

Br 1888 VIII, 22  
W. A. Oudemans.

DE TOEPASSING

Maart 1888.

DER

ELECTRICITEIT

IN DE GENEESKUNDE

POPULAIR BESCHREVEN

DOOR

DR. WILHELM FECHNER

*te Berlijn*

IN HET HOLLANDSCH OVERGEBRACHT DOOR

A. Arn. J. QUANJER

*Officier van Gezondheid*



GOUDA

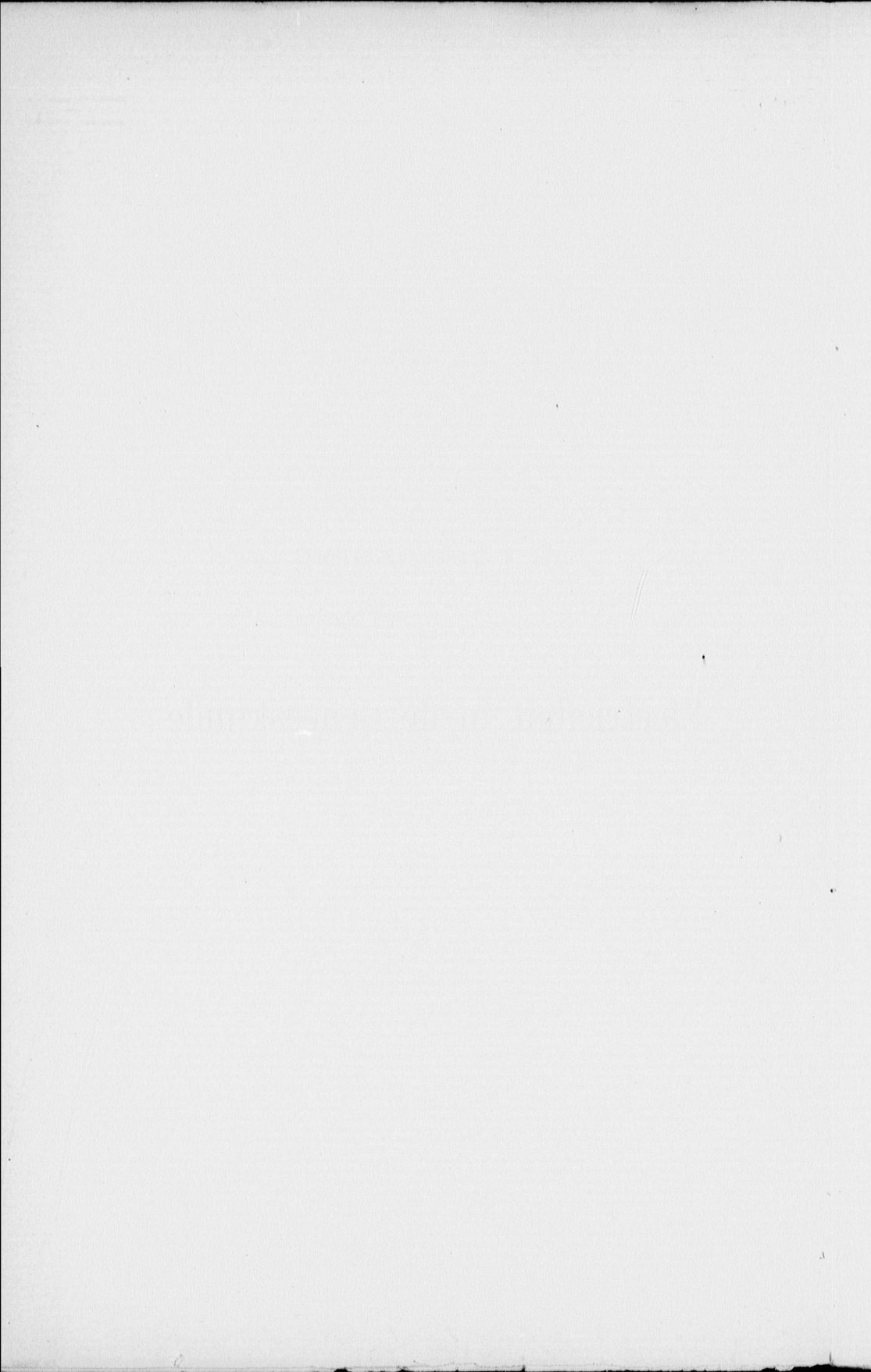
G. B. VAN GOOR ZONEN



DE TOEPASSING

DER

Electriciteit in de Geneeskunde



DE TOEPASSING

DER

# Electriciteit in de Geneeskunde

---

POPULAIR BESCHREVEN

DOOR

**Dr. WILHELM FECHNER**

te Berlijn

IN HET HOLLANDSCH OVERGEBRACHT

DOOR

*A. ARN. J. QUANJER*

Officier van Gezondheid

---

GOUDA

G. B. VAN GOOR ZONEN



## DE ELECTRICITEIT IN DE GENEESKUNDE.

---

De *electriciteit* is eene kracht, die niet, zooals warmte, licht en geluid, door een bepaalden indruk op onze zintuigen tot onze waarneming komt, daar zij op de verschillende zenuwen van ons lichaam verschillende gewaarwordingen teweegbrengt. Zoo veroorzaakt zij, wanneer zij de gezichts-zenuw treft, eene gewaarwording van licht; worden daarentegen gevoelszenuwen getroffen, dan veroorzaakt zij meer of minder hevige pijn.

Het woord *electriciteit* is van Griekschen oorsprong en afgeleid van *electron*, dat barnsteen beteekent. Reeds in oude tijden had men opgemerkt, dat barnsteen, met een droogen doek of zijde gewreven, in staat was, kleine lichamen aan te trekken. Hetzelfde ziet men bij zegellak, glas en leder. Om zich eene voorstelling te maken van de veranderingen, die er door het wrijven in het barnsteen plaats grijpen, neemt men aan, dat het in den toestand van rust doorstroomd wordt door twee niet weegbare »electrische» vloeistoffen, die elkaar in evenwicht houden; door het wrijven echter wordt eene scheiding tusschen deze beide vloeistoffen tot stand gebracht, waarbij eene van beiden het overwicht krijgt. De eene soort van *electriciteit* noemt men *positief*, de andere *negatief*; wrijft men eene glazen staaf met leder, dan hoopt zich in de glazen staaf positieve, in het leder negatieve *electriciteit* op.

Evenals door *wrijving* *electriciteit* ontwikkeld wordt, ziet men ze ontstaan wanneer metaalplaten, of metalen en vloeistoffen met elkaar *in aanraking komen*. Verbindt men twee metalen met elkander, zooals bijv. koper en zink, die beide in verdund zwavelzuur staan, dan wordt daardoor een stroom van *electriciteit* geboren. Eene dergelijke inrichting noemt

men een *galvanisch element*; door eenige galvanische elementen met elkaar te verbinden, verkrijgt men een *galvanischen keten*, waarin de hoeveelheid electriciteit met het aantal elementen grooter wordt. Door de inwerking van het zuur op de metalen platen worden deze op den duur ontleed, en de electricische stroom wordt langzamerhand zwakker, tot hij geheel ophoudt. Om dit nadeel te voorkomen, dompelt men de metalen in eene vloeistof, die zóo is samengesteld, dat de ontleding, die in de elementen plaats heeft, geen nadeelige eigenschappen voor de vorming der electriciteit tengevolge heeft. Deze soort van elementen noemt men *constante*; er zijn verscheidene vormen van zulke tot ketens vereenigde constante elementen, die naar hunne ontdekkers genoemd worden.

Om aan te toonen, dat door aanraking van twee verschillende lichamen electriciteit wordt opgewekt, gebruikt men bij voorkeur de metalen. Men noemt de zoo ontstane electriciteit aanrakings- of contact-electriciteit, ook wel galvanische electriciteit. Meestal wordt daartoe koper en zink gebruikt; komen deze metalen met elkaar in aanraking, dan wordt het zink positief, het koper negatief electricisch.

Alle enkelvoudige stoffen (zoogen. elementen) kan men zoodanig rangschikken, dat bij onderlinge aanraking van twee willekeurige stoffen der reeks het eerstgeplaatste positief, het volgende negatief electricisch wordt. De het best in dit opzigt bekende stoffen zijn als volgt tot eene reeks geordend: Zink, tin, lood, ijzer, koper, zilver, goud, platina, kool. Om dit te verklaren neemt men aan, dat de verschillende stoffen dezer reeks eene verschillende aantrekkingskracht bezitten voor de beide electricische vloeistoffen. In den toestand van rust bevat elke der genoemde stoffen de beide electricische vloeistoffen in gelijke hoeveelheid vermengd; eerst wanneer twee verschillende stoffen met elkaar in aanraking komen, komt de bijzondere aantrekkingskracht voor eene der electricische vloeistoffen aan het licht. Daar echter alleen de ongelijknamige electriciteiten elkander aantrekken, wordt de vereeniging der beide ontstane electriciteiten bij onderlinge aanraking van twee verschillende metalen verhinderd door de van hen uitgaande aantrekkingskracht. De spanningskracht,



die op de plaats van aanraking van twee verschillende metalen ontstaat, noemt men de *electromotorische* kracht. De zoo ontwikkelde ongelijknamige electriciteiten treden met bepaalde spanningen op, die afhankelijk zijn van den aard der beide stoffen; het spanningsverschil is te grooter, naarmate de beide metalen in de bovengenoemde reeks verder van elkaar staan. De grootte van de bij aanraking ontstane electromotorische kracht hangt af van de grootte der oppervlakte en van het aanrakingsvlak der beide metalen.

Verbindt men de vrije einden van twee metalen, die elkaar aanraken, door een metalen draad (*geleider*), dan blijven, zooals reeds gezegd werd, de beide electriciteiten in spanning, daar zij met elkaar in evenwicht zijn. Er ontstaat nog geen elektrische stroom. Dit evenwicht kan nu verbroken worden door de beide met elkaar in aanraking zijnde metalen in eene vloeistof te brengen. Bij aanraking van metaal en vloeistof wordt eveneens electriciteit opgewekt, en wel zijn de metalen negatief electrisch tegenover de positief electrische vloeistof, die uit zuiver water, verdunde zuren of alcalische oplossingen bestaan kan. De zoo ontstaande stroom van electriciteit kan nu zoowel door de voortdurende aanraking der beide metalen onderling als door het contact van deze met de vloeistof een tijdlang onderhouden worden.

Eenige der meest bekende en gebruikelijke constante ketens zijn als volgt samengesteld:

1. De *Daniell'sche* keten bestaat uit een cylindrisch glas gevuld met eene oplossing van zwavelzuur koper, waarin een holle cylinder van koperblik geplaatst is. In den hollen cylinder staat in de oplossing een van onderen gesloten holle cylinder van poreuse aarde, met verdund zwavelzuur gevuld, waarin een vaste zinkcylinder plaats vindt; met den zinken met den kopercylinder zijn draden of breede metaalstrepen verbonden, om den stroom af te leiden.

2. De *Grove'sche* keten bestaat eveneens uit een glascylinder, die echter met verdund zwavelzuur is gevuld, en waarin een holle zinkcylinder staat. In het midden bevindt zich een poreuse cylinder, die verdund rookend salpeterzuur bevat en van een luchtdicht sluitend deksel is voorzien, waardoor een

platina plaat gaat, die binnen in den poreusen cylinder uitkomt.

3. De *Bunsen'sche* keten is samengesteld als de *Grove'sche*; alleen is de platina plaat vervangen door vaste kool, die uit coke bereid is. De *Grove'sche* en *Bunsen'sche* keten zijn bijna dubbel zoo krachtig als de *Daniell'sche*, hare aanwending in bewoonde ruimten is echter nadeelig voor de gezondheid, daar zij schadelijke dampen van ondersalpeterzuur ontwikkelen. *Bunsen* heeft daarom zijn keten gewijzigd en deze nieuwe is bekend onder den naam van:

4. *Chroomzuur*-keten, ook wel gebruikt in den vorm van het *Greult'sche* flesch-element. Twee evenwijdige, lange koolplaten, bevestigd aan een deksel van hard caoutchouc, reiken tot aan den bodem van eene flesch met wijden hals. De flesch is tot de helft gevuld met eene oplossing van dubbelchroomzure potasch en een derde zwavelzuur; (nog beter met 8 deelen dubbelchroomzure potasch, 10 deelen water, 10 deelen geconcentreerd zwavelzuur en 1 deel zwavelzuur kwikzilver). Daarenboven is het deksel van caoutchouc in het midden doorboord en is in dit gat een huls bevestigd, die een staaf van rood koper doorlaat. Deze staaf draagt aan zijn eene uiteinde, dat in de flesch uitkomt, eene zinkplaat, die zich dus tusschen de twee koolplaten bevindt. Laat men deze zinkplaat in de vloeistof zakken, dan wordt de electriche stroom in beweging gebracht.

