

Bijzonder onderwerp

Voorwoord

Op vrijdag 31 maart 1995 werd in de Jaarbeurs Congresszaal te Utrecht het voorjaarscongres van de Nederlandse Vereniging van Tandartsen, met als thema 'Glas', gehouden. Tijdens dit congres zijn de op glas gebaseerde materialen porselein en glasionomeercement uitvoerig belicht door vooraanstaande sprekers. Voor dit onderwerp is gekozen, omdat de tandarts in zijn praktijk steeds vaker wordt geconfronteerd met de vraag naar tandkleurige restauraties. Naast het veelgebruikte composiet zijn porselein en glasionomeercement de materialen bij uitstek om aan deze wens tegemoet te komen. Voorwaarde is wel dat er voldoende kennis aanwezig is over de materiaaleigenschappen, de beperkingen en de verwerkingstechnieken. De samenvattingen van de tijdens het congres gehouden lezingen zullen hieronder worden weergegeven.

J.P. van Amerongen, voorzitter NVT
J.F.A. la Rivière, moderator

NVT VOORJAARSCONGRES



Glas

1 Structuur

De voornaamste reden om glas in tandheelkundige restauratiematerialen te verwerken, is van optische aard. Teneinde de transmissie en verstrooiing van licht in glazuur na te bootsen, moeten we over een materiaal kunnen beschikken dat zowel in kleurloze, transparante als in gekleurde, gedeeltelijk opake vorm kan voorkomen. Het zogenaamde vensterglas voldoet uitstekend aan die eisen. Glas zoals wij dat kennen, is een ruimtelijk netwerk van siliciumtetroxyde dat, afhankelijk van de afkoelingsnelheid, vanuit de gesmolten fase (ca. 1700° C) een kristallijne (kwarts) of een metastabiele, amorf (glas)structuur aanneemt. Het woord glas duidt eigenlijk niet op de optische, maar op thermoplastische eigenschappen. Het wezenlijke atoom in glas is zuurstof, dat in chemisch opzicht zeer stabiele verbindingen vormt, vooral met meerwaardige atomen zoals silicium of boron. Kationen als Ca²⁺, Na⁺ of K⁺ worden aan het siliciumoxyde toegevoegd om de interne cohesie te verminderen, waardoor het smelttraject is te wijzigen.

2 Thermische eigenschappen

Het voordeel van een materiaal met een smelttraject in plaats van een smeltpunt is dat de substantie zacht gemaakt kan worden zonder noodzakelijk haar vorm te verliezen. Net als bij was is de vorm door bescheiden en lokale verhitting met zachte druk te corrigeren. Brengt men een dik papje van glaskorrels in een bindmiddel in een gewenste vorm, dan is het mogelijk om bij een bepaalde temperatuur slechts dat gedeelte van het bindmiddel te laten smelten waar de korrels contact met elkaar maken, zodat het geheel na afkoeling is versmolten. Dit proces, dat men sinteren noemt, ligt ten grondslag aan de traditionele porseleimbaktechniek. Porselein is niets anders dan een wat gecompliceerde vorm van glas. Het is als het ware een composiet waarbij glas de matrix vormt en de vullerdeeltjes doorgaans een kristallijne structuur hebben. In veel gevallen is dat leuciet. Brengt men het glasachtige mineraal veldspaat (K₂Al₂O₃.6SiC₂) met een smeltpunt van 1530° C en de zeer lage lineaire uitzettingscoëfficiënt van 8 x 10⁻⁶/° C enige tijd op een temperatuur boven de 1150° C en laat men het vervolgens afkoelen, dan kristalliseert op diverse plaatsen in de massa leuciet (K(SiAlO₆)) uit en blijft er een vloeistof over met echte glas-eigenschappen. Verdergaande afkoeling leidt

dan tot porselein zoals wij dat kennen. Leuciet heeft een thermische uitzettingscoëfficiënt van $25 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, wat samen met de eerder genoemde lage uitzettingscoëfficiënt het totale porselein meer in overeenstemming brengt met metalen, hetgeen tot minder problemen leidt bij het opbakken. Vanzelfsprekend kan het vormgeven van het optisch fraaie en chemisch stabiele porselein alleen buiten de mond plaatsvinden in verband met de hoge fusietemperaturen.

3 Glasionomeercement

Wil men bij directe vulmaterialen gebruik maken van de optische eigenschappen van glas, dan kan men het materiaal hooguit gebruiken als vullerdeeltjes in een chemisch hardend composiet. De matrix kan van alles zijn, als het maar hecht aan glas. Een van de meest geniale vondsten binnen de tandheelkundige materiaalontwikkeling is polyacrylzuur, de basis voor glasionomeercementen. Dit in water oplosbare, organische zuur bestaat uit lange polymeerketens, waaraan gelijkmatig op diverse plaatsen carboxyl-zijgroepen vastzitten. Met behulp van meerwaardige kationen zoals Ca^{2+} of Al^{3+} is het mogelijk om deze draadmoleculen te cross-linken tot een slecht oplosbare vaste stof. Mengt men chemisch minder stabiele glassoorten zoals het $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}$ -complex in een waterige oplossing van polyacrylzuur, dan wordt de buitenste laag van de glaspartikeltes aangetast en komen Ca^{2+} , Al^{3+} en F-ionen en orthosilicidezuur ($\text{Si}(\text{OH})_4$) vrij. Dit laatste produkt, dat net als het SiO_4 een netwerkstructuur van tetrahedra's vormt, zet zich als een gel af rondom het restant van de glaspartikels en zorgt voor een chemische binding tussen het glas en het poly-Ca, Al-carboxylaat. Helaas is deze zogenoemde silicagel een uiterst zwak materiaal, waarvan de dimensionele stabiliteit in hoge mate afhangt van de interne waterhuishouding. Deze component dient overigens tevens als reservoir voor langdurige fluoride-afgifte aan de omgeving, wat slechts mogelijk is dankzij de gelstructuur.

4 Mechanische eigenschappen

Waar in porselein het glas de mechanisch zwakste component vormt, is silicagel de achilleshiel van de glasionomeercementen. Hoewel niet vergelijkbaar in sterkte, zijn beide materiaalsoorten wel uitermate bros. Bros wil zeggen dat het materiaal maar weinig kan meegeven indien het wordt gedeformeed. Dat breekt zich in een lage weerstand tegen, in de mond helaas veel voorkomende, buig- en trekbelasting. De verdere ontwikkeling van porselein en glasionomeercement is dan ook hoofdzakelijk gericht op het verhogen van de buigsterkte. Een bros materiaal gaat vroeg of laat kapot, omdat kleine interne scheurtjes zullen uitgroeien tot langgerekte kloven, of elkaar zullen ontmoeten, zodat hele brokken los komen te liggen en het materiaal zijn samenhang verliest. Door modificatie van de glasstructuur van porselein wordt deze scheurgroei met succes belemmerd, waardoor de nieuwere soorten porselein minder snel fractureren.

5 Kunsthars-gemodificeerde glasionomeren

Hetzelfde effect heeft men bij glasionomeren getracht te bereiken door, naast de ionogene koppeling, een organische dwarsverbinding van kunsthars in te bouwen. De daarvoor benodigde reactie wordt met lichtenergie geïnitieerd. De kunsthars-gemodificeerde glasionomeercementen zijn beter bestand tegen buigen dan hun traditionele familieleden. Buigzamer

Tabel. Relatieve slijtagesnelheid van een composiet (C) en diverse traditionele (T) en kunsthars-gemodificeerde (R) glasionomeercementen ten opzichte van een amalgaam (A), gemeten op verschillende momenten na aanmaak van het materiaal.

