan één zijde het labyrinth verwijderd was of door inspuiting buiten werking was gesteld.
3. onderzoek bij dieren, waarbij aan beide zijden het labyrinth was verwijderd.

Wij vonden bij groep 1 vertikaalafwijkingen en raddraaiingen, bij groep 2 eveneens, zij het dan vaak in verminderde mate, bij groep 3 geen afwijkingen, behalve een uiterst kleine afwijking in enkele gevallen.

Onze eerste conclusie is dus, dat de gevonden reflexen op rekening van de labyrinthen moeten worden gesteld.

Over de zeer geringe afwijkingen, die bij enkele dubbelzijdig geopereerde dieren ontstaan, zal later nog een en ander worden gezegd.

De groote vraag is nu echter: welk gedeelte van het labyrinth veroorzaakt de raddraaiing en welk gedeelte de vertikaalafwijking?

Eerst willen wij de werking van de centrifugaalkracht ten opzichte van de booggangen nog eens nagaan. Zooals op blz. 137 van dit proefschrift reeds werd opgemerkt, ontstaat bij het in beweging komen en bij het tot stilstand komen van de centrifuge bij de proefdieren een nystagmus. Deze nystagmus wordt veroorzaakt door de beweging van de endolymphe ten opzichte van de booggangen bij de versnelde en bij de vertraagde beweging. Geheel anders is dit echter gesteld bij het draaien met constante snelheid. De vloeistof in de booggangen, de endolymphe, blijft dan ten opzichte van den wand van deze gangen in rust. Ook de perilymphe, die volgens Lorente de No (zie blz. 26) bij de centrifugeproeven op de cristae werkt en den vorm, dien deze in rust hebben, verandert, behoudt gedurende de constante snelheid ten opzichte van de booggangen denzelfden stand. Dat de vloeistof in de halfcirkelvormige kanalen gedurende de constante snelheid in rust blijft, bewijst ook het feit, dat er nooit nystagmus ontstaat. Dit is te concludeeren uit de scherpte der foto's, die — daar de belichting 1 tot 2 sec. bedroeg — in het tegenovergestelde geval den nystagmus duidelijk zouden aantoonen [1]). Steinhausen (160) heeft bij de adae-

1) Foto's gemaakt gedurende de versnelde of vertraagde beweging laten den nystagmus duidelijk zien.

quate rotatorische prikkeling van de booggangen een ombuigen der cupula waargenomen. Proeven met constante snelheid heeft hij echter niet gedaan.

Het is niet waarschijnlijk, dat de cristae geprikkeld worden bij een constante snelheid, en wel om de volgende redenen:

1. een omgebogen cupula, hetzij door endolymphstroom, hetzij op andere wijze ontstaan, moet steeds denzelfden reflex geven, n.l. een nystagmus in het vlak van de geprikkelde booggang en in de richting der doorbuiging. Deze nystagmus is, zooals reeds is opgemerkt, door mij bij de centrifugeproeven gedurende de constante snelheid nooit waargenomen.

2. bij het centrifugeeren van het konijn met de lengteas van den kop loodrecht op de straal (stand 1*a*, *b*, *c*, *d*) gaat het naar binnen gekeerde oog naar beneden, het andere naar boven. Deze beweging kan alleen vanuit de booggangen veroorzaakt worden door gelijktijdige prikkeling in de beide vertikale kanalen. Prikkeling van een horizontale crista geeft toch steeds een laterale verplaatsing van het oog. Er is nu geen enkele reden om aan te nemen, dat in deze positie alleen de vertikale kanalen en niet de horizontale door de centrifugaalkracht geprikkeld zouden worden.

3. een prikkeling der crista door de centrifugaalkracht veronderstelt een hooger soortelijk gewicht der cupula tegenover de endolymph. Dit is zeer onwaarschijnlijk en door niemand bewezen.

4. twee soorten adaequate prikkels van een zintuig en twee verschillende reacties door hetzelfde zintuig aan te nemen, is niet in overeenstemming met de wet van de specifieke energie van elk zintuig.

Er rest dus nu nog de prikkeling der otolieten als oorzaak der reflexen aan te nemen. Zooals wij reeds eenige malen hebben opgemerkt, wordt de versnelling der centrifugale kracht, die op het labyrinth werkt, gevonden uit de formule $C = \frac{V^2}{R}$ hierbij is $V = \frac{2 \pi R}{\text{omlooptijd}}$ de snelheid der centrifuge en R de afstand van het midden van den kop tot de centrifugeas.

Hoe werkt nu de centrifugale kracht op de otolieten?

In de standen 1*a*, 1*b*, 1*c* en 1*d* werkt deze in de richting van de as,

die de beide ooren verbindt. De sacculusotoliet in het naar het centrum gekeerde oor wordt daardoor tegen zijn macula gedrukt, de macula sacculi in het van het centrum afgewende oor krijgt daarentegen een drukvermindering. Zie fig. 16.

In stand 2*a* werkt de centrifugale kracht in de richting van de lengteas van den kop, waardoor de utriculusotolieten, die in dezen stand een weinig achterover hellen, tegen de macula worden gedrukt. Zie fig. 16, 16*a*. [1])

In de standen 2*b* en 2*c* werkt de centrifugaalkracht ten opzichte van den kop in omgekeerde richting, zoodat er nu drukvermindering op de maculae utriculi ontstaat. Zie fig. 17 en 17*a*. [1])

In de standen 3*a* en 3*b* werkt de centrifugaalkracht in een richting, die ongeveer loodrecht staat op het vlak, dat door beide maculae van de utriculi gaat. In stand 3*a* ontstaat vermindering van druk op de beide maculae van de utriculi en ook op de beide maculae van de sacculi.

In stand 3*b* daarentegen ontstaat drukvermeerdering op de maculae van de utriculi en van de sacculi. Zie fig. 17.

Vertikaalafwijking.

Veronderstellen wij, dat de drukverhooging op een macula sacculi vertikaalafwijking naar beneden geeft en een drukvermindering vertikaalafwijking naar boven, dan willen wij nagaan, of een dergelijke hypothese met de verkregen uitkomsten overeenstemt. Alvorens dit echter te doen, moet ik nog het volgende opmerken. Er zijn verschillende mogelijkheden:

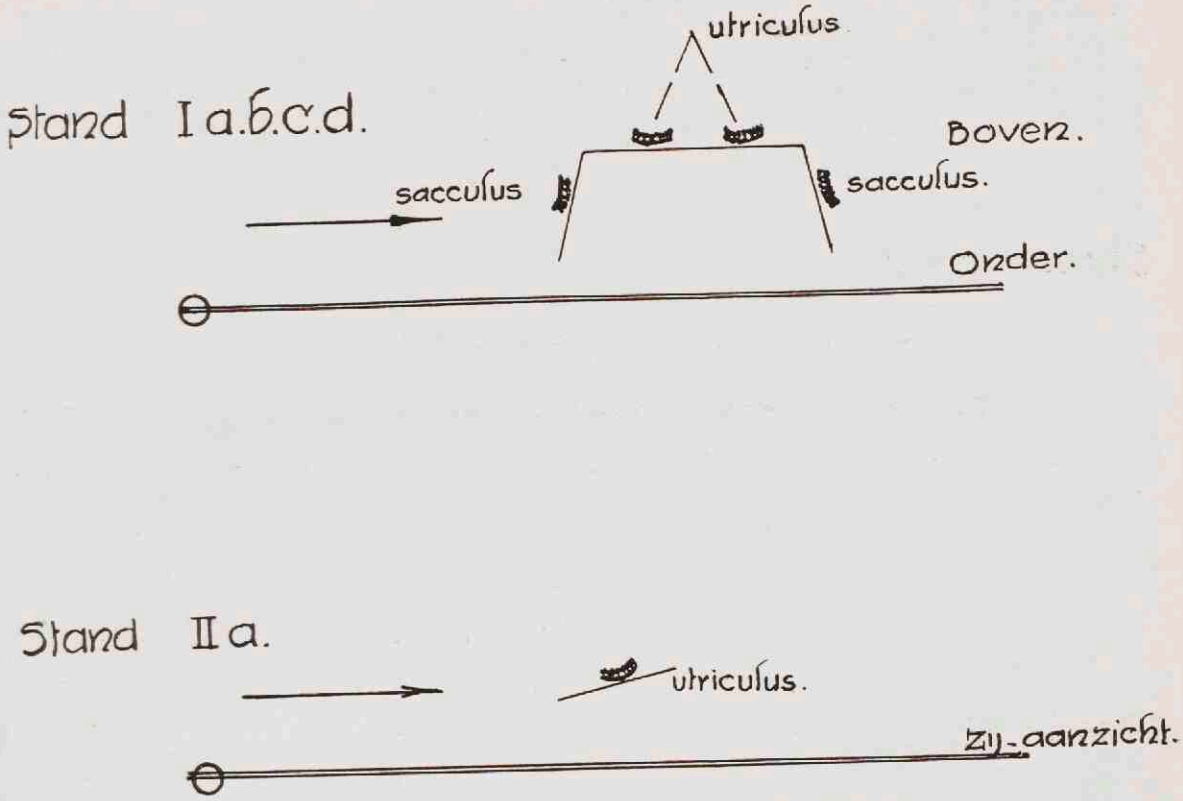
1. dat de drukvermeerdering op de macula sacculi van het naar het centrum gekeerde oor de vertikaalafwijking naar beneden geeft in het aan dezelfde zijde gelegen oog en een vertikaalafwijking naar boven in het andere oog.
2. dat de drukverlaging op de van het centrum afgewende macula sacculi in het aan dezelfde zijde gelegen oog een vertikaalafwijking naar boven geeft en in het naar het centrum toegekeerde oog een vertikaalafwijking naar beneden.

Wellicht zijn echter beide mogelijkheden in het spel.

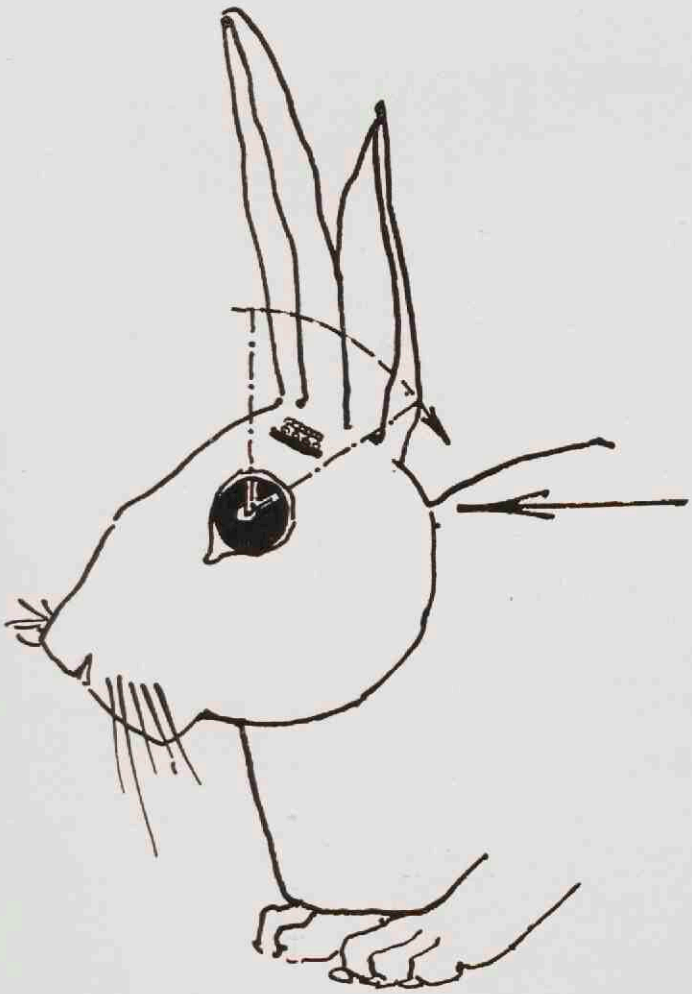
Wat pleit er nu voor, dat de vertikaalafwijking door de sacculusotolieten ontstaat?

1. De resultaten van de proeven in de standen 1*a*, 1*b*, 1*c* en 1*d*. In stand 1*a* zien wij namelijk vertikaalafwijking naar beneden,

[1]) Deze teekeningen zijn van den heer L. Klaphaak.

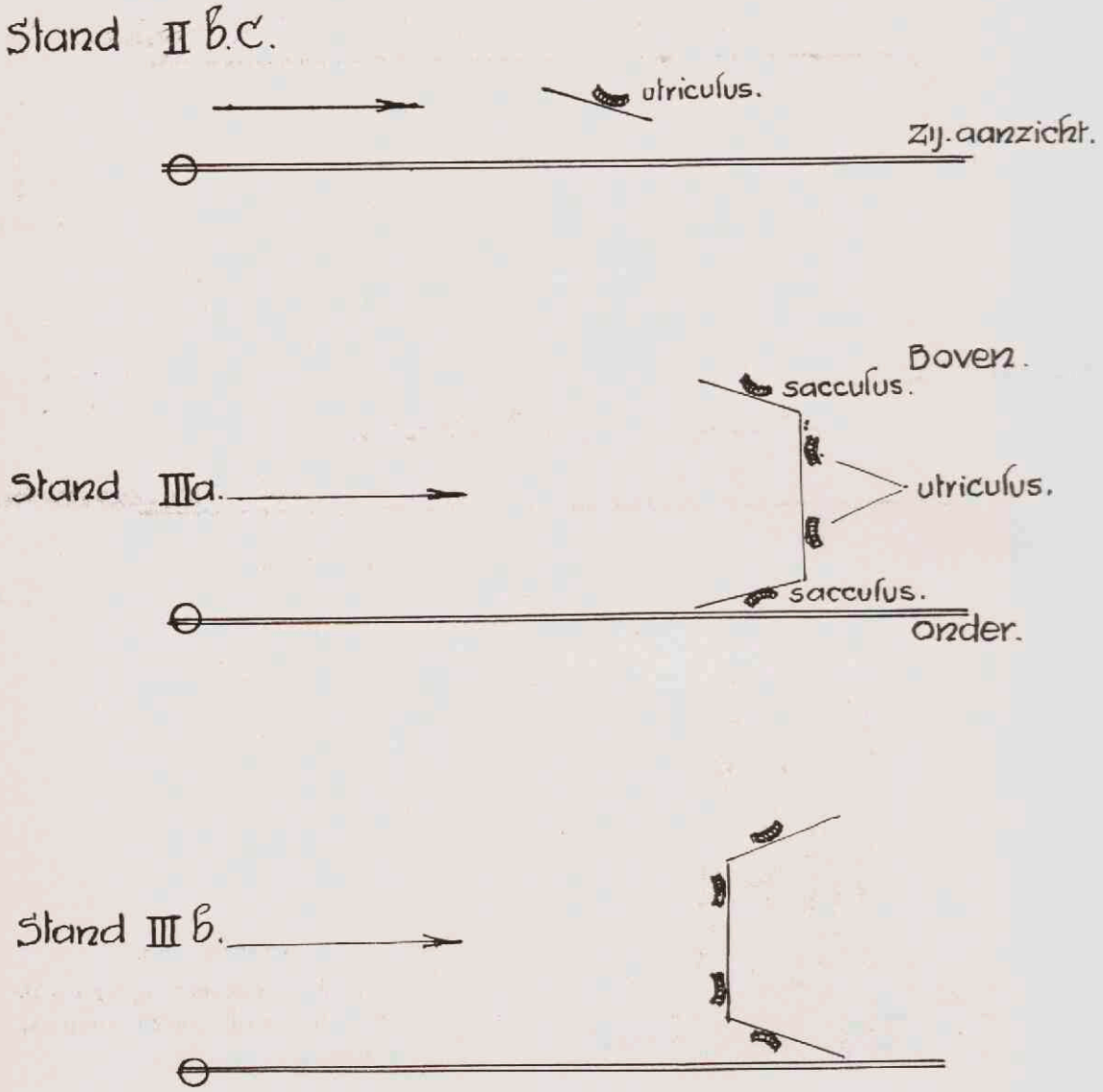


FIGUUR 16.

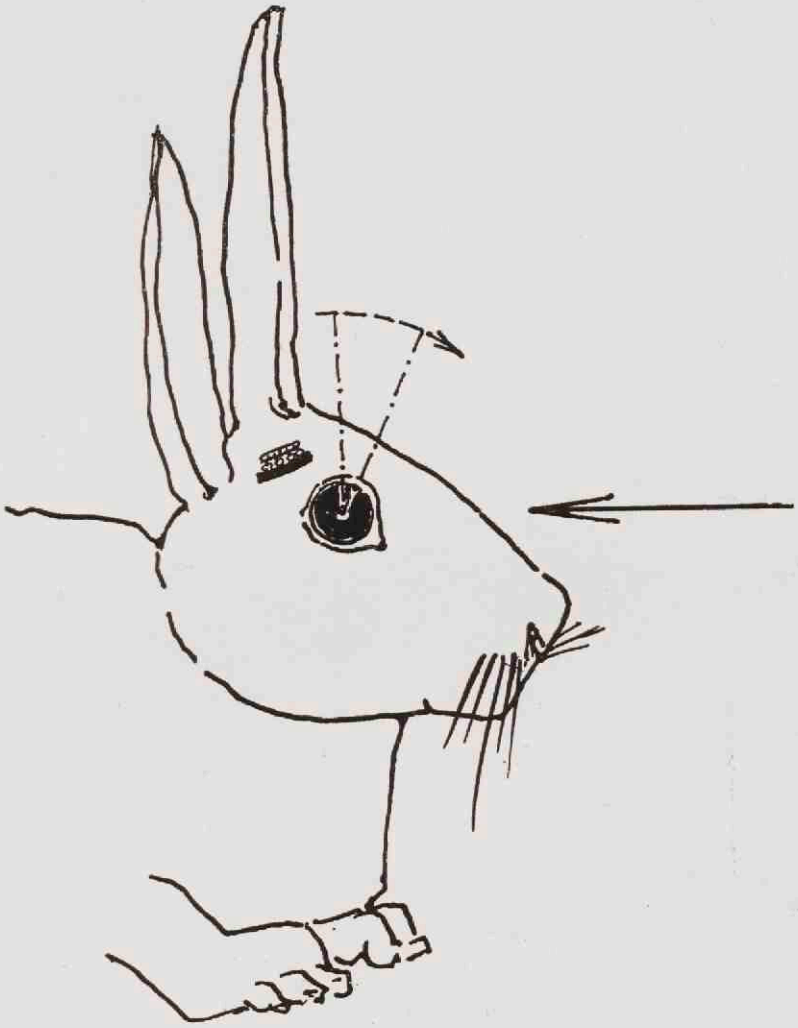


FIGUUR 16*a*.

Stand 2*a*, drukverhooging op de utriculus macula, raddraaiing van het oog naar achteren.

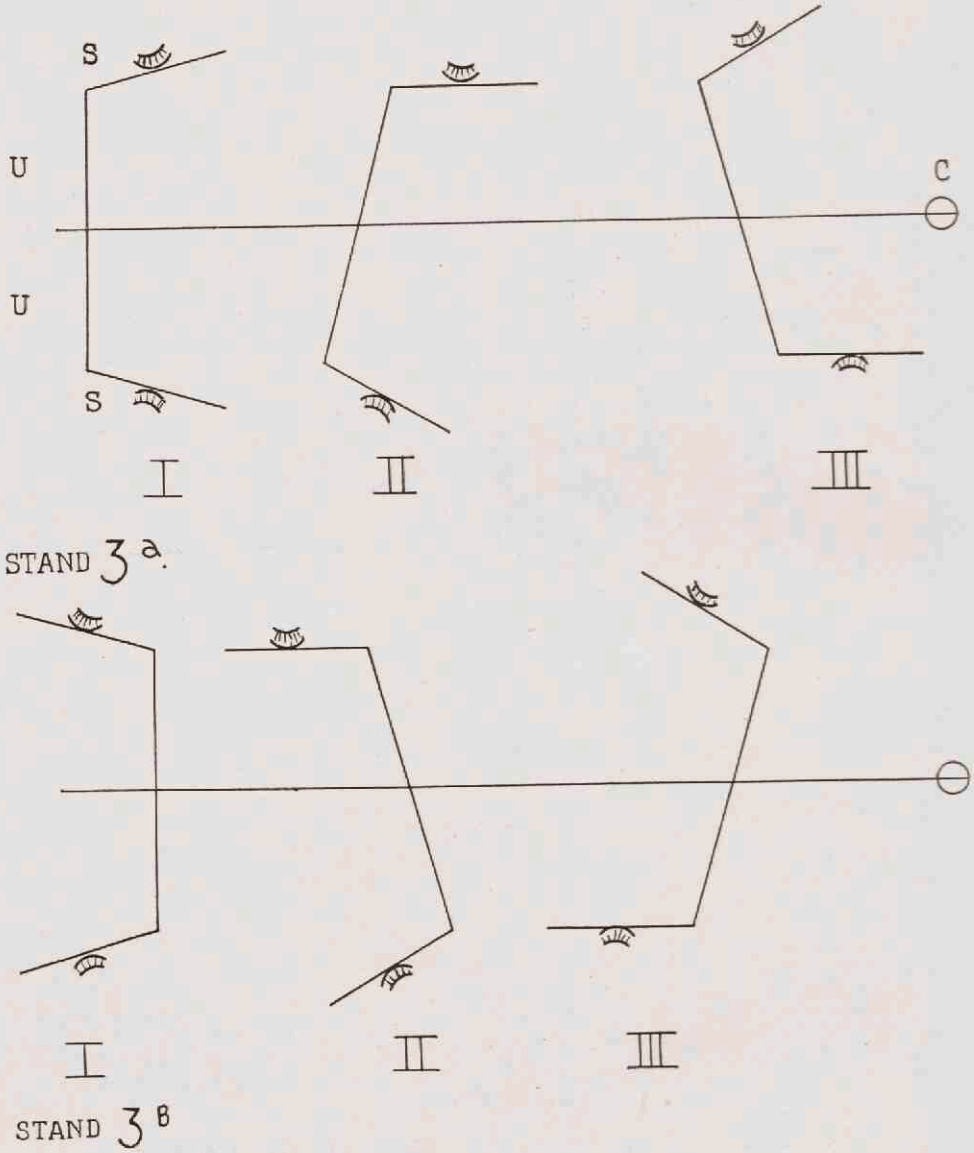

Stand II b.c.
utriculus.
Zij. aanzicht.
Boven.
sacculus.
Stand IIIa.
utriculus.
sacculus.
onder.
Stand III b.