5. De *Leclanché'sche* keten is aan de eene zijde uit zink, aan den anderen kant uit bruinsteen (mangaansuperoxyde) door een poreuzen pot bijeengehouden, samengesteld. Om de geleidende verbinding met het bruinsteen te verkrijgen, is daarin eene koolplaat gebracht; als vloeistof dient eene geconcentreerde oplossing van salmiak. Eene wijziging van dezen keten bestaat in een massieven cylinder uit samengeperst, gepoederd bruinsteen met gaskool, een weinig schellak, zink en geconcentreerde salmiak-oplossing samengesteld. De afwezigheid van zuren en vergiftige dampen, en de groote gelijkmatigheid van den stroom maken het *Leclanché'sche* element zeer geschikt voor geneeskundige en andere technische doeleinden, zooals voor huistelegrafen.

Aan de einden van den galvanischen keten hoopt zich,

wanneer deze niet tot een cirkel gesloten is, eene zekere hoeveelheid vrije electriciteit op. Sluit men den keten tot een cirkel, dan ontstaat een bestendige elektrische stroom, daar aan elk uiteinde de electriciteit in dezelfde mate vernieuwd als gevormd wordt. Men noemt het *positieve* einde of pool van zulk een keten *anode*, den *negatieven* pool *kathode*, beide polen worden de *electroden* genoemd.

Wanneer men een cylinder van week ijzer met spiraalvormige windingen van met zijde omsponnen koperdraad omwindt en door dezen draad een elektrischen stroom laat gaan, dan wordt zoolang deze stroom vloeit, de ijzeren cylinder magnetisch. Naar de richting, waarin de stroom om den staaf loopt, wordt het eene of het andere einde noord- of zuidpool.

Brengt men in de nabijheid van dezen omsponnen ijzeren cylinder, die met een constanten keten verbonden is, een anderen eveneens omsponnen cylinder, dan wordt op het oogenblik, dat de draad van den eersten cylinder met den elektrischen keten verbonden wordt, ook in de tweede draadspiraal een elektrische stroom opgewekt, en wel in omgekeerde richting als in den eersten cylinder. De stroom in den tweeden cylinder is echter slechts van korten duur, en wordt alleen opgewekt op het oogenblik dat de draad van den eersten cylinder met den elektrischen keten verbonden wordt (de keten gesloten wordt) of wanneer men hem losmaakt (de keten geopend wordt). Zoolang de keten gesloten blijft, vloeit geen elektrische stroom door de spiraal van den tweeden cylinder. Dezen kortstondigen elektrischen stroom in den tweeden cylinder, die alleen ontstaat bij opening en sluiting van den elektrischen keten in den eersten cylinder, noemt men *inductie-stroom*.

Een zeer doelmatig toestel tot aanwending van den inductie-stroom is het slede-apparaat door *Du Bois-Reymond* aangegeven. De spiraal van de primaire rol bevat ongeveer 250 windingen omsponnen koperdraad van 1 millimeter middellijn; een vrij groot Daniell'sch element volstaat om voldoende krachtige inductie-stroomen voor geneeskundige doeleinden te verkrijgen.

Slechts in zeer zeldzame gevallen is de aanwending van afwisselend gerichte inductie-stroomen, zooals de secundaire spiraal voortbrengt, niet bij de behandeling te gebruiken. Men verwijderd dan de secundaire spiraal, verbindt de einden van de primaire spiraal met de electroden en wendt deze dan op de huid des lijders aan.

De werking der electriciteit op levenlooze voorwerpen was zoo eigenaardig en sterk, dat men er reeds vroeg op bedacht was, deze kracht in de geneeskunde te gebruiken, en er proeven mede begon te doen. Zoo werd na de ontdekking der wrijvings-electriciteit (1744) en van de Leidsche flesch de nieuwe kennis in toepassing gebracht, en de electriciteit als zoogen. electricisch bad of electricische wind aangewend. Bij het *electricische bad* houdt de patient, op een geïsoleerden stoel gezeten, de in een metalen kogel eindigende toevoerbuis vast, terwijl van de machine uit de andere geleidingsbuis naar den grond gaat. De toevoerbuis kan met positieve of negatieve electriciteit geladen worden. Terwijl de patient zoo geladen wordt, gevoelt hij zich meestal zeer aangenaam en welgemoed. Brengt men bij den zoo geladen persoon een van metalen punten voorziene plaat met glazen handvat, dan heeft hij het gevoel als van een zacht windje (electricische wind), ook heeft dit eene pijnstillende werking. Eene dergelijke doch sterkere werking wordt teweeggebracht, als de in een enkele punt uitlopende toevoerbuis den lijder tot een bepaalden afstand nadert; in het donker ziet men dan lichtstralen van de punt uitgaan. Om door wrijving eenige werking te verkrijgen, gaat men met eene geleidingsbuis, die in een kleinen metalen bol uitloopt, over de huid van den (gekleeden) lijder; voor het gelaat wordt de kogel met wol omgeven. De sterkste werking wordt verkregen, wanneer men met den metalen kogel dicht bij den zieke komt, er worden dan vonken zichtbaar; deze methode is alleen bij verlammingen in gebruik. Bij kinderen past men de zoogen. omgekeerde methode toe; de arts laadt zich zelve met positieve of negatieve electriciteit, en brengt de geleidingsbuis, die hij in de hand heeft, bij den lijder, waardoor vonken ontstaan.

De toepassing van deze methode is dikwijls van voortreffelijk gevolg op het oor, ofschoon de methode pijnlijk is, bij zenuwachtige doofheid; eveneens bij tal van zenuwziekten, zooals epilepsie, hysterie, hysterische gevoelloosheid, ruggemergsverlammingen, beven, zenuwpijnen; deze vorm van electriciteit heeft somtijds bij zware zenuwaandoeningen verbetering gegeven, terwijl de andere stroomen (galvanische en geïnduceerde) nutteloos bleken. Men noemt deze electriciteit door wrijving ook *statische* electriciteit, en gebruikt om haar te ontwikkelen verschillende machines, zooals die van *Holtz*, *Carré*, *Voss*.

Over het algemeen wordt echter de statische electriciteit in den lateren tijd slechts door weinig geneeskundigen aangewend, vooral ook daar hare toepassing veel tijd, ruimte en geld kost. \*) Ofschoon de statische electriciteit de eerste was, die, als vrucht van den vooruitgang der natuurkunde, het aantal geneesmiddelen kwam vermeerderen, werd zij toch weldra tot in den nieuweren tijd weer geheel verlaten, toen *Galvani* (1789) en *Volta* de contact-electriciteit, door onderlinge aanraking van metalen platen ontstaande, leerden kennen. Maar zelfs toen mocht het niet gelukken de kennis van de toepassing van den constanten stroom tot geneeskundige doeleinden gemeengoed der artsen te doen worden. In 1831 leerde *Michel Faraday* den inductie-stroom kennen en met deze electriciteit deed *Duchenne* (de Boulogne) in 1847 proeven. Hij noemde zijne methode, om de spieren, zenuwen en huid van het lichaam te prikkelen, *gelokaliseerde faradisatie*. Hij gebruikte haar niet alleen tot genezing van ziekten, maar slaagde er door zijne methode in, tal van destijds nog duistere ziekten van hersenen, ruggemerg en zenuwen beter te leeren kennen. Zijne methode en ervaringen werden weldra door vele andere onderzoekers volmaakt en uitgebreid.

Eerst in het jaar 1856 werden door *R. Remak* weer proeven met den constanten stroom genomen; hij is de grondlegger van onze kennis omtrent de werking van den con-

---

\*) In groote ziekenhuizen wordt in den laatsten tijd de statische electriciteit weer meer toegepast. Zie o. a. die *Gartenlaube* n°. 26 van dit jaar, en de dissertatie van Dr. Th. J. H. Suijders Middelburg Altorffer 1886.

stanten stroom op het organisme, door hem is eigenlijk de aanwending van den galvanischen stroom in de geneeskundige praktijk als eene methode van behandeling ingevoerd.

Welke toestellen heeft men nu, om met vrucht eene behandeling door electriciteit in te stellen? Voor de behandeling met inductie-electriciteit bezigt men veelal het slede-inductorium van *Du-Bois-Reymond*. Men kan hierbij de stroomen van beide spiralen gebruiken. Verschillend sterke stroomen krijgt men door wijziging van den afstand tusschen de beide spiralen; de sterkste stroom ontstaat, als beide rollen over elkaar geschoven zijn, de kracht der secundaire rol wordt kleiner, naarmate de afstand tusschen beide rollen grooter wordt. Men heeft daarom den weg, die de secundaire rol in den toestel kan afleggen, door eene schaal van centimeters en millimeters afgedeeld. De kracht van den stroom in de primaire spiraal wordt grooter, als men in den cylinder eenige ijzeren staafjes (ijzerkern) brengt; de kracht wordt minder, wanneer men dezen kern een eind uittrekt, of geheel verwijdert. Daar in de secundaire spiraal alleen een stroom ontstaat, wanneer in de primaire rol de stroom gesloten of geopend wordt, verkrijgt men naarmate dit meer geschiedt een grooter aantal stroomen, die in richting afwisselen.

Daarom heeft men in den electricischen stroom een zoogen. zelfwerkenden electromagnetischen hamer gevoegd; door een electromagneet wordt een ijzeren hefboom aangetrokken, door de sluiting van den keten verliest de electromagneet zijn magnetisme, zoodat de hefboom zich weer verwijdert, daardoor wordt opnieuw in de electromagneet magnetisme geboren, enz.

Om ongeveer te bepalen hoe sterk de stroom is, en om de richting van den stroom te kennen, maakt men gebruik van een *galvanoscoop*. Om de richting van den stroom naar welgevallen te veranderen, bedient men zich van een *stroomwender* of gyrotroop.

Wil men den *constanten galvanischen* stroom voor geneeskundige doeleinden gebruiken, dan verbindt men een aantal constante elementen tot eene galvanische batterij. Meestal

zijn 40 tot 60 elementen voldoende om resultaten te verkrijgen.

Verder komen zoowel bij den inductiestroom als bij de constante batterij in aanmerking de *electroden*, waarin de electriciteit door geleidingsdraden, met zijde omsponnen, gebracht wordt. Deze geleidingsdraden worden in de handvatten der electroden geschroefd. Men heeft allerlei vormen van electroden: platen, knoppen, penseelen van verschillende grootte, meestal zijn zij van metaal en met flanel overtrokken, waarover linnen.

Om te vermijden, dat in de electroden bij het doorgaan van den stroom bijtende stoffen ontstaan, daar de electroden vochtig op het lichaam des lijders worden aangewend, heeft men zoogenaamde onpolariseerbare electroden vervaardigd; deze zijn echter niet algemeen in gebruik gekomen.

Welke werking oefent nu de elektrische stroom op het menschelijk en dierlijk organisme uit? Om deze te verklaren, moet ik eenige algemeene opmerkingen over den bouw van het lichaam doen voorafgaan. Wij kunnen de inrichting van het lichaam het best met die eener machine vergelijken. De arbeid dezer machine bestaat in eigen onderhoud en voortplanting. De eenvoudigste vorm van eene zoodanige machine wordt vertegenwoordigd door de éencellige organismen. Zij bestaan uit een uiterst klein week klompje eiwit, eene cel, die meestal in haar midden een ronde zoogen. celkern bevat. Hoe hooger de dieren georganiseerd zijn, hoe meer de verschillende functiën op zeer groote reeksen van cellen verdeeld worden, die zich tot weefsels en verder tot organen groepeeren. Bij deze verdeeling van arbeid worden ook de verrichtingen meer volkomen. Zoo bezitten de hooger ontwikkelde dieren spieren voor hunne bewegingen, zenuwen voor hun gevoel. De soorten van gewaarwordingen worden verschillend door verfijning der zintuigen. Verder ontwikkelt zich een zenuw-centrum, waar de voorstellingen zich vormen en de wil ontstaat. Het mechanisme der voeding wordt eveneens hoe langer zoo samengestelder: het genomen voedsel moet eene lange rij physische en chemische veranderingen ondergaan (de spijsvertering); daartoe dienen bijv. de speek-

selklieren, de lever enz. Het opgenomen voedingsvocht wordt nu na tal van veranderingen gelijkmatig door het lichaam verdeeld, waartoe het hart en de bloedvaten dienen; het veranderde voedsel vindt men in het bloed. De door het gebruik nutteloos geworden stoffen uit het bloed worden door de nieren uitgescheiden.

