



M.W.E. Smeets
G.E. Rhemrev
M.A.J. van Waas
H.W. Denissen

Het reproduceerbaar meten van de randspleet van keramische partiële kronen

Samenvatting

Trefwoorden:

- Randspleet
- Restauratieve tandheelkunde
- Digitale beeldbewerking

Uit de afdeling Orale Functie-
leer, sectie Prothetische
Tandheelkunde van het
Academisch Centrum Tand-
heelkunde Amsterdam
(ACTA).

Datum van acceptatie:
18 juni 1999.

Adres:
Dr. H.W. Denissen
ACTA
Louwesweg 1
1066 EA Amsterdam

Doel van het onderzoek was het testen van de hypothese dat het lichtmicroscopisch beeld van de randspleet van een keramische partiële kroon op het stompmodel reproduceerbaar kan worden gemeten met een digitale beeldbewerkingscomputer. Daartoe werden lichtmicroscopische beelden van de randpartijen van Artglass® partiële kronen op stompmodellen met een 3CCD-kleurenvideocamera vastgelegd, gedigitaliseerd en bewerkt. Op een preparatierand met een traject van 0,5 mm werden 10 meetpunten naast elkaar met de computer getekend. Vervolgens werden de tegenoverliggende meetpunten op de rand van de partiële kroon getekend. De afstand (randspleet)tussen 2 corresponderende meetpunten werd interactief aangeklikt en door het computerprogramma berekend. De reproduceerbaarheid (meetfout) werd gedefinieerd als het vermogen om dezelfde meetresultaten te verkrijgen bij herhaalde metingen ($n = 5$) en uitgedrukt in de relatieve 'coefficient of variation' (CV%).

Het lokaliseren van corresponderende meetpunten en berekening van de randspleet werden foutloos door 2 onderzoekers onafhankelijk van elkaar uitgevoerd. Bij een gemeten randspleet van 15 - 50 μm was de gemiddelde meetfout 3% of 0,45 - 1,5 μm .

Het meten van de lichtmicroscopische randspleet tussen twee punten met een digitale beeldbewerkingscomputer was reproduceerbaar. De meetfout was te verwaarlozen bij een klinisch acceptabele randspleet van 100 μm .

SMEETS MWE, RHEMREV GE, WAAS MAJ VAN, DENISSEN HW. Het reproduceerbaar meten van randspleet van keramische partiële kronen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1999; 106: 330-333.

Inleiding

De randaansluiting op het stompmodel van een keramische partiële kroon is voor de tandarts een belangrijke parameter voor de kwaliteit van de restauratie (Sohmura, 1997). Het streven van het tandtechnisch laboratorium is erop gericht een goed passende restauratie af te leveren. De grootte van de randspleet in de mond is direct gerelateerd aan de pasvorm op het stompmodel. Bij moderne adhesief geplaatste restauraties wordt beweerd dat het cement onoplosbaar en slijtvast is. Dit zou het mogelijk maken de restauraties in een oceaan van cement te plaatsen (Mörmann en

Brandestini, 1989; 1996). Deze beweringen worden door recent klinisch onderzoek echter in twijfel getrokken. Berg en Dérand (1997) vonden bij een onderzoek aan 115 keramische inlays dat de marginale defecten een breedte en diepte vertoonden van respectievelijk 373 en 111 μm na 5 jaar. Onze onderzoekshypothese voor keramische partiële kronen is dat het mogelijk moet zijn om restauraties te vervaardigen die voldoen aan: (1) een randspleet op het stompmodel $\leq 25 \mu\text{m}$, en (2) een cementspleet in de mond $\leq 50 \mu\text{m}$.

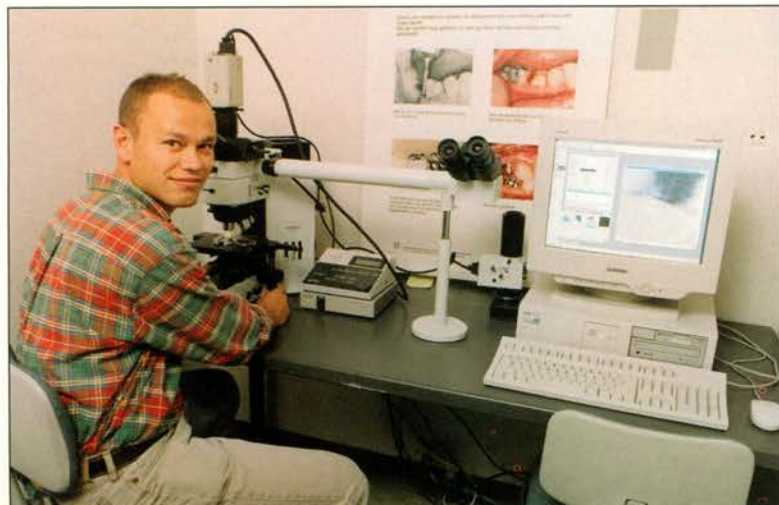
Het bepalen van de randaansluiting op het stompmodel is tot nu toe een erg lastige subjectieve kwestie. Daarom vonden wij het de moeite waard om te onderzoeken of het mogelijk is objectief de randspleet op het stompmodel te meten.