FIGUUR 17.



FIGUUR 17*a*.

Stand 2*b* en 2*c*, drukvermindering op de utriculus macula, raddraaiing van het oog naar voren.



FIGUUR 18.

in stand 1*b* vertikaalafwijking naar boven, hetwelk dus overeenstemt met de drukverhooging resp. drukverlaging op de maculae sacculi. Evenzoo in de standen 1*c* en 1*d*.

Gedurende het centrifugeeren zien wij vaak den kop om de sagittale as naar het centrum toe draaien; de beide utriculusotolieten komen daardoor ten opzichte van het horizontale vlak iets schuin te staan, waardoor de centrifugale kracht een drukverhooging op de maculae geeft. Indien de utriculusotolieten en niet de sacculusotolieten de vertikaalafwijking veroorzaakten, is het niet te verklaren, hoe het naar het centrum gekeerde oog een vertikaalafwijking naar beneden en het andere een vertikaalafwijking naar boven krijgt, te meer daar bij proeven met dieren, waarbij aan één zijde het labyrinth verwijderd is, vastgesteld is, dat — wanneer het geopereerde oor naar het centrum gekeerd is — het aan de tegenovergestelde zijde gelegen oog toch een vertikaalafwijking naar boven vertoont, terwijl in dit geval de utriculus van de niet geopereerde zijde toch een verhoogde drukking ondervindt.

2. Het ontbreken van vertikaalafwijking in de standen 2*a*, 2*b* en 2*c* bij aan één zijde geopereerde dieren. In deze standen ontstaan zoo goed als geen drukveranderingen op de maculae sacculi, omdat zij bijna parallel loopen met de straal van de centrifuge. Bij aan één zijde geopereerde dieren zou daardoor dus geen vertikaalafwijking van het oog naar beneden ontstaan, hetgeen overeenkomt met de feiten.

Indien de utriculusotolieten echter de vertikaalafwijking veroorzaken, zouden de resultaten bij de aan één zijde geopereerde dieren geheel anders zijn. Door de anatomische verhoudingen ontstaat namelijk in stand 2*a* een drukverhooging in beide utriculi gedurende het omwentelen en in de standen 2*b* en 2*c* een drukvermindering. Bij de aan één zijde geopereerde dieren zouden dan zeker vertikaalafwijkingen moeten ontstaan, hetgeen echter slechts in enkele gevallen in geringe mate voorkomt (zie blz. 166 tot 169).

3. de verkregen resultaten bij normale proefdieren in de standen 3*a* I, II, III en 3*b* I, II, III.

Beschouwen wij eerst stand 3*a* (zie fig. 18) [1]), Nemen de beide sacculusotolieten ten opzichte van het horizontale vlak een symetrischen stand in, dan wordt gedurende het centrifugeeren de drukvermindering op de bovenliggende macula gelijk aan die op

---

1) Deze teekening is van den Heer L. Klaphaak.

de onderliggende. In deze gevallen zal er dan noch vertikaalafwijking naar boven, noch vertikaalafwijking naar beneden ontstaan. Dit is ook door de gevonden resultaten bevestigd. (zie blz. 152, 153, 154).

Draait de kop echter een weinig om de sagittale as, zoodat de bovenliggende sacculusotoliet ongeveer horizontaal komt te staan, dan werkt de centrifugale kracht alleen op den onderliggenden sacculusotoliet; door de hierdoor ontstane drukvermindering kan het onderliggende oog naar boven gaan en het bovenliggende oog een vertikaalafwijking naar beneden krijgen, wat dan ook in 3 gevallen geschiedt (zie blz. 153). Draait het konijn echter den kop naar de andere zijde, dan komt de benedenliggende sacculusotoliet ongeveer horizontaal te staan en krijgen wij door de centrifugale kracht alleen een drukvermindering op de bovenliggende macula, hierdoor kan het oog aan die zijde naar boven gaaan, hetgeen in 3 gevallen geschiedt (zie blz. 153).

In stand 3*b* zien wij de volgende resultaten (zie blz. 155): sommige dieren hebben geen vertikaalafwijking, andere hebben vertikaalafwijking naar boven, een ander heeft vertikaalafwijking naar beneden. Dit kan, evenals in stand 3*a*, verklaard worden door het verschil in ligging van de sacculusotolieten ten opzichte van het horizontale vlak (zie fig. 18).

De utriculus kan m.i. de vertikaalafwijking niet veroorzaken, omdat in de hierboven besproken 3 variaties van stand 3*a* (I, II, III) er een vermindering van druk is op de maculae utriculi, terwijl de vertikaalafwijking zoowel naar boven als naar beneden gericht is, of ontbreekt. Evenzoo is in stand 3*b* (I, II, III) steeds een drukverhooging op de maculae utriculi, terwijl de vertikaalafwijkingen weer verschillend zijn.

Raddraaiing.

Zooals wij gezien hebben (blz. 151) zijn Benjamins en Huizinga (149) door hun onderzoekingen tot de conclusie gekomen, dat bij duiven de raddraaiing veroorzaakt wordt door den sacculus. Door Versteegh (158) zijn bij konijnen de sacculusotolieten verwijderd. Hij vond nu, dat alle labyrinthaire reflexen nog konden worden opgewekt, alleen de totale raddraaiing was iets verminderd.

Ik wil nu nagaan, wat op grond van het door mij verrichte onderzoek over de oorzaak van de raddraaiing te besluiten is.

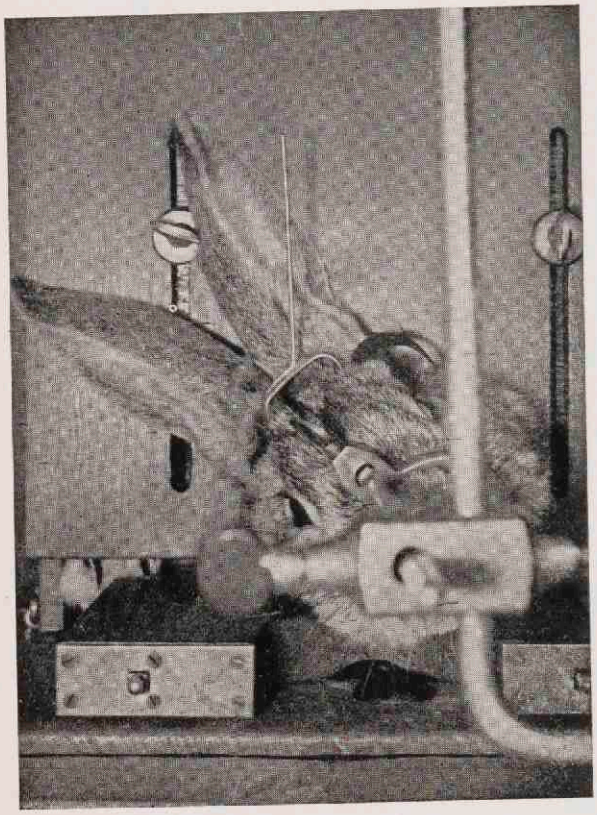


Foto 2537, konijn 64.

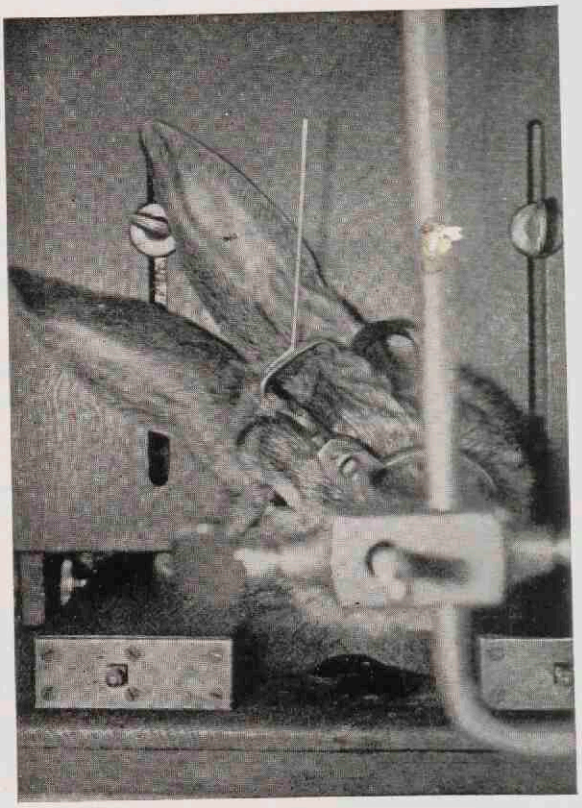


Foto 2538, konijn 64.

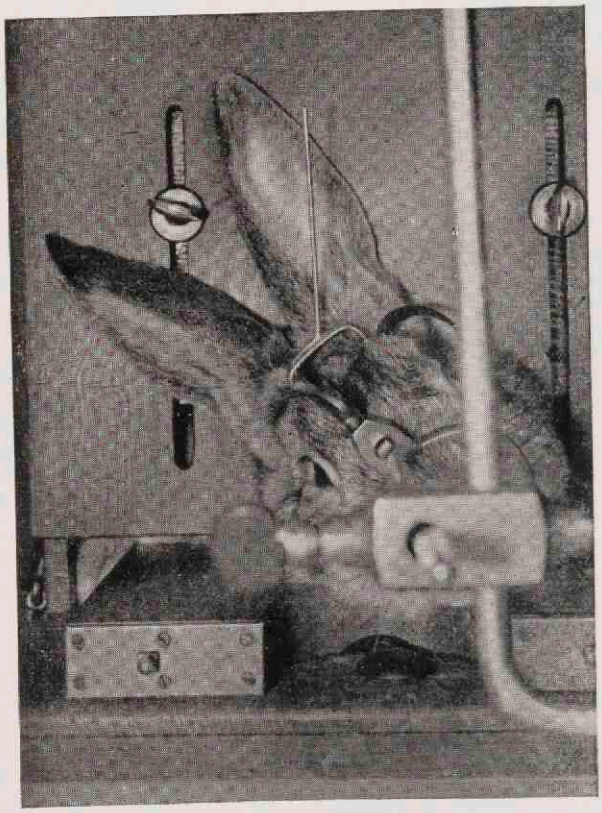


Foto 2539, konijn 64.

Wanneer wij aannemen, dat de sacculusotoliet de raddraaiing veroorzaakt, en wel bij drukverhooging raddraaiing naar achter en bij drukverlaging raddraaiing naar voren, is dit dan in overeenstemming te brengen met de in de verschillende standen gevonden resultaten?

Beschouwen wij eerst stand 1*a* en stand 1*b*. In stand 1*a* vonden wij bij alle dieren raddraaiing naar achter; in stand 1*b* eveneens. Het zou mogelijk kunnen zijn, dat de uitwerking van de drukvermeerdering in den naar het centrum gekeerden sacculus grooter was dan het resultaat van de drukvermindering in den anderen sacculus. Hierdoor zou dus in het van het centrum afgekeerde oog nog een raddraaiing naar achter kunnen ontstaan, zooals dit bij alle proefdieren is gezien. Dat dit echter niet het geval is, bewijzen de resultaten bij konijnen, bij welke aan een zijde het labyrinth is verwijderd. Staat namelijk bij deze dieren het geopereerde oor naar het centrum gericht, dan zien wij toch in het andere oog een raddraaiing naar achter. Zie stand 1*b* blz. 163.

Wij gaan nu over tot de standen 2*a*, *b* en *c*. In stand 2*a* krijgen de beide maculae sacculi een gelijke drukverhooging en in de standen 2*b* en 2*c* een gelijke drukvermindering. Deze drukveranderingen zijn echter minimaal.

Dit is dus niet in tegenspraak met de raddraaiing naar achter, resp. naar voren, die in deze standen ontstaat, ofschoon het dan verwondering moet wekken, dat een zoo sterke raddraaiing, soms 90 gr., zou worden veroorzaakt door een zoo geringe drukverhooging.

In stand 3*a* met de drie variaties I, II en III (zie fig. 18) is er steeds een drukvermindering op de beide maculae sacculi of in één sacculus vermindering van druk en in den anderen geen drukverhooging of verlaging. De raddraaiing naar voren (bij de meeste konijnen) òf het niet ontstaan van raddraaiing is hiermee niet in tegenspraak. Slechts in 1 geval (konijn 61) ontstond een geringe raddraaiing naar achter.

In stand 3*b* met de drie variaties I, II en III (zie fig. 18) is er òf een drukverhooging op de beide maculae sacculi òf op één macula sacculi, en op de andere geen drukverhooging of verlaging. Wij zien nu òf raddraaiing naar achter òf geen raddraaiing; dit is dus eveneens hier niet mee in tegenspraak. Slechts in 2 gevallen ontstond een geringe raddraaiing naar voren (konijn 61 en 63).

Nemen wij echter aan, dat de utriculusotoliet de raddraaiing veroorzaakt, en wel door drukverhooging op de macula raddraaiing naar achter en door drukverlaging raddraaiing naar voren, dan willen wij nagaan, of dit bewezen kan worden uit de in de verschillende standen gevonden resultaten.

Wij beginnen weer met stand 1*a*. In verband met het bovenstaande is de raddraaiing naar achter, die bij bijna alle proefdieren ontstaat, alleen te verklaren, wanneer de utriculusotolieten vanuit hun horizontalen stand door draaiing naar de as van de centrifuge iets schuin ten opzichte van de vertikaal komen te staan, waardoor de centrifugale kracht een drukverhooging op de maculae geeft (zie fig. 19B) [1]). Dit is dan ook meestal het geval.

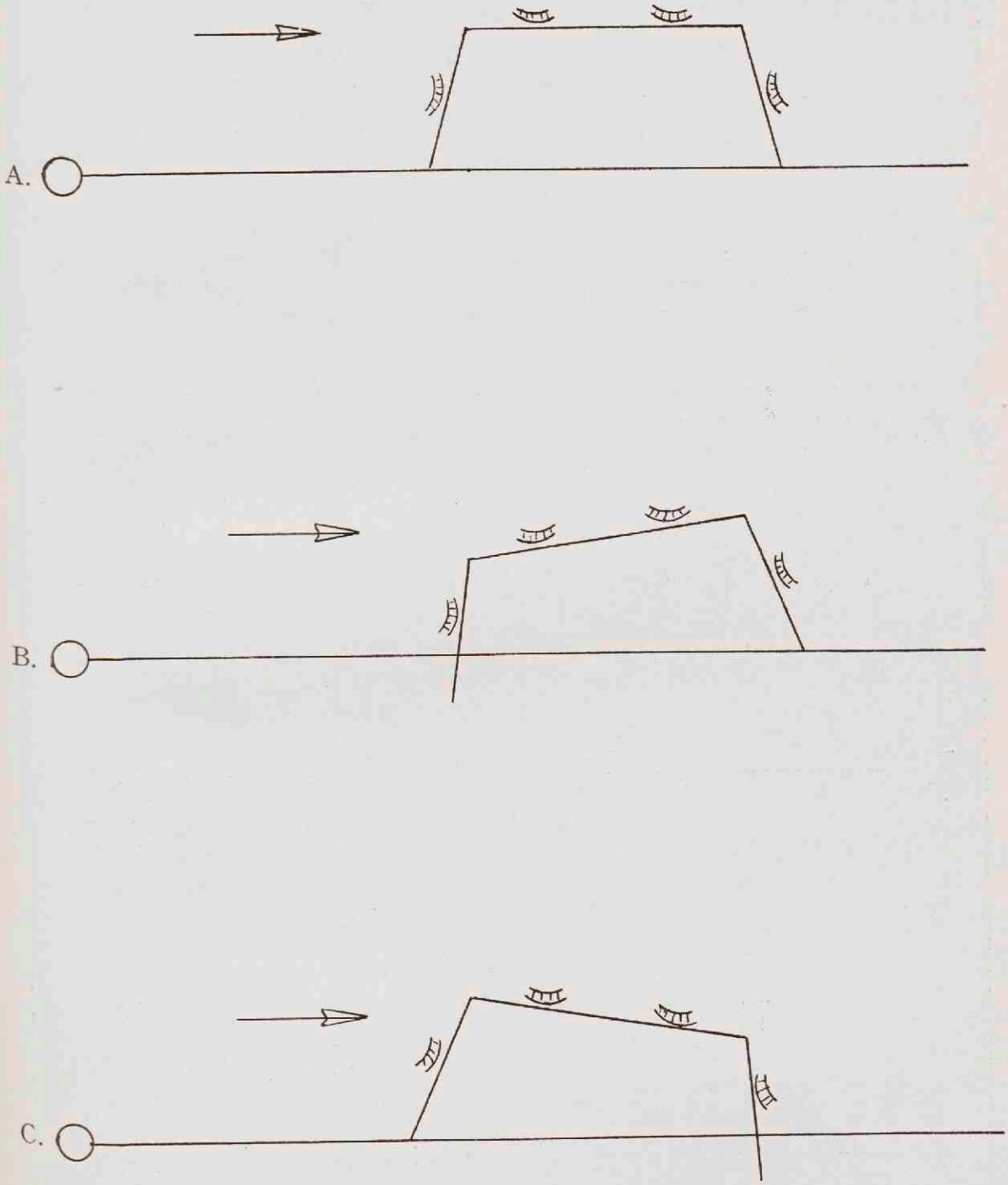
Reeds vroeger (blz. 137 en 138) is er op gewezen, dat in stand 1 de kop van het proefdier bij een bepaalde snelheid van de centrifuge een draaiing om de lengteas naar het centrum toe maakt. Dit is ook te zien op de foto's 2537, 2538, 2539 van konijn 64, geplaatst in stand 1 met kop en romp 45 gr. naar de periferie gedraaid. Op den kop is een metalen staafje bevestigd. De foto's zijn van voren genomen. Duidelijk zien wij, dat gedurende het centrifugeeren het pijltje ongeveer 10 gr. naar het centrum toe gedraaid is.

De romp draait gedurende het centrifugeeren om zijn lengteas naar de periferie, bij konijnen waarvan de kop geheel of bijna geheel gefixeerd is. Alleen bij niet gefixeerde konijnen draaien zoowel de kop als de romp naar het centrum toe, zooals wij gezien hebben. Door de draaiing van den romp ten opzichte van den kop ontstaan halsreflexen, die raddraaiing naar achter geven. (Zie blz. 188).

De raddraaiing naar achter, welke in stand 1*b* bij bijna alle dieren ontstaat, zou dus verklaard kunnen worden, doordat er in den utriculus aan dezelfde zijde van het te onderzoeken oog drukverhooging ontstaat (zie fig. 19B).

