



Eenige bepalingen van den geleidingsweerstand der huid bij den gezonden en zieken mensch

<https://hdl.handle.net/1874/237731>

EENIGE BEPALINGEN
VAN
DEN GELEIDINGSWEERSTAND DER HUID
bij den gezonden en zieken Mensch.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

VAN
J. E. VAN PERSIJN.



HELDER. — C. DE BOER JR. — 1891.

J. E. VAN PERSIJN.

EENIGE BEPALINGEN VAN DEN GELEIDINGS-
WEERSTAND DER HUID
BIJ DEN GEZONDEN EN ZIEKEN MENSCH.

Eenige bepalingen
van den geleidingsweerstand der huid bij den
gezonden en zieken mensch.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE GENEESKUNDE,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

Dr. J. H. GALLÉE,

*Hoogleraar 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 VRIJDAG 26 JUNI 1891,

des namiddags ten 2 uur,

DOOR

JACOB ELISA VAN PERSIJN,

Arts, Officier van gezondheid 2e klasse,

GEBOREN TE BLOEMENDAAL.

HELDER. — C. DE BOER JR. — 1891.



RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT



1894 8376

Aan mijne Ouders.

VOORREDE.

Gaarne maak ik van de gelegenheid, die dit proefschrift mij aanbiedt, gebruik, om een woord van dank te richten aan allen, die tot mijne vorming tot geneeskundige en tot het verkrijgen van den titel van Medicinæ Doctor hebben bijgedragen.

Mijn hartelijken dank aan U, H.H. professoren en lectoren der Geneeskundige Faculteit te Utrecht, van wie ik onderwijs mocht ontvangen.

Ten zeerste dank ik U, Hooggeachte Promotor, professor TALMA, voor Uwe welwillende beoordeeling van mijn proefschrift, en de bereidvaardigheid, waarmede gij mijn Promotor hebt willen zijn.

Gaarne breng ik tevens mijnen hartelijken dank aan U, Hoog Edel Gestrenge Heer Generaal-Majoor Inspecteur van den Geneeskundigen Dienst der Landmacht. Door Uwe welwillendheid toch werd ik voor den tijd van drie maanden gedetacheerd bij het Militair Hospitaal te Utrecht, waar ik gelegenheid had het

VIII.

aldaar aanwezige materiëel voor de samenstelling van dit proefschrift te benuttigen.

Aan allen, die mij daarbij met hunnen raad en meerdere ervaring hebben geholpen, betuig ik hier gaarne mijnen oprechten dank, in het bijzonder aan U, Zeer Geleerde Heeren Dr. WINKLER en ZWAARDEMAKER.

De vele nuttige wenken en raadgeringen, die ik van U mocht ontfangen, zullen steeds bij mij in dankbare herinnering blijven.

INLEIDING.

Wanneer men een elektrischen stroom door het menschelijk lichaam laat gaan en de spiercontracties, die door het sluiten of openen van dien stroom ontstaan, bestudeert, dan neemt men waar, dat deze spiersamentrekkingen, die in den aanvang van geringe intensiteit waren, na eenigen tijd sterker en sterker worden, hoewel er oogenschijnlijk niets veranderd is in den toestel, die den stroom voortbrengt, in de geleidingsdraden, die hem naar het lichaam leiden of in de wijze, waarop de elektroden met het lichaam zijn verbonden.

Dergelijke verschijnselen waren ook voor sensibele zenuwen niet onbekend en reeds VOLTA maakt er melding van, dat het branden op de huid, hetgeen gevoeld wordt, als men den stroom van zijn zuil door het lichaam voert, toeneemt met den tijd, gedurende welken men dien stroom laat inwerken.

ALEXANDER VON HUMBOLDT meende zelfs het vermoeden te mogen uitspreken, dat door de inwerking van den elektrischen stroom op zich zelf, de prikkelbaarheid van de organen voor dien stroom verhoogd zou worden.

Het is wel verwonderlijk, dat het zoo lang heeft moeten duren, voordat men in den veranderlijken weerstand, dien het menschelijk lichaam aan den stroom bood, een reden voor verklaring van die feiten heeft gezocht.

Het had voor de hand gelegen, dat, toen de wet van Ohm: $J = \frac{E}{W}$, bekend was geworden, de weerstand in het menschelijk lichaam meer belangstelling zou gewekt hebben.

Dit was echter het geval niet, en er moest nog een geruimen tijd verloopen, eer er systematische onderzoeken werden verricht, die ten doel hadden, den invloed na te gaan, welke de electrische stroom, als hij in het lichaam trad, op den weerstand, dien het lichaam hem bood, uitoefende. Was de weerstand in het menschelijk lichaam eene onveranderlijke grootheid, die evenals die van een metalen draad, door de stroomen, die de geneesheer aanwendt, niet gewijzigd wordt, dan zoude een aantal opgaven, die de elektrodiagnostiek aan het ziekbed heeft op te lossen, veel eenvoudiger zijn.

Juist de moeielijkheden, die ik ondervond, toen ik als geneesheer gedwongen was enkele dier opgaven op te lossen, deden bij mij de wensch rijzen, om met die wisselwerking tusschen stroom en weerstand van het menschelijk lichaam nader bekend te worden, en ik nam dus gaarne het aanbod aan van Dr. ZWAARDEMAKER, om het armamentarium, dat in het Militair Hospitaal te Utrecht aanwezig was, te benutten tot een eigen onderzoek in die richting. Daarbij wist ik wel, dat het mij niet gelukken zou, nieuwe feiten aan het licht te brengen. Hadde ik dit beoogd, een onderzoek van jaren, met een veel vollediger armamentarium, en met beter

physische kennis, dan mij ten dienste stond, zou een vereischte geweest zijn.

Wat ik echter verlangde, was een onderzoek aan de hand van eenvoudige methoden, met hulpmiddelen, die binnen het bereik van den praktiseerenden geneesheer liggen, een onderzoek, dat mij moest leeren, welke hoofdzaken ik vast moet houden bij de bepaling van de prikkelbaarheid van zenuwen en spieren, voor zoover die door den weerstand in het lichaam geïnfleueerd worden.

De resultaten van dit onderzoek wensch ik in dit proefschrift mee te deelen.

Vooraf wensch ik echter de resultaten, door verschillende onderzoekers op dit gebied verkregen, te bespreken.

HOOFDSTUK I.

LITTERATUUR OVERZICHT.

De eerste, die er melding van maakt, dat het menschelijk lichaam een weerstand biedt aan den elektrischen stroom is POUILLET, die de uitslagen van den naald eener *boussole*, als hij een keten door een metalen geleider sluit, vergelijkt met die van een keten, waarin het menschelijk lichaam geschakeld is. POUILLET zegt: »On a constaté d'abord, que le courant, qui passe d'une main à l'autre, les mains étant mouillées et plongées dans le mercure se trouve affaibli autant, que s'il avait traversé onze lieues de longueur, d'un fil de cuivre, d'un millimètre de diamètre et que le courant, qui passe d'un doigt à l'autre dans la même main est affaibli autant, que s'il avait traversé 77 lieues du même fil de cuivre, les doigts étant mouillés et plongés dans le mercure à la moitié ou au tiers de la première phalange."

Behalve het feit, dat het menschelijk lichaam een zeer grooten weerstand aan den elektrischen stroom biedt, is dus aan POUILLET reeds bekend, dat bij het grooter worden der ingedompelde oppervlakte, de weerstand geringer wordt.

ZECH berekent, dat het eerstgenoemde door POUILLET gevonden getal (11 mijlen koperdraad) gelijk staat met 1094 SIEMEN's eenheden.

Deze onderzoeken werden in 1842 herhaald door LENZ, die als stroomgever een elektromagnetische machine van CLARKE gebruikte en als aanwijzer de uitslagen van een door een multiplicator omgeven magneetnaald.

De door omdraaiing teweeggebrachte stroom, bracht bij elke wenteling vier keer een afwijking van den magneetnaald te weeg. Hij bepaalde de gemiddelde van deze afwijkingen en kwam tot andere resultaten dan POUILLET. Hij schakelde een mensch in den keten door hem 1, 2 of 4 vingers en zelfs de geheele hand in met zuur gevulde vaten te doen dompelen en vond wel evenals POUILLET verschillen naarmate een grootere huidoppervlakte ingedompeld was, doch niet zulke groote, zelfs maakte het bijna geen verschil of vier vingers of de geheele hand ingedompeld waren, daarentegen zijn de waarden, die hij voor den weerstand vindt, dubbel zoo groot, als die van POUILLET.

De sterkte van het zuurgehalte scheen invloed te hebben, om den weerstand te verminderen. Bovendien maakte LENZ toevallig een zeer belangrijke opmerking, toen hij bij een persoon, die een excoratie van de hand had, een buitengewoon sterke vermindering van den weerstand waarnam. Hij leidt daar reeds uit af, dat de oorzaak van den weerstand hoofdzakelijk in de epidermis gezocht moet worden; en daar hij, gelijk ik zeide, slechts een gering onderscheid vindt in de grootte van den weerstand, wanneer de vier vingers, of de geheele hand zijn ingedompeld, meent hij, dat het in de opperhuid de zenuweindingen zijn, waardoor de stroom in- en uittreedt.

Voorts vindt hij, wanneer hij een hand en een voet

laat indompelen, in den regel grootere weerstanden, als de rechterkant, dan, als de linker is ingedompeld en dit verschil blijft bestaan, wanneer hij een koperen elektrode op het sternum plaatst en rechter of linkerhand in het met 1 % zuur gevulde vat dompelt.

Deze waarnemingen versterken LENZ in de meening, dat in de epidermis de oorzaak zou te vinden zijn voor den belangrijken weerstand, dien het menschelijk lichaam biedt.

»Sollte'', zoo vraagt hij, »vielleicht der grössere Gebrauch der rechten Hand, die Ursache davon sein.''

Reeds de verschillende wijzen van indompeling van POUILLET en LENZ in kwik en 1 % zuur, kunnen de verschillende, door hen gevonden waarden verklaren.

Uit deze onderzoeken was dus gebleken, dat het menschelijk lichaam weerstand biedt aan den stroom en dat de oorzaak daarvan in de epidermis kon gezocht worden.

Eerst in 1858 wijdde R. REMAK eenige aandacht aan de veranderingen, die de weerstand ondergaat, wanneer een stroom door het lichaam wordt gevoerd.

REMAKs methode komt overeen met hetgeen wij tegenwoordig de substitutie-methode noemen. Hij gebruikt een galvanoskoop, leest den uitslag van den naald af, wanneer het menschelijk lichaam is ingeschakeld, vangt daarna het lichaam door een rheostaat, wiens bekende weerstand dezelfde afwijking van de naald teweegbrengt.

Hij vindt dan weerstanden, welke hij gelijk stelt met die, welke in 15—100 mijlen telegraafdraad worden waargenomen.

Hij meent, dat de weerstand toeneemt, naarmate de

epidermis dikker is en ook van andere eigenaardigheden in den bouw afhangt. Zoo zouden b.v. de smeer- en zweetkliertjes in de huid de wegen zijn, waarlangs de stroom het gemakkelijkst indringt en dus met het toenemend aantal uitloozingbuisjes op een gegeven oppervlak ook de weerstand verminderen.

Hij vindt, dat de weerstand toeneemt, naarmate de afstand der elektroden grooter en naarmate hun oppervlakte kleiner wordt.

Het meest beteekenende van zijn onderzoekingen evenwel, is de vaststelling van het feit, dat de uitslag van zijn galvanoskoop niet onmiddellijk na het sluiten van den stroom zoo groot mogelijk is, maar gedurende de eerste minuten toeneemt, m. a. w. dat de weerstand in de eerste oogenblikken na de inwerking van den stroom daalt. Heeft de galvanoskoop haar hoogsten uitslag verkregen, dan blijft zij verder constant.

Alleen stroomwisseling (omleggen der elektroden) is dan in staat om haar een nog grooteren uitslag te doen aanwijzen.