Bij het meten van de randspleet is de reproduceerbaarheid van de meetmethode belangrijk. Reproduceerbaarheid kan worden gedefinieerd als het vermogen om dezelfde meetresultaten te verkrijgen bij herhaalde metingen aan dezelfde randspleet (Denissen *et al*, 1996).

Een potentieel bruikbare methode om de randspleet van partiële kronen reproduceerbaar te meten is die waarbij gebruikgemaakt wordt van een digitale beeldbewerkingscomputer. Daarvoor zijn behalve een computer ook een lichtmicroscop, een videocamera en software nodig.

Het doel van het onderzoek waar dit artikel verslag van doet, is de hypothese te testen dat het lichtmicroscopisch beeld van de randspleet reproduceerbaar kan

Afb. 1. De opstelling voor het meten van de randspleet. Links: De lichtmicroscop met de 3CCD videocamera. Rechts: De digitale beeldbewerkingscomputer.



worden gemeten met een digitale beeldbewerkingscomputer.

Materiaal en methode

Voor het onderzoek vervaardigde een tandtechnisch laboratorium Artglass® partiële kronen aan de hand van hydrocolloïd afdrukken. De metingen werden vervolgens uitgevoerd op onbewerkte stompmoedellen die waren verkregen van duplicaat hydrocolloïd afdrukken. Daartoe werden op willekeurige plaatsen op de stompmoedellen met een dunne viltstift (Pilot Hi-Tecpoint 5) van occlusaal af lijnen getrokken die eindigden op de preparatierand. Vervolgens werd met een chirurgische doekkleem de partiële kroon stevig op het stompmoedel gefixeerd.

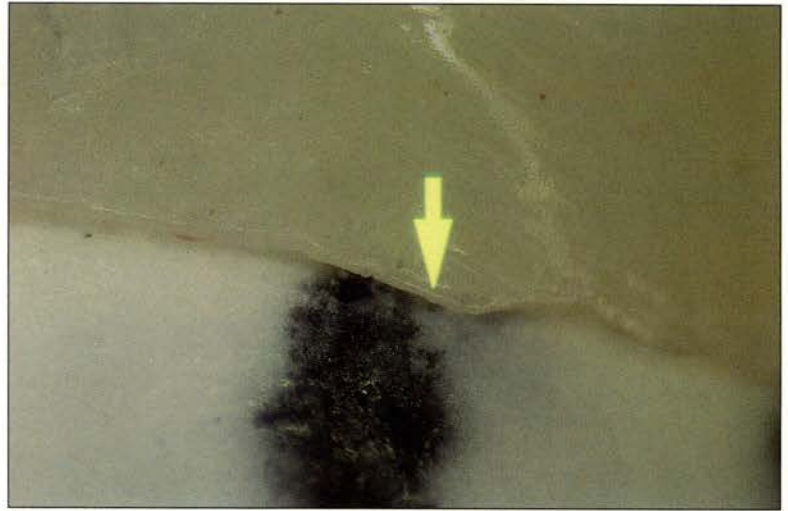
De lichtmicroscop (Olympus BX 60, Olympus Optical Co. Ltd) maakte gebruik van opvallend licht met een objectiefvergroting van 5 maal (afb. 1). Onder de lichtmicroscop zag het eindpunt van de viltstiftlijn op het stompmoedel eruit als een 0,5 mm breed traject (afb. 2) Dit traject op de preparatierand en de tegenoverliggende rand van de partiële kroon werden beide scherpgesteld door de objecttafel in de juiste stand ten opzichte van het objectief te draaien. In deze stand waren dus zowel de preparatierand als de rand van de partiële kroon in één horizontaal vlak. De afstand tussen de preparatierand op het stompmoedel en de rand van de partiële kroon werd gedefinieerd als de lichtmicroscopische randspleet.