	2 dagen	2 weken	1 jaar
Dispersalloy (A)	1	1	1
P50 (C)	2,5	1,8	1,4
Ketac-Fil (T)	10,4	5,1	2,8
Fuji II (T)	10,7	6,4	4,4
ChemFil S. (T)	10,7	5,4	4,1
Shofu HD (T)	9,7	2,9	2,1
Photac-Fil (R)	43,5	17,2	11,7
Fuji II LC (R)	25,7	12,3	10,6
Vitremer (R)	17,6	9,1	6,3
Dyract (R)	15,8	10,7	8,0

zou echter ook wel eens nadelig kunnen zijn. Door toename van de frictie tussen vulstof en matrix kan voortijdige vermoeiing optreden. De stijvere traditionele glasionomeren blijken inderdaad slijtvaster te zijn dan de licht-geïnitieerde soorten.

In de tabel, waarin ter vergelijking ook de slijtwaarden van een amalgaam en een hybride composiet zijn weergegeven, valt op dat de slijtweerstand van de glasionomeren op termijn toeneemt. Desalniettemin slijten de meeste glasionomeerprodukten ook na een jaar veel meer dan de composiet- of amalgaamprodukten, waardoor ze niet geïndiceerd zijn als zij door kauwen of door parafunctionele activiteit worden belast.

De laatstbedoelde groep glasionomeren is weinig homogeen: er zijn produkten die vrijwel voor 100% op de zuurbasereactie berusten en weer andere die in wezen een kunsthars-composiet zijn. Daartussenin is ook veel mogelijk. Omdat deze materialen nog volop in ontwikkeling zijn, is het nog te vroeg om hun waarde (voor de professie) vast te stellen. Er bestaat ook nog geen goede generieke naam. De term 'lichtuit-hardende glasionomeren' doet onrecht aan de zuurbasereactie. 'Compomeer' doet te veel aan een soort produkt denken. 'Hybride ionomeer' lijkt ook geen bijdrage aan duidelijkheid op dit gebied. Vooralsnog lijkt 'kunsthars-gemodificeerd glasionomeercement' (RM GIC) de meeste kans te maken.

6 Besluit

Op materiaalkundige gronden kan worden vastgesteld dat porselein in optisch en chemisch opzicht een superieur materiaal is, maar in mechanisch opzicht pas kan functioneren als het hecht verbonden is met een sterker substraat, iets wat overigens goed mogelijk is. Glasionomeercement heeft een scala aan goede eigenschappen, maar is vooralsnog niet leverbaar in modificaties die sterk en vooral slijtvast genoeg zijn om met succes langdurig de rol van glazuursubstituut te vervullen. Dentine is echter voortreffelijk te vervangen door dit unieke, fluoride-afgeevende, direct hechtende wondverband.

C.L. Davidson, fysicus

Glasionomeer, wat kunnen we ermee?

1 Inleiding

Sinds de introductie, in het begin van de jaren zeventig, van glasionomeercementen voor klinisch gebruik in de mond, maakte de technologische ontwikkeling ervan een enorme ontwikkeling door. De twee grote voordelen van het materiaal, fluoride-afgifte en chemische hechting aan gemineraliseerde tandstructuren, werden echter overschaduwd door enkele nadelen, waarvan de lage slijtvastheid, de moeilijke polijstbaarheid en de kleur de voornaamste zijn. Daarnaast vraagt het materiaal bij de verwerking veel precisie en ervaring van de practicus; helaas is dat vaak – en ten onrechte – een reden geweest het af te keuren. De presentatie in capsulevorm en de mogelijkheid tot uitharding met behulp van licht hebben de verwerking zeker gunstig beïnvloed. De introductie van vita-kleuren gaf gunstige esthetische vooruitzichten. Met de meest recente ontwikkeling van comonomeren blijken de polijstbaarheid en slijtvastheid eveneens beter te worden. In hoeverre de cariostatische eigenschappen van het materiaal voldoende bewaard blijven, is hier niet alleen een cruciale, maar voorlopig ook nog onbeantwoorde vraag.

2 Indicaties

Glasionomeercementen hebben zich een vaste plaats verworven binnen de tandheelkundige materialen. Binnen de conserverende tandheelkunde is de toepassing ervan als onderlaagciment en definitief vulmateriaal het meest bekend.

Voor de restauratie van klasse I- en klasse II-caviteiten, als ook voor klasse III- en V-caviteiten, zijn glasionomeercementen geschikt. In alle gevallen dient aandacht besteed te worden aan de caviteitspreparatie. Ondanks de chemische hechting lijkt de voorkeur uit te gaan naar conventionele caviteitspreparaties. In dat verband zijn er aanwijzingen dat de lichtuithardende systemen zich duidelijk beter adapteren aan de caviteitswanden. Bij klasse I- en klasse II-restauraties moet occlusale stress steeds worden vermeden.

Bij de behandeling van interproximale cariës bestaat de trend om tunnelpreparaties uit te voeren, waarbij in de tunnel glasionomeercementen worden gebruikt en het occlusale gedeelte met composiet of amalgaam wordt gerestoreerd. De lange-termijnresultaten wijzen op een toenemend succes. Binnen de prothetische tandheelkunde worden eveneens glasionomeren toegepast als stompopbouw of als bevestigingsciment.

3 Recente ontwikkelingen

Bij de verzegeling van putten en fissuren blijven de verschillende klinische stappen een nadeel in de hele procedure. Gelet op de adhesieve eigenschappen van glasionomeercementen, zou etsen, drogen en spoelen kunnen worden vermeden. Daarnaast is er onmiskenbaar sprake van fluoride-afgifte. Uit diverse studies blijkt dat de hechting van glasionomeer, als sealer gebruikt, niet optimaal is. Dit geldt zowel voor de conventionele als voor de lichtuithardende sealers. Daartegenover staat dat secundaire cariës bij glasionomeercementen niet voorkomt. Concreet betekent dit dat de tijdelijke aanwezigheid van een glasionomeercement in fissuren op de lange termijn een cariostatisch effect zou hebben.

Binnen de orthodontie wordt eveneens geëxperimenteerd

met glasionomeercementen. Er wordt een goede hechting verkregen bij het fixeren van bandjes; de hechting van brackets daarentegen is duidelijk zwakker vergeleken met composietsystemen.

Ook binnen de endodontologie, en vooral in combinatie met apicectomie, wordt de apicale afsluiting van glasionomeren veelvuldig onderzocht. Wat deze afdichting betreft, blijven klas-sieke zinkoxyde-eugenolcementen superieur. Wat de antibacteriële werking betreft, zijn er aanwijzingen dat glasionomeercementen juist beter scoren. Verder onderzoek is zeker gewenst.

4 Conclusies

Binnen het scala aan tandheelkundige materialen zijn glasionomeercementen niet meer weg te denken en zij kunnen, bij een juiste indicatie en verwerking, met succes worden toegepast.

