

tp



IMPLANTOLOGIE
**Fronttandvervanging
én directe belasting**
> 24



RESTAURATIEF
**Reductie van gummy
smile na Dahlen**
> 32



1 KRT
PUNT

tp KENNISTOETS
MAAK TP KENNISTOETS
**Tandheelkundige zorg
bij zwangerschap**
www.tandartspraktijk.nl/kennistoets

TANDARTSPRAKTIJK



Biomimetische tandheelkunde

een introductie

Een introductie in de biomimetische tandheelkunde

Misschien wel de belangrijkste ontwikkeling in de restauratieve tandheelkunde van de afgelopen 20 jaar is de overgang van mechanische naar adhesieve retentie. Deze heeft kunnen plaatsvinden door verbetering van de adhesieve technieken en de vorderingen op het gebied van wetenschappelijk onderzoek. Deze combinatie van wetenschap, principes en technieken vormen samen de 'biomimetische tandheelkunde': de kunst en wetenschap van het herstellen van de mechanische, structurele en esthetische integriteit van een element. Om een element zo goed mogelijk te restaureren moeten we de natuur nabootsen en derhalve begrijpen hoe een natuurlijk element functioneert.¹⁻³

door Maarten de Beer, Mart Ramaekers en Freek Gols Linthorst

Het intacte, natuurlijke element is de ideale referentie voor het herstel van carieuze en structureel gecompromitteerde elementen. Adhesieve tandheelkunde ligt hieraan ten grondslag. Het verkrijgen van een goede adhesieve restauratie is echter niet makkelijk: de hechting aan vitaal, hydrofiel dentine is veel moeilijker dan de hechting aan hydrofoob glazuur. Als in een natuurlijk element het glazuur en het dentine aan elkaar kunnen hechten, dan moet het doel van de restauratieve tandheelkunde zijn om deze hechting te imiteren om hiermee de structurele integriteit van een tand in zijn oorspronkelijke vorm te herstellen.

Dat is mogelijk omdat we met biomimetische technieken de hechting van tandheelkundige materialen aan dentine en glazuur kunnen optimaliseren en daarmee de mechanische en structurele integriteit van een natuurlijk element werkelijk kunnen nabootsen. Biomimetisch gerestaureerde elementen zorgen voor een volledige afsluiting en hechting van het glazuur en dentine. Hierdoor is het element beschermd tegen bacteriële invasie en, omdat het element weer als 'structurele eenheid' gezien kan worden, tegen de vorming en groei van cracks in het dentine onder normale omstandigheden. In niet-biomimetisch gerestaureerde elementen kunnen cracks zich al ontwikkelen als gevolg van vervorming en stressconcentratie tijdens normale gebitsfunctie (afbeelding 1-2). Biomimetisch gerestaureerde elementen zullen minder postoperatieve pijn vertonen en het element zal langer vitaal blijven.^{4,6}

Vier paradigma's

De biomimetische tandheelkunde is gebaseerd op deze vier paradigma's:

Maarten de Beer (Nijmegen 2015) is als tandarts werkzaam bij IJsselstate Tandartsen te Dieren en Tandartsenpraktijk Apeldoornseweg 59 te Arnhem. Naast zijn werkzaamheden houdt hij zich intensief bezig met adhesieve en restauratieve tandheelkunde. Momenteel volgt hij een opleiding in de biomimetische tandheelkunde. Evenals zijn mede-auteurs Mart Ramaekers en Freek Gols Linthorst behoort hij tot de oprichters van het podcast- en webinarplatform Karma (www.karmadentistry.nl).

Mart Ramaekers is in 2007 als tandarts afgestudeerd aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Hij is thans als ZZP-tandarts werkzaam. Eind 2020 opent hij met een collega een nieuwe tandartspraktijk nabij Maastricht. Hij heeft in 2018 in Los Angeles een opleiding biomimetische tandheelkunde gevolgd.

