

OORSPRONKELIJKE BIJDAGEN

OPSTELLEN OVER ELECTRODIAGNOSTIEK EN ELECTROTHERAPIE IN DE TANDHEELKUNDE

DOOR

RENÉ HAMER

616.314 085.84

(Vervolg.)

De „Radiofor” afgebeeld in fig. 16 is ingericht voor een wisselstroom van 220 Volt; fig. 18 is weer een schema van het stroomverloop. De netleiding treedt bij A. in het toestel; de stroom passeert een contact B. en wordt in een transformator T. op hoge spanning gebracht.

Een transformator is een toestel, waarin de spanning van den electrischen stroom kan verandert worden; de electriche energie — die gelijk is aan het product van electromotorische kracht en intensiteit — blijft onveranderd; verhooging van de spanning beteekent dus vermindering van de stroomsterkte en omgekeerd. $A. = I \times E.$

Volgens de wet van Ohm is $I = \frac{E}{R}$

$$\text{dus } A = \frac{E^2}{R}$$

met toenemenden weerstand moet dus ook de spanning grooter worden.

De transformator T. bestaat uit een raam K., dat opgebouwd is uit een aantal week ijzeren plaatjes; de verticale beenen vormen de kernen van 2 draadklossen W_1 en W_2 . W_1 heeft wei-

nig dikke windingen, W_2 veel dunne. De geheele transformator is weer omwonden door een gesloten ring weekijzer, die het verlies van krachtlijnen zooveel mogelijk tegengaat. De wisselstroom van het net gaat door de spoel W_1 ; richting en aantal der krachtlijnen, dat door de kern gaat, wisselt dus met de periode van den netstroom (veelal 100 trillingen per seconde) en verwekt in W_2 dus een inductiestroom van hoogere spanning. Deze in T opgewekte inductiestroom laadt de condensators, die met den vonkenbrug V en de zelfinductie L_1 een trillingsketen vormen; de oscillerende ontladingen hebben tusschen de electroden van den vonkenbrug V plaats. De slagwijdte van den vonkenbrug is hier niet te veranderen. De verandering in de stroomrichting van den netstroom geeft telkens aanleiding tot een nieuwe serie trillingen. In tegenstelling met het toestel op bladzijde 36 en volgende beschreven staat hier de zelfinductie L_1 constant in de trillingsketen en wordt de Teslaspoel uit het ebonieten handstuk parallel op deze zelfinductie geschakeld met een verschuifbaar contact D .

De trillingstijd, die voldoet aan de betrekking:

$$T = 2 \pi \sqrt{L C} \text{ (Thomson en Kirchhoff)}$$

is hier dus niet te veranderen, daar het parallel schakelen van de kleine zelfinductie L_2 van de buitenwinding der Teslaspoel slechts geringe verandering brengt in de zelfinductie van het geheel der trillingsketen.

Schakelen we de keten, waarin de Teslaspoel ligt met het verschuifbaar contact D over een kort traject van de zelfinductie L_1 dan zal de spanning in deze nevenketen gering zijn en dus ook de stroomsterkte; door het contact D over een groot traject langs L_1 te verplaatsen loopt de spanning in het handstuk op. Evenals in het vroeger beschreven apparaat is in de winding L_2 een fijnere winding L_3 ingesloten, hierop wordt achter een micacondensator de glazen electrode met verdund gas — volgens *Mac Intyre* — geplaatst.

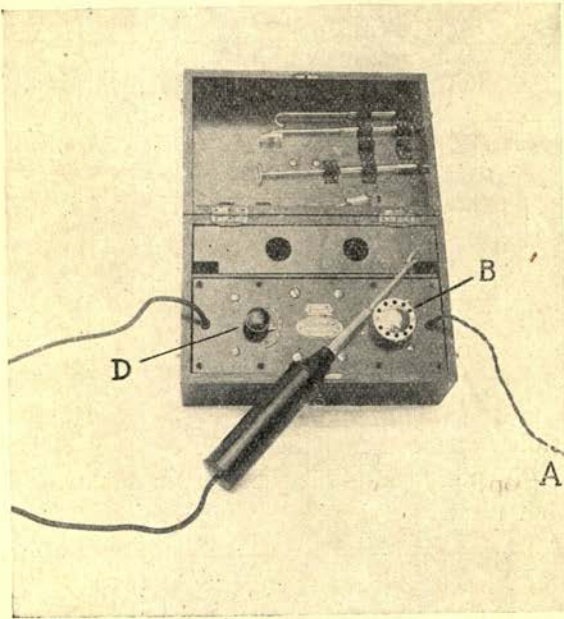


fig. 16.

Onder B bevindt zich de vonkenbrug.

