

Keramische inlays en onlays

A.W.J. van Pelt, tandarts¹

H.J. de Kloet, tandarts²

P. van der Kuy, tandarts³

Uit 'de afdeling Mondziekten/kaakchirurgie en Chirurgische Prothetiek van het Martiniziekenhuis te Groningen en een algemene praktijk te Veendam, 'de vakgroep Cariologie en Endodontologie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA) en een algemene praktijk te Arnhem, en 'de vakgroep Orale Functieleer van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Restauratieve tandheelkunde - Keramiek - Inlays

Datum van acceptatie: 18 juni 1996.

Adres: Dr. A.W.J. van Pelt, van Deyssellaan 82, 9721 WX Groningen.

Samenvatting. Het restaureren van grote defecten met de directe composiettechniek kan post-operatieve pijn veroorzaken, onder meer door optredende krimpspanning. Vervaardiging van de restauratie buiten de mond kan dit probleem wellicht ondervangen. Keramische restauraties zijn aantrekkelijk vanwege de biocompatibiliteit en de fraaie esthetiek. Er zijn uiteenlopende technieken om deze restauraties te vervaardigen. Men kan ze bakken, persen, gieten en frezen. In dit artikel zullen van de verschillende systemen de materiaalkundige verschillen met hun voor- en nadelen worden besproken.

PELT AWJ VAN, KLOET HJ DE, KUY P VAN DER. Keramische inlays en onlays. Ned Tijdschr Tandheelkd 1996; 103: 472-6.

1 Inleiding

Keramiek werd voor het eerst in 1902 toegepast als restauratiemateriaal in de zijdelingse delen.¹ Breuk bleek echter een onoverkomelijk probleem te zijn. Sinds de ontwikkeling van geëts/gesilaniseerd en adhesief gecementeerd porselein is de belangstelling voor deze restauratie weer toegenomen.² Dit werd mede veroorzaakt door de vraag naar biocompatibele restauraties als alternatief voor het in opspraak geraakte amalgaam.

Keramiek (= porselein) is samengesteld uit metaaloxiden, waarbij siliciumoxyde, aluminiumoxyde, kaliumoxyde en natriumoxyde de hoofdbestanddelen vormen. Daarnaast bevat keramiek nog een grote verscheidenheid aan andere metalen. Porselein kent vele toepassingsvormen, zodat het onmogelijk is om de keramische restauratie materiaalkundig onder één noemer te vangen. In het kader van dit themanummer zal uitsluitend worden ingegaan op de geëtsste en adhesief bevestigde porseleinen restauratie.

'Adhesief porselein' kan op de volgende wijzen worden vervaardigd:

- gebakken porselein
- gegoten keramiek met een laagje porselein erop gebakken
- geperst porselein
- industrieel geperst porselein in blokjes, waaruit een restauratie wordt gefreesd.

Bij het zoeken naar alternatieve restauratiematerialen zal niet alleen de biocompatibiliteit van belang zijn, maar ook de te verwachten levensduur. Materiaaleigenschappen, vervaardigingsprocedures, preparatie en pasvorm, alsmede bio-adhesieve procedures om de restauratie te cementeren, bepalen in belangrijke mate het duurzame karakter van geëts porseleinen restauraties.

2 Keramiek als alternatief voor amalgaam

Materiaalkundig gezien behoort keramiek, met glasionomeer-cement, tot de meest weefselvriendelijke restauratiematerialen. Er wordt verondersteld, dat onder normale (fysiologische) omstandigheden, keramiek superieur is aan amalgaam waar het de chemische duurzaamheid betreft.³ Elk restauratiemateriaal wordt in de mond blootgesteld aan chemische invloeden, welke corrosie kunnen veroorzaken. Daarnaast komen bestanddelen vrij als gevolg van slijtage. Als deze frag-

mentjes keramiek worden ingeslikt, lossen ze in de maag op, waarna absorptie kan plaatsvinden via de darmwand. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat toxische materialen als aluminium, arsenicum, lithium, zirconium en titanium een schadelijk effect zullen hebben vanwege de uitzonderlijk lage dosis. Andere bestanddelen (natrium, kalium, zink, cesium en calcium) zijn van zichzelf niet toxisch.

