

ding is grotendeels te verklaren uit de drie tot vier maal verhoogde vloeistofstroom na 12 dagen achterwege laten van gebitsreiniging.

De *samenstelling van de plaque* en het *vermogen om bot te resorberen* werd in vitro onderzocht en is gerapporteerd in deel III. De sterke plaque-vorming in de saccharose-groep wordt toegeschreven aan het waterbindend vermogen van de verhoogde koolhydraatfractie in de saccharose-plaque, en aan de door saccharose bevorderde bacteriegroei.

Het eiwitandeel van de totale plaque is het hoogst in de xylitol- en de cyclamaat-plaque. Ook het calciumgehalte is in deze twee groepen relatief hoog. De auteurs zijn van mening dat het verhoogde calciumgehalte bij regelmatig gebruik van xylitol en sorbitol niet leidt tot verhoogde mineralisatie van de plaque (tandsteenvorming) maar dat de calciumcomplexen in oplosbare vorm in de plaque aanwezig blijven. Daardoor zou calcium beschikbaar zijn voor remineralisatie van ontkalkt glazuur.

Bij een onderzoek betreffende de uitwerking van plaque-extracten op botcultures bleek dat saccharose de vorming bevordert van plaque die de katabole kant van de botstofwisseling stimuleert, met botresorptie tot gevolg.

De invloed op een aantal *speekselparameters* wordt beschreven in deel IV. De produktiesnelheid van rust- en gestimuleerd speeksel en de buffercapaciteit ervan wordt door geen van de mondspoelingen beïnvloed. De pH in de cyclamaat- en de xylitolgroep onderging een verhoging, die in de saccharose-groep bleef gelijk. De lysozym-activiteit in de saccharosegroep was licht verhoogd. Het gehalte aan invertase-achtige enzymen steeg in alle drie de groepen, vooral echter in de saccharosegroep. Tijdens de periode van mondspoelingen werd ook een duidelijke verhoging geconstateerd van de concentratie aan hypothiocyanaat (een bacteriële remstof) in het speeksel, vooral in de xylitolgroep.

In deel V werden de *weefseltoxische eigenschappen* onderzocht van het uit de

plaque afkomstige vocht bij elk van de drie proefgroepen. Daarbij werd gebruik gemaakt van een diemodel. Bij hamsters werd een kleine hoeveelheid plaquevloeistof in de wangzak geïnjecteerd. Vervolgens werd de invloed daarvan op de microcirculatie gemeten en de weefselreactie bepaald aan de hand van histamine-bepaling en leukocyten telling.

Duidelijk kwam naar voren dat de plaquevloeistof van de saccharose-groep veel meer chemisch irriterende stoffen bevatte dan die van de beide andere groepen. Biopsieën van het wangzakweefsel lieten een hoog gehalte zien aan histamine en een hoge concentratie van leukocyten, wanneer het weefsel was blootgesteld aan de vloeistof van onder invloed van saccharose gegroeide plaque.

Deze resultaten bevestigen dat frequent saccharose-gebruik een gingivitis kan verergeren, die is ontstaan door het nalaten van mondhygiënische maatregelen. Bij xylitolgebruik is dit niet het geval.

Toors - Nieuw Venne

ONDERZOEK

ELEKTRONISCH LENGTEBEPALEN. EEN KLINISCHE EVALUATIE VAN DE NEOSONO®

H. W. KERSTEN
S. K. THODEN VAN VELZEN

*Uit de vakgroep Cariologie,
Endodontologie en Pedodontologie
van de Universiteit van Amsterdam.*

Trefwoorden: Endodontologie - Preparatielengte

Inleiding

In 1962 werd een methode geïntroduceerd om langs elektronische weg de preparatielengte van een endodontische behandeling te bepalen.¹ De methode is gebaseerd op de veronderstelling dat er een constant weerstandsverschil bestaat tussen de orale mucosa en het weefsel bij het foramen apicale. Dit weerstandsverschil zou voor elk element en bij elke patiënt vrijwel gelijk zijn (6,5 K Ω). Door nu een instrument als elektrode in het kanaal te steken en een tweede elektrode aan de lip te bevestigen is een weerstandsverschil te meten dat wanneer de tip van het instrument het foramen apicale bereikt gelijk is aan de zojuist genoemde vaste waarde.