Het lichtmicroscopisch beeld werd daarna door de 3CCD-kleurenvideocamera (Model DXC-930P, Sony corporation, Japan) gescand. Vervolgens digitaliseerde het softwareprogramma (Kontron Elektronik Imaging System KS 100 versie 2.00 van Kontron Elektronik GmbH, Echting bei München, Duitsland) het gescande microscopische beeld. Het gedigitaliseerde beeld werd vervolgens overgebracht op het computerscherm (Trinitron, Multiscan 17 sf II Sony corporation, Japan). Het beeld kon worden opgeslagen in de computer (Hewlett Packard, Vectra VL, series 4,5/100).

Voor de metingen werd het beeld opnieuw opgeroepen en werd het bewerkt met het programma Paint van Microsoft Windows 95. Deze bewerking bestond uit het met de computer aantekenen van 10 naast elkaar gelegen meetpunten op het 0,5 mm brede traject van de preparatierand. Vervolgens werden de tegenoverliggende meetpunten op de rand van de partiële kroon aangetekend (afb. 3). Zo werden dus 10 paar meetpunten aangetekend. De afstand tussen één paar meetpunten werd als de randspleet ter plaatse van de punten gedefinieerd.

Vervolgens werden er 2 tegenoverliggende meetpunten aangeklikt. Het genoemde Kontron softwareprogramma berekende daarna met behulp van de Point Features van het programma de rechte verbindingslijn (afstand).

De afstanden van de 10 paren punten werden op deze wijze berekend. Twee onderzoekers herhaalden dezelfde metingen. De waarden werden door de



computer weergegeven in een tabel en een grafische voorstelling. Het gemiddelde van deze 10 metingen werd gedefinieerd als de gemiddelde randspleet ter plaatse van de viltstiftlijn op de preparatierand.

Om de reproduceerbaarheid te testen werden de teken- en meetprocedures nog 4 maal herhaald. Zodoende werden er 5 gemiddelden van 5 x 10 metingen verkregen. Deze werden weer gemiddeld en daarna werd de standaarddeviatie (SD) berekend.

Statistiek

De mate van reproduceerbaarheid (meetfout) werd in procenten uitgedrukt in de 'coefficient of variation' (CV), (Denissen, 1996). Deze werd berekend door de SD van de metingen te delen door het gemiddelde en te vermenigvuldigen met 100.

Resultaten

De doekkleem die de partiële kroon stevig op het stompmoedel moest fixeren, functioneerde goed. De randen



Afb. 2. Boven: Lichtmicroscopisch beeld van het randgebied van de Artglass® partiële kroon met de randspleet (pijl). Onder: De op een willekeurige plaats op het stompmoedel aangebrachte, ongeveer 0,5 mm brede viltstiftlijn die tot aan de preparatiegrens reikt.

Afb. 3. Gedigitaliseerd en bewerkt lichtmicroscopisch beeld van de randspleet met boven het keramiek van de Artglass® partiële kroon en onder het gips van het stompmoedel. Twee corresponderende punten zijn iets vergroot aangezet voor de duidelijkheid van de afbeelding. De afstand tussen beide punten wordt gedefinieerd als de randspleet ter plaatse van de tegenoverliggende punten.

Tabel 1. Reproduceerbaarheidsanalyse van de metingen (n = 5) van vijf randspleten (A,B,C,D,E).

R	min (in μm)	max	gem	SD	Reproduceerbaarheid (CV)
A	14,603	16,491	15,534	0,6974	4%
B	49,763	52,580	51,011	1,0797	2%
C	19,470	21,170	20,374	0,7182	4%
D	22,196	23,897	22,923	0,6877	3%
E	21,987	23,048	22,603	0,9041	4%

R = randspleet
 min = minimum
 max = maximum
 gem = gemiddelde
 SD = standaarddeviatie
 CV = coefficient of variation

van de partiële kroon en de preparatierand op het stompmoedel konden in elke gewenste stand onder het objectief worden scherp gesteld.

De meetpunten op de randen van de preparatie en de partiële kroon lagen op het computerscherm in het centrum van een dubbele kruisdraad (+) dat een vierkant van 9 pixels afbakende. Het lokaliseren en aanklikken van deze meetpunten, eventueel met behulp van een loep, kon daarom foutloos en dus reproduceerbaar worden herhaald. De computer berekende dan ook voor beide onderzoekers dezelfde waarden voor de afstand (randspleet) tussen de 2 meetpunten. De voorbereiding en de meetprocedure zelf namen ongeveer 5 minuten in beslag.