In de posterieure zone van het *melkgebit* zijn glasionomeercementen bruikbaar:

- voor klasse I- en II-restauraties, indien het glasionomeercement occlusaal niet wordt belast en in voldoende mate kan worden aangebracht;
- voor klasse V-restauraties;
- in incisieven als de incisale rand er niet in betrokken is;
- in klasse III-caviteiten bij cuspidaten;
- bij polycariës.

Grote *meervlaksvullingen* bij jonge kinderen (< 6 jaar) worden nog steeds het best geconserveerd met een stalen kroon. Als occlusie op zo'n element nauwelijks plaatsvindt, kan men een glasionomeercementvulling plaatsen zonder occlusaal contact, waardoor het element toch als ruimt houder kan worden bewaard.

In het *definitieve gebit* is glasionomeercement geschikt als onderlaagciment (sandwich-techniek) en als interim- of preventieve restauratie in het occlusale vlak. Ook bij klasse V en wortelcariës kan glasionomeercement worden toegepast.

Bij *minder coöperatieve kinderen* biedt glasionomeercement het grote voordeel dat een minder strikte caviteitspreparatie getolereerd kan worden en zelfs bij de eerste blijvende molaren de definitieve restauratie naar latere datum verschoven kan worden, waarbij het glasionomeercement als onderlaag behouden kan blijven.

Indirecte en directe overkappingen kan men, zonder vrees voor lekkage, met glasionomeercement afsluiten na gedeeltelijke cariësverwijdering bij grote en diepe caviteiten.

Bij *polycariës* kan glasionomeercement de cariësactiviteit stoppen, waarbij een beperkte behandeling gericht is op het elimineren van pijn en ontsteking.

Als *frontvulling* in het melkgebit is het ook esthetisch aanvaardbaar.

Bij *glazuurdefecten en amelogenesis imperfecta* kan glasionomeercement worden aangebracht in het definitieve gebit, in afwachting van definitieve restauratie of extractie.

Als *sealer* bij zeer jonge kinderen blijkt glasionomeercement, ondanks de zwakke retentie, een langdurige bescherming te bieden.

Glasionomeercement is ook geschikt voor het *banderen* van molaren bij orthodontische therapie.

Glasionomeercement kan gebruikt worden voor het *plakken van brackets* bij kinderen met een hoge cariësprevalentie en zwakke mondhygiëne.

5 Tot slot

Binnen de verdere ontwikkeling van de glasionomeercementen worden pogingen ondernomen om negatieve factoren te

verhelpen. Met compomeer lijkt men op de goede weg om de slijtbaarheid en polijstbaarheid te verbeteren. Tegelijk blijkt de fluoride-afgifte te worden gereduceerd. Hoewel nog niet is aangetoond hoeveel fluoride, vrijkomend uit materialen, effectief nodig is voor een optimale bescherming, mogen wij

deze belangrijke eigenschap niet verloren laten gaan. *Blijf bij glas* is dan ook een belangrijke boodschap bij de verdere ontwikkeling van adhesieven met een cariostatische eigenschap!

L. Martens, tandarts

Bevestigingscementen

1 Inleiding

Nog niet zo heel lang geleden was de keuze van een tandarts voor zijn kroon- en brugwerk vrij eenvoudig: goud en zinkfosfaatcement waren de meest gebruikte materialen. Inmiddels is daar een veelvoud aan systemen bijgekomen. Dit maakt de keuze er niet eenvoudiger op. Hierna volgt een overzicht van de stand van zaken met betrekking tot de beschikbare bevestigingscementen.

2 Tijdelijk cementeren

Voor temporair cementeren van een tijdelijke of definitieve restauratie kan beter een niet-eugenolhoudend produkt worden gebruikt, bijvoorbeeld Freegenol van GC, omdat eugenol de chemische hechting aan het tandmateriaal van zowel composiet als glasionomeercement onmogelijk maakt. Indien pulpaveiligheid te verwachten is, kan het aflakken van de stomp – vóór het maken van de afdruk – door middel van een bonding met fosfaatgroepen deze gevoeligheid drastisch verminderen (bijv. Pertac Universal Bond van Espe of Multipurpose van 3M). Als een definitieve restauratie langdurig 'tijdelijk' moet worden vastgezet, kan dat met een polycarboxylaatcement dat met 1/4 deel water wordt verdund. Het werkstuk zal dan na bijvoorbeeld een jaar weer redelijk gemakkelijk te verwijderen zijn.

3 Soorten cement

Zinkfosfaatcement heeft zich al meer dan negentig jaar klinisch bewezen. Ontelbare werkstukken zijn hiermee met succes gecementeerd. Toch heeft dit cement ook belangrijke nadelen. Het lost bijvoorbeeld op en hecht niet chemisch aan tandweefsel, zodat vorm en lengte van de preparatie voldoende retentie en resistentie moeten verschaffen.

Polycarboxylaatcement is zonder meer het meest pulpavriendelijke cement. Bovendien hecht het chemisch aan tandweefsel. De sterkte is echter matig; een werkstuk met betrekkelijk weinig retentie en resistentie kan dan ook beter met een ander cement worden bevestigd. Ook de oplosbaarheid is vrij hoog.

De laatste jaren zijn er verschillende *composietcementen* op de markt gebracht. Deze kenmerken zich vooral door hun bijzondere sterkte en een lage oplosbaarheid. Nadelen zijn echter de zeer hoge krimpspanningen die optreden bij het uitharden en de sterke toename van bacteriegroei van vooral *Streptococcus mutans* op dit materiaal. Voor het bevestigen van porseleinen schildjes op glazuur lijken deze materialen succesvol. Op dentine hebben ze zich daarentegen nog niet klinisch bewezen. Door de sterke krimp treedt vaak separatie op aan de den-

tine- of aan de restauratiezijde. De randspleet die dan ontstaat, wordt vrij snel bevolkt door bacteriën. Daarom moet loslaten van dentine of glazuur worden voorkomen door het toepassen van een dentine-adhesief. Door de vele stappen die genomen moeten worden, is dit een tijdrovende en techniekgevoelige procedure.

Door de fluoride-afgifte, de bactericide werking, de sterkte, de lage oplosbaarheid en de hechting aan zowel glazuur als dentine, is *glasionomeercement* het meest universele bevestigingsmedium. Deze goede eigenschappen komen alleen tot hun recht bij een juiste poeder-vloeistofverhouding. Het zelf doseren van de hoeveelheid poeder en vloeistof leidt meestal tot een overmaat aan vloeistof. Dit gaat niet alleen ten koste van de gunstige materiaalkundige eigenschappen van het hard geworden cement, maar veroorzaakt ook een langdurige inwerking van de zure componenten. Hiermee wordt het veelvuldig optreden van pulpitis in de literatuur verklaard. Deze bezwaren worden ondervangen door het gebruik van capsule-systemen, bijvoorbeeld Fuji I-capsules van GC of Ketac Cem applicap of -maxicap van Espe. Zo veroorzaakt glasionomeercement juist minder klachten dan zinkfosfaatcement.

De belangrijkste regels bij het cementeren met een glasionomeercement zijn:

1. dek diepe preparaties af met een onderlaagcement;
2. reinig de stomp met een pulpavriendelijk middel, bijvoorbeeld Tubilicid van Dental Therapeutics AB, Nacka, Sweden;
3. laat de stomp niet uitdrogen;
4. gebruik een capsulesysteem;
5. druk het werkstuk niet met een al te grote kracht op zijn plaats.