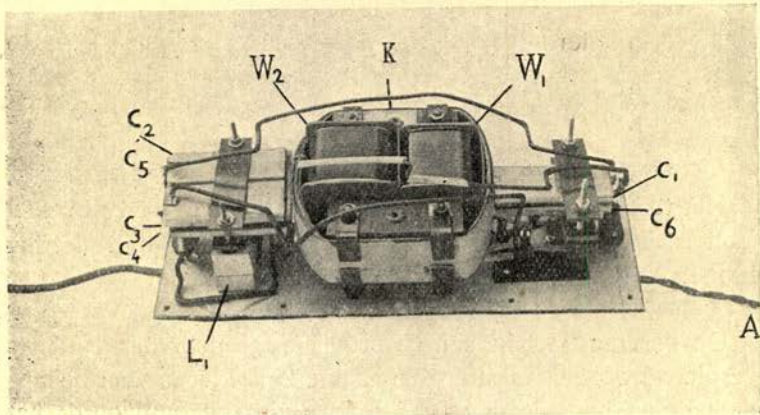


fig. 17.

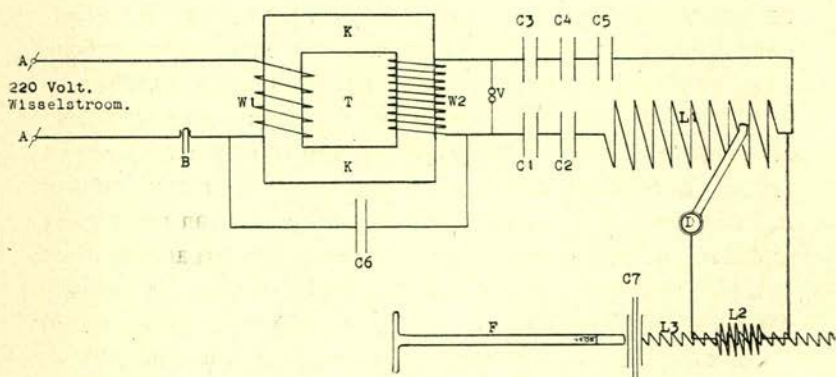


fig. 18.

Aangesloten aan een netleiding, die een wisselstroom van 220 Volt — 50 perioden — leverde, werden de volgende metingen aan het toestel verricht:

Stand v. Contact D.	Stroomsterkte in milliampères.	Spanning in Volts.
0	—	100
1	—	118
2	6	125
3	17	146
4	18	—
5	20	± 750

Het toestel verbruikt van de netleiding 0,3 Ampère; bij 220 Volt is dit 66 Watt's, hetgeen ongeveer overeenkomt met het krachtsverbruik van een 100-kaars halfwatt lamp.

Op de vraag, welke van de organen, die door den tandarts verpleegd worden, eventueel in aanmerking komen voor behandeling met hoogfrequente stroomen, luidt het antwoord: het slijmvlies — de gingiva — het periodentium en het been van

de kaken met het periosteum. Aan bespreking van het effect dier stroomen moet een recapitulatie van eenige anatomische en physiologische bijzonderheden dier weefsels voorafgaan.

Zij behooren alle tot de vegetatieve weefsels. Slijmvlies kenmerkt zich door een groote rijkdom aan bloedvaten en slijmklieren; deze laatste worden in den mond aangetroffen, zoowel in den vorm van microscopische orgaantjes als van meer volumineuze organen, welke dan door een uitvoergang met de plaats, waar zij ontstaan zijn, verbonden blijven. Het slijmvlies van den mond — de *membrana mucosa oris* — is een vlies, dat bestaat uit een laag bindweefsel — *tunica propria* — bedekt is met epitheel en door bindweefsel — *tela submucosa* — verbonden wordt met de onderliggende organen.

Het epitheel is meerlagig plaveisel epitheel; de cellen hebben kernen, zijn dus niet verhoornd; de dieper liggende zijn meer kubisch, tenslotte cilindrisch. In zijn verschillende lagen is het slijmvlies van den mond dus te vergelijken met de gewone huid, waarvan het *stratum corneum* en het *stratum lucidum* ontbreken; ook een *muscularis mucosae* is in den mond niet aanwezig. Epitheel wordt echter nooit direct gevasculariseerd; de eisch, dat de bestanddeelen direct tegen elkander aan liggen — zijn hoofdfunctie is afsluiting van het milieu intérieur — maakt dit niet mogelijk. Tusschen de wanden van de epitheelcellen bevindt zich een bepaalde stof — voeg- of verbindingsstof —, die de cellen aan elkander hecht, terwijl tusschen de *protoplasmata intercellulaire* bruggetjes liggen, die zoo een samenhang tusschen de deelen vormen. Bij steunweefsels wordt de beteekenis van de cel voor de anatomische structuur geringer en de mechanische tusschenstof — de *intercellulaire substantie* — treedt nu op den voorgrond, daar komt dan ook ruimschoots plaats voor capillairen.