Hoezeer dus REMAK met betrekkelijk ongevoelige instrumenten werkte, blijft aan hem de verdienste, dat hij voor de eerste maal gewezen heeft op het afnemen van den weerstand in den eersten tijd van doorstrooming en bij de zoogenaamde Volta'sche Alternatieven.

REMAK's verklaring van dit feit is niet recht duidelijk. »Die Oberhaut wird aufgelockert," zegt hij, en hij ineent, dat dit voor een deel van de bevochtiging afhangt, die op rekening komt van endosmotische werkingen, door den stroom in de huid teweeg gebracht.

Op andere plaatsen spreekt hij ook van elektrolytische werkingen.

Zie ik af van de bepalingen van KOHLRAUSCH, die de geleidingsweerstand van het menschelijk lichaam op gemiddeld 2200 S. E. bepaalde, dan wordt de vraag of de Epidermis werkelijk een zoo groot aandeel heeft aan den hoogen weerstand weder opgevat door RUNGE.

RUNGE's-methode van onderzoek (1870) is echter veel onnauwkeuriger dan die van REMAK.

Een rheostaat gebruikt hij niet.

Hij leest den uitslag van een galvanometer af, welke verkregen wordt, als hij de elektroden bij een bepaald aantal elementen op de ongeschonden huid plaatst.

Vervolgens plaatst hij de elektroden op een gedeelte van de huid, dat hij door een Spaansche vlieg van de Epidermis heeft ontdaan, bemerkt dan, dat hij, om denzelfden galvanometer uitslag te verkrijgen, het aantal elementen moet verminderen en besluit dan tot het geringer zijn van den weerstand.

Daar er van eigenlijke weerstandsbepaling bij de onderzoeken van RUNGE geen sprake is, mag ik wel afzien van eene bespreking van zijn verdere onderzoeken, die den invloed, welke spieren, fascien of been op den weerstand uitoefent op het oog hebben.

RUNGE's onderzoek heeft dan ook voor het verder gaan der vraag weinig beteekenis.

Evenzoo mag ik kort zijn bij de vermelding van de proeven van MUNK, die, toen hij onderzocht of medicamenten kataphoretisch in het lichaam konden worden gevoerd, het ons door REMAK reeds bekende feit opnieuw ontdekte.

MUNK gebruikte een batterij van 10 Grove's elementen, bepaalde de stroomstrekke met behulp van een boussole en vond, dat deze stroomsterkte, nadat de stroom 20 à 30 minuten was doorgegaan, acht of tien

maal zoo groot was, als in den aanvang en dan vrij constant bleef.

Bovendien veranderde hij alle vijf minuten de richting van den stroom en zag, dat kort na de wending de weerstand snel verminderde.

De verdienste van MUNK is dus in de eerste plaats het na REMAK vrij wel vergeten feit weder op de agenda geplaatst te hebben.

Van nu af aan blijft dan ook het rekening houden met den weerstand en de weerstandsvermindering bij het doorgaan van den stroom, vrij wel een plicht van den elektrodiagnost.

Maar bovendien kon MUNK, omdat hij bewezen had, dat medicamenten als Joodkali, Strychnine, etc. kataphoretisch door de huid werden gevoerd, de stelling verdedigen, dat de huid wegens het meevoeren van vocht door den stroom van de anode naar de kathode, beter geleidend werd.

De kataphorese veroorzaakt dus weerstandsafnemings, laatstgenoemde ontstond aan de anode.

Met te meer klem verdedigde MUNK deze stelling, toen het hem bleek, dat een dergelijke weerstandsvermindering bij het doorgaan van den stroom ook werd waargenomen, als hij met zout bevochtigde elektroden plaatste op klei, die met een slecht geleidende vloeistof gedrenkt was.

Hoezeer toch de diagnostiek met de weerstandsvermindering te rekenen had, toonde ERB in het volgende jaar aan, toen hij onder den naam van tetanie een ziekte beschreef, onder wier kenmerken voorkomt een reactie van den elektrisch geprikkelden zenuw bij geringer stroomsterkte, dan dit bij normale personen het geval was.

Dit onderzoek gaf ERB aanleiding om weerstandsbe-
palingen bij zulke patienten verricht, te vergelijken met
die van normale personen.

Ook ERB echter meet, zoo min als RUNGE en MUNK
den weerstand direct. Hij meet indirect door den uit-
slag van den galvanometer bij een stroom, door een ge-
lijk blijvend aantal elementen geleverd.

Vervanging van den menschelijken weerstand door
rheostaten weerstand, blijft nog achterwege.

Ook ERB noteert de daling van den weerstand bij het
doorgaan van den stroom, bij stroomwendingen en zelfs
bij sluitingen van den stroom in de zelfde richting.

Hij wijst er op, dat op verschillende plaatsen van
het lichaam de weerstand niet overal dezelfde is.

Deze verschillen in weerstand wijt ERB voor een deel
aan physische oorzaken (dikte van de Epidermis, nat-
heid van de huid, verbetering van de geleiding door
kataphorese), maar voor een deel ook aan physiologische
en wel in de eerste plaats, verwijding van de bloedva-
ten, misschien als gevolg van elektrolytisch gevormde
vergiften voor de bloedvaatmuskulatuur.

Ook E. REMAK komt in het algemeen tot dezelfde
resultaten in een onderzoek, dat tot op GÄRTNER als
een beslissend onderzoek werd beschouwd.

REMAK heeft een galvanometer in zijn keten, waar-
mede hij de stroomsterkte bepaalt. Nadat de stroom
eenige minuten is doorgestaan, wordt bepaald, bij wel-
ken uitslag van de naald een kathodesluitingscontractie
kan worden teweeg gebracht. Het blijkt, dat dit thans
bij een geringeren uitslag van de naald geschiedt.

Aangezien echter deze galvanometer 15—30 secon-
den lang schommelde, heeft REMAK geene zekerheid, dat

de stroomsterkte en de weerstandsverandering op het oogenblik, dat hij aflas, dezelfde waren, als op het oogenblik, dat hij de spiersamentrekking opwekte.

Daar verder blijken zal, dat het doorgaan van een stroom gedurende 10 seconden den weerstand belangrijk verminderen kan, wordt terecht door GÄRTNER aan REMAK verweten, dat zijn onderzoekingen evenmin als die van MUNK en ERB die waarde bezitten, welke men tot dien tijd gewoon was, er aan toe te schrijven.

REMAK wendt zich tegen de verklaring van MUNK, omdat hij ook weerstandsvermindering zag, als de elektroden met lauw water waren nat gemaakt en er dus van verplaatsing van een slechter door een beter geleidende vloeistof geen sprake kon zijn.

REMAK zoekt dan de oorzaak van de weerstandsvermindering in de verwijding van de bloedvaten.

Uit dit alles blijkt, dat in het begin van 1880 het aan de verschillende onderzoekers over elektrodiagnostiek bekend was, dat tengevolge van het inwerken van den stroom, weerstandsveranderingen in het lichaam plaats vonden.

Hoogst zelden was echter die weerstand gemeten.

Als hij gemeten was, leed die meting aan fouten. Zij was niet snel genoeg geschied, deels wegens de ongevoeligheid, of als dit het geval niet was, wegens de onvoldoende demping der lang slingerende gevoelige instrumenten.

Het hing echter in de lucht, dat exacte meting zou plaats vinden, en de eerste, die het deden, waren TSCHIRIEW en de WATTEVILLE.

Deze vonden een zeer grooten weerstand op den

voorarm, wisselend tusschen 40000 en 2000 Omhs, afhangend van de grootte, den vorm, de bevochtiging der elektroden, de drukking op de huid, afhangend ook van de sterkte van den aangewenden stroom.

Bij GÄRTNER echter treffen wij voor het eerst een stelselmatig, aan de hand van een onwraakbare physische methode ingesteld onderzoek, hetwelk ik nader heb te beschrijven.

GÄRTNER werkte met den brug van WHEATSTONE. De stroom waarmede hij meet, wordt door 3 elementen van SIEMENS geleverd en de weerstanden in de verschillende takken van dezen brug op de volgende wijze verdeeld.

In de eene tak van den brug is het lichaam, waarvan de weerstand gezocht wordt en een onveranderlijken weerstand gebracht. (4200 S. E.), in de andere kan de verhouding tusschen de weerstanden der beide afdeelingen naar willekeur worden veranderd door een inrichting, die een gemodificeerde stoprheostaat als rheochord invoert.

Als meetinstrument bevindt zich een boussole volgens HERMANN in de diagonaal.

Op deze wijze kan GÄRTNER snel (in 30 seconden) den weerstand bepalen, dien het lichaam biedt aan een stroom, door de drie Siemensche cellen geleverd (de maatketen).

Hij droeg daarbij zorg voor onpolariseerbare elektroden, d. w. z. hij verving de koperen platen der gewoonlijk gebruikte door platen van geamalgameerd zink, die hij met caoutchoukbanden op het lichaam bevestigde.

Op deze wijze werkend vond GÄRTNER nu wel de ervaringen van MUNK en ERB bevestigd, maar zijn resultaten weken toch zeer af van die zijner voorgangers.

Hij vond dezen weerstand, dien hij aanvangsweerstand

noemde, zoo enorm groot, dat b.v. getallen van 260000 S. E. geene zeldzaamheid waren.

Als hij nu echter door eene eenvoudige inrichting, b.v. met behulp van de Pohl'sche wip een stroom van 15 elementen, gedurende korten tijd, door het lichaam zond, en dan den weerstand met zijn maatketen weder bepaalde, dan vond hij in dien korten tijd den weerstand tot 9800 S. E. verminderd, en dat binnen den tijd van vier minuten.

Zoodra hij een sterker elektromotorische kracht gebruikt bijv. 5 elementen SIEMENS, vindt hij reeds den aanvangsweerstand kleiner b.v. 52000 S. E. en bij doorgaanden gelijkblijvenden stroom in 15 minuten op 9100 S. E. dalen.

Aangezien de duur van aflezing bij GÄRTNER nog immer 30 seconden bedroeg, is deze aanvangsweerstand eerst de weerstand, welke na 30 seconden nog bestaat, en zou dus nog te laag zijn, als er geen andere redenen waren, die met de wijze van experimenteeren van GÄRTNER samenhangen, waardoor die waarden toch weer te hoog kunnen uitvallen.

Merkwaardig zijn verder GÄRTNER's experimenten aan lijken.

Hij bewijst, dat hier hetzelfde geldt en dat de doorvoering van een stroom van 20 Stöhrer elementen door de hand gedurende 1 minuut den weerstand van 66300 op 9000 S. E. kan doen dalen.

Hij verwijdt daarna de epidermis door kookend water.

De weerstand thans bepaald, bedraagt voor die hand, slechts 1920 S. E. en verandert door het doorvoeren van een stroom slechts zeer weinig.

De afgelichtte epidermis wordt dan geïsoleerd, op zijn

geleidingsweerstand onderzocht en deze vermindert, als een stroom van 21 Stöhrer elementen gedurende 1 minuut haar doorstroomt van 123000 S. E. tot 52500 S. E.

GÄRTNER is dus gerechtvaardigd tot het uitspreken der volgende conclusies:

De weerstand, dien de menschelijke huid aan den indringenden stroom biedt, is in den aanvang buitengewoon groot en vermindert snel tot zelfs $\frac{1}{30}$ van zijn oorspronkelijke waarde.

De grootte van de weerstandsvermindering hangt af van het elektros copisch vermogen en den sluitingsduur van den stroom.

In de epidermis is de oorzaak van de weerstandsvermindering te zoeken.

De lijkenproeven van GÄRTNER leeren voorts, dat er geen twijfel mag bestaan of de oorzaak der weerstandsvermindering moet voor een deel in physische oorzaken gezocht worden, want de epidermis is ongetwijfeld de plaats, waar de meeste weerstand aan den stroom geboden wordt en deze bevat geen bloedvaten.

Hij sluit zich bij MUNK aan en ziet dan ook in de kataphorische werkingen de grootste beteekenis voor het verklaren van de weerstandsvermindering.

Het spreekt wel van zelf, dat de nu volgende onderzoeken op het voetspoor van GÄRTNER voortgingen.

