

POST ACADEMIAM

AFWERKEN VAN COMPOSITIETEN

C. L. DAVIDSON

I. TAS

Uit de vakgroep Tandheelkundige Materiaalwetenschappen
van de Universiteit van Amsterdam.

Voorzitter: Dr. C. L. Davidson.

Trefwoorden: Composieten – Restauratieve tandheelkunde – Materiaalkunde

Inleiding

Het oppervlak van de tand moet om velerlei redenen glad zijn. Een ruw oppervlak werkt irriterend op de naburige zachte weefsels, is moeilijk te reinigen en staat in het algemeen, meer dan een glad oppervlak, bloot aan chemische en elektrochemische aantasting. Reinigen en glad houden van de gebitselementen ter voorkoming van het afzetten van sedimenten uit speeksel en voedsel is daarom de voornaamste handeling voor het onderhoud van de gebitselementen. Hoewel niet steeds verantwoord en optimaal uitgevoerd kan gesteld worden, dat de tandarts, zijn hulpkrachten en de goed gemotiveerde en geïnstrueerde patiënt globaal weet wat hem te doen staat ten einde het bovengestelde doel te bereiken. Op uitzonderingen na blijft schade aan de tanden en de vullingen, als gevolg van slijpen, schuren, polijsten of poetsen, beperkt. Sinds de introductie van het composietvulmateriaal in de tandheelkunde is een gerust gebruik van de traditionele polijstmiddelen echter niet meer gerechtvaardigd. Traditioneel polijsten blijkt niet meer tot optimale gladheid te leiden!

In verschillende onderzoekscentra in de wereld kwam men tot het inzicht, dat revaluatie van polijstechnieken noodzakelijk was. De studie van de ruwheid van oppervlakken werd tegelijkertijd gestimuleerd door de ontwikkeling van de elektronenmicroscoop, met zijn grote dieptescherpte en door de elektronische ruwheidstasters. Geeft de SCAN-microscoop nog slechts een kwalitatief beeld, ruwheidstasters leveren naast nauwgezette profieltekeningen van het oppervlak ook de mogelijkheden om de

oppervlakteruwheid rekenkundig te meten. De laatste techniek leent zich tevens goed voor de bepaling van het materiaalverlies dat schuren en polijsten met zich meebrengt.

De bestudering van polijstechnieken behoeft een strenge rubricering naar de aard van de te polijsten stof, het polijstmateriaal en de dynamica van het gereedschap. De materialen, zoals glazuur, porselein, goud, amalgaam, composieten en prothesekunststof behoeven in principe alle een specifieke polijstechniek met eigen polijstmaterialen.

Homogene materialen, of mengsels van materialen, waarbij structurele onregelmatigheden niet groter zijn dan ca. 0.5 micron, zijn in principe tot glans te polijsten. Een voorwerp glanst (spiegelt) als het oppervlak geen oneffenheden bezit, die het zichtbare licht (golflengte $\sim 0.5\mu$) diffuus kunnen verstrooien. Uit ervaring weten we, dat vooral goud, amalgaam en acrylaat en in zekere mate ook porselein en glazuur, mits met zorg behandeld, tot (hoog)glans zijn te polijsten. Helaas behoren de composieten niet tot deze categorie.

Men kan de ruwheid van een oppervlak beschrijven door het rekenkun-

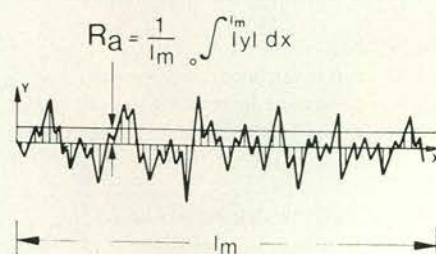
Samenvatting:

De technologie van het afwerken van composieten wordt besproken. Een reeks composietmerken is gepolijst op een aantal verschillende manieren. Het blijkt dat alleen een vast schuurmiddel dat snel over het oppervlak beweegt tot bevredigende gladheid leidt. Pasta's veroorzaken steeds een oppervlak waarvan de ruwheid bepaald wordt door de grootte en de verdeling van de anorganische poederdeeltjes in het composiet.

