



lets over ophthalmotonometrie

<https://hdl.handle.net/1874/253637>

N 40192
1901

Med. 11 Juli
1901

lets over Ophthalmotonometrie.

J. J. S. SEEUWEN.

A. qu
192

Iets over Ophthalmotonometrie.

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van den graad van

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

na machtiging van den Rector-Magnificus

Dr. W. KAPTEYN,

Hoogleeraar in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAAT DER UNIVERSITEIT,

tegen de bedenkingen van

DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

te verdedigen

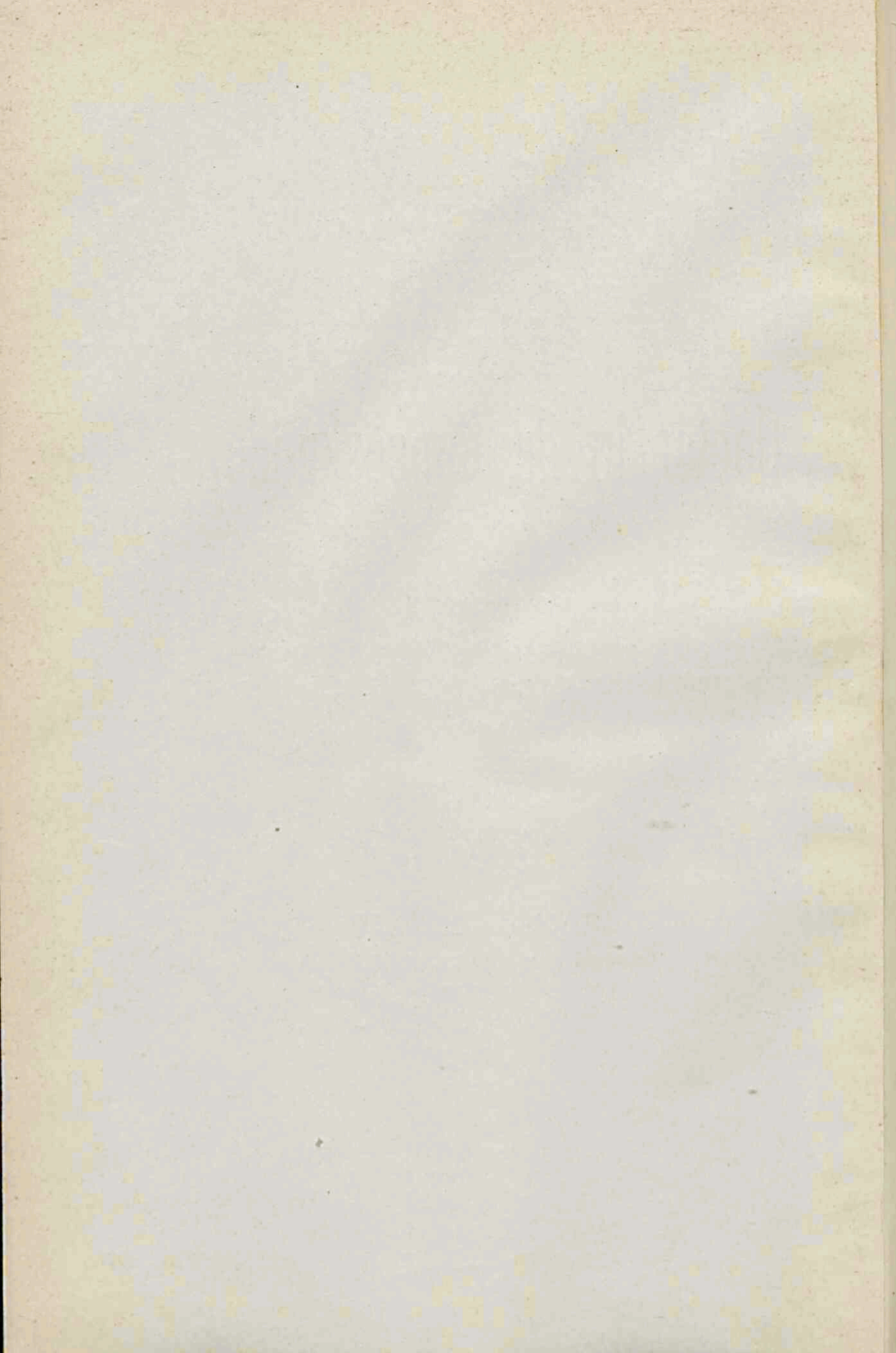
op Donderdag 11 Juli 1901 des voormiddags ten 11 ure,

DOOR

JACOBUS JOHANNES SAMUEL SEEUWEN,

geboren te 's-GRAVENHAGE





Iets over Ophthalmotonometrie

Het zij mij vergund U heeren Professoren en lectoren der geneeskundige en philosophische faculteit mijnen dank te betuigen voor het van u ontvangen onderricht.

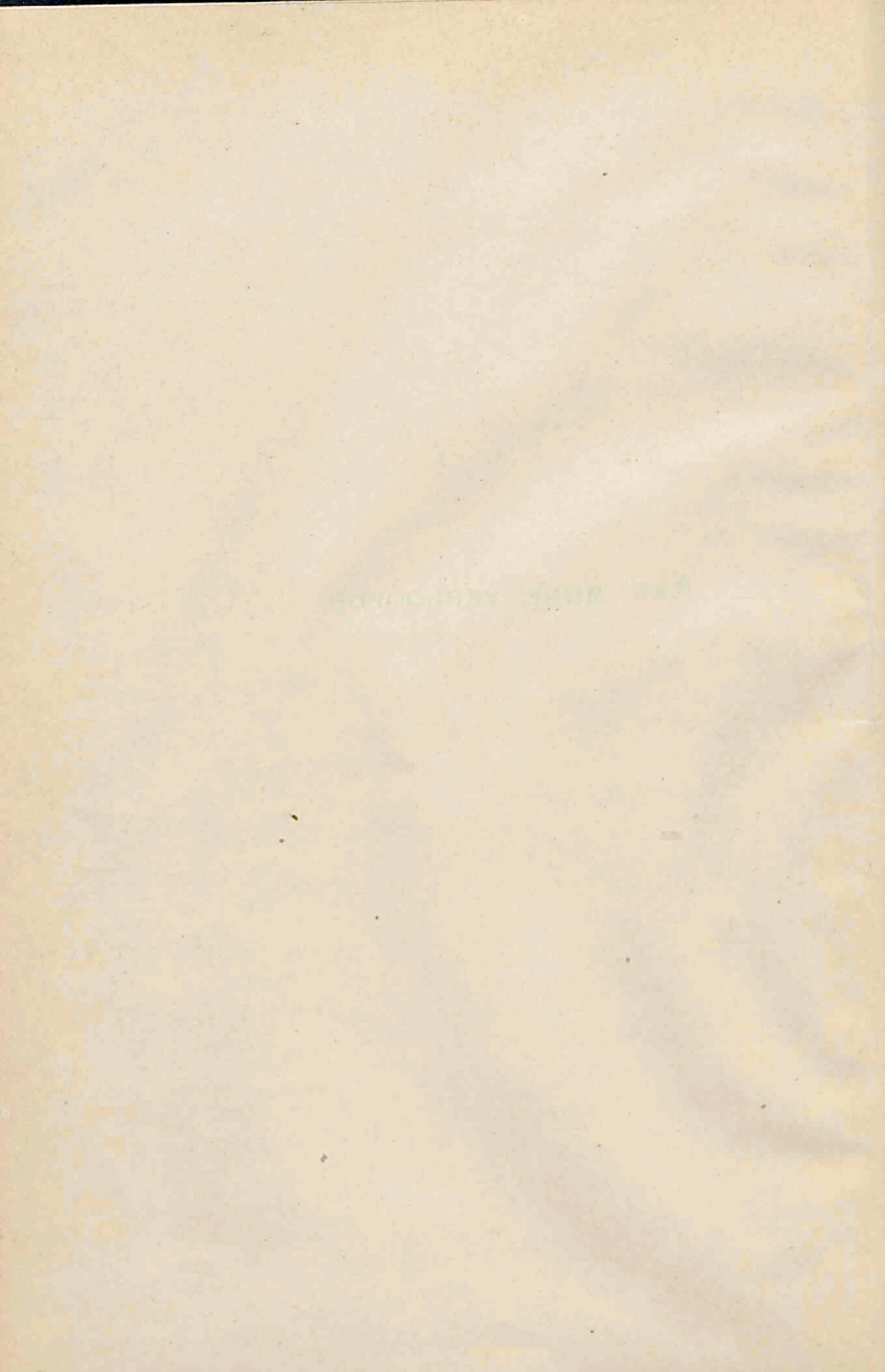
Voor al U Hooggeleerden SNELLEN JR., hooggeachten promotor, voor de groote welwillendheid, die gij mij bij het samenstellen van dit proefschrift hebt betoond.

Ik stel er prijs op, dat ik dit onder uwe leiding heb mogen schrijven.

Niet minder echter aan U, hooggeachten SNELLEN SR., mijnen oprechten dank voor al de moeite, die gij u gegeven hebt om mij de beginselen der oogheelkunde te leeren.

Ook U, Hooggeleerden ZWAARDEMAKER, mijnen dank voor de vele inlichtingen, die gij mij zoo bereidwillig hebt gegeven en voor de gastvrijheid, die ik in uw laboratorium heb genoten.

AAN MIJNE VERLOOFDE.



INLEIDING.

De spanning van het oog.

Eerst in het begin van de negentiende eeuw heeft men opgemerkt, dat bij sommige oogziekten de spanning van het oog veranderd was. HIMLEY en BEER vonden, dat het oog bij glaucoma hard was.

In 1846 diagnostiseerde RITTERICH op grond van palpatie van het oog eene verharding of eene verweeking. Palpatie was toen de eenige methode om de spanning van het oog te bepalen. Men legt hiertoe de beide wijsvingertoppen op het bovenooglid, terwijl de overige vingers op het voorhoofd van den patient steunen en drukt nu beurtelings met de wijsvingers op het oog. Uit de kracht, waarmee men drukt en de fluctuatie, die men waarneemt, vormt men zich een oordeel over de spanning van het oog. Voelt men bij geringen druk reeds duidelijk fluctuatie, dan is de spanning gering; krijgt men echter eerst bij sterken druk fluctuatie-verschijnsel, dan schijnt de spanning hoog te zijn. Ik zeg hier „schijnt”, omdat het niet onverschillig is op welke plaats

van het ooglid men experimenteert. Drukt men door het ooglid heen op de cornea, dan is de spanning hooger dan op de sclera, omdat de weerstand, dien de cornea biedt, grooter is dan die van de sclera.