Freek Gols Linthorst studeerde in december 2016 als tandarts af aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Tijdens de opleiding dacht hij altijd MKA-chirurg te willen worden, tot hij in zijn laatste jaar de mogelijkheden en uitdagingen ontdekte binnen de esthetische en restauratieve tandheelkunde. Daarbij streeft hij door toepassing van de principes van de biomimetische tandheelkunde naar duurzaamheid van zijn restauraties. Hij is werkzaam bij Staas & Bergmans in Den Bosch en bij ACCT in Amsterdam.

- 1 Maximale hechtsterkte.
- 2 Duurzame marginale hechting van de restauratie aan het element.
- 3 Langer behoud van pulpavitaliteit.
- 4 Verminderde residuele, interne stress.

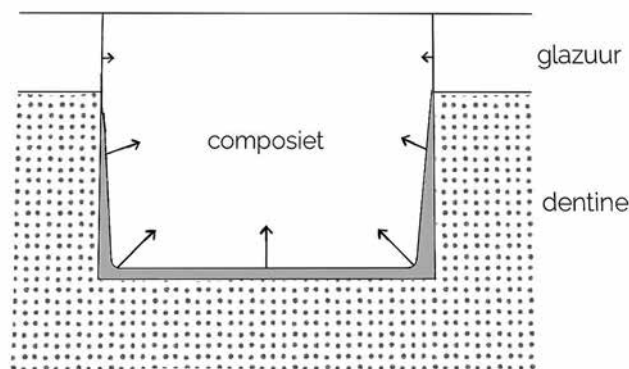
Over het algemeen wordt aangenomen dat de hechting aan glazuur sterker en beter is dan de hechting aan dentine. Uit onderzoek blijkt echter dat dit niet het geval is. Het is, zoals eerder beschreven, wel makkelijker om aan glazuur te hech-



Afb. 1 Twee MOD-amalgaamrestauraties. Op het eerste oog lijkt er niet veel aan de hand, maar de patiënt heeft pijnklachten.



Afb. 2 Na verwijdering van het amalgaam is in het dentine onder de niet-dragende (linguale) knobbel een duidelijke horizontale breuklijn zichtbaar.



Afb. 3 Door krimpspanning en een makkelijkere en snellere hechting aan glazuur wordt het composiet van het dentine tijdens polymerisatie losgetrokken.

ten. Deze hechting komt zeer snel tot stand en de hechtsterkte is in potentie ongeveer 30 MPa. De hechting aan dentine heeft tijd nodig en ligt in potentie tussen de 30-60 MPa. Met deze sterkte kunnen we de structurele integriteit van een natuurlijk element (die een hechtsterkte van de glazuurdentinegrens van 51.5 MPa heeft) imiteren.¹³⁻¹⁷ Hierdoor blijft de hechting intact bij normale functionele bewegingen²⁸⁻²¹ en is de kans op secundaire cariës, breuk en pulpaschade kleiner. Als gevolg hiervan zal een gebitselement langer vitaal blijven. Dit is wenselijk, want de breukweerstand van een vitaal element is drie keer zo hoog als die van een avitaal element.^{4,6}

Krimpspanning van composiet heeft een grote invloed in de restauratieve tandheelkunde. Op het moment dat de hechting tussen composiet en het tandmateriaal sterker is dan de krimpspanning kunnen de knobbels van een element naar elkaar toegetrokken worden, wat kan leiden tot (kleine) breuklijnen in een element. Op het moment dat de krimpspanning sterker is dan de hechting van het composiet aan het element, ontstaan randspleten en wordt het composiet als het ware daarvan losgetrokken (**afbeelding 3**). Als gevolg van krimpspanning kan een restauratie loskomen, kunnen cracks zich ontwikkelen of groter worden, kan er secundaire cariës ontstaan en kan pijn of gevoeligheid optreden. Het beperken van de krimpspanning en het optimaliseren van de maximale hechtsterkte wordt gezien als het ultieme doel bij elke restauratieve behandeling.^{23,24}

Biomimetische protocollen

Om aan de vier paradigma's te voldoen teneinde een element op biomimetische wijze te herstellen, moeten restauratieve protocollen gevolgd worden. Deze zijn onderverdeeld in het

verminderen van krimpspanning en het optimaliseren van de hechtsterkte (zie **tabel 1**, waarin ze omwille van de omvang van het artikel kort zijn aangestipt en niet in volledig detail besproken).