Toch kan keramiek, net als amalgaam, schadelijk zijn voor de gezondheid voor degenen die het materiaal bewerken. Tandarts en tandtechnicus lopen daarom meer risico's dan degenen voor wie de restauraties vervaardigd worden. In het tandtechnisch laboratorium loopt men het grootste risico te worden blootgesteld aan silicium-bevattende deeltjes. Het zijn vooral de anorganische stofdeeltjes die silicose kunnen veroorzaken. Inbedmassa, zandstralers, slijp- en polijstapparaat, porselein, gevulde kunststoffen en polijstmiddelen zijn daarbij de voornaamste bronnen. Over de omvang van dit mogelijke gezondheidsprobleem is echter weinig bekend.⁴

3 Materiaaleigenschappen

Porselein is vanwege de geringe buigsterkte een relatief kwetsbaar materiaal (tab. I).⁵ Bij belasting van de restauratie buigt het materiaal licht door en aan de binnenzijde van de restauratie kan een microscheur ontstaan, die in de loop der tijd dieper doordringt in het materiaal. Daardoor treedt uiteindelijk breuk op. Verscheidene factoren bepalen de gevoeligheid voor het optreden van breuk. Het fabricageproces, de functionele belasting en de preparatievorm zijn hiervan de belangrijkste, omdat de kritische breuksterkte laag is. Het materiaal kan een vervorming groter dan 0,1 % niet weerstaan.

Er bestaan verschillende methoden om keramiek te versterken, zoals het bakken op metalen substructuren (de porseleinmetaalkroon) of het bakken op een kap van aluminiumoxyde die met glas is geïnfilteerd (Inceram). Geen van beide worden gerekend tot adhesief porselein, omdat deze restauraties zonder extra hulpmiddelen niet adhesief worden bevestigd. Door adhesieve bevestiging aan een rigide onderlaag neemt de kritische breuksterkte aanzienlijk toe. Het is echter niet bekend of de sterkte van adhesief bevestigd porselein vergelijkbaar is met die van opgebakken porselein.

Bij 'adhesief porselein' worden de kristallijne deeltjes zo homogeen mogelijk in de glasmatrix verdeeld ('dispersion

strengthening⁷), waardoor de groei van haarscheurtjes beter onder controle gehouden kan worden.⁶ Hiervoor worden zirkonium dioxide en leuciet gebruikt. Gebruik van leuciet heeft als bijkomend voordeel dat de kristallisatie gecontroleerd plaatsvindt. Voorbeelden van op deze wijze versterkte porseleinen zijn Optec HSP, Fortress en IPS Empress. Een andere mogelijkheid om de materiaaleigenschappen te verbeteren is om het porselein industrieel te vervaardigen. Uit deze blokjes kunnen vervolgens restauraties worden gefreesd.

3.1 Gebakken restauraties

Gebakken restauraties worden rechtstreeks gebakken op inbedmassa. Daarbij kunnen porositeiten ontstaan. De sterkte aan de randen is daardoor beperkt; oclusie en articulatie mogen onder geen beding de randen belasten. De preparatie zal derhalve vaak uitgebreider zijn dan voor een gegoten metalen inlay. Gebakken inlays geven een optimaal esthetisch resultaat. Kleur wordt opgebouwd vanuit de diepte, en fissuren en ontkalkingen kunnen oppervlakkig worden ingekleurd (afb. 1). Het vervaardigen is een ingewikkelde en tijdrovende procedure, maar vraagt voor de tandtechnicus geen bijzondere investeringen. Bekende merken zijn: Optec HSP, Mirage, Flexoceram, Duceram en Fortress.

3.2 Gegoten restauraties

Gegoten restauraties worden vervaardigd volgens de 'verloren was'-methode (Dicor), waarna de in glas gegoten restauratie wordt gekeramiseerd.⁷ Ten behoeve van de esthetiek moet een laagje porselein op de restauratie worden gebakken. Bij oclusale aanpassing moet de opgebrachte kleur weer worden weggeslepen. Deze restauratie is wellicht iets sterker dan de gebakken porseleinen restauratie, maar ook hier moeten knobbels vaak worden overkapt. Voor het vervaardigen in het tandtechnisch laboratorium is speciale en dure apparatuur nodig.

