

The tooth was situated on the medial side of the lower jaw, probably as a result of a fracture of the mandible when the patient was 8 years of age.

The crown of the tooth showed resorption.

Literatuur:

1. Rowe, N. L., Killey, H. (1970): Fractures of the facial skeleton. Ed. 2. E. S. Livingstone, Edinburgh, p. 175.
2. Shafer, W. G., Hine, M. K., Levy, B. M. (1963): A textbook of oral pathology. Ed. 2. W. B. Saunders Co., Philadelphia, p. 18.
3. Thoma, K. H., Goldman, H. M. (1960): Oral pathology. Ed. 5. The C. V. Mosby Company, St. Louis, p. 927-928.
4. Sicher, H. (1952): Oral anatomy. Ed. 2. The C. V. Mosby Company, St. Louis, p. 270-271.
5. Thoma, K. H., Goldman, H. M. (1960): Oral pathology. Ed. 5. The C. V. Mosby Company, St. Louis, p. 56.
6. Archer, W. H. (1966): Oral surgery. Ed. 4. W. B. Saunders Co., Philadelphia, p. 425-427, 536-537.
7. Shafer, W. G., Hine, M. K., Levy, B. M. (1963): A textbook of oral pathology. Ed. 2. W. B. Saunders Co., Philadelphia, p. 202-205, 210-217, 227-228, 232-233.
8. Thoma, K. H. (1969): Oral surgery. Ed. 5. The C. V. Mosby Company, St. Louis, p. 378.
9. Archer, W. H. (1966): Oral surgery. Ed. 4. W. B. Saunders Co., Philadelphia, p. 213-214.
10. Lindsay, J. R., Karian, B. K.: Ectopic teeth, report of case. J. Oral Surg. 27, 2: 135-136.
11. Plumpton, S.: The extraction of mandibular teeth via an extraoral approach. Br. J. Oral Surg. 4, 2: 127-131.

De Boelelaan 1117,
Amsterdam.

HOE BETROUWBAAR IS DE ELEKTRISCHE PULPATEST?

M. J. G. M. KLOPROGGE
J. G. VAN WAMEL*)

*Uit de afdeling Algemene Neurofysiologie
van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: Prof. Dr. G. P. M. Horsten.
Uit de afdeling Tandheelkundige Röntgenologie
van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: A. C. M. van de Poel.*

Inleiding

Sinds vele jaren worden elektrische pulpatesters in de tandheelkunde gebruikt om een indruk te krijgen van de toestand waarin de tandzenuw zich bevindt. Hierbij gaat het om de vraag of de pulpazenuw vitaal of avitaal is.

Het prikkelen van een zenuw met behulp van een elektrische stroom heeft een aantal voordelen ten opzichte van het thermisch, mechanisch of chemisch prikkelen van een zenuw.

Voor excitatie met een elektrische stroom kan in principe zowel een gelijkstroom als een wisselstroom worden gebruikt. Omdat evenwel een zenuw reageert op een lokale verandering van de stroomsterkte in de tijd ($\Delta I/\Delta t$) wordt de voorkeur gegeven aan een pulserende gelijkstroom (□□□□).

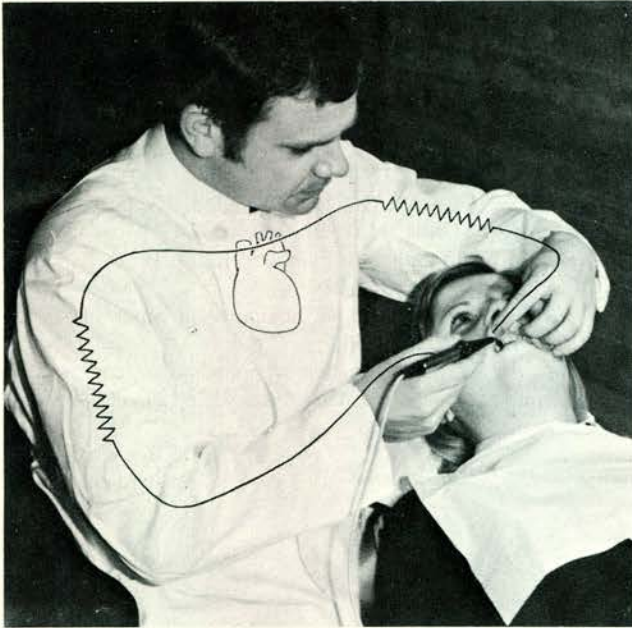
Om geïnformeerd te worden over de elektrische veiligheid van een drietal pulpatesters van resp. de merken Falk, Siemens en Ritter, werden deze getest op de afdeling Elektronica van de Katholieke Universiteit te Nijmegen (Kloprogge en Van Wamel, 1972).