De *tunica propria* is een laag van zich kruisende bindweefsel vezels met veel elastische fibrillen; hier vindt men papillen — enkelvoudige en meervoudige — en uiterst fijne bloedvaatjes. Op de randen van de lippen zijn de papillen 't sterkst tot ontwikkeling gekomen.

De tela submucosa bestaat in hoofdzaak uit bindweefsel en bevat slijmklieren, kleine lobuli gevormd door vetcellen, bloedvaten, zenuwen en glandulae Serri.

Tandvleesch is glad, stevig, licht rose weefsel, dat nauw aansluit rondom de halzen der tanden en kiezen en over de beenige septa tusschen de gebitselementen en de processus alveolaris van de mandibula en maxilla heen ligt. Naar buiten loopt het ineen met het slijmvlies van het vestibulum oris, terwijl het naar binnen toe van de processus der maxilla overgaat op het harde en zachte gehemelte en van de processus der mandibula samenhangt met den wortel en de zijden van de tong en zoo den mondbodem bedekt. Op het pallatum durum en op de processus alveolaris vindt men een zeer straffe verbinding tusschen mucosa en periosteum; zoodat het slijmvlies onbeweeglijk op het onderliggende skelet bevestigd is. De submucosa van lip, wang en mondbodem is daarentegen los fibrillair bindweefsel. Het verschillend karakter van die onderlaag van de gingiva en de bekleeding van het palatum durum eenerzijds en van het slijmvlies van het vestibulum oris, wang en lip anderzijds is ook uitwending te zien; beider tint is zeer karakteristiek en in den goed onderhouden mond is de overgangslijn — line of health — dan ook goed zichtbaar.

Het periosteum is een witte glanzende huid, die de beenderen overal omgeeft, uitgezonderd de gewrichtsvlakken, die met kraakbeen bekleed zijn; in het algemeen versmelten de peezen van de spieren en de gewrichtsbanden met zijn oppervlak, in den mond tevens het slijmvlies. Bij de ontwikkeling van skeletstukken, die een perichondrale verbeening vertoonen, speelt het een groote rol en gedurende het leven zorgt het o. a. voor de voeding van het been en voor het herstel van gebroken beenderen. Men kan aan het beenvlies, dat in hoofdzaak uit bindweefsel bestaat twee lagen onderscheiden: de buitenste laag — adventitia — gekenmerkt door rijkdom aan bloedvaten en de binnenste laag — fibroelastica — rijk aan elastische vezels en spoelvormige bindweefselcellen; tegen het skeletstuk vindt men een laag kubische of onregelmatige cellen met kern

— osteoblasten — en wanneer absorptie van been of cement plaats heeft ook osteoclasten, ovale, veelkernige reuzencellen. De verbinding tusschen been en periost wordt gevormd door de Sharpey'sche vezels en een rijk vertakt bloedvaten net.

De kaken zijn opgebouwd uit harde deelen — en wel een mantel van schorsmassa compact been, glad, dicht als ivoor en een netvorige kernmassa van beenbalkjes, die een ruw, sponsachtig uiterlijk en een tamelijk zachte consistentie heeft, naast weke deelen — periost, medulla, bloedvaten en zenuwen. Hoe dunner de compacta, hoe nauwmaziger de spongiosa, hoe dikker de compacta, hoe wijdmaziger de spongiosa. Het bestaande beenweefsel wordt steeds weggenomen, omdat de skeletdeelen zich voortdurend vervormen moeten, dit kan alleen geschieden door wegvreten en toevoegen. Wanneer het individu groeit, overtreft het regeneratieproces de destructie, later wanneer het individu volwassen is, bestaat er een evenwicht; op den ouden dag heeft de afbraak weer een overwicht over het herstellende vermogen, het skelet wordt lichter, atrophieert.

De natuur tracht steeds met een minimum materie een maximum weerstand te bieden. De beenbalkjes van de spongiosa liggen niet zoo maar willekeurig door elkander, maar hun structuur is aan vaste mechanische wetten onderworpen, naar gelang van de druk- en trekkrachten, waaraan het skeletstuk bloot staat; bij de kaken: den druk op het kauwapparaat en de krachten uitgeoefend door de middelste halsspieren, aangezichts- en kauwspieren en door de tong.

Zelfs in de compacta houdt het opbouw- en afbraakproces niet op, maar gaat het geheele leven door. Hoe jonger het individu, des te sneller wordt de vorm van een skeletstuk veranderd.