Sinds die introductie zijn een aantal apparaten op de markt verschenen die volgens dit principe werken (o.a. Endometer, Endodontic Meter, Apex Finder, Dentometer). Het onderzoek naar de betrouwbaarheid van deze toestellen is summier en de resultaten ervan zijn nogal uiteenlopend.

Bovendien zijn de resultaten van sommige onderzoeken minder relevant omdat zij uitgaan van de röntgencontour als meetpunt en niet van de apicale constrictie. Met de apicale constrictie als uitgangspunt vonden Blank e.a. dat 85% van hun elektronische metingen correct was,² terwijl Rocke, de röntgencontour als meetpunt hanterend, 65% correcte metingen scoort.³ De onnauwkeurigheid zou wellicht in belangrijke mate te wijten zijn aan de omstandigheid dat de weerstand tussen mucosa en apex niet voor alle individuen een constante is en ook tussen individuen verschilt. In 1973 komt Inoue daarom met een modificatie.⁴ Hij meet eerst het weerstandsverschil tussen de orale mucosa van de lip en het parodontale ligament door middel van een elektrode in de gingivale sulcus. Het apparaat wordt dan gecalibreerd en deze waarde wordt vervolgens met de vijl in het kanaal teruggezocht. Inoue maakt bovendien met het uitlezen geen gebruik van een oplopende wijzer-aanduiding, maar van een geluidssignaal.

Samenvatting:

In dit artikel wordt verslag gedaan van een klinisch onderzoek naar de betrouwbaarheid van de Neosono, een toestel om langs elektronische weg endodontisch lengte te bepalen. Aan dit verslag gaat een overzicht vooraf van de literatuur en van de verschillende principes en toestellen die zoal worden gebruikt. Het onderzoek betreft 66 kanalen in 35 elementen waarin met de Neosono lengtemetingen werden gedaan. Aansluitend werden 1 of 2 lengtefoto's gemaakt met vijlen in de wortelkanalen. Het bleek dat de met de Neosono bepaalde lengte in de helft van de gevallen meer dan $\pm \frac{1}{2}$ mm verschilde van de lengte gemeten met behulp van de x-foto.

In de discussie wordt besproken wat de oorzaak kan zijn van het hoge percentage foutieve metingen.

Naar de nauwkeurigheid van apparaten die volgens dit principe werken (o.a. Sonoexplorer, Forameter, Sonardent) is meer onderzoek verricht. Verscheidene auteurs vinden een hoog percentage (85-95%) correcte metingen. De elektronische lengtebepaling zou daarmee wellicht beter zijn

dan de lengtebepaling met een röntgenfoto. De elektronische waarnemingen worden in deze onderzoeken vergeleken met röntgenologische metingen al of niet gecombineerd met metingen na extractie.²

Minder positief in hun bevindingen zijn andere auteurs.⁸⁻¹¹ Uit hun onderzoeken blijkt de röntgenografische methode veruit de voorkeur te verdienen en Seidberg e.a. meenden bovendien aan te kunnen tonen dat zelfs het lengtebepalen 'op het gevoel' nauwkeuriger is dan dat langs elektronische weg.⁸

Omdat de resultaten met de apparaten van de tweede generatie in elk geval nog voor verbetering vatbaar leken is uit met name de Sono-explorer een verfijnder toestel ontwikkeld dat ook handiger in het gebruik is omdat het behalve dat het een geluidssignaal geeft, ook digitaal afleesbaar is. Het 'uitluisteren' van de Sono-explorer gaf namelijk nogal eens problemen.²⁻⁵ De fabrikant van het apparaat claimt 100% nauwkeurigheid bij deze 'Neosono' (afb. 1). De werking berust overigens wel weer op het oude principe van een vast weerstandsverschil tussen de orale mucosa en het parodontale ligament. Wat dit aspect betreft behoort de Neosono dus tot de apparaten van de eerste generatie. Vooraf ijken van het apparaat met een elektrode in de sulcus is volgens de fabrikant overbodig. Een klinisch experiment werd uitgevoerd om de bruikbaarheid van de Neosono te testen.

Materiaal en methode

Bij 35 elementen met 66 kanalen werd een röntgenologische en een Neosono-meting gedaan. Van de 66 kanalen bevatten 28 vitaal weefsel, 33 necrotisch weefsel, en in 5 kanalen bevond zich endodontisch vulmateriaal.