3.3 Geperst porselein

Ook bij geperst porselein wordt de restauratie eerst gemodelleerd in was. Na het gieten wordt het nog vloeibare keramiek onder lage druk (1,6 MPa) geperst tijdens de afkoeling (= kristallisatiefase). Krimp die tijdens afkoeling optreedt, wordt

Tabel 1. Druk- en buigsterktewaarden van diverse adhesief bevestigbare porseleinen.⁸

Merknaam	Druksterkte (MPa)	Buigsterkte (MPa)
Mirage	650	70
Optec HSP	925-975	105-170
Hi-Ceram	800	140-180
Dicor	820	115-150
Fortress	900	180
IPS-Empress	925	220
Vitablok Mk II	757	200-280
Inceram	>1000	420-520
Glazuur	384	10
Dentine	297	

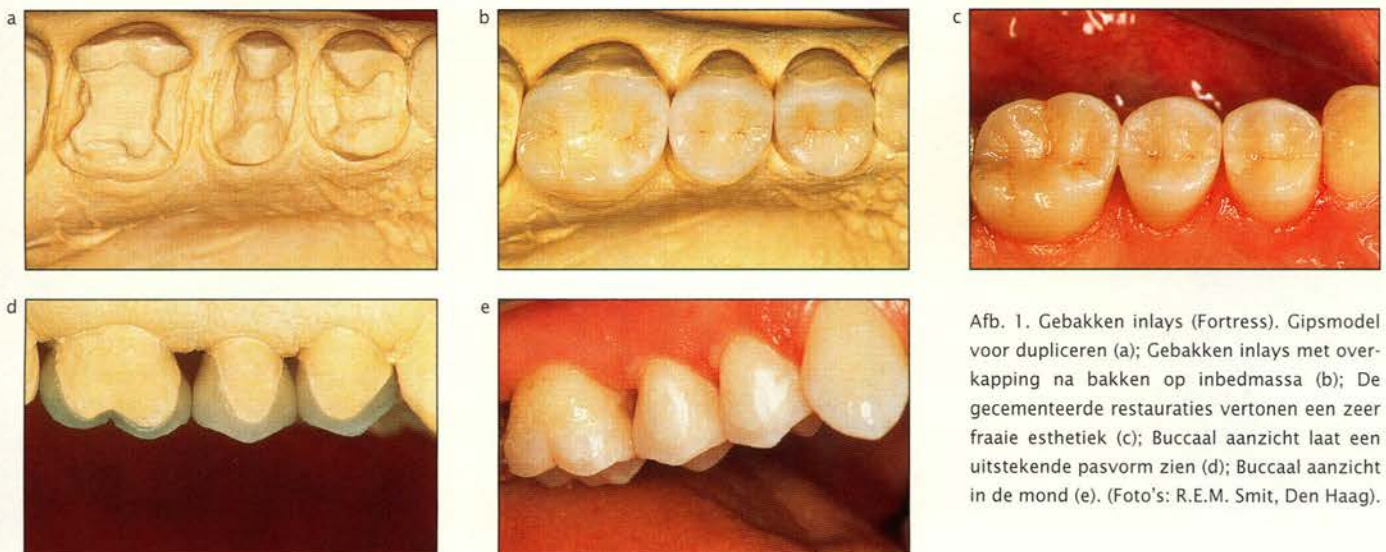
hierdoor gecompenseerd. Persen zorgt voor een sterker en homogener materiaal dan bakken op inbedmassa, omdat het nauwelijks poreus is (IPS-Empress).⁸ Door toevoeging van leuciet krijgt het materiaal een zekere voorspanning, waardoor doorbuiging niet direct leidt tot *crack propagation*. Voor het 'persgieten' is een speciale oven nodig. Geperst porselein is, door het persen in één kleur, aanzienlijk minder fraai dan opgebakken porselein. Esthetisch zeer fraaie resultaten zijn alleen mogelijk als er een opake (dentine) kern wordt geperst waarop vervolgens translucient (glazuur) porselein wordt gebakken (afb. 2).