Ook de raddraaiing naar achter bij dieren, welke aan 1 zijde geopereerd zijn en welke met het geopereerde oor naar het centrum geplaatst zijn, moet op dergelijke wijze verklaard worden. De proefnemingen met konijnen, waarbij zoowel de kop als de romp ± 45 gr. naar de periferie waren gedraaid, gaven echter als resultaat, dat van de 8 dieren er 3 een raddraaiing naar voren vertoonden, wat dus kan worden verklaard, doordat in dezen gewijzigden stand 1 een verminderde utriculusdruk ontstaat..(Zie fig. 19C). Eén proefdier

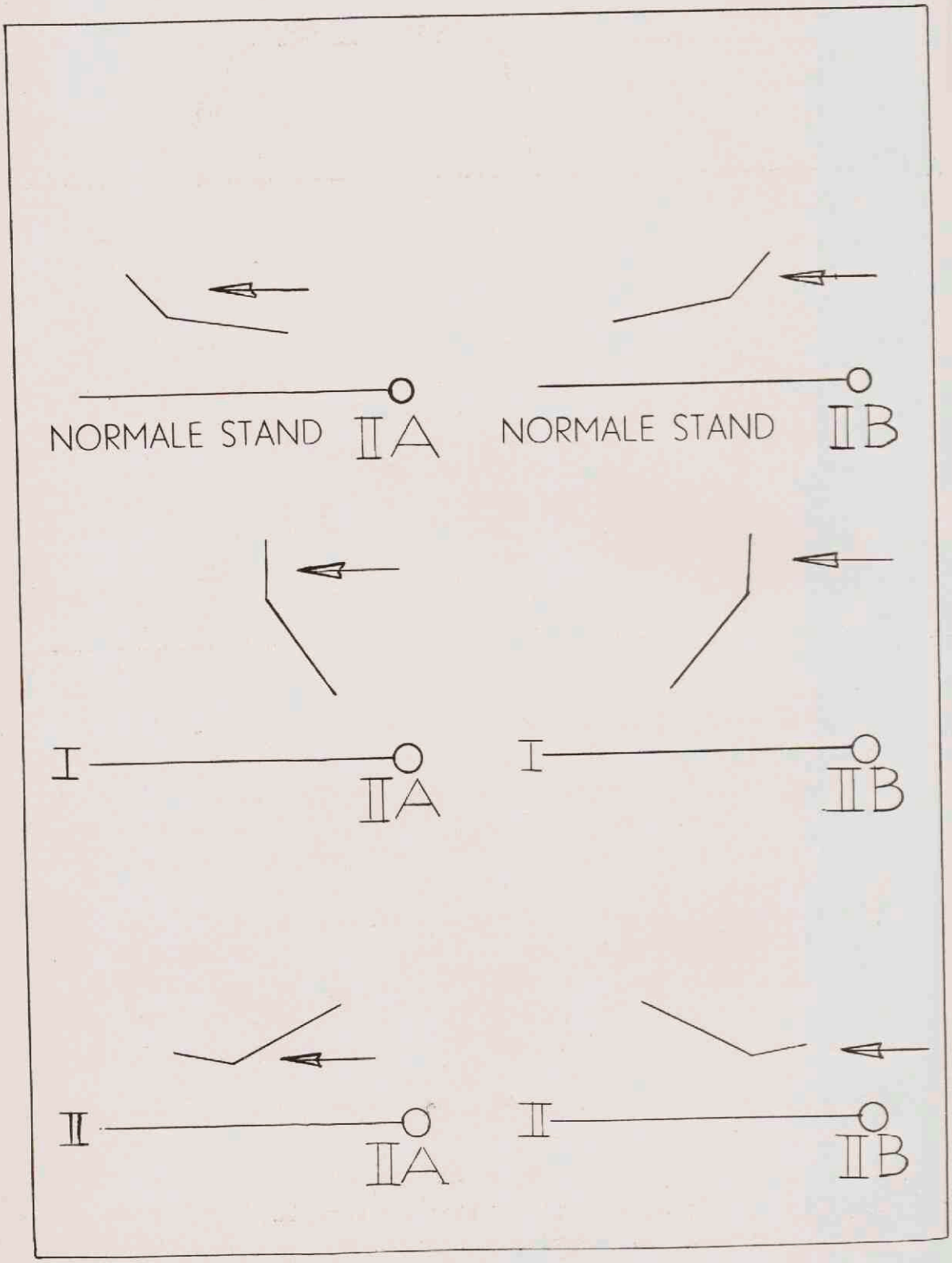
[1]) Deze teekening is van den heer J. Lemmens.



FIGUUR 19.

Ligging van sacculi en utriculi in stand 1*a*.

A. normale stand.
B. kop naar centrifuge-as gedraaid.
C. kop naar periferie gedraaid.



FIGUUR 20.

had geen raddraaiing, 4 proefdieren daarentegen hadden raddraaiing naar achter (zie blz. 140 en 141). Zeer waarschijnlijk zijn ook hier halsreflexen aanwezig.

Beschouwen wij nu de raddraaiing naar achter in stand *2a*. Deze kan verklaard worden door de drukverhooging, welke op beide maculae utriculi ontstaat, zoo ook de raddraaiing naar voren in de standen *2b* en *2c* door de vermindering van druk op de maculae utriculi.

Ten slotte de resultaten in stand *3a*. In alle 3 de variaties I, II en III ontstaat een drukvermindering op beide maculae utriculi. Dit kan de raddraaiing naar voren, welke zoo goed als altijd ontstaat, verklaren.

In stand *3b*, I, II, en III is er steeds drukverhooging op beide maculae utriculi. Hiermee is dus in overeenstemming de raddraaiing naar achter bij bijna alle proefdieren.

Als resultaat van deze beschouwingen lijkt het mij dus het meest waarschijnlijk, dat de raddraaiing bij konijnen door de utriculusotolieten wordt veroorzaakt, en de vertikaalafwijking door de sacculusotolieten.

Wat de raddraaiing betreft, wil ik echter nog het volgende opmerken. Het komt mij voor, dat het voorste gedeelte van de utriculus macula een hoofdaandeel heeft in de raddraaiing, en wel op grond van de volgende proeven:

Eenige konijnen (5) werden in stand *2a* geplaatst, echter met deze variatie, dat het dier 45 gr. om den kop in het sagittale vlak naar boven werd gedraaid, zoodat de rug naar de periferie gericht was (zie fig. 20). [1]). Zooals men ziet, ontstaat nu gedurende het centrifugeeren op het grootste gedeelte van de utriculus macula een drukvermindering, alleen het voorste gedeelte krijgt een drukverhooging. In plaats van een te verwachten raddraaiing naar voren, ontstaat bij deze proeven een raddraaiing naar achter. Wordt het dier nu weer 45 gr. in het sagittale vlak gedraaid, zoodat de kop naar boven gaat en de rug naar het centrum gericht wordt, dan ontstaat gedurende het centrifugeeren zoowel op het voorste als op het achterste gedeelte van de macula een drukverhooging. Hiermede in overeenstemming is dus de raddraaiing naar achter, die ontstaat.

In stand *2b* zijn deze variaties ook toegepast. Het dier wordt

---

1) Deze teekening is van den Heer J. Lemmens.

nu dus ook weer 45 gr. met de stuit naar boven gedraaid in het sagittale vlak, zoodat de rug naar het centrum gericht is. Het achterste gedeelte van de macula krijgt nu een drukverhooging, het voorste gedeelte behoudt echter zijn drukvermindering. Hiermede in overeenstemming is de raddraaiing naar voren. Bij de tweede variatie van stand 2*b* wordt het dier eveneens 45 gr. gedraaid, maar gaat de kop naar boven, zoodat de rug naar de periferie gericht is. Bij het centrifugeeren ontstaat nu op de geheele macula een drukvermindering. Wij zien dan ook een raddraaiing naar voren ontstaan.

Het is echter zeer moeilijk bij deze laatste opstellingen de juiste positie van de maculastukken ten opzichte van de richting van de centrifugale kracht te bepalen, waardoor ik uit deze proeven geen bindende besluiten zou willen afleiden.

ONDERZOEK VAN DE VERANDERINGEN IN DEN STAND VAN DE OOGEN BIJ KONIJNEN DOOR DRAAIEN VAN DEN ROMP TEN OPZICHTE VAN DEN KOP.

De verschillende halsreflexen, waardoor de stand van de oogen wordt veranderd, zijn reeds door Magnus (156) en door De Kleyn (157) beschreven, naar aanleiding van een door hen gedaan onderzoek. Door mij werden ook eenige dieren onderzocht. Een beschrijving van dit onderzoek volgt hier:

Het konijn werd in den normalen stand geplaatst en de kop op de gewone manier gefixeerd. Op het oog werd het gebruikelijke vliesje bevestigd. Het fototoestel werd voor het te onderzoeken oog geplaatst. Er werden nu achtereenvolgens 5 foto's genomen, n.l. ten eerste normale stand, ten tweede romp 90 gr. naar links gedraaid, ten derde normale stand, ten vierde romp 90 gr. naar rechts gedraaid, ten laatste weer de normale houding.

Op deze wijze werden een normaal konijn onderzocht, een konijn waarbij aan de linker zijde het labyrinth verwijderd was en ten slotte een konijn, waarbij aan beide zijden het labyrinth verwijderd was. Verder werd een konijn, hetwelk aan de linker zijde geopereerd was, in zijligging gelegd en werd de romp eerst 90 gr. naar links, daarna eveneens 90 gr. naar rechts gedraaid.

Hierna volgt een overzicht van de resultaten:

Stand 1*a*, konijn 10, foto 384 (zie blz. 189) vert. afw. bij draaien vooruit.

Stand 1*a*, konijn 10, foto 387 (zie blz. 189) vert. afw. bij draaien achteruit.

Stand 1*a*, konijn 10, foto 386 (zie blz. 189) voor het draaien.

Konijn in normale ligging	*Romp 90 gr. naar links* Linker oog	Rechter oog	*Romp 90 gr. naar rechts* Linker oog	Rechter oog
73 (normaal)		± 15 gr. raddr. n. achter		± 15 gr. raddr. n. achter
59 (linksz. geoper.)	geen raddr.	± 5 gr. raddr.n. achter	geen raddr.	± 10 gr. raddr. n. achter
54 (dubbelz. geoper.)		± 5 gr. raddr. n. achter		± 5 gr. raddr. n. achter
Konijn in zijligging				
59 (linksz. geoper.) op linker oog		± 10 gr. raddr. n. voren		± 10 gr. raddr. n. voren
op rechter oog	± 5 gr. raddr. n. voren		± 5 gr. raddr. n. voren	

BESCHOUWINGEN OVER DE RESULTATEN IN DE VERSCHILLENDE STANDEN.

Achtereenvolgens zullen wij nu de resultaten in de verschillende standen afzonderlijk nagaan en de bijzonderheden, die zich hierbij voordoen, bespreken.

Normale dieren.

Stand 1*a*, 1*a*[1].

Bij alle dieren, konijnen zoowel als caviae, waarbij het is nagegaan, werd vertikaalafwijking naar beneden en raddraaiing naar achter gevonden. De verklaring hiervan is reeds gegeven. De afwijkingen waren even groot bij voorwaarts en bij achterwaarts bewegen van het dier (zie foto's 384, 387 en 386 van konijn 10, de eerste bij vooruit en de tweede bij achteruit bewegen genomen, terwijl de laatste het dier toont voor het in beweging komen van de centrifuge.

Bij 3 konijnen gingen beide ooren gedurende het centrifugeeren naar achter en bij 1 naar voren. Op dit verschijnsel zal ik later nog terugkomen.

Stand 1*a met kop en romp* 45 *gr. naar periferie gedraaid.*

Van de 9 onderzochte dieren hadden 4 raddraaiing naar achter, 3 raddraaiing naar voren en 2 geen raddraaiing. Verder hadden 5 dieren vertikaalafwijking naar beneden (5—20 gr.), vier hadden geen vertikaalafwijking. De raddraaiing naar voren kan in dit geval worden verklaard door den verminderden druk op de beide maculae utriculi. Bij de dieren, welke raddraaiing naar achter vertoonden, waren wellicht halsreflexen in het spel. Dat de vertikaalafwijking òf afwezig òf gering was, kan worden verklaard door den stand van de bovenliggende sacculus macula, waarop gedurende het centrifugeeren slechts weinig drukverhooging plaats vond.

Stand 1*b*, 1*b*[1].

Zooals reeds is medegedeeld hadden alle dieren vertikaalafwijking naar boven. Vertikaalafwijking naar beneden werd nooit waargenomen. Alle onderzochte dieren hadden een raddraaiing van het oog naar achter, raddraaiing naar voren werd niet gezien.

De vertikaalafwijking zoowel als de raddraaiing was echter gemiddeld iets geringer dan bij stand 1*a*. Van invloed hierop zal zeker geweest zijn de afstand van het centrum van den kop tot het centrifugecentrum, daar deze afstand bij stand 1*b* geringer is dan bij stand 1*a*. De verhouding van C in de standen 1*b* en 1*b*[1] ten opzichte van C in de standen 1*a* en 1*a*[1] bedraagt ongeveer 1 : 2.

De richting, waarin de dieren werden bewogen, hetzij dus met den kop vooruit of met den kop achteruit, bracht geen verschil in de reflexen teweeg.

Bij 4 konijnen gingen gedurende het centrifugeeren beide ooren naar achter, dit waren behalve konijn 39 andere dieren dan vermeld zijn bij de bespreking van stand 1*a*. Dit verschijnsel komt dus niet regelmatig voor.

Stand 1*c en* 1*c*[1].

In dezen stand zijn alleen maar konijnen onderzocht. De raddraaiing ontbrak bij 3 dieren geheel; bij de andere dieren was er nu eens een geringe raddraaiing, dan weer geen.

De vertikaalafwijking daarentegen was bij alle dieren aanwezig en bedroeg van 10 tot 30 gr. naar beneden.

Men zou hieruit kunnen concludeeren, dat de prikkel die de raddraaiing veroorzaakt sterker schijnt te moeten zijn, dan de

prikkel die de vertikaalafwijkingen geeft. M.i. ontstaat er òf in het geheel geen òf slechts geringe raddraaiing, omdat er door de geringere centrifugaalkracht minder draaiing van den kop naar het centrum toe plaats vindt, waardoor de maculae utriculi dus weinig of geen drukverhooging krijgen. De draaiing van den kop naar het centrum toe gedurende het centrifugeeren wordt door mij toegeschreven aan de drukverhooging in den sacculus van dezelfde zijde, en aan een drukvermindering in den sacculus van de andere zijde.

Bij 2 dieren gingen de ooren gedurende het centrifugeeren naar voren.

Stand 1d en 1d¹.

Slechts 2 dieren hadden een zeer geringe raddraaiing naar achter, de overige 6 hadden in het geheel geen raddraaiing. De vertikaalafwijking daarentegen, die naar boven gericht was, bedroeg van 5 tot 30 gr. en ontbrak nooit.

Bij 2 dieren gingen de ooren naar voren.

Stand 2a en 2a¹.

De raddraaiing was in dezen stand zeer groot, vooral echter bij de konijnen, waarvan er enkele zelfs een raddraaiing van 90 gr. hadden. Bij geen enkel dier werd een vertikaalafwijking gezien.

Verder kwam bij alle dieren de membrana nictitans tevoorschijn (zie b.v. foto's 1058, 1059 van konijn 40, blz. 146 de eerste genomen bij stilstand en de tweede bij draaien; op de laatste foto is dit verschijnsel duidelijk te zien). Een verklaring hiervan kan door mij niet worden gegeven.

Opmerkelijk was, dat 7 konijnen gedurende het draaien één of beide ooren naar beneden gebogen hadden (dit is b.v. ook te zien op foto 104 van konijn 1 blz. 146). Ik meen dit verschijnsel echter als een gevolg van de directe werking van de centrifugaalkracht op de ooren te moeten beschouwen.

Een verklaring van het ontbreken van de vertikaalafwijking is gegeven op blz. 183.

Stand 2b en 2b¹.

De raddraaiing naar voren, die bij alle dieren ontstond, bedroeg van 10 tot 30 gr. en was dus kwantitatief veel geringer dan de raddraaiing naar achter in stand *2a*. Dit wordt door mij toegeschreven

aan het verschil in centrifugaalkracht, die in stand *2a* 47,32 bedraagt en in stand *2b* 29,57. Vertikaalafwijking was nimmer aanwezig, behalve in 1 geval, waarin deze 10 gr. naar beneden bedroeg Het is mogelijk, dat hier een halsreflex was.

In tegenstelling met stand *2a* was er aan de ooren geen afwijking te zien, wat er voor pleit, dat in stand *2a* de afwijking door de directe werking van de centrifugaalkracht op de ooren is veroorzaakt.

Noch bij de konijnen, noch bij de caviae kwam nu de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 2c en 2c[1].

Zooals reeds medegedeeld is, zijn de dieren in deze standen onderzocht eerst op 30 c/m van het centrifugecentrum (dit is de zoogenaamde oude stand) en later op 12 c/m (nieuwe stand). De versnelling van de centrifugaalkracht C bedroeg resp. 11,83 en 4,73. De kwalitatieve afwijkingen in de oogen zijn in deze standen gelijk aan die van *2b*, *2b*[1]. Slechts éénmaal kwam er geringe vertikaalafwijking naar beneden voor (konijn 1). De raddraaiing naar voren bedroeg in den nieuwen stand maximum 15 gr. Bij 1 konijn, dat zoowel in stand *2b* (*2b*[1]) als in stand *2c* (*2c*[1]) nieuwen stand is onderzocht, is het verschil in raddraaiing zeer duidelijk te zien. In stand *2b* (*2b*[1]) 30 gr. en in stand *2c* (*2c*[1]) 5 gr.

Afwijking aan de ooren kwam in de standen *2c* en *2c*[1], zoowel oud als nieuw, zoo goed als niet voor, evenmin afwijking aan de membrana nictitans.

Stand 3a en 3a[1].

Van de 13 onderzochte dieren, n.l. 10 konijnen en 3 caviae hadden 6 konijnen en 2 caviae raddraaiing naar voren, 1 konijn en 1 cavia hadden een zeer geringe raddraaiing naar achter.

Bij 3 konijnen ontstond geen raddraaiing.

Drie dieren hadden vertikaalafwijking naar boven, 5 naar beneden en 5 geen.

Reeds vroeger is door mij uiteengezet, waaraan de verschillende resultaten bij dit onderzoek zijn toe te schrijven.

De raddraaiing naar achter werd zeer waarschijnlijk door halsreflexen veroorzaakt. Op 3 uitzonderingen na kwam de membrana nictitans bij alle dieren tevoorschijn (zie blz. 152 tot 154).

Stand 3b en 3b[1].

Bij de 13 onderzochte dieren (10 konijnen en 3 caviae) werd in 10 gevallen een raddraaiing naar achter opgemerkt, éénmaal geen raddraaiing, twee maal waren de resultaten gemengd, n.l. in één geval naar voren bij draaien vooruit en naar achter bij draaien achteruit en in het andere geval naar voren bij draaien vooruit en geen raddraaiing bij draaien achteruit. De raddraaiing naar voren wordt hoogstwaarschijnlijk door halsreflexen veroorzaakt. In 10 gevallen ontstond een vertikaalafwijking naar boven, éénmaal een vertikaalafwijking naar beneden en twee maal geen vertikaalafwijking. In geen enkel geval kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

DIEREN WAARBIJ AAN EEN ZIJDE (LINKER) HET LABYRINTH VERWIJDERD WAS. OF WAARBIJ DOOR INSPUITING VAN 10% FORMOL HET LINKER LABYRINTH BUITEN WERKING WAS GESTELD.

Stand 1a (de gezonde zijde is dus hier naar het centrum gericht).

Bij alle onderzochte dieren ontstond vertikaalafwijking naar beneden en raddraaiing naar achter, zoowel bij draaien voor- als bij draaien achteruit. Het gemiddelde van de vertikaalafwijking bedroeg ± 27 gr., dit is dus ongeveer even groot als het gemiddelde bij de niet geopereerde dieren.

De gemiddelde raddraaiing bedroeg zoowel bij vooruit als bij achteruit draaien ± 23 gr., dit is dus ongeveer 2/3 van de gemiddelde raddraaiing bij normale dieren.

Men zou hieruit kunnen concludeeren, dat de vertikaalafwijking naar beneden door den sacculusotoliet der niet geopereerde zijde wordt veroorzaakt.

Dat de gemiddelde raddraaiing kleiner is dan bij de niet geopereerde dieren, pleit voor de veronderstelling, die wij reeds eerder geuit hebben, dat in stand 1*a* de beide utriculusotolieten werkzaam zijn.

Bij 4 konijnen ontstond gedurende het centrifugeeren een afwijking in den stand van de ooren; bij 3 ging namelijk het rechter oor naar achter en bij 1 beide ooren naar achter.

Stand 1a[1] (de geopereerde zijde is dus hier naar het centrum gericht).

In dezen stand was een duidelijk verschil in gemiddelde vertikaalafwijking. Deze bedroeg hier iets minder dan de helft van de gemiddelde vertikaalafwijking bij niet geopereerde dieren. De gemiddelde raddraaiing was even groot als aan de niet geopereerde zijde. Bij ongeveer 30% van de dieren ontstond in het geheel geen vertikaalafwijking.

Bij 3 dieren ging het linker oor naar voren en bij 2 beide ooren, in tegenstelling met stand 1*a*, waar de ooren, die een standsverandering kregen, alle naar achter gingen.