Drukt men echter op den tarsus, dan lijkt de spanning daarom hooger, omdat de weerstand van den tarsus de oorzaak er van is, dat men zoo groote kracht moet aanwenden om fluctuatieverschijnsel op te wekken.

Om deze fouten te ontgaan laat men den patient naar beneden kijken en de oogen zacht sluiten; men legt nu de wijsvingers boven den tarsus en drukt den oogbol tusschen de cornea en de plaats van aanhechting der oogspieren.

Men moet de oogen zacht laten sluiten, want door de oogen krachtig dicht te knijpen krijgt men een aanzienlijke verhooging van de spanning. ADAMÜK 1) toonde dit tonometrisch aan; hij vond dan eene verhooging van 20 m.M. kwik. De werking der oogspieren zoowel van de uitwendige als van die in het oog had geen invloed op de spanning. De veranderingen, die hij vond waren zoo gering, dat ze verwaarloosd mochten worden.

Voor zoover mij bekend is, stemmen alle overige onderzoekers in dit opzicht met ADAMÜK overeen.

BOWMAN vond na vele nauwkeurige waarnemingen, die hij, met die van betrouwbare oogheelkundigen had vergeleken, dat zoowel in hardheid als in weekheid drie graden te onderscheiden waren; en terwijl hij de normale spanning of

1) Klin. monatsbl. 1868. pag. 386.

tensie T_n noemde, noemde hij de graden voor hardheid $T + 1, T + 2, T + 3$ voor weekheid $T - 1, T - 2, T - 3$. Ook hij bepaalde de hardheid en weekheid door palpatie.

Deze methode van onderzoek echter is niet nauwkeurig en vereischt veel oefening; want, laat men een patient door minder geoefenden onderzoeken, dan zullen de resultaten van het onderzoek naar de tensie van het oog dikwijls zeer uiteenlopend zijn.

Kleine verschillen in tensie zijn er ook niet mee aan te toonen. A. VON GRAEFE, die zeer nauwkeurig palpeeren kon, verklaarde, dat verschillen in spanning kleiner dan 10 m.m. Hg. niet door palpatie waren op te merken.

Voorts moet men bij deze methode door het ooglid heendrukken, waardoor eveneens de waarneming minder nauwkeurig wordt.

Ten slotte is het niet mogelijk om altijd precies even groote kracht aan te wenden.

E. A. COCCIUS stelde voor om met met lauw water bevochtigde vingers den oogbol zelf te palpeeren. De fouten, die men maken kon bij het palpeeren door het ooglid heen, zijn hier natuurlijk vermeden.

De oude methode heeft echter stand gehouden en wordt nu nog algemeen toegepast, omdat zij, in tegen stelling met de methode van COCCIUS, gewoonlijk nagenoeg niet onaangenaam is voor de patienten.

De verandering in de spanning van het oog, die men aldus voelen kan, is afhankelijk van de elasticiteit respectieue rigiditeit der oogvliesen en van den intraoculairen druk. Het is dus duidelijk, dat de spanning een verandering kan on-

dergaan door de een of andere aandoening der oogvliezen of door een verandering in den intraoculairen druk.

De oorzaken, welke een verandering in de spanning van het oog tengevolge kunnen hebben, kan men verdeelen in drie groepen: I^o. *de physiologische*, II^o *de pathologische*, III^o *de artificieele*.

I. Physiologisch wordt de tensie van het oog hooger bij het ouder worden van het individu. PFLÜGER 1) voornamelijk heeft hieromtrent proeven genomen. Hij onderzoekt 102 normale oogen van verschillende leeftijd tonometrisch met den toestel van DOR. (hierover later meer). Door proeven op oogen van cadavers, in wier voorste oogkamer hij een holle naald bracht, die in verbinding was met een kwikmanometer, bepaalde hij den inwendigen druk, die beantwoordde aan de tonometergraden van zijn toestel en herleidde aldus de tonometergraden tot druk uitgedrukt in millimeters kwik.

Uit zijn proeven volgt, dat de spanning van het oog stijgt met het toenemen der jaren, hij vindt n.l.:

beneden	25 jaar	gemiddeld	23° = 40 mM. Hg.
	van 25—45	„ „	25° = 52 „ „
	„ 45—65	„ „	25,5° = 54 „ ..
	boven 65	„ „	26 = 60 „ „

Hij vond echter tamelijk groote schommelingen en wel:

beneden	25 j.	van 22°—25° = van 30—54 mM. Hg.
	van 45—65 „ „	24°—26° = „ 40—60 „ ..
	„ 45—65 „ „	24°—27° = „ 46—70
	boven 65 „ „	25°—27° = „ 52—70 „ ..

1) Dr. E. Pflüger Beiträge zur Ophthalmotonometrie. Inaugural Dissertation. Karlsruhe 1871.

PFLÜGER spreekt niet van spanning, maar van intraoculair druk; hij zegt n.l. 2): dat hij „analog der bisherigen „Uebung für die Bedeutung der tonometrischen Druckwerthe die Bezeichnungen „intraoculäre Druck“ und „Bulbusspanning“ synonym gebraucht (werden), ob wohl „wie bekannt, der auf die Bulbuswandung übertragene „Druck der Binnenmedien bei weitem nicht der einzige „Factor ist welcher die tonometrischen Druckwerthe be„dingt“.

Zooals wij later zullen aantoonen moet wel degelijk verschil gemaakt worden tusschen de uitwendig te voelen spanning of tensie en den intraoculair druk.

Waarom hij deze woorden synoniem gebruikt, meldt hij niet. Hij schijnt dus den „overigen factoren“ toch geringen invloed op de spanning van het oog toe te kennen.

Wat de oorzaak is van het gestadig toenemen van de tensie bij het ouder worden van het individu, laat PFLÜGER geheel onbesproken.

De bloedsdruk kan hiertoe geen aanleiding geven, daar deze, wanneer eenmaal de volwassene leeftijd bereikt is, niet meer stijgt. Integendeel, bij oude dieren is de bloedsdruk lager dan bij volwassene.

In vele gevallen vindt PFLÜGER de spanning van linker en rechter oog bij het zelfde individu ongelijk. Ook voor deze gevallen kan de oorzaak van het verschil toch moeilijk in den algemeenen bloedsdruk gezocht worden.

1) Pflüger, dissertatie pag. 2.

Zou echter niet eenvoudig het rigider worden der oogvliezen de physiologische verhooging van tensie tengevolge kunnen hebben? en eveneens verschil en rigiditeit respectieve elasticiteit der vliezen niet het verschil in spanning der oogen bij hetzelfde individu verklaren?

II. Pathologisch kan de tensie verlaagd zijn door aangeboren weekheid der oogvliezen; voorts door allerlei ontstekingsprocessen en door atrophie der vliezen en ten slotte door vervloeiing van glasvocht; verhoogd daarentegen door het rigider worden der vliezen en verder — maar dan gewoonlijk plaatselijk — door infiltratie, littekenweefsel, tumoren, incrustatie, verkalking ja zelfs verbeening.

Hiermede zijn de voornaamste aandoeningen der oogvliezen opgenoemd, die van invloed kunnen zijn op de tensie van het oog. Nu blijft ons nog over den intraoculairen druk te bespreken. Eerst wil ik nog opmerken dat verhooging of verlaging van intraoculairen druk geen noemenswaardige vormsverandering van het oog veroorzaakt. KOSTER 1) deed de volgende proeven op kalfs-, ossen- en varkensoogen, waarvan de resultaten alle bijna gelijk waren. Hij verhoogde den intraoculairen druk op verschillende standen tusschen 10 en 175 m.M. Hg., doordat hij in het oog een holle naald had gestoken, die in verbinding was met een kwikmanometer, waarin het kwik willekeurig hoog gebracht kon worden. Op het oog, dat hij nauwkeurig schoongeprepareerd

1) Koster. Comptes-rendu du IXe congrès international d'ophtalmologie d'Utrecht.

had, trok hij eenige lijnen met gentian violet en maakte nu gipsafgietsels van deze oogen bij verschillenden druk; de lijnen kwamen ook op het afgietsel en nu kon hij meten dat de afstand van deze lijnen niet veranderd was.

Eerst als de druk beneden 10 m.M. daalde, ging het achterste deel van de sclera $\frac{1}{2}$ m.M. naar binnen, terwijl zij tusschen aequator en limbus $\frac{1}{4}$ m.M. naar buiten kwam. De vorm van de cornea veranderde eerst beneden 5 m.M. H.g.; de grens tusschen cornea en sclera werd dan duidelijker; de cornea schijnt dieper in het oog te zinken.

Daalt de druk tot 0 m.M. H.g., dan wordt de middellijn van de cornea iets kleiner. De intraoculaire druk nu is afhankelijk van den toevoer en den afvoer van vocht in verband met de elasticiteit der oogvliesen. De toevoer geschiedt middellijk en onmiddelijk door de arteries, terwijl de afvoer plaats heeft door venae en lymphbanen. Physiologisch zou de druk dus telkens moeten veranderen bij iedere systole van het hart en bij iedere expiratie; groote schommelingen echter komen niet voor, daar de intraoculaire druk zelf regulatorisch werkt.

Wil de intraoculaire druk constant blijven, dan is het ook noodzakelijk, dat er evenveel waterachtig vocht nieuw gevormd wordt, als er afgevoerd wordt door de lymphbanen. Deze lymphbanen vinden we in de z.g. ruimten van Fontana, die niet, zooals men vroeger dacht, regelrecht met den circulus venosus Schlemmii in verbinding zijn. Het is echter wel mogelijk, dat vloeistof door osmose uit die ruimten in den circulus overgaat. Volgens LEBER gaat geen waterachtig vocht door de cornea heen; wel imbibeert zich de

achterste corneawand er mee, wanneer de intraoculaire druk zeer hoog is.

De vorming van het waterachtig vocht heeft plaats door uit het corpus vitreum gekomen was. Hij was van meening, lichaam genomen oog de voorste oogkamer, en liet deze leegloopen; langzamerhand vulde deze zich weer met vocht, dat uit corpus vitreum gekomen was. Hij was van meening, dat ook het corpus vitreum humor aquaeus zou vormen.