Zoo brengt reeds het jaar 1884 een onderzoek van JOLLY, waarbij de Gärtnersche experimenten worden gecontroleerd.

JOLLY gebruikte als indicator in den Wheatstone'schen brug een grooten horizontaal galvanometer van EDELMANN.

Met Gärtnersche elektroden van 12,5 □ cM. oppervlakte op symmetrische plaatsen van het lichaam ge-

plaatst, bepaalt hij den weerstand van het lichaam, door een stroom, die door één SIEMEN's element wordt geleverd.

Hij werkt met eene analoge ongelijkmatige verdeling der weerstanden, waarvan er een invariabel in de bruggetakken is gebracht evenals GÄRTNER dit deed.

Evenals GÄRTNER vindt ook JOLLY zijn aanvangsweerstand bijzonder groot.

Hij voert evenzeer het stringente bewijs, dat de weerstandsvermindering van de sterkte van den stroom afhangt, maar ook dat die weerstandsvermindering op verschillende plaatsen van het lichaam zeer verschillend veranderd wordt, zelfs als de stroom door dezelfde batterij geleverd wordt.

Merkwaardig genoeg vond JOLLY, dat op den voetzool en de handpalm een betrekkelijk zeer geringe weerstand wordt gevonden.

Hoewel dit feit in tegenspraak scheen met de elektrodiagnostische resultaten der klinici, die wel wisten, dat de uitslag van den galvanometer bij denzelfden stroom op de handpalm doorgaans geringer uitviel, dan b.v. op den voorarm, was toch die tegenspraak slechts eene schijnbare.

Dezelfde stroom had n.l. veel langer tijd noodig om den weerstand in de handpalm op het minimum te brengen, dan dit op den voorarm het geval was.

De galvanometeruitslag, zooals die voor diagnostische doeleinden bij bepaling van de prikkelbaarheid van zenuwen gebruikt werd, is dus eigenlijk slechts het beeld van die prikkelbaarheid bij een weerstand, die door den stroom zelf op de meest ongelijkmatige wijze veranderd is geworden. Zodoende heeft dus die, à priori

niet bekende veranderlijke weerstand, een invloed, die zulke bepalingen zeer twijfelachtig maakt.

De resultaten door GÄRTNER en JOLLY verkregen, waren dus wel wezenlijk geschikt, om te doen vragen of nu wel eenige waarde kon worden toegezegd aan de elektrodiagnostische onderzoeken op die wijze verricht.

Een weerstand, die eenvoudig door het doorgaan van een stroom tot op $\frac{1}{30}$ van zijn oorspronkelijke waarde kon verminderd worden, was een bedenkelijke factor.

Zelfs had GÄRTNER gezegd, dat hij slechts één factor kende, die den stroom nabij kwam in zijn vermogen om den weerstand te doen verminderen en dat was rotting van de epidermis.

Hadden daarom die onderzoeken, die toch de klinici als juist aannamen, dan geen beteekenis?

Het was toch niet te ontkennen, dat een goede galvanometer met behoorlijke damping vrij constante waarden gaf.

Er moest dus een kloof gedempt worden, die tusschen de theoretische redeneering, welke op de proeven van GÄRTNER en JOLLY steunde, en de praktische ervaring der klinici gaapte, want de klinisten, die met den ampèrometer werkten, wisten, dat gelijk blijvende intensiteiten bij eenzelfde persoon voor den minimalen prikkel van een zelfden zenuw gevonden konden worden, al mocht ook een theoretisch betoog een dalen van den weerstand gedurende den tijd van onderzoek eischen.

Daarom greep STINTZING in vereeniging met GRÄBER weder dit onderzoek aan.

Ook zij bedienen zich van de brugmethode, nadat zij vergelijking volgens de substitutie-methode gemaakt hebben.

STINTZING en GRÄBER hebben in den brug tegenover

den gezochten weerstand 1 Ohm, in de over elkander staande andere zijden 100 Ohm en den variabelen weerstand van een stoprheostaat, die tot 2110 Ohm kan worden opgevoerd.

Zij kunnen door het wisselen der stoppen dus 211000 Ohm weerstand bepalen.

Bij sterker stroomen moesten zij anders rangschikken, daar de stroom een al te geringen weerstand in den tak ($1 + 100$) vond.

In dienzelfden tak brengen zij dan op analoge plaatsen $1000 + 100000$ Ohm.

De variabele weerstand wordt dan in den stoprheostaat tot 3120 Ohm verhoogd.

Zij zouden dan afwijken van de rangschikking, die GÜRTNER en JOLLY gaven. Deze onderzoekers meten den weerstand, gelijk ik beschreef, met een zwakken stroom, nadat de inwerkende stroom is doorgegaan.

STINTZING en GRÄBER meten terwijl de stroom door gaat met een galvanometer van ROSENTHAL, met verrekijker-aflezing.

Bovendien echter. en dit is een eenigermate beteekend variant, bepalen zij tegelijkertijd de intensiteit van den stroomlis, die onder die conditiën het menschelijk lichaam treft.

Is nu die stroomlis zwak, b. v. beneden 0,5 mM., dan daalde niettemin de zeer hoge weerstand aanvankelijk vrij snel en daar er steeds tijd, al is het slechts enkele seconden. verloren gaat voor de verplaatsing der stoppen is de aanvangsweerstand niet te bepalen.

Deze daling heeft daarop veel langzamer plaats en bij nagenoeg gelijkblijvende intensiteit in dien stroomlis, nadert zij tot eene zekere constante waarde.

De zeer belangrijk gedaalde weerstand heeft bij de zwakke spanningen van den stroom, die door het lichaam gaat, geen noemenswaardige versterking der stroomintensiteit ten gevolge en de ampèrometer wijst die zelfs niet aan.

Zoo bijv. vindt hij:

4 u. 23' 146000 W. J. in de lis 0,05 mM.

4 u. 27' 100000 W. J. in de lis 0,06 mM.

4 u. 30' 91000 W. J. in de lis 0,065 mM.

En wanneer de eerste snelle en belangrijke daling voorbij is, is het alsof de daling een limiet begint te bereiken; haar invloed is op de intensiteit geheel niet meer merkbaar.

Zoo blijft b. v. van 4 u. 50 min. — 5 u. 34 m. de stroomsterkte 0,23 mM., niettegenstaande de weerstand van 40600 — 42800 Ohms wisselt.

Onderbrekingen doen de daling nog langzamer plaats vinden.

Zoo onderscheidt STINTZING een relatief constante van den weerstand, bij een zekere stroomsterkte, die het lichaam heeft getroffen.

Wanneer men echter stroomen van grooter elektromotorische kracht door het lichaam laat gaan, is de oorspronkelijk bepaalde weerstand, de aanvangsweerstand, te kleiner, naarmate deze grooter is.

Daarmede stijgt dan snel de stroomsterkte in de lis, die bij zijne tweede opstelling het lichaam trof.

In eenige minuten kon deze tot 15 mA. b. v. stijgen, dan had men ook in eenige minuten een minimalen weerstand bereikt.

Maakte men nu het stroomverval anders, dan bleek

er volstrekt geen invloed meer te bestaan van den stroom op den weerstand.

Dit minimum is blijvend, zelfs tot 30 minuten.

Door zulk een sterken stroom wordt er een minimaal, en absoluut constante weerstand bereikt.

Door constante stroomen van genoegzame sterkte wordt derhalve de epidermis zoodanig veranderd, dat zij bijna evengoed gaat geleiden als de overige weefsels.

Inductiestroomen hebben zulk een grooten invloed eerst bij zeer groote Intensiteit.

Proeven op lijken leerden hem, dat de daling niet zoo regelmatig gaat, en STINTZING blijft wel geneigd om naast de kataphorische werking, ook voor een deel den invloed van physiologische werking en dan bepaaldelijk vaatveranderingen te erkennen.

Hoe groot dus ook de schommelingen mogen zijn van den weerstand onder den invloed, welke de stroom daarop uitoefent, praktisch behoeft het geen invloed uit te oefenen. Men heeft het toch in zijn macht om vooraf den absoluut-constanten minimalen weerstand te bepalen door een sterke stroom eenige minuten te laten doorgaan, en zelfs, als men dit niet doet, is bij elke stroomsterkte een relatief constante weerstand spoedig bereikt, zoodat de galvanometer-uitslag, die afgelezen werd, toch iets meer beduidt, dan JOLLY wilde.

Dit getal toch is dan practisch niet meer een telkens ongelijke grootheid, maar een die zeer degelijk constant blijft, daar in dit geval vrij groote wisselingen om de relatieve constante ongemerkt aan de waarneming met de niet geheel nauwkeurige instrumenten voorbijgaan.

Onafhankelijk van STINTZING bevestigde MARTIUS zijn

resultaten, terwijl hij bovendien den invloed der polen naging.

Eene relatief groote anode, en eene relatief kleine kathode, zijn het gunstigst voor de snelle weerstands-vermindering.

Een uitvoerig onderzoek verrichtte voorts TISCHKOW. Hij beschrijft een door zijn vader P. TISCHKOW uitgevonden toestel, dat het mogelijk maakt, zonder groot tijdverlies Ampères, Volts en Ohms van galvanische batterijen te bepalen en bedient zich ter controle van den brug van WHEATSTONE.

Hij vindt dat de Epidermis den grootsten weerstand biedt en vindt schommelingen afhankelijk van den vochtigheidstoestand der huid, de kracht, waarmede de elektroden worden aangedrukt, den duur van het doorgaan van den stroom, de intensiteit van de elektromotorische kracht, de temperatuur en de plaats waar de elektroden worden opgezet.

Verder meet hij den weerstand bij personen van verschillende leeftijd en geslacht, op verschillende plaatsen van het lichaam en maakt hiervan tabellen.

Hieruit blijkt dat de weerstand bij kinderen kleiner is dan bij volwassenen en het grootst bij oude mannelijke personen, terwijl tusschen rechter en linker lichaamshelft geen waarneembaar verschil bestaat.

De grootste weerstand wordt gevonden aan de dorsaal-vlakte der extremiteiten, de kleinste aan de volair-vlakte der handen, de voetzolen, het gezicht en de inguinaalstreek.

Uit de tot nu toe bij gezonde personen bepaalde weerstands-veranderingen in de opperhuid, begon dus overeenstemming te heerschen.

Het staat na de onderzoekingen van GÄRTNER vast, dat de weerstand, die het lichaam aan den stroom biedt,

aanvankelijk zeer groot is. Door STINTZING's-proeven wordt bewezen, dat men voor elke stroomsterkte een relatief weerstandsminimum heeft te onderscheiden, dat betrekkelijk snel wordt bereikt, terwijl door sterke stroommen, binnen eenigen tijd, een vrij lang blijvend absoluut minimum wordt verkregen, beneden welk de weerstand niet meer daalt.

Praktisch is dit laatste feit van gewicht, omdat inderdaad bij de gevonden galvanometeruitslagen, die minimale samentrekkingen gaven, de vermelding geëischt moet worden, dat men tijdens een relatief minimum zijn waarnemingen heeft verricht, of wel dat men vooraf door het eenigen tijd doorvoeren van een sterker stroom de waarnemingen bij het absoluut weerstands-minimum verricht heeft, tenzij men den ampèrometer gebruikte.

Ook omtrent de plaats, waar de grootste weerstand werd geboden, was eenheid. In de Epidermis.

De reden der daling van den weerstand, als gevolg van den stroom, was terug gebracht tot physische oorzaken en wel in hoofzaak tot kataphorische (vindt derhalve in hoofdzaak aan de anode plaats), slechts voor een klein deel namen verschillende onderzoekers nog physiologische oorzaken aan en na GÄRTNER's onderzoekingen op lijken is die vooronderstelde invloed van vaatverwijding en zweetsecretie wel op een minimum te reduceeren.

Het lag nu wel voor de hand om te vragen in hoeverre de kliniek voordeel getrokken had uit deze onderzoekingen.

Reeds in 1878 was er door Dr. ROMAIN VIGOUROUX op gewezen, dat er bij hysterie, op de ongevoelige zijde een veel grooter elektrischen weerstand moest worden ondersteld, dan op de zijde, die wel goed voelde.