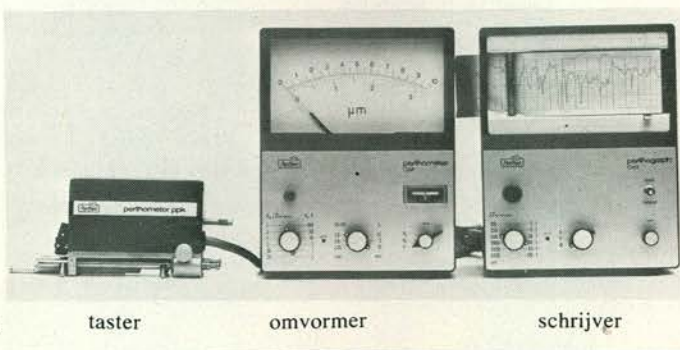
dig gemiddelde van alle afwijkingen, die zowel boven als onder de nullijn voor een bepaald traject voorkomen (afb. 1).

Met een meetapparaat als de Perthometer (afb. 2) is ruwheid eenvoudig te registreren. De bewegingen van het naaldje in de taster worden op elektronische wijze verwerkt tot een middelwaarde (R_a). Men kan ook het profiel registreren door de fluctuaties van het naaldje, door de Perthograph vergroot, na te laten tekenen.

In het recente verleden verscheen een aantal publikaties over de afwerk mogelijkheden van composieten. Globaal zijn deze publikaties onder te verdelen in kwalitatieve – vaak



Afb. 1. De gemiddelde waarde van de ruwheid (R_a) is het rekenkundig gemiddelde van alle afstanden van het ruwheidsprofiel tot de middellijn.



Afb. 2. Het apparaat voor de bepaling van de oppervlakteruwheid.

klinische – waarnemingen, kwalitatieve SCAN-microscopie (Johnson et al., 1971) en kwantitatieve oppervlakteruwheidsstudies (Dennison en Craig, 1972; Heath en Wilson, 1976). Wij beperken ons tot de laatste categorie omdat de resultaten zich beter lenen voor objectieve vergelijking.

In dit artikel wordt een voorlopig verslag gedaan van experimenten met betrekking tot de afwerkbaarheden van een aantal composieten.

Materialen en methode

In tabel I staan de verschillende merken composiet vermeld die in dit onderzoek werden gebruikt. In tabel II zijn de toegepaste afwerkmethoden vermeld. Cilindervormige caviteiten (5 × 5 mm) vervaardigd uit PVC, werden gevuld met de verschillende composieten zoals dat in de respectieve gebruiksaanwijzingen wordt aanbevolen. Na het vullen werd de bovenzijde met een glasplaatje (Ra= 0.005µ) afgedekt, zodat de overmaat composiet zoveel mogelijk gelijkmatig wegvloede. Na verstrijken van de verstijvingstijd werd het glasplaatje verwijderd. Vervolgens werd Ra bepaald. De verschillende slijptechnieken werden zoveel mogelijk uitgevoerd zoals dat onder klinische omstandigheden zou gebeuren. Voor het slijpen met langzaam roterende bewegingen werd een 'Kaltenbach & Voigt Liberal'-handstuk gebruikt en voor

de snel roterende beweging een 'Allair'-hoekstuk.

Steeds werd adequate koeling toegepast, die werd gecontroleerd met behulp van een 1 mm onder het te polijsten oppervlak ingebouwd, dun thermokoppel. Fluctuaties van meer dan 10° C werden niet waargenomen. Van ieder merk werden steeds 6 monsters gemaakt, waarop, na iedere oppervlaktebehandeling, 5 ruwheidsmetingen werden uitgevoerd. Het gemiddelde van 30 metingen werd als ruwheidsgetal gebruikt. De oppervlakteruwheid werd bepaald met de Perthometer C3A (Perthen/Mahr, Hannover, W-Duitsland) in combinatie met de Perthograph. De trajecten die op het composietoppervlak werden afgetast waren 1.5 mm lang. Het rekenkundig gemiddelde van alle afwijkingen, zowel boven als onder de nullijn voor een bepaald traject, wordt aangeduid met Ra. De SCAN-opnamen werden gemaakt met behulp van een JEOL-JSM-U3.