3.4 Gefreesd porselein

Gefreesde keramische restauraties worden uit industrieel vervaardigde blokjes keramiek vervaardigd. Er zijn twee verschillende systemen:

a) De CAD/CAM-techniek (CEREC). Via een optische afdruk wordt de vorm van de preparatie vastgelegd, waarna een computerprogramma de freesmachine aanstuurt.⁹

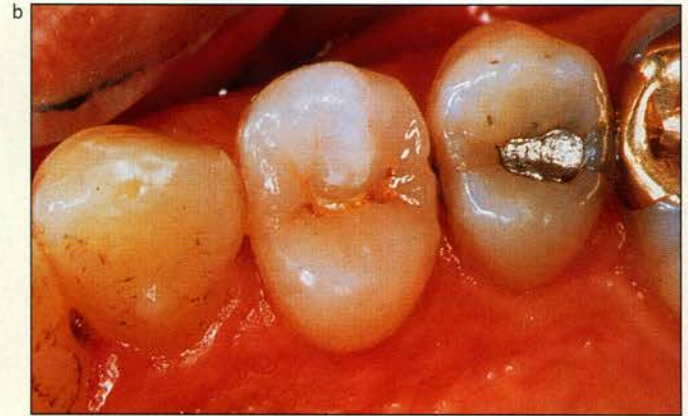
Er zijn inmiddels twee generaties. De eerste generatie (CEREC I) is op een aantal punten verbeterd. Zo kan met de CEREC II nu ook het oclusale vlak worden gefreesd. De turbomotor die de freesmachine aandrijft is vervangen door een elektromotor en de software is verder ontwikkeld. Deze veranderingen hebben geleid tot gladdere randen en een bete-



Afb. 1. Gebakken inlays (Fortress). Gipsmodel voor dupliceren (a); Gebakken inlays met overkapping na bakken op inbedmassa (b); De gecementeerde restauraties vertonen een zeer fraaie esthetiek (c); Buccaal aanzicht laat een uitstekende pasvorm zien (d); Buccaal aanzicht in de mond (e). (Foto's: R.E.M. Smit, Den Haag).



Afb. 2. Geperst keramiek (IPS-Empress). Buccaal aanzicht van een mod met vervanging van de buccale knobbel (a); De overgang van restauratie naar tandweefsel is nauwelijks waarneembaar (b).



re pasvorm. Deze CAD/CAM-techniek heeft een duidelijke beperking, de preparatievorm(en). Om een goede optische 'afdruk' te vervaardigen zijn scherpe interne lijnhoeken vereist. Dit kan leiden tot een weinig weefselsparende preparatie. De esthetiek is minder fraai dan van gebakken en geperst keramiek (afb. 3).

b) Kopieerfrozen (CELAY, Ceramic II). Met composiet wordt een zogeheten 'pro-inlay' vervaardigd, die als gids dient voor een te frezen kopie van het origineel. Deze 'pro-inlay' kan zowel direct in de mond, als indirect op een model worden gemodelleerd (afb. 4).¹⁰ Dit heeft geen gevolgen voor de uiteindelijke pasvorm, die van CELAY nauwkeuriger is dan van een CAD-CAM-inlay, en vergelijkbaar is met die van de gebakken inlay.¹¹ Met het CELAY-systeem zijn er geen beperkingen wat betreft de preparatievorm.

4 Preparatie en bevestiging

De ideale preparatie wordt begrensd door glazuur, de outline heeft een chamfervorm en de interne lijnhoeken zijn afgerond. Ondersnijdingen worden opgevuld met een kunstharsgemodificeerd glasionomeercement, of een composietmateriaal. De boxbodem staat loodrecht op de asrichting van het element en ligt in het verlengde van de occlusale stop om schuifkrachten in het materiaal, door druk van de antagonerende knobbel, te voorkomen. Knobbels worden indien nodig overkapt als het gekozen restauratiemateriaal dit voorschrijft. In het laboratorium vindt etsing en silanisering van de restauratie plaats, zodat het geëtste oppervlak beschermd wordt tegen

verontreinigingen. Hechting van composiet aan porselein is op deze wijze optimaal. Voor een starre ondergrond is een goede hechting nodig aan glazuur en dentine in combinatie met speciale composietcementen. De 'all etch/wet bonding'-techniek verdient de voorkeur.¹² Een bodem of onderlaag van glasionomeercement wordt om deze reden niet meer gepropageerd.