Eerst veel later kwamen deze en andere onderzoeken van VIGOUROUX tot meer algemeene bekendheid, toen CHARCOT in zijne voorlezingen over zenuwziekten de aandacht vestigde op het feit, dat bij MORBUS BASEDOWII de weerstand voor den constanten stroom belangrijk was verminderd.

VIGOUROUX zelf berekende den weerstand bij MORBUS BASEDOWII op 800—1200 Ohms en meende in dit feit een klinisch kenmerk voor MORBUS BASEDOWII te zien.

Er kan geen twijfel aan bestaan, of deze cijfers moesten wel treffen, omdat zij zoo laag waren en het kan wel niet anders of een onderzoek moest volgen om die feiten op nieuw na te gaan.

MARTIUS, wiens arbeid wij voor gezonde menschen reeds vermeldde, en die evenals toen met de substitutie methode werkte, onderzocht eenige lijders en vond dat inderdaad het absolute minimum bij MORBUS BASEDOWII tusschen 900 en 1200 Ohms lag, maar bij andere personen had hij dit eveneens gevonden bijv.: bij TABES 990, bij een reconvalescent van roodvonk 990 enz.

Toch was er echter een verschil. Terwijl bij controleproeven, de relatieve weerstands-minima voor 10 elementen tusschen 20000 en 6000 gelegen waren, vindt hij bij de lijders aan MORBUS BASEDOWII voor ditzelfde aantal elementen 2600—1600 Ohms.

Door die onderzoekeningen werd de weerstands-vermindering bij MORBUS BASEDOWII dus wel degelijk bestreden.

EULENBURG volgde MARTIUS en vond evenzoo den relatieven weerstand (met substitutie-methode $i = 4$ mA. constantie van W van minstens 2 minuten) van 1700—5000 Ohms meestal binnen drie minuten bereikt.

Met andere woorden wilde dit dus zeggen, dat bij

MORBUS BASEDOWII de weerstand en met name de aanvangs-weerstand wel dezelfde kon wezen; de absoluut minimale weerstand dezelfde was, maar de weerstandsvermindering ten gevolge van den doorgaanden stroom zelf veel sneller plaats vond, dan bij veel andere personen.

Daarmede hing het snel, soms momentaan tot stand komen van het relatief minimum te samen; dit minimum werd reeds door relatief geringe stroomsterkten opgewekt. Het was dus te verklaren, hoe het kwam, dat de daling van den weerstand zoo snel tot stand kwam en het feit. zooals VIGOUROUX het had medegedeeld was niet geheel juist; het gold alleen voor den relatieven weerstand, terwijl bij normale personen hetzelfde kon plaats vinden.

De verklaring van dit zoo gemodificeerde feit zochten MARTIUS en EULENBURG in physiologische oorzaken. De bloedsrijkdom in de hyperhydrose van de huid, die bij MORBUS BASEDOWII voorkwam, zou de oorzaak zijn van den korten tijd, welke een relatief zwakke stroom noodig had om een betrekkelijk laag relatief minimum van weerstand in de huid te doen ontstaan, en dergelijke redenen bestonden bij talrijke andere personen. Bij personen met dunne epidermis, met veel bloedvaten, met wijde uitloozingsbuizen der zweetklieren zou ditzelfde en op dezelfde wijze bereikt worden als bij MORBUS BASEDOWII.

Intusschen stond het feit van VIGOUROUX in die gewijzigde beteekenis wel vast en werd ook door WOLFENDEN aan de hand van 20 nieuwe gevallen bevestigd en zelfs werd in een geval bij een elektroscopisch verschil van 13 Volts de weerstand gevonden van 350 Ohms, hetgeen overigens ook bij CHOREA het geval was.

Hierbij is zelfs de absolute weerstand gemeend.

Daar echter in verreweg het meerendeel der gevallen

ook de absolute weerstand tusschen 900—1500 Ohms wisselde, is ook hier niet meer, dan het bewijs geleverd, dat onder sommige omstandigheden de absolute weerstand laag kan zijn.

Die omstandigheden zouden volgens WOLFFENDEN meestal wijde bloedvaten zijn.

Ten slotte gaf ook VIGOUROUX dit laatste toe, zoodat de physiologische oorzaken voor het dalen van den weerstand in hun recht hersteld schenen en men volgens den laatsten schrijver geen beter middel bezat om den vasomotorischen toestand der huid te beoordeelen.

Het onderzoek van SILVA en PESCAROLO vatte in dien strijd nogmaals het geheele vraagstuk naar den weerstand op.

Zij gingen uit van de stelling, dat de verschillende onderzoekers met uitzondering van GÄRTNER allen hadden gewerkt volgens methoden, wier juistheid aan te tasten was.

En wel in de eerste plaats opperden zij bedenking tegen den grooten galvanometer van EDELMANN, die te ongevoelig was en vervingen dien door een galvanometer van DEPREZ D'ARSONVAL, die volkomen aperiodiciteit vereenigt met onmiddellijke aanwijzing der afwijking.

Dit »Appareil à circuit mobile" slaat nog eenige cM. uit, waar die van EDELMANN volstrekt buiten beweging blijft.

In de bruggetakken hebben zij het lichaam en een reeks rheostaten, benevens een rheochord, zoodanig in den brug geplaatst, dat de overstaande zijden gevormd worden: 1°. door lichaam en het eene gedeelte van den rheochord (een platinadraad van 134 cM. lang) en 2°. door rheostaten en de andere afdeeling van den rheochord.

De snelheid, waarmede men rheostaatweerstand kon inlasschen, of den schuiver op den rheochord verplaatsen kon, maakte het mogelijk in enkele seconden aflezingen te doen.

Daardoor zoude het volgens SILVA en PESCAROLO voor 't eerst gelukt zijn, om den aanvangsweerstand te meten; hetgeen zelfs GÄRTNER niet gelukt was, daar hij circa 30" noodig had om te meten. Desniettemin zijn de bezwaren van SILVA en PESCAROLO tegenover de andere waarnemers overdreven.

Bij allen is het feit vastgesteld, dat hoe sterker de stroom is, des te sneller de weerstand afneemt.

Het is nu geheel onbegrijpelijk, waarom zij als aanvangsweerstand slechts 30 à 40000 Ohms en dikwijls minder vinden, terwijl GÄRTNER den weerstand in den aanvang op 100—400000 Ohms bepaald heeft.

Het verwijt tegen GÄRTNER gewoonlijk ingebracht, kan niet gelden. Als hij door zijn maatketen den weerstand niet meet tijdens het doorgaan van den modificeerenden stroom, maar daarna, kan hij toch geen anderen, dan een bestaanden weerstand bepalen.

In deze onderzoeken gelden hooger cijfers eer dan lager.

En als GÄRTNER eene spiegelboussole gebruikt, blijft het te bezien, of deze boussole zich niet tot het apparaat à circuit mobile van d'Arsonval verhoudt, als deze tot den galvanometer van EDELMANN.

Maar is het absolute cijfer van den aanvangsweerstand van minder waarde, ernstiger is het, als zij de onderscheiding tusschen relativen en absoluten weerstand bestrijden.

Het komt mij voor, dat de schrijvers STINTZING-GRÄBER,

en MARTIUS niet goed begrepen hebben en in hun strijd tegen MARTIUS tegen windmolens vechten. Immers hun eigen onderzoekingen toonen aan, dat bij een stroom, die tusschen 1,45 mA. en 1,50 mA. wisselen blijft, ten slotte de W van 8159 Ohms tot 7989 Ohms daalt. (Deze was aanvankelijk 37516).

Bij zulken hoogen voor een stroom van 1,50 mA. intensiteit aanwezigen relatief minimalen weerstand, was het slechts noodig geweest, om b.v. een stroom van 10 mA. gedurende 10 minuten te hebben laten doorgaan, om bij herhaalde meting met een stroom van 1,50 mA. een veel lager, ditmaal absoluut minimum van weerstand te vinden.

Ofschoon dus het onderzoek van deze Italiaansche geleerden, naar mijne meening, voor aanvangsweerstand en de onderscheiding tusschen relatief en absoluut minimale weerstand niet »einschlägig" is, is hun verder onderzoek van belang.

Een herhaling van de weerstandsbepaling bij allerlei ziekten, doet hen tot het resultaat komen, dat de weerstand afhangt van de dikte van de epidermis, dat alle ziekten, die lijden tot een snel afschubben, tot dunner worden van die epidermis, de weerstanden doen dalen en dat op die wijze de ziekte van BASEDOW, met vele andere ziekten, waarbij, of hyperaemie van de huid met afschubbing, of eene dunne epidermis bestaat, een lagen weerstand gemeen heeft.

Eindig ik thans het overzicht van wat de litteratuur ons omtrent den weerstand in de menschelijke huid voor den constanten stroom leert, dan zijn het de volgende reeultaten:

1°. De epidermis biedt aan den stroom een ontzagge-

lijk grooten weerstand (GÄRTNER, JOLLY), welke tengevolge van kataphorische werkingen (MUNK, GÄRTNER) aan de anode (MUNK, MARTIUS) spoedig belangrijk daalt.

2°. Na relatief korten tijd, daalt die weerstand tot een betrekkelijk constante waarde (relatief minimum), welke voor ieder persoon, afhangt van de betrekkelijke intensiteit van den stroom. (STINTZING-GRÄBER, MARTIUS). Zwakker stroomen onmiddellijk na het bereiken van dit relatief minimum doorgevoerd, hebben weder weerstandsvermeerdering tengevolge.

3°. Stroomen van hooge spanning doen den aanvangsweerstand snel tot een absoluut minimum dalen, dat een tijd lang blijft en gedurende dien tijd noch door een zwakken, noch door een sterken stroom geïnflueneerd wordt.

4°. In hoofdzaak hangt de daling van den weerstand af van de elektromotorische kracht van den inwerkenden stroom, van de grootte der elektroden, vooral van de anode, van de dikte van de epidermis, van den daar geboren polarisatiestroom, wellicht ook van verwijding van bloedvaten, van vermeerdering der zweetsecretie, en van afschubbing der epidermis onder elektrolytischen invloed.

-
- POUILLET Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Académie des sciences. 1837, pag. 791.
 ZECH Die Physik in der Elektrotherapie. 1875, S. 21.
 LENZ Ueber den Leitungswiderstand des menschlichen Körpers gegen Galvanische Ströme. POGGENDORF'S Annalen. 1842, S. 429.

- R. REMAK Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. 1858.
- F. KOHLRAUSCH POGGENDORF'S Annalen. 1848, S. 125.
- RUNGE Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. VII, 1870, S. 356.
- MUNK. Ueber die Galvanische einföhrung differenter Flüssigkeiten in den Unversehrten lebenden Organismus. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1873.
- ERB Zur Lehre von der Tetanie. Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. IV. Band 1874.
- E. REMAK Modificirende Wirkungen galvanischer Ströme auf die erregbarkeit motorischer Nerven. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XVIII, 1876, S. 264.
- TSCHIRIEW and DE WATTEVILLE . On the electrical excitation of the skin. BRAIN, 1879.
- GÄRTNER. Untersuchungen über das elektrische Leitungsvermögen der menschlichen Haut. Medicinische Jahrbücher, 1882, Heft IV, S. 519.
- JOLLY Untersuchungen über den elektrischen Leitungswiderstand des Körpers. Festschrift, Strassburg 1884.
- STINTZING und GRÄBER . Der Elektrophysiologische Leitungswiderstand des menschlichen Körpers und seine Bedeutung für die Elektrodiagnostik. Deutsches Archiv für klinische Medicin, Band 40, 1887, S. 129.
- MARTIUS Gesetze der Widerstandsveränderungen der menschlichen Haut durch den constanten Strom. Neurologisches Centralblatt, 1886, No. 12.
- TISCHKOW. Ueber den elektrischen Leitungswiderstand des menschlichen Körpers. Dissertatie, St. Petersburg, 1886, Referat im Neurologischen Centralblatt No. 15 (1 Augustus).
- VIGOUROUX Progrès médical 1886 en later Progrès médical 1888, Nos. 3 en 5. Sur la résistance électrique comme signe clinique etc.
- CHARCOT Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems, ins besondere die Hysterie. Vert. von FREUD. Wien, 1887.
- MARTIUS Archiv für Psychiatrie, S. 601. Experimentelle Untersuchungen über Elektrodiagnostik.
- EULENBURG Ueber das Verhalten des galvanischen Leitungswiderstandes bei Basedow'scher Krankheit. Centralblatt von Dr. ALBRECHT ERLLENMEYER.