LEBER 1) toonde echter op de volgende wijze aan, dat de vloeistof in corpus vitreum bevat, zelf voornamelijk door corpus ciliare gevormd werd; hij verwijderde uit een oog iris en corpus ciliare, door ze met een pincet te grijpen en met een ruk uit het oog te trekken, — doet men deze bewerking langzaam, dan blijven gedeelten in het oog achter. Hij zag nu, dat, terwijl alle ontsteking uitbleef, het corpus vitreum ging schrompelen; het moet dus zijn vloeistof uit het corpus ciliare krijgen. Dat er na afvloeien van waterachtig vocht bij een dood oog vloeistof naar de voorste oogkamer vloeit uit het corpus vitreum, geschiedt door diffusie bij drukverschil.

De voorvlakte van de iris produceert geen waterachtig vocht.

LEBER 1) leverde hier het bewijs voor. Hij legde de iris bloot door de cornea weg te nemen; hij deed nu een plaatje, dat aan een hol cylindertje bevestigd was, in de achterste oogkamer; de cylinder ging door de pupil naar buiten. Hij

1) Leber. Comptes-rendus du IX^e congrès international d'ophtalmologie d'Utrecht: Ueber die Ernährungsverhältnisse des Auges.

druppelde nu pilocarpine op de iris; deze contraheerde zich sterk en legde zich tegen den cylinder aan, zoodat geen vocht uit de achterste oogkamer meer naar buiten kon komen door de pupil. De iris werd nu afgedroogd en bleef droog; alleen aan den pupilrand werd ze eenigszins vochtig, doordat een minimale hoeveelheid vloeistof tusschen den cylinder en den pupilrand naar buiten kwam. Hoewel de iris-vaten nu sterk gedilateerd zijn, wordt er nog geen waterachtig vocht gevormd door de voorvlakte van de iris.

Niet allen zijn het echter met LEBER eens. HAMBURGER 1) is van meening, dat de voorvlakte van de iris zoo niet geheel, dan toch grootendeels onder normale omstandigheden het waterachtig vocht vormt. Vooreerst vond hij, dat de voorste en achterste oogkamer niet voortdurend in open gemeenschap met elkaar staan. In normale gevallen, wanneer de pupil niet zeer wijd is, legt de iris zich op de voorvlakte van de lens en sluit die gemeenschap af. Bij hoogerem druk in de achterste oogkamer kan de iris echter als een ventiel opgetild worden en dan bestaat er tijdelijk open communicatie tusschen voorste en achterste kamer.

Er kan dus volgens HAMBURGER geen voortdurende stroom van vocht door de pupil plaats hebben en, daar voortdurend waterachtig vocht afstroomt, moet dit wel ergens anders van daan komen, waarvoor alleen de voorvlakte van de iris in aanmerking komt. Dat de voorvlakte van de iris vocht kan leveren, toonde hij aan door de voorste oogkamer te punc-

1) Hamburger. Klin. Monatsblätter 1900.

teeren en intraveneus fluorescine in te spuiten; hij zag dan op de iris kleine gele blaasjes ontstaan. De irisvaten lieten dus vocht door.

Ook zou hij het zeer vreemd vinden, als een zoo vaatrijk lichaam als de iris niet zou secerneeren. M. i. heeft hij echter niet bewezen, dat de iris in normale omstandigheden waterachtig vocht vormt.

Pathologisch verlaagd is de intraoculaire druk bij zeer lagen algemeenen bloedsdruk, b.v. bij een gedecompenseerd vicium cordis, eveneens verlaagd bij prikkeling van sympathicus. Van pathologische verhooging van intraoculairen druk kan oorzaak zijn: 1^o vermeerderde toevoer, 2^o verminderde afvoer, 3^o combinatie van 1 en 2.

Vermeerderde toevoer kan ontstaan door verhooging van den algemeenen bloedsdruk b.v. door prikkeling van vaatzenuwcentra of door een vaatgebied buiten circulatie te stellen b.v. door aorta abdominalis dicht te drukken, of door pijn etc. Verminderde afvoer kan geschieden door dichtdrukken der afvoerende venae, b.v. venae vorticosae.

KOSTER 1) toonde aan door zijn proeven, dat bij onderbinding van alle venae vorticosae de intraoculaire druk sterk verhoogd werd, dat het oog dientengevolge te gronde ging en later zeer week werd. Onderbond hij echter slechts een of twee venae, dan werd de intraoculaire druk wel tijdelijk hooger, maar later keerde de normale druk weer. Een blijvende verhooging kan echter ontstaan door sluiting, hetzij geheel of gedeeltelijk, van de ruimten van Fontana. Dat kan

1) Koster. v. Graefe's Arch. f. ophth.

op verschillende wijzen gebeuren 1° kan de iris naar voren geduwd worden en later met de plaats van overgang van cornea in sclera vergroeien; 2° kan een ontstekingsproces den iriswortel aan die overgangplaats doen kleven; 3° kunnen de ruimten van Fontana verstopt raken met ontstekingsproducten of praecipitaten van eiwitstoffen.

PRIESTLY SMITH¹⁾ wees er op, dat er verhooging van intraoculairen druk ontstaat, wanneer de circumlenticulaire ruimte kleiner wordt. Dit geschiedt: 1°. wanneer de lens grooter wordt, 2°. wanneer het corpus ciliare grooter wordt, 3°. combinatie van 1 en 2, 4°. wanneer lens en corpus ciliare door verhoogden druk meer naar voren geduwd worden.

Vooral in den laatsten tijd heeft men verhooging van intraoculairen druk willen beschouwen als het gevolg van stoornis in de autoregulatie van het oog.

NICATI²⁾ nam hierover uitgebreide proeven. Prikkeling van halssympathicus en trigeminus hebben alleen, omdat zij den algemeenen bloedsdruk wijzigen, een verandering van intraoculairen druk ten gevolge, daarmee in overeenstemming, prikkeling en doorsnijding van nervus trochlearis, oculomotorius en abducens en ganglion ciliare zijn zonder invloed op de autoregulatie van het oog; de centra daarvoor moeten dus in het oog zelf gelegen zijn. H. MÜLLER vond tusschen de spiervezels van de chorioidea gangliencellen: een plexus superficialis en een plexus profundus. Vezels van deze laatste gaan naar de bloedvaten en naar de spiervezels van de chorioidea.

1) Priestly Smith. Glaucoma.

2) Nicati. Annales d'oculistique. Février 1890

Deze plexus zou volgens NICATI het centrum zijn voor de autoregulatie van het oog, terwijl de gladde spiervezels van de chorioidea den intraoculairendruk zouden regelen.

De musculus ciliaris heeft geen invloed op den intraoculairen druk, maar dient alleen voor regeling van de accommodatie.

Op twee wijzen zou nu verhooging van intraoculairen druk kunnen ontstaan.

1^o. Door spasmus van musculus chorioideus, welke volgens NICATI de oorzaak is van glaucoma inflammatorium. De pijn bij glaucoma is volgens hem een gevolg van den spasmus der gladde spieren en glaucoma inflammatorium is volgens hem eenvoudig een koliek van den musculus chorioideus.

2^o. door parese van musculus chorioideus. Op deze wijze verklaart hij evenals STRAUB 1) en SCHÖN het glaucoma simplex. Door deze parese zouden n.l. de vaten en zenuw-elementen, die achter den musculus chorioideus gelegen zijn, niet meer door dezen tegen den intraoculairen druk beschermd worden; er zal stuwning optreden en de intraoculaire druk zal weer hoger worden; zoo ontstaat dan een circulus vitiosus.

STRAUB beweerde, dat in normale oogen de spanning van de chorioidea voldoende was om den intraoculairen druk te dragen. KOSTER 2) toonde echter aan, dat dit niet bewezen was. STRAUB vond bij alle glaucomateuse oogen de chorioidea minder elastisch; dit is volgens hem het meest stand-

1) Straub. Nederl. tijdschr. voor geneesk. 1889 I.

2) Koster. v. Graefe's Arch. f. ophth. 1885.

vastige anatomische kenmerk van glaucoma. Deze theorieën van STRAUB, SCHÖN en NICATI zijn klinisch niet bevestigd.

III. Artificieel kan men den intraoculairen druk tijdelijk verlagen door gedurende eenigen tijd een druk uitwendig op den oogbol uit te oefenen of door den bloedsdruk te verlagen b.v. door de arteria carotis dicht te drukken, omgekeerd hem verhoogden door b.v. vena jugularis dicht te drukken. Om-trent den invloed van chemische stoffen is men het nog niet eens, of zij werkelijk bij normale oogen den intraoculairen druk kunnen veranderen.

ADAMÜK 1) was een der eersten, die zich met deze kwestie bezig hielden. Voornamelijk ging hij de werking van atropine na. Hij komt tot de conclusie, dat atropine den intraoculairen druk verlaagt met 6 m.M. Hg. De algemeene bloedsdruk blijft onveranderd. Hij verklaart dit aldus: door de atropine worden de vaten in het oog gecontraheerd en tengevolge van dezen contractie-toestand wordt minder bloed in het oog gevoerd en ten tweede wordt de filtratie door den vaatwand geringer. Hij staft deze theorie met de volgende bewijzen:

1°. opent men b.v. plotseling de voorste oogkamer, dan ziet men irisvaten bersten. Doet men ditzelfde bij een geatropiniseerd oog dan bersten geen irisvaten.

2°. Heeft men de voorste oogkamer gepuncteerd en vangt men nu het nieuw gevormde humor aquaeus op, dan is de hoeveelheid bij een geatropiniseerd oog 2 of 3 maal geringer

1) Adamük. Elfde verslag van Nederl. gasthuis v. ooglijders 1872.

dan bij een niet geatropiniseerd oog en het eiwitgehalte ervan is ook minder. PFLÜGER¹⁾ maakte bezwaar tegen de proefneming van ADAMÜK, omdat deze een holle naald in het oog had gebracht voor zijn manometrische bepalingen. Hij nam daarom tonometrisch dergelijke proeven; hij vond echter een verlaging van 6—12 m.M. Hg. Hij merkte op, dat atropine na \pm 24 uur zijn maximum van werking verkregen had en hij meende, dat ADAMÜK zoo'n geringe verlaging van intraoculaire druk verkregen had, omdat hij te spoedig na de indruppeling geexperimenteerd had. NICATI heeft echter onlangs ook tonometrisch deze zelfde proeven herhaald en hij komt tot de conclusie, dat geen enkele oplossing van alkaloiden op het oog gedruppeld den intraoculaire druk kan influenceeren, als men maar zorg draagt, dat de conjunctiva niet geprikkeld wordt, want door prikkeling der conjunctiva wordt de algemeene bloedsdruk verhoogd en derhalve ook de intraoculaire druk.