Naast deze protocollen zijn er principes gerelateerd aan de biomimetische tandheelkunde. Denk hierbij aan minimaal invasieve behandelingen, risico-analyse van het resterende tandweefsel en de polymerisatiedynamieken van composietmaterialen. Ook hierop zal nu niet dieper ingegaan worden.^{28,29,34,45}

Omdat biomimetisch behandelen over het algemeen meer tijd kost, wordt aangeraden om met rubberdam te werken opdat men niet bang hoeft te zijn voor contaminatie van het werkveld met speeksel of bloed.⁴⁶ Daarnaast kan het werken met vergroting erg nuttig zijn⁶ omdat daarmee cracks beter geconstateerd kunnen worden.

Optimalisatie van de hechtsterkte

Om de hechtsterkte te optimaliseren kunnen de protocollen uit tabel 1 worden toegepast. Allereerst is het belangrijk dat de buitenste begrenzing van het element (de perifere sealzone: een 1-3 mm brede zone bestaande uit glazuur, glazuur-cementgrens en oppervlakkig dentine) volledig cariësvrij is (**afbeelding 4**). Binnen deze zone moeten we rekening houden met de aanwezigheid van de pulpa. Het advies is om niet dieper dan 5 mm vanaf het occlusale vlak en 3 mm van de proximale wand te excaveren om (onnodige) pulpa-expositie te voorkomen.⁶

Na excaveren kan het glazuur gebeveld worden³⁷ om de glazuurprismata aan te snijden, waarna door zandstralen de

► **TABEL 1 - OVERZICHT VAN DE ONDERVERDELING IN STRESSREDUCERENDE PROTOCOLLEN EN DE PROTOCOLLEN OM DE HECHTSTERKTE TE OPTIMALISEREN.**

| Stressreducerende protocollen | Protocollen voor maximale hechtsterkte |
|--|--|
| 1 Indirecte of semi-directe restauraties | 1 Een cariësvrije perifere sealzone |
| 2 Ontkoppelen door tijd | 2 Zandstralen |
| 3 Dentine restaureren met kleine horizontale laagjes | 3 Bevel het glazuur |
| 4 Vezelversterking bij grote restauraties | 4 Deactiveren van MMP's |
| 5 Slow-start polymerisatie | 5 Gouden-standaardbondingsystemen |
| 6 Gebruik materialen met weinig krimp en een e-modulus tussen 12 en 20 GPa | 6 Immediate dentin sealing (IDS) |
| 7 Dual-cure composiet in de pulpakamer (enkel chemisch uitharden) | 7 'Resin coat' na IDS |
| 8 Verwijderen van cracks | 8 Deep margin elevation |
| 9 Dunne knobbels overkappen | |
| 10 Front- en hoektandgeleiding | |



Afb. 4 De perifere sealzone is volledig cariësvrij. Centraal moet rekening gehouden worden met de aanwezigheid van de pulpa.



Afb. 5 Na het verwijderen van de cariës is een immediate dentin sealing gedaan met SE Bond. Vervolgens is een dunne laag flowable en APX aangebracht. Eventuele bonding- en composietresten op het glazuur zijn verwijderd.

hechtsterkte aan intact en carieus dentine alsmede aan composiet verbeterd kan worden.^{8,15,36} In het dentine zijn matrix-metalloproteïnasen (MMP's) aanwezig. Dit zijn door zuren (o.a. van ets) geactiveerde enzymen die collageen kunnen afbreken. De aanwezigheid van deze MMP's zorgt voor het in de loop van de tijd afnemen van de hechting. Door gebruik te maken van een 2% chloorhexidine-oplossing kunnen de MMP's gedeactiveerd worden (gedurende 30 s inwrijven met een microbrush). Een alternatief is het gebruik van een bondingsysteem met het MDPB-monomeer (bijv. SE Protect, Kuraray).^{6,38} Onder andere door gebruik te maken van 'gouden-standaardbondingsystemen' kunnen de eerdergenoemde hechtsterktes (+/- 30 MPa voor glazuur en 30-60 MPa voor dentine) verkregen worden. Met gouden-standaardbondingsystemen worden de 3-staps (total etch) en 2-staps (mild zelfetsende) systemen bedoeld (Optibond FL, Kerr, respectievelijk SE Bond/SE Protect, Kuraray).^{15,39}