- WOLFFENDEN . . . A new point in the diagnosis of GRAVE'S disease.
The practitioner 1887, No. 234, S. 8.
- Dr. B. SILVA en Dr. B. PESCAROLO . Beobachtungen über den elektrischen Leitungswiderstand. Deutsches Archiv für klinische Medicin, Band 47, S. 335.
- D'ARSONVAL . . . Appareils pour recherches d'électrophysiologie. Archiv de physiologie normale et pathologique, 1889, p. 429.
-

HOOFDSTUK II.

EIGEN ONDERZOEK.

a. Methoden.

Bij de beschrijving mijner methoden van onderzoek, heb ik vooreerst mede te deelen, dat ik afhankelijk was van de instrumenten, die mij in het Militair-Hospitaal te Utrecht ten dienste stonden.

Ik beschikte over eene constante batterij van 30 Stöhrer elementen, welker intensiteit ik kon regelen door een schroefrheostaat van ENGELMANN en meten door de Stromwage van KOHLRAUSCH.

Ter controle bezat ik voorts een vrij gevoeligen galvanometer, die echter niet fraai gedempt was.

Een magneetnaald, waaronder een klosje, waarin de stroom liep, en een koperen plaatje tot meerdere demping, ziedaar dit eenvoudig en toch vrij bruikbaar instrument.

Dit instrument wees:

bij 1 mA. 20° uitslag,

bij 2 mA. 38° uitslag,

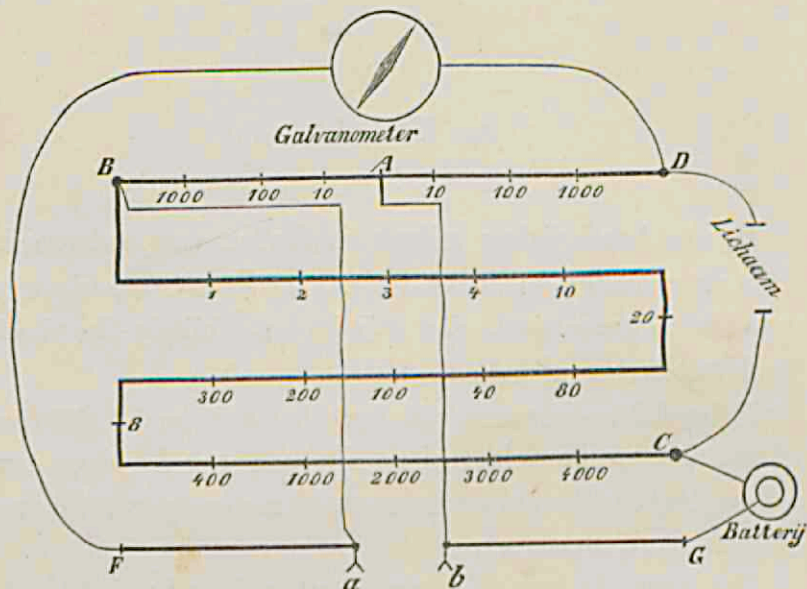
bij 3 mA. 48° uitslag.

bij 4 mA. 55° uitslag aan.

Wenschte ik met de substitutie methode te werken, dan werd de lichaamsweerstand door een metalen weerstand vervangen, terwijl de Stromwage en de beschreven matig gevoelige galvanometer in den keten bleven.

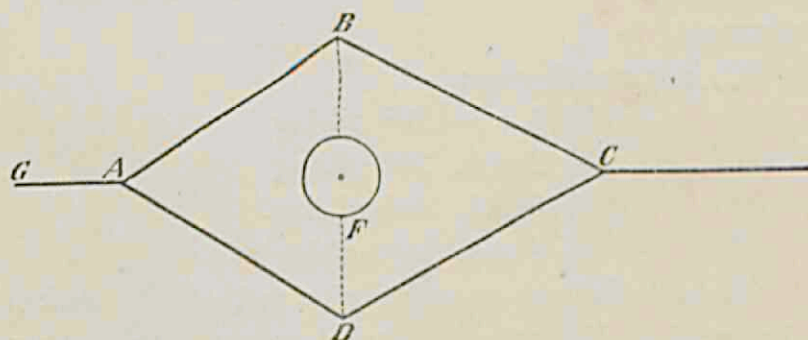
Wanneer ik daarentegen met de brugmethode wenschte te werken, beschikte ik over eenige fijnere instrumenten.

In de eerste plaats een weerstandsbank gelijk de bijgaande schets die aangeeft.



Gezamenlijk vertegenwoordigde deze als rheostaat een weerstand van 11110 Ohms.

Die rheostaat kon als brug van WHEATSTONE gebruikt worden.



Als men de letters dezer brug vergelijkt met die in de rheostaat aangegeven, dan ziet men als de beide

sleutels a en b neergedrukt zijn, dat de rheostaat een brug vertegenwoordigt, in welker takken ABC als rheostaatweerstand en ADC als rheostaat $+$ lichaam fungeeren.

In die brug zal de galvanometer of de stroomverklikker, welke in de diagonaal BD is geplaatst, geen stroom aanwijzen, als de weerstanden

$$AB \times DC = AD \times BC.$$

* Als galvanometer kon ik in de eerste plaats gebruiken een spiegelboussole, die zeer gevoelig was, maar die tevens zoo lang slingerde, dat ik het onmogelijk achtte in korten tijd aflezingen te doen.

Van aanvangsweerstand te bepalen, kon zelfs bij den geringen stroom, waarmede ik den brug voedde en waarop ik terugkom, geen sprake zijn.

Ik vervaardigde mij derhalve een eenvoudig instrumentje, dat mij in staat stelde, om den stroom in de diagonaal met een telephoon aan te toonen.

De geleiding BD werd bewerkstelligd door een metalen staafje, aan welks uiteinde een koperen dwarsstaafje (b) was verbonden. Dit staafje raakte juist een kwikmassa aan, welke weder in geleidend verband met den draad was, zoodat als b de kwikmassa raakte,



de stroom gesloten was.

Bracht ik dit staafje in trilling, dan opende en sloot het afwisselend den stroom. Was er dan een geleidend verband met den telephoon, dan werd, als er een stroom door BD ging, deze door 't geluid van den telephoon verklikt.

Ook deze bepaling duurde lang en het was mij reeds

daarom niet mogelijk, om er den aanvangsweerstand mee te bepalen.

Aangezien het mij echter hierom ook minder te doen was en ik een ander klinisch onderzoek te verrichten had, was ik ook vrij in de rangschikking van de rheostatenweerstand in de brug.

Ik bracht in beide takken AB en AD 1000 Ohms, en daar ik in den tak BC tot 11000 Ohms gaan kon, mocht ik aannemen, dat de door mij gezochte relatief minimale weerstand daar wel beneden zou blijven. Ik kon dus den gezochten weerstand direct gelijk stellen aan den in tak BC geplaatsten rheostatenweerstand.

De voeding van de brug geschiedde als regel door een of twee elementen van DANIELL; ik ontnam mij daardoor ook het voordeel van direkt meten, terwijl een sterker stroom door 't lichaam ging; ik won daarmee echter ook een voordeel.

Ik heb met een zoo zwakken stroom gemeten (1,2 Volt, tegenover 20000 Ohms), dat ik op grond van voorafgaande onderzoekingen mocht aannemen, dat de lichaamsweerstand niet gemodificeerd werd. Op deze wijze was ik dus in staat om zoowel met de substitutiemethode, als met de brugmethode weerstanden te meten.

Ik kon geen aanvangsweerstand bepalen, wel kon ik mij de vraag stellen, of de relatief minimale weerstanden bij verschillende personen en onder verschillende omstandigheden verschillen opleverden.

b. Weerstandsbepaling bij normale personen.

Nadat ik mij voor oefening bezig had gehouden met

de bepaling van weerstanden in metalen klossen, en snel genoeg had leeren werken om mijn waarnemingen te vertrouwen bij bekende weerstanden, beproefde ik om bij normale menschen zoowel met de substitutie- als met de brugmethode, (waarbij de telephoon als stroom-verklikker dienst deed), weerstanden te bepalen.

Deed ik gedurende eenigen tijd een stroom van bepaalde sterkte door het lichaam gaan, en bepaalde dan den weerstand, dan gelukte het wel om zoowel door substitutie- als door brugmethode ten naastenbij gelijke resultaten te verkrijgen.

Voorbeeld I.

De anode (10 cM. lang bij 5 cM. breed) wordt op het sternum, de kathode op den voorarm geplaatst.

De stroom wordt gedurende 5 minuten constant (door rheostaat) op 2 mA. gehouden en met behulp der substitutiemethode de weerstand bepaald.

Hij blijkt te zijn: Rechts 7100 Ohm, Links 7300 Ohm.

Vervolgens wordt de stroom weder doorgeleid en na eenige minuten nu met de brugmethode de weerstand bepaald.

Om te meten wordt een stroom gebruikt van twee DANIELL elementen en gevonden wordt:

rechts $W = 6800$ Ohms,

links $W = 7100$ Ohms.

Hoewel deze resultaten oogenschijnlijk overeenstemmen, en in verband met hetgeen volgt, ook wel overeenstemmen kunnen, zijn zij toch eigenlijk niet vergelijkbaar.

Wanneer bij een stroom van 2 mA. een relatief constant minimum bereikt wordt, dan is het mogelijk om met behulp der substitutiemethode dit minimum te bepalen.

Bij de bepaling met de brugmethode wordt daarentegen een stroom met zeer geringe elektromotorische kracht als meetstroom gebruikt.

Bestond er een relatief minimum voor den hoofdstroom, dan kon dit, als gevolg van de meting met zulk een zwakken stroom gestegen zijn.

De telefoon komt tot rust en als een relatief minimum bestaat, meet men dit onder bijzondere omstandigheden bij doorgang van den maastroom.

De getallen, die gevonden zijn, bewijzen daarom niet heel veel; want de mogelijkheid bestaat en zelfs is het waarschijnlijk, dat, als gevolg van langduriger inwerken van den sterkeren stroom, de weerstand nog meer was gedaald, toen de bepaling met de brugmethode is geschied.

Door het meten was hij weer gestegen, zoodat de eindwaarden ten naastenbij overeen uit kwamen.

Reeds zulk een eenvoudig experiment deed mij gevoelen, hoe bezwaarlijk vergelijking der twee methoden zou wezen, en ik vond het dus geraden vooraf met behulp van een der twee methoden bepalingen te verrichten.

Daar ik er niet aan kon denken met de substitutiemethode beginweerstanden te bepalen, die dan ook praktisch van niet veel belang zijn, beproefde ik dus eerst, of ik, en daartoe had het onderzoek van SILVA en PESCAROLO mij aanleiding gegeven, wel van een relatief minimum mocht spreken.

Bij J. W. K. gezond persoon, wordt op het sternum een elektrode geplaatst van 10 cM. bij 5 cM. en op de buigvlakte van den voorarm een elektrode van 10 □ cM.

Nadat de elektroden zijn geplaatst, wordt de stroom van de constante batterij met den rheostaat van ENGELMANN van 0 op 2 mA. (38° op den galvanometer) gebracht.

De stroom stijgt snel door de vermindering van den weerstand.

De elektroden zijn krachtig aangedrukt.

Eerste meting	10 u. 42' 41°	W = 4000.
	10 u. 43' 41°	4000.
	10 u. 44' 42°	3400.
	10 u. 45' 42°	3400.
	10 u. 46' 42,5°	3300.
	10 u. 47' 43°	3200.
	10 u. 48' 43°	3200.
	10 u. 49' 43°	3200.
	10 u. 50' 43°	3200.

Hoewel de elektroden aangedrukt blijven, wordt de anode minder krachtig aangedrukt.