Wij zien dus, dat de drukverlaging op de rechter sacculus macula een vertikaalafwijking naar beneden geeft van het oog aan de geopereerde zijde en een drukverhooging op de rechter utriculus macula een raddraaiing naar achter eveneens van het oog aan de geopereerde zijde.

Bij de caviae, waarvan het linker labyrinth met 10% formol buiten werking was gesteld, is de raddraaiing niet onderzocht. De vertikaalafwijking was in stand 1*a* en 1*a*[1] gelijk bij 4 caviae, bij de vijfde ontstond geen reactie als de niet geopereerde zijde naar het centrum geplaatst werd en wel vertikaalafwijking, wanneer de geopereerde zijde naar het centrum was gericht. Dat bij deze dieren geheel andere resultaten werden verkregen dan bij de konijnen, moet m.i. hieraan worden toegeschreven, dat door de inspuiting met 10% formol het labyrinth niet geheel verwoest was, zoodat de otolieten nog geprikkeld konden worden.

Stand 1*b* (de geopereerde zijde is dus hier naar het centrum gericht).

Bij 4 dieren ontstond geen vertikaalafwijking, of alleen bij draaien vooruit of achteruit, Bij 6 dieren ontstond geen raddraaiing. De gemiddelde vertikaalafwijking bedroeg ± 16 gr., dat is 2/3 van de gemiddelde vertikaalafwijking bij normale konijnen. De gemiddelde raddraaiing bedroeg ± 14 gr., = 2/3 van de gemiddelde raddraaiing bij normale konijnen. De vertikaalafwijking, die naar boven gericht was, kan dus in dezen stand veroorzaakt worden door drukvermindering op de rechter macula sacculi. De raddraaiing naar achter, zooals wij reeds eenige malen hebben opgemerkt, kan worden opgewekt door de drukvermeerdering op de rechter macula utriculi door draaien van den kop naar het centrifugecentrum.

Vier konijnen hadden afwijkingen van de ooren gedurende het centrifugeeren; bij 1 ging het rechter oor naar achter, bij een ander

het linker oor naar voren; bij 1 konijn gingen beide ooren naar achter, bij een ander beide ooren naar voren.

De resultaten zijn hier dus wel verschillend.

Stand 1*b*[1] (de niet geopereerde zijde is dus naar het centrum gericht).

Wij zien hier, dat de gemiddelde vertikaalafwijking even groot was als bij de niet geopereerde dieren. De gemiddelde raddraaiing bedroeg ongeveer de helft van die bij niet geopereerde dieren. Vier dieren vertoonden òf geen vertikaalafwijking, òf alleen bij draaien vooruit. Acht dieren hadden geen of weinig raddraaiing naar achter. Eenmaal gingen beide ooren een weinig naar achter, eenmaal alleen het rechter oor.

Stand 1*c* (de niet geopereerde zijde is dus hier naar het centrum gericht).

Daar in dezen stand slechts 2 dieren onderzocht werden, echter niet dezelfde die voor verwijdering van het labyrinth in de eerste groep — normale konijnen — werden onderzocht, kunnen de resultaten niet met elkaar worden vergeleken. Hierbij kan worden opgemerkt, dat van beide dieren de vertikaalafwijking naar beneden zeer gering was in tegenstelling met de raddraaiing naar achter, die bij het eene dier 30 en bij het andere dier 20 gr. bedroeg. Er was geen afwijking aan de ooren.

Stand 1*c*[1]. (de geopereerde zijde is naar het centrum gericht).

Hetzelfde wat bij het bespreken van den vorigen stand gezegd is ten opzichte van de niet geopereerde dieren is ook hier van toepassing.

Beide ooren van konijn 59 gingen naar voren.

Stand 1*d* (de geopereerde zijde is naar het centrum gericht).

Bij een van de beide dieren ontstond in het geheel geen raddraaiing naar achter, wel echter een vertikaalafwijking. Het andere dier vertoonde zoowel vertikaalafwijking als raddraaiing.

Bij konijn 59 gingen beide ooren naar voren.

Stand 1*d*[1] (de niet geopereerde zijde is naar het centrum gericht).

Slechts 1 konijn is onderzocht; het vertoonde een geringe vertikaalafwijking en geen raddraaiing. Beide ooren gingen naar voren.

Stand 2*a* (het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor wordt onderzocht).

De gemiddelde raddraaiing was iets geringer dan die bij de niet geopereerde dieren. Zooals reeds opgemerkt is ontstond bij een dier een vertikaalafwijking naar boven van 15 gr. M.i. werd dit door een halsreflex veroorzaakt. In vier gevallen gingen beide ooren naar voren, in 1 geval het rechter oor en in 1 geval geen van beide ooren, verder ging bij 1 konijn gedurende het draaien naar links het linker oor naar voren en gedurende het draaien naar rechts beide ooren naar voren. In alle gevallen kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 2*a*[1] (het oog aan de zijde van het geopereerde oor wordt onderzocht).

Hierbij was de gemiddelde raddraaiing $\pm$ 60 % van de raddraaiing bij normale dieren. Zooals reeds is opgemerkt, ontstond bij geen enkel dier vertikaalafwijking.

De afwijkingen aan de ooren waren natuurlijk dezelfde als in stand 2*a*. In alle gevallen kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 2*b* (het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor wordt onderzocht).

De gemiddelde raddraaiing naar voren bedroeg ongeveer de helft van die bij normale dieren. In 1 geval ontstond vertikaalafwijking naar beneden, m.i. alweer door een halsreflex veroorzaakt. Er ontstond bij geen enkel konijn een afwijking aan de ooren. De membrana nictitans kwam nooit tevoorschijn.

Stand 2*b*[1] (het oog aan de zijde van het geopereerde oor wordt onderzocht).

De gemiddelde raddraaiing bedroëg weer ongeveer de helft

van die bij normale dieren; slechts tweemaal ontstond een geringe vertikaalafwijking naar boven.

In 1 geval gingen beide ooren naar voren.

De membrana nictitans kwam nooit tevoorschijn.

In stand *2c* is geen enkel dier onderzocht.

Stand 2c[1]. Oude stand. (het oog aan de zijde van het geopereerde oor wordt onderzocht).

In dezen stand werd slechts 1 konijn onderzocht, dat geringe raddraaiing naar voren had en geen vertikaalafwijking. Er ontstond geen afwijking in den stand van de ooren en de membrana nictitans kwam niet tevoorschijn.

Zooals reeds vroeger werd opgemerkt, pleit het niet ontstaan van een vertikaalafwijking in de standen *2a*, *2b* en *2c* tegen de veronderstelling, dat de utriculus de vertikaalafwijking geeft.

Stand 3a. (het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor wordt onderzocht).

In tegenstelling met de niet geopereerde konijnen had geen enkel dier vertikaalafwijking naar beneden. Drie dieren hadden een vertikaalafwijking naar boven, twee in het geheel geen vertikaalafwijking. Drie dieren hadden een raddraaiing naar achter, 1 naar voren en 1 in het geheel geen raddraaiing. In 3 gevallen kwam de membrana nictitans tevoorschijn en in twee gevallen niet. De resultaten zijn dus wel verschillend. De raddraaiing naar achter kan ik niet verklaren.

Stand 3a[1]. (het oog aan de zijde van het geopereerde oor wordt onderzocht).

In dezen stand ontstond noch vertikaalafwijking naar boven, noch vertikaalafwijking naar beneden. Twee dieren hadden raddraaiing naar voren, 1 naar achter en 1 in het geheel niet. Tweemaal kwam de membrana nictitans tevoorschijn en in 3 gevallen niet.

Stand 3*b*. (het oog aan de zijde van het niet geopereerde oor wordt onderzocht).

Vertikaalafwijking, die in 1 geval ontstond, was naar boven gericht. In de overige gevallen ontstond in het geheel geen vertikaalafwijking. De raddraaiing was steeds naar achter gericht. In geen enkel geval kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 3*b*[1]. (het oog aan de zijde van het geopereerde oor wordt onderzocht).

Er ontstond bij 1 konijn een geringe vertikaalafwijking naar beneden. Bij 3 konijnen ontstond raddraaiing naar achter en in 1 geval geen raddraaiing. Gewezen moet worden op het verschil van raddraaiing bij konijn 55, dat in stand 3*b*[1] geen raddraaiing had en in stand 3*b* 30 gr. raddraaiing naar achter vertoonde. De raddraaiing bij konijn 23 was in stand 3*b*[1] $\pm$ 15 gr. en in stand 3*b* $\pm$ 30 gr.

DIEREN WAARBIJ AAN BEIDE ZIJDEN HET LABYRINTH VERWIJDERD WAS.

Stand 1*a en* 1*a*[1]. Slechts in 1 geval ontstond een spoortje vertikaalafwijking naar beneden en in drie gevallen een spoortje raddraaiing naar achter. In geen enkel geval ontstond een afwijking in den stand van de ooren.

Het spoortje vertikaalafwijking en raddraaiing kan verklaard worden òf door halsreflexen òf doordat nog een minimaal gedeelte van de maculae geprikkeld kon worden. Een half jaar na het eerste onderzoek, is een van de drie konijnen, die een spoortje raddraaiing vertoonden, opnieuw onderzocht, het laatste restje van de raddraaiing was nu ook verdwenen.

Verder is een proef genomen met konijn 54, hetwelk niet gefixeerd was, zooals reeds is medegedeeld. De normale reactie, die bij niet geopereerde dieren steeds ontstond, namelijk het wenden van den kop 90 gr. naar het centrum, bleef nu uit, dan weer ging de kop een weinig naar de periferie, dan weer ging deze een weinig naar het centrum.

Stand 1*b* en 1*b*[1]. Alleen in stand 1*b* ontstond weer een spoortje vertikaalafwijking naar boven, in een ander geval een spoortje raddraaiing naar achter. Voor verklaring kan naar het bovenstaande verwezen worden. Slechts eenmaal ging het linker oor een weinig naar voren.

Stand 2a en 2a[1]. Alleen in stand 2*a* had één konijn een spoortje vertikaalafwijking en een ander een spoortje raddraaiing. Deze geringe afwijking was echter ook bij een hernieuwd onderzoek na een half jaar geheel verdwenen. Bij alle konijnen gingen in dezen stand beide ooren gedurende het centrifugeeren naar voren. In alle gevallen kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 2b en 2b[1]. Ook in dezen stand ontstond noch vertikaalafwijking noch raddraaiing, alleen konijn 54 had in stand 2*b*[1] een geringe vertikaalafwijking naar boven. Deze was echter bij hernieuwd onderzoek na een half jaar verdwenen. De ooren vertoonden gedurende het centrifugeeren geen afwijking. In geen enkel geval kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 2c en 2c[1]. Het eenige in deze standen onderzochte konijn had noch vertikaalafwijking, noch raddraaiing; evenmin ontstond er afwijking in den stand van de ooren of kwam de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 3*a* en 3*a*[1]. In dezen stand ontstond slechts éénmaal een spoortje raddraaiing naar achter en kwam in 1 geval de membrana nictitans tevoorschijn.

Stand 3b en 3b[1]. Er ontstond geen enkele afwijking.

Wat de afwijking in den stand van de ooren betreft bij de centrifugeproeven kunnen wij op grond van de gevonden resultaten, zoowel bij niet als bij wel geopereerde konijnen, besluiten dat de labyrinthen hierop geen invloed hebben.

Voor het tevoorschijn komen van de membrana nictitans geldt hetzelfde.

HOOFDSTUK X.

SAMENVATTING VAN DE VOORNAAMSTE RESULTATEN VERKREGEN BIJ HET ONDERZOEK VAN DE LABYRINTH-REACTIES BIJ MENSCHEN EN DIEREN, OPGEWEKT DOOR RECHTLIJNIG WERKENDE KRACHTEN EN DOOR CONSTANTE CENTRIFUGAALKRACHTEN.

1. In de fabrieks- en mijnlift.

   a. Onmiddellijk na het ophouden der benedenwaartsche beweging der lift wijkt de arm gedurende de vingerwijsproef 5 naar beneden af.
   Dit is verklaard door drukverhooging van den utriculus-otoliet op de macula, aan de zijde van den arm, waarmee de vingerwijsproef verricht wordt.

   b. Bij personen, die een verwoest labyrinth hebben aan de zijde van den onderzochten arm ontbreekt deze reactie.

   c. Bij een persoon met dubbelzijdige labyrinthdoofheid en onprikkelbaar booggangstelsel (calorisch, galvanisch, draaistoel), doch prikkelbaar otolietenstelsel (galvanisch) ontstaat wel een afwijking.

   d. Konijnen en caviae buigen den kop bij versnelde beweging van de lift naar boven en strekken den kop bij versnelde beweging van de lift naar beneden.
   Dit is verklaard door drukvermeerdering resp. drukvermindering van de utriculusotolieten op hun maculae.

   e. De reacties, die in de mijnlift ontstaan, zijn sterker dan die in de fabriekslift.
   Dit is verklaard door de grootere versnellingen en vertragingen in de mijnlift.

2. Op den rolwagen.

   a. Bij een patiënt, bij wie de beide labyrinthen door een ongeval verwoest zijn, waardoor deze zoowel calorisch, galvanisch als bij onderzoek op den draaistoel onprikkelbaar zijn, ontbrak alle reactie.

b. Bij eenige konijnen en caviae ontstaat een vertikaalafwijking naar boven van het voorliggende oog, onmiddellijk na het stilstaan van den rolwagen.
Dit is verklaard door een drukvermindering op de macula van den voorliggenden sacculus.

3. In den trein.

a. Bij personen, die met de frontale hoofdas in de bewegingsrichting van den trein geplaatst zijn, wijkt de voorgaande arm naar buiten af en de andere arm naar binnen bij het in beweging komen van den trein.
Dit is verklaard door drukverhooging resp. drukverlaging op de macula van den sacculus.

b. Bij het stoppen van den trein wijkt de voorgaande arm naar binnen af en de andere arm naar buiten.
Dit is verklaard door een drukverlaging resp. drukverhooging op de macula van den sacculus.

c. Wanneer de proefpersoon vooruit rijdt met achterover gehouden hoofd wijken de armen naar boven uit bij het in beweging komen van den trein en naar beneden bij het stoppen. Dit is toegeschreven aan drukverlaging resp. drukverhooging op de macula van den utriculus.

d. Wanneer de proefpersoon achteruit rijdt met achterover gehouden hoofd, wijken de armen naar beneden uit bij het in beweging komen van den trein en naar boven bij het stoppen. Dit is toegeschreven aan drukverhooging resp. drukverlaging op de macula van den utriculus.

4. Op de draaischijf.

a. Wanneer de proefpersoon vooruit bewogen wordt en zich òf wel in het centrum òf wel aan de periferie der draaischijf bevindt, wijken beide armen bij het aanzetten der schijf af in een richting tegengesteld aan die van de draaischijf en bij het stoppen in een richting gelijk aan die van de draaischijf. Dit is verklaard door booggangprikkel (horizontale booggang).

b. Wanneer de proefpersoon zich in het centrum der schijf bevindt, wijken de armen gedurende de constante snelheid niet af. Dit is verklaard door het ontbreken van booggangprikkel wegens de constante snelheid.

c. Wanneer de proefpersoon zich aan de periferie der schijf bevindt, wijkt de naar het centrum gekeerde arm naar buiten af gedurende het draaien met constante snelheid. Dit is verklaard door een drukverhooging op de macula van den sacculus aan de zijde van den onderzochten arm.

d. Bevindt de proefpersoon zich aan de periferie der schijf, dan wijkt de naar de periferie gerichte arm niet af gedurende het draaien met constante snelheid.
Dit is verklaard doordat de geringe drukvermindering op de macula van den sacculus van dezelfde zijde geen invloed op den arm uitoefent bij het verrichten der vingerwijsproef.

e. Bevindt de proefpersoon zich aan de periferie der schijf met den rug naar het centrum gekeerd, dan wijken de armen gedurende de constante snelheid naar beneden af.
Dit is toegeschreven aan drukverhooging op de macula van den utriculus.

f. Bevindt de proefpersoon zich aan de periferie, met het gezicht naar het centrum gekeerd, dan wijken de armen gedurende de constante snelheid naar boven af. Dit is toegeschreven aan drukverlaging op de macula van den utriculus.

g. Bij het onderzoek van een patiënt, die een verwoest labyrinth heeft als gevolg van een labyrinthitis, ontbraken de reacties, zoowel bij het aanzetten, het stoppen, als gedurende de constante snelheid. De patiënt was aan de periferie van de draaischijf geplaatst, met de zieke zijde naar het centrum gericht, terwijl de vingerwijsproeven gedaan werden met den naar het centrum gerichten arm. Was echter de andere arm naar het centrum gericht, dan ontstonden de normale reacties. Het ontbreken van de reacties in den arm van de aangedane zijde bij het aanzetten en bij het stoppen is verklaard door het niet meer reageeren van de horizontale booggang van de aangedane zijde. Het ontbreken van de afwijking gedurende de constante snelheid is verklaard door de vernietiging van den rechter sacculus.

In verband met de op de draaischijf gevonden resultaten is de toepassing van de draaischijf bij het klinisch onderzoek wenschelijk.

5. Op de centrifuge. (bij een snelheid van 1 sec. per omwenteling).

a. In de standen 1*a*, *b*, *c*, *d*, 2*a*, 3*a*, *b*, ontstaat bij konijnen en caviae raddraaiing der oogen naar achter, verklaard door drukverhooging van den utriculusotoliet op zijn macula.

b. In de standen 2*b*, *c*, ontstaat raddraaiing naar voren, toegeschreven aan vermindering van druk van den utriculusotoliet op zijn macula.

c. In de standen 1*a*, *c*, ontstaat vertikaalafwijking van het oog naar beneden, verklaard door drukverhooging van den sacculusotoliet op zijn macula aan de zijde van het onderzochte oog.

d. In de standen 1*b*, *d*, ontstaat vertika alafwijking naar boven, als gevolg van drukvermindering van den sacculusotoliet op zijn macula aan de zijde van het onderzochte oog.

e. In de standen 3*a*, *b*, ontstaat door verandering in den stand van den kop nu eens vertikaalafwijking van het oog naar beneden, dan weer vertikaalafwijking naar boven, verklaard door drukverhooging, resp. drukverlaging van den sacculusotoliet op zijn macula aan de zijde van het onderzochte oog.

f. Niet gefixeerde konijnen en caviae wenden in stand 1 kop en romp naar het centrum. Dit is toegeschreven aan drukverhooging in de naar het centrum gekeerde sacculus-macula.

g. Bij de eenzijdig geopereerde dieren verminderen de reacties, vooral aan de zijde van het geopereerde oor.

h. Bij aan beide zijden geopereerde dieren ontbreken vertikaalafwijking en raddraaiing.

i. De afwijkingen in den stand van de ooren en het tevoorschijn komen van de membrana nictitans gedurende het centrifugeeren hangen niet samen met de labyrinthprikkeling.

DE HISTOLOGISCHE VERANDERINGEN VAN HET LABYRINTH NA EXPERIMENTEELE VERWIJDERING.

Van de talrijke konijnen, die ik voor mijn labyrinthproeven gebruikte, zijn er een tiental door Van Egmond histologisch onderzocht om na te gaan of bij de gevolgde techniek van de labyrinthextirpatie alle elementen voldoende verwijderd waren en ook om de wijze van het ontstaan der meningitis, waaraan sommige dieren te gronde gingen vast te stellen. Wat de techniek betreft verwijs ik naar blz. 157. Korten tijd na het onderzoek op de centrifuge werden konijntjes gedood en de kop op de gebruikelijke wijze gefixeerd in Müller-formol, ontkalkt met salpeterzuur en ingesloten in celloidin. De preparaten werden in horizontale richting gesneden in coupes van 30 micron en gekleurd met eosin-haematoxylin. Van Egmond geeft van het histologisch onderzoek de volgende beschrijving:

„Het middenoor is, wanneer het dier korten tijd na de operatie gedood is, gevuld met etter en detritus. Van de gehoorbeentjes is de hamer en het aambeeld soms nog aanwezig, de stapesplaat is in alle gevallen verdwenen. Langen tijd na de operatie is er geen etter meer in het middenoor, hetzij dat deze geresorbeerd, hetzij dat zij georganiseerd is. In het laatste geval is de trommelholte voor een groot gedeelte volgegroeid met bindweefsel en nieuw gevormd been, dat met de cochleawand, indien deze nog aanwezig is, soms een compact geheel vormt. Dit weefsel staat door de verwonde labyrinthwand in verbinding met het nieuw gevormde weefsel in het binnenoor. In veel gevallen is de laterale cochleawand ook weggenomen. De mediale beenwand der verschillende windingen is dan nog goed te herkennen. Wanneer de beenige cochleawand niet vernietigd is, is toch de inhoud van het slakkenhuis geheel gedegenereerd. In recente gevallen zijn alle windingen vol etter en fibrineneerslagen. Toch zijn dan de verschillende onderdeelen van het gehoororgaan als de membrana basilaris, de membraan van Reissner, het lig. vasculare nog goed te onderscheiden. Het orgaan van Corti zelf is echter steeds geheel gedestrueerd, de zintuigcellen en de pylercellen zijn verdwenen. De scalae zijn,

indien het ontstekingsweefsel georganiseerd is, soms opgevuld met een fijn bindweefselnet, waardoor de membraan van Reissner b.v. vast verbonden is met de bovengelegen beenwand. Een enkele keer lijkt het of de cochlea nog geheel normaal is. De scalae en de ductus cochlearis zijn leeg, als bij normale gehoororganen. Maar bij nauwkeuriger toezien bemerkt men, dat de membraan van Reissner sterk uitgebocht is en dat ook de zintuigcellen zeer veel geleden hebben, zoodat ook hier de gehoorfunctie geheel verloren moet zijn gegaan.