Hij cocainiseerde daarom alle oogen, nadat hij zich overtuigd had door vele bepalingen, dat cocaine geen invloed had op den intraoculaire druk. Nu druppelde hij de soluties op het oog; zij bleken nu alle onwerkzaam te zijn; zelfs nicotine en kreosoot, die anders een zeer aanzienlijke verhooging verwekken, waren onwerkzaam, zoolang de cocaine-anaesthesie aanhield; zoodra deze echter verdween, ontstond er verhooging van intraoculaire druk, die bij hernieuwde anaesthesie weer verdween.

Ten slotte kan men artificieel den intraoculaire druk

1) Pflüger. Inaugural dissertation.

verlagen door iridektomie en sclerotomie. VON HIPPEL 1) en GRÜNHAGEN 1) bepaalden bij normale dieroogen voor en na iridektomie, waarbij een zesde van de iris werd weggeknipt, de spanning en vonden een verlaging van 4—19 m.M. Hg.

Bij Pathologisch harde oogen vond PFLÜGER na iridektomie een verlaging van 33—48 m.M. H.g.

Door iridektomie en sclerotomie zou volgens hem een betere gelegenheid tot afvoer van vloeistof door het littekenweefsel ontstaan.

Nu we de oorzaken van verlaging en verhooging van de spanning van het oog hebben leeren kennen, rest ons nog de gevolgen te noemen. Berust de verlaging van spanning op een weekheid of verweeking der vliezen dan zien we den oogbol grooter worden of plaatselijk zich uitzetten; het gezichtsvermogen lijdt hier sterk onder. Berust zij daarentegen op een vervloeiing van glasvocht, dan gaat het oog schrompelen.

Is de oorzaak van verhooging van spanning het rigider zijn der vliezen, dan heeft dit bijna geen invloed op den visus; is daarentegen een verhoogde intraoculaire druk de oorzaak, dan zien we, dat langzamerhand het gezichtsvermogen geringer wordt en het gezichtsveld wordt kleiner. Het oog blijft nog eenigen tijd zeer hard, nadat volslagen blindheid is ontstaan. Later gaat het schrompelen tengevolge van voedingsstoornissen; gewoonlijk echter worden deze blinde oogen geexstirpeerd wegens de bijna ondragelijke pijnen, die

1) v. Graefe's Arch. f. ophth. XV, 1869.

zij den armen patienten bezorgen. Dat het van groot gewicht is, reeds een geringe verandering van intraoculairen druk te kunnen diagnostiseeren, behoef ik zeker niet te zeggen; en daar niet ieder kleine verschillen intensie kan opmerken, heeft men vele pogingen in het werk gesteld om een instrument te construeeren, waarmee men nauwkeurig den intraoculairen druk zou kunnen bepalen.

Tot nu toe heeft men geen bruikbaar instrument kunnen maken. Het is dus van belang om de fouten van die toestellen eens na te gaan, welke ik in het volgende hoofdstuk in het kort zal bespreken.

Geschiedenis der Tonometers.

Sedert A. VON GRAEFE er op gewezen heeft, dat alle verschijnselen van glaucoma de gevolgen waren van den verhoogden intraoculairen druk en tevens hem was gebleken, dat door iridektomie in vele gevallen genezing verkregen kon worden in andere gevallen een aanmerkelijke verbetering van gezichtsvermogen en dat zelfs in een zeer ver gevorderd stadium de patient nog van zijn bijna ondragelijke pijnen kan verlost worden, al blijft dan ook de blindheid bestaan, maar vooral sedert hij had aangetoond, dat de resultaten van deze operatie des te gunstiger waren, naarmate ze eerder verricht werd, heeft men de behoefte gevoeld naar een methode om beter dan door de palpatie verhooging van intraoculairen druk te kunnen constateeren. Het gevolg hiervan was, dat pogingen in het werk werden gesteld om toestellen te vervaardigen, waarmede men reeds een geringe verhooging van intraoculairen druk zou kunnen aantoonen.

Daar men het niet geoorloofd achtte, den intraoculairen druk van het levend menschelijk oog direct manometrisch te bepalen, moest men zich dus bedienen van toestellen, die uitwendig op het oog aangebracht konden worden. Het eer-

ste dergelijke instrument was door VON GRAEFE zelf uitgedacht. Een exemplaar daarvan kon ik vinden in het museum van het Nederlandsch gasthuis voor ooglijders te Utrecht. V. GRAEFE heeft nooit een beschrijving van dit instrument, dat hij *ophthalmotonometer* of kortweg *tonometer* noemde, gegeven, omdat het niet voldeed aan de verwachting, die hij er van koesterde.

Bij de constructie van zijn tonometer was hij uitgegaan van de meening, dat men den intraoculairen druk zou kunnen bepalen door na te gaan, hoe diep de indeuking in de sclera was, wanneer een stift er met een bepaalde kracht werd opgedrukt, en omgekeerd, hoe groot de kracht moest zijn om een bepaalde indeuking te doen ontstaan. Dit meende hij te kunnen bepalen met het volgende instrument.

Een statief, dat zijn steunpunten moest vinden op het voorhoofd en den bovenkaak van den patient, die in horizontale ligging moest zijn, kon door stelschroeven hooger of lager gesteld worden, zoodat de stalen stift, die door het statief heenging, juist den bulbus aanraakte. Aan dit statief was een lange hefboom beweeglijk verbonden, die vlak bij zijn draaipunt een stalen puntje had, waarmede hij op de juist genoemde stift drukte. Langs dezen hefboom was een gewicht verplaatsbaar, zoodat men de stift naar willekeur kon belasten. Tevens liep het vrije uiteinde van den hefboom langs een schaal, die eveneens aan het statief verbonden was en waarop men kon aflezen hoe ver de middelstift naar beneden gedrukt was.

Voor het gebruik van dit toestel bleek narcose noodzakelijk te zijn — locale anaesthetica voor het oog waren toen nog niet bekend.

Zoodra het oog echter gedrukt wordt, wijkt het in de orbita terug, bij den een meer, bij den ander minder, en het is dus totaal onmogelijk met een toestel, dat op het hoofd gefixeerd is, te bepalen, hoe diep een stift het oog in deukt, wanneer zij daarop gedrukt wordt. Bepalingen zijn er dan ook niet mee gedaan.

Te gelijker tijd \pm 1862 hield te Utrecht in het „Nederlandsch gasthuis voor Ooglijders”, HAMER, onder leiding van DONDERS werkzaam, zich bezig met hetzelfde vraagstuk. DONDERS had als eisch voor een tonometer gesteld, dat hij de kracht moest aangeven, waarmede door een stift een bepaalde indeuking der oogvliezen werd teweeg gebracht.

Hij ging uit van het idee: hoe grooter de kracht noodig om een bepaalde indeuking der oogvliezen te krijgen, des te hooger is de intraoculaire druk.

Aan het eind van de beschrijving der tonometers, die op dit principe berusten, zullen wij zien, dat dit niet juist is.

HAMER liet zijn tonometer te Utrecht construeeren, de afwerking was te ruw om nauwkeurige bepalingen er mee te verrichten. Daarom riep DONDERS de hulp in van Dor te Genève en verzocht hem het instrument van HAMER bij een der uiterst bekwame horlogemakers aldaar te laten namaken. Dor voldeed aan dit verzoek en slaagde er in een toestel te verkrijgen, dat vrij nauwkeurige bepalingen toeliet, en aldus samengesteld was: een stift was aan het beneden-einde, waarmede zij op het oog moet drukken, voorzien van een ivoren dop van 4 m.M. diameter; aan het andere einde was zij getand. Deze tanden grepen in een rondsel, waaraan een wijzer was bevestigd, die langs een verdeelde schaal

liep en een tweede wijzer voor zich uitdreef. Zoodra de eerste wijzer terug liep, bleef de tweede staan. Tevens werkte het bovineinde van de stift op een stalen veer, die gespannen werd, wanneer de stift naar boven werd gedreven. Op de schaal kon men dus aflezen, hoe ver de stift naar boven was gegaan en hoe sterk de veer gespannen was.

De stift bewoog zich binnen een koperen buis van $7\frac{1}{2}$ m.M. diameter, het ondereinde van deze buis kon in het bovineinde geschroefd worden; draaide men eens om, dan werd het onderstuk 1 m.M. in de hoogte geschroefd, en de stift kwam dan 1 m.M. buiten de buis uit.

Door een excentriek kan men de veer buiten werking stellen; en nu kan men het toestel gebruiken om de kromming van het oog te bepalen; men zet hiertoe de buis op het oog, zoodat deze het oog overal aanraakt; de stift wordt nu door de elastische spanning van den oogwand teruggedreven. Hoe ver dit geschiedt kan men op de schaal aflezen. Door een eenvoudige berekening kan men nu de straal van het oog bepalen uit de afgelezen hoogte van het segment en de lengte van de koorde = $7\frac{1}{2}$ m.M. Voor de gewone bepalingen heeft men echter alleen de hoogte van het segment, die men zoo op de schaal kan aflezen, noodig. Nu wordt de veer weer in werking gesteld en de schroef $2 \times$ omgedraaid; de stift steekt dus 2 m.M. buiten de buis. Nu wordt het toestel op het oog gedrukt, totdat de buis overal het oog aanraakt; de stift is dan voor een gedeelte in de oogvliezen gedrukt, maar is ook voor een ander deel door de spanning van het oog teruggedrongen en heeft de veer gespannen.

Op de schaal kan men nu aflezen, hoe sterk de veer gespannen is en hoe ver de stift is teruggedreven.

Heeft men voor de hoogte van het segment gevonden a m.M.; is de stift b m.M. terug gedrongen dan is de diepte van de indeuking gelijk $(2 + a - b)$ m.M.

DOR verbeterde later het toestel nog; het moest uit de vrije hand gevoerd worden; men kon dus gemakkelijk fouten begaan en de kracht veranderde telkens. Hij maakte de kracht constant door het gewicht van het toestel als zoodanig te laten werken. Hij hing het toestel aan een zijden draad, zette het nu verticaal op het oog en liet dan de draad zich ontspannen, het toestel drukt dan met zijn eigen gewicht (15 gram) loodrecht op het oog. Op de schaal wordt nu aangegeven, hoe diep de stift de vliezen indeukte. De wrijving in deze toestellen bleef echter altijd tamelijk groot en men moest veel oefening hebben om met deze instrumenten te kunnen omgaan.

STROH mechanicus te Londen maakte een toestel voor DONDEES, dat de vorm had van een horloge en ook een geheel raderwerk bevatte.