	10 u. 50' 42°	W = 3400.
	10 u. 52' 42,5°	3300.
	10 u. 53' 42°	3400.
	10 u. 54' 42°	3400.
	10 u. 56' 43°	3200.
	10 u. 57' 43,5°	3150.

Van nu af blijft W = 3150, dewijl de uitslag niet anders wordt dan $43,5^{\circ}$ tot 11 u. 15' toe.

Er wordt dus, nadat een stroom doorgaat, ten slotte een constante weerstand bereikt.

Toch is deze weerstand nog niet de absoluut minimale.

3.

J. W. K. als voren.

10 u. 17'	40°	W = 4500 Ohm.
10 u. 18'	40°	4500.
10 u. 19'	40°	4500.
10 u. 20'	41°	4000.
10 u. 21'	41,5°	3700.
10 u. 22'	42°	3400.
10 u. 23'	42,5°	3300.
10 u. 24'	42,5°	3300.
10 u. 25'	43°	3200.
10 u. 26'	43°	3200.
10 u. 27'	43,5°	3150.
10 u. 28'	44°	3100.
10 u. 29'	43°	3200.
10 u. 30'	43°	3200.
10 u. 31'	43,5°	3150.
10 u. 32'	43,5°	3150.
10 u. 33'	43,5°	3150.
10 u. 34'	43,5°	3150.
10 u. 35'	44°	3100.
10 u. 36'	44°	3100.
10 u. 37'	44,5°	3050.

Zoo blijft het tot 55' en is bij een uitslag, die constant 44,5° blijft, de weerstand 3050, is dus circa 15 minuten constant gebleven.

Terwijl nu een wending wordt verricht, is:

$$10 \text{ u. } 56' \quad 47^{\circ} \quad W = 2050 \text{ Ohms.}$$

De weerstand kan dus ondanks die schijnbare constantie, door een wending alleen nog een derde dalen.

Men mag hier van een relatief constant minimum van weerstand bij een stroom, waarvan de elektromotorische kracht van het begin tot het einde dezelfde bleef spreken. Aangezien ik echter deze niet kon meten en mij moest bepalen tot het meten van de (door den weerstand veranderlijke) intensiteit, is het gemakkelijker om van een relatief minimum bij een zekere stroomintensiteit te spreken. Al deze zoo gevonden cijfers hebben dus geen absolute maar slechts een relatieve waarde.

Dit relatief constant minimum is voor iedere stroomsterkte een ander.

4.

Bij J. W. J. K., die behalve een geringe atrophie van handspieren, en gewrichtsrheumatismus geen afwijkingen aanbiedt, wordt de eene elektrode 10 cM. bij 5 cM. (anode) op het sternum en de andere 10 □ cM. op den buik bevestigd.

Met de substitutiemethode en bij constant gehouden stroom op 1 mA. vind ik:

rechts van den navel 7500 Ohm,

links van den navel 7370 Ohm.

Daarna met een stroom van 2 mA. vind ik na eenigen tijd:

rechts van den navel 4840 Ohm,

links van den navel 3940 Ohm.

Den volgenden dag vind ik op dezelfde plaatsen:

bij 1 mA. rechts 7200. links 7000,

bij 3 mA. » 4340, » 4740.

Bij de sterker stroomen worden dus de relatief constante minima kleiner dan bij zwakker stroomen.

Men mag echter het relatief constant minimum bij zwakken stroom niet bepalen, nadat men een sterker stroom door heeft laten gaan.

5.

Bij een persoon met lichte dilatatio cordis, plaatste ik de anode (10 cM. bij 5 cM.) op het sternum en de kathode van 10 □ cM. op den voorarm. Substitutiemethode:

1 mA. $W = 11000$,

2 mA. 8000,

3 mA. 6600.

Na 10 minuten vond ik op dezelfde wijze:

bij 1 mA. $W = 7600$ Ohm,

2 mA. 7300,

3 mA. 4900.

Het relatieve constante minimum daalt dus als een tijd lang een sterker stroom ingewerkt heeft. Een zwakke stroom doet evenwel een relatief constant minimum voor een sterker stroom weder stijgen al bereikt men ook niet meer de oorspronkelijke waarde.

6

Bij een normaal persoon worden de elektroden als

voren gesteld. Substitutiemethode, onmiddellijk op elkan-
der volgend :

bij 1 mA.	$W = 11000,$
2 mA.	7600,
1 mA.	7800,
3 mA.	6600,
4 mA.	3300,
1 mA.	4300.

Men heeft het dus in zijn macht om de relatieve minima te verlagen, maar men ziet door zwakker stroomen, toch steeds het weerstandsminimum weder hooger worden dan het voorafgaande bij sterker stroom bereikte.

De aard van de elektroden doet voor deze relatieve waarden niet heel veel af.

Ik heb dergelijke proeven herhaald met groote elektroden van klei, die met een katoenen zwachtel om den arm of om het been was gewonden.

Op deze kleilaag drukte ik de gewone elektrode, nadat de klei flink vochtig was; of ook plaatste ik op de klei buisjes, die ik met een oplossing van sulphas zinci vulde, terwijl door een kurk een zinkstaaf in die oplossing gedompeld was, (in navolging van de onpolariseerbare elektroden van DU BOIS REYMOND). De resultaten bleven toch dezelfde.

7.

L. J. M., 33 jaar, leed aan beri beri. Op de borst een laag vochtige klei, op het onderbeen evenzeer.

De oppervlakte van de kleilaag op de borst bedraagt 13 bij 14,5 cM.

Aan het onderbeen wordt de kleikathode op 20 □ cM. berekend. Substitutiemethode:

In deze volgorde wordt W bepaald:

bij 1 mA.	$W = 10000$ Ohms,
3 mA.	6000
4 mA.	4900
5 mA.	4500
3 mA.	4900
6 mA.	4200

Hier vindt men dus weder analoge resultaten.

8.

Bij een persoon van 20 jaren werden de gewone electroden geplaatst op borst en voorarm.

Anode is 10 cM. bij 5 cM. kathode 10 □ cM.

Grootste stroomsterkte 6 mA. $W = 4000$ Ohms.

Daarna de elektroden van klei met sulphas zinci. op voorarm en borst geplaatst zijnde, wordt

bij 3 mA. 9000 Ohms W.,

4,5 mA. 5000 Ohms W gevonden.

Een stroomsterkte van 11 mA. kan nu gemakkelijk zonder pijn verdragen worden. Hierdoor daalt de weerstand, want:

bij 11 mA. wordt $W = 1800$ Ohms gevonden.

Echter zal ik al deze proeven niet mededeelen, evenmin als die, welke ik omtrent den invloed van den inductiestroom nam.

Deze heeft bijna geen invloed op de daling van den weerstand.

Bij al die bepalingen van een relatief constant minimum, ziet men bij de inwerking van een zwakker stroom, nadat een sterker stroom doorging, de weerstand weder stijgen.

Dit geschiedt niet meer, wanneer de weerstand door de inwerking van een zeer sterken stroom of door een langdurig inwerken van een matig sterken stroom een absoluut minimum heeft bereikt.

9.

K. W., Veldartillerist, 34 jaren oud. Hij is gezond, behalve dat hij over spierstijfheid in de dijen klaagt, als hij te paard stijgt.

Geen afwijkingen in de elektrische reactie der spieren.

Anode 10 cM. bij 5 cM. kathode 10 □ cM.:

bij 4 mA.	$W = 4600$ Ohms,
5 mA.	3400
12 mA.	2200

Deze waarden verschillen rechts en links niet zeer.

Den volgenden dag:

bij 5 mA.	$W = 3000$ Ohms,
6 mA.	2700
7 mA.	2300

Na zeer lang inwerken daalt deze niet meer. Onmiddellijk daarna wordt:

bij 1 mA. $W. = 2300$ Ohms gevonden.

Het kan uit deze bepalingen, die met behulp van de substitutiemethode werden verricht, reeds van te voren

worden vermoed, dat met behulp van de brugmethode andere cijfers moeten worden gevonden.

Wanneer men bedenkt, dat een relatief constant minimum stijgt, als men een zwakker stroom laat doorgaan, en wel des te meer stijgt, naarmate die stroom zwakker is, dan ligt het voor de hand, dat bij mijn wijze van werken, de voor den weerstand met behulp van de brugmethode gevonden waarden hooger moeten zijn, dan die, welke met de subsistutiemethode werden bepaald.

De stroom, die de brug van WHEATSTONE voedde, moest zwak worden genomen. Hij werd door twee DANIELL-elementen geleverd.

Ik beschikte over galvanometers, die of weinig gevoelig waren, of zoo slingerden, dat zij als stroomverklikker niet te gebruiken waren.

Had ik met een sterken stroom en een galvanometer gewerkt, die weinig gevoelig was, dan wist ik vooraf, dat ik zeer groote fouten moest maken, en slingerde de galvanometer, dan duurde de bepaling zeer lang, hetgeen de fout alweder grooter maakte.

Zou ik echter met den telephoon werken, en dit was het eenige instrument, dat ik gebruiken kon uit mijn instrumentarium, dan moest ik op zwakke stroomen komen. Het was toch te voorzien, dat, als een sterke stroom door de brug ging, de geringste weerstandswijziging, zich door een zoo sterken stroom in den telephoon zou verraden, zoodat er van geen tot rust komen sprake zou zijn geweest.

Het was dus uit nood, dat ik den weerstand niet heb gemeten, terwijl de stroom door het lichaam ging, maar dadelijk daarna, als een stroom door 1 of 2 DANIELL-

elementen geleverd, door de brug en door het lichaam werd gevoerd.

Het was mij nu wel mogelijk om ook met dien zwakken stroom den weerstand te bepalen.

Wilde ik zulke bepalingen maken, dan moest ik mij rekenschap geven, dat ik dan nog geen aanvangsweerstand vond, maar alleen het vrij snel ontstaan relatief constant minimum voor een zeer zwakke stroomsterkte en deze bedroeg vaak niet meer dan $\frac{1}{20}$ tot $\frac{1}{6}$ mA.

Bij de bepaling of de telephoon tot rust was gekomen, ging altijd eenigen tijd verloren; voldoende om een constante waarde te verkrijgen.

Dit bewijst het experiment.

Ik heb mij afgevraagd, of die aanvangsweerstand wel zooveel beteekenis heeft, en of bij die zwakke stroomen niet zeer snel een relatief constante wordt bereikt, die bij zeer lang doorgaan wellicht nog iets kon dalen.

Een aanvangsweerstand is eigenlijk alleen door SILVA en PESCAROLO bepaald, die bij een zuil van 31 SIEMEN'S-HALSKE elementen, en zeer snelle achtereenvolgende sluitingen binnen 10" b.v. 37000 Ohms noteeren. De aanvangsweerstand is wellicht nog veel hooger.

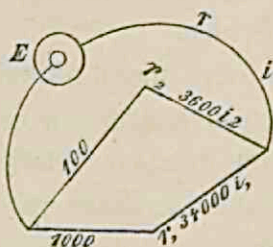
Niet alleen de snelheid, waarmede de weerstand daalt, hangt met de elektromotorische kracht van den stroom te zamen, maar ook de waarde, waartoe hij daalt.

Ik zal zulk een bepaling meedeelen, waarvoor ik natuurlijk mijn constanten weerstand in de takken van de brug moest wijzigen.

Zij verhielden zich dan als 100 Ohms tegenover het lichaam en 1000 Ohms tegenover den bekenden variablen weerstand.

10 P. v. R.

Groote elektrode 100 □ cM. als anode op 't sternum, andere elektrode 10 bij 5 cM. op de kuit. De brug wordt gevoed door 2 Danielcellen.



De weerstand wordt gevonden 36000 Ohms.

De berekende stroomsterkte is als:

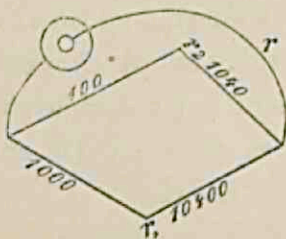
$$i_1 = \frac{Er_2}{rr_1 + rr_2 + r_1r_2}$$

$$E = 2.$$

$$i_1 = \frac{2 \times 3700}{37000 \times 3700} = 1/19 \text{ mA.}$$

$$r_2 = 100 + 3600, r_1 = 1000 + 36000.$$

$r = 0$ tegenover dien grooten weerstand.