Het effect dat de verschillende polijstechnieken op – in structuur – verschillende materialen heeft, is aan een kort experiment te illustreren. Hierbij worden drie materialen afgewerkt.

1. Goud, een representatief voorbeeld voor een homogeen materiaal.
2. Amalgaam, een representatief voorbeeld voor een samengesteld materiaal met fasen welke *niet zeer* uiteenlopende hardheid bezitten.
3. Composiet, een representatief voorbeeld voor een samengesteld materiaal

met fasen welke *zeer* uiteenlopende hardheid bezitten.

Elk van deze materialen werd op twee verschillende manieren afgewerkt.

I. Met de hand vlak geschuurd op watervast SiC-schuurpapier (Buehler). De opeenvolgende stappen in aflopende ruwheid waren 240 – 320 – 400 en 600. Daarna werd gepolijst met hetzelfde SiC, ditmaal echter als *los* poeder (pasta) op een viltdoek. De maat van de poeders was opeenvolgend 600 en 1000. De resultaten zijn uitgezet in afb. 3, waarin duidelijk te zien is, dat overgang van vast schuurpapier naar pasta, voor goud, geen nadelige invloed heeft. Voor amalgaam en voor composiet echter wel. Indien men fijn genoeg poeder van de juiste samenstelling (hardheid) gebruikt (b.v. tinoxide) kan toch voor amalgaam op den duur wel glans bereikt worden. Op deze wijze voortgezet polijsten van composiet gaf echter steeds ruwheid in de orde van de structuur-discontinuïteiten.

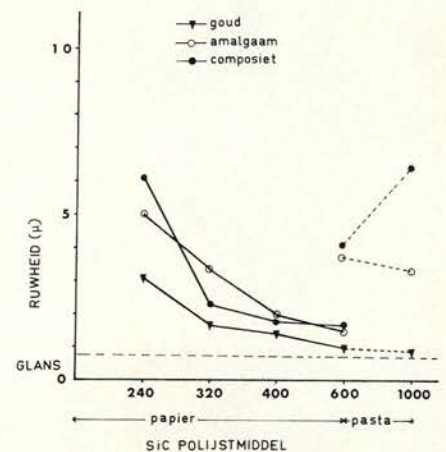
Tabel I. De in dit onderzoek beproefde composietmerken.

Merk	Fabrikaat	Verpakkingswijze
1. Adaptic	Johnson & Johnson	2 pasta's
2. Concise	3 M (521301)	capsule
3. Estic	Kulzer	2 pasta's
4. Estilux	Kulzer	1 pasta ^{*)}
5. Exact	S.S. White	2 pasta's
6. Nimeticap	ESPE (C 294M/90)	capsule
7. Prestige	Lee Pharmac. (1773HP-2)	2 pasta's
8. Restodent	Lee Pharmac. (32941-1)	2 pasta's

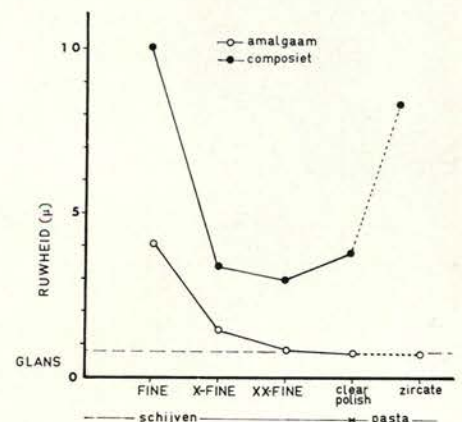
^{*)} Polymerisatie geschiedde met behulp van U.V.-energie.

Tabel II. De in dit onderzoek gebruikte slijp- en polijstmiddelen.