Het 5 maal herhaald aangeven en meten van 10 paar meetpunten op het traject van 0,5 mm gaf een meetfout variërend van 2-4% (tab.).

Afbeelding 4 laat een grafische voorstelling zien met randspleetwaarden die karakteristiek zijn voor de randaansluiting van een bepaalde partiële kroon.

Discussie en conclusie

De randaansluiting is één van belangrijkste aspecten voor tandartsen om een keramische partiële kroon op het stompmoedel te evalueren (Sato *et al.*, 1986). Een te grote randspleet is vooral een broedplaats voor micro-organismen. Een goede randaansluiting vermindert de kans op aantasting van parodontale weefsels en het optreden van secundaire cariës en pulpale reacties

(Pameijer, 1983; Abbate *et al.*, 1989). Het is daarom niet verwonderlijk dat veel onderzoek is gedaan naar de randaansluiting (Belsler *et al.*, 1985; White en Kipnis, 1993). Zo vonden Molin en Karlsson (1993) een randspleet van 123 μm direct na het plaatsen van keramische restauraties.

Bij onderzoeken werd echter zelden of nooit ingegaan op de reproduceerbaarheid van de randspleetmeetmethode (Diedrich en Erpenstein, 1985; Sato *et al.*, 1986; Davis *et al.*, 1989; Hung *et al.*, 1990; Herrezen *et al.*, 1990; Hämmerle *et al.*, 1994; Berg en Dérand, 1997; Beschnidt en Strub, 1998). Hung *et al.* (1990) volstaan met te vermelden dat ze een 'reismicroscoop' gebruikten om de randspleet voor cementeren te meten. Andere onderzoekers maakten zaagsecties waardoor de restauraties niet meer intact waren voor het plaatsen bij de patiënt (Abbate *et al.*, 1989; Hämmerle *et al.*, 1994).

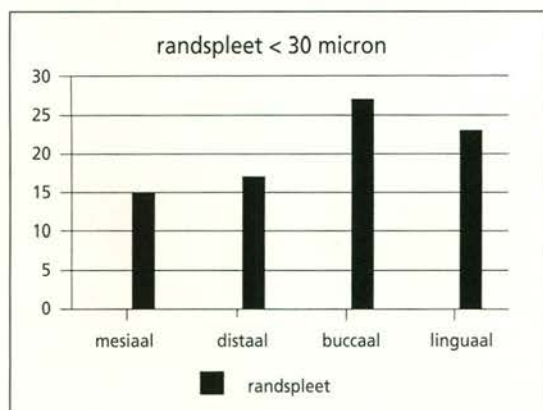
De definitie voor randspleet varieert ook tussen verschillende onderzoeken (Hung *et al.*, 1990). Vaak wordt de randspleet omschreven als de 'absolute marginale discrepantie' (Harasani *et al.*, 1991). Deze absolute marginale discrepantie is in dit onderzoek geïnterpreteerd als de kortst mogelijke afstand tussen het meetpunt op de preparatiegrens naar het meetpunt op de rand van de partiële kroon. Bij evaluatie op niet bewerkte stompmoedellen breken te lange keramische kroonranden en/of wordt de preparatierand op het stompmoedel beschadigd. Keramische partiële kronen die voor digitale randspleetevaluatie in aanmerking komen, passen dus of zijn iets te kort en dan is er een randspleet. Te lang kunnen ze niet zijn.

Met dit onderzoek was het dan ook de bedoeling om eerst de meetmethode te testen en dan pas conclusies te trekken uit metingen. Het lichtmicroscopisch beeld heeft echter zijn beperkingen. Het is tweedimensionaal. Het oriëntatievlak bepaalt de randen van de preparatie en de partiële kroon, die beide scherp moeten worden afgebeeld. Een scanningelektronenmicroscoop geeft een driedimensionaal beeld van de randspleet, maar maakt analyse noodzakelijk van oppervlaktebewerkingen van de partiële kroon en stompmoedel.

De afbeelding op een digitaal computerscherm is echter minder duidelijk dan het directe microscopische beeld. Wel maakten de pixels op het scherm een herhaalde definiëring van de meetpunten, die werden afgebakend door de dubbele kruisdraad, mogelijk.