Onder rubberdam werd het element geopend. Na reiniging en preparatie van de pulpakamer en het extirperen dan wel verwijderen van het grootste deel van de kanaalinhoud, werd een vijl (meestal no. 15) over een kleine afstand in het kanaal gestoken en de 'instrumentelektrode' werd aan de vijl bevestigd. De tweede elektrode werd aan de onderlip van de patiënt gehangen. Bij alle metingen werd het apparaat afgesteld op 'tuning 50', wat volgens de fabrikant betekent dat de digitale aflezing de afstand van de vijlpunt tot de apicale constrictie aangeeft in tienden van millimeters. Vervolgens werd de vijl verder het kanaal ingeschoven tot de Neosono 0,5 mm tot de apicale constrictie aangaf. Op deze positie werd een röntgenfoto gemaakt. Bij meerkanalige elementen werden twee röntgenfoto's gemaakt en wel één loodrecht op de tandboog en één onder een hoek van 20° met de vorige. Wanneer om de één of andere reden de elektronische lengte-aanduiding de op basis van de beginfoto geschatte lengte met meer dan 2 mm overtrof of wanneer er sprake was van hevige pijn bij het verder insteken van de vijl, dan werd



Afb. 1. De Neosono.

een x-foto gemaakt op een kortere lengte dan volgens de Neosono zou moeten. Er werd echter naar gestreefd binnen de 1,5 mm van de apicale constrictie te geraken omdat de fabrikant aangeeft dat vanaf 1,5 mm de afstands-aanduiding voor 100% correct is. Op een grotere afstand van de apicale constrictie zou de aanduiding minder nauwkeurig zijn. Contact van de lengtevijl met eventueel aanwezig metalen restauratiemateriaal werd zorgvuldig vermeden. Er werd geen natriumhypochloriet gebruikt voorafgaande aan de Neosono-meting, evenmin werd intrapulpale anesthesie toegediend. Bij vocht (pus, exsudaat, bloed) werd voor de meting gedroogd met ten hoogste drie papierstiften per kanaal. Van ieder kanaal werd de aard van de kanaalinhoud en, in tienden van millimeters, de lengte van de vijl en de stand van de Neosono-aanduiding genoteerd. Aan de hand van de informatie verkregen van de lengtefoto werd berekend hoe ver de vijl zich voor of voorbij het gewenste eindpunt van de preparatie bevond. Het gewenste eindpunt van de preparatie werd bepaald op 1,5 mm vóór de contour van de röntgenologische apex, tenzij op de röntgenfoto

de apicale constrictie zichtbaar was. In zo'n geval werd het eindpunt 0,5 mm voor deze zichtbare constrictie bepaald. Wanneer de röntgenfoto twijfel toeliet over de plaats van de contour van de apex, werd het desbetreffende element verder uitgesloten van het onderzoek.

De percentages correcte en incorrecte metingen werden berekend aan de hand van drie verschillende criteria. Bij criterium I tellen alle metingen in alle kanalen mee. Bij criterium II worden de metingen waarbij de Neosono-aanduiding meer dan 1,5 mm droeg, uitgesloten. Bij criterium III zijn bovendien alle metingen die 0,5 mm te lang of 0,5 mm te kort waren, als correcte metingen beschouwd.

Resultaten

Van de 66 metingen kon in drie gevallen geen constante Neosono-waarde worden bereikt, ondanks drogen met drie papierstiften. Deze metingen zijn als variabel opgevoerd. In acht gevallen is de vijl niet zover in het kanaal gestoken als volgens de Neosono-meting zou moeten. Dat was in één geval vanwege hevige pijn, in de andere gevallen omdat aan de hand van de beginfoto werd vermoed dat de lengte aanzienlijk korter was, hetgeen in zes van de zeven gevallen ook inderdaad het geval bleek te zijn.

In tabel I, II en III zijn de resultaten van de vergelijking van de elektronische metingen met de röntgenologische weergegeven. In tabel II is er geen verschil in de resultaten volgens criterium I of II, omdat in deze groep geen metingen met een Neosono-aanduiding van meer dan 1,5 mm voorkwamen. In tabel IV is de verdeling weergegeven van de kanalen over de diverse elementen.

Van de 21 correcte metingen bij criterium I werden er 16 bij molaren, 4 bij premolaren en 1

Tabel I. Verdeling in correcte/incorrecte Neosono-metingen bij alle categorieën.

	juist	variabel	te lang	te kort
Criterium I ^{*)}	32	4	44	20
Criterium II ^{**)}	35	5	38	22
Criterium III ^{**)}	50	5	29	16

Criterium I: geen metingen uitgesloten.