Merk	Vorm	Fabrikaat
Precise	pasta	Lee pharmac. (POO19)
Zircate	poeder	Caulk
Arkansas	steen	Meisinger
3 M	strip	3 M
Ruwa fine	schijf	Dent. Fillings Ltd. (OVOSSF)
Ruwa × fine	schijf	Dent. Fillings Ltd. (OVOSSF)
Ruwa × × fine	schijf	Dent. Fillings Ltd. (OVOSSF)



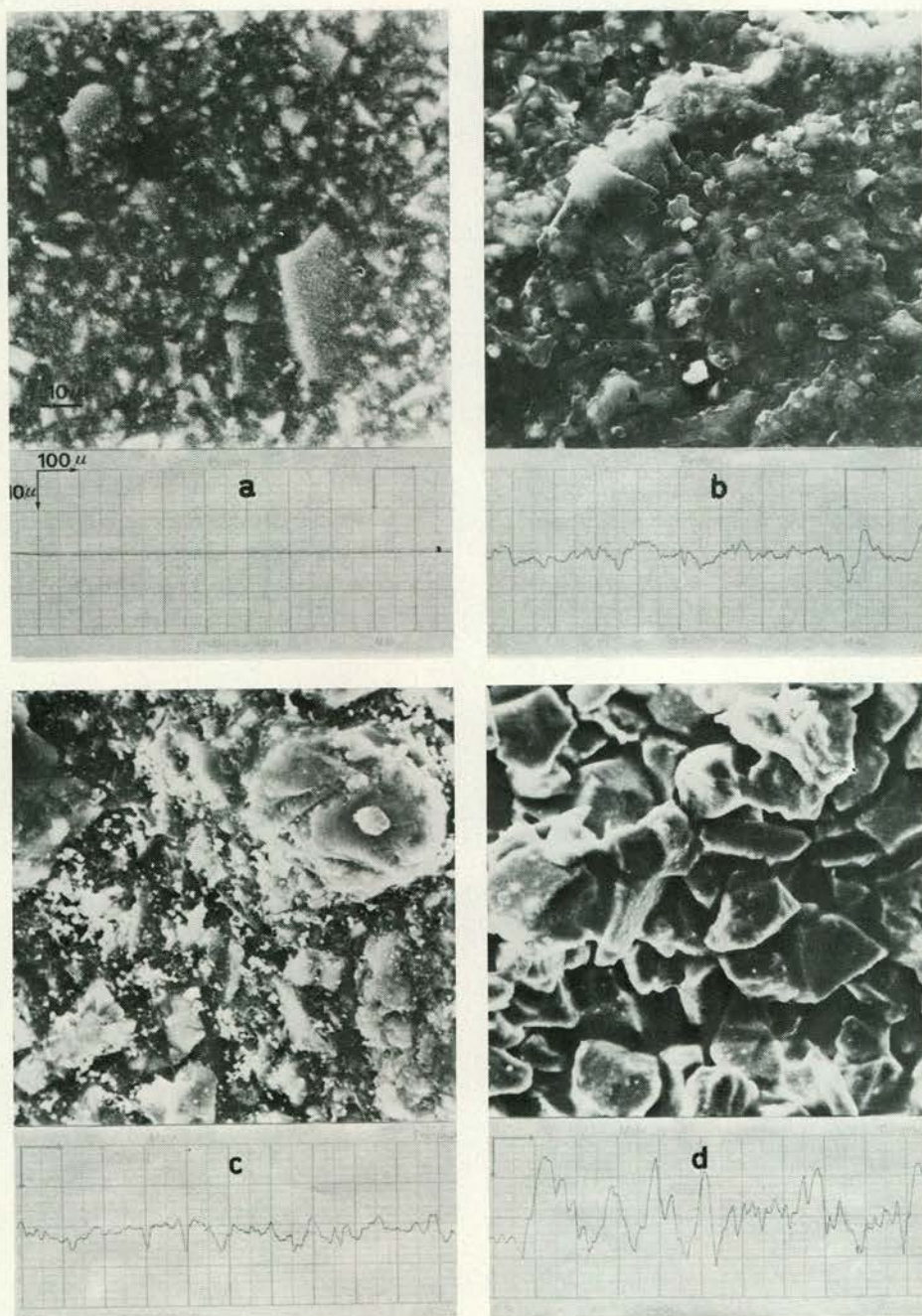
Afb. 3. De gemiddelde oppervlakteruwheid van goud, amalgaam (New True Dentalloy) en composiet (Concise) na afwerken met langzame schuurbeweging.



Afb. 4. De gemiddelde oppervlakteruwheid van amalgaam (New True Dentalloy) en composiet (Concise) na afwerken met roterend schuurmiddel.