Alles wat het organisme of eenig deel er van tot werkzaamheid aandrijft, noemt men *prikkels*. De prikkels werken het eerst op de uiteinden der zoogenaamde gevoelszenuwen; van daar uit plant zich de prikkel, die in de zenuw als een niet van buiten merkbare beweging der fijnste deeltjes (moleculaire beweging) verloopt, op de hersenen en het ruggemerg voort. Van daar wordt hij langs andere zenuwen, die men bewegingszenuwen noemt, op de spieren overgebracht, die zich op den prikkel gaan samentrekken. Op verschillende zenuweinden heeft een prikkel niet dezelfde werking; treft hij de gezichtzenuw, dan wordt hij als licht en kleur waargenomen; op het trommelvlies aangebracht, ontstaat er klank of toon; in de huid, ontstaat het gevoel van druk, pijn, warmte enz. Men noemt deze eigenschap der zenuwen hare *specifieke energie*. Prikkels, aangebracht op zenuwen, die met klieren in verband staan, hebben afscheiding in die klieren ten gevolge. De bloedvaten zijn rekbare buizen; de wijdte der buizen is binnen zekere grenzen veranderlijk. Onder den invloed der zenuwen ontstaan in deze wijdte veranderingen, en men onderscheidt vaatverwijdende en vaatvernauwende zenuwen. Eveneens staat het hart onder den invloed der zenuwen, men heeft zenuwen, die het hart sneller, men heeft er, die het langzamer doen kloppen.

Tot de prikkels, die op zenuwen en spieren werken, behoort ook de elektrische stroom. Daar de electriciteit zonder veel moeite kan ontwikkeld worden en men de sterkte van een stroom nauwkeurig kan regelen, is men begonnen haar bij ziekten aan te wenden, en in het algemeen overal waar men het noodig vond, de werkzaamheid van spieren of zenuwen op te wekken.

De werking van den elektrischen stroom is echter niet in alle gevallen dezelfde. Men bemerkt bijv. geene of slechts



eene zeer zwakke werking, wanneer men een constanten stroom door zenuwen en spieren doet gaan. Verandert men echter plotseling de kracht van den stroom, bijv. wanneer men den constanten stroom opent en sluit, dan ontwaart men een krachtigen prikkel, de spieren trekken zich hevig samen, de gevoelszenuwen der huid worden krachtig geprikkeld, d. w. z. men voelt hevige pijn.

Om dus door den electricischen stroom een sterken prikkel uit te oefenen, is het noodig, dat hij niet voortdurend met dezelfde sterkte door spieren en zenuwen ga, maar meer of minder dikwijls van kracht verandere. De eenvoudigste oplossing van dit vraagstuk vindt men in de aanwending van den inductiestroom of de faradische electriciteit. Men verkrijgt daarbij stroomen, die slechts kort duren, in dien tijd tot zekere kracht aangroeien, en weldra weer afnemen. Leidt men zulk een inductiestroom door spier of zenuw, dan kunnen slechts enkele samentrekkingen plaats hebben, wier kracht van de sterkte en den duur van den stroom afhangt; eene voortdurende prikkeling heeft plaats als men eene geheele reeks van zulke afgebroken stroomen achter elkander door de zenuw laat gaan.

Tusschen den stroom, die in de secundaire rol ontstaat bij sluiting van den primairen stroom en die bij opening daarvan, bestaat een groot verschil. De openings-inductiestroom is veel korter maar veel krachtiger dan de sluitings-inductiestroom.

Verbindt men de beide einden van de spiraal der secundaire rol met de electroden, en zet men deze op twee verschillende punten van het lichaam, dan gaan er electricische stroomen door het lichaam in de meest verschillende richtingen; alle stroomen komen echter te zamen op de plaatsen, waar de beide electroden het lichaam raken. De kracht is niet in alle die stroomen dezelfde, zij is de grootste in de rechte verbindingslijn tusschen de beide electroden; hoe langer de boogvormige banen der stroomen in het lichaam zijn, des te geringer wordt de kracht.

Denkt men zich in het lichaam vlakken loodrecht op de stroombanen, dan is de som van alle er door vloeiende elec-

tricieit overal in de verschillende vlakken dezelfde. De doorsnede van de stroombaan, in de onmiddellijke nabijheid der electroden, is echter veel kleiner dan die op andere plaatsen, de electriciteit heeft daar dus hare grootste *dichtheid*; deze wordt minder op alle andere plaatsen tusschen de electroden, en wel naarmate deze deelen verder liggen van de rechte lijn, die de beide electroden verbindt.

De kracht van de werking des electrischen strooms op spieren en zenuwen hangt van de dichtheid van den stroom af. Zooals boven werd uiteengezet, kan de werking van den inductiestroom niet op alle plaatsen van het lichaam even sterk zijn, maar is zij het krachtigst in de onmiddellijke nabijheid der beide electroden, zwakker tusschen de electroden en het zwakst buiten de rechte verbindingslijn. Leidt men door het lichaam een inductiestroom, die zoo zwak is, dat men nergens eenige werking bespeurt, zelfs daar niet, waar zijne dichtheid het grootst is, en versterkt men den stroom langzamerhand, dan zal zoowel de sterkte van den stroom als zijne dichtheid op alle plaatsen van het lichaam grooter worden; het snelst en meest geschiedt dit aan de electroden. Eindelijk wordt een punt bereikt, waar de dichtheid nabij de electroden sterk genoeg is, om de daar gelegen lichaamsdeelen te prikkelen, terwijl op alle andere plaatsen nog geen werking is waar te nemen. Maakt men den stroom nog sterker, dan worden ook de deelen tusschen de electroden gelegen, geprikkeld. Alles, wat buiten deze deelen ligt, blijft in rust, alleen bij zeer sterke stroomen kan men verwijderde lichaamsdeelen in de beweging doen deelen.

Op deze wijze is het mogelijk, de werking van den electrischen stroom tot enkele lichaamsdeelen of organen te beperken, ofschoon de electriciteit de neiging heeft zich in alle richtingen door het lichaam te verspreiden. Dicht onder de plaats, waar de electroden de huid aanraken, dus daar, waar de electriciteit hare grootste dichtheid heeft, liggen de einden der gevoelszenuwen in de huid, en verder spieren en enkele bewegingszenuwen.

Wil men dus de spieren of spierzenuwen prikkelen, zoo zou men daarbij tegelijk de gevoelszenuwen der huid aan-

doen en dus pijn veroorzaken; van den anderen kant, zou men eene gevoelszenuw niet kunnen prikkelen, zonder eene spiercontractie teweeg te brengen. Om dit te ontgaan heeft men de electroden verschillende vormen gegeven. Daar de huid de electriciteit slecht geleidt, moet men de electroden nat maken, liefst met water, waarbij een weinig zuur gevoegd is, of met eene slappe oplossing van keukenzout; nog beter verbindt men de electrode met eene natte spons. De natte huid geleidt de electriciteit beter. Neemt men slechts éene natte electrode, terwijl de andere droog blijft en bij voorkeur niet uit een metalen plaat, maar uit een penseel van dunne metalen draden bestaat, dan worden alleen de gevoelszenuwen in de nabijheid van het penseel geprikkeld, terwijl aan de natte plaat-electrode geen prikkeling der gevoelszenuwen plaats heeft.

Wil men op de dieper gelegen deelen inwerken, zooals op de spieren en spierzenuwen, dan plaatst men de electroden, die uit breede metalen platen moeten bestaan en goed nat gemaakt zijn, op de huid, daardoor wordt weinig of geen pijn veroorzaakt. De werking op de spieren is het sterkst in de onmiddellijke nabijheid der electroden. Bestaat slechts éene electrode uit eene plaat, de andere uit een kleinen knop, die natuurlijk met spons moet overtrokken zijn, dan is de dichtheid van den stroom aan den knop veel grooter dan aan de breede plaat, de werking is aan den eersten dus het sterkst.

Het is dus gemakkelijk na te gaan, hoe men handelen moet, om een prikkel op de gevoelszenuwen der huid, of op de bewegingszenuwen der spieren, of op eene spier zelve uit te oefenen. Plaatst men bijv. éene der electroden, die uit eene breede met eene spons bekleede metaalplaat bestaat, op de nat gemaakte huid nabij eene spier, de andere, die kleiner en knopvormig is, op de spier zelve, dan wordt de spier geprikkeld, het meest echter op de plaatsen, die het dichtst bij de kleine electrode liggen. Want daar zijn de elektrische stroomen het dichtst, en is de werking dus het krachtigst. Daar de spier uit eene reeks van evenwijdig loopende bundels bestaat, wier lengte en breedte bij verschillende spieren verschillend is, verkrijgt men bij eene directe prikkeling

der spier alleen dan eene krachtige werking van alle vezelen, als men een zeer sterken stroom aanwendt. De spieren staan echter onder den invloed der zenuwen; prikkelt men deze, dan trekken de spieren zich samen. Prikkelt men dus de zenuw, die de samentrekking van eene spier beheerscht, dan is slechts een zwakke stroom noodig om eene samentrekking te verkrijgen, daar de prikkelbaarheid der zenuwen meestal veel grooter is dan die der spieren zelve, en dan die van de zenuwtakjes, die in de spieren loopen. De plaatsen, van waar uit de bewegingszenuwen der verschillende zenuwen geprikkeld kunnen worden, noemt men de *motorische punten*. Deze motorische punten zijn voor de verschillende lichaamszenuwen nauwkeurig bepaald door *von Ziemssen*, en wel vooreerst de plaatsen waar deze zenuwen in de spieren dringen, verder hare ligging ten opzichte van de huid, en haar loop binnen en buiten de spieren. Men vond op deze wijze, dat hier en daar zenuwen over eene lengte van verscheidene centimeters met de electrode konden geïsoleerd worden, verder dat op andere plaatsen zenuwen, die uit de diepte in het dikke spiervleesch drongen, in 't geheel niet konden geprikkeld worden. In dit laatste geval zou dus directe spierprikkeling de voorkeur verdienen, evenzoo op plaatsen waar de beweging van eene spier door verschillende zenuwen wordt beheerscht.

Behalve de directe prikkeling van eene spier en de indirecte door middel van de bewegingszenuwen heeft men nog eene prikkeling van het *indifferente punt*; hierbij plaatst men de breede electrode op eene plaats, waar zich geene spieren bevinden, zooals op het borstbeen of de uitstekende punt van den laatsten halswervel. De tweede electrode, met een knop, wordt op het punt gezet, waar men gewoonlijk de spier prikkelt. Op het indifferente punt plaatst men de positieve pool van de secundaire spiraal (inductiestroom), de negatieve pool wordt door de knopvormige of differente electrode gevormd.

Wil men eene grootere spiergroep door den electricen stroom prikkelen, dan legt men de breede, vochtige plaat onmiddellijk boven deze spieren, terwijl de kleine electrode dáar

geplaatst wordt, waar de zenuwstam zoo dicht mogelijk onder de huid loopt.

De richting van den stroom in de secundaire spiraal wisselt af, de openingsstroom verloopt echter sneller en oefent tegelijk eene krachtiger werking uit op het organisme. Proeven hebben bewezen, dat onder overigens dezelfde omstandigheden de prikkel van den inductiestroom aan de negatieve electrode sterker is dan aan de positieve. Het is daarom doelmatig om de kleine electrode, die den sterksten prikkel moet uitoefenen, met dat einde van de inductiespiraal te verbinden, dat bij de opening van den stroom negatieve pool wordt. Om den aard der pool te bepalen, bedient men zich van eene andere eigenschap der electriciteit, n. l. de ontledende kracht of *electrolyse*.

Leidt men namelijk de beide einden van eene inductiespiraal of de beide polen van eene constante batterij in eene vloeistof, bijv. water, dan wordt dit in zijne bestanddeelen (elementen) ontleed. Het water bestaat uit zuurstof en waterstof; nu gaat de zuurstof naar de positieve pool (anode) en de waterstof naar de negatieve (kathode). Daar wij weten dat alleen de ongelijknamige electriciteiten elkaar aantrekken, kunnen wij besluiten, dat de zuurstof negatief, de waterstof positief electrisch is. Evenals het water kunnen ook alle mogelijke lichamen, die in water oplosbaar zijn, door den electrischen stroom ontleed worden. Hebben wij met metaalzouten of metaal-oxyden te doen, dan gaat het zuur of de zuurstof als negatief electrisch naar de anode of positieve pool, het metaal als positief electrisch naar de kathode of negatieve pool.

Op grond van deze eigenschap van den electrischen stroom is nu gemakkelijk uit te maken, welke pool bij den openingsstroom der secundaire spiraal van den inductie-toestel positief of negatief wordt. Men gebruikt daarvoor jodetum kalicum: men verbindt namelijk de einden der secundaire spiraal met twee platina-draden, die men dicht bij elkaar op vochtig vloeipapier legt, gedrenkt in jodetum kalicum en stijfjel. Het jodium scheidt zich nu aan de positieve pool af, en kleurt de stijfjel blauw; laat men dus een openingsstroom

door het papier gaan, dan ontstaat aan de positieve pool een blauwe vlek.