Metalen werkstukken kunnen het best gezandstraald worden, omdat hierdoor de mechanische hechting wordt verhoogd. Sterk in opkomst zijn versterkte porseleinsystemen zoals Inceram, dat vooral geschikt is om met een glasionomeercement te worden vastgezet. Dit porselein moet niet worden gesilaneerd, maar wel geconditioneerd met polyacrylzuur, waarna kan worden volstaan met het wegblazen van de overmaat. Door deze behandeling wordt de hechtsterkte bijna verdubbeld als gevolg van een chemische reactie. Glasionomeercement is echter opaak en daarom niet geschikt voor het bevestigen van porseleinen schildjes.

Een geheel nieuwe categorie die binnenkort op de markt zal verschijnen, bestaat uit *met kunststof veranderde glasionomeercementen*. Zij hebben zowel eigenschappen van een composiet als van een glasionomeercement en kenmerken zich voornamelijk door hun uitzonderlijke hechtsterkte en een lage oplosbaarheid. De chemische verbinding tussen de samenstellende kunststof en de glasionomeercomponenten wordt echter gevormd door de kunsthars HEMA, die ervoor zorgt dat de hardwordingskrimptoe neemt. Er zal nog veel klinisch onderzoek moeten worden verricht, voordat dit nieuwe cement al of niet geschikt kan worden bevonden.

R.N.B. van Duinen, tandarts

Porseleinen inlays: hoe en waarom?

1 Inleiding

Inlays van keramiek worden al sinds 1902 toegepast. Het ontstaan van breuken bleek echter niet te voorkomen en pas sinds de ontwikkeling van adhesief porselein is de glaskeramische inlay weer een serieuze behandelingsoptie. Men onderscheidt op dit moment de volgende systemen:

- gebakken porselein (Mirage, Optec, Duceram, Flexoceram etc.);
- gegoten keramiek met een laagje porselein erop gebakken (Dicor, Olympus);
- gegoten amorf hydroxylapatiet (Ceraparl);
- geperst porselein (IPS Empress);
- gefreesd porselein (Cerec, Celay).

2 Materialen en technieken

Porselein en keramiek zijn relatief kwetsbare materialen vanwege hun geringe buigsterkte. Het materiaal kan een vormverandering groter dan 0,1% niet weerstaan. Bij belasting van de restauratie buigt het materiaal licht door, waardoor aan de binnenzijde van de restauratie een 'microcrack' kan ontstaan, die in de loop der tijd dieper doordringt in het materiaal. Uiteindelijk kan deze een 'bulk'-breuk tot gevolg hebben.

Bij adhesief porselein worden kristallijne deeltjes in de glasmatrix homogeen verdeeld ('dispersion strengthening'), waardoor de groei van de haarscheurtjes wordt belemmerd. Hiervoor worden zirconiumdioxide en leuciet gebruikt. Gebruik van leuciet heeft bovendien het voordeel dat de kristallisatie gecontroleerd plaatsvindt. Voorbeelden van op deze wijze versterkte porseleinen zijn Optec HSP en IPS Empress. Een andere mogelijkheid is om porselein industrieel te vervaardigen. De kans op porositeiten is dan minimaal. Uit deze blokjes kunnen restauraties worden gefreesd.

I. *Gebakken porseleinen restauraties* hebben als nadeel dat ze krimpen tijdens de techniekfase en dat tijdens het bakproces porositeiten ontstaan. De sterkte aan de randen is daardoor beperkt; de randen mogen onder geen voorwaarde worden belast. Om die reden is het zeer aan te raden de knobbels te overkappen. Meestal moet daarvoor veel gaaf tandweefsel worden opgeofferd. Bij het 'tandweefselsparend karakter' van dit type restauratie moeten dan ook grote vraagtekens worden gezet. Het voordeel ligt vooral in de optimale esthetiek die met deze restauratie kan worden bereikt: een kleuropbouw uit de diepte en het inkleuren van fissuren en ontkalkingen behoren tot de mogelijkheden. De procedure is ingewikkeld en tijdrovend, maar vraagt geen bijzondere investeringen.

II. *Gegoten glaskeramiek*. Voordeel van deze techniek is dat de tandtechnicus via de hem vertrouwde 'cire perdue'-methode kan modelleren en gieten. Een nadeel is dat ten behoeve van de esthetiek een dun laagje porselein op de restauratie moet worden gebakken, en dan nog oogt deze restauratie wat minder natuurlijk dan de gebakken porseleinen restauratie.

Oclusale aanpassing betekent vaak dat van de fraaie esthetiek niet veel meer overblijft. Deze restauraties zijn wel iets sterker dan de gebakken porseleinen restauratie, maar ook hier geldt dat knobbels overkapt moeten worden met alle nadelen vandien. Voor de vervaardiging van glaskeramiek in

het tandtechnisch laboratorium is dure apparatuur nodig. Etsen gebeurt met natriumbifluoride in plaats van met hydrofluoride.

III. *Geperst porselein* is nauwelijks poreus en daardoor sterker en homogener dan gebakken keramiek. Ook dit porselein wordt eerst in was gemodelleerd, daarna wordt het geperst in plaats van gegoten. Hiervoor is echter wel een speciale oven nodig; de gegoten keramiek moet onder lage druk kunnen afkoelen en de daarbij optredende krimp moet worden gecompenseerd. De esthetiek kan iets minder fraai uitvallen dan bij de gebakken restauratie.

IV. *Gefreesde inlays* hebben als belangrijkste voordeel de sterkte en de homogeniteit van het gebruikte – industrieel vervaardigde – porselein, dat bovendien zeer fijnkorrelig is. Volgens de fabrikanten van de verschillende systemen is het niet nodig knobbels te overkappen. Daardoor kan er zuiniger worden geprepareerd dan wanneer de restauratie gebakken, geperst of gegoten wordt. Er zijn twee systemen operationeel:

a. Cerec (Siemens). Via een optische afdruk en een computerprogramma wordt in het apparaat naast de stoel een inlay gefreesd. Het grootste nadeel ligt in de beperkingen die de tandarts worden opgelegd bij de preparatievorm, veroorzaakt door de beperkte freesmogelijkheden. Knobbeloverkappingen en uitbreidingen zijn niet of slechts via moeizame kunstgrepen te realiseren. Ondanks de verbeterde software is de pasvorm matig en de esthetiek meestal teleurstellend (er zijn uitsluitend blokjes porselein beschikbaar in de Vita-kleuren A2 en A3).

b. Celay (Mikrona). Het Celay-systeem maakt gebruik van zogenaamd kopieerfreesen; aanschaf van een Celay-apparaat is noodzakelijk. De tandarts kan direct (in de mond) van blauwe composiet een 'pro-inlay' vervaardigen, die als gids dient voor een in industrieel porselein te frezen kopie van het origineel. Een en ander is uiteraard ook indirect te verwezenlijken aan de hand van een model. De pasvorm is nauwkeuriger dan van een Cerec-inlay en kan indien gewenst nog worden verbeterd met een speciaal daarvoor ontwikkelde porseleinmassa ('optimizer'). Ook is het mogelijk karakteristieken aan te brengen; het bezwaar van slechts twee beschikbare kleuren kan daarmee worden omzeild. De esthetiek benadert het niveau van gebakken en geperste restauraties. Omdat alle vormen kunnen worden gekopieerd zijn er geen beperkingen wat de preparatievorm betreft. Knobbeloverkappingen behoren tot de mogelijkheden, maar zijn, zoals reeds vermeld, niet per se noodzakelijk.