5 Onderzoekresultaten

5.1 Pasvorm

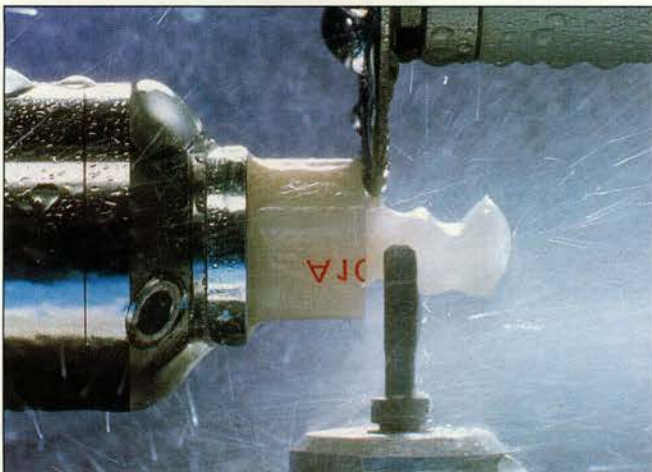
In vergelijking met de gegoten gouden inlay blijken keramische inlays (vooral occlusaal) een minder goede pasvorm te hebben, waarbij de breedte van de randspleet blijkt te variëren van 30 tot 148 micron.¹³ De pasvorm van de geperste inlay (IPS-Empress) is significant beter dan van de gegoten (Dicor), maar ook van een aantal gebakken varianten (Mirage en Duceram).¹⁴ CAD/CAM-inlays blijken de minst goede rand-aansluiting te hebben.^{11 14 15}

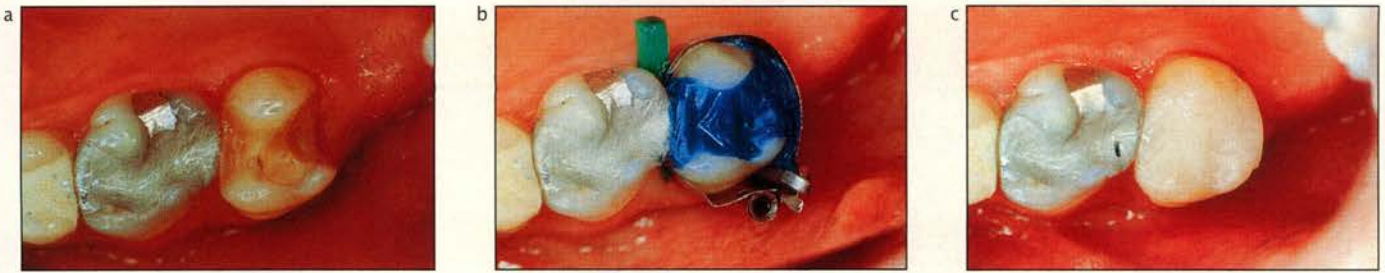
Hoewel de restauraties adhesief worden bevestigd met composiet, waardoor de randspleet uiteindelijk geheel wordt opgevuld met composiet, kan door slijtage van composietcement de aanvankelijk fraaie randaansluiting binnen zes maanden zichtbaar verslechteren.¹⁵ De composiet zorgt voor de noodzakelijke ondersteuning van het relatief brose porselein. Slijtage van het cement zal dan ook leiden tot verzwakking van de randen waardoor de kans op breuk toeneemt.

5.2 Duurzaamheid

De inlaytechniek stelt, net als andere adhesieve tandheelkundige procedures, hoge eisen aan de technische vaardigheden van de tandarts, waardoor de levensduur van de restauratie nogal kan variëren.¹⁶ Uit een enquête, gehouden onder 800 Zweedse tandartsen, bleken er 132 met keramische inlays te werken. Met Optec, Empress en Dicor had men de meeste ervaring. Van de ondervraagden plaatste 44% gemiddeld 1-5 inlays per maand, de rest meer. Van alle restauraties was 5% gefractureerd en was 3% verloren gegaan. Men had de indruk dat, door de jaren heen, het aantal fracturen minder werd nadat glasionomeeronderlagen plaats hadden gemaakt voor de 'all etch'-techniek. Ook veranderingen in preparatievormen zouden volgens sommige respondenten tot minder fracturen hebben geleid. Er bleken echter grote individuele verschillen te zijn. Een gedegen inzicht in de adhesieve bevestigingswijze van keramiek aan dentine lijkt cruciaal. Uit een onderzoek met diverse CAD/CAM-inlays bleken alle restau-

Afb. 3. Cerec-II (CAD/CAM freestechniek).