In tal van aandoeningen, die met verlamming gepaard gaan, ziet men bij de aanwending van den inductiestroom geen werking, d. i. geen trekkingen in de verlamde spier. In deze gevallen gelukt het dikwijls bij aanwending van den constanten stroom, zoowel bij de opening als bij de sluiting, eene samentrekking te doen verschijnen. Bij de aanwending van den constanten stroom gelden in het algemeen dezelfde regels, als wij voor den inductiestroom gaven. Ook hier is het noodig, dat men de grootste dichtheid van den stroom op die plaatsen van het lichaam brenge, waar organen liggen, waarop men invloed wil uitoefenen. Daarenboven is het hierbij van belang te weten, welke richting de stroom heeft; de richting is n. l. voor de werking van groot gewicht, veel meer dan bij den inductiestroom.

Om de werking van electrische stroomen op de zenuwen na te gaan, heeft men proeven genomen op dieren, vooral op kikvorschen. Na klieving van de huid legde men eene zenuw bloot of sneed een stuk zenuw uit de dij van een kikvorsch. Op twee punten van de zoo geïsoleerde zenuw zette men de electroden en leidde zoo een electrischen stroom door een begrensde gedeelte der zenuw. Door deze proeven werd vastgesteld, dat de werking der beide electroden op de zenuw zeer verschillend was. De positieve of anode verminderde de prikkelbaarheid der zenuw, de negatieve of kathode daarentegen verhoogde haar. Verder bleek, dat de anode alleen eene samentrekking veroorzaakt bij de opening, de kathode alleen bij de sluiting van den stroom.

Deze zaak wordt veel eenvoudiger bij de aanwending van den electrischen stroom op den mensch. Men plaatst de kleine, knopvormige, nat gemaakte electrode niet op de zenuwen zelve, maar slechts op de plaatsen, waar deze nabij de huid verlopen, terwijl men de groote, nat gemaakte plaat op eene andere plaats van het lichaam brengt. Hierbij is de stroomdichtheid het grootst onder de kleine electrode, onder de groote is de dichtheid minder, naarmate de oppervlakte uitgebreider is; op alle andere plaatsen is zij nog veel ge-

ringer. Is de kracht van den stroom niet meer dan juist voldoende, om op de plaats, waar de kleine electrode staat, eene werking uit te oefenen, dan zal op de plaatsen onder de breede electrode gelegen, dus ook in de daaronder gelegen zenuwen geen prikkel worden waargenomen, nog veel minder op eenige andere plaats van het lichaam. Om op die plaatsen eenige werking te kunnen waarnemen, zou men veel sterkere stroomen moeten aanwenden. Bij deze wijze van handelen ondergaat dus de zenuw slechts *den invloed van eene enkele electrode*. Men heeft deze methode de *polaire*, beter de *unipolaire* genoemd.

Uit het bovenstaande volgt van zelf, dat, als de kleine op de zenuw geplaatste electrode de kathode is, men bij de sluiting van den stroom eene trekking krijgt in de spieren door die zenuw beheerscht, terwijl men bij de opening niets waarneemt. Omgekeerd wordt, wanneer de positieve pool met de kleine electrode verbonden is, alleen bij opening van den stroom eene spiertrekking waargenomen.

Wenden wij twee kleine knopvormige electroden aan, waarvan de eene op de zenuw, de andere ergens anders geplaatst wordt; stellen wij bijv. dat de kathode aan den uitwendigen gehoorgang, de anode op het achterhoofd geplaatst wordt, dan wordt de stroom over het geheel zwakker, omdat de weerstanden in de geleiding grooter geworden zijn, maar de zenuwen achter en voor staan onder dezelfde voorwaarden. Maakt men den stroom nu sterk genoeg, om eene merkbare werking uit te oefenen, dan krijgt men bij sluiting van den stroom alleen trekking aan de zijde der kathode, bij opening alleen aan den kant der anode. Doet men dezelfde proef met eenige inductieslagen, dan is de werking sterker aan de kathode dan aan de anode. Inductiestroomen komen dus overeen met sluitingen van den constanten stroom.

Bij de aanwending van den constanten stroom is het noodig, in de geleiding tusschen batterij en electroden een stroomwisselaar aan te brengen, om nu de eene dan weer de andere pool tot positieve resp. negatieve te maken. Verder is bij den constanten stroom de sterkte van belang, en moet men deze bij de toepassing gemakkelijk en zeker kunnen re-

gelen. Dit wordt mogelijk, 1°. door aanwending van een grooter of kleiner aantal elementen in de batterij, 2°. door weerstanden, die men in de geleiding aanbrengt. Tot dit laatste doel dient de *rheostaat*. Deze bestaat liefst uit enge glazen buizen, met eene sterke oplossing van zwavelzuur zink gevuld; de buizen worden loodrecht geplaatst en van onderen gesloten met eene kurk, waardoor een geamalgameerde zinken draad is gestoken. Van boven uit dompelt eveneens zulk een draad in de vloeistof. Door verschuiving van dezen laatsten draad kan men nu, nadat de rheostaat met de draden der batterij is verbonden, eene langere of kortere kolom vloeistof in de geleiding brengen, die bij de geringe dwarse doorsnede, die men de buizen kan geven, en bij den grooten weerstand, dien de stroom in de vloeistof ondervindt, een zeer belangrijken weerstand vormt.

Om zich van de sterkte van den electricischen stroom eene min of meer nauwkeurige voorstelling te maken, dient de *galvanometer*. Van nog meer belang is bij de aanwending van den electricischen stroom de kennis van de stroomdichtheid. Deze wordt berekend uit de stroomsterkte, gedeeld door de dwarse doorsnede van de aangewende prikkelende electrode.

De stroomsterkte blijft niet constant, daar reeds meestal in de electriche elementen resp. batterijen, de electriche kracht door ontledingen niet gelijk blijft. Van nog grooter invloed op de ongelijkmatigheid der stroomdichtheid is de polarisatie in de electroden en de verandering in de weerstanden in het lichaam.

*Polarisatie* noemt men het optreden van secundaire stroommen, ontstaande door ontleding van de oorspronkelijk volkomen gelijksoortige electroden, zoodat de ontledingsproducten zelve in staat zijn een eigen stroom te ontwikkelen. Het vloeien van den stroom door de nat gemaakte electroden veroorzaakt scheikundige ontleding en dientengevolge polarisatie. Om deze fout te ontgaan, gebruikt men onpolariseerbare electroden. Zij bestaan uit buisjes, waarin geamalgameerd zinkblik in eene oplossing van zwavelzuur zink dompelt; de buisjes zijn met klei gesloten, die met 1 % keuken-



zout-oplossing aangeroerd is. De polen der batterij zijn met het zinkblik verbonden.

Maar ook in de opperhuid en de andere lichaamsdeelen, waardoor de stroom vloeit, ontstaat de zoogen. *inwendige polarisatie*: deze kan op geene wijze vermeden worden, daar zij hare oorzaak in den bouw van het lichaam vindt, dat uit vaste en vloeibare deelen samengesteld is. Tusschen de vaste deelen onder elkander, evenals tusschen de vloeibare, ook van de vaste naar de vloeibare gaan bij de electriche stroommen secundaire stroommen; dit noemt men de inwendige polarisatie. Dikwijls neemt door deze inwendige polarisatie de weerstand af en wordt zoo de tengevolge van de polarisatie ontstaande verandering in den stroom weer gereduceerd.

Door deze verwickeling wordt de berekening der weerstanden zeer bemoeilijkt. In ieder geval zijn de weerstanden in de batterij uiterst klein, vergeleken bij die in het menschelijk en dierlijk lichaam. Men kiest daarom elementen, met zoo groot mogelijke electromotorische kracht, om zoo aan een gering aantal elementen voor geneeskundige doeleinden genoeg te hebben. De elementen kunnen daarbij klein genomen worden, voor het gemakkelijker vervoer; men neemt daartoe veelal chroomzuur-elementen, terwijl men voor batterijen, die niet verplaatst behoeven te worden, bij voorkeur elementen van Daniell, Siemens of Leclanché kiest.

De electroden der constante batterij zijn dezelfde als bij den inductiestroom. Hoe grooter de electroden, des te sterker wordt de stroom, des te geringer echter de dichtheid. Wil men den stroom op diep gelegen deelen laten inwerken, dan neemt men twee zeer groote electroden; wil men de werking tot eene kleine uitgestrektheid beperken, dan neemt men de kleine, knopvormige electroden; daardoor wordt de stroomdichtheid het grootst.

Gebruikt men den faradischen stroom tot geneeskundige doeleinden, bijv. tot genezing van eene verlamming, dan kan men de goed natgemaakte electroden dicht bij elkander op de spier plaatsen (directe prikkeling), of men zet de eene op de spier, de andere op de daarbij behoorende zenuw, of men prikkelt alleen de zenuw (indirecte prikkeling). Bij de

laatste methode kan de stroom veel zwakker zijn dan bij de directe prikkeling. De indirecte spierprikkeling is echter dikwijls ondoenlijk door de diepe plaats, waar de zenuw in de spier treedt. Hoe beter men de motorische punten kent, des te beter is men in staat met betrekkelijk zwakke stroomen zijn doel te bereiken. Dikwijls wordt door eene reeks zwakke inductiestroomen, die ieder op zich zelf geen trekking teweegbrengen, de gevoeligheid zooveel grooter, dat dezelfde stroom nu eene samentrekking veroorzaakt; deze verhoogde prikkelbaarheid der zenuwen kan nog een tijdlang na het faradisieren blijven bestaan.

Door de faradisatie van eene verlamde spier, die nog prikkelbaar is, behoedt men haar voor geheel en ondergang. Het is door de ondervinding gebleken, dat verlamde spieren tengevolge van hunne werkeloosheid en den daarmee gepaard gaanden gebrekkigen bloedtoevoer, dunner worden en op den duur al haar contractiel weefsel verliezen. Door de faradisatie wordt de spier kunstmatig tot arbeid gedwongen, de bloedsomloop wordt volkomener, het onbruikbare (aderlijke) bloed wordt gemakkelijker afgevoerd en bij iedere samentrekking wordt in de spier warmte ontwikkeld.

Men kan dus overal, waar spieren aan den invloed van den wil zijn onttrokken, dus verlamd zijn, den inductiestroom met vrucht aanwenden. De verlamming kan afhankelijk zijn van ziekte van hersenen of ruggemerg, of van de zenuwen, die van daar naar de spieren gaan, of van de spieren zelven, of van de lichaamsdeelen, waaraan de spieren zich vasthechten, zooals de beenderen, of van de deelen, die bij de samentrekking der spieren bewogen worden, zooals de gewrichten en de pezen.

In de gevallen, waar men met eene ziekte der gewrichten of pezen te doen heeft, is eigenlijk de invloed van den wil op de spieren niet opgeheven, maar door de pijn bij beweging wordt deze niet meer beproefd, of door vergroeiing van vroeger beweeglijke deelen is een mechanisch beletsel ontstaan voor de beweging van de overigens ongedeerde spier. Bij deze ziekten ontstaat eveneens door de rust vermagering der spieren. Ook na beenbreuken, ontwrichtingen, ontste-

king der peesscheeden blijft dikwijls langen tijd spiervermagering en stijfheid over, evenzoo na langdurig dragen van gipsverbanden en van andere verbanden, die de beweging der ledematen belemmeren. In al deze gevallen is de aanwending der faradisatie het beste middel om de vroegere beweeglijkheid weder terug te brengen.

Verder wordt de faradisatie doelmatig aangewend bij hersenziekten, waarbij het nog niet tot verwoesting der hersenzelfstandigheid gekomen is. Zoo wordt dikwijls door zwakke inductiestroomen op den schedel, door de zoogen. electriche hand, bij zwakte, hoofdpijn en slapeloosheid bij bloedarme en lichamelijk achteruitgegane personen, veel nut verkregen.

Ook het ruggemerg kan behandeld worden door faradisatie langs den ruggest reng, nog afgezien daarvan, dat men door faradisatie der spieren, die bij ruggemergsziekten verlamd worden, deze verlammingen kan bestrijden.

Bij verlammingen, die in eene aandoening der zenuwen hare oorzaak vinden, is het in het begin der ziekte dikwijls niet mogelijk zelfs door sterke inductiestroomen, die boven de aangedane plaats worden aangewend, de stoornis in de geleiding te overwinnen en eene samentrekking teweeg te brengen; gelukt dit echter, dan is dit het eerste begin der genezing, en is tot volkomen herstel verdere faradisatie noodig.