Bij het bovenste gedeelte van het labyrinth komend, ziet men dat ook dit grondig verwoest is. De porus acusticus internus is nooit verwond. Door de lamine cribrosa treedt de n. vestibularis naar buiten en geeft zijn takken af naar de sacculus, de utriculus en de cristae van de drie kanalen. Men kan deze vertakkingen een eindweegs volgen naar de plaatsen waar de cristae en maculae gelegen hebben, maar de zenuwstomp eindigt in bindweefsel, dat de plaats van de zintuigcellen heeft ingenomen. Het lumen van het beenige kanaal is vaak goed behouden. Van het vliezige kanaal ziet men soms nog geringe overblijfselen, of ook wel is het beenige kanaal opgevuld met homogene eiwitneerslagen. In andere gevallen kunnen deze eiwit- en fibrineneerslagen geheel veranderd zijn in compact bindweefsel. Eenmaal (konijn 16) waren bij een eenzijdig geopereerd konijn de verschillende zintuigelementen als zoodanig nog duidelijk te herkennen. Maar om de aanwezige cristae lag een dik neerslag, zoodat zelfs histologisch te zien was, dat hier de booggangfunctie althans volkomen was uitgeschakeld. Minder overtuigend kon dit gezegd worden van de beide maculae, ofschoon ook hier de vormverandering van de sacculus, het ontbreken van de otolieten zelf en het eiwitneerslag op de maculae deden vermoeden, dat ook hiervan de functies sterk gestoord moesten zijn.

Een andere keer (konijn 25) werd bij een dubbelzijdig geopereerd konijn bij het histologisch onderzoek een vrijwel normaal labyrinth aan de laatst geopereerde linker zijde gevonden. Ook bij het physiologisch onderzoek bleek het dier nog otolietenreacties te vertoonen.

Uit deze gevallen blijkt, hoe noodig het eigenlijk is, om elk dier na onderzoek volledig histologisch te onderzoeken. De aquaductus cochleae was in alle gevallen geheel behouden gebleven. Ook in die preparaten, waarin de laterale cochleawand was vernietigd, was de membraan van het ronde venster nog aanwezig en kon men van hieruit het verloop van de waterleiding in zijn

geheel volgen. In een tweetal gevallen, waarin het dier aan meningitis was te gronde gegaan en die wegens ontijdig sterven niet physiologisch onderzocht zijn, bleek de aquaductus cochleae etter te bevatten, het meest aan het periphere einde bij de scala tympani. De hoeveelheid etter werd centraalwaarts hoe langer hoe minder. Bij de uitmonding van het kanaal in de subarachnoidale ruimte, was nauwelijks een spoor pus te zien, hoewel de hersenvliezen zelf op verschillende plaatsen met een dikke etterlaag bedekt waren. Dit pleit voor de opvatting, vroeger uitgesproken, dat de lymphstroom in het labyrinth van centraal naar peripheer gericht is, zoodat een infectie van de meningen van het middenoor uitgaand, een zekere weerstand te overwinnen heeft voor zij tot ontstekingsverschijnselen aanleiding geeft. Dit blijkt eveneens uit dat preparaat (konijn 16) waar bij het histologisch onderzoek bleek, dat er vanuit het middenoor een infectie had plaats gehad langs de n. acusticus naar de porus acusticus internus. De porus was geheel opgevuld met een prop etter, maar deze etter was afgekapseld, zoodat er geen meningitis ontstaan was. Ook hier moet dus een weefselstroom van centraal naar peripheer gericht een aandoening van de hersenvliezen tegengehouden hebben, zoolang dat de weefsels de gelegenheid kregen door de membraanvorming een dam tegen de infectie op te werpen. De sacculus endolymphaticus was in alle preparaten aanwezig. De ductus endolymphaticus kon een eindweegs van af de sacculus endolymphaticus vervolgd worden en eindigde bij de geopereerde labyrinthen blind in nieuw gevormd bindweefsel. In twee gevallen bevatte de sacc. endol. meer korrels dan normaal en bevond zich in het afgesloten kanaal een lichtpaars gekleurde homogene massa. Deze massa kon misschien opgevat worden als een afscheidingsproduct van de sacculus endolymphaticus."

LITERATUUROVERZICHT.

1. Bauhinus. Theatrum Anatomicum Francofurto a Maenum.
2. Flourens. Mémoires présentes à l'Académie Royale des Sciences, 27 déc. 1824.
3. Chevreul. Journal des Savants 1831.
4. Helmholtz. Die Lehre von der Tonempfindung. 3. Auflage 1870.
5. Hasse. Das Ohr bei Kaninchen etc. 1873.
6. Exner. Zur Lehre von den Gehörsempfindungen.
7. Ewald. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des N Octavus. Wiesbaden 1892.
8. Mach. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen 1875. Physikalische Versuche über den Gleichgewichtsinn des Menschen. Wiener Sitzungsber. Bd 68 Abt. 3 1873.
9. Breuer. Ueber die Function d. Bogeng. d. Ohrlabyrinthes. Med. Jahrb. 1874.
   Beitrage z. Lehre vom Statischen Sinn. Med. Jahrb. 1875.
   Neue Versuche an den Ohrbogengangen. Pflügers Archiv 1889.
   Ueber die Function der Otolithenapp. Pflügers Archiv 1891.
   Studien über d. Vestibularapp. Wiener Sitzungsber. Bd 113 1903.
10. Crum Brown. On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semicircular canals of the internal ear.
    Journal of anatomy and physiology Vol. B — 1874.
11. Goltz. Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths u.s.w. Pflügers Archiv — Bd III 1870.
12. Laborde. Essai d'une détermination expérimentale et morphologique du role fonctionnel des canaux semicirculaires. Bulletin de la Société d'Antropologie — déc. 1881.
13. Bruckner. Zur Function des Labyrinths. Virchows Archiv.
14. Tullio. Das Ohr und die Entstehung der Sprache und Schrift. 1929. Deutsche Uebersetzung von Dr. Auguste Jellinck.
15. Stenger. Zur Function der Bogengänge. Archiv für Ohrenheilk. Bd 50 1900.
16. Barany. Physiologie und Pathologie des Bogengang-Apparates bei Menschen. 1907.
17. Frey und Hammerschlag. Untersuchungen über den Drehschwindel der Taubstummen. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 1904, XLVIII. Bd. Heft 4, S. 330.
18. Kummel. Ueber infektiöse Labyrintherkrankungen. Zeitschr. für klin. Medizin, 1904, Bd. 55.
19. Panse. Verhandlungen der deutschen otologischen Gesellschaft. Wien 1906.

20. Passow. Ein Beitrag zur Lehre von den Funktionen des Ohrlabyrinths. Klin. Wochenschr., Berlin 1905.
21. Van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt vanuit de halfcirkelvormige kanalen. Dissert. Utrecht 1907.
22. Mulder. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. Dissert. Utrecht 1908.
23. Quix. Is het vestibulair orgaan een evenwichtszintuig? Verg. Nederl. K.N.O. Ver. Nov. 1921.
De beteekenis van de bijzondere ligging van het booggangstelsel in den schedel. N. T. v. G. 1929. 1ste helft No. 22.
De doelmatigheid der booggangreflexen. N. T. v. G. 1925, 2de helft No. 3.
Het verband tusschen den vorm van de vestibulaire nystagmus en de prikkel in het systeem der halfcirkelvormige kanalen. N. T. v. G. 1928, 1ste helft No. 16.
Des rapports du nystagmus vestibulaire avec les excitations dans le système des canaux demi-circulaires (Congr. National) Société française d'Oto-rhino-lar. 1927.
24. De Haan. De reactie-bewegingen van de bovenste extremiteiten na prikkeling van de halfcirkelvormige kanalen. Proefschrift Utrecht 1922.
25. Del Prado. Afwijkingen in de vingerwijsproef na kunstmatige prikkeling van het vestibulair apparaat. Dissert. Utrecht 1929.
26. Nelissen. Vergadering van het genootschap van Keel-, Neus-, Oorartsen Utrecht. N. T. v. G. tweede helft 1930.
Vergadering van de Medische Afd. der Verg. tot bev. v. wetenschap o.d. Kath. in Nederland — Rotterdam. Jaarverslag 1930.
27. Steinhausen. Ueber die Funktion der cupula. Otologen-congres Bonn 1931.
Pflügers Archiv Bd 228, 1931.
28. Wunn. Folia oto-laryng. 1932 Bd 22, H. 5—6.
29. Bartels. Ueber nervöse Bahnen zwischen Ohrapparat und Augenmuskulatur. Ophtalmologische Gesellschaft Heidelberg August 1910.
30. Ewald. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des Nervus Octavus. Wiesbaden 1892.
31. Buys. Beitrag zum Studium des galvanischen Nystagmus mit Hilfe der Nystagmographen. Monatschrift für Ohrenheilkunde 1909 No. 1.
De la nystagmographie clinique. Communication à la Société belge d'Otologie. Juin 1909.
Présentation du nystagmographe. Bulletin de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1909 No. 9.
De la notation graphique du nystagmus vestibulaire spontane. Académie royale de médecins de Belgique, 30 Juillet 1910.
32. Coppez. Discussion à l'occasion de la présentation du nystagmographe. Bulletin de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles 1909 No. 9.
33. Kuilman. Nystagmographie tijdens draaibewegingen bij den mensch. Proefschrift 1931. Leiden.
34. Struycken. Het registreeren van den nystagmus. Ned. Tijdschrift v. Geneeskunde 1918.

35. Wojatschek. Ueber Nystagmographie. Nachrichten der kais. Militärmedizinische Academie. Maart 1908.
Ueber die Nystagmusuntersuchung mittels der registrierenden Apparate. Wiesbaden 1910.
36. Graham Brown. Die Atembewegungen des Frosches und ihre Beeinflussung durch die nervösen Zentren und durch das Labyrinth. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd 130, 1909.
37. Nagel. Die Lage-, Bewegungs- und Widerstandsempfindung. Nagels Handbuch der Physiol. des Menschen. Bd 3, 1904.
38. Magnus en De Kleyn. Labyrinthreflexe auf Progressivbewegungen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 186, 1921.
39. Lorente de No. Die Labyrinthreflexe auf die Augenmuskeln. Monatschrift für Ohrenheilkunde 1928.
40. Fischer. Die Regulationsfunktion des menschlichen Labyrinthes u.s.w. Erg. Physiol. 27, 209, 1928.
41. Sjöberg. Experimentelle Studien über den Auslösungsmechanismus der Seekrankheit.
42. Ach. Ueber die Otolithenfunction und den Labyrinthtonus. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 86, 1901.
43. Fleisch. Das Labyrinth als beschleunigungsempfindendes Organ. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1922.
44. Hasegawa. Die Veränderung der labyrinthären Reflexe bei zentrifugierten Meerschweinchen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. des Menschen und der Tiere 229 Band, 2 Heft.
45. Quix. La fonction des otolithes. Arch. Néerland. de Physiol. de l'homme et des animaux, 6, 1921.
46. Sewall. Experiments upon the ears of fishes with reference to the function of Equilibrium. Journal of physiology, 4, 1883.
47. Steiner. Ueber das Centralsystem des Haifisches etc. Sitzungsberichte der königl. Preusschen Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1886.
48. Kreidl. Weitere Beitrage zur Physiologie des Ohrlabyrinths. Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie für Wissensch. in Wien 1892.
49. Mach. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen, 1875.
Physikalische Versuche über den Gleichgewichtsinn des Menschen. Wiener Sitzungsber. Bd 68, Abt. 3, 1873.
Beitrag zur Analyse der Empfindungen. Jena 1886.
50. Breuer. Ueber die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. Medizin. Jahrb. S. 72, 1874.
Beiträge zur Lehre vom statischen Sinne (Gleichgewichtsorgan, Vestibularapparat des Ohrlabyrinths 2. Mitt. Medizin. Jahrb. S. 87. Wien 1875.
Ueber die Funktion der Otolithenapparate. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 48, S. 195, 1891.
51. Ruysch. Experimenten over otolietenverschuiving. Proefschrift Utrecht [1909.
52. Kubo, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 115.
53. Magnus. Körperstellung.
54. De Burlet en J. J. Koster. Over de bepaling van den stand van booggangs- en maculavlakken in den schedel. Verslagen Kon. Ac. v. Wetensch. Amsterdam, Wis- en Natuurk. afd. 1916.

55. Werndly en Quix. The Otolithic Pressure as a function of the position of the cranium.
56. Von Frisch. Die Erforschung des Gehörsinnes bei Fischen. Untersuchungen über die Leistung eines Gehörorganes ohne Schnecke und ohne Basilarmembran. Wien. klin. Wschr. 1933 I, 609—613.
Ueber die Labyrinth-Funktionen bei Fischen. Zool. Anz. Suppl. Bd. 4.
57. Van Gilse. Verslag K.N.O. Verg. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1932 II No. 22.
58. De Kleyn en Versteegh. Verslag K.N.O. Vereeniging. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1932. II No. 22.
59. Benjamins. Verslag K.N.O. Verg. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1932 II No. 22.
60. Rademaker en Hoogewerf. Observations sur les reflexes toniques labyrinthiques. Arch. néerl. de physiol. de l'homme et des animaux, 1931.
61. Nagel. Handbuch der Phys. des Menschen.
62. Quix. Dixième Congrès International d'Otologie Paris 1922.
63. Ruysch. Experimenten over Otolietenverschuiving. Proefschrift 1909, Utrecht.
64. Delage. Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux semicirculaires de l'oreille interne.
65. Aubert. Physiologische Studien über die Orientierung. Tübingen 1888.
66. Mulder. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1921, II, blz. 2785.
67. Nagel. Handbuch der Physiologie.
68. Schaltenbrand. Dtsch. Zeitschr. für Nervenh. 87 en 89, 1925.
69. Schaltenbrand. Zie Fischer. Ueber Gleichgewicht und Gleichgewichtsstörungen. Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Schaltenbrand Dtsch Zeitschr. f. Nervenheilk. 1925.
70. Mulder. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan, Proefschrift Utrecht 1908.
71. Quix. Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde 1925, 2de helft No. 3.
72. François, Meyerson en Pieron. Cpt.rend.hebdom. des séances de l'académ. des sciences 181, 1925.
Zie Fischer Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Bd. 27 Heft 5.
73. Foix en Thevenard. Presse med. 33, 1714, 1925.
Zie Fischer Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Bd. 27 Heft 5.
74. Fischer. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Arzte in Düsseldorf.
75. Fischer. Die Funktion des Vestibulärapparates, Blz. 847.
Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Herausgegeben von A. Bethe, G. v. Bergmann, G. Embden, A. Ellinger.
76. Fleisch. Das Labyrinth als beschleunigungsempfindendes Organ. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere. Band 195, Heft 4/5, 1922.

77. De Kleyn en Magnus. R. Magnus — Körperstellung.
A. de Kleyn en R. Magnus Pflügers Archiv f. d. ges. Phys. des Menschen und der Tiere 186. Band, Heft 1/3.
78. Magnus. Arch. Néerlandaises de physiol. de l'homme et des animaux. Tome 7, 1922. Körperstellung blz. 228.
79. Quix. La fonction des otolithes, 1922.
80. Ach. Ueber die Otolithenfunktion und den Labyrinthtonus. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 86 S 122, 1901.
81. De Haan. Verslag der Vergadering der Nederl. Keel-, Neus-, Oorheelkundige vereeniging te Leiden 1929. N. T. v. G. 1929.
82. Purkinje. Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels. Medizin. Jahrbücher des Oesterreich. Staates, Wien 1829.
83. Mach. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen.
84. Kreidl. Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes auf Grund von Versuchen an Taubstummen. Pflügers Archiv Bd. 51 S. 118, 1892.
85. Nagel. Handbuch der Physiologie des Menschen.
86. Breuer und Kreidl. Pflügers Archiv. Bd. 70 1898 (494).
87. Lorente de No. Acta societas oto rhino laryngologica latina 1929. Ergebnisse der Physiologie herausgegeben von L. Asher und K. Spiro 32. Band, München 1931.
88. Rademaker. Verslag K.N.O. Vereeniging N. T. v. G. 1932. II No. 22.
89. Barany. Der Zeigeversuch. Acta Oto Lar. Vol. VII. fasc. 2.
90. Magnus, de Kleyn en Storm van Leeuwen. Ein weiter Fall v. tonischen Halsreflexe b. Menschen. Münch. med. Wochenschr. 1913. S. 2566.
Weitere Beobacht. über Hals und Labyrinthreflexe auf die Gliedermusk. d. Menschen. Pflügers Archiv. Bd. 160 — S. 429 — 1915.
Die acute und die dauernde Folgen der Ausf. d. tonische Hals u. Labyrinthreflexe. Pflügers Archiv. Bd. 159 — S. 157 — 1914.
91. Rothmann. Zur differentialdiagn. Bedeutung d. Baranyschen Zeigeversuch. Neurol. Zentr.bl. 1914 — 33.
92. Beyer en Lewandowsky. Zum Baranyschen Zeigeversuch. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1913 Bd. 7.
93. Thielemann. Die experimentelle Ausschaltung d. Baranyschen Abweichreaktion. Passow Sch. Beitr. 20 — H. 3 en 4.
94. Fischer en Wodak. Beiträge z. Physiologie d. menschl. Vestibulärapp. Zur Analyse d. Baranyschen Zeigeversuch. Berlin 1925.
Prinzipielle Betrachtungen z. Probleme d. Zeigeversuches. A.O.R. 1926. Vol. X fasc. 1.
Vestibulare Körperreflexe u. Reaktionsbewegungen b. Menschen. Klin. Wochenschr. 2 Jahrg. No. 39.
Experimentelle Beiträge z. d. vestibularen Tonusreaktionen. Zeitschr. f. H.N. u. O. Bd. 6 — 1923.
Die „Fallreaktion" und das „vestibulare Umfallen". Zeitschr. f. H.N. u. O. Bd. 10 — 1924.
95. Malan. La prova dell' indicazione. Archiv Italiana d'Otologia XXX.
96. Benjamins. L'influence de la rotation sur le signe de l'indication. Archiv néerlandaise de Phys. T. VII — 1922.

97. Roorda. Der Einfluss d. Drehung auf d. Zeigeversuch v. Barany. Archiv f. O.N. u. K. Bd. 113 — 1925.
98. Talpis. Zur Methode d. graphische Registrierung des Zeigeversuches u.s.w. Archiv f. Ohrh. Bd. 116 H. 4 — 1927.
99. Quix en Eysvogel. Experimente über die Funktion des Otolithenapparats beim Menschen. Zeitschr. f. H.N. Ohrenheilk. 23. Bd. 1. Heft.
100. Quix. Les Méthodes d'Examen de l'Organe Vestibulaire. 1929.
Bouman-Brouwer Leerboek der Zenuwziekten. Deel II — 2de gedeelte.
L'Examen Clinique des Symptômes Otolithiques.
The Function of the Vestibular Organ and the Clinical Examination of the Otolithic Apparatus — 1925.
The Journal of Laryngology and Otology.
101. Del Prado. Afwijkingen in de vingerwijsproef na kunstmatige prikkeling van het vestibulair apparaat.
102. Fischer. Jahrbücher für Psychiatrie und Neurologie. Band 35, Heft 1.
103. Brunner. Ergebnisse d. klin. Funktionsprüf. d. Ohres b. Erkrankungen d. Medulla oblongata u. d. Kleinhirns. Zentr.bl. f. Neurologie 37 en 44, 1924, 1926.
104. Bondy. Die vestibulaire Reaktionsbewegungen nach Drehung. Zeitschr. f. O.h.k. u. f.d. Krankh. d. Luftw. Bd. 80 H. 1 en 2.
105. Guttisch. Influence de la rotation de la tête sur la déviation. Zentr.bl. f. Ohrenh. 1925.
106. Ingvar. Von „spinalem" Vorbeizeigen. Acta Med. Scandinavia 1922. Vol. LVII.
107. Kiss. L'influence des yeux sur la déviation de l'index. Zeitschr. f. d. Ges. Neur. u. Psych. 1921 — 65.
Ueber das Vorbeizeigen b. forcierten Seitwärtsschauen. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1921 — 65.
108. Mittelmann. Ueber länger anhaltende (tonische) Beeinflussungen d. Reaktionszustandes d. Skelettmuskulatur d. Menschen. Pflügers Archiv 1922.
109. Reinhold. Die Abhängigkeit d. Baranyschen Zeigereaktion v. d. Kopfhaltung. Neurol. Centrlbl. 1913 No. 20.
110. Riese. Das Vorbeizeigen. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. Bd. 76 — 1921.
111. Szasz. Influence de la position de la tête dans l'épreuve de l'indication. Communication à la Société allemande d'O.R.L. Juin 1922.
112. Hunter. Observations on certain parts of the animal economy. 1786.
113. Nagel und Skrebitzky. Arch. f. Ophtalmologie 17 Bd.
114. Breuer. Ueber die Function der Bogengänge des Ohrlabyrinthes. W. med. Jahrbücher 1874.
115. Von Graefe. Arch. f. Ophtalmologie 1.
116. Mulder. Over parallelle rolbewegingen der oogen. 1891.
117. Barany. Die Untersuchung der reflektorischen vestibulären und optischen Augenbewegungen und ihre Bedeutung für die topische Diagnostik der Augenmuskellähmungen. Münch. med. Wochenschr. 1907, No. 22 und 23.