Tabel III. De optimale oppervlakte-efvenheid van een aantal merken composiet na polijsten met verschillende middelen uitgedrukt in micrometers (\pm S.D.).

	Matrix	Arkansas	Ruwa fine	Ruwa \times fine	Ruwa $\times \times$ fine	3 M strip	Precise pasta	Zircate	Glaze
Concise	0.12 \pm 0.05	1.02 \pm 0.25	1.48 \pm 0.16	0.9 \pm 0.16	1.01 \pm 0.24	0.9 \pm 0.3	0.83 \pm 0.25	0.99 \pm 0.12	0.49 \pm 0.18
Estic		1.36 \pm 0.47	1.26 \pm 0.35	0.91 \pm 0.16	0.56 \pm 0.28	0.71 \pm 0.12		1.21 \pm 0.38	0.46 \pm 0.16
Exact		1.65 \pm 0.4	0.46 \pm 0.46	0.62 \pm 0.12	0.62 \pm 0.19	0.66 \pm 0.12		0.25 \pm 0.12	0.82 \pm 0.28
Restodent	0.035 \pm 0.063	1.91 \pm 0.05	1.16 \pm 0.41	0.48 \pm 0.17	0.59 \pm 0.14	0.59 \pm 0.1		0.79 \pm 0.39	0.37 \pm 0.06
Prestige		1.95 \pm 0.52	1.75 \pm 0.7	0.79 \pm 0.34	0.83 \pm 0.21	1.13 \pm 0.24		1.05 \pm 0.39	0.85 \pm 0.59
Adaptic	0.051 \pm 0.015	1.87 \pm 0.39	1.14 \pm 0.69	0.68 \pm 0.25	0.7 \pm 0.21	1.00 \pm 0.27	1.44 \pm 0.76	1.17 \pm 0.43	0.58 \pm 0.13
Kulzer	0.06 \pm 0.05	1.22 \pm 0.28	1.73 \pm 0.33	0.47 \pm 0.06	0.44 \pm 0.09	0.65 \pm 0.1	0.21 \pm 0.12	0.74 \pm 0.11	0.85 \pm 0.85
Espe		1.2 \pm 0.37	1.52 \pm 0.12	0.67 \pm 0.11	0.58 \pm 0.15	0.94 \pm 0.1	1.13 \pm 0.6	1.05 \pm 0.44	0.59 \pm 0.22



Afb. 5. Scan-opname en oppervlakteruheidsprofielen van: Concise verstijfd tegen matrixband (a), afgewerkt met arkansassteen (b), afgewerkt met Ruwa xx papierschijsje (c) en het oppervlak van een nieuw Ruwa xx papierschijsje (d). ($V = 1233 \times$)
(Men lette erop dat de horizontale vergroting van de profielcurve niet correspondeert met die van de foto's.)

II. De invloed van de bewegingssnelheid is te illustreren aan een tweede experiment, dat veel lijkt op het eerste, maar nu wordt niet met de hand geschuurd maar met behulp van een handstuk. In afb. 4 zijn de resultaten van deze wijze van schuren van amalgaam en composiet weergegeven. Nu is duidelijk dat het amalgaam wel gepolijst wordt tot een glad oppervlak, terwijl de gladheid van het composiet wederom schade ondervindt door het gebruik van losse poeders.

In tabel III zijn de ruwheden samengevat voor een aantal bekende merken composiet, die op verschillende manieren werden afgewerkt met snel roterend instrumentarium. Afb. 5 toont een reeks structuurfoto's van composietoppervlakken en de ermee overeenstemmende profielcurven. In afb. 6 is het 'verloop' weergegeven van de oppervlakterutheid als functie van het gebruikte afwerkmiddel. Voor de materialen goud en amalgaam kunnen afzonderlijke polijstprocedures worden opgesteld, waarmee een optimaal resultaat met betrekking tot polijsten kan worden bereikt. In tabel IV en V staan deze procedures vermeld. De volgorde van instrumentarium kan worden opgemaakt uit de aflopende reeks ruheidswaarden. (Een aantal van deze gegevens zijn overgenomen uit: Dennison en Craig, 1972).