Uit dit onderzoek kwam naar voren (tabel I) dat:

1. van de 3 onderzochte pulpatesters, de merken Siemens en Ritter, wat betreft constructie en montage elektrisch veilig zijn;
2. de Falk pulpatester daarentegen, wat betreft constructie en montage, niet aan de veiligheidseisen voldeed;
3. de keuze van het elektrische circuit moet worden beschouwd als een nadeel van de constructies van Ritter en Siemens;

*) Medewerker afdeling Elektronica van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Door de keuze van dit circuit zijn tijdens het testen van een



Afb. 1. Deel van het elektrische stroomcircuit, bij het testen van een „element”.

element zowel de tandarts als de patiënt in de stroomkring opgenomen (afb. 1), d.w.z. dat de stroom slechts door een klein deel van de patiënt loopt en van hand tot hand door de tandarts.

Bovendien impliceert deze constructie dat:

- a. een deel van de toegevoerde teststroom ($\pm 6\%$) bij gesloten circuit door het hart van de tandarts loopt (Keidel, 1970);
- b. als de tandarts de patiënt niet met beide handen aanraakt of gebruik maakt van rubberhandschoenen of wattenrollen, de stroom *niet* kan lopen, waardoor dus ook geen reactie van de patiënt kan worden verwacht.

Hier dient te worden opgemerkt, dat een sinusvormige wisselstroom van 50 Hz, lopend van hand naar hand, reeds bij 40 mA een dodelijk hartkamerfibrilleren kan veroorzaken (Keidel, 1970). Dit laatste is dan ook de reden waarom bij het testen van de toestellen speciale aandacht werd besteed aan de maximale uitgangsströmen van de testers.

4. beide toestellen Ritter en Siemens van het spanningsbrontype zijn. Dit impliceert dat de geleverde stroom afneemt naarmate de weerstand hoger wordt.

De maximale uitgangsströmen van de Ritter en Siemens testers bedroegen respectievelijk 16 mA en 0,64 mA. De uitgangsstroom van de Ritter werd als hoog beschouwd, als men bedenkt dat reeds stromen van 6 à 7 mA (afhankelijk van de duur van de prikkel en de frequentie) onaangename pijnsensaties en spiercontracties kunnen veroorzaken (Poehler, 1945: The Fatal Current).

Tabel I. Overzicht van de bij het uitgevoerde testprogramma gevonden resultaten.

	Siemens	Ritter	Falk
elektrische veiligheid	+	+	—
spanningsbrontype	ja	ja	
frequentie (Hz)	100	300	
duur van de prikkel (msec)	1	0,1	
max. uitgangsstroom (mA)	0,64	16	

+ = goed
— = onvoldoende

De vraag kan nu worden gesteld in hoeverre met de eerder onderzochte pulpatesters Ritter en Siemens de vitaliteit van een „element” kan worden getest. Bij de beantwoording van deze vraag spelen de volgende factoren een belangrijke rol:

1. de baan van de stroom door het element c.q. de tandpulpa en de stroomdichtheid;
2. de elektrische weerstand van respectievelijk het te onderzoeken element, de patiënt en de tandarts;
3. de elektrische „opbouw” van de te geven prikkel, zijn herhalingsfrequentie en pulsduur.