Bij indirecte restauraties wordt aangeraden gebruik te maken van een immediate dentin sealing. Hierbij wordt het versgeprepareerde dentine direct (vóór het nemen van de afdruk) afgedekt met een bondingsysteem. Deze techniek heeft meerdere voordelen, waaronder een verbetering van de hechtsterkte met 300-400%.¹³⁻¹⁴ Soms kan het echter zijn dat de bondinglaag te dun is (door vloeistofstroming in de dentinetubuli en de zuurstof-geïnhibeerde laag). Hierdoor zal de bondinglaag niet polymeriseren. Om dit te voorkomen kan additioneel nog een dunne laag flowable of composiet (+/- 0,5 mm) worden aangebracht. Dit noemt men een 'resin coating' (afbeelding 5). Belangrijk is dat deze materialen een e-modulus hebben van ongeveer 12 GPa (vergelijkbaar met

die van diep dentine).^{9,40-42} Als laatste stap kan gebruikgemaakt worden van een deep margin elevation waarbij een diepe, subgingivale outline met composiet verhoogd wordt naar een supragingivale positie. Vervolgens kan een indirecte of semi-directe restauratie op voorspelbare wijze gecementeerd worden (afbeelding 6).⁴³⁻⁴⁴

Stressreducerende protocollen

Naast een maximale hechtsterkte is het belangrijk om tijdens de restauratieve procedure de interne spanning in een element tot een minimum te beperken. Ook de stressreducerende protocollen zijn terug te vinden in tabel 1. Op het moment dat we hechten aan dentine ontstaat er een hybride laag (het met bonding geïnfiltreerde collageencomplex). Binnen de biomimetische tandheelkunde willen we de hybride laag zoveel mogelijk laten matureren voordat we het dentine met behulp van composiet koppelen aan glazuur. Zoals eerder beschreven is de hechting aan glazuur makkelijker. Bij te snelle koppeling van dentine aan glazuur door middel van composiet loop je het risico dat de hechting/polymerisatie richting het glazuur verloopt en het composiet van het diepe dentine wordt getrokken (afbeelding 3) – simpelweg doordat het verkrijgen van een vergelijkbare hechting aan dentine langer duurt. We hebben hier te maken met een hiërarchie in hechtbaarheid (glazuur hecht makkelijker dan dentine en intact dentine hecht makkelijker dan carieus dentine). Om deze hiërarchie te 'omzeilen' zal men enige tijd moeten wachten tot de hechting aan het dentine optimaal is. In de regel is 5 minuten na uitharding van de bonding ongeveer 95% van de maturatie en hechtsterkte bereikt en kan veilig aan de rest van het

element gehecht worden. Dit noemen we ‘ontkoppelen door tijd’ en is een nieuw en nog vrij onbekend concept.^{16,25-27} Bij een immediate dentin sealing voor een indirecte restauratie wordt in feite ook ‘ontkoppeld door tijd’. Er zit namelijk vaak twee weken tussen het hechten van de indirecte restauratie aan de eerste hechtlaag (immediate dentin sealing), doordat het werkstuk in het lab gemaakt wordt. Bij restauraties die buiten de mond gemaakt worden, zoals een indirecte of semi-directe restauratie, vindt de eventuele krimpspanning (afhankelijk van materiaalkeuze) niet in het element plaats. Hierdoor behoren deze restauraties tot de meest stressreducerende behandelmethoden.^{3,7,8,23,24}

Als er toch gekozen wordt voor een directe composietrestauratie is het belangrijk om het dentine in dunne horizontale lagen (1 mm of minder) op te bouwen.¹⁰⁻¹¹ Deze methode is direct een oplossing voor het probleem ‘C-factor’. De C-factor is de ratio tussen gebonden en vrije oppervlakken. Bij grote restauraties is het aan te bevelen om op de bodem en de opstaande wanden gebruik te maken van vezelversterking (Ribbond THM). Deze versterking zorgt voor een veranderend polymerisatiepatroon waardoor er minder stress komt op de maturerende hybride laag.^{20,30,31} Tijdens polymerisatie kan ook nog gebruikgemaakt worden van een slow-start of pulse polymerisatie.^{10-12,47,32} Het protocol hiervoor is afhankelijk van het gebruikte vulmateriaal en wordt om die reden hier niet

besproken. Naast de gebruikte techniek is dus ook het soort vulmateriaal erg belangrijk.