Eene andere werking van den inductiestroom is de zoogen. *katalytische*. Met dezen naam bestempelde *Remak* een aantal deels physische, deels physiologische werkingen van den electriche stroom. Zij bestaan vooreerst in de *electrolyse*, d. i. zooals wij reeds weten, eene ontleding van vloeistoffen en daarin opgeloste zouten, veroorzaakt door het doorvloeien van een electriche stroom. Daar het menschelijk lichaam veel water bevat, kan men zich voorstellen, dat de weefsels slechts uit cellen, met eene zoutoplossing gevuld, bestaan. Bij aanwending van den electriche stroom ontstaan nu in deze vloeistof veranderingen, waarbij de electropositieve ontledingsproducten van het lichaam aan de kathode, de electro-negatieve aan de anode worden afgescheiden.

Een tweede, ook physische werking van den stroom is eene

*voortdrijvende* of *kataphorische* werking. Deze ontstaat, als men een stroom laat gaan door eene vloeistof, die zich in haarfijne (capillaire) buisjes of ruimten bevindt, en oplosbare stoffen bevat. De vloeistof wordt dan in de richting van den stroom van de positieve naar de negatieve pool bewogen. Ook nu kunnen wij ons het menschelijk lichaam voorstellen als bestaande uit eene vloeistof met opgeloste stoffen, in cellen, eene soort van capillaire ruimten, besloten. Wordt er een electricische stroom door geleid, dan zal eene stroomende beweging der vloeistoffen in de cellen en wel van positief naar negatief ontstaan. Op deze wijze kan van ziekelijk veranderde plaatsen, bijv. van te sterk met vocht gedrenkte zoogen. oedemateuse of waterzuchtige deelen der hersenen, de overmatige vloeistof afvloeien en zoo tot de genezing bijgedragen worden. Deze eigenschap van den electricischen stroom is nog verder in toepassing gebracht, door aan de anode of nog beter aan beide polen geneesmiddelen aan te brengen, zooals bijv. oplossingen van jodetum kalicum, chinine, strychnine, en deze door het plaatsen der electroden in de nabijheid der zieke lichaamsdeelen daarin te drijven. Zoo heeft men verbetering bewerkt bij krop, klierzwellingen en gewrichtsziekten. Het geneesmiddel wordt door de ongedeerde huid opgenomen; men doet goed de richting van den stroom van tijd tot tijd te veranderen.

Een derde en wel eene physiologische werking is de invloed op de *wijdte der bloedvaten* of de vasomotorische invloed. Deze wordt of door directe werking van den stroom op de spierelementen der vaten uitgeoefend, of indirect door prikkeling van de zenuwvezelen, die die vaatspieren beheerschen.

De faradische electriciteit is ook aangewend om ontsteking te bestrijden en tegelijk pijn te verminderen. Men legt het zieke deel in een bak water, van 5° tot 30° C.; in dit water is eene electrode gedompeld, terwijl de andere electrode op eene willekeurige andere gezonde plaats van het lichaam wordt geplaatst. Allerlei vormen van in- en uitwendige ontstekingen, zooals aan de gewrichten, oogen, borstvlies, zijn op deze wijze met vrucht behandeld.

Evenals verlammingen der willekeurige spieren door de

faradisatie behandeld worden, geschiedt dit ook bij verlamming van de spieren der buikingewanden, die van onzen wil niet afhankelijk zijn.

Een grooten invloed heeft de faradische stroom op de prikkelbaarheid van de gevoelszenuwen der huid; vooral verkrijgt men eene krachtige werking, wanneer men het zoogenaamde faradische penseel bezigt. Men kan dit langer of korter op eene willekeurige plaats laten staan als zoogen. geesel, of, door het op eenigen afstand van de huid te houden, vonken op de huid doen overspringen. Natuurlijk is de pijn afhankelijk van de kracht van den inductiestroom. Door aanwending van deze huidprikkelers kunnen ziekelijke afwijkingen in de gevoeligheid met goed gevolg bestreden worden; vooral zijn de gevolgen van de faradische huidprikkeling bij verlamming tengevolge van verwoesting van een deel der hersenen verbazend; hierbij wordt van de huid uit door middel van de zenuwen een zeer sterke prikkel op de nog behouden deelen van de hersenen, nabij de zieke plaats gelegen, uitgeoefend en door dezen prikkel worden zij, om zoo te zeggen, uit haren staat van onmacht gewekt.

Krachtige huidprikkelers dienen verder tot opwekking van de ademhaling bij gestikten (ook verdronkenen), pasgeboren kinderen en schijndooden. Het ophouden van de ademhaling kan ook door de inademing van vergiftige gassen veroorzaakt zijn. Om de ademhaling weder aan den gang te brengen, wendt men òf sterke faradische prikkelers aan, òf men plaatst twee breede electroden aan beide zijden van den hals aan de buitenzijde van de halsspier; de duur van een krachtigen stroom moet tot twee seconden bedragen; de uitademing wordt kunstmatig door druk op den buik teweeggebracht. Dit moet dikwijls urenlang volgehouden worden, tot dat de ademhaling zonder kunsthulp plaats heeft.

Om pijn, vooral zenuwpijn te doen bedaren, gebruikt men eveneens den faradischen stroom: men faradiseert met matig sterke stroomen en natte electroden de pijnlijke spiergroepen, of men plaatst het electrisch penseel op de pijnlijke plek, of men laat den lijder éene natgemaakte electrode in de hand nemen, terwijl men zelf de andere in de linkerhand

neemt en met de bevochtigde vingers der rechterhand de pijnlijke plaats zacht bestrijkt; deze methode noemt men de *electrische hand*.

Om verslapping van krampachtig samengetrokken spieren te bewerken, wendt men de zoogen. *aanzwellende faradische stroomen* aan, waarbij men langzaam van geringe tot groote stroomsterkte opklint.

Onder den naam »*algemeene electriseering*» hebben Amerikaansche geneesheeren eene methode ingevoerd, waarbij elk deel van het lichaam, zoover dit door uitwendige aanwending van electriciteit mogelijk is, onder den invloed van den electrischen stroom gebracht wordt. Men bereikt dit het best, wanneer men de eene pool, bij voorkeur de negatieve, aan de voeten of het zitvlak plaatst, terwijl de andere pool over het geheele lichaam wordt gevoerd. Daarbij rusten beide voeten op eene koperen plaat, met vochtig flanel overtrokken en met de negatieve pool in verbinding. De koperen plaat zelve rust op een verwarmden steen. De positieve pool wordt van het hoofd tot de voeten over alle lichaamsdeelen geleid; gevoelige deelen, zooals de oogen, worden met de electrische hand aangeraakt. De duur van eene zitting bedraagt vijf minuten tot een half uur, wekelijks kunnen twee tot vier zulke zittingen plaats hebben. Men kan voor de algemeene electriseering zoowel den faradischen als den constanten stroom gebruiken. Zij wordt toegepast bij zwakke zenuwachtige personen, bij lijders aan de zoogen. neurasthenie.

Eene andere wijze van aanwending der algemeene electriseering bestaat daarin, dat men de eene electrode onbeweeglijk in den nek plaatst, terwijl met de andere over den rug wordt gestreken; verder worden de voeten op eene met flanel overtrokken, natgemaakte metalen plaat gezet, terwijl zich in de hand van den lijder twee electroden bevinden, die door vorkvormige verdeling van één electrode gevormd zijn. Verder kan de positieve electrode ook den vorm van eene rol bezitten, die dan uit kool of metaal bestaat en met nat flanel bekleed is. Deze rol wordt over de lichaamsdeelen heen en weer gerold.

Evenals de faradische stroom is de constante stroom een

krachtig middel om zenuwen en spieren te prikkelen. Hierbij bedient men zich van de sluiting en opening van den stroom, bij voorkeur van de stroomwending. Men is daardoor dikwijls in staat, door zwakke, galvanische stroomen in verlamde deelen zelfs dan nog invloed uit te oefenen, wanneer de sterkste faradische stroomen vruchteloos worden aangewend.

Eene andere eigenschap der galvanische electriciteit is deze, dat de prikkelbaarheid der zenuwen nog eenigen tijd verhoogd blijft, nadat de stroom heeft opgehouden te vloeien. Eene zelfde werking oefent de constante stroom ook op de spieren uit. Zoo kan men door den constanten stroom, vooral in opstijgende richting, eene vermoeide spier weer krachtig maken. Heeft een galvanische stroom eenigen tijd door eene zenuw of spier gevloeid, dan kan men door een in tegengestelde richting vloeienden galvanischen stroom bij opening en sluiting een prikkel teweegbrengen. De galvanische stroom heeft dus op deze weefsels een opwekkenden invloed, die de verlamming tegengaat (antiparalytische werking).

De waarneming, dat het gedeelte van de zenuw nabij de anode minder prikkelbaar blijkt, dan dat nabij de kathode, heeft er toe geleid, van deze eigenschap gebruik te maken in de aanwending van de zoogen. polaire methode, ter bestrijding van pijnlijke zenuwaandoeningen. Verder werkt het plaatsen van de positieve pool op de zoogen. pijnlijke drukpunten bij algemeene of plaatselijke kramp kalmeerend.

Evenals de faradisatie met het electricisch penseel een krachtig opwekkend middel voor de gevoelszenuwen is, kan men met de kathode van den constanten stroom, in den vorm van een penseel aangewend, een sterken prikkel op de gevoelszenuwen uitoefenen.

Verder brengt de constante stroom in dezelfde zoo niet hoogere mate als de faradisatie, de katalytische werkingen te weeg, die wij vroeger besproken hebben. Daar de constante stroom in de diepte werkt, en zelfs door de beenige omhullingen der inwendige organen dringt, is hij meer dan de faradische stroom in staat deze werking uit te oefenen; in den constanten stroom bezitten wij dus bij voorkeur het middel om dieper gelegen organen te behandelen. Zijne antiparaly-

tische werking wordt vooral gebruikt bij periphere verlammingen, voornamelijk in lichte gevallen; men wendt hem dan dadelijk op de zieke plaats aan.

Bij de aanwending van den constanten stroom hebben bij opening en sluiting van den keten op de plaatsen, waar de polen staan, in de zenuwen eigenaardige veranderingen plaats, die onafhankelijk zijn van de richting van den stroom, alieen door het positieve of negatieve karakter der electroden veroorzaakt worden. De ontdekking daarvan leidde tot de toepassing van de *unipolaire prikkeling*; men stelde vast, dat de prikkeling met de positieve pool denzelfden invloed uitoefende als die met een afdalenden stroom, dat met de negatieve pool hetzelfde wordt bewerkt als met een opstijgenden stroom. Tegelijk komt nog de besproken verandering in de prikkelbaarheid in aanmerking (zie boven).

Daar de stroom van de positieve pool naar de negatieve gaat, noemt men den stroom afdalend, als de anode op het voorhoofd, de kathode in den nek geplaatst is; bij omgekeerde plaatsing der electroden spreekt men van opstijgenden stroom. In de streek van het ruggemerg wordt de stroom afdalend genoemd, wanneer de positieve pool op eene hoogere plaats staat dan de negatieve. Ten opzichte van de zenuwen geldt het ruggemerg als de hooger gelegen plaats. Blijven beide electroden gedurende eene elektrische zitting op dezelfde plaatsen, dan spreekt men van de *stabile* methode, terwijl bij de *labile* de electroden van plaats veranderen, doordat men ze over enkele plaatsen van het lichaam doet glijden.

Behalve de boven besproken algemeene electriseering door inductie- of galvanische electriciteit, bestaat er nog een andere vorm van algemeene electriseering en wel in den vorm van *baden*. Men onderscheidt twee vormen van elektrische baden. In het eene geval zit de zieke in eene houten of met lak bekleede badkuip; twee breede metalen platen, als electroden van een constanten of faradischen stroom, bevinden zich in het water, zonder den bader aan te raken; men behoeft sterke stroomen om eenige werking te bespeuren. Nu neemt men in plaats van de eene breede electrode eene smalle, van 3 tot 6 cM. middellijn en van den vorm van een



schop; deze doet men tot op 1 cM. afstand van het lichaamsdeel naderen. Bij sterke stroomen kan men op deze wijze spieren en zenuwen prikkelen; dan wordt het echter eene wijziging van de gewone wijze van electriseeren, en niet eene algemeene electriseering. Voor het laatste doel gebruikt men het best ongelakte metalen kuipen, die onmiddellijk met een pool van den stroom zijn verbonden, zoodat de kuip zelve de electrode vormt, terwijl de andere pool, een breede metalen plaat, ligt op een lichaamsdeel, dat buiten het water gebleven en met een nat compres bedekt is. Daarenboven kan men den lijder voor de directe aanraking met de kuip (electrode) beschermen, door hem in eene soort van hangmat te plaatsen, die aan den zolder bevestigd is en in de kuip hangt, of door een laag gummi op den bodem der kuip aan te brengen.

Wij willen nu de ziekten der verschillende lichaamsdeelen behandelen, waarbij eenig resultaat van de elektrische behandeling te verwachten is.