Ad 1. Mumford (1959) kon in vivo aantonen, met behulp van diffusieproeven, dat de stroom inderdaad door de pulpakamer en kanalen loopt, mits zich in het te onderzoeken element geen metalen restauratie bevindt, die in contact staat met de marginale gingiva. Eveneens kon hij aantonen, dat de stroomdichtheid (d.i. de hoeveelheid stroom per oppervlakte-eenheid l/cm^2) het grootst is bij de glazuur-dentine overgang, vervolgens kleiner wordt in de pulpakamer en weer toeneemt in de wortelkanalen. Het verschil in stroomdichtheid op de verschillende plaatsen van de pulpa is volgens deze onderzoeker dan ook de reden, waarom elementen waarvan de wortels niet zijn afgevormd of elementen met meer dan één wortel in het geheel niet reageren of alleen maar met hoge stroomsterkten.

De onderzoeken van Mumford werden bevestigd door Newton (1969). Zowel Mumford als Newton wijzen bovendien op het feit, dat bij gebruik van één coronaire elektrode, zoals in gebruik bij de onderzochte testers, een excitatie van de zenuw in het wortelkanaal kan ontstaan terwijl de coronaire pulpa dood is. Zij bevelen dan ook het gebruik van twee coronaire elektroden aan, waardoor de zenuw in de pulpakamer wordt gestimuleerd. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid van de diagnose toe.

Ad. 2. De weerstand van de elementen kan variëren van 3 tot 50 M Ω . De specifieke weerstand van het glazuur bedraagt gemiddeld $4,5 \times 10^6 \Omega\text{cm}$ en loopt van $2,6$ tot $6,9 \times 10^6 \Omega\text{cm}$. Voor het dentine werd een gemiddelde specifieke weerstand gevonden van $36 \times 10^3 \Omega\text{cm}$ met een variatie van 11 tot $52 \times 10^3 \Omega\text{cm}$ (Mumford, 1967).

Verder blijkt de weerstand van het te onderzoeken element afhankelijk te zijn van:

1. het aantal bewegende (vrije) ionen in de organische structuren;
2. het aantal levende cellen in de elementen (Nomura, e.a. 1971 a);
3. de plaats van de prikkelelektrode op het element in verband met de dikte van het glazuur (Nomura, e.a. 1971 b).

De weerstand van de tandarts is vooral afhankelijk van zijn huidweerstand en kan, gemeten van hand tot hand, variëren van 15 k Ω tot 200 k Ω . Deze waarden zijn mede afhankelijk van het al dan niet werken met droge of natte handen.

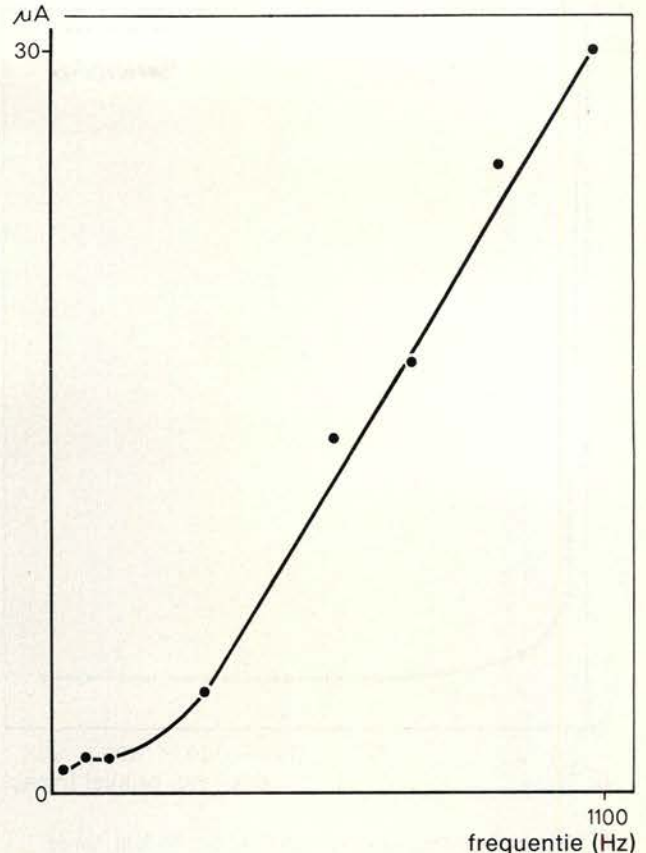
Ad 3. Mumford (1963, 1965) bepaalde de „pain perception threshold” bij patiënten van 10–73 jaren. Voor jonge volwassenen vond hij waarden van 2,2 tot 20,5 μA . (Prikkelgegevens: 30 msec pulsduur; frequentie 20 Hz, contactoppervlak elektrode 9,5 mm².)