Nadat een stroom van 2 mA vijf minuten is doorgegaan wordt op nieuw gemeten.

De weerstand wordt gevonden 10400 Ohms.

Als r weder $= 0$ mag gesteld worden is thans

$$i_1 = \frac{Er_2}{r_1r_2} = \frac{2 \times 1140}{11400 \times 1140} = 1/6 \text{ mA.}$$

Daarop worden de elektroden verplaatst.

De groote anode komt op de rechterdij te staan, de kleine kathode op de rechter kuit.

De weerstand wordt gevonden

$$W = 34000 \text{ Ohms,}$$

en nadat gedurende 5 minuten een stroom van 2 mA. doorging

$$W = 10400 \text{ Ohms.}$$

Den volgenden dag werd de weerstand weder bepaald. Thans staat de anode op den buik rechts van den navel, de kathode op de binnenvlakte van de kuit.

W wordt gevonden = 37000 Ohms, en nadat gedurende 5 minuten een stroom van 4 mA. was doorgegaan is $W = 7000$ Ohms geworden.

Daarop worden de beide polen op dezelfde wijze links geplaatst, $W = 37000$ Ohms en na inwerking van een stroom van 4 mA. gedurende 5 minuten

$$W = 6500 \text{ Ohms.}$$

Als men nu weet, dat de metingen bij constante E zijn verricht, zijn desniettemin nog de weerstandsverminderingen niet geheel vergelijkbaar, daar volgens een tennaastenbij waar zijnde berekening de intensiteit van den stroom, die het lichaam trof van $\frac{1}{19}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{3}$ mA. veranderd zijn geworden.

Relatief constante waarden verkrijgt men ook thans, maar aangezien de substitutiemethode ons deed zien, dat die waarden klimmen, als na de inwerking van een sterken stroom, een zwakke inwerkte, zijn zij uit den aard der zaak hooger, dan die met de substitutiemethode gevondene.

c. Weerstandsbepalingen bij zieken.

Om eenige bepalingen bij zieken te verrichten wendde ik zoowel de substitutie- als de brugmethode aan.

Waarneming I.

K., oud 44 jaren, had, op 5-jarigen leeftijd, tweemaal toevallen met volkomen verlies van bewustzijn.

De geheele rechter-zijde is verlamd, in ontwikkeling terug gebleven, met atrophische spieren. De typische buigingscontractuur is in beide extremiteiten aanwezig. Geringe hemiatrophia-faciei. Hemianaesthesie rechts.

Er bestaat totale hemianopsia homonyma dextra. Patient hoort met het rechter oor veel slechter dan links.

Diagnose: Hemiatrophia cerebri sinistra.

De anode 10 bij 5 cM. wordt op 't sternum geplaatst. De kleine kathode 10 □ cM. op den voorarm. De elektroden zijn door een caoutchouklus bevestigd.

De brug van WHEATSTONE bevat als constante weerstanden 1000 en 1000 Ohms, de variabele bedraagt tot 11000 Ohms. De maatstroom wordt door twee Daniell-elementen geleverd.

Rechts. De weerstand voor dat een stroom is doorgegaan is veel grooter dan 11000 Ohms; nadat een stroom van 3 mA. is doorgegaan, welke tot 3,5 mA. stijgt, is na 5 minuten de weerstand op nieuw bepaald. Deze bedraagt 8000 Ohms.

Links. De weerstand is voor dat een stroom is doorgegaan veel grooter dan 11000 Ohms, nadat een stroom van 3 mA. is doorgegaan, welke tot 3,75 mA. na vijf minuten is gestegen, bedraagt hij 7000 Ohms.

De weerstand voor dezelfde elektroden bij denzelfden man wordt nu bepaald terwijl de anode op het sternum, de kathode op de rechter- en linkerzijde komt te staan.

Rechts.	Links.
bij 3 mA. 4400	3 mA. 3900.
bij 3,5 mA. 3000	3,5 mA. 2900.

Bij dezen patient, wiens linker hemispheer zeer veranderd is, wordt dus geen verandering gevonden voor de relatieve weerstandsminima bij 3 en 3,5 mA.

Ditzelfde geldt voor alle lijders die ik met meer of minder ernstig hersenlijden onderzocht en ik zal een paar voorbeelden noemen.

W a a r n e m i n g II en III.

- A. Soldaat, die na een val in de manege, waarbij hij een trap van een paard kreeg op het rechter wandbeen, lijdt aan rechtszijdige paralyse van arm en been, gezichtsveldbeperking, paresis der convergentiebeweging enz.

Diagnose Trauma Cerebri.

- B. Soldaat, die van zijn paard is gevallen, sedert loopt als een dronken man en stoornissen van verschillende basale zenuwen vertoont.

Diagnose Fractura Cranii.

In beide gevallen staat de groote anode op 't sternum, de kleine kathode op de extremititeit.

De bepaling geschiedt met de brug van WHEATSTONE. De stroom, die vooraf doorgaat, groeit aan gelijk in de bijgaande tabelletjes in aangeven.

Ad. A.

Rechtervoorarm	2,5—3,5 mA., W 9000.
Linkervoorarm	2,5—3,5 mA., W 9000.
Rechterdij	2 —3,5 mA., W 11000.
Linkerdij	2 —3,5 mA., W 10600.

Ad. B.

Rechtersvoorarm	3—3,5 mA., W 7500.
Linkersvoorarm	3—3,5 mA., W 6900.
Rechterdij	4—4,5 mA., W 10000.
Linkerdij	3—5 mA., W 9000.

Hersenaandoeningen hebben dus geen invloed op den weerstand in de huid, en op symmetrische plaatsen blijft bij eenzijdige hersenlaesie de weerstand geheel of nagenoeg dezelfde.

Het behoeft geen verwondering te wekken, dat op verschillende plaatsen van het lichaam de weerstand niet overal dezelfde is.

Op verschillende plaatsen toch verschilt de bedekte huid (ik zie af van de naakte huid van handen en gezicht) wel overal.

Regelmatig verschillen echter de relatieve weerstandsminima in dien zin, dat op de dijen een veel grooter relatief weerstandsminimum wordt waargenomen dan op den voorarm.

Eenige voorbeelden mogen dat toelichten.

IV.

Groote anode op 't sterum, kleinere kathode op voorarm of dij.

I.

Rechtersvoorarm	2,5—3 mA., W 8000.
Linkersvoorarm	2,5—3 mA., W 8000.
Rechterdij	3 —7 mA., W 10000.
Linkerdij	3 —6,5 mA., W 10000.

II.

Rechtersvoorarm	2—3	mA., W	8000.
Linkersvoorarm	2—3	mA., W	8000.
Rechterdij	3—5	mA., W	> 11000.
Linkerdij	3—4,5	mA., W	> 11000.

Ook aan de hand der substitutie-methode verkrijgt men dergelijke resultaten, die ook voor absolute weerstands-minima gelden.

V.

Een sterke constante stroom wordt zoolang doorgevoerd totdat de stroomsterkte niet meer toeneemt.

De lichaamsdeelen, welker weerstand bepaald wordt, zijn in de elektroden gepakt, die nu zeer groot zijn.

Bepaling met behulp der substitutie-methode.

	Rechts.	Links.
Hand	2000	2000
Voorarm	1700	1700
Bovenarm	1600	1700
Onderbeen (enkel)	2800	2700
Onderbeen (knie)	2700	2600
Dij	2800	3000
Borst in sagittale richting		2700
Borst in frontale richting		3000

Bij een ander persoon, die aan cirrhosis hepatis met ascites lijdt, wordt dezelfde bepaling gedaan.

	Rechts.	Links.
Hand	2800	1800
Voorarm	2000	2100

Bovenarm	1700	1800
Dij	2500	2100
Onderbeen	2600	2500
Borst in sagittale richting		2200
Borst in frontale richting		2000
Buik in frontale richting		1500.

Het verschil tusschen den weerstand aan beide handen, kan in het laatste geval vermoedelijk geweten worden aan het veelvuldig gebruik en de daardoor ontstane ver-eeling van de hand. De man had in een steenfabriek gewerkt.

Keer ik na deze uitweiding tot de hersenziekten terug, dan moet ik nog een werkwaardig feit vermelden, waar-mee ik kennis maakte. Bij den lijder aan hemiatrophia cerebri vond ik, toen ik op een lateren dag de eerst gevonden feiten controleerde, het volgende.

VI.

Anode op het sternum, kleine kathode op den voorarm.

Brug-methode. Maatstroom twee Daniëllelementen.

Voor dat een stroom doorging, vond ik voor den weerstand van den rechter-voorarm een waarde van 18000 Ohms.

Nadat een stroom, die van 3—3,75, mA. was geste-gen, was doorgegaan, werd op dezelfde plaats gevonden $W = 8000$ Ohms.

Onmiddellijk na deze bepaling juichte de lijder, dat een moe gevoel, dat hem kwelde, plotseling verdwenen was. Ik lette daarop niet veel en zette de bepaling links voort. Nu vond ik:

Vóór 't doorgaan van den stroom aan den linker voor-

arm een weerstand van 5000 Ohms, en nadat een stroom was doorgestaan van 3 mA., die nauwelijks toenam, na dien stroom 2500 Ohms.

Vervolgens ging ik naar de onderste extremiteiten, en vond op de dijen na het doorgaan van den stroom, die 3 mA. wees en weinig toenam, beiderzijds 4000 Ohms.

Vervolgens herhaalde ik de bepaling op den rechter-voorarm op dezelfde plaats, zonder dat ik een nieuwe stroom liet doorgaan en vond toen 2500 Ohms.

Ik had deze waarneming reeds weder vergeten, toen ik eenige weken later bij een gezond persoon weerstand bepalend, geheel hetzelfde feit weervond.

VII.

Normaal persoon. Elektroden om den rechtervoorarm. Brugmethode. Twee Daniëllelementen.

Rechts. Voor het doorgaan van den stroom W 10,000. Na 't doorgaan, waarbij de stroom van 3—3,75 mA. toenam W 6000.

Daarna *links.* Op dezelfde wijze vóór 't doorgaan W 5000 en na het doorgaan van den stroom W 2500.

Ik heb geen reden om de juistheid dezer cijfers te wantrouwen. Moet ik dan aannemen, dat onder niet nader bekende omstandigheden, een stroom van een matige intensiteit, die door het lichaam gaat, de geleidingsweerstand van de huid over het geheele lichaam kan doen dalen?

Hoe dit zij, ik heb bij vergelijking der twee lichaams-helften bij lijders, die aan veranderingen in een hemis-

pheer hebben geleden, geen afwijkingen gevonden, die er op wijzen, dat er door zulk een lijden eenigen invloed op de geleidingsweerstand in de huid zou worden uitgeoefend.

Het lag voor de hand, nadat er van geen invloed van de hersenen bleek, te vragen, of bij het lijden van den peripheeren zenuw iets was waar te nemen, dat wees op een invloed op den geleidingsweerstand in de huid.

VIII.

J. W., 20 jaar, heeft zich op een houten bank te slapen gelegd en zich een totale paralyse van den nervus radialis dexter op den hals gehaald. In de door dien zenuw beheerschte spieren is een partiële E. A. R. nagewezen. Er is een zone, waarin een zeer sterke inductiestroom niet wordt waargenomen.

Beide elektroden omvatten door een lus van FOULIN den voorarm. De weerstand wordt met de brugmethode bepaald, nadat een stroom van 2,5 mA. was doorgegaan, die tot 3 mA. steeg en toen constant bleef.

Rechtervoorarm 2,5—3 mA., W 8000,

linkervoorarm 2,5—3 mA., W 8000.

Vervolgens wordt op den rechterarm een paar dagen later het volgende gevonden. Als regel staat de anode 10 bij 5 cM. op 't sternum, de kathode 10 □ cM. Substitutiemethode:

Op het motorische punt van den nervus ulnaris 2,5 mA. W 5000.