In 't algemeen geeft het skelet steun aan het lichaam, is passief bewegingsapparaat en heeft t. o. z. van sommige organen, zooals het C. Z. S., hart en long, merg, een protectieve functie. De normale ontwikkeling van been is voor een zeer groot deel afhankelijk van de functie der spieren, die op

het skeletstuk insereeren en van de — bij tusschenpoozen — regelmatige uitoefening der specifieke functie dier spieren. Deze natuurlijke prikkel bepaalt dan in het beenweefsel de gedaante van het trajectoren systeem. Te weinig en te veel doet schade.

De functie van de processus is nu het bevestigen der tanden en kiezen door middel van het periodontium; het bepalen van de beethoogte en de vorm van een deel van den aanzichtsschedel. Spieren insereeren — behalve eenige vezels van de *m. buccinator* — niet op de processus. De opstaande randen van de kaken zijn eindorganen, de bloedtoevoer verkeert dus in een minder gunstige conditie en daar het slechts een voorbijgaande structuur is, staat het ligt aan lacunaire absorptie — die op den ouden dag physiologisch is — bloot. De omstandigheden zijn dus niet zoo bar gunstig voor een flinke ontwikkeling van de processus en wanneer nu bovendien door een slechts matig gebruik van het kauwapparaat maar weinig prikkels aangebracht worden, dan treffen de processus spoedig al de gevolgen van de *functio laesa*: slechte voeding, atypisch karakter van de weefsels, praemature absorptie en vermindering van den weerstand tegen pathologische invloeden. De functielooze gingivale margo atrophieert, wordt geheel geresorbeerd; de wortels der tanden komen bloot, dit geeft pijnlijke tandhalzen, losstaande kiezen en verlies aan kauwvermogen; dat moet dus zooveel mogelijk voorkomen worden, door verzorging van een goede doorbloeding, die de beenmassa gezond en op peil houdt.

Het periodontium komt in structuur in hooge mate overeen met het periosteum en bestaat uit bindweefsel vezels, spoelvormige cellen, bloedvaten, zenuwen, *débris épithéliaux de Malassez*, osteoblasten, osteoclasten, *Sharpey'sche* vezels en eindelijk onbeduidende, structuurlooze, ronde massa's *calcoglobuline*. Het vormt de verbinding tusschen het cement van de wortels der gebitselementen en de wanden der alveoli.

Al deze weefsels kenmerken zich door rijkdom aan bloedvaten, het is dus *a priori* te verwachten, dat de goede bloed-

voorziening van buitengewoon veel belang zal zijn en dat wijzigingen daarvan niet nalaten zullen hun invloed te doen gelden.

Gedrag van het organisme tegenover hoog frequente stroomen.

De eerste onderzoekers van het effect van het prikkelen met hoog frequente stroomen ondervonden de warmte, die daarbij in het levende weefsel wordt opgewekt, als een lastig nevenverschijnsel. *d'Arsonval* vermoedde, dat de verhooging van de lichaamstemperatuur een gevolg was van de toename der oxydatie. In den beginne streefde men er naar te ontdekken, welke uitwerking deze stroomen hadden op spieren, zenuwen, bloedstroom, bacteriën, enz. en menigeen verwachtte tevens een specifieke werking dier stroomen waar te zullen nemen; hiervan is echter tot nu toe niet veel gebleken.

Wanneer men experimenteert met wisselstroomen van steeds stijgende frequentie en men begint b.v. met een frequentie = 100; dan blijkt, dat de prikkelbaarheid van het sensomotorische systeem toeneemt, totdat een frequentie van ± 2500 —3000 trillingen per secunde bereikt is, daarboven volgt afname. Door een stroom met 20.000 trillingen in de secunde kan een spier nog in tetanische contractie gebracht worden; komt men echter boven de ± 30 à 40.000 trillingen p. s., dan zijn de motorische en sensible zenuwen niet meer ontvankelijk voor zulke snelle wisselingen in stroomrichting en er hebben geen spierverkortingen meer plaats. Nieuwere onderzoekingen van *Prof. Gildenmeister* geven veel hoogere cijfers: 100.000 trillingen p. secunde gaf nog contractie en eerst prikkels met een stroom van 200.000 trillingen werden niet meer opgenomen.

Er blijkt dus, dat om een reactie in het spierweefsel op te roepen niet alleen de variaties in intensiteit en spanning, maar ook de grootte der frequentie gelimiteerd is; er bestaan blijkbaar, evenals voor geluid- en lichttrillingen, ook voor electri-

sche trillingen, wanneer men die met menschelijke organen wil waarnemen, bepaalde grenzen.

Omstreeks 1890 publiceerde de natuurkundige *Nernst*¹⁾ zijn studiën over de prikkelwetten van den electricischen stroom toegepast op het menschelijk lichaam.