3 Onderzoeksresultaten

In vergelijking tot de gegoten gouden inlay blijken veel inlays van keramiek een minder goede *pasvorm* te hebben, in het bijzonder oclusaal. De breedte van de randspleet van de Celay-techniek blijkt aanzienlijk kleiner te zijn dan van de Cerec-techniek. Hierbij moet worden aangetekend dat de software van het Cerec-systeem verscheidene malen is verbeterd, wat geleid heeft tot een betere pasvorm. Daarnaast zijn ook de richtlijnen ten aanzien van de preparatie veranderd. Hierdoor is een randspleet haalbaar van 52 micron. De pasvorm wordt overigens ook bepaald door het materiaal waaruit de inlay wordt gefreesd. Inlays gefreesd uit Vita-blokjes hebben een betere pasvorm dan inlays gefreesd uit MGC Dicor. Aangezien keramische restauraties adhesief worden bevestigd met composiet, wordt de randspleet hiermee opgevuld. Het composiet zorgt voor de noodzakelijke ondersteuning van het relatief brosse porselein. Klinisch onderzoek van Optec-inlays laat zien dat de randaansluiting bij slechts 24-67% van de 205

Tabel.

Spleetbreedte van niet-bevestigde keramische inlaysystemen in μm .

Materiaal	Gemiddeld	Mediaan	Maximum
Empress	11-20	21-30	141-150
Dicor	21-30	31-40	131-140
Mirage	51-60	41-50	91-100
Duceram	51-60	51-60	151-160
Cerec	71-80	61-70	201-210

inlays excellent was. De inlay-techniek blijkt, net als andere adhesieve tandheelkundige procedures, hoge eisen te stellen aan het technisch kunnen van de tandarts, waardoor de levensduur van de restauratie zal variëren.

Er zijn nog niet veel publikaties verschenen over de *levensduur* van keramische inlays. Het overlevingspercentage van porseleinen inlays varieert van 94-98% na gemiddeld vijf jaar. De levensduur lijkt duidelijk samen te hangen met de wijze van bevestigen van de restauratie en de geometrie van de preparatie. Occlusaal moet voldoende weefsel worden weggenomen. Schouders en chamfers geven meer weerstand tegen verticale krachten dan lange bevels. De levensduur van de restauratie wordt ook bepaald door de slijtvastheid van het cementeercomposiet. Er blijkt een lineair verband te bestaan tussen de slijtage van composietcement en de breedte van de randspleet: hoe breder de spleet des te sneller treedt slijtage op, waardoor porselein niet meer wordt ondersteund. De slijtage van gegoten, gebakken en geperste inlays zijn met elkaar vergeleken. Als we de slijtage van de antagonist meecalculeren, blijkt dat de geperste inlays de beste resultaten geven.

Plaatsing van porseleinen inlays blijkt soms een *verhoogde pijnreactie* te veroorzaken. Mogelijke oorzaken zijn: voorbehandeling van de caviteit vóór cementeren, de wijze van cementeren, bacteriële invasie, microlekkage en pulpitis. Microlekkage komt bijna uitsluitend approximaal voor, wanneer de restauratie cervicaal niet aan glazuur grenst. Reductie

van postoperatieve pijn moet echter mogelijk zijn met de nieuwere 'all etch' dentine-adhesieven in combinatie met de 'wet bonding'-techniek. Daarnaast moet het cementeren en polymeriseren nauwkeurig worden uitgevoerd om optredende krimpspanningen te reduceren.

4 Indicatiestelling

Keramische inlays en onlays zijn bij uitstek geschikt wanneer een directe composietrestauratie niet wenselijk is. Dit zal vooral het geval zijn bij amalgaamvervanging in molaren en grote restauraties in premolaren. In composiet treedt namelijk een hoge krimpspanning op door de combinatie van een groot volume aan composiet enerzijds en een ongunstige configuratiefactor anderzijds. Ook als een correcte anatomische vormgeving via een directe werkwijze met composiet problemen oplevert, kan een porseleinen restauratie een geschikte oplossing bieden, bijvoorbeeld bij knobbelvervanging. Bij een vitale pulpa is de keramische onlay een goed alternatief voor de PM-kroon.

Keramische restauraties zijn gecontraïndiceerd bij patiënten met parafunctionaliteiten. Het articulatiepatroon moet goed geanalyseerd en zonodig gemodificeerd worden. Wanneer er sprake is van een groepsgeleiding zal deze eerst veranderd moeten worden in een hoektandgeleiding, ter voorkoming van groepsdestructie.

5 Conclusie

Voor het vervaardigen van inlays lijkt de freestechiek de beste perspectieven te bieden. Voor de vervaardiging van onlays zijn meerdere systemen geschikt. Dispersief versterkte keramieken (Optec, IPS Empress) blijken sterker te zijn. Bovendien kunnen er esthetisch fraaiere resultaten mee worden verkregen. Langlopend klinisch onderzoek zal moeten uitwijzen hoe hoog de baten zijn in verhouding tot de relatief hoge kosten.

A.W.J. van Pelt, tandarts

De porseleinen facing

1 Inleiding

Tot nu toe worden in het frontgebied, naast composietrestauraties, vooral volledige kronen (van porselein of met opgebakken porselein) toegepast. Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van hechtstechnieken zullen echter de volledige kronen in het front, waar de esthetiek de hoogste eisen stelt, zeer snel verdringen. De porseleinen facing, en dan niet alleen op het buccale vlak maar ook uitgebreid naar de proximale vlakken, zal meer en meer de plaats van de volledige kroon gaan innemen. De porseleinen facing is, wat het doorlaten van licht betreft, superieur aan iedere soort porseleinen kroon, ook dat is een belangrijk voordeel. In het front, waar minder sterke krachten op de elementen inwerken, kan overal waar glazuur moet worden vervangen, gebruik worden gemaakt van de porseleinen facing. Indien de restauratie met de nieuwe generatie bonding- en composietcementen aan het bestaande

tandoppervlak wordt gehecht, heeft deze een optimale verbinding met het onderliggende glazuur en dentine, waardoor breuk bijna is uitgesloten. Vergeleken met porseleinen on- en inlays is de kwetsbaarheid tijdens het passen (voor het cementeren) aanmerkelijk minder; bij zorgvuldig manipuleren tijdens passen en cementeren komen fractures bijna niet voor. In deze samenvatting zal op een aantal aspecten van deze manier van restaureren worden ingegaan.