Een zeer veel voorkomend lijden is de verlamming van éene zijde van het lichaam, de *hemiplegie*; deze wordt veroorzaakt door allerlei aandoeningen der hersenen, zooals bloedingen, verstopping van bloedvaten, verwonding, kwaadaardige gezwellen. Deze oorzaken, hoe verschillend zij ook zijn, hebben allen dezelfde gevolgen, n. l. het werkeloos worden van een deel der hersenen, dus van het middelpunt voor de geregelde, bewuste werkzaamheid der verschillende lichaamsdeelen. De gevolgen beperken zich echter niet tot het deel der hersenen, dat bijv. door eene bloeding verwoest is, maar de ziekelijke verandering wordt grooter, daar in de hersenen, rondom het zieke gedeelte, eene streek door ontsteking en vochtphooping medelijdt.

Is men in staat den invloed van deze ontsteking op te heffen, en is de zieke plaats niet te groot en niet al te belangrijk voor de geregelde functiën van het lichaam, dan gelukt het meestal den toestand weder geheel tot het normale terug te brengen. Een middel daartoe vinden wij in de aanwending van den constanten stroom op den schedel. Deze werkt door zijne katalytische eigenschappen; hij werkt de verwijdering der vloeistoffen rondom de getroffen plaats in de

hand en oefent invloed uit op de bloedvaten en hunne zenuwen.

Bij de galvanisatie van zieke hersenen moet de grootste voorzichtigheid in acht genomen worden: alleen zwakke stroomen en groote nauwkeurigheid bij het sterker of zwakker maken. Zonder galvanoscoop en rheostaat mag men niet beginnen. Men moet langzaam den stroom versterken, ook mag men de polen niet snel afnemen of verschuiven; bij het einde der zitting moet men langzamerhand met den rheostaat den stroom verminderen. Eene zitting mag niet langer dan 3 à 4 minuten duren, anders brengt zij nadeel in plaats van voordeel. Ook is het raadzaam de galvanische behandeling eerst 5 à 6 weken na het ontstaan van de verlamming te beginnen. Men past de stabile galvanisatie toe, d. i. de electroden veranderen niet van plaats. Men kan aan de zieke zijde den stroom van het voorhoofd naar den nek leiden, of dwars door het hoofd, als men de beide electroden achter de beide ooren plaatst, of wanneer de ziekte meer vóór in den schedel zetelt, plaatst men de electroden op de slapen. Bij voorkeur plaatst men de kathode in de schedelstreek, waar men den bloedtoevoer wil verminderen, dus de vaten wil vernauwen; de anode plaatst men daar, waar men eene meerdere bloedstrooming wenschelijk vindt.

Ook de galvanisatie van den hals, waarbij de knopvormige anode dicht achter het oor, bijv. rechts en de kathode ter zijde van de wervelkolom van den vijfden halswervel tot den zesden borstwervel bijv. links geplaatst worden, kan tot bevordering van de opslorping van ziekelijke producten in de hersenen gebruikt worden. Door deze methode wordt de sympathicus getroffen, d. i. de zenuw, die alleen indirect met de hersenen in verband staat, doch invloed uitoefent op een groot aantal bewegingen en processen in ons lichaam, die niet aan onzen wil onderworpen zijn, zooals verwijding en vernauwing der bloedvaten, de spijsvertering enz.

De faradische stroom mag bij éenzijdige verlamming tengevolge van hersenlijden niet aangewend worden; wel moet men door faradisatie beletten dat de verlamde spieren vermageren; terwijl daarenboven eene katalytische werking ont-

staat, als men door een groot deel van de lichaamsoppervlakte faradische stroomen laat vloeien. Hierdoor wordt eene vermindering van den bloeddruk in de hersenen veroorzaakt. Ook tegen de pijnen, die tengevolge van eene verlamming ontstaan in de onbeweeglijke gewrichten, kan men zwakke inductiestroomen met nut aanwenden, wanneer men daarmede bewegingen van de verlamde deelen (door vreemde hand) verbindt. Bij voorkeur faradiseert men de spieren van het bovenste lid, men electriseert achtereenvolgens de spiergroepen aan schouder, boven-, voorarm en hand elk één tot twee minuten.

De galvanisatie der hersenen en de faradisatie der ledematen worden bij de behandeling dezer verlamming met vrucht gecombineerd; de behandeling, die 3 à 4maal per week plaats heeft, duurt 8 tot 12 weken. Vertoont zich in dien tijd geene belangrijke verbetering, dan staakt men de behandeling en begint eerst na eenige maanden opnieuw.

Betrekkelijk zeer goede resultaten heeft men van de electriciteit verkregen bij de zoogen. *bulbair-paralyse*; deze ziekte openbaart zich in verlamming van de spieren van tong, keel, verhemelte en aangezicht; in ongunstige gevallen maakt deze ziekte door onmogelijkheid tot slikken, dus door verhongeren, of door verstikking een einde aan het leven. Bij dit lijden wordt een matig sterke galvanische stroom dwars door den schedel geleid, de polen achter de ooren geplaatst, de richting afwisselend; tegelijk kan men de galvanisatie van den hals aanwenden op de vroeger beschreven wijze. Verder moet door zwakke inductiestroomen het vermageren der verlamde spieren worden tegengegaan.

Al is bij de behandeling van krankzinnigheid in het algemeen weinig nut van de aanwending der electriciteit gezien, toch kan voorzichtige galvanisatie van den schedel met vrucht beproefd worden, wanneer men slaap, d. i. rust van de hersenen wil teweegbrengen. Door zwakke galvanische stroomen kan men hallucinaties, vooral van het gehoor, verdrijven; terwijl bij zwaarmoedigen de gedrukte stemming in vele opzichten door de opwekkende werking van den constanten en inductiestroom wordt verbeterd.

Verder wordt de electriciteit veel aangewend bij meer langzaam verloopende, slepende aandoeningen van het *ruggemerg*, die men eerst in de laatste tientallen van jaren meer heeft leeren kennen. Zoo is in de eerste plaats de zoogen. *kinder-verlamming*, zoowel in haar verloop als in hare oorzaken en de anatomische veranderingen, die in het ruggemerg gevonden worden, nauwkeurig nagegaan. Bij deze geheel plotseeling optredende ziekte, die dikwijls verschillende spiergroepen, ja zelfs verschillende ledematen verlamt, vindt men eene aandoening, soms zelfs vernietiging van weefsels in de grijze zenuwstof van het ruggemerg. Daar bij voorkeur kleine kinderen worden aangetast, moet men met de galvanisatie van het ruggemerg zeer voorzichtig zijn. De zittingen mogen niet dagelijks, maar slechts 3 à 4maal per week plaats hebben; de stroom mag niet langer dan 3 à 4 minuten duren en moet dan gewisseld worden. Meestal plaatst men de anode op het beenig uitstreksel van den wervel, waar men de zieke plaats in het ruggemerg onderstelt, en de kathode op de verlamde spieren of ledematen; men kan deze kathode met voordeel labiel aanwenden, d. i. over de verlamde spieren bewegen.

Eene dergelijke ziekte is ook bij volwassenen waargenomen. Bij de behandeling zag men goede resultaten, als men aan de galvanisatie van het ruggemerg die van de zieke zenuwen en spieren paarde.

Het aantal aan te wenden elementen kan veel grooter genomen worden (15—30) dan bij kinderen (4—8). De elektroden worden zoo dicht mogelijk bij den vermoedelijken haard der ziekte in het hals-, borst- of lendengedeelte van het ruggemerg geplaatst. Hiermede verbindt men de periphere behandeling, d. i. men plaatst de anode in de streek van het lijdende ruggemergsgedeelte en beweegt de kathode over de zenuwen en spieren der verlamde ledematen.

Eene der menigvuldigste aandoeningen van het ruggemerg is de *ruggemergstering*; deze heeft voornamelijk aan den schep- per der wetenschappelijke elektrische behandeling tot voorwerp van allernauwkeurigst onderzoek gediend; zijne landgenooten noemden het lijden dan ook de ziekte van Duchenne. Ter behandeling van deze aandoening gebruikt men

de centrale galvanisatie, waarbij men alle zieke gedeelten van het ruggemerg onder de inwerking van den stroom brengt, en wel zoo, dat men een vrij groote metalen plaat-electrode boven in den nek, een andere in de lendenstreek plaatst, en nu de eene tot de andere doet naderen, zonder de huid los te laten. Niet minder voordeelig is het, den hals te galvaniseeren; men plaatst daartoe de kathode achter de onderkaak aan de eene zijde, terwijl men met de andere electrode labiel aan de andere zijde langs de wervelkolom strijkt. De bij ruggemergstoring niet zelden voorkomende pijnlijke punten in den rug worden door de stabiel daarop geplaatste anode behandeld, terwijl de kathode op het borstbeen geplaatst wordt. De daarbij gebruikte stroomen mogen niet te sterk zijn, 20—30 elementen zijn voldoende; ook mag elke zitting niet langer dan 10 minuten duren en niet meer dan 3 à 4maal per week herhaald worden. Daarenboven kan de periphere galvanisatie toegepast worden; de anode wordt stabiel op den rug, de kathode labiel op de verlamde spieren aangewend; tegen de slapheid der spieren is de faradisatie het beste middel. Bij het voortwoekeren der ruggemergstoring ontstaan ook stoornissen in de functiën van blaas en endeldarm. Tegen die van de blaas brengt men de anode van den constanten stroom aan op het onderste gedeelte van het borst- en het lendenruggemerg, terwijl de kathode boven het schaambeen geplaatst wordt. Tegen de verlamming en gevoelloosheid van de sluitspier van den endeldarm wordt de kathode een eind in het darmkanaal gebracht, en de anode op de wervelkolom geplaatst.

Tegen de reeds in het begin der ziekte outstaande, maar later toenemende, zeer kwellende pijnen, zoowel als tegen de abnormale, dikwijls hoogst onaangename gewaarwordingen in de huid, zooals koude, mierkruipen enz. is de faradiseering der huid met het electrisch penseel voortreffelijk gebleken. Het penseel wordt aan de kathode aangebracht en de huid van den rug en de ledematen tweemaal gepenseeld, tot zij rood wordt; men mag daarbij niet veel pijn veroorzaken, de duur der zitting mag niet meer dan 10 minuten bedragen.

Aan de ruggemergstoring sluiten zich tal van ruggemergs-

ziekten aan, die allen nog niet volkomen scherp begrensd zijn; bij de electricische behandeling gaat men naar dezelfde methode te werk, als bij de behandeling der kinderverlamming en ruggemergstering werd opgegeven.

Ook moeten wij nog over de behandeling spreken van de verlammingen, waarvoor men de oorzaak wel in het ruggemerg zoekt, maar waarover nog weinig bewezen is. Hiertoe behooren de verlammingen bij *loodvergiftiging*, die bij arbeiders in loodwitfabrieken, schilders, lettergieters voorkomen. Bij voorkeur worden de strekspieren van handen en vingers aangetaast. Ook hier centrale galvanisatie van het halsgedeelte van het ruggemerg, gepaard met periphere galvanisatie der zieke zenuwen en spieren. Voor afzonderlijke spieren is de faradische stroom van voordeel. Deze zelfde behandeling wordt toegepast bij de zoogen. progressieve spiervermagering en andere ziekten, met atrophie der spieren gepaard gaande.

Hiertoe behooren ook de verlammingen, die na diphtheritis ontstaan, meestal 2 à 3 weken nadat de zieke hersteld is. In den regel wordt de keel en het verhemelte verlamd, zoodat bij het drinken de vloeistof licht door den neus terugkomt; verder ziet men verlammingen om en in het oog, met scheelzien of vèrziendheid als gevolg. Niet zelden worden ook spieren der ledematen en van den romp verlamd. Tot genezing van dezen vorm van verlamming wendt men met voordeel zwakke constante stroomen aan, waarbij de anode op den nek, de kathode op de verlamde spieren geplaatst wordt.

Ook na andere zoogen. infectieziekten openbaren zich nu en dan verlammingen. Zoo na roodvonk, mazelen, pokken, de verschillende vormen van typhus enz. De behandeling met electriciteit geschiedt op dezelfde wijze als na diphtheritis.

Afgezien van al deze verlammingen, die hare oorzaak in de hersenen en het ruggemerg vinden, kunnen ook de zenuwen zelfen door tal van aandoeningen getroffen worden. Zoo kunnen zij verwond worden door geweld (snijden, schieten, druk, verscheuring); niet minder worden zij door kouvatten verlamd; in andere gevallen wordt de oorzaak in ziekten van andere organen gevonden, bijv. in druk op eene zenuw in een beenig kanaal, dat door ontsteking gezwollen is; zoo door lit-

teekens. Verder hebben eenige vergiften, zoo zij in het bloed geraken, een schadelijken invloed op de zenuwen; ook overmatige arbeid verlamt.