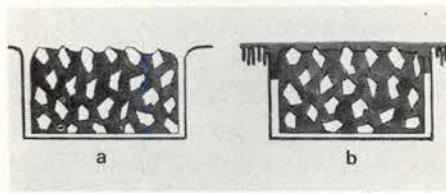
Tabel IV. De oppervlakterutheid van een tandheelkundige goudlegering (type II) na verschillende afwerkprocedures

Techniek	Gem. rutheid (μ)
Uitgezuurd gietstuk van gepolijst wasmodel	0.4
Elektrolytisch gepolijst	0.3
Zandschuurpapier fijn	0.9
Zeeschuim (cuttle) medium	0.5
Zeeschuim (cuttle) fijn	0.2
Polijschijsje	0.1
Zeemleer met rouge	0.04

Discussie

Composieten zijn opgebouwd uit een polymeer-matrix waarin, hecht verankerd, een fijn anorganisch hard poeder opgesloten zit. Polijsten van een composiet betekent daarom twee ongelijke materialen tegelijkertijd bewerken. Dit is praktisch onmogelijk door het verschil in hardheid tussen matrix en vuller. De zachte fase (KHN 20) zal in de regel snel eroderen waardoor een oppervlakte ontstaat waaruit de harde partikels (KHN 800) boven de zachte matrix uitsteken. De diameter van poederpartikels varieert van 2 tot 40 μ . Het is dus te verwachten dat het profiel van een 'gepolijst' composietoppervlak onregelmatigheden van dezelfde grootte zal vertonen (zie afb. 7a). Het gevolg hiervan is dat het composietoppervlak niet glanst, ruw 'aan-

voelt' en mogelijkheden biedt voor rententie van voedselresten.



Afb. 7. Schematische voorstelling van een geërodeerd composietoppervlak (a) en dat zelfde oppervlak na plamuren met een glaze (b).

Twee aspecten van het bewerken van composietoppervlakken zijn van belang:

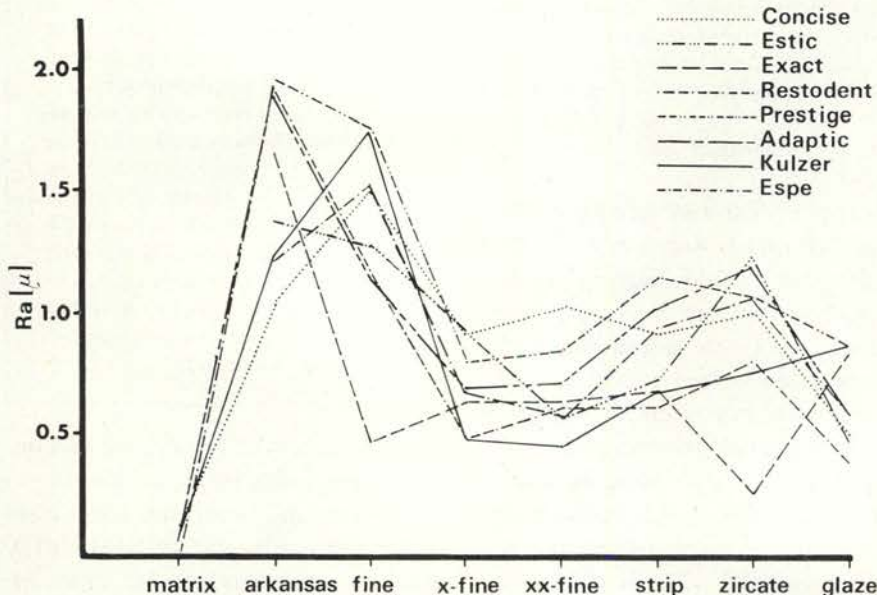
1. de aard van het schuurmiddel;
2. de snelheid waarmee het middel wordt gebruikt.