In zijne dissertatie geeft A. J. W. MONNIK kritiek over dit instrument en beschrijft daarin 2 nieuwe door hem geconstrueerde tonometers, evenals die van STROH in horloge-vorm en zeer samengesteld. De wrijving in deze toestellen is uiterst gering; in hunne tonometers werd ook weer een stift op het oog gedrukt en de diepte der indeuking afgelezen. Deze instrumenten werkten zeer nauwkeurig, maar men moest veel oefening bezitten om ze te hanteeren.

De tubus om de stift bij den tonometer van DOR was bij dien van Monnik door 2 stiften vervangen en de middelstift had een kleinen diameter. Ook deze toestellen kwamen praktisch niet in gebruik.

Bij den tonometer van PRIESTLY SMITH¹⁾ wordt een stift tegen het oog gedrukt; zoodra deze met 10 gram belast is, wordt zij vast geklemd en nu kan men op een schaal aflezen de diepte der indeuking (tienmaal vergroot).

SNELLEN SR. en LANDOLT maakten er op opmerkzaam, dat men niet alleen moest afgaan op de diepte van de indeuking, maar, dat men de vorm van de indeuking ook moest bepalen. Zij gaven een tonometer, die nog al samengesteld was en bestond I^o uit een stift, die door een veer op het oog gedrukt wordt en de diepte der indeuking bepaalt. II^o Waren aan weerszijden van deze stift nog eenige stiften, die ieder afzonderlijk beweegbaar waren. Door de stiften in verschillende richtingen op het oog te drukken, kan men een voorstelling zich vormen van de vormsverandering der oogvliezen bij een bepaalden druk op een bepaalde plaats.

Het gelukte echter niet een betrekking te vinden tusschen den intraoculairen druk en de vormsverandering der vliezen.

Onlangs heeft SNELLEN SR. nog een tonometer laten construeeren, waarbij men door een eenvoudige inrichting alle stiften kan laten vastklemmen, zoodra men een kracht van zekere grootte heeft aangewend. Wil men b.v. een kracht

1) Priestley Smith. Ophthalm. review 1887.

id. Glaucoma. London J. A. Churchil.

2) v. Graefe und Saemisch Handb. der Augenheilkunde III.

van 15 gr. aanwenden, dan zet men een platina schuifje, dat langs de schaal verschuifbaar is op 15, zoodra de naald nu op 15 komt, komt er contact en wordt er een elektrische stroom gesloten, waardoor een week ijzeren anker door een electromagneet wordt aangetrokken; hierdoor worden de stiften in hun ingenomen stand gefixeerd.

SNELLEN SR. zond dit instrument naar het congres te Parijs in 1900. Hiervan kwam het echter in zoo deplorabelen toestand terug, dat geheel herstellen niet meer mogelijk scheen.

Nadat het eenigszins gerepareerd was, heb ik het geprobeerd. In 't algemeen bleek de wrijving te groot te zijn.

In „Annales d'oculistique" 1900 beschreef NICATI een nieuwen tonometer, die in hoofdzaak zeer veel gelijk op den eersten van DOR: een stift wordt met haar ondereinde op den bulbus gedrukt, terwijl haar bovineinde op een veer werkt, die door elke gram meer belasting telkens 1/100 m.M. meer terugwijkt. Deze veer draagt aan zijn vrije uiteinde een getand staafje, dat op een rondsel werkt; een wijzer, hieraan verbonden, beweegt zich langs een schaal en geeft aan, hoeveel honderdste m.M. de veer is teruggeweken.

De stift is evenals bij het toestel van DOR omhuld met een kokertje. Aan dit kokertje is een handvat bevestigd, tusschen handvat en kokertje is een veer, die overspringt, zoodra zij met 100 gr. belast wordt. Men neemt het toestel bij het handvat en drukt het nu tegen het oog, totdat de veer van het handvat over springt; men heeft dan juist 100 gr. gedrukt, en men neemt het toestel van het oog.

De stift steekt slechts 1 m.M. buiten het kokertje uit, zij

wordt gedeeltelijk in de vliezen gedrukt, gedeeltelijk wijkt zij terug en spant de veer van het toestel, en brengt den wijzer in beweging; deze komt b.v. op 30. De veer van het toestel is dus $\frac{30}{100}$ m.M. teruggeweken. Deze drukt nu met een kracht van 30 gr. op de stift en deze moet nu volgens hem $\frac{100-30}{100} = \frac{70}{100}$ m.M. de vliezen ingedrukt hebben.

Hij spreekt verder niet van spanning van het oog, maar van hardheid van het oog en noemt zijn toestel daarom ook sclerometer.

De hardheid van het oog drukt hij nu uit in het quotient $\frac{P}{D}$, waarin P de drukking van de veer van het toestel en D de diepte der indeuking voorstelt.

Zooals gezegd steekt de stift slechts 1 m.M. buiten den koker uit, en deze is afgesloten door een eindplaat, die naar alle richtingen beweeglijk is. Deze inrichting acht hij noodzakelijk om fouten te ontgaan, die zouden kunnen ontstaan, als het toestel niet recht op den bulbus werd geapliceerd. Waarom deze inrichting echter dient is mij niet duidelijk. Immers, als door de aangewende kracht de veer tot een bepaalde waarde a gespannen wordt, moet de stift $\frac{100-a}{100}$ m.M. de vliezen indeuken. Waarom laat hij dan de stift niet b.v. 10 m.M. buiten den koker uitsteken, dan kan de rand van dezen nooit de sclera raken. Ik voor mij meen, dat zijn toestel op een verkeerd beginsel berust, hetgeen vooral blijkt uit zijn proeven. Hij vond, dat het onverschillig was op welke plaats van het oog men experimenteerde en deed, omdat het het gemakkelijkst was, alle bepalingen op de cornea; voor normale oogen vond hij een hardheid $\frac{2}{7}$ tot $\frac{4}{6}$ d. w. z., wanneer de veer van het toestel

met een kracht van 28 gram op de stift drukte, deze 0.72 m.M. in de cornea gedeukt werd. Vergelijken we nu hiermee de resultaten, die MONNIK verkreeg met zijn zeer gevoelig toestel, dan zien we, dat hij, als hij de stift plaatst op een afstand van 2 m.M. van de cornea op de sclera, bij een drukking van 25 gr. een indeuking van 0.75—0.85 m.M. verkrijgt, maar op een afstand van 10 m.M. bij 25 gr. altijd een diepte van 1.25 m.M.

Bij 35 gram druk op 2 m.M. afstand een indeuking van 1.20 m.M. op 10 m.M. een diepte van 1,5—1,9 m.M. Deze verschillen tusschen de waarnemingen van NICATI en van MONNIK zijn te groot en ik heb geen enkele reden om de waarnemingen van MONNIK voor onjuist te houden.

Hoe verschillend deze tonometers alle van vorm en constructie mogen zijn, het principe, waarop ze berusten is bij alle hetzelfde: met alle wil men den hydrostatischen druk, die bestaat binnen een elastischen wand, bepalen uit de verhouding tusschen de kracht, waarmede een stift op dien wand gedrukt wordt, en de indeuking, die daarmee in den wand veroorzaakt wordt. De verhouding tusschen deze grootheden is zoo gecompliceerd, dat we haar niet kunnen gebruiken om den intraoculaire nauwkeurig te bepalen.

Dat de gesteldheid der oogvliezen bij deze bepalingen van grooten invloed is, zal ik aantonen uit de resultaten, die met deze toestellen verkregen zijn.

Zooals bekend is, is de intraoculaire druk in alle deelen van het oog even groot.

Gaan we nu de lijsten van MONNIK na, dan zien wij, dat hij bij een drukking van 10 gram op 4 normale oogen op

2 m.M. afstand van de cornea een diepte van indeuking 0.45, 0.45, 0.55, 0.45 m.M. vindt op 10 m.M. afstand van de cornea echter 0.95, 0.95, 0.85, 0.75 m.M.

Bij oog n^o. 3 op 2 m.M. afstand van cornea, dus een relatief diepe indeuking op 10 m.M. daarentegen een relatief ondiepe. Hier kan toch alleen de gesteldheid der vliezen de oorzaak van het verschil zijn.

PFLÜGER onderzocht 20 lijkenoogen; hij bracht ze in verbinding met een kwikmanometer door een holle naald met dezen in verbinding in het oog te brengen, zoodat hij naar willekeur den intraoculairen druk kon regelen.

Hij bepaalde nu tonometrisch met het toestel van DOR de spanning. Juist hier zal men zien welk een groot verschil er bestaat tusschen spanning van het oog en intraoculairen druk. Wees de tonometer 29^o, dan vond hij in oog 2 een intraoc. druk van 150 m.M. Hg. bij oog 18 een van ± 45 m.M. Hg.

Hoewel hij zulke uiteenloopende verschillen kreeg, nam hij toch een gemiddelde aan en zeide: wanneer de tonometer 29^o wijst, is de intraoculaire druk 84 m.M. Hg. Het is overbodig om te betoogen, dat dit onjuist is.

We zullen dan ook verstandig doen met niet te veel waarde te hechten aan de resultaten met deze toestellen verkregen over den intraoculairen druk. Het lijkt mij toe, dat echter deze toestellen, vooral dat van SNELLEN SR. zeer goed te gebruiken zijn om de gesteldheid der oogvliezen te onderzoeken.

Een tweede reeks van tonometers berust op het volgend beginsel:

Wanneer binnen een bolvormige volkomen elastische dunwandige blaas een zekere hydrostatische drukking heerscht, kan men deze inwendige drukking berekenen, als men door een uitwendige kracht een gedeelte van het bolvormige oppervlak tot een plat vlak maakt. De uitwendige kracht is dan in evenwicht met de inwendige drukking. Immers, was de laatste grooter, dan zou de blaas weer meer den bolvorm aan gaan nemen; was de eerste grooter, dan zou de blaas ingedeukt worden.

AD. WEBER 1) maakte van deze wet gebruik om den intraoculairen druk te bepalen. Men moet een bepaald gedeelte van den bulbus afplatten en nagaan welke kracht daarvoor noodig is geweest. Hij construeerde een tonometer, doch deze berustte niet geheel op dit principe. Ook bij dezen tonometer was een bewegelijke middenstift en twee vaste stiften. Zoodra nu de middenstift op gelijke hoogte met de vaste stiften gekomen was, sprong een veertje los, dat nu een schaal vast klemde, waarop men kon aflezen, welke kracht men had aangewend. Hij platte nu echter niet een gedeelte van den bulbus af maar hij maakte slechts een kleine indeuking.