Bij de behandeling van lijdende zenuwen is het van het grootste belang, den zetel van het lijden, wanneer die te bereiken is, direct onder den invloed der electroden te brengen. Men plaatst de anode òf op de verlamde spier, òf op den zenuwbundel, waarin de aangedane zenuw loopt, de kathode boven de lijdende plaats, en wendt een matig sterken stroom aan. Verder is het van voordeel, om, wanneer eenige beterschap waargenomen wordt, te trachten door prikkeling boven (centraal van) de zieke plaats met sterke faradische stroomen of met galvanische stroomen (afgebroken en telkens omgekeerd) de stoornis in de geleiding op te heffen. De ondervinding heeft geleerd, dat bij zware periphere zenuwverlammingen in de eerste twee maanden geen resultaten van eenig belang worden bereikt, hetzij met den faradischen, hetzij met den constanten stroom: het is dus voldoende binnen dien termijn één tot tweemaal 's weeks den constanten stroom aan te wenden; bij geringere verlammingen electriseere men meermalen per week.

Om te beslissen, of eene zenuwverlamming tot de lichte of ernstige behoort, onderzoekt men met de electriciteit. Wij noemen eene verlamming *licht*, wanneer de electriche prikkelbaarheid van de zenuwen en spieren onder de aangedane plaats ongeveer eene week na het ontstaan der verlamming, nog normaal is; in deze gevallen kan men binnen weinige weken herstel verwachten. Is echter de galvanische en faradische prikkelbaarheid belangrijk verminderd, dan noemt men de verlamming *zwaar* en kan men geen genezing verwachten, dan na verloop van drie of vier maanden.

De menigvuldigste der periphere verlammingen is die van de *aangezichtszenuw*; bij lichte verlamming is een zwakke, labiele, galvanische stroom voldoende: de lijder houdt daarbij de anode in de hand. Voor zware gevallen neemt men zijne toevlucht tot de stabiele aanwending van een vrij sterken galvanischen stroom, met de kathode op de verlamde spieren, of tot de faradisatie.

Even menigvuldig zijn verlammingen van de zenuwen van het bovenste lid, vooral van de zenuw, die aan den binnenkant van den elleboog loopt, en dikwijls in den slaap door den rand van het bed gedrukt wordt. Verlammingen van andere zenuwen van dit lid ontstaan door beenbreuken, schouderontwrichting, door druk van krukken, door het dragen van te vast aangelegde verbanden, door vallen op den schouder enz. Ook bij pasgeboren kinderen neemt men soms verlammingen van de spieren van bovenarm en schouder waar. Zij worden veroorzaakt door de handgrepen, die nu en dan bij de bevalling noodzakelijk zijn.

Bij de zenuwen van het *onderste lid* zijn verlammingen veel zeldzamer als aan het bovenste lid. Terwijl bij de armen de zenuwbundels veel meer toegankelijk zijn voor de electricische behandeling, moet men bij de onderste ledematen de eene electrode, liefst de anode, in den endeldarm brengen of op de lendenwervels plaatsen, terwijl de andere op de schaamstreek of het kruis rust, of over de verlamde spieren wordt bewogen.

Behalve de onmacht van de spieren, om zich onder den invloed van den wil samen te trekken (paralyse), zijn er nog verschijnselen, die eerder op het tegendeel zouden wijzen; dit zijn de *krampachtige bewegingen* van spieren binnen het bereik van sommige zenuwen; deze kramp (spasmus) wordt veroorzaakt door eene aanhoudende, van den wil onafhankelijke samentrekking der spieren. Hierbij kan men niet zelden waarnemen, dat, wanneer de kramp in een zenuwgebied zetelt, deze kramp te voorschijn kan worden geroepen van naburige gevoelszenuwen uit, of zelfs van plaatsen, die van de zieke plaats ver verwijderd liggen. Deze punten, *drukpunten* geheeten, hebben niet zelden hun zetel aan den rug, aan de beenuiteinden der wervelkolom, op zijde van den hals. Ter behandeling van de drukpunten wendt men met groote voorzichtigheid matig sterke galvanische stroomen aan, de anode op het drukpunt en de kathode op eene willekeurige plaats van het lichaam. Een van de meest voorkomende dezer krampen is de *Tic convulsif* of *aangezichtskramp*; verder krampen in de diepe nekspieren en de kramp van de kin.



Veel zeldzamer zijn krampen, die zelfstandig in de spieren der bovenste of onderste extremiteit optreden; meestal zijn deze dan verschijnselen van andere zware zenuwaandoeningen, zooals vallende ziekte, St. Vitus-dans enz. Voor al deze vormen van kramp wendt men met vrucht den constanten (of een sterken faradischen) stroom aan op de zieke zenuwspiergroep.

Tengevolge van te groote inspanning van zenuwen en spieren, ziet men soms eigenaardige ziekteverschijnselen optreden, die ook, ofschoon niet geheel juist, »kramp» worden geheeten. Zulke krampen komen voor bij beroepen, die eene overmatige en eenvormige beweging van enkele spiergroepen eischen; men ziet ze daarom bij schrijvers, vioolspelers, klavierspelers, telegraphisten, kleer- en schoenmakers. Bij verschillende beroepen worden natuurlijk verschillende zenuwspiergroepen aangetast. Hierbij kan de patient niet zijne gewone bezigheden blijven verrichten; zoodra hij n. l. de spierbewegingen daartoe noodig wil uitvoeren, gaan zich tegen zijn wil ook andere spiergroepen samentrekken, en wordt dus de beweging, die hij voorhad, onvolkomen uitgevoerd. Of, wat ten onrechte ook »kramp» wordt genoemd, in de spieren openbaart zich beven, de spieren zijn te zwak, om met kracht den gewenschten arbeid te verrichten. Soms openbaren zich hevige pijnen in den loop der spieren of in de beenderen en gewrichten, zoodat de voor het beroep noodzakelijke spierarbeid niet verricht wordt. Bij de behandeling van deze *beroepskrampen* moet men in de eerste plaats onderzoeken, of in het aangedane gedeelte ook punten gevonden worden, die pijnlijk bij druk zijn; op deze plaatst men de anode; de galvanische stroom mag niet te sterk zijn. Daarenboven kan men het halsgedeelte van het ruggemerg en de zenuwen galvaniseeren. De werkelijke verlammingen, die misschien bestaan, moeten met matig sterke faradische stroomen behandeld worden, terwijl men het faradische penseel aanwendt tegen de pijnen, die op bepaalde punten gevoeld worden. Aan de electriche behandeling wordt onthouding van den gewonen arbeid, gymnastiek en massage gepaard.

Op ruime schaal en met uitstekend gevolg wordt de electriciteit toegepast bij de zenuwpijnen of neuralgiën, die op

allerlei plaatsen van het lichaam voorkomen; hierbij wordt van beide soorten van stroomen gebruik gemaakt. De meest voorkomende is de zoogen. *tic douloureux*, de neuralgie van de aangezichtszenuw. Men bedient zich daarbij van een galvanischen stroom, die langzaam (door den rheostaat) in kracht toeneemt, en waarbij de anode stabiel op de pijnlijke punten geplaatst wordt. Deze pijnlijke punten komen overeen met de plaatsen, waar de zenuwtakken uit de beenige kanalen te voorschijn komen. De zitting duurt 3 tot 5 minuten, de sterkte van den stroom moet langzaam verminderd worden. Om ook de diepere pijnlijke plaatsen te behandelen, leidt men den stroom in loodrechte of horizontale richting door het hoofd; men plaatst daarbij de anode stabiel op de pijnlijke punten, de kathode op een indifferent punt. In andere gevallen heeft men gunstige resultaten verkregen van de aanwending van matig sterke inductiestroomen met vochtige electroden of het penseel. Alle andere neuralgiën, zooals die van het achterhoofd, van den arm, van de tusschenribsruimten, worden op dezelfde wijze behandeld, natuurlijk met inachtneming van de plaatselijke omstandigheden; men plaatst een voorzichtig sterker wordenden constanten stroom gedurende 3—5 minuten met de anode op het pijnlijke punt, de kathode op een indifferent punt en langzame verzwakking van den stroom.

Afzonderlijke vermelding verdient wegens haar veelvuldig voorkomen de neuralgie van de heupzenuw, de *Ischias*. Men behandelt haar door galvanisatie, en wel door plaatsing van de anode op het onderste gedeelte van de lendenwervelkolom of op het kruis, terwijl de kathode op eene lagere plaats op de achterzijde van de dij geplaatst wordt. Beide electroden kunnen nu labiel langs den geheelen loop van de heupzenuw tot aan de kniekuil voortbewogen worden, waarbij de afstand tusschen beide polen twee tot drie handbreedten moet bedragen. Vier tot vijf zittingen per week, gedurende vier tot vijf minuten, met een vrij sterken stroom, zijn bij dit lijden noodzakelijk. In hardnekkige gevallen is het soms wenschelijk, ook van krachtige faradische stroomen met vochtige electrode of met het penseel gewapend, gebruik te maken.

De ondervinding heeft geleerd, dat bij de neuralgie in de nabijheid van het stuitbeen (de coccygodynie) weinig nut van de electricische behandeling kan verwacht worden.

De verschijnselen, veroorzaakt door eene *zenuwontsteking*, die soms door koude vatten of verwonding ontstaat, zooals verlamming, pijn, stoornissen in het gevoel, kunnen dikwijls reeds in het eerste (acute) tijdperk met vrucht behandeld worden door voorzichtige aanwending van den constanten stroom (de kathode op een indifferent punt, de anode op de pijnlijke drukpunten). Dit ontslaat echter niet van de algemeene behandeling van ontstoken deelen, zooals rust, ijs, bloedzuigers enz.

Behalve de gevoels- en bewegingszenuwen zijn er nog andere, die de verwijding en vernauwing der bloedvaten, en de afscheiding der klieren beheerschen; verder zenuwen, waarvan de voeding en de groei tot zekere hoogte afhankelijk zijn, de zoogen. trophische zenuwen. Deze zijn niet minder aan ziekten onderworpen en men kent tal van ziekten, die men aan aandoeningen van deze vasomotorische of trophische zenuwen toeschrijft.

Zoo erkent men in de halfzijdige schedelhoofdpijn (migraine) eene aandoening van den hals-sympathicus, waarin de vasomotorische zenuwvezelen voor de hersenen en het gelaat loopen. Men heeft daarvan twee vormen leeren onderscheiden: de eene ontstaat door vaatvernauwing; daarbij is het gelaat bleek, de pupillen wijd, de vaten nauw; de andere, door vaatverwijding ontstaan, kenmerkt zich door roodheid en hitte van het gelaat, nauwe pupillen en wijde vaten. Bij den eersten vorm gebruikt men een betrekkelijk krachtigen constanten stroom, met de kathode op een indifferent punt, de anode op het halsgedeelte van den sympathicus; na weinige minuten moet de stroomsterkte door middel van den rheostaat langzamerhand verminderd worden. Bij den tweeden vorm wordt de kathode op den hals-sympathicus geplaatst en door herhaalde opening en sluiting van den constanten stroom een krachtige prikkel teweeggebracht.

Ook de *Basedow'sche ziekte* berust op eene gebrekkige innervatie van de vaten en het hart. Tot genezing der ziekte is met goed gevolg galvanisatie beproefd van het halsgedeelte

van ruggemerg en sympathicus. De anode van een zwakken constanten stroom, die langzaam versterkt wordt, plaatst men op het bovenste deel van het borstbeen, de kathode aan den hoek achter aan de onderkaak. Nadat de stroom zoo 2 à 3 minuten gewerkt heeft, plaatst men de anode in den nek, de kathode op de gesloten oogleden. Deze zittingen met zwakke stroomen, die 5 tot 8 minuten duren, moeten dagelijks herhaald worden.

De *pijnlijke hartkramp* (angina pectoris) wordt evenals de Basedow'sche ziekte door galvanisatie behandeld; hierbij kan men ook eene breede anode op het borstbeen, de kathode op het onderste gedeelte van de halswervelkolom plaatsen; een sterke stroom is noodig.

Mede op een lijden van de vaatzenuwen berust het afsterven en koudworden der ledematen (locale asphyxie) met bleeke of blauwachtige verkleuring, vooral aan vingers en teenen, gepaard met pijn in die deelen; zoo ook het tegelijk aan beide ledematen optreden van koudvuur over grootere of kleinere uitgebreidheid (symmetrisch gangreen). Hier wendt men vrij sterke galvanische stroomen aan langs de wervelkolom (de anode in den nek, de kathode in de lendenstreek); daarenboven maakt men gebruik van het faradisch penseel, of faradiseert de zenuwen en spieren der aangedane plaatsen.