Afb. 4. CELAY kopieerfreestechiek. Preparatie (a); Direct in de mond vervaardigde pro-inlay (b); Gecementeerde restauratie (c).

raties na drie jaar acceptabel te scoren.¹⁵ De meeste veranderingen treden binnen zes maanden op en blijken zich te stabiliseren.

5.3 Slijtvastheid van cementeercomposiet

Er is nog weinig bekend over de slijtvastheid van cementeercomposieten. Uit laboratoriumonderzoek blijkt dat er een lineair verband is tussen de breedte van de randspleet en de slijtage.¹⁷ Hoe breder de spleet, des te sneller treedt slijtage op. Het gevolg is dat de randen onvoldoende worden ondersteund en er breuklijntjes ontstaan langs de randen.^{15,17} De grootte en de vorm van de vulstof (tab. II) bepalen mede het verloop van het slijtageproces. In het verleden werd verondersteld dat slecht passende inlays het best bevestigd konden worden met composieten met grote vulstofdeeltjes. Deze hybride composieten met grote angulaire vulstofpartikels blijken daarentegen meer en sneller te slijten dan microfijne composieten met bolvormige sferische vuldeeltjes.^{17,18}

5.4 Slijtage van inlays en antagonisten

Krejci heeft de slijtage van gegoten, gebakken en geperste inlays met elkaar vergeleken.¹⁸ De restauraties werden blootgesteld aan omstandigheden die een klinische veroudering van vijf jaar moesten simuleren. Uit dit experiment bleek dat gebakken en gegoten inlays een vergelijkbaar slijtagegedrag vertoonden. Geperste inlays daarentegen sletten significant minder. Het polijsten van de geperste inlay, (in plaats van glazuren), resulteerde in extra slijtvastheid. De slijtage van geperst porselein is vergelijkbaar met die van glazuur. Als de slijtage van de antagonist wordt verdisconteerd, blijkt dat de geperste inlay wederom de beste resultaten gaf. Inlays gefreesd

uit Vita Mk II blokjes vertonen een vergelijkbaar fysiologische slijtagegedrag, hetgeen wil zeggen dat de slijtage van de antagonist fysiologisch is.¹⁸

5.5 Postoperatieve gevoeligheid

Uit verscheidene klinische studies blijkt dat er na plaatsen van tandkleurige inlays soms sprake is van een verhoogde gevoeligheid, die na enige weken blijkt te verdwijnen. In het onderzoek van Milleding werd dit zelfs als de meest voorkomende complicatie genoemd;¹⁶ 15% van de patiënten bleek last te hebben van postoperatieve gevoeligheid. De ondervraagden noemden als mogelijke oorzaken de voorbehandeling van de caviteit voor het cementeren (reinigen met aceton), de wijze van cementeren ('light cure'- versus 'dual cure'-cement), bacteriële invasie via microlekkage en als gevolg daarvan pulpitis.

Microlekkage wordt bijna uitsluitend approximaal gevonden, wanneer de restauratie cervicaal niet aan glazuur hecht. Reductie van postoperatieve pijn lijkt mogelijk door gebruik van moderne adhesieven.¹⁶ Het gebruik van 'dual-cure'-cementen geeft betere resultaten dan lichthardende cementen, als gevolg van een tragere polymerisatiereactie, waardoor relaxatie kan optreden tijdens de uithardingsreactie.¹⁹

6 Indicatiestelling

Keramische restauraties lijken bij uitstek geschikt wanneer een directe composietrestauratie zal leiden tot teveel krimpspanning, waardoor de composietrestauratie kan losraken van de caviteitswand ('debonding'). De wens van de patiënt ten aanzien van esthetiek is een belangrijk aspect bij de indicatiestelling. Voor vitale premolaren, waarop slechts een porselein-