Op het motorische punt van den nervus radicalis:

Opstijgende stroom 6 mA. W 4000,

neerdalende stroom 6 mA. W 4000.

Op den gevoellozen voorarm:

Opstijgende stroom 6 mA. W 4000,

neerdalende stroom 6 mA. W 4000.

Kleiëlektroden om sterker stroomen te kunnen aanwenden, werden vervolgens, voorarm en bovenarm omvattend, aangewend.

Bij 10 mA. daalde W tot 1800 Ohms.

Er is dus hier van geen verandering in den weerstand sprake, noch voor dicht aan elkander grenzende gedeelten van den rechterarm, waarvan het eene gedeelte wel, het andere niet door den nervus radialis wordt beheerscht.

IX. Lijder aan beri-beri.

De electroden omvatten met de lus van FOULIN de gedeelten van de extremiteiten. Brugmethode. Maatstroom twee Daniellcellen. Rechtersvoorarm vóór het doorgaan van den stroom 10600 Ohms, nadat een stroom van 3 mA. op 4 mA. constant was geworden 9400 Ohms.

Linkersvoorarm vóór het doorgaan van den stroom 10400 Ohms, na het doorgaan van den stroom, die van 3 mA. op 3.75 mA. constant blijft 9000 Ohms.

Rechterdij. Vóór het doorgaan van den stroom > 11000 Ohms, nadat een stroom van 3 mA. op 3,75 mA. constant is geworden, 10,000 Ohms.

Linkerdij. Vóór het doorgaan van den stroom > 11000 Ohms, na het doorgaan van den stroom was de waarde onbruikbaar, omdat er een ontvelling was ontstaan.

Ook hier verhouden zich de relatieve minima bij 3 à

4 mA. niet anders, dan bij vroeger vermeldde andere gevallen.

X.

X. Potator strenuus met centrale en peripheere zenuwstoornis op alcoholistischen bodem. Elektroden op 't sternum (anode van 10 cM. bij 5 cM.) Kleine kathode op het motorische punt van den m. tibialis anticus. Substitutiemethode.

Na een stroom van 8 mA. gedurende 5 min. $W = 4400$ Ohms.

Brugmethode. Electroden rechts en links van het sternum.

W voor het doorgaan $> 11,000$ Ohms.

Na het doorgaan van een stroom van 5 mA. $W = 4400$. Na een halfuur W voor het doorgaan 8000, daarna $W = 4000$.

Den volgenden dag W weder $> 11,000$ en 4600.

Elektrode op 't sternum, kleine kathode op de dij. Na het doorgaan van een stroom, die bij 5 mA. constant blijft $W = 11,000$.

Kleine elektrode op de kuit. W na het doorgaan van 5 mA. 11,000.

Voor de armen is:

Rechts. W voor het doorgaan > 11000 .

na 3—5 mA. $W = 8000$.

Links. W voor het doorgaan $> 11,000$.

na 3—5 mA. $W = 8000$.

Ook hier zijn geen zeer groote verschillen waar te nemen, al moet voor de onderste extremiteiten worden

toegegeven, dat een absoluut minimum, dat gewoonlijk bij 8 mA. reeds ontstaat, hoog is, en ook de relatieve minima bij de brugmethode gevonden, hooge waarden voor de onderste extremiteiten geven.

IJ., lijder aan atrophie van spieren bij gewrichtslijden
Geen ontaardingsreactie.

De groote elektroden wordt op het sternum, de kleine op verschillende spieren geplaatst. Brugmethode. De weerstandswaarden worden zoowel bij opstijgende als bij neerdalende stroomen bepaald.

M., biceps brachii (niet atrophisch). Doorgaande stroom 9 mA. Daarna :

W., rechts 4000, links 5000

m. flexor digit. Sublimis (niet atrophisch), doorgaande stroom 11 mA.

W., rechts 2400, links 2400.

m. abductor pollicis brevis (sterk geatrophieerd). Doorgaande stroom 8 mA.

W., rechts 10000, links 8800.

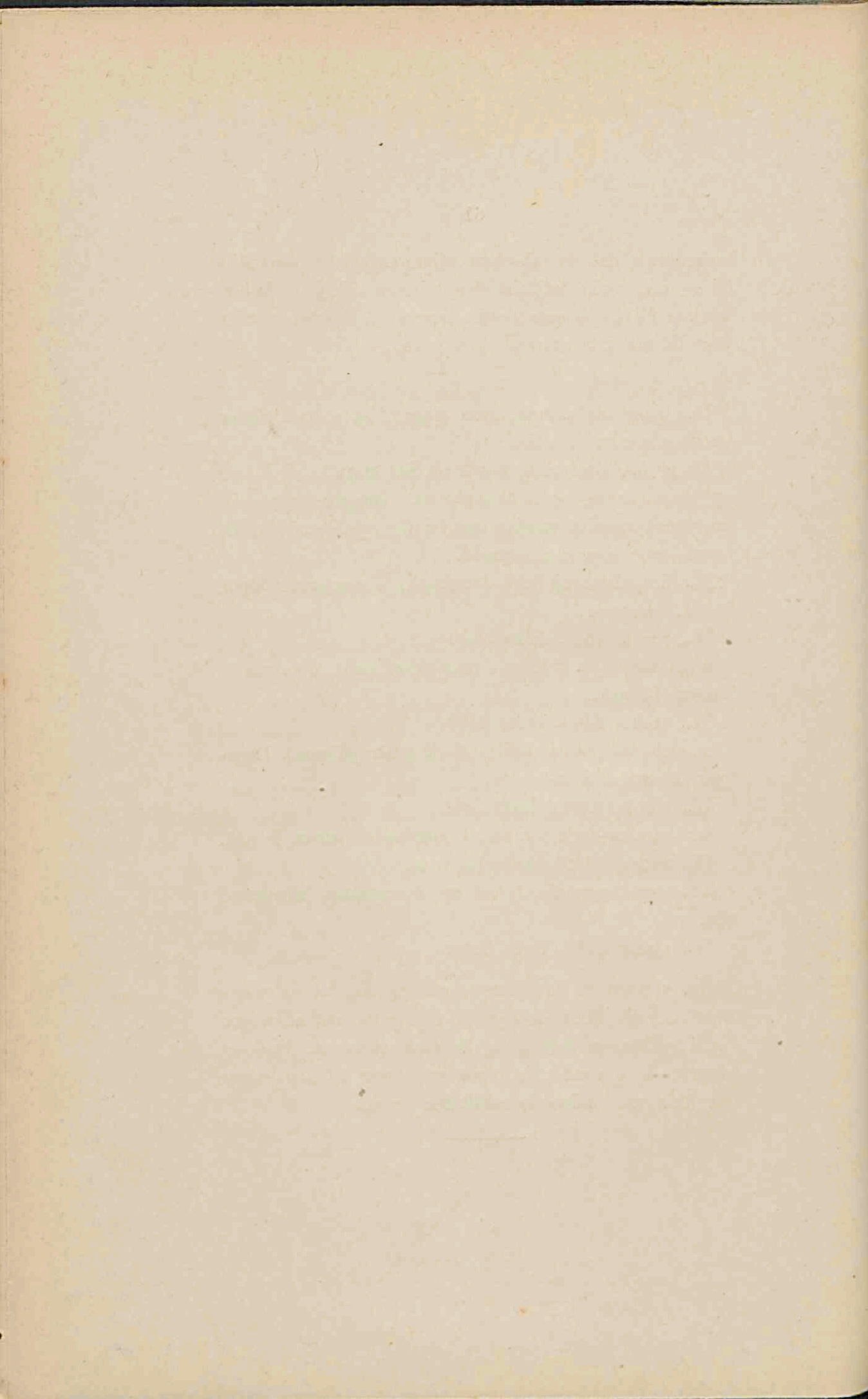
m. abductor-digiti minimi. Doorgaande stroom 7 mA.

W., rechts 10000, links 6500 m.

Entensor-communis digitorum. Doorgaande stroom 8 mA.

W., rechts 4400, links 5000.

Het vermoeden ligt hier voor de hand, dat de groote waarden, die voor de handen zijn gevonden, afhangen van vereeltingen, terwijl bij de sterke stroomen, die doorgingen, de gevonden minima wel hoog schijnen, maar ook hier geen afdoende resultaten geven.



BESLUIT.

Ik geloof, dat ik het als een resultaat mijner onderzoekingen mag aanzien, dat ik voor den practicus het onderscheid tusschen relatief en absoluut constanten weerstand handhaven blijf.

Absolute cijfers vermocht ik niet te geven. Al mijn cijfers hebben slechts relatieve waarde, afgezien van theoretische beschouwingen, die een geheel andere formuleering noodzakelijk zouden maken, mag de praktische geneesheer wel zeggen, dat aan elke stroomintensiteit een constantblijvend relatief weerstandsminimum beantwoordt. Dit weerstandsminimum is voor sterker stroomen lager, voor zwakke zeer hoog.

Een constant absoluut minimum bestaat evenzeer.

Het komt mij echter voor, dat die constante weerstanden niet voor elk persoon dezelfde zijn.

Daarvoor liepen de cijfers te veel uiteen.

Bij een zelfde persoon is op symmetrische plaatsen het relatieve weerstandsminimum gewoonlijk gelijk, afgezien van verschillen, die zooals voor de rechter- en linkerhand aan dadelijk in 't oogspringende omstandigheden (eeltplekken) zijn toe te schrijven.

Hersenaandoeningen behoeven geen invloed op den geleidingsweerstand van de huid uit te oefenen, gelijk eenige mijner waarnemingen ontwijfelbaar bewezen.

Ook aandoeningen van peripheere zenuwen schijnen er geen invloed op te moeten uitoefenen, al mag ik niet ontkennen, dat bij enkele mijner waarnemingen aan een verhooging der relatieve minima gedacht werd.

Verschillende plaatsen van het lichaam bieden aan den stroom een zeer verschillenden weerstand, en deze verschillen doen zich zoowel bij de relatieve, als absolute weerstandsminima gevoelen.

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

De intensiteit der electriche zenuwprikkeling hangt ceteris paribus af van de hoeveelheid arbeid door den electricchen stroom of electriche ontlading verricht.

II.

Er bestaat een ziektebeeld, beginnende met cirrhose hypertrophique avec ictère en eindigende met atrophische cirrhose, begeleid van ascites.

III.

In de behandeling van enuresis nocturna, volgens de methode van DR. VAN TIENHOVEN, worden de gunstige uitkomsten door de theorie volkomen verklaard.

IV.

Bij het onderzoek van tuberkel bacillen, verdient de Biedertsche seclimenteeringsmethode de voorkeur.

V.

Bij de behandeling van beklemden breuken wende men vóór de operatie de methode van FINKELSTEIN aan.

VI.

Opening der schedelholte, onder behoorlijke voorzorgen, brengt minder gevaren met zich, dan de opening van buik- of borstholte.

VII.

Het Koch'sche tuberkuline is voor huid- en larynx-tuberkulose een nuttig geneesmiddel.

VIII.

Bij trachoom behandelde men den omslagplooï van de Conjunctiva.

IX.

Bij de verwijdering der nageboorte verdient de afwachttende houding van AHLFELD de voorkeur boven die van CRÉDÉ.

X

De toediening van salicylzuur aan zwangeren en bij vrouwen in het kraambed zal men steeds gepaard doen gaan met de toediening van ergotine.

XI.

De geringe sterfte in Londen, kan niet door klimatologische of hygiënische verhoudingen verklaard worden.

XII.

Het voorkomen van een geringe hoeveelheid albumen in de urine van lijders aan diabetes mellitus, is in vele gevallen geen onrustbarend verschijnsel.

XIII.

De verpleging van krankzinnige militairen en scheepelingen te zamen met krankzinnige misdadigers en misdadige krankzinnigen, is minder aanbevelingswaardig.

XIV.

De duur van de eerste machtiging tot opname van krankzinnigen, volgens de wet van 27 April 1884 (Staatsblad N°. 96), is te kort.

De oude wet was in dit opzicht beter.