118. Benjamins. Contribution à la connaissance des reflexes toniques des muscles de l'oeil. Arch. Néerland. de physiol. de l'homme et des animaux, B 2 1918.
119. Benjamins. Ueber die Fonktion des Vestib.App. bei den Vögeln. VIIe intern. Ornith. Congres, Amsterdam 1930.
120. Bartels. Aufgaben der vergleichenden Physiol. der Augenbewegungen. V. Graefes Arch. f. Ophtalmologie. 1920.
121. Muskens. Ueber eine eigentümliche kompensatorische Augenbewegung der Octopoden mit Bemerkungen über deren Zwangsbewegungen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1904.
122. Barany. Acta oto laryngologica Bd 8.
Ueber die vom Ohrlabyrinth ausgelöste Gegenrollung der Augen bei Normalhörenden, Ohrenkranken und Taubstummen. Arch. f. Ohrh. 68, 1906.
123. Van der Hoeve. Relations between eye and ear. Arch. of Ophtalmology 1922.
124. De Kleyn en Versteegh. Acta oto Laryngologica 1924.
125. Houben en Struycken. Die Kompensatorische Raddrehung des Auges bei normalen und krankhaften Zuständen. Acta oto laryngologica 1925.
126. Kompanejetz. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde Bd 5 1923.
127. Benjamins. Arch. f. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilk. 1926.
128. Quix en Eysvogel. Zeitschr. f. Hals-, Nasen-und Ohrenheilkunde 1929.
129. De Kleyn en Versteegh. Proc. of the Roy. soc. of med. 1924.
130. Benjamins en Nienhuis. Arch. f. Ohren-, Nasen-und Kehlkopfheilkunde 1927.
131. Grahe. Ueber Lageempf. und Reflexe beim Menschen. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. Bd. 12.
132. Mach. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen. 1875.
133. Kreidl. Pflügers Archiv 51, 119. 1892.
134. Breuer u. Kreidl. Pflügers Archiv 70, 494. 1898.
135. Lorente de No. Ergebnisse der Physiologie 1931.
136. Fischer. Graefes Archiv 1930. Die Augenmuskelreflexe beim Kaninchen und ihre Grundlagen.
137. Van Wulfften Palthe. Acta oto laryngol. 4 1922.
138. Benjamins. Contribution à la connaissance des reflexes toniques des muscles de l'oeil. Arch. Néerl. de Phys. de l'homme et des animaux, tome II, p. 536 (1918).
139. De Kleyn en v. d. Hoeve. Pflügers Archiv, 169, 241, 1917.
140. Uffenorde. Beitr. z. Anat., Physiol., Pathol. u. Ther. Bd. V. 1912.
141. Struycken. Acta Oto-Laryngologica Vol. VII. Fasc. 3. 1925.
142. Quix. Congrès international, Paris, en Nederl. Tijdschr. 1922.
143. Barany. Physiol. u. Path. des Bogengangapparates beim Menschen. Klinische Studien. 1907.
144. Struycken. Acta Oto Laryngologica Vol. VII, Fasc. 3. 1925.
145. Magnus. Körperstellung.
146. De Kleyn en Magnus. Körperstellung.
147. Magnus. Körperstellung.

148. De Kleyn en van der Hoeve. Tonische Labyrinthreflexe auf die Augen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 164 — 1917.
149. Benjamins en Eelco Huizinga. Untersuchungen über die Funktion des Vestibulärapparates bei der Taube. 1927.
Untersuchungen über die Funktion des Vestibulärapparates bei der Taube. II, III. 1928. Pflügers Archiv. Bd. 217 blz. 115, Bd. 220, blz. 565, Bd. 221. 1. und 2. Heft.
Die Raddrehung wird bei Tauben von den Sacculusotolithen ausgelöst. (6. Jahresvers. d. ges. dtsch. Hals-, Nasen- u. Ohrenärzte. Sitzung 1926). Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. Bd. 15.
150. Magnus en De Kleyn. Pflügers Archiv 186, 1921. 61.
151. De Kleyn en Versteegh. Labyrinthreflexe nach Abschleuderung der Otolithen-membranen bei Meerschweinchen. Kon. Academie v. Wetenschappen Vergadering Juni 1931.
152. Hasegawa. Die Veränderung der labyrinthären Reflexe bei zentrifugierten Meerschweinchen. Pflügers Archiv 229. Band 2. Heft.
153. Struycken. Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1918, 1e helft No. 9.
154. De Kleyn en Versteegh. Acta Oto Laryngologica Bd VI, blz. 172.
155. Van den Branden. Influence de la pression endolabyrinthique sur l'irritabilité des canaux semi-circulaires. Travail du Laboratoire de Physiologie Solvay, Bruxelles 1931.
156. Magnus. Die Körperstellung blz. 173, 174.
157. Magnus. Körperstellung, blz. 173 etc.
158. De Kleyn. Tonische Labyrinth- und Halsreflexe auf die Augen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 186, S. 61. 1921.
159. Versteegh. Acta Oto-Laryngologica 1927 Fasc. 3.
160. Steinhausen. Ueber den Nachweis der Bewegung der Cupula. 1931. Pflügers Archiv 228 Bd 3 Heft.
Ueber die Wittmaacksche Turgor- und Drucktheorie und die Mach-Breuersche Theorie der Verlagerung der Cupula terminalis in den Bogengängen des Vestibulärapparates.
Ueber die Beobachtung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinths des lebenden Hechts. Pflügers Archiv 232 Bd 4 Heft.

ALPHABETISCHE LITERATUURLIJST.

ACH. Ueber die Otolithenfunktion und den Labyrinthtonus. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd 86 S 122, 1901.
AUBERT. Physiologische Studien über die Orientierung. Tübingen 1888.
BARANY. Physiologie und Pathologie des Bogengang-Apparates bei Menschen. 1907.
Der Zeigeversuch. Acta Oto Lar. Vol. VII. fasc. 2.
Acta oto laryngologica Bd 8. Ueber die vom Ohrlabyrinth ausgelöste Gegenrollung der Augen bei Normalhörenden, Ohrenkranken und Taubstummen. Arch. f. Ohrh. 68, 1906.
Die Untersuchung der reflektorischen vestibulären und optischen Augenbewegungen und ihre Bedeutung für die topische Diagnostik der Augenmuskellähmungen. Münch. med. Wochenschr. 1907, No. 22 und 23.
BARTELS. Ueber nervöse Bahnen zwischen Ohrapparat und Augenmuskulatur. Ophtalmologische Gesellschaft Heidelberg August 1910.
Aufgaben der vergleichenden Physiol. der Augenbewegungen. v. Graefes Arch. f. Ophtalmologie. 1920.
BAUHINUS. Theatrum Anatomicum Francofurto a Maenum.
BENJAMINS. Verslag K.N.O. Verg. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1932 II No. 22.
L'influence de la rotation sur le signe de l'indication. Archiv néerlandaise de Phys. T. VII — 1922.
Contribution à la connaissance des reflexes toniques des muscles de l'oeil. Arch. Neérland. de physiol. de l'homme et des animaux. B 2 1918.
Ueber die Fonktion des Vestib.App. bei den Vögeln. VIIe intern. Ornith. Congres, Amsterdam 1930.
Arch. f. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilk. 1926, 1927.
Untersuchungen über die Funktion des Vestibularapparates bei der Taube. 1927, 1928. Pflügers Archiv Bd. 217 blz. 115, Bd. 220 blz. 565, Bd 221 1. und 2. Heft.
Die Raddrehung wird bei Tauben von den Sacculusotolithen ausgelöst. (6. Jahresvers. d. ges. dtsch. Hals-, Nasen- u. Ohrenärzte Sitzung 1926). Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. Bd. 15.
BEYER. Zum Baranyschen Zeigeversuch. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1913 Bd. 7.
BONDY. Die vestibulaire Reaktionsbewegungen nach Drehung. Zeitschr. f. O.h.k. u. f. d. Krankh. d. Luftw. Bd 80 H 1 en 2.
VAN DEN BRANDEN. Influence de la pression endolabyrinthique sur l'irritabilité des canaux semi-circulaires. Travail du Laboratoire de Physiologie Solvay, Bruxelles 1931.

BREUER. Ueber die Function d. Bogeng. d. Ohrlabyrinthes. Med. Jahrb. 1874.
Beitrage z. Lehre vom Statischen Sinn. Med. Jahrb. 1875.
Neue Versuche an den Ohrbogengangen. Pflügers Archiv 1889.
Ueber die Function der Otolithenapp. Pflügers Archiv 1891.
Studien über d. Vestibularapp. Wiener Sitzungsber. Bd 113, 1903.
Pflügers Archiv. Bd. 70, 1898 (494).
BRUCKNER. Zur Function des Labyrinths. Virchows Archiv.
BRUNNER. Ergebnisse d. klin. Funktionsprüf. d. Ohres b. Erkrankungen d. Medulla oblongata u. d. Kleinhirns. Zentr. bl. f. Neurologie 37 en 44, 1924, 1926.
DE BURLET. Over de bepaling van den stand van booggangs- en maculavlakken in den schedel. Verslagen Kon. Ac. v. Wetensch. Amsterdam, Wis- en Natuurk. afd. 1916.
BUYS. Beitrag zum Studium des galvanischen Nystagmus mit Hilfe der Nystagmographen. Monatschrift für Ohrenheilkunde 1909. No. 1.
De la nystagmographie clinique. Communication à la Société belge d'Otologie. Juin 1909.
Présentation du nystagmographe. Bulletin de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1909 No. 9.
De la notation graphique du nystagmus vestibulaire spontane. Académie royale de médecins de Belgique, 30 Juillet 1910.
CHEVREUL. Journal des Savants 1831.
COPPEZ. Discussion à l'occasion de la présentation du nystagmographe. Bulletin de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles 1909 No. 9.
CRUM BROWN. On the sense of rotation and the anatomy and physiology of the semicircular canals of the internal ear. Journal of anatomy and physiology. Vol. B — 1874.
DELAGE. Etudes expérimentales sur les illusions statiques et dynamiques de direction pour servir à déterminer les fonctions des canaux semicirculaires de l'oreille interne.
EXNER. Zur Lehre von den Gehörsempfindungen.
EWALD. Physiologische Untersuchungen über das Endorgan des N Octavus. Wiesbaden 1892.
FISCHER. Die Regulationsfunktion des menschlichen Labyrinthes u.s.w. Erg. Physiol. 27, 209, 1928.
Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Arzte in Düsseldorf.
Die Funktion des Vestibulärapparates Blz. 847.
Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Herausgegeben von A. Bethe, G. v. Bergmann, G. Embden, A. Ellinger.
Beiträge z. Physiologie d. menschl. Vestibulärapp. Zur Analyse d. Baranyschen Zeigeversuch. Berlin 1925.
Prinzipielle Betrachtungen z. Probleme d. Zeigeversuches. A.O.R. 1926. Vol. X fasc. 1.
Vestibuläre Körperreflexe u. Reaktionsbewegungen b. Menschen. Klin. Wochenschr. 2 Jahrg. No. 39.

Experimentelle Beiträge z. d. vestibulären Tonusreaktionen. Zeitschr. f. H.N. u. O. Bd. 6 — 1923.
Die „Fallreaktion" und das „vestibuläre Umfallen". Zeitschr. f. H.N. u. O. Bd. 10— 1924.
Jahrbücher für Psychiatrie und Neurologie. Band 35, Heft 1.
Graefes Archiv 1930. Die Augenmuskelreflexe beim Kaninchen und ihre Grundlagen.
Fleisch. Das Labyrinth als beschleunigungsempfindendes Organ. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 1922, Bd. 195, Heft 4/5.
Flourens. Mémoires présentes à l'Académie Royale des Sciences 27 déc. 1824.
Foix. Presse med. 33, 1714, 1925. Zie Fischer Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Bd. 27 Heft 5.
François. Cpt.rend.hebdom. des séances de l'académ. des sciences 181, 1925. Zie Fischer Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Bd. 27 Heft 5.
Frey. Untersuchungen über den Drehschwindel der Taubstummen. Zeitschr. f. Ohrenheilk. 1904, XLVIII. Bd. Heft 4, S. 330.
Von Frisch. Die Erforschung des Gehörsinnes bei Fischen.
Untersuchungen über die Leistung eines Gehörorganes ohne Schnecke und ohne Basilarmembran. Wien. klin. Wschr. 1933 I, 609—613.
Ueber die Labyrinth-Funktionen bei Fischen. Zool. Anz. Suppl. Bd. 4.
Van Gilse. Verslag K.N.O. Verg. Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1932 II No. 22.
Goltz. Ueber die physiologische Bedeutung der Bogengänge des Ohrlabyrinths u.s.w. Pflügers Archiv — Bd III 1870.
Von Graefe. Arch. f. Ophtalmologie 1.
Graham Brown. Die Atembewegungen des Frosches und ihre Beeinflussung durch die nervösen Zentren und durch das Labyrinth. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd 130, 1909.
Grahe. Ueber Lageempf. und Reflexe beim Menschen. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. Bd 12.
Guttisch. Influence de la rotation de la tête sur la déviation. Zentr.bl. f. Ohrenh. 1925.
De Haan. De reactie bewegingen van de bovenste extremiteiten na prikkeling van de halfcirkelvormige kanalen. Proefschrift Utrecht 1922.
Verslag der Vergadering der Nederl. Keel-, Neus-, Oorheelkundige Vereeniging te Leiden 1929. N. T. v. G. 1929.
Hasegawa. Die Veränderung der labyrinthären Reflexe bei zentrifugierten Meerschweinchen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. des Menschen und der Tiere, 229 Band, 2 Heft.
Hasse. Das Ohr bei Kaninchen etc. 1873.
Helmholtz. Die Lehre von der Tonempfindung. 3. Auflage 1870.
Van der Hoeve. Relations between eye and ear. Arch. of Ophtalmology 1922.
Houben. Die Kompensatorische Raddrehung des Auges bei normalen und krankhaften Zuständen. Acta oto laryngologica 1925.

HUNTER. Observations on certain parts of the animal economy. 1786.
INGVAR. Von „spinalem" Vorbeizeigen. Acta Med. Scandinavia 1922. Vol. LVII.
KISS. L'influence des yeux sur la déviation de l'index. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1921 — 65.
Ueber das Vorbeizeigen b. forcierten Seitwärtsschauen. Zeitschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1921 — 65.
DE KLEYN. Verslag K.N.O. Vereeniging. Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1932. II No. 22.
Pflügers Archiv f. d. ges. Phys. des Menschen und der Tiere 186 Bd. Heft 1/3.
Acta Oto Laryngologica 1924.
Proc. of the Roy. soc. of med. 1924.
Pflügers Archiv, 169, 241, 1917.
Körperstellung (Magnus).
Tonische Labyrinthreflexe auf die Augen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 164 — 1917.
Labyrinthreflexe nach Abschleuderung der Otolithen-membranen bei Meerschweinchen. Kon. Academie v. Wetenschappen Vergadering Juni 1931.
Acta Oto Laryngologica Bd VI, blz. 172.
Tonische Labyrinth- und Halsreflexe auf die Augen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 186, S 61, 1921.
KOMPANEJETZ. Zeitschr. f. Hals, Nasen und Ohrenheilkunde Bd. 5 1923.
KREIDL. Weitere Beitrage zur Physiologie des Ohrlabyrinths. Sitzungsbericht der kaiserl. Akademie für Wissensch. in Wien 1892.
Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinthes auf Grund von Versuchen an Taubstummen. Pflügers Archiv Bd 51 S 118, 1892.
Pflügers Archiv 51, 119. 1892.
KUBO. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 115.
KUILMAN. Nystagmographie tijdens draaibewegingen bij den mensch. Proefschrift 1931. Leiden.
KUMMEL. Ueber infektiöse Labyrintherkrankungen. Zeitschr. für klin. Medizin. 1904, Bd 55.
LABORDE. Essai d'une détermination expérimentale et morphologique du role fonctionnel des canaux semicirculaires. Bulletin de la Société d'Antropologie — déc. 1881.
MACH. Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen 1875.
Physikalische Versuche über den Gleichgewichtsinn des Menschen. Wiener Sitzungsber. Bd 68 Abt. 3. 1873.
Beitrag zur Analyse der Empfindungen. Jena 1886.
MAGNUS. Labyrinthreflexe auf Progressivbewegungen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol. 186, 1921.
Körperstellung.
Arch. Néerlandaises de physiol. de l'homme et des animaux. Tome 7, 1922. Körperstellung blz. 228.

Ein weiter Fall v. tonischen Halsreflexe b. Menschen. Münch. med. Wochenschr. 1913. S. 2566.
Weitere Beobacht. über Hals und Labyrinthreflexe auf die Gliedermusk. d. Menschen. Pflügers Archiv. Bd 160 — S. 429 — 1915.
Die acute und die dauernde Folgen der Ausf. d. tonische Hals u. Labyrinthreflexe. Pflügers Archiv Bd. 159 — S 157 — 1914.
MALAN. La prova dell' indicazione. Archiv Italiana d'Otologia XXX.
MITTELMANN. Ueber länger anhaltende (tonische) Beeinflussungen d. Reaktionszustandes d. Skelettmuskulatur d. Menschen. Pflügers Archiv 1922.
MULDER. Quantitatieve betrekking tusschen prikkel en effect bij het statisch orgaan. Dissert. Utrecht 1908.
Ned. Tijdschr. v. Geneeskunde 1921, II, blz. 2785.
Over parallelle rolbewegingen der oogen. 1891.
MUSKENS. Ueber eine eigentümliche kompensatorische Augenbewegung der Octopoden mit Bemerkungen über deren Zwangsbewegungen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1904.
NAGEL. Die Lage-, Bewegungs- und Widerstandsempfindung. Nagels Handbuch der Physiol. des Menschen. Bd 3 1904.
Arch. f. Ophtalmologie 17 Bd.
NELISSEN. Vergadering van het Genootschap van Keel-, Neus-, Oorartsen Utrecht. N. T. v. G. tweede helft 1930.
Vergadering van de Medische Afd. der Verg. tot bev. v. wetenschap o. d. Kath. in Nederland — Rotterdam. Jaarverslag 1930.
LORENTE DE NO. Die Labyrinthreflexe auf die Augenmuskeln. Monatschrift für Ohrenheilkunde 1928.
Acta societas oto rhino laryngologica latina 1929.
Ergebnisse der Physiologie herausgegeben von L. Asher und K. Spiro. 32. Band, München 1931.
PANSE. Verhandlungen der deutschen otologischen Gesellschaft. Wien 1906.
PASSOW. Ein Beitrag zur Lehre von den Funktionen des Ohrlabyrinths. Klin. Wochenschr., Berlin 1905.
DEL PRADO. Afwijkingen in de vingerwijsproef na kunstmatige prikkeling van het vestibulair apparaat. Dissert. Utrecht 1929.
PURKINJE. Beiträge zur näheren Kenntniss des Schwindels. Medizin. Jahrbücher des Oesterreich. Staates, Wien 1829.
QUIX. Is het vestibulair orgaan een evenwichtszintuig? Verg. Nederl. K.N.O. Ver. Nov. 1921.
De beteekenis van de bijzondere ligging van het booggangstelsel in den schedel. N. T. v. G. 1929. 1ste helft No. 22.
De doelmatigheid der booggangreflexen. N. T. v. G. 1925, 2de helft No. 3.
Het verband tusschen den vorm van de vestibulaire nystagmus en de prikkel in het systeem der halfcirkelvormige kanalen. N. T. v. G., 1928, 1ste helft No. 16.
Des rapports du nystagmus vestibulaire avec les excitations dans le système des canaux demi-circulaires (Congr. National) Société française d'Oto-rhino. lar. 1927.