Criterium II: Neosono > 1,5 uitgesloten.

Criterium III: Neosono > 1,5 uitgesloten én ½ mm te lang of ½ mm te kort is correct.

^{*)} N = 66. ^{**)} N = 58.

Tabel II. Verdeling in correcte/incorrecte Neosono-metingen bij vitale pulpae.

	juist	variabel	te lang	te kort
Criterium I ^{*)}	36	4	46	14
Criterium II ^{**)}	36	4	46	14
Criterium III ^{**)}	43	4	39	14

Criterium I: geen metingen uitgesloten.

Criterium II: Neosono > 1,5 uitgesloten.

Criterium III: Neosono > 1,5 uitgesloten én ½ mm te lang of ½ mm te kort is correct.

^{*)} N = 28. ^{**)} N = 28.

Tabel III. Verdeling in correcte/incorrecte Neosono-metingen bij necrotische pulpa.

	juist	variabel	te lang	te kort
Criterium I*)	33	6	33	37
Criterium II**)	37	7	22	33
Criterium III**)	55	7	19	19

Criterium I: geen metingen uitgesloten.

Criterium II: Neosono > 1,5 uitgesloten.

Criterium III: Neosono > 1,5 uitgesloten én ½ mm te lang of ½ mm te kort is correct.

*) N = 33. **) N = 27.

bij een incisief gedaan. Van de 29 correcte metingen bij criterium III werden er 17 bij molaren, 7 bij premolaren en 5 bij frontelementen gedaan. Bij de kanalen met een endodontisch vulmateriaal mat de Neosono in alle vijf de gevallen te lang. Van deze vijf wordt één meting onder de condities van criterium III geacht correct te zijn. De incorrecte Neosono-metingen die voorbij de apicale constrictie reikten, waren gemiddeld 1,3 mm te lang met als extreem 2,5 mm. De incorrecte metingen die de apicale constrictie niet bereikten, waren gemiddeld 1,4 mm te kort met als extreem 3 mm.

Discussie

Het percentage correcte metingen is bij een tolerantie van $\pm 0,2$ mm over het totaal gezien laag (32%). Ook wanneer de tolerantie wordt verruimd (criterium III) is nog maar in de helft van de gevallen sprake van een correcte meting, waarbij de kanalen met een necrotische pulpa aanzienlijk beter scoren (55%) dan de kanalen met een vitale pulpa (43%). Opvallend is ook dat bij een vitale pulpa omstreeks $2\frac{1}{2} \times$ vaker een te grote lengte werd bepaald dan een te korte, terwijl de fout bij necrotische pulpa's gelijk was verdeeld. Verder blijkt dat metingen in kanalen van molaren vaker correct zijn dan die in kanalen van premolaren of incisieven.

Het lage succespercentage is in overeenstemming met de resultaten van sommige onderzoekers⁸⁻¹¹ en wijkt af van die van andere.²⁻⁵⁻⁷ Een verklaring voor een matig succes bij de elektronische lengtebepaling is door Becker e.a. gegeven.¹⁰ Vitale weefselresten zouden interfereren met de elektronische plaatsbepaling. Het feit dat bij vitale pulpa's de meting veel vaker te lang dan te kort uitvalt, doet ernstige twijfel rijzen aan de correctheid van deze verkla-

ring, die bovendien alleen maar de 'te korte' meting verklaart. Ook door vocht in het kanaal (bloed, exsudaat, pus) zou de elektrode ten gevolge van de goede elektrische geleiding als het ware te vroeg contact maken, met een 'te korte' meting als gevolg. Bij de hier gepresenteerde Neosono-metingen waren de kanalen soms nog vochtig omdat met ten hoogste drie papierstiften werd gedroogd. Met het stellen van een maximum aan het aantal papierstiften werd beoogd laboratoriumcondities te vermijden. In een klinische situatie is optimaal drogen van een kanaal niet mogelijk wanneer nog onvoldoende is geparpareerd, en voldoende prepareren is alleen mogelijk wanneer de preparatielengte bekend is. Hetzelfde geldt voor het optimaal extirperen. Bovendien zou wanneer talrijke papierstiften moeten worden gebruikt de tijdwinst van het gebruik van de Neosono verloren gaan.

