

ULTRA-GELUID

DOOR L. BROESE VAN GROENOU †

De laatste jaren hoort men telkens weer over ultra-geluidstrillingen en hun toepassing op technisch en medisch gebied. Waar deze trillingen wellicht ook in de tandheelkunde een rol kunnen gaan spelen, heb ik getracht mij in de literatuur over dit onderwerp te oriënteren. Van een volledig overzicht van de ongeveer 2000 (tot 1951) aan dit onderwerp gewijde publicaties kan geen sprake zijn, in het hierna volgende zal ik mij dus tot de hoofdzaken moeten beperken.

Wat is geluid? Geluid is een voor het menselijk oor waarneembare mechanische trilling van de lucht. Natuurkundig wordt het geluid gekenmerkt door zijn trillingsgetal (uitgedrukt in eenheden Herz (H)); één Herz is één trilling per seconde, een kiloHerz komt overeen met 1000 trillingen per seconde) en door zijn intensiteit (bijvoorbeeld uitgedrukt in energie-eenheden per oppervlakte-eenheid per seconde).

Het menselijk oor neemt geluidstrillingen van 20—20.000 H waar, kinderen komen hoger, tot 25.000 H. Luchttrillingen van nog hogere frequentie zijn niet met het oor waarneembaar: men spreekt van ultra-geluid of van ultra-sonore trillingen (Frans: ultrasons, Engels: ultrasonics, Duits: Ultraschall).

Pierre Curie beschreef de ultra-geluidstrillingen reeds in de vorige eeuw. Wanneer wij afzien van de uitwerking van Jozua's bazuinen op de muren van Jericho, vinden wij de eerste suggestie voor een praktische toepassing van deze trillingen echter eerst in 1912. In dat jaar maakte Richardson opmerkzaam op de mogelijkheid ijsbergen vanaf varende schepen te localiseren door middel van ultra-sonore trillingen. Op grote schaal worden de ultra-geluidstrillingen evenwel pas in de laatste decennia gebruikt. Zonder twijfel mede doordat de techniek van het voortbrengen dezer trillingen slechts geleidelijk tot ontwikkeling kon komen.

Voortbrenging van ultra-geluid. Voor de praktische medische toepassingen van het ultra-geluid strijden twee methoden om de voorrang: de magnetostrictieve en de piëzo-electrische. Onder magnetostrictie verstaat men het verschijnsel, dat bepaalde materialen onder invloed van een magnetisch veld kunnen inkrimpen. Zo kan men een staaf van een nikkel-ijzerlegering in een elektrische spoel door middel van wisselstroom periodiek iets van lengte laten veranderen. Door geschikte keuze van de afmetingen van de staaf en van de frequentie van de wisselstroom kan men op die manier het vlakke uiteinde van zo'n staaf in sterke ultrasonore trilling brengen.

Een piëzo-electrisch kristal verandert zijn afmeting wanneer het aan een electrisch spanningsverschil wordt onderworpen. Ook hier kan men door middel van een wisselspanning van hoge frequentie het oppervlak van het kristal in snelle trilling brengen.

De medische ultra-geluid-apparaten zijn volgens één van de genoemde principes, die natuurlijk elk hun eigen voor- en nadelen hebben, gebouwd. Daarnaast zijn er nog talrijke andere methoden ter opwekking van ultra-sonore trillingen voor speciale toepassingen in industrie en laboratorium. Zij vallen echter buiten het bestek van dit overzicht.

Werking van ultra-geluidstrillingen

1. *Thermische werking.* Ultra-sonore trillingen veroorzaken enige stijging van temperatuur in de weefsels, zoals diathermie- en kortegolfbehandeling.

2. *Mechanische werking.* De trillingen veroorzaken in de weefsels zeer kleine bewegingen. Door de incompressibiliteit van de weefselbestanddelen geven deze kleine verplaatsingen evenwel aanleiding tot plaatselijke drukverschillen van ettelijke atmosferen. Bovendien worden er door het heen en weer gaande karakter van de beweging op de celbestanddelen enorme krachten uitgeoefend, volkomen vergelijkbaar met die, welke men in de ultracentrifuge kan opwekken.

Deze factoren zullen zeker hun invloed doen gelden op de levensverrichtingen van de weefsels, doch hierover is nog maar heel weinig bekend.

3. *Cavitatie.* Met de mechanische werking hangt samen het verschijnen van cavitatie, d.w.z. het ontstaan van kleine holten in de vloeistof, dáár, waar de druk een ogenblik zeer laag wordt. De echte cavitatie wordt waargenomen in geheel ontgaste vloeistoffen; in gashoudende vloeistoffen zijn de holtetjes (zolang zij bestaan) gevuld met de in de vloeistof opgeloste gassen: pseudocavitatie. In de levende weefsels heeft men wel steeds met deze pseudocavitatie te maken. Het belang van de cavitatieverschijnselen ligt vooral in het feit, dat het ontstaan van de grensvlakken vloeistof-gas allerlei chemische reacties bevordert.

4. *Chemische werking.* Bij therapeutische doses schijnen de chemische werkingen der ultra-sonore trillingen gebonden te zijn aan het optreden van cavitatie. Men kan de cavitatie n.l. onderdrukken door de doorstraalde vloeistof onder hoge druk te brengen en ziet dan ook een uitblijven van chemische werkingen. Bevordering van oxydaties staat op de voorgrond, doch ook andere reacties zijn beschreven. Eiwitmoleculen zouden kunnen worden afgebroken.