2 De preparatie

De vorm van de preparatie is afhankelijk van het feit of de bestaande kleur van het dentine gehandhaafd kan blijven of dat aanpassing van de kleur noodzakelijk is. Bij handhaving van de bestaande kleur wordt een minimale chamfer-preparatie (0,2 - 0,4 mm) gemaakt met de outline supragingivaal. Het porselein wordt zo transparant mogelijk gebakken en voor het cementeren wordt een transparant cement gebruikt. Bij verandering en/of aanpassing van de dentinekleur wordt een wat bredere chamfer geprepareerd (0,5 - 0,8 mm). Het porselein



1



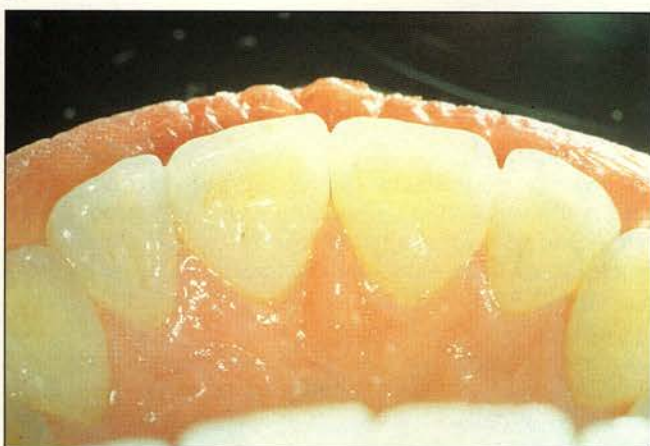
3

Afb. 1. Vóór prepareren buccale vlak.

Afb. 3. Porseleinen facing als buccaal schildje.



2



4

Afb. 2. Ná prepareren.

Afb. 4. Lichtdoorlating optimaal zoals bij natuurlijke elementen.

wordt meer opaak en met meer kleurschakeringen gebakken en voor het cementeren wordt een minder transparant gekleurd composietcement gebruikt. Het maken van de afdrukken van de preparaties is over het algemeen eenvoudiger dan bij volledige kronen, omdat er zoveel mogelijk supragingivaal wordt geprepareerd. Als voor het prepareren een dikke draad hechtzijde in de sulcus wordt ingebracht, is dat meestal voldoende om zonder extra voorzorgen optimale afdrukken te verkrijgen. In het laboratorium moeten de uitgezaagde stempen worden geduplicateerd in een speciale gipsmasa. Op deze stempen wordt het porselein gebakken. Ook is het noodzakelijk om een extra moedermodel (en dus een extra afdruk) te hebben, waarop de contactpunten en de cervicale vormgeving kunnen worden gecontroleerd. Het vervaardigen van tijdelijke restauraties die langere tijd dienst kunnen doen, is een lastig karwei. Doordat de preparaties weinig retentie bieden, is het moeilijk een noodvoorziening te maken die goed gefixeerd blijft. Daarom dient de tijd tussen het prepareren en het plaatsen zo kort mogelijk te zijn. Door een optimale planning en samenwerking met het laboratorium (vervaardiging binnen een week) moet het mogelijk zijn de tijdelijke fase te beperken tot drie à vier dagen. Door overcontouring, plaatselijk etsen en bonding kan voor de noodvoorziening iets meer houvast worden verkregen. Als de facings op een vast model door het laboratorium worden aangeleverd, is het aantal correcties dat voor het plaatsen moet worden aangebracht minimaal. De proximale contacten zijn dan meestal optimaal en de randaansluiting kan op de losse stomp goed worden gecontroleerd.

Om de kleur goed te beoordelen moet de facing vochtig worden gepast, want het element droogt heel snel uit; de beoordeling van de uiteindelijke kleur kan daardoor nadelig worden beïnvloed. Sommige adhesieve systemen hebben proefpasta's in diverse kleuren die overeenkomen met het composietcement, teneinde een optimale kleuraanpassing mogelijk te maken (Allbond Choice). Deze pasta's geven een juiste indicatie voor de definitieve kleur van het composietcement en zijn gemakkelijk te verwijderen. De zogenaamde vierde-generatie bondingsystemen zijn, wat de hechting aan dentine betreft, aanzienlijk verbeterd (Allbond II).

Voor het afwerken van de proximale gedeelten kan het Profin-systeem (Dentatus) goede diensten bewijzen. De tips in dit hoekstuk maken in plaats van roterende een heen-en-weer gaande beweging. Het beslepen porselein kan het beste worden afgewerkt met de shofu-porselein-finishing-kit. De shofu-diamant-stick is uitstekend geschikt om het porselein op hoogglans te brengen. Het optimale esthetische resultaat zal pas na enkele dagen zichtbaar zijn, dan heeft het dentine zijn oorspronkelijke kleur weer teruggekregen (afb. 1 t/m 4).

3 Voor- en nadelen

De voordelen van de porseleinen facing zijn:

- de preparatie is weefselbesparend;
- de restauratie is pulpa-vriendelijk;
- de outline verloopt merendeels supragingivaal en dus gingiva-vriendelijk;

- palatinaal kan hoektand- en incisale geleiding gehandhaafd blijven; het resultaat is een optimale esthetiek.

Als nadelen kunnen worden genoemd:

- tijdelijke restauraties zijn moeilijk aan te brengen;
- de facing kent een zekere kwetsbaarheid bij het passen;
- tijdelijk cementeren is onmogelijk;
- het cementeren is bewerkelijk;
- het controleren van occlusie en articulatie is pas mogelijk na cementeren;
- vooralsnog valt over duurzaamheid weinig te zeggen.

Ondanks de nadelen heeft deze nieuwe methode van restaureren van frontelementen een aantal onmiskenbare voordelen boven de toepassing van volledige kronen van porselein (Inceram) of opgebakken porselein. Het verdient dan ook aanbeveling een porseleinen facing in overweging te nemen alvorens te kiezen voor een conventionele kroon, waarbij maar liefst 1,5 mm rondom een frontelement moet worden afgeslepen.

M.A. Burgers, tandarts

Porseleinen kronen

1 Inleiding

De vraag naar tandkleurige biocompatibele materialen heeft geleid tot de ontwikkeling van systemen ter vervaardiging van geheel porseleinen restauraties. Inceram is zo'n systeem. Het omvat de vervaardiging van een keramische kap of infrastructuur, vergelijkbaar met het metalen skelet van een kroon met opgebakken porselein. Het bijzondere van Inceram is dat de buigsterkte in vergelijking met alle andere keramische materialen uitzonderlijk hoog is. Een ander belangrijk voordeel boven metaal is dat het Inceram-skelet de kleur van dentine heeft. Ten slotte wordt op deze infrastructuur volgens de gebruikelijke methode kosmetisch fraai porselein gebakken. De procedure voor de vervaardiging van de infrastructuur omvat vier fasen: het maken van een duplicaatstomp, het daarop aanbrengen van het specifieke keramische materiaal in de vorm van een kapje, het bakken van dit kapje op de duplicaatstomp en het kapje vervolgens infiltreren met gesmolten glas. Deze laatste stap heeft geleid tot de naamgeving van het procédé, Inceram: infiltratie van keramisch materiaal. Het porselein bestaat voor 85 gewichtsprocent uit aluminiumoxyde en voor het overige deel uit een glas op basis van siliciumoxyde.

2 Indicaties en contra-indicaties

Inceram kan worden gebruikt voor solitaire kronen in het front en in de premolaar-molaarstreek. Ook kunnen er driedelige frontbruggen van worden vervaardigd.

In geval van bruxisme en malocclusie is de kans op breuk te groot; in dat geval kunnen beter geen restauraties van Inceram worden toegepast. Bruggen in de premolaar-molaarstreek zijn eveneens gecontraïndiceerd.