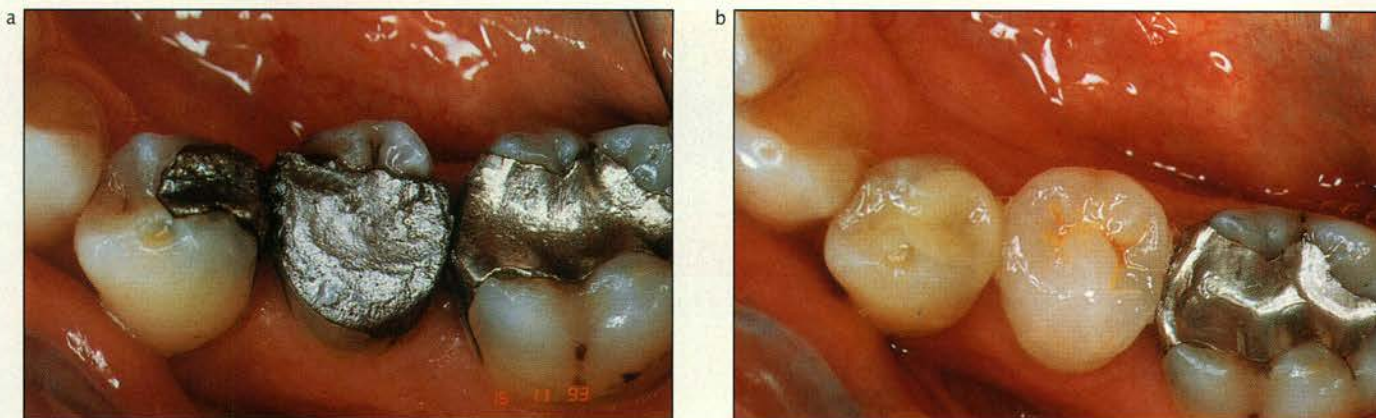
metaalkroon vervaardigd kan worden na een endodontische behandeling met een (stift)opbouw, is de geëtste keramische restauratie een weefselsparend alternatief (afb. 5). De restauratie is contra geïndiceerd bij patiënten met para-functies, omdat het per definitie riskant is om dure tandheelkundige voorzieningen te maken in gebieden met verhoogde stress. Het articulatiepatroon moet in iedere situatie goed geanalyseerd en zonodig gemodificeerd worden. Wanneer er sprake is van een groepsgeleiding lijkt het veiliger deze eerst te veranderen in een hoektandgeleiding. Composietinlays zijn wellicht een veiliger, maar iets minder fraai alternatief.¹⁵

Nadeel van de keramische restauratie is dat er, afhankelijk van het type materiaal, soms meer weefsel opgeofferd zal moeten worden dan bij de directe composiettechniek.

Tabel II. Indeling van composietcementen waarmee porselein kan worden gecementerd.

Merknaam	Fabrikant	Vuldeeltjes vorm/grootte	Radiopaciteit	Type vulstof
Porcelite DC	Kerr	angulair 3 µm	1.58	Bariumglas
Optec DC	Jeneric	angulair 35-58 µm	1.03	Barium-borosilicaatglas
Dicor MGC	de Trey	angulair 11-20 µm	2.19	Barium Aluminium borosilicaatglas
Duo Cement	Coltène	angulair 5-10 µm	2.13	Barium Aluminium borosilicaatglas
Dual Cement	Vivadent	sferisch 5-10 µm	1.96	Ytterbiumtrifluoride Collidaal silica
Variolink	Vivadent	sferisch 0.05-1.2 µm	4.66	Ytterbiumtrifluoride Bariumborosilicaatglas
Sonocem	ESPE	angulair	2.16	Ytterbiumtrifluoride

RO= relatieve radiopaciteit (in % Aluminium) t.o.v. dentine.



Afb. 5. Grote amalgamrestauratie op vitale 45 (a); Keramische restauratie in plaats van kroon na endo (b).

7 Slotbeschouwing

Voor het vervangen van redelijk grote intracronaire amalgamrestauraties lijken de kopieerfreestechiek en de pers-techniek goede perspectieven te bieden. Er is echter geen onderzoek gedaan of deze technieken beter zijn dan de overige, en of dat bij de gebakken restauratie meer tandweefsel moet worden verwijderd ten behoeve van de sterkte. De pasvorm lijkt wel een belangrijke factor bij de afweging welke techniek te kiezen, in verband met de hieraan gerelateerde slijtage van het composietcement. Slijtage van composietcement is echter bij knobbeloverkapping in veel mindere mate een probleem. Een goede pasvorm lijkt ook belangrijk in verband met de voorwaarde van een zo star mogelijke substructuur. Of een goede pasvorm krimpspanning voorkomt, kan niet worden gesteld.