Naarmate de onderzochte elementen meer van de mediaanlijn verwijderd waren, werden de drempelwaarden hoger. Leeftijd en geslacht bleken geen invloed uit te oefenen op de gevonden waarden.

Verder echter vond hij dat de minimaal benodigde piekwaarde van de prikkelstroom afhankelijk is van:

- a. de vorm van de prikkel d.w.z. het verloop van de stroom als functie van de tijd;
- b. de herhalingsfrequentie: naarmate de frequentie toeneemt, bij gelijkblijvende duur van de prikkel wordt de benodigde stroom steeds groter (afb. 2)*);
- c. de duur van de prikkel: naarmate de pulsduur korter wordt (d.w.z. kleiner dan 10 msec) wordt de benodigde stroom groter (afb. 3);
- d. de grootte van het raakoppervlak tussen het te onderzoeken element en de prikkelelektrode (afb. 4) (Mumford, 1969);

*) De hier weergegeven grafiek wijkt af van de meer gebruikelijke zoals die worden verkregen met behulp van sinusvormige wisselstromen. Hierbij neemt onder een bepaalde frequentie, bij gelijkblijvende duur van de prikkel, de benodigde stroomsterkte weer toe (Bard, 1956).



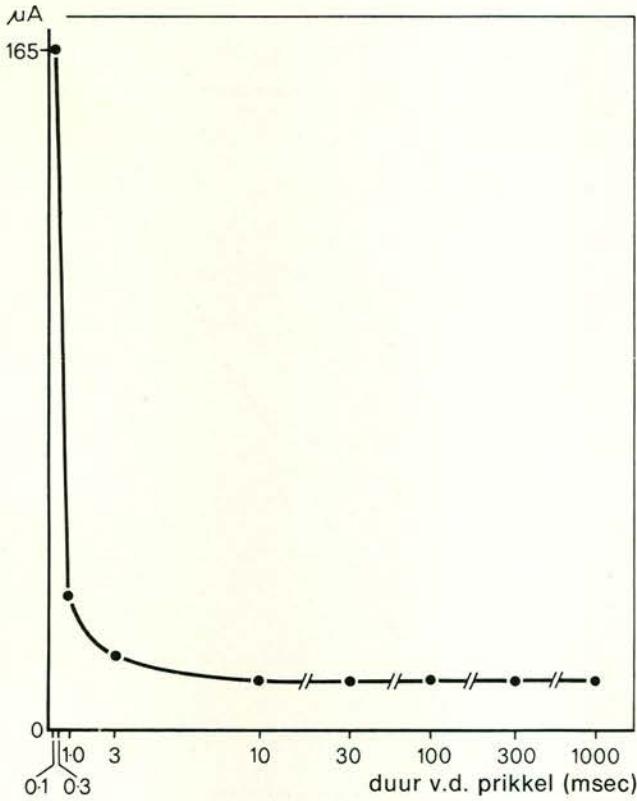
Afb. 2. Grafische weergave van de relatie tussen de prikkel-frequentie en de benodigde prikkelstroomsterkte (current strenght), prikkelduur 0,3 msec. (Naar Mumford, 1965.)

- e. de richting van de stroom: anodale stimulatie vertoont hogere waarden dan kathodale;
- f. de adoptatie van de prikkel en het accommoderen van de zenuw.

Doordat beide onderzochte pulpatesters spannings-brongeneratoren zijn, is de geleverde stroom bij een bepaalde ingestelde spanning afhankelijk van de elektrische weerstand van het te onderzoeken element en de tandarts ($V = i.R$).

Doordat beide toestellen werken met relatief hoge frequenties (100 en 300 Hz) en omdat bovendien beide werken met korte pulsduren (1 en 0,1 msec) kan worden geconcludeerd, dat een hogere stroom nodig is dan de door Mumford aangegeven waarden.