De resultaten met dezen tonometer verkregen, waren niet bevredigend.

A. FICK slaagde er in een zeer eenvoudig instrument te construeren, dat op dit principe berustte en waarbij tevens alle wrijving uitgesloten was.

1) v. Graefe's Archw. f. ophth. XIII.

Zijn zoon R. A. FICK¹⁾ beschrijft dit in zijn dissertatie. Het bestaat uit een stalen veertje, dat in een metalen raampje bevestigd is. Aan het vrije uiteinde draagt dit een gebogen staafje, waaraan een geslepen metalen plaatje van 7 m.M. diameter bevestigd is. Het staafje is zoo gebogen, dat het plaatje steeds evenwijdig aan zich zelf bewogen wordt, wanneer de veer gespannen wordt.

Dit plaatje wordt op het oog geplaatst en door druk op het raampje wordt de veer gespannen, totdat het plaatje het oog overal aanraakt, het segment onder het plaatje is dan geheel afgeplat. Op een schaal, die aan het raampje bevestigd is, kan men aflezen hoe sterk de veer gespannen is. (De veer zelf dient als wijzer.) Men weet dus de kracht, die de afplatting veroorzaakte, dus ook welke kracht evenwicht maakt met den intraoculairen druk op een oppervlak van 7 m.M. diameter. Dit alles zou waar zijn als het oog een volkomen elastische bolvormige zeer dunwandige blaas was.

Voor zulk een blaas leverde Fick het wiskundig bewijs, dat de wandspanning gelijk is aan $\frac{P \cdot r}{2}$, waarin P de hydrostatische binnendruk voorstelt en r de radius van den bol. Uit deze vergelijking blijkt tevens, dat een grootere bol een grootere wandspanning heeft dan een kleinere, wanneer de inwendige druk in beide gelijk is.

Maakte hij een indeuking in zoo'n blaas, dan kreeg hij zeer gecompliceerde verhouding tusschen inwendigen druk, uitwendige kracht, wandspanning en vorm der indeuking. Werd de vorm van de indeuking echter een plat vlak, dan

R. A. Fick Inaugural Dissertation.

kreeg hij de eenvoudige vergelijking $P = \frac{p}{\pi \rho^2}$ waarin P. de inwendige druk op de vlakke eenheid voorstelt, p de uitwendige kracht, en ρ de straal van het afgeplatte gedeelte. De wandspanning is dus niet van invloed.

KOSTER vond, dat men de betrekkingen van een volkomen elastische, dunwandige membraan, niet mocht doen gelden voor den oogbol, want dat de wandspanning haar invloed daar wel degelijk deed gelden.

Wanneer men een gedeelte van den bulbus heeft afgeplat, werkt de wandspanning in ieder punt van den omtrek van het afgeplatte deel in de richting der tangenten.

Deze kan men ontbinden in 2 krachten, waarvan de eene werkt in de richting van het platte vlak, (en dus opgeheven wordt door de kracht, die in het juist er tegenovergestelde punt, in tegenovergestelde richting werkt) de andere in de richting van de uitwendige kracht. De intraoculaire druk wordt dus te laag geschat. De dikte van de oogvliezen mag ook niet verwaarloosd worden; wanneer men een segment afplat, is het uitwendige vlak grooter dan het inwendige. De intraoculaire druk wordt dus weer te laag geschat, daar men rekent, dat hij op een grooter oppervlak werkt, dan werkelijk is. Door het aanleggen van den tonometer wordt de inhoud van den bulbus verkleind. FICK berekende deze verkleining; als de straal van het oog 13 m.M. is en die van het afgeplatte deel 4 m.M. is de verkleining = 15 m.M³. Hij meent deze verkleining te kunnen verwaarloozen, daar deze 15 m.M³. gemakkelijk door de venae kunnen afvloeien.

KOSTER verwaarloost deze niet; om 15 m.M³. vloeistof in

een oog te persen had hij een kracht noodig veel hooger, dan de intraoculaire druk is.

Door een kleiner segment af te platten, wordt deze fout echter geringer.

Bij het gebruik van dezen tonometer worden dus drie fouten begaan: twee daarvan maken, dat we den intraoculaire druk te laag schatten, de derde maakt hem hooger. Indien deze elkaar niet geheel neutraliseeren, heffen ze toch elkaar eenigszins op.

Een ander bezwaar is, dat lastig is uit te maken, wanneer het plaatje juist het segment heeft afgeplat.

Daarom maakte KOSTER¹⁾ zijn tonometer zoodanig, dat, zoodra het plaatje het segment afgeplat heeft er een veertje losspringt, waardoor het toestel vastgeklemd wordt en men kan dan op een schaal de aangewende kracht aflezen. Ook met het toestel van KOSTER schijnt men geen nauwkeurige resultaten te verkrijgen, en de constructie ervan schijnt technisch moeilijk uitvoerbaar te zijn.

MAKLAKOFF²⁾ had reeds een zeer eenvoudige tonometer gemaakt. Langs een staafje, dat aan zijn onderende een beugel bevatte, waarin een glazen plaatje bevestigd kon worden, waren gewichtjes van 10 gram verschuifbaar. Het staafje met beugel en plaatje weegt ook juist 10 gram.

Men houdt het toestel bij de gewichtjes vast en houdt het verticaal, zoodat het glazen plaatje op het oog drukt.

1) Koster. Arch. f. ophthal. 1895

2) Maklakoff. Congres van Russische artsen 1885.

Het plaatje drukt dan met een gewicht van 10 gram op het oog. Wil men een kracht van 20 gram hebben, dan laat men een gewichtje los enz.

Het glazen plaatje is met drooge aniline gekleurd; zoodra het op den bulbus drukt, wordt deze afgeplat; over deze oppervlakte komt de drooge aniline met de vochtige oppervlakte van het oog in aanraking en verandert zij van kleur, en kan men aldus nagaan, hoe groot het segment is, dat bij bepaalden druk wordt afgeplat.

Daar echter vooral de capillaire werking, die telkens verschilt, zich sterk doet gevoelen, geeft ook deze methode slechte resultaten.

Ik heb mij beperkt tot het geven van slechts een korte beschrijving van bovenstaande tonometers, omdat het mij voornamelijk te doen was om uit te laten komen, op welk beginsel zij berustten, en welke bezwaren er tegen aan te voeren waren.

Mijn plan was, een nieuwe tonometer aan te geven, die de fouten der vorige niet heeft en met dit toestel proeven te doen om te zien, in hoeverre verschillende omstandigheden van invloed zijn op de spanning van het oog, resp. den intraoculairen druk.

Van alle tonometers was m. i. die van KOSTER de beste, maar het scheen mij toe, dat niet juist kon worden aangegeven, wanneer het plaatje en de cylinderrand juist in een plat vlak zijn. Naar het model van KOSTER liet ik mijn tonometer maken. Dank zij de welwillendheid van den bekwaamen horlogemaker J. G. DUURSMA alhier kreeg ik spoedig

een proefinstrument gereed. Het werkte echter niet nauwkeurig genoeg.

Nu nam de bekende mechanicus KAGENAAR de constructie op zich en slaagde er in het volgende toestel te vervaardigen, waarvan men een teekening op de plaat kan vinden.

Naast de schets zal een korte beschrijving voldoende zijn om de werking er van duidelijk te maken.

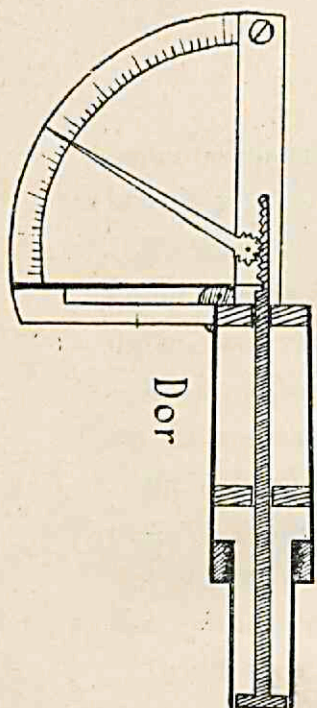
Bij het gebruik plaatst men het toestel verticaal op het oog. Cylinder *c* valt dan door eigen zwaarte op het oog; het plaatje *p*. wordt door de spanning van het oog binnen den cylinder gehouden.

Drukt men nu cylinder *C* naar beneden, dan wordt de veer *v*. gespannen en drukt de stift *s*., waaraan het plaatje bevestigd is. naar beneden. Aan deze stift is ook een gebroken hefboom bevestigd, die zijn draaipunt heeft op een scherpen stalen kam bevestigd op den bovenrand van cylinder *c*.

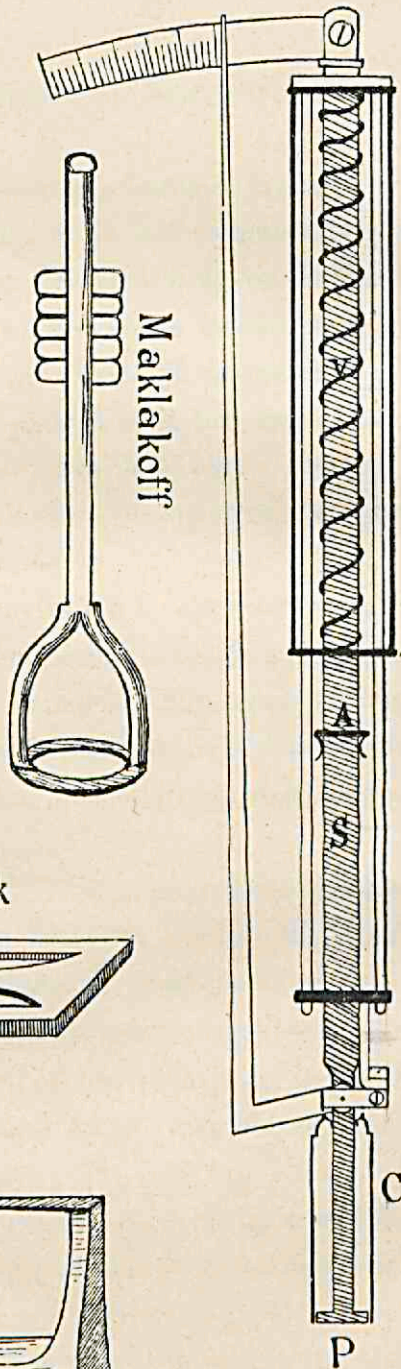
Wanneer de stift zoover naar beneden bewogen is, dat het plaatje juist in hetzelfde platte vlak is gekomen als de onderrand van cylinder *c*, staat de lange arm van den hefboom juist op het nulpunt; omgekeerd wanneer de hefboom op nul komt, is het plaatje in hetzelfde vlak als de onderste cylinderrand en is juist het segment van het oog afgeplat.