Voor het vervangen van grote extracronaire amalgamrestauraties komen meer systemen in aanmerking, vooral in het premolaargebied in de bovenkaak. De materiaaleigenschappen (in het bijzonder een hoge buig- en druksterkte) zijn in deze situatie waarschijnlijk het belangrijkste voor een duurzaam resultaat. Om een eerlijke vergelijking met de gegoten metalen inlay te kunnen maken zal gewacht moeten worden op klinisch onderzoek, waarbij 'all etch/wet bonding'-bevestigingssyste- men in combinatie met microfijne composietcementen, langdurig zijn onderzocht.

Literatuur

- 1 Albers HF. Posterior ceramics. Part I. Santa Rosa: Adept Institute, 1995. ADEPT report vol. 5; 1: 1-16.
- 2 Horn HR. A new lamination: porcelain bonded to enamel. N Y State Dent J 1983; 49: 401-3.

- 3 Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics. Adv Dent Res 1992; 6: 82-9.
- 4 Mackert JR. Side-effects of dental ceramics. Adv Dent Res 1992; 6: 90-3.
- 5 Hondrum SO. A review of the strength properties of dental ceramics. J Prosthet Dent 1992; 67: 859-65.
- 6 Calamia JR. High strength porcelain bonded restorations: anterior and posterior. Quintessence Int 1989; 20: 717-26.
- 7 Roulet JF en Herder S. Bonded ceramic inlays. London: Quintessence Publishing Books, 1993.
- 8 Dong JK, Lüthy H, Wohlwend A, Schärer P. Heat-pressed ceramics: Technology and strength. Int J Prosthodont 1992; 5: 9-16.
- 9 Mörmann WH. Innovationen bei ästhetischen Restaurationen im Seitenzahngbiet (Keramik) computergestützte Systeme. Dtsch Zahnärztl Z 1988; 43: 900-3.
- 10 Siervo S, Bandettini B, Siervo P, Falleni A, Siervo R. The Celay system: a comparison of the fit of direct and indirect fabrication techniques. Int J Prosthodont 1994; 7: 434-9.
- 11 Siervo S, Pampalone, Siervo P, Siervo A. Where's the gap? Machinable ceramic systems and conventional laboratory restorations at a glance. Quintessence Int 1994; 25: 773-9.
- 12 Pameyer JHN. Porseleinen onlays. Ned Tijdschr Tandheelkd 1994; 101: 428-33.
- 13 Molin M en Karlsson S. The fit of gold inlays and three ceramic inlay systems. Acta Odontol Scand 1993; 51: 201-6.
- 14 Noack MJ. Die Passgenauigkeit von Komposit-, Glaskeramik- und Keramikinlays. Dtsch Zahnärztl Z 1994; 49: 873-8.
- 15 Gladys S, Meerbeek B van, Inokoshi S, Willems G, Braem M, Lambrechts P, Herle G van. Clinical and semiquantitative marginal analysis of four tooth-colored inlays at 3 years. J Dent 1995; 23: 329-38.
- 16 Milleding P, Ortengren U, Karlsson S. Ceramic inlay systems: some clinical aspects. J Oral Rehabil 1995; 22: 571-80.
- 17 Kawai K, Isenberg BP, Leinfelder KF. Effect of gap dimension on composite resin cement wear. Quintessence Int 1994; 24: 53-8.
- 18 Krejci I, Lutz F, Reimer M, Heinzmann JL. Wear of ceramic inlays, their enamel antagonists, and luting cements. J Prosthet Dent 1993; 69: 425-30.
- 19 Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. Oper Dent 1993; 18: 48-55.

Summary

CERAMIC DENTAL INLAYS AND ONLAYS; AN OVERVIEW

Key words: Dental restoration – Ceramics – Inlays

Large direct composite restorations can induce shrinkage related postoperative sensitivity. Indirect resin-bonded (tooth colored) restorations may perhaps prevent these complaints. Indirect bonded ceramics are especially attractive because of their biocompatibility and esthetic performance. Several procedures and techniques are currently available for the fabrication of ceramic restorations: firing, casting, heat-pressing and milling. In this article the different systems are described. Advantages, disadvantages and clinical performance of ceramic inlays are compared and discussed.