De hypothese van dit onderzoek was dat het lichtmicroscopisch beeld van de randspleet met een digitale beeldbewerkingscomputer reproduceerbaar kan worden gemeten. Dit bleek inderdaad het geval te zijn. Bij een gemeten randspleet van 15 - 50 μm was de meetfout slechts 3% of 0,45 - 1,5 μm . Dit is te verwaarlozen bij een klinisch acceptabele randspleet van 100 μm (Molin en Karlsson, 1993; Berg en Dérand, 1997). De beschreven methode geeft voor de algemene praktijk in samenwerking met het tandtechnisch laboratorium een reproduceerbare, objectieve, snelle en niet-destructieve mogelijkheid om de kwaliteit van de randaansluiting van partiële kronen te meten vóór het plaatsen in de mond van de patiënt.

Afb. 4. Grafische voorstelling die de kwaliteit van de randaansluiting karakteriseert van een partiële kroon met randspleetwaarden < 30 μm . De gemiddelde randspleten zijn op de vier vlakken (mesiaal, distaal, buccaal en linguaal) aangegeven.



Literatuur

- ARBATE MF, TIAN AHL, FOX WM. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 1989; 61: 527-531.
- BELSER UC, MACENTEE MI, RICHTER WA. Fit of three porcelain-fused-to-metal marginal designs in vivo: A scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 24-29.
- BERG NG, DÉRAND T. A 5-year evaluation of ceramic inlays (CEREC). *Swed Dent J* 1997; 21: 121-127.
- BESCHNIDT SM, STRUB JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Dent Res* 1998; IADR Abstr.1370.
- DAVIS SH, KELLY JR, CAMPBELL SD. Use of an elastomeric material to improve the occlusal seat and marginal seal of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 288-291.
- DENISSEN H, DE BLEECK J, VERHEY H ET AL. Dual X-ray absorptiometry for histologic bone sections. *J Bone Miner Res* 1996; 11: 638-644.
- DIEDRICH P, ERPENSTEIN H. Rasterelektronenoptische Randspaltanalyse von in vivo eingegliederten Stufenkronen und Inlays. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1985; 95: 575-586.
- HÖMMERLE CHF, MESARIC W, LANG NP. Marginal fit of porcelain crowns with galvanized frames. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1994; 104: 740-745.
- HARASANI MH, ISIDOR F, KAABER S. Marginal fit of porcelain and indirect composite laminate veneers under in vitro conditions. *Scand J Dent Res* 1991; 99: 262-268.
- HUNG SH, HUNG K-S, EICK JD, CHAPPEL RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 26-31.
- MOLIN M, KARLSSON S. The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems. *Acta Odontol Scand* 1993; 51: 201-206.
- MÖRMANN WH, BRANDESTINI M. Die Cerec Computer Reconstruction. Inlays, Onlays und Veneers. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH, 1989.
- MÖRMANN WH (Ed). CAD/CIM in aesthetic dentistry. Chicago, Berlin: Quintessence Publishing Co. Inc., 1996.
- PAMEIJER JHN. Parodontale en occlusale aspecten van kronen en bruggen. Amsterdam: Dental Center for postgraduate courses, 1983.
- SATO T, WOHLWEND A, SCHÄRER P. Marginal fit in a shrink free ceramic crown system. *Int J Periodont Rest Dent* 1986; 3: 9-21.
- SOHMURA T. Use of CAD/CAM system to fabricate dental prostheses. *Dental Mater J* 1997; 16: 10-20.
- WHITE SN, KIPNIS V. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 28-31.

Reproducible marginal gap measurements of partial crowns

Aim of this research was to test the hypothesis that marginal gap measurements by a digital microscopic image processing computer are reproducible. Light microscopic images of the margins of Artglass® partial crowns on stone dies were obtained with a 3CCD color video camera, digitized and processed. Ten measuring points were painted on a 0.5 mm section of the finish line of the preparation. The opposite corresponding measuring points on the margin of the partial crown were painted as well. The distance (marginal gap) between two corresponding points was painted and calculated by the computer. Reproducibility (precision) is reflected in the ability to reproduce the same measurement results in repeated measurements ($n = 5$). The reproducibility error was expressed as the coefficient of variation (CV) in percent (%).

The localization of the corresponding measurement points and the calculation of the marginal gap were performed without errors. For a marginal gap between 15 - 50 μm the average measurement error was 3% or 0.45 - 1.5 μm . It was concluded that the measurement of the gap between two points by the digital image processing computer was reproducible. The measurement error was neglectable given that a clinically acceptable marginal gap is 100 μm .

Summary

Key words:

- Marginal gap
- Restorative dentistry
- Image processing