De kracht, waarmede gedrukt is, wordt door een arrêt, dat met geringe wrijving langs de verdeelde stift loopt, aangegeven.

Om het toestel zoo zuiver mogelijk te maken, loopt cylinder *C* langs 2 zeer dunne gepolijste stalen staafjes, zoo-



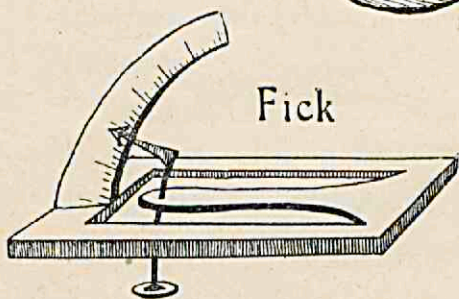
Dor



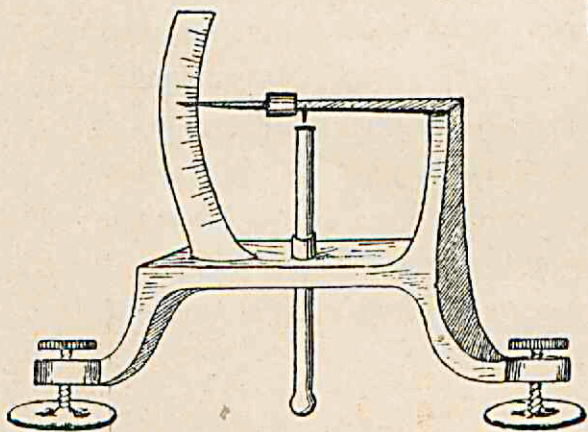
Maklakoff

C

Seuwen



Fick



v. Graefe

dat de middenstift nooit door den cylinder aangeraakt wordt.

De hefboom is met een bijzonder soort as aan de middenstift bevestigd, waardoor de hefboom met slechts geringe wrijving om den as draait. Het plaatje en cylinder *c* zijn van ivoor, omdat dit minder onaangenaam op het oog is dan metaal en omdat het niet roest.

Hoe eenvoudig dit toestel ook lijkt, de bewerking er van stuit op vele bezwaren; het toestel had dan ook verschillende fouten, die een voor een verbeterd zijn. Een bron van fouten b.v. vond ik in het stalen kammetje, dat eerst recht was.

Werd nu het cylindertje *c* om zijn as geroteerd, dan veranderde het draaipunt voor den hefboom en deze kleine fout werd vele malen vergroot door den langen arm van den hefboom. Door nu het kammetje een cirkelvorm te geven (steunpunt van den hefboom als middelpunt van den cirkel) werd deze bron van fouten uit den weg geruimd.

Verder was nog een groot bezwaar het vinden van de juiste sterkte van de veer, want om een duidelijk waarneembaren uitslag te krijgen moet de veer zwak zijn; een te zwakke veer werkt echter niet nauwkeurig. De veer welke nu in het toestel is, is te sterk en zal verbeterd worden.

Plaatst men het toestel verticaal op het oog, dan drukt vooreerst het gewicht van de stift en al wat daaraan verbonden is, op het oog; dit gewicht is grooter dan de kracht, die in normale gevallen aangewend wordt. Houdt men het toestel horizontaal, dan doet de wrijving haar werking gelden. Ik hang daarom het toestel aan een zeer dunne elastieke draad, zoodat de cylinder juist het oog aanraakt.

Drukt men nu cylinder C naar beneden, dan wordt alleen gedrukt met de kracht aangegeven door het arrêt. Tevens wordt het toestel verticaal gehouden door de tegenwerking der elastieke draad. Indien men het toestel scheef houdt, ziet men groote fouten in de waarneming.

Daar deze fouten slechts een voor een opgemerkt werden, kunnen natuurlijk de voorloopige proeven niet vergeleken worden. De voorloopige proeven nam ik op varkensooogen, waarbij ik reeds kon opmerken, dat de rigiditeit van cornea en sclera zeer sterk hun invloed op de spanning van het oog deden gevoelen.

Daar de tijd mij ontbrak om, voor ik dit proefschrift doe verschijnen, waarnemingen te doen met mijn instrument, waar een betere veer in gezet wordt, hetgeen echter op groote moeilijkheden stuit, behoud ik mij voor later de resultaten daarmee verkregen, mede te deelen.

Manometrische bepaling van intraoculairen druk

Hoewel mijn tonometer m. i. geen technische fouten meer bezit, meen ik toch, dat voor de bepaling van den intraoculairen druk met uitwendige tonometers geen resultaat te wachten is, omdat de gesteldheid der vliezen en de plaats van aanwending van den tonometer van zoo grooten invloed zijn op de spanning van het oog.

Wel echter zijn de uitwendige tonometers bruikbaar om, wanneer zij bij denzelfden patient steeds op dezelfde plaats aangewend worden, veranderingen van intraoculairen druk aan te toonen.

Voor nauwkeurige bepaling van den intraoculairen druk nam ik dus mijn toevlucht tot den manometer, om hiermede hem direct te bepalen.

Een dergelijke methode is reeds door verschillende onderzoekers toegepast als: C. WEBER en WEGNER, die een holle naald in verbinding met een kwikmanometer in de voorste oogkamer brachten (verbindingsbuis en naald waren gevuld met $\frac{1}{2}\%$ NaCl-oplossing).

ADAMÜK gebruikte eerst een holle naald, verbonden door een horizontale buis aan een Uvormig omgebogene, waarin kwik was. Later gebruikte hij den mikromanometer van

HERING; deze bestaat uit een capillaire glasbuis, die aan het eene eind dicht gesmolten was en met het andere einde in verbinding met een holle naald. Het gesloten einde bevatte over een uitgestrektheid van 3 c.M. lucht, terwijl de rest van het toestel gevuld was met Na Cl. oplossing.

De uiterst kleine bewegingen van den vloeistofspiegel werden met een 50 × vergrootend mikroscoop afgelezen.

V. SCHULTEN 1) geeft een instrument, waarmede hij vele waarnemingen heeft gedaan:

Een tamelijk dikke ($\frac{3}{4}$ m.M. diameter) holle naald, die in het corpus vitreum gestoken wordt, staat door een capillaire buis in verbinding met een kwikmanometer.

Vlak achter de naald is een kraan, de toestel is met Nacl-oplossing geheel gevuld, alleen is in de capillaire buis een druppeltje olie.

Den druk in den kwikmanometer kan hij door een schroefinrichting naar willekeur veranderen.

Terwijl de kraan dicht is wordt de spanning in den manometer ongeveer zoo hoog gemaakt als van het te onderzoeken oog.

Nu wordt de naald in het oog gestoken, den stand van den oliedruppel bepaald en de kraan geopend. De oliedruppel zal nu van plaats veranderen, door den schroef kon men den manometerdruk zoo veranderen, dat de druppel weer op zijn vroeger ingenomen plaats terug komt, nu is de manometerdruk, dien men afleest, gelijk aan den intraoculairen druk.

1) v. Schulten Arch. f. ophth. 1884.

Bij deze methode gaat geen vloeistof uit het oog en wordt geen vloeistof in het oog gebracht.

Een groot bezwaar aan deze methode verbonden, is dat zoo'n dikke naald in het oog gevoerd wordt, hetgeen niet onschadelijk is voor het oog. De dikke naald is echter noodzakelijk, daar hij haar in het corpus vitreum bracht, omdat het corpus vitreum niet in een fijne naald kan dringen. Ik bracht de naald in de voorste oogkamer en kon nu met een uiterst fijne naald volstaan, daar het waterachtig vocht zich makkelijk door een fijne opening verplaatst. Deze naald werd aan een capillaire buis gekit, welke in verbinding staat met een klein luchtreservoir, dat door een kraan met de buitenlucht in verbinding kan gesteld worden. Op de buis is een proefondervindelijk verdeelde schaal aangebracht.

Wanneer men de naald van platina en iridium laat maken, kan men door flambeeren van de naald het toestel voldoende steriel maken.

Men gebruikt het als volgt: men steekt de eenigszins conische naald schuin door de cornea heen; het waterachtig vocht wordt door den intraoculairen druk, en door de capillaire werking in de buis gedreven, en comprimeert de lucht in de buis en het reservoir. Daar men door het insteken van de naald den intraoculairen druk tijdelijk verhoogd heeft, houdt men het toestel rustig vast, totdat de normale druk weer bestaat; de vloeistof blijft dan op een zekere hoogte staan, waarbij de gecomprimeerde lucht in evenwicht is met den intraoculairen druk (+ de capillaire werking).

Men kan zoo den intraoculairen druk direct op de schaal

aflezen. Verwijdert men nu de naald uit het oog, dan dringt de gecomprimeerde lucht het waterachtig vocht weer bijna geheel uit de buis; door het reservoir met de hand te verwarmen, wordt ook dat, wat door de capillaire werking werd teruggehouden, uitgedreven. Reeds dadelijk wil ik opmerken, dat een kleine hoeveelheid waterachtig vocht, die uit het oog treedt, den intraoculairen druk niet verandert. Want bepaalde ik den intraoculairen druk en liet ik nu het waterachtig vocht bijna geheel afloopen, dan was na \pm 15 min. de normale intraoculaire druk weer hersteld, gelijk met het waterachtig vocht.

Het is echter wenschelijk zoo min mogelijk vloeistof uit het oog te laten afvloeien. Daarom heb ik de grootte van het reservoir zoo genomen, dat er bij een intraoculairen druk van 25 m.M. Hg. slechts 10 cub. m.M. vloeistof uit het oog treedt, en druksverschillen toch duidelijk waarneembaar zijn.

De schaal is op de volgende wijze proefondervindelijk verdeeld: een u-vormig omgebogen glazen buis is geheel gevuld met water; het korte been van de buis is afgesloten met een kurk, het lange is open, door de kurk wordt de naald v. d. tonometer gestoken. Door de buis meer of minder verticaal te stellen, kan men den druk hooger of lager maken, en nu kan men bij iederen willekeurigen druk den stand van den vloeistofspiegel in het toestel op de schaal aangeven.