Medische toepassing van ultra-geluid

Ofschoon de werkingen van de ultra-sonore trillingen — hoezeer zij óók met elkaar samenhangen — heel wel gerubriceerd kunnen worden, weten wij niet, welke van deze effecten bij toepassing op levende weefsels in het spel zijn. Bij therapeutische doses spelen de cavitatie en de temperatuursverhoging waarschijnlijk de hoofdrol. Zeer sterk gerichte stra-

ling kan het weefsel plaatselijk ernstig beschadigen; mogelijk vinden er dan ook mechanische laesies van de cellen plaats.

Niettegenstaande de onzekerheid van het werkingsmechanisme van ultra-geluid heeft men reeds een schat van ervaring opgedaan bij de toepassing van deze trillingen bij tal van aandoeningen. Aan een bespreking van enige van deze ervaringen dient echter een enkele opmerking over de uitvoering van de ultra-geluidsbehandeling vooraf te gaan.

Naast de behandeling in een met ultra-geluid doorstraald bad vindt de locale toepassing met beweegbare ultra-geluidsstralers plaats. Deze stralers hebben een op magnetostrictieve of piëzo-electrische wijze tot trilling gebracht vlak, dat met het lichaam in contact gebracht moet worden. Daar tussenschakeling van een luchtlaag grote verliezen veroorzaakt, gebruikt men speciale contactmaterialen tussen straler en huid, zoals paraffine-olie, glycerine, niet schuimende vloeibare zeep e.d. Ook worden wel dunwandige rubber waterkussens gebruikt om het contact tussen het platte trilvlak en onregelmatige lichaamsoppervlakken tot stand te brengen.

De aan het lichaam toegevoerde trillingsenergie wordt door de weefsels geabsorbeerd, zo is bij 800 kH (in de bilstreek) op 3 cm. diepte nog maar de helft van de oorspronkelijke energie voorhanden. Bij hogere frequenties gaat die absorptie nog sneller. Verder moet men rekenen met verstrooiing van de straling b.v. door spieren en pezen en met reflectie aan botoppervlakken. Eénmaal in beenweefsel doorgedrongen ultra-geluid wordt zeer goed verder geleid.

Wat de orde van grootte der gebruikte energieën betreft, het volgende: krachtige spreektoon is equivalent aan 10^{-5} Watt/cm², terwijl een krachtige ultra-geluid-generator 10 Watt/cm², het millioenvoudige dus, kan afgeven.

Ultra-geluid werkt pijnstillend, spasmolytisch (vaatverwijdend), anti-phlogistisch en mogelijk ook in vivo bactericid. Daarom past men deze fysische behandelingsmethode vooral (en met succes) toe bij: neuralgieën, ischias, bij myalgieën (spit), ook bij locale ontstekingsprocessen (carbunkels), bij slecht genezende ulcera en bij locale stoornissen in de bloedsomloop.

Zijn de goede therapeutische resultaten van het ultra-geluid bij plaatselijke toepassing in alle gevallen geheel te verklaren uit de locale werking van de stralen? Waarschijnlijk niet: er is reden te geloven, dat het gehele lichaam de werking van het plaatselijk toegediende ultra-geluid ondervindt. Iets dergelijks ziet men trouwens overal in de fysische therapie: een plaatselijke ultravioletbestraling komt het gehele lichaam ten goede, de effecten van de massage van de ledematen zijn elders merkbaar. Vooral meent men, dat het vegetatieve zenuwstelsel op de behandeling met ultra-geluid reageert. Een behandeling met ultra-geluid zou het vegetatieve zenuwstelsel „kalmeren”.

De beproefde tandheelkundige toepassingen lopen goeddeels parallel met de algemeen-medische: gingivitiden, arthritis van het kaakgewricht, sinusitis, trismus, dentitio difficilis van de derde molaar.

Niet altijd gaat het goed: zo zag H a l s c h e i d t¹⁾ bij een acuut geval van kaakklem eerder verergering, zodat hij nu alleen nog maar chronische gevallen hiervan behandelt.

Ook anderszins is enige voorzichtigheid wel geboden, want ultrasone trillingen kunnen gezonde pulpae ernstig beschadigen. Gevaar dreigt ook aan de wortelpunt, waar door de goede voortgeleiding van ultra-geluid in de harde tandweefsels licht een schadelijke concentratie van trillingsenergie zou kunnen ontstaan.

Men heeft ook wel eens ultrasone therapie van gangraen en granuloom beproefd, doch wat men zich hierbij voorstelt, is mij niet duidelijk, want van een sterilisatie van het wortelkanaal kan ternauwernood sprake zijn, nog minder van het wegnemen van de oorzaak van het granuloom.

De toepassing van ultra-geluid in de tandheelkunde moet zeker overwogen worden. Wij moeten er echter niet critiekloos aan gaan meedoen, doch wel trachten langs klinische, zowel als langs experimentele weg de voordelen én de gevaren van deze aanwinst van ons therapeutisch arsenaal nader te leren kennen.

Samenvatting

Bespreking van de ultra-geluidstrillingen in verband met hun mogelijke toepassing in de tandheelkunde.

¹⁾ Zahnärztl. Welt 4; 22 (1949).