La fonction des otolithes. Arch. Néerland. de Physiol. de l'homme et des animaux. 6, 1921.
Dixième Congrès International d'Otologie, Paris 1922.
Nederl. Tijdschr. v. Geneeskunde 1925, 2de helft No. 3.
La fonction des otolithes, 1922.
Experimente über die Funktion des Otolithenapparats beim Menschen. Zeitschr. f. H. N. Ohrenheilk. 23 Bd, 1. Heft.
Les Méthodes d'Examen de l'Organe Vestibulaire. 1929.
Bouman-Brouwer Leerboek der Zenuwziekten Deel II — 2de gedeelte.
L'Examen Clinique des Symptomes Otolithiques.
The Function of the Vestibular Organ and the Clinical Examination of the Otolithic Apparatus — 1925.
The Journal of Laryngology and Otology.
Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde 1929.
Congrès international, Paris, en Nederl. Tijdschr. 1922.
Rademaker. Observations sur les reflexes toniques labyrinthiques. Arch. néerl. de physiol. de l'homme et des animaux, 1931.
Verslag K.N.O. Vereeniging. N. T. v. G. 1932, II, No. 22.
Reinhold. Die Abhängigkeit d. Baranyschen Zeigereaktion v. d. Kopfhaltung. Neurol. Centralbl. 1931, No. 20.
Riese. Das Vorbeizeigen. Zeitschr. f. d. Ges. Neur. u. Psych. Bd. 76 — 1921.
Roorda. Der Einfluss d. Drehung auf d. Zeigeversuch v. Barany. Archiv f. O. N. u. K. Bd. 113 — 1925.
Van Rossem. Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt vanuit de halfcirkelvormige kanalen. Dissert. Utrecht 1907.
Rothmann. Zur differentialdiagn. Bedeutung d. Baranyschen Zeigeversuch. Neurol. Zentr.bl. 1914 — 33.
Ruysch. Experimenten over otolietenverschuiving. Proefschrift Utrecht 1909.
Schaltenbrand. Dtsch. Zeitschr. für Nervenh. 87 en 89, 1925.
Zie Fischer. Ueber Gleichgewicht und Gleichgewichtsstörungen. Zentralbl. f. d. ges. Ophtalmologie u. ihre Grenzgebiete. Schaltenbrand Dtsch. Zeitschr. für Nervenheilk. 1925.
Sewall. Experiments upon the ears of fishes with reference to the function of Equilibrium. Journal of physiology, 4, 1883.
Sjöberg. Experimentelle Studien über den Auslösungsmechanismus der Seekrankheit.
Steiner. Ueber das Centralsystem des Haifisches etc. Sitzungsberichte der Königl. Preusschen Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1886.
Steinhausen. Ueber die Funktion der cupula. Otologencongres Bonn 1931.
Pflügers Archiv Bd 228, 1931. Ueber den Nachweis der Bewegung der Cupula.
Ueber die Wittmaacksche Turgor- und Drucktheorie und die Mach-Breuersche Theorie der Verlagerung der Cupula terminalis in den Bogengängen des Vestibulärapparates.

Ueber die Beobachtung der Cupula in den Bogengangsampullen des Labyrinths des lebenden Hechts. Pflügers Archiv 232 Bd., 4. Heft.
STENGER. Zur Function der Bogengänge. Archiv für Ohrenheilk. Bd. 50, 1900.
STRUYCKEN. Het registreeren van den nystagmus. Ned. Tijdschrift v. Geneeskunde 1918, 1ste helft No. 9.
Acta Oto-Laryngologica Vol. VII. Fasc. 3, 1925.
SZASZ. Influence de la position de la tête dans l'épreuve de l'indication. Communication à la Société allemande d'O.R.L. Juin 1922.
TALPIS. Zur Methode d. graphische Registrierung des Zeigeversuches u.s.w. Archiv f. Ohrh. Bd. 116. H. 4 — 1927.
THIELEMANN. Die experimentelle Ausschaltung d. Baranyschen Abweichreaktion. Passow Sch. Beitr. 20 — H. 3 en 4.
TULLIO. Das Ohr und die Entstehung der Sprache und Schrift. 1929. Deutsche Uebersetzung von Dr. Auguste Jellinek.
UFFENORDE. Beitr. z. Anat., Physiol., Pathol. u. Ther. Bd. V — 1912.
VERSTEEGH. Acta Oto-Laryngologica 1927 Fasc. 3.
WERNDLY. The Otolithic Pressure as a function of the position of the cranium.
WOJATSCHEK. Ueber Nystagmographie. Nachrichten der kais. Militärmedizinische Academie. Maart 1908.
Ueber die Nystagmusuntersuchung mittels der registrierenden Apparate. Wiesbaden 1910.
VAN WULFFTEN PALTHE. Acta oto laryngol. 4 — 1922.
WUNN. Folia oto-laryng. 1932 Bd. 22, H. 5—6.

DE BEWEGING DER OTOLIETEN VANUIT MATHEMATISCH STANDPUNT BESCHOUWD.

door

IR. H. P. J. VERBEEK.

§ 1. *Inleiding.*

In dit proefschrift worden beschouwd de verschillende reflexen, die het gevolg zijn van een prikkeling der otolieten. Deze prikkeling der otolieten wordt te voorschijn geroepen door aan het hoofd van den proefpersoon versnellingen en vertragingen (verder hoofdversnelling genoemd) mede te deelen, zoowel in horizontale als in vertikale richtingen. Onder den invloed van deze versnellingen voeren de otolieten bewegingen uit. Het doel van de hierna volgende beschouwing is nu allereerst de relatieve beweging der otolieten ten opzichte van het hoofd van den proefpersoon, bij gegeven verloop der hoofdversnelling met den tijd, langs mathematischen weg te berekenen. Met behulp van de daarmede verkregen resultaten kunnen o.a. schijnbare anomalieën, als in het proefschrift beschreven, verklaard worden; tevens kan worden aangegeven hoe men deze afwijkingen bij de proeven kan vermijden. Vervolgens zullen nieuwe proeven moeten worden uitgevoerd, die ons de numerieke waarden der in de berekening voorkomende otolietenconstanten leveren.

Het otolietenstelsel is vanuit mechanisch oogpunt bezien een zeer ingewikkelde constructie; zonder het aanbrengen van vereenvoudigende veronderstellingen is het onmogelijk hierop de wetten der mechanica toe te passen. Het is dus eerst noodig de vereenvoudigingen, die aangebracht zullen worden en de veronderstellingen, waarvan zal worden uitgegaan, nader te bespreken.

1). We beschouwen de bewegingen van één otoliet en denken ons deze onafhankelijk van de andere otolieten. We nemen aan, dat de otoliet een evenwichtsstand bezit, indien er geen hoofdversnellingen optreden.

2). We veronderstellen, dat de oogenblikkelijke waarde van de uitslag der otoliet uit haar evenwichtsstand maatgevend is voor de grootte van de reflexen, die het gevolg zijn van de otolietenprikkeling. Deze veronderstelling is niet direct van invloed op de hierna volgende berekeningen. Om echter uit nader aan te geven proeven de otolietenconstanten te kunnen berekenen, is deze veronderstelling noodzakelijk. Wij zien hier dan n.l. af van een eventueele traagheid in ons zenuwstelsel, of anders gezegd: in de numerieke waarden van de constanten is deze traagheid opgenomen.

3). De berekening van de otolietentrillingen voeren wij in verschillende stappen uit.

a) Allereerst beschouwen we de vrije trillingen, die een otoliet kan uitvoeren, zonder dat op de otoliet een uitwendige kracht werkt, dus zonder dat het evenwichtsorgaan geprikkeld wordt. Daarbij nemen we aan, dat de otoliet een deeltje is, dat om een bepaalden evenwichtsstand kan trillen onder invloed van een uitwendige kracht en wel in één richting dus met één vrijheidsgraad. Voorts werkt er op de otoliet een kracht, die haar steeds naar den evenwichtsstand terugdrijft. Deze kracht is evenredig met de uitwijking van de otoliet. Verder nemen we aan, dat op de otoliet een wrijvingskracht werkt, die derhalve tegengesteld is aan haar bewegingsrichting. Ter vereenvoudiging veronderstellen we, dat deze kracht evenredig is met de 1° macht van de snelheid der otoliet. Dit is niet het geval, doch in het kader van onze benaderingen is deze veronderstelling zeker toelaatbaar. Zouden we een hoogere macht van de snelheid in onze beschouwingen opnemen, dan worden daardoor de berekeningen noodeloos gecompliceerd.

b) Na het opstellen van de bewegingsvergelijking, afgeleid met behulp van bovenstaande aannamen, wordt deze vergelijking opgelost voor het geval dat de uitwendige kracht het karakter heeft van een stoot. De dan verkregen uitkomsten en formules kunnen zonder meer worden toegepast op een willekeurig verloop van de uitwendige kracht, zooals bijv. optrad bij het centrifuge onderzoek, het liftonderzoek, etc. Een enkel voorbeeld zal nader worden uitgerekend ter illustratie.

c) Ten slotte gaan wij na hoe het mogelijk is, dat op de otoliet een uitwendige kracht kan aangrijpen. Met andere woorden, we zullen het verband opsporen, dat bestaat tusschen de hoofdversnelling en de kracht, die dientengevolge op de otoliet werkt. Het beeld, dat we

ons reeds van de otoliet gevormd hebben, zullen wij in verband daarmede nog eenigszins moeten detailleeren. In aansluiting aan het bovenstaande denken we ons de otoliet elastisch in een vloeistof opgehangen. Het soortelijk gewicht van de vloeistof zullen we aannemen te verschillen van dat van de otoliet. De elastische ophanging stellen we verantwoordelijk voor de kracht, die de otoliet terugdrijft naar den evenwichtsstand.

§ 2. *Berekening der vrije trilling.*

Aan de hand van fig. 1 zullen wij nu de bewegingsvergelijking opstellen.

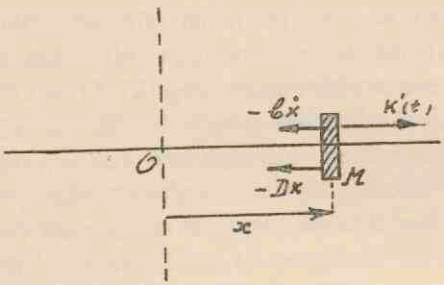


FIG. 1.

x = de uitwijking van de otoliet uit den evenwichtsstand.

M = massa van de otoliet.

$\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ = snelheid van de otoliet.

$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}$ = versnelling van de otoliet.

Dx = de terugdrijvende kracht, altijd gericht naar den evenwichtsstand.

$b\dot{x}$ = de wrijvingskracht, altijd tegengesteld aan de bewegingsrichting.

D en b zijn evenredigheidsconstanten.

De uitwendige kracht, die een functie is van den tijd stellen we voor door $K'(t)$.

Uit de toepassing van de wet:
Kracht = Massa × versnelling volgt nu:

$$K'(t) - Dx - b\dot{x} = M\ddot{x} \tag{1}$$

of

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + n^2x = K(t) \tag{2}$$

waarbij $\frac{b}{M} = 2\delta$; $\frac{D}{M} = n^2$; $\frac{1}{M} K'(t) = K(t)$.

Om nu te komen tot de vrije trillingen stellen wij $K(t) = 0$ en geven de oplossing aan van de gereduceerde vergelijking:

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + n^2x = 0 \tag{3}$$

I. Voor $n > \delta$ wordt de oplossing:

$$x = Ce^{-\delta t} \cos(\nu t + \varphi) \qquad (4)$$

C en φ zijn grootheden, die bepaald worden met behulp van de beginvoorwaarden d.w.z. de positie en de snelheid van de otoliet op het tijdstip $t = o$. Op het oogenblik zullen wij daarop niet nader ingaan, verderop komt dit nog ter sprake. Verder is: $\nu = \sqrt{n^2 - \delta^2}$; δ en ν zijn otolietenconstanten, hun waarde hangt alleen af van de mechanische constructie van het otolietenstelsel. Voor verschillende otolieten kunnen deze constanten echter een andere numerieke waarde aannemen. δ heet de demping en ν de hoekfrequentie van de trilling.

(4) stelt voor een gewone sinusoidale trilling, waarvan de amplitude volgens een e-macht afneemt. (e = grondtal van het natuurlijke log.stelsel = 2,718).

Wanneer de otoliet dus uit zijn evenwichtsstand is gebracht, schommelt de otoliet een of meer malen om den evenwichtsstand heen, eerdat ze tot rust komt.

II. Voor $n < \delta$ wordt de oplossing van (3):

$$x = e^{-\delta t}\left(a_1 e^{pt} + a_2 e^{-pt}\right) \qquad (5)$$

waarbij $p = \sqrt{\delta^2 - n^2}$. a_1 en a_2 weer te bepalen uit de beginvoorwaarden. Indien hier de otoliet een uitwijking heeft gekregen kruipt de otoliet weer geleidelijk naar den evenwichtsstand terug. Van een trilling is dus hier geen sprake meer.

Dit is dus het geval van aperiodieke instelling van de otoliet.

III. Voor $n = \delta$ wordt de oplossing:

$$x = e^{-\delta t}(a_1 + a_2 t) \qquad (6)$$

a_1 en a_2 uit de beginvoorwaarden.

Deze oplossing geeft ons het grensgeval van aperiodieke instelling. Ook hier treedt geen trilling op.

In fig. 2 zijn de 3 gevallen I, II, en III geteekend, waarbij verondersteld werd, dat aan de otoliet een bepaalde uitwijking was gegeven en deze vervolgens werd vrij gelaten.

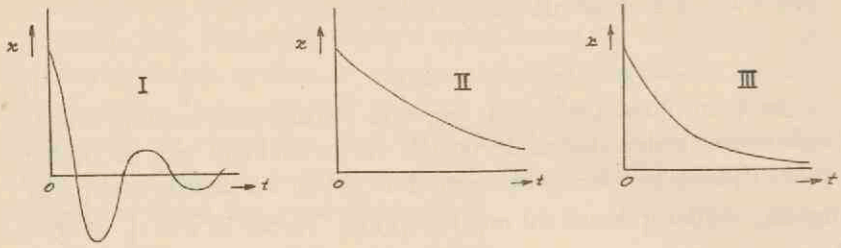


FIG. 2.

Welke van deze drie mogelijkheden nu inderdaad zal optreden, hangt zooals reeds gezegd af van den bouw van het otolietenstelsel. Bij de eene otoliet zal zich de aperiodieke instelling vertoonen, bij de andere zal werkelijk een trilling uitgevoerd worden. Uit de formules blijkt, dat de aard der instelling beheerscht wordt door de grootte der demping en der terugdrijvende kracht, dus der elastische ophanging. Indien de elastische kracht sterk en de demping niet al te groot is, bestaat er veel kans dat een trilling ontstaat. Is de demping groot, dan is het vrijwel onmogelijk dat een periodieke instelling optreedt. Het is niet uitgesloten te achten, dat bij een zelfden persoon dezelfde otoliet zich de eene keer aperiodiek instelt, terwijl onder andere lichamelijke condities (bijv. sterke verwarming van het hoofd) de periodieke instelling plaats grijpt. Of deze mogelijkheid bestaat en wat hiervan de eventueele interessante verschijnselen zouden zijn, zullen ons proeven moeten leeren.

§ 3. *Oplossing der algemeene vergelijking voor een bijzonder geval.*

Na de bespreking van de vrije trillingen zouden we moeten overgaan tot het oplossen van de algemeene vergelijking

$$\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + n^2x = K(t)$$

waarin K(t) het verloop voorstelt van de uitwendige kracht, die bij verschillende proeven (zooals in het proefschrift uitvoerig beschreven) op de otoliet wordt uitgeoefend. Voor eenvoudige gevallen bijv. K(t) = constant is deze oplossing zonder meer aan te geven. Voor gevallen waar K(t) niet meer een eenvoudige functie van den tijd is, wordt dit zeer moeilijk of geheel onmogelijk. Bij de meeste proeven is nu dit laatste het geval en daarom zullen wij een anderen weg bewandelen om tot een oplossing te geraken.

Wij gaan daartoe uit van de oorspronkelijke vergelijking (1)

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + Dx = K'(t)$$

en we veronderstellen dat de kracht $K'(t)$ slechts werkt gedurende een kort tijdsverloop Δt, dus van $t = o$ tot $t = \Delta t$.

Vergel. (1) kan dan eenmaal geïntegreerd worden over het interval Δt.

$$M \int_o^{\Delta t} \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) dt + b \int_o^{\Delta t} \frac{d}{dt}(x)\, dt + D \int_o^{\Delta t} x dt = \int_o^{\Delta t} K'(t)\, dt \qquad (7)$$

$\int_o^{\Delta t} K'(t)\, dt = S$ deze integraal stelt voor, de op de otoliet uitgeoefende stoot.

Vergel. (7) leidt ons, na eenige berekening tot het volgende resultaat:

Nadat $K'(t)$ heeft opgehouden te werken, dus na den tijd Δt heeft de otoliet een aanvangssnelheid v gekregen waarbij

$$v = \frac{S}{M} \qquad (8)$$

terwijl op dat oogenblik de uitwijking van de otoliet uit den evenwichtsstand nog verwaarloosbaar klein is. Des te beter wordt hieraan voldaan naarmate we het tijdsinterval Δt kleiner nemen; bij de mathematische behandeling laten we $\Delta t \rightarrow o$. Daar er verder geen uitwendige kracht meer op de otoliet werkt, geldt voor dit geval van stoot de gereduceerde vergel. (3) waarbij we nu als beginvoorwaarden hebben te stellen,

$$\text{dat op } t = o \quad x = o \quad \text{en } \dot{x} = v = \frac{S}{M} \qquad (9)$$

De oplossing van de gereduceerde vergelijking hebben we reeds gegeven.

Met behulp van deze beginvoorwaarden kunnen we nu de constanten in de oplossing van vergel. (3) berekenen. Daartoe moeten we de voorwaarden (9) substitueeren in (4), (5) en (6).

Wij krijgen dan voor de drie mogelijke bewegingsvormen van de otoliet:

$$\text{I} \quad n > \delta \qquad x = \frac{S}{M\nu} e^{-\delta t} \sin \nu t \tag{10}$$

het blijkt n.l. dat in (4): $C = -\frac{S}{M\nu}$ en $\varphi = 90^o$.

$$\text{II} \quad n < \delta \qquad x = \frac{S}{2Mp} e^{-\delta t} \left(e^{pt} - e^{-pt}\right) \tag{11}$$

want in (5) is: $a_1 = \frac{S}{2Mp}$ en $a_2 = -\frac{S}{2Mp}$

$$\text{III} \quad n = \delta \qquad x = \frac{S}{M} t\, e^{-\delta t} \tag{12}$$

en in (6) blijkt: $a_1 = o \qquad a_2 = \frac{S}{M}$

In fig. 3 zijn deze uitkomsten graphisch voorgesteld.

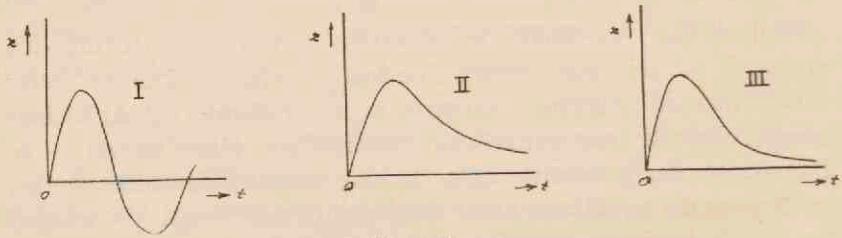


FIG. 3.

§ 4. *Toepassing van het voorafgaande op enkele gevallen waarin de uitwendige kracht constant is.*

Met behulp van de formules (10), (11) en (12) kunnen we voor verschillende gevallen waarin de functie K'(t) gegeven is, de oogenblikkelijke uitwijking van de otoliet door integratie bepalen. Aan het volgende voorbeeld zullen we de gang van zaken nader toelichten.

We veronderstellen, dat de kracht $K'(t)$ gedurende een tijd van t_1 sec. met constante grootte heeft gewerkt. We wenschen nu de uitwijking van de otoliet te leeren kennen t_0 sec., nadat de kracht heeft opgehouden te werken. Fig. 4 illustreert dit. Den tijd t tellen we positief naar links, dus tegengesteld aan den werkelijken tijd. t_0 die naderhand de variabele grootheid wordt, rekenen wij echter positief naar rechts. Bij de nu volgende berekening integreeren we naar t en beschouwen t_0 als een constante.