3 Klinische handelingen

De kroonpreparatie moet voorzien zijn van een chamfer van minstens 0,7 mm diep, of zij moet een 1 mm brede schouder hebben. De plaats van de preparatiegrens kan supragingivaal zijn, als dat in verband met de esthetiek geen bezwaar is. Is dat wel het geval, dan gaat de voorkeur uit naar de lokatie vlakbij de gingivazoom. De preparatie mag geen scherpe overgangen hebben en ook geen ondersnijdingen. Occlusaal moet er zo veel ruimte worden gecreëerd, dat de kroon daar minstens 1,5 mm dik kan zijn. De afdruk wordt met een elastisch afdruk materiaal in een volledige lepel gemaakt. Het bepalen van

de kleur gebeurt op de gebruikelijke manier met de Lumin-vacuüm kleurenring van de firma Vita.

4 Laboratoriumhandelingen

De vervaardiging van het model, het maken van de uitneembare stomp en het inkerven ervan, geschiedt op de gebruikelijke manier. Eventueel aanwezige ondersnijdingen in de preparatie worden met was opgevuld. Op de stomp wordt een laagje lak aangebracht voor het creëren van ruimte voor het bevestigingsciment tussen kroon- en tandmateriaal. Met een additiesilicone wordt een duplicaatafdruk gemaakt van de ingekerfde stomp, die wordt uitgegoten met speciaal voor de Inceram-techniek ontwikkeld gips. Na twee uur wordt de afdruk verwijderd. De stomp moet daarna bij kamertemperatuur nog een uur drogen. De preparatiegrens wordt met een potlood aangetekend. Vervolgens wordt een mengsel, slicker genaamd, bereid door aluminiumoxyde-poeder te mengen met een speciale waterige vloeistof, totdat een papje ontstaat met de viscositeit van olieverb. Het mengen gebeurt met de hand op een vibrator, gevolgd door ultrasoon trillen. Hierna wordt de slicker met een penseel op de duplicaatstomp aangebracht. De stomp kan ook in de slicker gedoopt worden. Door absorptie van water uit de slicker in het droge gips van de duplicaatstomp klonteren aluminiumoxyde-deeltjes samen op het stomppoppervlak. Zo ontstaat er een laagje dat naar wens dikker kan worden gemaakt. Het teveel voorbij de preparatiegrens wordt met een modelleerinstrument voorzichtig weggeschrapt. Na twintig minuten drogen wordt het geheel tien uur gebakken in een speciale oven. Dit geschiedt bij 1120°C, waardoor de aluminiumoxyde-deeltjes gedeeltelijk smelten en aan elkaar sinteren. Het resultaat is een poreuze infrastructuur met de kleur en hardheid van krijt. Deze wordt ontdaan van het gips van de duplicaatstomp en vervolgens gecontroleerd en gecorrigeerd. Een dikte van 0,6 à 0,7 mm is nodig op plaatsen waar de belasting groot zal zijn, zoals occlusaal bij premolaren en molaren. Op andere plaatsen mag de dikte geringer zijn. Vervolgens laat men glas, dat vloeibaar is gemaakt door te verwarmen tot 1100°C, gedurende 4,5 uur in de poriën van de infrastructuur infiltreren. Hierdoor worden de gewenste optische en mechanische eigenschappen verkregen. Zo nodig kan een overmaat aan glas worden verwijderd door slijpen of zandstralen.

De randaansluiting is van essentieel belang voor de duurzaamheid en de parodontale gezondheid. Restauraties met een randspleet die smaller is dan 30 µm, zijn via het Inceram-procédé betrekkelijk eenvoudig te verkrijgen. Dat komt vooral doordat er gebakken wordt op een duplicaatstomp.

De mechanische eigenschappen van Inceram-restauraties overtreffen die van alle andere volledig porseleinen systemen.

Dit is te danken aan het hoge gehalte aluminiumoxyde, de geringe hoeveelheid glas en de microstructuur van de Inceram-kap.

Voor het cementeren kan het best glasionomeercement worden gebruikt, omdat het mogelijk is een chemische binding met het glas van het Inceram-porselein te verkrijgen door één minuut te etsen met polyacrylzuur. Hierna kan worden volstaan met het wegblazen van het etsmiddel en kan vervolgens op de gebruikelijke manier worden gecementeerd. Bovendien geeft glasionomeercement fluoride af, waarvan een cariësremmende werking wordt verwacht.

5 Klinische resultaten

Gedurende negen jaar, in de periode van 1985 tot 1994, zijn – onder klinisch normale omstandigheden en zonder selectie van patiënten – 6038 kronen geplaatst, waarvan 63,6% in de premolaar-molaarstreek. Het merendeel hiervan (89%) is bevestigd met glasionomeercement. Er deden zich 28 mislukkingen voor (0,46%) als gevolg van fractuur van de Inceram-infrastructuur. Het betrof één kroon op een cuspidaat en 27 kronen op molaren. De oorzaak bleek steeds een te dunne infrastructuur te zijn, namelijk minder dan 0,6 mm. Het aan-

tal mislukkingen van volledig porseleinen frontbruggen bedroeg één op de 49 Inceram-restauraties op aluminiumoxyde-basis, en nul op de 59 restauraties op aluminium-zirconium basis.

6 Verdere ontwikkelingen

Het onderzoek richt zich nu op het geschikt maken van dit systeem voor bruggen in de premolaar-molaarstreek. Hiertoe wordt geëxperimenteerd met het toevoegen van gedeeltelijk gestabiliseerd zirconium aan het porselein van de infrastructuur, waardoor de buigsterkte in belangrijke mate toeneemt. De ervaring met dergelijke restauraties in de laatste vijf jaar is hoopgevend. Een andere ontwikkeling is erop gericht de translucentie van het materiaal te verhogen door $MgAl_2O_3$, spinel genaamd, als hoofdbestanddeel van de infrastructuur te gebruiken. Dit is van belang voor kronen op vitale frontelementen en voor in- en onlays. Deze nieuwe ontwikkelingen vereisen geen extra investeringen, omdat de techniek ongewijzigd blijft en alleen de samenstelling van de materialen aangepast wordt aan de specifieke toepassing.

M. Sadoun, tandarts

Porseleinfractuur: repareren of vernieuwen?

1 Inleiding

Porselein – al dan niet gecombineerd met een metalen onderstructuur – is een biologisch acceptabel en fraai restauratiemateriaal voor kronen, bruggen, inlays en schildjes. De aard van het materiaal vereist echter speciale klinische en tandtechnische procedures. Bovendien kunnen een foutieve indicatie en onnauwkeurigheden in de constructie (gemakkelijk) tot een fractuur van het materiaal leiden. De prevalentie van porseleinfracturen is ca. 0,5% per jaar bij metaal-porseleinrestauraties. Dat komt neer op ongeveer 5% na tien jaar. Indien een breuk ontstaat door een constructiefout, dan is – in het algemeen – het opnieuw vervaardigen van de restauratie de eerst aangewezen oplossing. Omdat niet altijd duidelijk is of een constructiefout wel de oorzaak van de breuk is en omdat het opnieuw vervaardigen van een restauratie een kostbare en tijdrovende aangelegenheid is, kan een directe reparatie van het gebroken porseleindeel een meer voor de hand liggende oplossing zijn.

De prognose voor een porseleinreparatie is afhankelijk van de oorzaak van de fractuur. Is de oorzaak gelegen in een 'ingebouwde fout' (bijv. een verkeerde occlusie of onjuiste soldeer-techniek), dan is de prognose ongunstig. Indien de oorzaak voor de porseleinfractuur gelegen is in een 'trauma', dan is de prognose voor de reparatie veel gunstiger.