Het blijkt dat de gladste composietoppervlakken werden verkregen indien het schuurpoeder vast aan het instrument verbonden zit, dus in de vorm van schuurpapier of van een slijpsteen, terwijl het afwerken met losse schuurpoeders in pastavorm verruwend werkt op een glad composietoppervlak. Bovendien blijkt dat zeer snel roterende schuurmiddelen betere resultaten geven dan langzaam roterende. Hierbij kunnen zich twee verschijnselen gelijktijdig voordoen. Door de snelle beweging van de schuurbijteltjes zal de kunststofmatrix sterker en stijver reageren op de deformatie en zullen de harde composietpartikels als het ware met een

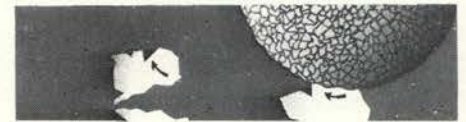
'karateklap' doormidden breken en niet langzaam uit de matrix worden getrokken (zie afb. 8). Het gevolg is dat het breukvlak, door de snelle klap, in de juiste richting ten opzichte van het niveau van het matrixoppervlak komt te liggen. Bovendien zal de kunststofmatrix ten gevolge van de hoge kinetische energie in de buitenste laag iets smelten (versmeren) wat een verandering van structuur tot gevolg heeft. Sommige fabrikanten (b.v. 3M) adviseren om hun merk composiet met speciaal voor dit doel in de handel gebrachte schijfjes droog te polijsten. Het resultaat is inderdaad zeer bevredigend en is wellicht het gevolg van de hierboven beschreven 'versmering' van de oppervlakkige kunststoflaag.

Tabel V. De oppervlakteruwheid van amalgaam na verschillende afwerkprocedures.

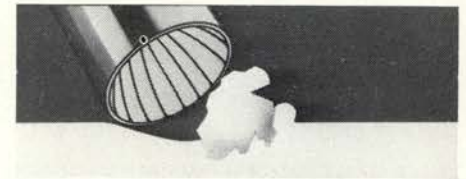
Techniek	Gem. ruwheid (μ)
Kerven	4.6
Direct bruneren	0.4
Condenseren tegen matrixband	0.6
Fineerboor	0.5-0.6
SiC-papier	0.6
Cup met puimsteen	0.2
Cup met tinoyde	0.1



Afb. 6. De gemiddelde oppervlakteruwheid (Ra) van een aantal merken composiet na afwerken met verschillende technieken.



breuk



versmeren



erosie

Afb. 8. Schematische voorstelling van de werking van snel en langzaam roterende middelen en van eroderende werking (pasta's).

'Tanden poetsen' met een schurende pasta zal steeds verruwend werken op een composietoppervlak. De beweging is relatief langzaam en het schuurmiddel zit los op het 'instrument'. Door het betrekkelijke gemak waarmee de matrix-kunsthars hecht aan een schoon composietoppervlak, kan ongevulde polymeer zonder probleem een plamuurlaag over de ruwe composiet vormen. Zo kan de uitgesleten matrix op gelijk niveau met de uit het oppervlak stekende harde par-

tikels worden gebracht (zie afb. 7b). De bekende tand- of fissuurlak of sealant is voor dit doel geschikt. Omdat de verschillende fabrikanten steeds iets gewijzigd hebben aan het basismolecuul BIS-GMA, het z.g. Bowen resin, verdient het aanbeveling om hetzelfde fabrikaat lak (glaze) als het composiet te gebruiken. Of er werkelijk verschil in hechting bestaat tussen de verschillende merken moet nog nader worden onderzocht.

Resumerend kan worden gesteld, dat een tandheelkundig composiet tot op zekere hoogte kan worden gepolijst. Glans (ruwheid $< 0,5\mu$) kan slechts worden verkregen door het tegen de matrixstrip aangelegde materiaal met rust te laten, of het ruwe oppervlak met fissuurlak te plamuren. Deze laatste handeling kan zonder enige schade snel worden uitgevoerd en is wellicht nog bevordelijk voor het (extra) afdichten van de randspleet (zie

afb. 7b) Bijvende gladheid is onder klinische omstandigheden vrijwel uitgesloten omdat de meeste tandpasta's door samenstelling en wijze van gebruik steeds een eroderende werking hebben op de zachte matrix, wat tot een, voor het betreffende composiet specifieke, ruwheid leidt. Er zijn recent materialen op de markt gebracht met vullerdeeltjes die vele malen kleiner zijn dan bij de conventionele composieten (b.v. Isosit/Vivadent), zodat polijsten tot hoogglans wèl mogelijk is. In hoeverre deze nieuwe materialen in de overige essentiële eigenschappen bevredigend zijn dient nog te worden onderzocht.