Prikkel is een verandering van den fysieken toestand van het milieu, waarin de cel verkeert. Men kan het menschelijk organisme beschouwen als een systeem van verschillende electrolyten namelijk: weefselsappen en protoplasma der cellen. Daar men nu aannemen moet, dat de electricische stroom de concentratie van die gedissocieerde oplossingen wijzigt, heeft men hierin de oorzaak van de prikkelwerking te zoeken.

In 't algemeen is in de electrotherapie de stroomsterkte van veel grooter beteekenis dan de electromotorische kracht. Het effect van een prikkel is evenredig met de intensiteit van den stroom; deze moet de drempelwaarde overtreffen; bij opvoeren van de frequentie neemt echter de hoeveelheid electriciteit, die bij elke stroomstoot doorgelaten wordt, af, dus de uitwerking van wisselstroomen vermindert bij toenemende frequentie. Bij gebruik van „hoog” frequente wisselstroomen neemt de prikkelbaarheid van motorische en sensible zenuwen af in een rede omgekeerd evenredig met de wortel uit de frequentie.

$$\text{Prikkeling} = C \frac{I \text{ (stroomsterkte)}}{\sqrt{V \text{ (frequentie)}}$$

Bij een goed werkend toestel — dus regelmatige onderbreking van den primairen stroom —, dat hoog frequente wisselstroomen levert, zullen dus geen prikkels tot bewustzijn komen noch zullen er vormveranderingen door samentrekken van spieren plaats hebben.

Wanneer nu evenwel het milliampère getal een bepaalde grootte bereikt of indien men bij een voldoende stroomsterkte de inwerking van de hoog frequente wisselstroomen gedurende eenigen tijd verlengt, dan krijgt men een duidelijk waar-

¹⁾ W. Nernst. Zur Theorie des elektrischen Reizes. Berlin Julius Springer.

neembare verwarming van de weefsels; dit heeft al naar gelang van de bereikte temperatuur verschillende verschijnsels tengevolge.

Past men dit op de huid toe, dan krijgt men eerst een lichte vasoconstrictie — kippenvel — vervolgens een intense hyperaemie, die eenigen tijd aanhoudt; dit geeft rood worden wegens ruimen toevloed van bloed, dat leucocyten en de andere natuurlijke afweermiddelen, waarover het menschelijk organisme beschikt, aanvoert. Ook treedt een geringe anaesthesie op; bij zeer sterke stroomen krijgt men blaasvorming en plaatselijk afsterven.

Von Zeyneck, von Berndt en Nagelschmidt behooren onder de eersten, die het nut van deze verwarming voor de therapie ingezien en methodisch toegepast hebben. Bekend is de geweldige invloed van iedere temperatuurverhooging op de reactiesnelheid van alle chemische processen (voor elke 10° verschil wordt de snelheid 2 à 3 \times grooter).

Bloed neemt echter de warmte vlug op en tracht die gelijkmatig over het geheele lichaam te verdeelen; ook allerlei thermische reflexen zijn werkzaam ter nivelleering van elk plaatselijk temperatuurverschil. Daarbij komt nog warmteverlies door straling, door geleiding (in den mond de langs langstroomende ademlucht en de verdamping van het speeksel).

De huid biedt grooten weerstand, wordt die sterk verhit dan worden reflectorisch de organen van de warmtereguleering flink aan het werk gezet, men kan zich dus voorstellen dat verwarming van dieper gelegen weefsels eer gelukt met zwakkere dan met sterkere stroomen. ,

Bij intensieve verwarming van het slijmvlies krijgt men een arterieele hyperaemie, snellere doorstroming en snelleren afvoer van bloed, dus ook van warmteoverschot; vermeerderde speeksecretie, warmtegevoel en resorptie van water en in water oplosbare stoffen. Verder ziet men een anaestheseerende werking optreden en wel algemeene vermindering der sensibiliteit in volgorde: tastzin — tempera-

tuurzin — pijnzin, naast bacteriedoodende werking en wel direct door verhooging van temperatuur, waarvoor sommige micro-organismen zeer gevoelig zijn (b.v. gonococcen) en indirect door hyperaemie en hyperlymphie. Ten slotte vermeerdering van de plaatselijke stofwisseling; het groeiproces der cellen wordt aangezet, immers men verwarmt de moleculen, de celmembraan, protoplasma korreltjes, kernsubstantie, enz. kortom alle lichamen die door den stroom getroffen worden. Ook schijnt verwarming — binnen zekere grenzen — van het bloed vermeerdering der afweerkrachten van het organisme te veroorzaken (*Litthauer Laquer*).