2 Directe methode

Directe reparatie van afgebroken scherven porselein met behulp van composieten waarbij alleen mechanische retentie werd gebruikt, had in het verleden eigenlijk nauwelijks resul-

taat. Verkleuring trad als regel snel op aan de rand van de reparatie, hetgeen wijst op onvoldoende hechting. Een geringe belasting van het gerepareerde stuk was voldoende om het 'aangeplakte' composiet te laten afbreken. Dan zat er dus weinig anders op dan de oorspronkelijke restauratie opnieuw uit te voeren, indien esthetiek of functie dit noodzakelijk maakte.

In 1976 werd het materiaal Fusion op de markt gebracht. Men pretendeerde met dit middel een chemische verbinding te kunnen creëren tussen porselein en/of metaal en composiet. Dit leek een ware doorbraak voor de directe porseleinreparatie in de mond. Het groeiende aantal nieuwe materialen geeft echter reeds aan dat die echte doorbraak er nog steeds niet is. Vooral de laatste jaren zijn er vele porseleinreparatiesystemen op de markt verschenen. Een aantal van deze producten staat vermeld in de tabel. De procedure bij reparatie van gefractureerd porselein omvat de volgende stappen:

1. Opruwen van het oppervlak; dit kan mechanisch of chemisch plaatsvinden. Macromechanische retentie kan worden verkregen door met een diamanten boor het oppervlak van de restauratie op te ruwen. Micromechanische retentie wordt verkregen door etsen of zandstralen. Voor het etsen maakt men, afhankelijk van het te behandelen oppervlak, gebruik van fosforzuur of hydrofluoridezuur (fluorwaterstof, HF). Fosforzuur is eigenlijk minder geschikt voor het opruwen van porselein, maar wordt in sommige studies toch geadviseerd. Hydrofluoridezuur (HF) wordt in verschillende concentraties (2,5 tot 9%) geleverd en is ook een bestanddeel van aangezuurde fosfaatfluoridegels (APF-gel). Het fluorideapplicatiemiddel Medinos® is een APF-gel die voor dit doel kan worden gebruikt. Bij de hogere concentraties HF moet ieder contact met de slijmvliezen en aspiratie van dampen worden voorkomen, wat toepassing van rubberdam noodzakelijk maakt. HF heeft een etsend effect op glasdeeltjes in porselein. Afhankelijk van de concentratie van het HF-zuur varieert de optimale ets-tijd van twee tot tien minuten. Te lange etstijden (meer dan vijf min.) in combinatie met de hoge concentratie kunnen het porselein verzwakken. Zandstralen kan tegenwoordig ook

intra-oraal worden uitgevoerd met de Micro-Etcher (Danville Engineering). Het zandstralen gebeurt met 50 µmm aluminiumpoeder, gedurende tien seconden.

2. Chemische retentie kan, afhankelijk van het behandelde restauratiemateriaal, worden verkregen na applicatie van silaniseermiddelen, primers of bepaalde bondings. Silaniseren is alleen effectief indien het behandelde oppervlak voldoende oxyden bevat, zoals het geval is bij de glasdeeltjes in porselein, composiet of glasionomeercement. De metalen die in de mond worden toegepast, bevatten te weinig oxyden om een goede hechting mogelijk te maken. De primers die in de handel zijn om metalen voor te behandelen, zijn dan ook nauwelijks effectief. Het vertinnen van het metaal door zogenaamde tinplating kan hier uitkomst bieden, omdat er na deze behandeling voldoende oxyden voor een goede hechting voorhanden zijn.

3. In veel gevallen worden verschillende vormen van retentie gecombineerd, bijvoorbeeld:

- etsen met HF in combinatie met silaniseren bij porselein;
- zandstralen in combinatie met silaniseren bij porselein;
- macromechanische retentie door middel van prepareren gevolgd door zandstralen bij metalen.

De combinatie van zowel zandstralen als etsen met HF van porselein moet echter worden afgeraden, aangezien het gecombineerde effect minder is dan van iedere techniek afzonderlijk.

4. Alvorens het composiet kan worden aangebracht, dient er om esthetische redenen op geëxposeerd metaal meestal eerst een opaquer of 'masking agens' te worden aangebracht. Bij de keuze van het composiet moet men zich laten leiden door de functie van het element. Indien de reparatie in het direct zichtbare gebied ligt, zal er eerder voor een goed polijstbare composiet worden gekozen met kleine vulstofpartikels; bij reparatie van een knobbel of een kauwvlak zal men kiezen voor een materiaal met vooral een hoge slijtvastheid (hybride composiet).

5. De afwerking van het gerepareerde element vindt plaats volgens dezelfde procedure als van composietrestauraties.

Het artikel van Roeters in 'Het Tandheelkundig Jaar 1990' geeft uitgebreide informatie omtrent restauraties waarbij hechting aan andere materialen dan porselein of metaal verkregen dient te worden.

3 Indirecte methode

In gevallen waar grote stukken porselein zijn afgebroken, ligt het voor de hand de restauratie over te maken. Bij grote brugconstructies kan het echter aantrekkelijk zijn, als directe repa-

Tabel. Overzicht van een aantal commerciële restauratiesystemen.

Adhesief	Restauratie	Fabrikant
All-bond 2	Bis-Fil	Bisco
Cerinate Prime	Ultra-Bond	Den-Mat
Clearfill Porc. B.	Clearfil Photo-Ant.	Kuraray
Etch-free	Bis-Fil	Parkell
Monobond-S	Heliomolar Radiop.	Vivadent
Porcelite	Herculite XHV	Kerr
Scotchprime	Silu-plus	3M
Silistor	Multifil VS	Kulzer
GC Metalprimer	-	GC

ratie op problemen stuit, niet de gehele brug opnieuw te vervaardigen, maar slechts een gedeelte. In een aantal situaties is het mogelijk in het ponticgedeelte van bruggen 'kroonpreparaties' te maken om stukken verloren gegaan porselein met behulp van nieuw opgebakken porseleinkronen te herstellen. De retentie van het gerepareerde deel is dan niet alleen afhankelijk van chemische hechting, maar wordt mede bepaald door de mechanische preparatievorm. Ook indien met de directe methode eventueel geen bevredigend esthetisch resultaat bereikt kan worden, kan men overwegen om via de indirecte methode een nieuw porseleinen venster aan te brengen (adhesief bevestigen van een porseleinen schildje).

4 Onderzoek

Onderzoek naar de effectiviteit van porseleinreparatie ligt voornamelijk op het terrein van het laboratoriumonderzoek. De uitkomsten van laboratoriumproeven wekken hoge verwachtingen: de hechtingswaarden komen vaak uit boven de maximaal haalbare hechting van composiet aan glazuur. Deze vallen echter in de klinische situatie na enige tijd tegen. Niettemin moet reparatie van gefractureerd porselein altijd overwogen worden, voordat men besluit om de restauratie te vernieuwen. De inspanning voor reparatie is meestal slechts gering en weegt, ondanks de kans op mislukken, altijd op tegen het onmiddellijk vernieuwen van de kroon of de brug.

N.H.J. Creugers, tandarts
P.A. Snoek, tandarts