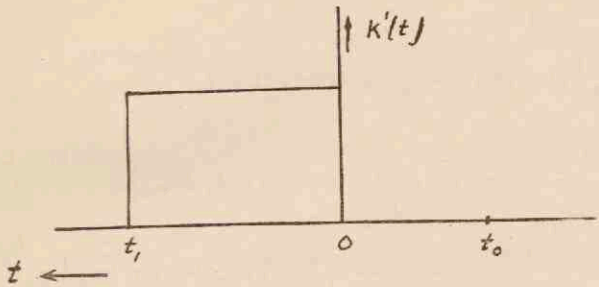


FIG. 4.

Hebben wij eenmaal de uitkomst, dan kunnen we door aan t_0 verschillende waarden toe te kennen, het verloop van de uitwijking nagaan, nadat de kracht heeft opgehouden te werken m.a.w. we promoveeren dan t_0 tot veranderlijke.

Wij schrijven nu allereerst de vergelijkingen (10), (11) en (12) neer voor een zeer kleinen stoot $dS = K'\,dt$ terwijl wij de uitwijking van de otoliet dientengevolge beschouwen $(t + t_0)$ sec. later.

Wij vinden dan:

$$\text{I} \quad dx = \frac{K'}{M\nu}\, e^{-\delta(t+t_0)} \sin \nu (t + t_0)\, d(t + t_0) \qquad (10')$$

$$\text{II} \quad dx = \frac{K'}{M}\, e^{-\delta(t+t_0)} \left\{ e^{p(t+t_0)} - e^{-p(t+t_0)} \right\} d(t + t_0) \qquad (11')$$

$$\text{III} \quad dx = \frac{K'}{M}\, (t + t_0)\, e^{-\delta(t+t_0)}\, d(t + t_0) \qquad (12')$$

Elk van deze vergelijkingen integreeren wij tusschen de grenzen o en t_1. In het bijzonder interesseert ons de vorm van de oplossing voor het geval dat de kracht zeer lang heeft gewerkt, dus wanneer wij practisch t_1 als oneindig groot mogen beschouwen.

De integratie verloopt als volgt:

$$\mathrm{I} \int_{0}^{t_1} dx = \frac{K'}{M\nu} \int_{0}^{t_1} e^{-\delta (t + t_0)} \sin \nu \, (t + t_0) \, d \, (t + t_0)$$

$$x_{t_0} = \frac{K'}{M\nu} \left[\frac{-1}{\delta^2 + \nu^2} \left\{ \delta \sin \nu (t + t_0) + \nu \cos \nu (t + t_0) \right\} e^{-\delta (t + t_0)} \right]_0^{t_1}$$

$$x_{t_0} = \frac{K'}{M\nu (\delta^2 + \nu^2)} \left[- \left\{ \delta \sin \nu (t_1 + t_0) + \nu \cos \nu (t_1 + t_0) \right\} e^{-\delta (t_1 + t_0)} + \right.$$

$$\left. + \left\{ \delta \sin \nu t_0 + \nu \cos \nu t_0 \right\} e^{-\delta t_0} \right]$$

Deze vorm is te vereenvoudigen tot:

$$x_{t_0} = \frac{K'}{M\nu (\delta^2 + \nu^2)} \sqrt{a^2 + b^2} \cos (\nu t_0 - \varphi) \, e^{-\delta t_0} \tag{13}$$

waarbij $a = \delta - (\delta \cos \nu t_1 - \nu \sin \nu t_1) \, e^{-\delta t_1}$

$$b = \nu - (\delta \sin \nu t_1 + \nu \cos \nu t_1) \, e^{-\delta t_1}$$

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a}{b}$ (φ is een hoek in het 1e kwadrant). $\cos \varphi = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}$

Indien $t_1 \to \infty$ wordt de uitdrukking voor x_{t_0}:

$$x_{t_0} = \frac{K'}{M\nu \sqrt{\delta^2 + \nu^2}} \cos (\nu t_0 - \varphi) \, e^{-\delta t_0} = \frac{K'}{D} \cdot \frac{n}{\nu} \cos (\nu t_0 - \varphi) \, e^{-\delta t_0} \tag{13'}$$

waarbij $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\delta}{\nu}$ $\quad a = \delta$, $b = \nu$

Wij zien dat de vorm van de oplossingen (13) en (13′) dezelfde is. Of de kracht dus kort of lang ingewerkt heeft, in beide gevallen is het resultaat een gedempte sinustrilling. De amplitudo en de phasehoek verschillen echter. Wij kunnen nog opmerken, dat op het tijdstip $t_0 = 0$, $x = K'/D$ indien K' zeer lang heeft gewerkt; dit is echter ook direct in te zien, daar deze oplossing aangeeft, dat de elastische kracht in evenwicht is met de uitwendige kracht.

$$\text{II} \int_{o}^{t_1} dx = \frac{K'}{2Mp} \int_{o}^{t_1} e^{-\delta(t+t_0)} \left\{ e^{p(t+t_0)} - e^{-p(t+t_0)} \right\} d(t+t_0)$$

$$x_{t_0} = \frac{K'}{2Mp} e^{-\delta t_0} \left[\frac{1}{\delta - p} \left\{ 1 - e^{-(\delta - p)t_1} \right\} e^{pt_0} - \frac{1}{(\delta + p)} \times \right.$$

$$\left. \times \left\{ 1 - e^{-(\delta + p)t_1} \right\} e^{-pt_0} \right]$$

of

$$x_{t_0} = \frac{K'}{2pD} e^{-\delta t_0} \left\{ a(p+\delta) e^{pt_0} + b(p-\delta) e^{-pt_0} \right\} \tag{14}$$

waarbij: $a = 1 - e^{-(\delta - p)t_1}$

$b = 1 - e^{-(\delta + p)t_1}$

Voor $t_1 = \infty$ worden a en b gelijk aan de eenheid en derhalve wordt (14):

$$x_{t_0} = \frac{K'}{2pD} e^{-\delta t_0} \left\{ (p+\delta) e^{pt_0} + (p-\delta) e^{-pt_0} \right\} \tag{14'}$$

De vergelijkingen (14) en (14′) geven ieder de aperiodieke instelling van de otoliet weer. Op het tijdstip $t_0 = o$ vinden wij bovendien uit (14′) weer, dat $x = \frac{K'}{D}$.

$$\text{III} \int_{o}^{t_1} dx = \frac{K'}{M} \int_{o}^{t_1} (t + t_0) e^{-\delta(t+t_0)} d(t + t_0)$$

$$x_{t_0} = \frac{K'}{M\delta^2} e^{-\delta t_0} \left[\left(1 - e^{-\delta t_1} - \delta t_1 e^{-\delta t_1} \right) + \delta t_0 \left(1 - e^{-\delta t_1} \right) \right]$$

of

$$x_{t_0} = \frac{K'}{D} e^{-\delta t_0} (a + b\,\delta t_0) \tag{15}$$

waarbij: $a = 1 - (1 + \delta t_1) e^{-\delta t_1}$ $\quad b = 1 - e^{-\delta t_1}$

Voor $t_1 = \infty$ krijgen we $a = b = 1$.
en dus:

$$x_{t_0} = \frac{K'}{D} e^{-\delta t_0} (1 + \delta t_0) \qquad (15')$$

Terwijl uit (15′) weer volgt dat op $t_0 = o$, $x = \frac{K'}{D}$.

De vergelijkingen (15) en (15′) geven ons de aperiodieke grensinstelling van de otoliet; de demping is hier juist nog te groot voor een gedempte sinusoidale trilling.

Ten overvloede mag er nog even op gewezen worden, dat de resultaten weergegeven door de vergelijkingen (13′), (14′) en (15′) ook direct hadden kunnen worden verkregen door de bewegingsvergelijking (1) op te lossen. De resultaten (13), (14) en (15) waren slechts door een moeilijke berekening uit (1) te verkrijgen geweest. De graphische voorstelling van deze verschillende uitkomsten blijft qualitatief dezelfde als die, gegeven in fig. 2.

Voor enkele proeven is het van belang het volgende geval te bezien. Op het tijdstip $t = o$ begint de kracht $K' = \text{const.}$ op de otoliet te werken en deze blijft ook verder gedurende de proef met constante grootte aangrijpen. Op welke wijze bereikt nu de otoliet zijn eindstand? Deze eindstand wijkt natuurlijk af van den normalen evenwichtsstand, waarbij de otoliet niet geprikkeld wordt. Het gevraagde is direct uit de bewegingsvergelijking te verkrijgen; ook hier dienen we weer drie gevallen te onderscheiden. De uitkomsten worden gegeven zonder verdere afleiding:

$$\text{I} \quad x = \frac{K'}{D} \left\{ 1 - e^{-\delta t} \frac{n}{\nu} \cos(\nu t + \varphi) \right\} \qquad (16)$$

waarbij $\operatorname{tg}\varphi = -\frac{\delta}{\nu}$ φ (φ ligt in het 4° kwadrant).

$$\text{II} \quad x = \frac{K'}{D} \left[1 - \frac{e^{-\delta t}}{2p} \left\{ (p + \delta) e^{pt} + (p - \delta) e^{-pt} \right\} \right] \qquad (17)$$

$$\text{III} \quad x = \frac{K'}{D} \left\{ 1 - e^{-\delta t} (1 + \delta t) \right\} \qquad (18)$$

De resultaten (16), (17) en (18) zijn graphisch voorgesteld in fig. 5.

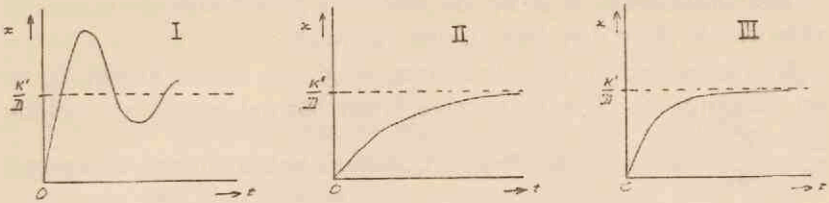


FIG. 5.

Wij zien, dat in alle drie de gevallen de otoliet als eindstand $x = K'/D$ inneemt. Bij de periodieke instelling slingert de otoliet om dien eindstand heen, in de twee andere gevallen bereikt de otoliet zonder trillingen uit te voeren, practisch na korteren of langeren tijd den eindstand.

§ 5. *Bespreking van de wijze waarop de uitwendige kracht op de otoliet aangrijpt.*

Tot nog toe hebben wij verondersteld, dat op de otoliet een uitwendige kracht K′ werkte, tengevolge waarvan de otoliet den evenwichtsstand verliet om een bepaalde beweging uit te voeren en daarna in den oorspronkelijken stand terug te keeren, dan wel een, van den evenwichtsstand verschillende eindstand in te nemen. Wij hebben echter nog niet nagegaan hoe de kracht op de otoliet aangrijpt en hoe groot deze kracht wel is. Bij verschillende proeven wordt aan het hoofd van den proefpersoon een bepaalde versnelling medegedeeld; deze versnelling zullen we in het volgende aanduiden met $\ddot{x}_0$. Om nu te kunnen berekenen hoe de krachtsoverbrenging op de otoliet geschiedt, zullen wij het beeld, dat wij ons reeds van de otoliet gevormd hebben, nog eenigszins preciseeren.

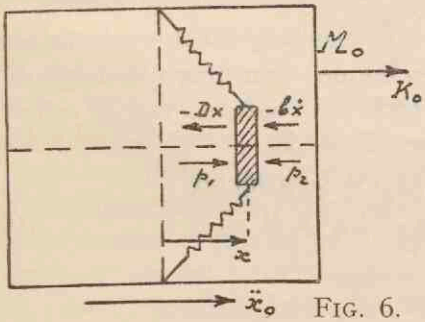


FIG. 6.

De otoliet denken wij ons elastisch opgehangen aan 2 veertjes en omringd door een vloeistof, die opgesloten is in een bepaalde ruimte en deze ruimte ook geheel vult. De beide veertjes zorgen voor de terugdrijvende kracht $-Dx$, terwijl de wrijving, die de otoliet in de vloeistof ondervindt, vertegenwoordigd is door de kracht $-b\dot{x}$.

Ten slotte werken er op de otoliet nog de krachten p_1 en p_2, veroorzaakt door den druk in den vloeistof.

De massa van de geheele ruimte zij M_0, de totale kracht die er op aangrijpt K_0. Dientengevolge krijgt het geheel een versnelling $\ddot{x}_0 = \frac{K_0}{M_0}$; dit is dus ook de versnelling die het hoofd van den proefpersoon ondergaat. x is weer de uitwijking van de otoliet uit den evenwichtsstand; $\dot{x}$ is de snelheid en $\ddot{x}$ de versnelling die bij die uitwijking optreedt; x, $\dot{x}$ en $\ddot{x}$ worden genomen t.o.v. den evenwichtsstand.

Veronderstellen wij even de geheele ruimte gevuld met de vloeistof, dan is het direct in te zien, dat elk vloeistofdeeltje de versnelling $\ddot{x}_0$ aanneemt. Tevens treedt daarbij de volgende drukverdeeling op in de vloeistof: de druk neemt van rechts naar links toe evenredig met de kolom vloeistof, die zich bevindt rechts van het punt waar we den druk meten. Denken wij ons nu de otoliet aanwezig, dan zal deze niet direct de versnelling $\ddot{x}_0$ verkrijgen, tenminste wanneer het soortelijk gewicht van de otoliet verschilt van dat der vloeistof. Immers waren beide soortelijke gewichten gelijk, dan zou geen beweging van de otoliet optreden, omdat de kracht $(p_1 - p_2)$ de otoliet direct de versnelling $\ddot{x}_0$ zou mededeelen. Daar nu het soortelijk gewicht van de otoliet grooter is, dan dat van de vloeistof, moet eerst de otoliet een uitwijking krijgen zoodanig, dat in den eindstand de som van de krachten $(p_1 - p_2)$ en $-Dx$ aan de otoliet de noodzakelijke versnelling $\ddot{x}_0$ geven.

Stellen wij nu de massa van de door de otoliet verplaatste vloeistof voor door M_s, dan is

$p_1 - p_2 = M_s . \ddot{x}_0$ dus analoog aan den gewonen opwaartschen druk.

De versnelling van de otoliet kunnen wij, zooals reeds is aangegeven, splitsen in twee stukken n.l. de versnelling van de geheele ruimte en de versnelling van de otoliet ten opzichte van die ruimte. De totale versnelling is derhalve $(\ddot{x}_0 + \ddot{x}.)$

Wij vinden dus voor de bewegingsvergelijking

$$M(\ddot{x}_0 + \ddot{x}) = -Dx - b\dot{x} + M_s\ddot{x}_0 \qquad (19)$$

of omgevormd

$$M\ddot{x} + b\dot{x} + Dx = -\ddot{x}_0 (M - M_s) \qquad (20)$$

Hetgeen wij vroeger de uitwendige kracht K′ genoemd hebben, moeten wij derhalve thans vervangen door:

$$K' = -\ddot{x}_0 (M - M_s) \qquad (21)$$

Onze voorafgaande beschouwingen blijven hun geldigheid volkomen behouden, alleen moeten we bedenken, dat K′ de waarde aanneemt van vergelijking (21).

Wij kunnen nog opmerken, dat de kracht K′, die op de otoliet werkt, juist het tegengestelde teeken heeft van de hoofdversnelling $\ddot{x}_0$, indien $M > M_s$. Dit is in werkelijkheid steeds het geval. Bijvoorbeeld bij het aanzetten van een lift, die naar boven gaat, is de versnelling $\ddot{x}_0$ ook opwaarts gericht; de utriculus-otolieten zullen derhalve een uitwijking naar beneden verkrijgen en op hun macula een druk uitoefenen.

Indien het mogelijk was het soortelijk gewicht van de otoliet bijv. bij dieren te verminderen, zoodat $M \leq M_s$, dan zou eerst het otolietenstelsel ophouden te werken om vervolgens in tegengestelde richting te gaan reageeren.

§ 6. *Enkele opmerkingen over de bepaling der otolietenconstanten.*

Dat niet voor alle in het proefschrift beschreven gevallen de integratie der vergelijkingen (10′), (11′) en (12′) is uitgevoerd, is voornamelijk te wijten aan het feit, dat de otolietenconstanten nog niet bekend zijn. Daardoor is het nog niet mogelijk de experimentcele uitkomsten van de verschillende onderzoekingsmethoden numeriek met elkaar te vergelijken. Het is daarom van belang eerst enkele proeven te bespreken, die ons een mogelijkheid bieden, iets naders te weten te komen over de getallenwaarden der constanten. Deze constanten zijn δ en ν of p. Zooals reeds gezegd, zijn deze constanten bij verschillende proefpersonen verschillend; bij een bepaalde proefpersoon zullen ze onder dezelfde omstandigheden bij benadering gelijk zijn.

Allereerst dienen wij na te gaan welk verband er bestaat tusschen de aanwijzingen in de vingerwijsproef en de grootte van den op de otoliet werkenden prikkel (natuurlijk moeten de nu volgende proeven toegepast worden op alle otolieten). Op de volgende eenvoudige wijze zou dit kunnen geschieden. Wij maken gebruik van een draaischijf en plaatsen aan de peripherie een proefpersoon. Wij laten

vervolgens de draaischijf met constante snelheid draaien en na bijv. enkele minuten voert de proefpersoon de vingerwijsproef enkele malen uit. Hetzelfde herhalen wij bij verschillende andere constante snelheden. Men kan ook de draaisnelheid constant laten en de proefpersoon op verschillende afstanden vanuit het centrum plaatsen. Met behulp van deze uitkomsten kunnen wij nagaan welk verband er bestaat tusschen reflex en prikkel.

Het is lang niet onmogelijk en zelfs wel eenigszins te verwachten, dat dit verband bij benadering lineair is, m.a.w. de vingeraanwijzing is evenredig met den prikkel.

Indien wij, nadat een otoliet eenmaal een behoorlijke uitwijking vanuit zijn evenwichtsstand zou hebben verkregen, konden nagaan hoe de otoliet terugkeert naar den evenwichtsstand, dan beschikten wij over voldoende gegevens om δ en ν of p te kunnen berekenen. Het gedrag van de otoliet kunnen wij vrijwel alleen beoordeelen aan de uitkomsten van de vingerwijsproef; deze proef moet ons dus de gewenschte inlichtingen verstrekken. Wij gaan dan als volgt te werk. De proefpersoon, die aan den rand van de draaischijf stond, laten wij snel terugloopen naar het centrum en dan voortdurend wijsproeven uitvoeren. Uit den tijd, die noodig is voordat de aanwijzing nul is geworden of voordat de aanwijzing van zin omkeert, kunnen wij de constanten berekenen.

Voor het uitvoeren van deze laatste proef is het hoogstwaarschijnlijk beter, om gebruik te maken van een snelstoppende lift. Oogenblikkelijk na het stoppen laten wij de proef uitvoeren.

Het heeft op het oogenblik geen zin nog verder op deze proeven in te gaan, eerst moet het experiment ons leeren of het op deze wijze mogelijk is de gewenschte numerieke waarden te verkrijgen. Ten slotte nog een enkel woord over de anomale aanwijzingen in het proefschrift beschreven. De verklaring hiervan kan deze zijn: de wijsproef is niet voldoende vlug uitgevoerd, nadat de prikkel op de otoliet had opgehouden te werken. Indien de otoliet een periodieke instelling bezit, is het heel goed mogelijk, dat gemeten werd op het oogenblik, dat de otoliet reeds een uitwijking had verkregen, tegengesteld aan de oorspronkelijke. Vlug meten is dus hoofdzaak. De personen, die deze afwijkingen vertoonen zijn natuurlijk van veel belang bij de proeven om δ en ν te bepalen.

INHOUD.

EIGEN ONDERZOEK.

STELLINGEN.

I

Tot de uitrusting van een goed ingerichte afdeeling voor keel-, neus- en oorziekten behoort een draaischijf voor labyrinthonderzoek.

II

Vele gevallen van zoogenaamde rhinitis vasomotoria worden veroorzaakt door een catarrh van het slijmvlies van de bijholten.

III

Veel meer dan tot nu toe het geval is, moeten bij onderzoek van het labyrinth systematisch de vingerwijsproeven worden toegepast.

IV

Bij het bepalen van de indicatie voor het verwijderen van een adenoid gelden niet alleen de verschijnselen, die het door zijn grootte geeft.

V

Het is aan te bevelen bij het ontwerpen van verkeersseinen rekening te houden met personen, die afwijkingen van den kleurenzin vertoonen.

VI

De stemsoort wordt niet bepaald door de anatomische verhoudingen in het aanzetstuk.

VII

Het periodiek geneeskundig onderzoek van onderwijzend en dienstpersoneel in internaten moet verplichtend worden gesteld.

VIII

Voor de efficiency van een polikliniek voor lijders aan geslachtsziekten is een follow up stelsel een noodzakelijke eisch.

IX

Van medisch standpunt bezien is de toediening van koffie als prikkel bij de sport af te raden.

X

Bij ketosis is er een verschuiving van het evenwicht tusschen de ω- en β-oxydatie der vetzuren in de β-richting.