Van de op stoornissen in de voedingszenuwen berustende aandoeningen noemen wij de verharding van het onderhuidsch celweefsel (de sclerodermie), en de ineenschrompeling van éene gezichtshelft; de gevolgen der electricische behandeling bij deze ziekten waren helaas zeer gering.

Verder wordt de electriciteit aangewend bij die aandoeningen van het zenuwstelsel, die zich door tal van meer of minder eigenaardige verschijnselen openbaren, zonder dat het tot nog toe met zekerheid gelukt is, in de hersenen of het ruggemerg de anatomische veranderingen aan te toonen, die de oorzaak er van zijn. Daartoe behooren de *algemeene zenuwziekten*, zooals vallende ziekte, St. Vitus-dans, hysterie enz.

De *vallende ziekte* of *epilepsie* is meestal eene erfelijke ziekte, en hare genezing resp. verbetering wordt door inwendige middelen beproefd. Doch er bestaan vele gevallen, waar de ziekte

eerst na eene verwonding van hersenen, ruggemerg of zenuwen ontstaan is; hier kan men dan den katalytischen invloed beproeven van den constanten stroom op de aanwezige litteekens of de drukpunten, die pijnlijke krampen veroorzaken.

Meer succes heeft men bij den St. Vitus-dans, waar opstijgende, zwakke, galvanische stroomen langs het ruggemerg aangewezen zijn, terwijl op de pijnlijke drukpunten aan de wervels of tusschenribsruimten de anode geplaatst wordt.

De ziekteverschijnselen, die het beeld der *hysterie* vormen, zijn zoo vele en afwisselende, dat men deze ziekte, die vooral vrouwen aantast, maar zenuwachtige, zwakke mannen niet verschoont, den *Proteus* der ziekten genoemd heeft. De verschijnselen van dit lijden bestaan niet alleen in pijnen, gevoelloosheid, toevallen, verlammingen, maar ook in eene verandering der gemoedsstemming. Tegen de gevoelloosheid (anæsthesie) zijn sterke faradische stroomen (met het penseel) met goed gevolg aangewend; tegen de verlammingen gebruikt men sterke inductiestroomen; de dikwijls zeer onaangename overgevoeligheid nabij de ruggewervels bestrijdt men door labiele galvanisatie, met de anode langs den rug.

Bij lijders aan hysterie, vooral bij verlammingen en gevoelloosheid, is een eigenaardig verschijnsel waargenomen: het bestaat daarin, dat, nadat metalen platen op de zieke plaatsen zijn gelegd, plotseling daar en op de geheele zijde het gevoel wederkeert, terwijl aan den anderen tot nu toe gezonden kant de ziekelijke verschijnselen van verlamming en gevoelloosheid optreden. Dit zonderlinge verschijnsel noemt men overdraging of *transfert*. Niet bij alle lijders kon met hetzelfde metaal dezelfde werking verkregen worden, nu eens had men ijzeren, dan gouden, zinken of koperen platen noodig. Eene verklaring van deze feiten zoekt men hierin, dat er bij het opleggen van metalen platen op de huid elektrische stroomen, al zijn zij ook zwak, opgewekt worden. Ook het aanleggen van magneten heeft bij hysterische verlammingen dezelfde verschijnselen van *transfert* opgeleverd. Men heeft dus bij dit lijden in zwakke galvanische stroomen een middel, om zware gevallen met goed gevolg te behandelen. Deze methode, de *metallotherapie* genoemd, werd ook met goed

gevolg toegepast in twee gevallen van éenzijdige gevoelloosheid, tengevolge van hersenlijden.

Onder den naam van zenuwzwakte of *neurasthenie* zijn eene lange reeks ziekteverschijnselen bekend, die schijnbaar onder het beeld van eene ernstige hersen- of ruggemergsziekte optreden, terwijl men toch bij nauwkeurig onderzoek van die organen niets vindt, wat tot het aannemen daarvan recht zou geven; de klachten van deze lijdens, die bijna allen tot het mannelijk geslacht behooren, worden niet gesteund door eene anatomisch aan te wijzen verandering in de organen. Meestal klagen de zieken over gevoel van druk in het hoofd, onmacht tot ingespannen arbeid, afgematheid, gedrukte gemoedsstemming (hypochondrie), slapeloosheid, gevoel van beklemming, spoedige vermoeidheid bij matige inspanning, pijn en gevoel van koude in de beenen en den rug, vreemd gevoel in de beenen. Bij de behandeling dezer verschillende verschijnselen, mag naast geschikt voedsel en versterkende behandeling door andere geneesmethoden en inwendige middelen, de invloed op den geestestoestand der lijdens niet vergeten worden. Men bedient zich bij de behandeling van dit lijden van zwakke galvanische stroomen door het hoofd en langs de werkelkolom, en van de boven beschreven algemeene faradisatie en electricische baden. Vooral het laatste middel heeft een zeer nuttigen invloed op den algemeenen toestand der lijdens aan neurasthenie, de drukking in het hoofd verdwijnt, de lijder begint van een rustigen slaap te genieten, de spijsvertering verbetert enz.

Bij deze gelegenheid moet gezegd worden, dat tal van zenuwstoornissen, zooals verlammingen na verwonding, hoofdpijn enz. met vrucht behandeld worden door aanwending van zeer zwakke constante stroomen. Men bedient zich daartoe òf van zeer kleine metalen zuiltjes, die door draad verbonden zijn en aan het lijdende deel worden aangelegd, òf men bezigt enkele (3—4) zeer zwakke elementen, die men uren, ja dagen lang op die deelen laat inwerken.

Verder wordt ook de electriciteit gebruikt bij ziekten der zintuigen. Zwakkere en ook sterkere galvanische stroomen bezigt men om troebelingen in het glasachtig lichaam van

het oog weer helder te maken, en daardoor de gezichtscherpte te verbeteren. In zittingen van 3 tot 5 minuten duur wordt in die gevallen de constante stroom aangewend; de anode wordt op de gesloten oogleden geplaatst, terwijl de kathode of in den nek of achter het oor, of aan den rand van de onderkaak wordt geplaatst.

Verlamming van de inwendige oogspieren (voor het zien in de nabijheid van belang), zoowel als van de uitwendige, die voor de beweging van den oogbol dienen, kunnen, als de oorzaak in hersenen of ruggemerg zetelt, met voordeel door den electricen stroom behandeld worden. Hierbij zijn zwakke galvanische stroomen voldoende, die onder gebruik van den rheostaat telkens 3 tot 4 minuten lang worden aangewend; de kathode ligt nabij de verlamde spieren op de gesloten oogleden, of, maar dit eischt groote voorzichtigheid, op den oogbol zelf nabij de implanting der verlamde spieren; de anode wordt in den nek geplaatst. Ook de galvanisatie van den schedel in dwarse en overlangsche richting kan hiermede gepaard gaan. Tegen ontsteking van de gezichtsenuw en het netvlies wordt de galvanisatie van den hals aangewend; tegen het verdunnen (atrofie) der gezichtsenuw een zwakke constante stroom met de anode in den nek, de kathode op de gesloten oogleden.

Van het electro-magnetisme maakt men in den laatsten tijd gebruik bij verwonding van het inwendig oog door metaalsplinters. Op de plaats waar de splinter is ingedrongen, worden twee zeer kleine polen ingebracht, nadat eerst door het aanleggen van een krachtigen electro-magneet de splinter magnetisch is gemaakt, om hem uit het glasachtig lichaam te verwijderen.

Bij de behandeling van ziekten van het gehoor, bedient men zich dikwijls van den electricen stroom. Ter genezing van het geruisch, suizen, sissen enz., dat de oorlijder dikwijls als verschijnsel van zijne ziekte waarneemt, plaatst men de anode van den constanten stroom op het oor, terwijl de kathode op het borstbeen of in de hand van den lijder geplaatst is. Eene andere methode is deze: men vult den uitwendigen gehoorgang met lauw water, en brengt, nadat men

de wanden van den gehoorgang behoorlijk door een doelmatig oortrechttertje beschermd heeft, de anode naar binnen, terwijl de kathode op een indifferent punt geplaatst wordt. De aanwending van den galvanischen stroom op het oor moet met de grootste voorzichtigheid geschieden, met het gebruik van den rheostaat en met langzame wijzigingen in de stroomsterkte.

Stoornissen in den reuk berusten meestal op aandoeningen van het neusslijmvlies en worden in den regel plaatselijk behandeld. In de zelden voorkomende gevallen, waar geene veranderingen in deze organen kunnen aangetoond worden, maakt men zoowel van de galvanische als van de faradische electriciteit gebruik.

Evenzoo is het met de stoornissen in den smaak gesteld. Eenzijdige ongevoeligheid van de tong voor smaak-indrukken, gepaard aan éenzijdige opheffing van den reuk, wordt nu en dan bij lijdens aan hysterie waargenomen. Hier zou het raadzaam zijn, door faradisatie der tong of galvanisatie door het hoofd de ongevoeligheid te verbeteren.

Terwijl bij het snel verloopend gewrichts-rheumatisme de electriciteit weinig of geen voordeel aanbiedt tegenover de inwendige behandeling, heeft men door middel van sterke galvanische stroomen of ook door faradisatie bij langdurige ziekten der gewrichten, zooals bij slepend rheumatisme en jicht, gunstige resultaten verkregen; even nuttig werkt het electriseeren bij rheumatische spieraandoeningen, die met pijn en stijfheid gepaard gaan. In het laatste geval wendt men een matig sterken constanten stroom aan; de anode wordt op de pijnlijke plaatsen, de kathode in de nabijheid er van geplaatst. Een dergelijken weg slaat men bij de slepende gewrichtsziekten in.

De heeschheid, tengevolge van verlamming der spieren van het strottenhoofd, wordt eveneens door electriciteit behandeld. Evenzoo zenuwachtige hartkloppingen en nerveus asthma.

Tot de ziekten van de *buikorganen*, die met vrucht door electriciteit zijn behandeld, behooren: de maagverwijding, wanneer zij het gevolg is van verwondingen, van slependen maagcatarrh met verslapping der spierwand, of van al te groote



vulling der maag, waardoor op den duur rekking van dit orgaan ontstaat. Afgezien van andere middelen, zooals maaguitspoeling enz., wendt men den constanten stroom aan, met de anode op de onderste borstwervels, de kathode op de maagstreek. Verder wordt bij de zenuwachtige slechte spijsvertering (nerveuse dyspepsie) de zoogen. algemeene faradisatie toegepast, of de galvanisatie, met dezelfde of omgekeerde plaatsing der electroden als bij de maagverwijding.

Bij verslapping van den darmwand, eene veel voorkomende oorzaak van verstopping, wendt men den faradischen stroom aan, de beide electroden in de zijden, of een middelmatig sterken constanten stroom, met de anode op de lendenwervels, de kathode labiel over den buik.

Verder worden nu en dan met vrucht door electriciteit behandeld verschillende plotseling opkomende darmverlammingen, die tot gevaarlijke verschijnselen aanleiding geven, eveneens zenuwstoornissen in de darmen, verlamming van de sluitspier des endeldarms, uitzakking van het slijmvlies van dezen darm; in deze gevallen bedient men zich bij voorkeur van den faradischen stroom.

Ook tegen hardnekkige vergrooting van de milt is de electriciteit met goed gevolg aangewend.

In de vele gevallen van blaasverlamming, als gevolg van ruggemergslijden, is natuurlijk de behandeling van het oorspronkelijk lijden de hoofdzaak. Men gebruikt matig sterke constante stroomen van vijf tot acht minuten duur, met de anode op de lendenwervels, de kathode op het schaambeen of in de streek voor den endeldarm; ook kan men éene electrode *in* den endeldarm aanbrengeu. Tegen de onzindelijkheid van kinderen wordt de inductiestroom toegepast, eene draadvormige kathode in het kanaal, de anode op het schaambeen. Dikwijls zijn acht tot tien zittingen van 3 tot 5 minuten duur, met een matig sterken stroom, voldoende tot volkomen genezing.

De electricische stroom is ook van nut tot het bevorderen of versterken van de maandelijksche periode. Van daar dat ook de electricische behandeling, die voor andere aandoeningen wordt aangewend, gedurende dien tijd gestaakt moet worden. Be-

halve stoornissen in de periode, worden ook andere ziekten in deze sfeer door electriciteit met vrucht behandeld. Ook in de verloskunde wordt nu en dan de electriciteit te hulp geroepen.

Om de afscheiding van het zog te bevorderen, worden de electroden van een inductiestroom op beide borsten geplaatst; in eene zitting van vijf tot tien minuten begint men met zwakke stroomen, die men langzamerhand sterker laat worden, tot zij eene middelmatige sterkte hebben bereikt.

Onderdrukte zweetafscheiding wordt weer te voorschijn gebracht door faradisatie, zoowel van de gevoelszenuwen als van het ruggemerg uit, of door den galvanischen stroom, op de halsstreek aangewend.