De onderzoekingen van *Iselin* hebben aangetoond, dat, wanneer men door gebruik maken van warme omslagen of door eenig ander middel (heete lucht of damp, therapeutische lamp, heet water, electro-thermcompressen, enz.) de temperatuur in de diepere weefsellagen verhoogt, dit uitsluitend toe te schrijven is aan de vermeerdering van de chemische omzettingen, de verhooging van de verbranding, dus een reactie, die plaats grijpt, als gevolg van een uitwendigen prikkel; bij toepassing van hoogfrequente stroomen is echter een voortdurende energie toevoer aanwezig.

De stijging van de temperatuur van den geleider, waar een stroom doorgaat, is afhankelijk van het aantal calorieën door den stroom geleverd, van de massa en de soortelijke warmte van het te verwarmen object.

$$\text{Temp. stijging} = c \frac{l^2 R t}{m s}$$

Dus de temperatuur, die men bereiken zal, bij plaatselijke behandeling, kan niet vooraf langs theoretischen weg afgeleid worden, maar is slechts experimenteel door meting met thermometer te bepalen, omdat de massa en de soortelijke warmte van een deel van het levende weefsel in blijvend verband met het geheele organisme, onbekend zijn; dit is natuurlijk een groote moeilijkheid bij de doseering. Wel weten wij, dat de temperatuur stijgt in rede gelijk aan het kwadraat

van de stroomsterkte; wordt bij overigens gelijk blijvende grootheden de stroomsterkte $2 \times$ zoo groot, dan wordt de temperatuurverhooging $4 \times$ zoo groot.

Ook het oppervlak van de electrode, dat met het lichaam in contact is, is van gewicht, omdat dat oppervlak de dichtheid van den electrischen stroom in het lichaam bepaalt.

Het slijmvlies verdraagt een temperatuur van 45° nog zeer goed; het is echter *niet* aan te raden ooit boven deze temperatuur te verwarmen en men moet er liefst onder blijven tot een maximum van 43.6° . Men kan echter met krachtige apparaten in het inwendige van het lichaam temperatuurverhooging tot 50° verwekken, zonder dat de huid daarbij verbrandt.

De huid biedt den grootsten weerstand aan den electrischen stroom en vervolgens in afnemende mate beenweefsel — vet — zenuwweefsel — spierweefsel.

De weerstand van het menschelijk lichaam is voor gelijkstroom grooter dan voor wisselstroom. Galvanische stroom ondervindt in spiermassa in de richting van de vezels minder weerstand, dan in een richting loodrecht daarop; dit geldt evenwel niet voor hoogfrequente wisselstroomen, daarvoor komt alleen doorsnede en lengte van den weg als maat van weerstand.

Heeft electriciteit keuze tusschen een geleider met weinig (1) en een met veel weerstand (2), dan gaat een stroom van groote intensiteit door (1) en daar wordt dus relatief meer warmte opgewekt dan in (2); zijn echter (1) en (2) achter elkaar gekoppeld, dan zal veel electriciteit door (2) gaan, daar ondervindt de stroom veel weerstand en (2) wordt dus nu sterk verhit, terwijl (1) nauwelijks verwarmd wordt, aangezien de weerstand gering is.

Heeft de stroom dus geen keus tusschen verschillende weefsels, dus bij dwarsdoorstraling, d.w.z. als de weefsels als 't ware achter elkaar geschakeld zijn, dan zal de huid 't sterkst — been — spier — vet — zenuwweefsel 't minst verwarmd worden. Bij lengte doorstraling zullen de

zenuwen 't sterkst, vet minder — spier — been — huid 't minst verwarmd worden. Dit geldt echter alleen voor lijken; in het levende weefsel is het bloed de beste geleider. Hoe grooter het bloedgehalte en hoe kleiner de hoeveelheid vet, des te beter wordt de electriciteit geleid. Een orgaan verdraagt des te meer stroom, naarmate het beter en rijkelijker met bloed doorspoeld wordt.

Weerstand tegenover wisselstroomen hangt ook af van de frequentie; een klein aantal trillingen ondervindt meer weerstand dan een groot. Volgens *Wildermuth* is de weerstand van spierweefsels tegenover hoogfrequente stroomen zeer gering.

Bij de behandeling van den mond treden verschillende voordeelen op den voorgrond, inplaats van de epidermis, die zoo'n grooten weerstand biedt aan den electricischen stroom, vindt men slijmvlies, men kan dus met stroomen van geringe intensiteit werken. Een gunstige factor is verder, dat in de kaak beenweefsel het hoofdbestanddeel vormt; been is een water-arm weefsel met een betrekkelijk kleine soortelijke warmte.