Echter 'vocht in het kanaal' als verklaring voor een te korte meting is onbevredigend in het licht van de resultaten van Chunn e.a.¹¹ Zij noteerden bij vocht juist bij 65% van de gevallen een 'te lange' meting. Kennelijk is de simpele gedachtengang dat contact tussen het periapicale weefsel en de elektrode ter hoogte van de apicale constrictie een correcte meting oplevert onjuist. Ook de idee dat de nauwe passage bij de apicale constrictie de oorzaak zou zijn van het weerstandsverschil binnen en buiten het kanaal lijkt weinig waarschijnlijk omdat obliteraties en obstructies in het kanaal dan ook een dergelijk weerstandsverschil zouden moeten opleveren en daarvan is niets gebleken.¹²

Behalve de onbevredigende meetresultaten kent de elektronische lengtebepaling nog een drietal bijkomende nadelen. Er mag volgens de fabrikant vóórdat de lengte is bepaald geen intrapulpale anesthesie worden toegediend en niet worden gespoeld met natriumhypochlorietoplossing. Een verder nadeel is dat de elektronische lengtebepaling geen informatie geeft over vorm en richting van de kanalen en het eventueel bestaan van nog onontdekte kanalen.

Onlangs is voorgesteld de elektronische lengtebepaling te baseren op een geheel ander beginsel, namelijk de verdichting

van het elektrische veld ter plaatse van de apicale constrictie.¹³ Het kanaal wordt daartoe gevuld met een isotonische zoutoplossing, waarna men een zwakke stroom laat lopen tussen een lip- en een kanaal-elektrode. Met een derde elektrode wordt vervolgens de potentiaalgradiënt gemeten. Wellicht kunnen op basis van dit beginsel betrouwbaardere apparaten worden ontworpen. De bovengeschetste voordelen van de röntgenfoto blijven echter van kracht.

Summary:

Title: Electronic determination of working length. A clinical evaluation of the Neosono®.

Keywords: Endodontology – Working length

In a clinical experiment the reliability was tested of the Neosono®, an instrument designed for the electronic determination of the endodontic working length. Reviewing the literature, the different principles and instruments that are in use nowadays are discussed.

With the Neosono length determinations were done on 66 root canals in 35 teeth. Immediately thereafter one or two x-rays were made with files in the canals. It appeared that with the Neosono the working length in half of the cases was more than half a millimeter more or less than the working length determined with x-rays. The discussion is focussed on the possible causes of the high percentage of erroneous measurements.

Literatuur:

1. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res* 1962; 41: 375-87.
2. Blank LW, Tenca JJ, Pelleu GB. Reliability of electronic measuring devices in endodontic therapy. *J Endod* 1975; 1: 141-4.
3. Rocke H. Methoden der exakten Längenbestimmung des Wurzelkanals. *Dtsch Zahnärztl Z* 1981; 36: 67-8.
4. Inoue N. An audiometric method for determining the length of root canals. *J Can Dent Assoc* 1973; 39: 630-6.
5. Busch LR, Chiat LR, Goldstein LG, Held SA, Rosenberg PA. Determination of the accuracy of the Sono-explorer for establishing endodontic measurement control. *J Endod* 1976; 2: 295-7.
6. O'Neill LJ. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. *Oral Surg* 1974; 38: 469-73.
7. Plant JJ, Newman RF. Clinical evaluation of the Sono-explorer. *J Endod* 1976; 2: 215-6.
8. Seidberg BH, Alibrandi BV, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. *J Am Dent Assoc* 1975; 90: 379-87.
9. Wyman TP, De Martino SP, Parker CR, Brugg A, Dowden WE, Langeland K. Efficacy of electronic root canal measuring devices. *J Dent Res* 1978; IADR Abstract.
10. Becker GJ, Lankelma P, Wesselink PR. Thoden van Velzen SK. Electronic determination of root canal length. *J Endod* 1980; 6: 876-80.
11. Chunn CB, Zardiackas LD, Menke RA. In vivo root canal length determination using the Foramer. *J Endod* 1981; 7: 515-20.
12. De Backer T. Persoonlijke mededeling, Gent 1984.
13. Ushiyama J. New principle and method for measuring the root canal length. *J Endod* 1983; 9: 97-102.

Mei 1984.

Louwesweg 1,
1066 EA Amsterdam.

Tabel IV. Verdeling van kanalen over de diverse elementen.

	front- elementen	premo- laren	molaren
Bovenkaak	13	13	14
Onderkaak	3	2	21