Mocht door een of ander toeval, de naald verstopt raken of vloeistof in de buis achter blijven, dan kan men de kraan van het reservoir openen en met een ballonspuit het toestel doorblazen.

Met dit eenvoudige instrument kan men dus nauwkeurig den intraoculairen druk bepalen. Daar het soms van groot gewicht is nauwkeurig den intraoculairen druk te kennen, zou men in die gevallen van den capillairen manometer gebruik kunnen maken, daar de gevaren, verbonden aan een punctie met een steriele naald toch gering zijn.

Ten slotte wil ik met een enkel woord opmerken, dat men met dezen capillairen manometer, als men het reservoir iets kleiner of grooter maakt, den bloedsdruk direct zou kunnen bepalen in kleine arteries of bij kleine dieren.

Waarnemingen.

De proeven deed ik op konijnen, de oogen werden met cocaine anaesthetisch gemaakt of de konijnen werden met chloraethyl genarcotiseerd; deze narcose komt zeer gemakkelijk tot stand, maar duurt slechts \pm 3 minuten. De oogleden werden open gehouden, hetzij met den ooglidhouder hetzij met de vingers. De naald werd dan in de voorste oogkamer gebracht. Men ziet dan dadelijk de vloeistof hoog in de buis stijgen, om weer spoedig te dalen; door het inbrengen van de naald heeft men n.l. door druk op het oog tijdelijk den intraoculaire druk verhoogd. Na eenige oogenblikken blijft de vloeistofspiegel staan. Op beide oogen vond ik steeds denzelfden intraoculaire druk; bij kleine konijnen bedroeg deze 17—20 m.M. Hg., bij grootere 20—30 m.M. Hg.

De vloeistofspiegel is echter nooit volkomen in rust, maar maakt steeds oscillatorische bewegingen isochroon met den hartslag.

De intraoculaire druk vertoonde ook onregelmatig verschillend groote verheffingen. Deze kwamen tot stand wanneer het dier pijn had, schrok enz.; zij konden dus afhankelijk zijn: of van knijpen met de oogleden, of van stijging van den algemeenen bloedsdruk. Ik vond namelijk bij:

A. konijnen alleen voor het inbrengen van de naald in chloraethyl narcose gebracht:

Bij proefdier I	intraoc. dr.	19 mM. Hg.	met verheffing van	25 mM. Hg.
„ II	„	20	„ „ „	30 „
„ III	„	18	„ „ „	35 „
„ IV	„	20	„ „ „	12 „
„ V	„	17	„ „ „	20 „
„ VI	„	20	„ „ „	25 „

B. konijnen ingedruppeld met 5% cocaine oplossing:

Bij proefdier I	intraoc. dr.	17 mM.	met verheffing van	28 mM. Hg.
„ II	„	19	„ „ „	20 „
„ III	„	17	„ „ „	18 „
„ IV	„	20	„ „ „	40 „
„ V	„	19	„ „ „	15 „
„ VI	„	20	„ „ „	25 „

Om te zien welken invloed de orbicularis op deze verheffingen had, knipte ik bij deze zes konijnen de beide ooghoeken in, zoodat de orbicularis niet meer werken kon en knipte de conjunctiva los. Ik kreeg nu bij deze zes konijnen in volgorde slechts verheffingen van: 10, 10, 7, 15, 8, 10 m.M. Hg. Ik knipte nu het derde ooglid weg en prepareerde het oog geheel vrij; ook de musculus retractor bulbi werd losgeknipt.

Bij de twee konijnen van de vorige reeks, waar ik dit deed, bleven nu de verheffingen uit.

De groote schommelingen waren dus het gevolg van het knippen met de oogleden en de werking van den retractor bulbi, terwijl zelfs het derde ooglid invloed kon uitoefenen op den intraoculaire druk. Vroeger gedane waarnemingen

over intraoculairen druk moeten dus steeds onbetrouwbaar zijn, wanneer de dieren niet gecurariseerd waren, of het oog niet geheel vrij geprepareerd was.

Hoewel het niet twijfelachtig was, dat de spierwerking van den orbicularis en retractor bulbi deze groote verheffingen veroorzaakten, ging ik toch ook nog na, welk verband er bestond tusschen den intraoculairen druk en den bloedsdruk.

De bloedsdruk werd bepaald in de arteria carotis met het toestel van LUDWIG en tegelijkertijd geregistreerd.

Het oog aan de andere zijde was geheel vrij geprepareerd en de intraoculaire druk daarvan bepaald. Wanneer nu de bloedsdruk verlaagd of verhoogd werd, zag men onmiddellijk den intraoculairen druk dalen of stijgen.

Dicht drukken van de carotis aan dezelfde zijde deed den intraoculairen druk \pm 10 m.M. Hg. dalen.

Door den bloedsdruk te verhoogen b.v. door prikkeling van ruggemerg enz., kon men den intraoculairen druk verhoogen, drukte men nu de toevoerende carotis dicht, dan daalde de intraoculaire druk sterker, naarmate de bloedsdruk en intraoculaire druk hooger waren, en wel:

		mM. Hg.				mM. Hg.
Proefdier I	was intraoc. dr.	20,	dan intraoc. dr.	na compressie van carotis	10	
	„	30,	„	„	„	18
	„	45,	„	„	„	22
Proefdier II	„	18,	„	„	„	10
	„	25,	„	„	„	15
	„	35,	„	„	„	18
Proefdier III	„	25,	„	„	„	17
	„	35,	„	„	„	22

Dichtdrukken van de aorta abdominalis had slechts een verhooging van intraoculairen druk van 2 à 3 m.M. H.g. ten gevolge.

Prikkeling van vagus deed den bloedsdruk sterk dalen. Bij een daling van den bloedsdruk van 140 tot 70 m.M. H.g. daalde de intraoculaire druk van 20 op 9 à 12 m.M. H.g.

Dadelijk na den dood werd de intraoculaire druk niet nul, maar varieerde tusschen 4 en 10 m.M. Hg.

Ook heb ik nog nagegaan, welken invloed atropine op den intraoculairen druk had.

Ik bepaalde bij eenige konijnen den intraoculairen druk en druppelde daarna gedurende twee dagen atropine in, daarna werd de intraoculaire druk bepaald. Ik vond slechts nu en dan een kleine verlaging. Bij deze waarnemingen kon ik opmerken, dat, wanneer het waterachtig vocht was afgevoeld, dit zich na 30 min. nog niet geheel hersteld had en de druk nog niet zijn vroegere hoogte had bereikt. Deze geringe verlaging is dus misschien het gevolg van het trage herstel van waterachtig vocht bij geatropiniseerde oogen.

		mM. Hg.		mM. Hg.		mM. Hg.		mM. Hg.		
Bij proefdier	I was intraoc. dr.	O.S.	18	O.D.	18 na atropine	O.S.	18	O.D.	18	
„	II	„	20	„	20	„	„	19	„	18
„	III	„	19	„	19	„	„	19	„	19
„	IV	„	17	„	17	„	„	17	„	16
„	V	„	20	„	20	„	„	18	„	19
„	VI	„	19	„	19	„	„	18	„	19
„	VII	„	20	„	20	„	„	20	„	18
„	VIII	„	19	„	18	„	„	17	„	15
„	IX	„	20	„	20	„	„	20	„	19

Bij één konijn druppelde ik atropine in het eene oog, eserine in het andere.

Drukverschil kon ik niet waarnemen. Wanneer ik echter het waterachtig vocht liet afvloeien, herstelde dit zich veel eerder in het oog waar eserine, dan in dat, waar atropine ingedruppeld was.

CONCLUSIES.

Uit mijne waarnemingen meen ik de volgende conclusies te mogen trekken :

I.

Dat men met een tonometer, dien men uitwendig op den oogbol appliceert, geen nauwkeurige, betrouwbare bepaling van den intraoculairen druk kan verrichten, omdat de oogvliezen een grooten invloed hebben op de spanning van het oog en omdat de werking van den musculus orbicularis, den intraoculairen druk verhoogen kan, nu eens meer, dan eens minder.

II.

Dat de intraoculaire druk direct afhankelijk is van den bloedsdruk.

III.

Dat na afvloeiing van het waterachtig vocht uit het normale oog, de intraoculaire druk zich in \pm 15 min. herstelt, maar bij een geatropiniseerd oog wordt dit herstel vertraagd.

CONCLUSIONS

The first conclusion is that the results of the present study are in general agreement with those of other workers in the field.

The second conclusion is that the results of the present study are in general agreement with those of other workers in the field.

The third conclusion is that the results of the present study are in general agreement with those of other workers in the field.

III

The fourth conclusion is that the results of the present study are in general agreement with those of other workers in the field.

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

Over 't algemeen verdient enucleatio bulbi de voorkeur boven exenteratio bulbi.

II.

Atropine heeft op den intraoculairen druk in het normale oog geen invloed.

III.

Indien men operatief ingrijpt bij epicanthus, verrichte men de operatie van WICHERKIEWICZ.

IV.

Een goede perimeter moet doorschijnend, bolvormig en onbeweeglijk aan het hoofd van den patient bevestigd zijn.

V.

Laparotomie onder SCHLEICH'SCHE locale anaesthesie is te verkiezen boven die in narcose.

VI.

Gonorrhoeische cystitis bestaat niet.

VII.

Kleine operaties verrichte men onder chloraethylnarcose.

VIII.

De intubatiemethode bij croup en diphtherie is nog slechts van historisch belang.

IX.

Een vroedvrouw moest bij de wet verplicht worden vóór ieder onderzoek haar handen te desinfecteeren.

X.

Het is de plicht van den arts te zorgen, dat geen haar eigen kind zoogende moeders als min in dienst genomen worden.

XI.

In het nageboorte tijdperk moet de arts niet lang een afwachtende houding aannemen.

XII.

Het is niet bewezen, dat de voorvlakte van de iris onder physiologische omstandigheden voornamelijk het waterachtig vocht afscheidt.

XIII.

Het is niet waarschijnlijk, dat er nervi vasodilatatorii bestaan.

XIV.

De gunstige resultaten van z.g. koudwaterkuren zijn grotendeels te danken aan het daarbij gehouden dieet en aan suggestie.

XV.

Spruw in den mond van zuigelingen behandelde men met boorzuurgossypium volgens ESCHERIG.

XVI.

Bij het opwekken van de levensgeesten bij drenkelingen spuite men apomorphine in.

XVII.

Het is wenschelijk, dat ook in ons land „schoolartsen” worden aangesteld.

XVIII.

Vakvereniging van artsen verdient afkeuring.

A