Men onderscheidt nu plaatselijke en algemeene verwarming en wel: een plaatselijke of algemeene verwarming *binnen* physiologische grenzen en men verwerft naast verhoogde temperatuur, verhoogde stofwisseling, verhoogde afscheiding van sommige secretie producten en op den langen duur bij algemeene diathermie meer leucocyten, grooter soortelijk gewicht van het bloed; het haemoglobine gedeelte neemt toe, onlustgevoel neemt af, enz. enz.

Ook kent men een verwarming *boven* physiologische grenzen — uitsluitend plaatselijk — of chirurgische coagulatie. Het groote verschil dezer methode met de gewone wijze van cauteriseeren — waarbij men een witgloeiend instrument plaatst op het weefsel, dat men verwijderen wil, en de warmte dus door geleiding van buiten naar binnen gaat — is, dat men hierbij uitgaat van een koude electrode, waardoor een sterke hoog-frequente wisselstroom geleid wordt — de warmte ontstaat in hoofdzaak in het weefsel, tenge-

volge van den weerstand, die geboden wordt aan den stroom. Het weefsel wordt warm — droog — wit is gecoaguleerd. Een groot voordeel daarbij is de volmaakte haemostase ook in zeer vaatrijke gebieden; hierdoor is de kans op infectie zeer gering; men krlgt nieuwen toevloed van lymphen en snelle lidteekenvorming. Men krabt niets weg, want dan komt er toch bloeding. Door doelmatige opstelling der electroden is 't mogelijk de verbranding zeer sterk te localiseeren.

Doel van de toepassing van hoog-frequeute stroomen bij ontsteking.

De hedendaagsche opvattingen over de biologische eigenschappen van de bacteriën, hun rol bij besmettelijke ziekten en in septische wonden en hun bestrijding zijn het resultaat op de eerste plaats van de onderzoekingen en publicaties van *Louis Pasteur*, *Joseph Lister* en *Robert Koch*. Bij de eerste pogingen om de microorganismen te verdelgen zocht men alle heil in desinfectie met sterke oplossingen, die de eigenschap vertoonden een groot deel dier organismen te vernietigen en te verzwakken; weldra leerde men echter ook de nadeelen der antiseptica-verzwakking der weefsels en vermeerdering van het wondsecret-kennen en kwam zoo langzamerhand tot de aseptiek. In de praktijk komen echter vaak reeds geïnfecteerde wonden voor, waarin allerlei bacteriën gelegenheid tot nesteling gevonden hebben en waarin dientengevolge een uitgebreide ontsteking tot ontwikkeling gekomen is en nu doet zich de vraag voor, of ook dan nog de nadeelen der antiseptica steeds grooter zullen zijn dan de voordeelen. Maar ook andere uitwendige oorzaken, zooals rottende spijsresten, tandsteen, afgebroken kiezen met scherpe randen, slechte prothesen, niet-sluitende kronen spelen in de tandheekunde bij allerlei ontstekingen van het periodontium, de gingiva, het slijmvlies van den mond een groote rol. In de pathologie gaat het sublata causa, cessat

effectus niet op; we zien dus na zooveel mogelijk alles verwijderd te hebben, wat ook maar eenigszins schade toebrengt, toch ook nog naar middelen om, die het herstel van het weefsel, zoo dit nog mogelijk is, bevorderen en zoo spoedig mogelijk genezing brengen.

Medicus curat, natura sanat., maar geen enkel proces in ons organisme is geheel afdoende geregeld; wil men dus ziekte bestrijden, dan zal men de uitwerking van de natuurlijke afweermiddelen doen toenemen en daarnaast allerlei middelen toepassen, die de pijn verminderen en den schadelijken invloed van de aanwezige lagere organismen zooveel mogelijk neutraliseeren.

Doel van de ontsteking is de weefsels te beschermen en te herstellen uit een oogpunt van zelfbehoud, hierop volgt gewoonlijk genezing. De ontstekingsprikkel kan echter tot verhoogde activiteit aanzetten en weer als formatieve prikkel werkzaam zijn, er komt nieuwvorming, of 't kan uitloopen op gangraen en necrose.

In het begin van het ontstekingsproces — plaatselijke reactie van de weefsels op laesies van allerlei aard — treden de voornaamste veranderingen op in de capillairen; deze verwijden zich, terwijl de toevloed van bloed toeneemt — dit is de voorbereiding van den weg voor het uitzweeten van veel serum — men krijgt dus hyperaemie. De wederkerige aantrekkingskracht tusschen leucocyten en microben (positieve chemotaxis) roept een groote hoeveelheid witte bloedlichaampjes afkomstig van het lymphvaatstelsel en het beenmerg te voorschijn. Zij concentreeren zich langs den bloedvatwand en emigreeren tegelijk met het serum, dat geactiveerd door de fermenten, zijn bacterie vernietigende werking begint. (*Buchner, Metchnikoff*). Hierbij komt verhooging van druk ter plaatse — druk op de zenuwen — pijn. De verhoogde activiteit van de weefsels tracht de verloren elementen te vervangen. Hoe meer bloed de zieke plaats doorstroomt des te krachtiger zullen de natuurlijke verweermiddelen van het lichaam zich kunnen ontvouwen. De eigenschappen der