Dit zou kunnen betekenen, dat indien de weerstand van het element zeer hoog is, de benodigde prikkelstroomsterkte door de pulpatesters niet meer kan



Afb. 3. Grafische weergave van de relatie tussen de duur van de prikkel en de benodigde prikkelstroomsterkte (current strenght) voor een centrale incisief. (Naar Mumford, 1965.)

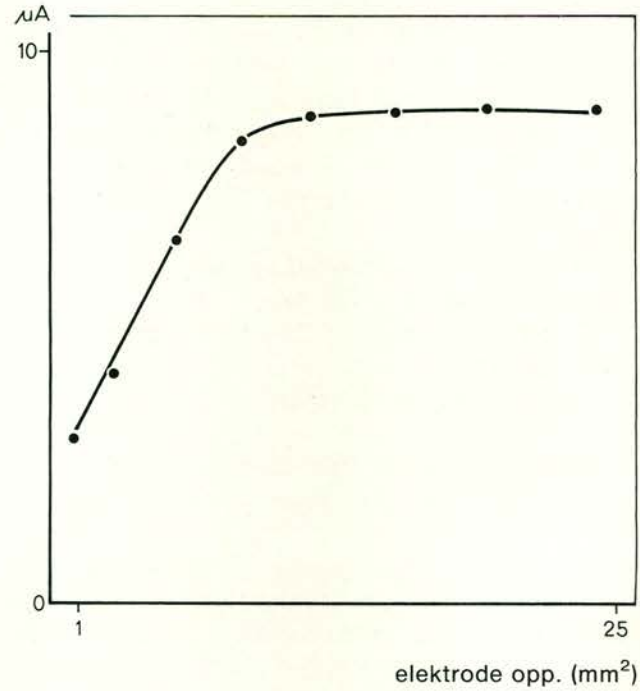
worden geleverd, met als gevolg, dat geen reactie kan worden opgeroepen, maar wat echter niet impliceert, dat het element dan avitaal is.

Tenslotte kan dan nog de vraag worden gesteld, in hoeverre het al dan niet reageren van een „element” op een elektrische stroom met behulp van pulptesters iets zegt over de conditie van de tandpulpa (Mumford, 1961).

Volgens Cooke (1952) en Cartledge (1958) kan in een aantal gevallen met deze testmethode geen indruk worden verkregen over de vitaliteit van de tandpulpa, te weten bij:

1. *pas doorgebroken elementen*; deze reageren vermoedelijk *niet* omdat de zenuwinnervatie van het element pas in een later stadium wordt voltooid;
2. *een trauma op een element* c.q. na een operatie van Caldwell-Luc.

Zeer recente onderzoeken van Johnson (1970) waarbij getracht werd een relatie te vinden tussen het al dan niet reageren van de tandpulpa op een elektrische



Afb. 4. Grafische weergave van de relatie tussen het oppervlak van de prikkelelektrode en de „pain threshold value”. (Naar Mumford, 1963.)

stroom in vergelijking met de histologische toestand, toonden aan dat de pulptester niet in staat is een „normale” pulpa te onderscheiden van een hyperemische noch van een ontstoken of necrotische pulpa.

Conclusie en samenvatting

Aan de hand van gegevens verkregen uit de literatuur werd nagegaan in hoeverre het mogelijk is met de eerder onderzochte pulptesters Siemens en Ritter een indruk te krijgen over de vitaliteit van een tandpulpa. Doordat beide toestellen gebruik maken van een relatief hoge prikkelfrequentie (respectievelijk 100 en 300 Hz voor Siemens en Ritter) en door het gebruik van een korte pulsduur van respectievelijk 1 msec en 0,1 msec zal de benodigde prikkelstroom veel hoger liggen dan de door Mumford aangegeven waarden.

Doordat beide toestellen van het spanningsbrontype zijn en omdat de elementen een zeer hoge weerstand hebben is het twijfelachtig of de benodigde prikkelstroom in alle gevallen nog kan lopen en de vereiste stroomdichtheid, met name bij molaren, wordt bereikt.