De schrijvers willen op deze plaats Mevrouw Trix Donkersloot-Neijens, Dr. W. L. Jongebloed en Drs. A. D. P. Heyboer bedanken voor hun aandeel in de totstandkoming van dit artikel.

Summary:

Title: Finishing of composites.

The technology of finishing restorative dental

materials is discussed. With various techniques several different brands of composites are polished. Only high speed tools with abrasives fixed at the stone or paper can polish the surface to an acceptable level. The use of pastes always causes a surface with a roughness that is determined by the seize and distribution of the anorganic particles in the composite material.

Literatuur:

1. Dennison, J. B., Craig, R. G. (1972): Physical properties and finished surface texture of composite restorative resins. *J Am Dent Assoc* 85: 101-108.
2. Craig, R. G., O'Brien, W. J., Powers, J. M. (1975): Dental materials, properties and manipulation. The C. V. Mosby Co, St. Louis.
3. Johnson, L. N., Jordan, R. E., Lynn, J. A. (1971): Effects of various finishing devices on resin surfaces. *J Am Dent Assoc* 83: 321-331.
4. Heath, J. R., Wilson, H. J. (1976): Surface roughness of restorations. *Brit Dent J* 140: 131-137.

Juni 1977.

Adres: Dr. C. L. Davidson,
Louwesweg 1,
Amsterdam.

ENIGE STRUCTURBIOLOGISCHE ASPECTEN VAN HET MARGINALE PARODONTIUM EN HUN GEVOLGEN VOOR HET KLINISCHE HANDELEN

EEN OVERZICHT VAN DE HUIDIGE INZICHTEN

J. P. RODENBURG

Uit de vakgroep Conserverende tandheelkunde van de Vrije Universiteit te Amsterdam.

Voorzitter: Prof. Dr. C. O. Eggink.

Afdeling Parodontologie. Hoofd: Dr. A. H. Stolk.

Trefwoorden: Parodontologie – Restauratieve tandheelkunde – Parodontium

Inleiding

De structuurbiologie (d.w.z. de embryologie, anatomie, histologie, fysiologie en pathologie; Schroeder, 1976) van het marginale parodontium heeft reeds vele decennia de volle aandacht. Met name over de relatie tussen het tandoppervlak en het omliggend gingivale weefsel zijn in de loop der tijd vele theorieën ontwikkeld en weer verworpen. Hierbij stond de vraag centraal of er een structurele verbinding tussen het sulcusepitheel en het glazuropervlak

aanwezig is. Dit had gevolgen voor het al dan niet gewenst zijn van een subgingivale restauratiegrens. In feite werd de ontstane verwarring veroorzaakt door een gebrek aan goede hulpmiddelen – met name de elektronenmicroscop – om de structuur van het marginale parodontium en de dento-gingivale verbinding te onderzoeken. In 1921 beschreef Gottlieb een structurele verbinding tussen glazuur en epitheel (afb. 1). Waerhaug meende in 1952 op grond van lichtmicroscopisch en klinisch onderzoek

Samenvatting:

In dit overzicht worden enige aspecten van de structuur van het marginale parodontium besproken. De huidige kennis over de aard van de dento-gingivale verbinding (met name de epitheliale aanhechting) wordt toegelicht. Enige klinische consequenties zijn de interpretatie van de sulcusdieptemetingen, de wijze waarop een gingivitis kan ontstaan en standhouden, en de relatie met restauratieve ingrepen. Met name wordt aangetoond dat een subgingivale restauratierand feitelijk 'ongewenst' is en dat het begrip 'extension for prevention', althans in gingivale richting, obsoleet is. Tenslotte komt de ratio achter het gezond houden van het marginale parodontium aan de orde.

dat een dergelijke verbinding niet bestond. Het sulcusepitheel was in gezonde toestand weliswaar strak rond de tandhals gelegen ('gingival cuff'), maar de sulcusbodem lag zijns inziens ter hoogte van de glazuur-cementovergang. Het gebruik van de