leucocyten zijn: chemotactische prikkelbaarheid, beweeglijkheid, resorptievermogen, fermentatieve werkzaamheid. Leucocyten treden uit de bloedvaten; de leucocyt is echter geen onnipotente cel, maar — zooals alle deelen van de hooger georganiseerde wezens — in zijn bestaan in zeer hooge mate afhankelijk van het milieu, waarin het oorspronkelijk geplaatst is. Komt hij daarbuiten, of is hierin verandering gekomen dan treden na fermentatieve werking en resorptie intraleucocyttaire vergiftigingstoestanden op gevolgd door vetige degeneratie dezer cellen; wat geen functie meer heeft, verdwijnt uit het lichaam, dit is het etteringsproces.

De ontsteking wordt dus niet meer opgevat als een ziekteproces, maar als een plaatselijk afweermiddel van het weefsel tegen de dreigende beschadiging; dit gaat gepaard met roodheid, warmte, zwelling, pijn en gestoorde functie — de klassieke symptomen van de ontsteking.

In 1903 heeft August Bier ¹⁾ voorgeslagen door middel van zijn *Stauungshyperämie* in geval van ontsteking de weerbaarheid van de menschelijke weefsels te vergrooten. Bier verkrijgt veneuze hyperaemie — bacterie doodende werking — o.a. met een elastisch verband, dat de bloedstroom komende van den ontstekingshaard door de oppervlakkige venen vertraagt, en arterieele hyperaemie — aanvoer van leucocyten — door toevoer van warme lucht. Het resultaat was onderdrukking van de ontsteking, vermindering van de pijn, in gunstige gevallen kon men suppuratie voorkomen en men kreeg een algemeene omslag ten goede.

Is etter aanwezig, dan moet deze natuurlijk verwijderd worden (*ubi pus, ibi evacuatio*) en dit op de eerste plaats. De behandeling met hoogfrequente stroomen komt dus niet in plaats van incisie of extractie, *maar enkel ter ondersteuning der natuurlijke weerbaarheid van de weefsels*. Massage is minder geschikt bij ontstekingsprocessen vanwege 't gevaar voor kunstmatige uitbreiding van het plaatselijke proces. Ook wanneer bij acute gevallen geen ruime afvoer van secreten

¹⁾ August Bier. Hyperaemie als Heilmittel. Leipzig 1903.

mogelijk is, zal de uiterste voorzichtigheid in acht genomen moeten worden.

Op sommige reïncultures werken de hoogfrequente stroomen verzwakkend. Hierbij speelt naast warmteontwikkeling, uitzending van ultraviolette stralen en vorming van ozon een rol. ²⁾

Literatuur.

d'Arsonval. Production des courants de haute fréquence et de grande intensité leurs effets physiologiques. (Comptes rendus hebdomadaires de la société de biologie. 1893. bladz. 122.)

Bordier et Lecomte. Action des courants de haute fréquence sur la quantité de chaleur produite par un animal. (Comptes rendus hebdomadaires de la société de biologie. 1901. bladz. 443.)

Born. Compendium der anatomie des Menschen.

Van Calcar. Voordrachten over algemeene biologie.

Cohn. Leitfaden der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie.

Kowarschik. Die Diathermie.

Lichtwitz. Über die Anwendung der Hyperämie als Heilmittel in der Zahnheilkunde.

Nagelschmidt. Lehrbuch der Diathermie.

Prinz. Dental materia medica and therapeutics.

Stöhr. Lehrbuch der histologie.

Errata.

Bladz. 13. 17den regel van onder staat $i^2 R t$ moet zijn $i^2 R$.

Bladz. 21. 15den regel van onder na NH_4 -ionen invoegeen anionen: halogeen-ionen, enz.

Bladz. 28. 6den regel van onder — voor Eidt vervalt.

Bladz. 29. 13den regel van boven: $E = -L \frac{di}{dt}$

Bladz. 36. 11den regel van onder staat bladz. 25 moet zijn 29.

Bladz. 40. 4den regel van onder — voor $a b \cos bt$ vervalt.

Bladz. 41. 4den regel van boven $\sin \frac{t}{\sqrt{LC}}$

¹⁾ Comptes rendus hebdomadaires de la société de biologie.
d'Arsonval et Charrin, séance du 6 Mai et 15 Juillet 1893.
d'Arsonval, séance du 11 Juillet 1896.