Een zeer belangrijke vraag is, in hoeverre er een correlatie bestaat tussen het al dan niet reageren van de tandzenuw op een elektrische stroom en de vitaliteit van de pulpa c.q. de conditie van de pulpa. Wat deze vraag betreft kan worden opgemerkt, dat klinische onderzoeken hebben aangetoond, dat in een aantal gevallen de elektrische testmethode niet betrouwbaar is, met name bij pas doorgebroken elementen en getraumatiseerde elementen.

Bovendien hebben de reeds eerder vermelde onderzoeken van Johnson aangetoond, dat het met behulp van pulpatesters niet mogelijk is, een onderscheid te maken tussen een „normale”, een ontstoken, een hyperemische of een necrotische pulpa.

Conclusion and summary:

Title: How reliable is the electric pulp tester?

Earlier investigated pulp testers Siemens and Ritter were checked in how far it is possible to determine the vitality of the tooth pulp. Because of that these two machines make use of a relative high frequency stimulus (respectively 100 and 300 Hz for Siemens and Ritter) and because of the use of a shorter stimulus duration of respectively 1 and 0,1 msec, the current used can be expected to be higher as suggested by Mumford.

Since the two machines have a voltage source and because the teeth have a very high resistance the question is of the necessary stimulus current can still run and the necessary current density can be obtained.

A very important question is, in how far a correlation exist between the response of the tooth nerve on an electrical current and the vitality of the pulp or the condition of the pulp.

Clinical researches have demonstrated that in several cases the electrical test method is not trustworthy, especially by newly erupted teeth.

The investigations of Johnson have shown that with the help of electric pulp testers, it is not possible to make a difference between a normal, an inflamed, a hyperemic and or a necrotic pulp.

Literatuur:

1. *Bard, Ph.* (1956): Medical physiology. The C. V. Mosby Company, St. Louis.
2. *Cartledge, D. H., Cooke, C., Rowbotham, T. C.* (1958): The use of electric pulp testers in dental practice. *Br Dent J* 104: 64-66.
3. *Cooke, C., Rowbotham, T. C.* (1952): An electric pulp tester. *Br Dent J* 92: 147-149.
4. *Johnson, R., Dachi, S., Haley, I.* (1970): Pulpal hyperemia, a correlation of clinical and histologic data from 706 teeth. *J Am Dent Assoc* 81: 108-117.
5. *Keidel, W. D.* (1970): Kurzgefasstes Lehrbuch der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
6. *Klopogge, M. J. G. M., Wamel, J. G. van* (1972): Elektrische pulpatesters. *Ned Tandartsenblad* 14: 518-522.
7. *Mumford, J. M.* (1959): Path of direct current in electric pulp testing; using one coronal electrode. *Br Dent J* 106: 23-26.
8. *Mumford, J. M.* (1961): Electrical stimulation in the diagnosis of pulpal and periapical conditions. *Br Dent J* 111: 364-368.
9. *Mumford, J. M.* (1963): Pain threshold of normal human anterior teeth. *Arch Oral Biol* 8: 493-501.
10. *Mumford, J. M.* (1965): Pain perception threshold and adaptation of normal human teeth. *Arch Oral Biol* 10: 957-968.
11. *Mumford, J. M.* (1967): Resistivity of human enamel and dentine. *Arch Oral Biol* 12: 925-927.
12. *Mumford, J. M., Newton, A. V.* (1969): Zone of excitation when electric stimulating human teeth. *Arch Oral Biol* 14: 1383-1388.
13. *Nomura, H., Sakada, S., Itow, H.* (1971 a): Some observations on electric conductivity of the tooth. *Bull Tokyo Dent Coll* 12: 15-23.
14. *Nomura, H., Onoue, Y., Nemoto, T.* (1971 b): A preliminary report on the relation between electric resistance and pit or fissure in human tooth. *Bull Tokyo Dent Coll* 12: 77-83.
15. *Newton, A., Mumford, J. M.* (1969): Current paths through analogues of human teeth. *Arch Oral Biol* 14: 699-705.
16. *Poehler, H. A.* (1945): The effects of electric shock. *Electronic Engineering* 64: 518-519.
17. *Redactie Service scope* (1965): The fatal current. Service scope: Useful information for users of tektronix instruments. U.S.A. nr. 35: 12-13.

Philips van Leydenlaan 25,
Nijmegen.