Om een element zo natuurlijk mogelijk te herstellen moeten materialen gebruikt worden die binnen de e-modulus van een natuurlijk element vallen. Als dentinevervanger wordt idealiter gebruikgemaakt van een materiaal met minder dan 3% krimp en een e-modulus van 12-20 GPa.^{1-3,8,32} Majesty Flow en AP-X van Kuraray zijn voorbeelden van goede ‘dentinevervangers’. Als endodontisch behandelde elementen gerestaureerd moeten worden, is het aan te raden om gebruik te maken van een dual-cure composiet. In de pulpakamer is meestal sprake van een hoge C-factor. Doordat een chemische uitharding langer duurt dan lichtpolymerisatie, heeft de hybride laag langer de tijd om te matureren. Deze dual-cure composiet dient dan ook enkel chemisch te worden uitgehard, en niet middels de polymerisatielamp.^{28,29,33}

Eventueel aanwezige cracks (afbeelding 7-9) kunnen het beste verwijderd worden (volgens hetzelfde protocol dat beschreven is voor de verwijdering van cariës). Idealiter wordt de perifere sealzone volledig vrijgemaakt van dentinecracks. Om (onnodige) pulpa-exponaties te voorkomen kan men centraal cracks verwijderen tot maximaal 5 mm vanaf het occlusale vlak en 3 mm vanaf de proximale wand. Als cracks resterend zijn, is de kans om tijdens functie groter te worden en eventueel klachten of problemen te veroorza-



Afb. 6 Secundaire cariës onder een volledige kroon. Na verwijdering van de kroon is een deep margin elevation gedaan waarbij de subgingivale outline met behulp van composiet is verhoogd naar een supragingivale positie. Vervolgens is een her-endo gedaan en een nieuwe kroon geplaatst.



Afb. 7 Een element met op het oog een redelijke composietrestauratie.



Afb. 8 Na verwijdering van het composiet zijn er in het element veel breuklijnen zichtbaar. Deze zullen verwijderd moeten worden volgens hetzelfde principe als cariës.



Afb. 9 In de perifere sealzone (de buitenste begrenzing) is het om een crack te verwijderen mogelijk dieper te prepareren omdat er geen rekening gehouden hoeft te worden met de aanwezigheid van de pulpa.



Afb. 10 Na verwijdering van de restauratie en de cariës zijn er horizontale dentinecracks zichtbaar.



Afb. 11 Het element na verwijdering van de cracks, immediate dentin sealing en resin coat. Het element is voorbereid voor een indirecte restauratie.

ken. Denk hierbij aan scheuren in een muur of een sterretje in een voorruit.^{4,5,6,34}

As na het verwijderen van cracks en cariës knobbels resteren die dunner zijn dan 2 mm, dan kunnen deze om breuk te voorkomen het beste overkapt worden (afbeelding 10-11).^{1-3,21,35} Als laatste stressreducerende techniek wordt aangeraden front- en hoektandgeleiding aan te brengen (indien deze niet aanwezig is) teneinde laterale krachten op de restauratie en het cervicale gedeelte van het element tot een minimum te beperken.³⁵

Conclusies

Het doel van de biomimetische tandheelkunde is om de levensduur van restauratieve tandheelkundige behandelingen en het element te verhogen en de cyclus van herbehandelingen aan een element te voorkomen.²²

De bij dit artikel behorende referenties kunnen worden opgevraagd via het mailadres <redactie-tp@planet.nl> en worden u in principe binnen 48 uur toegestuurd.

Advertentie



Nvve Nederlandse Vereniging voor Endodontologie

NVvE Najaarscongres
DE ENDO FINISH
 ZATERDAG 3 OKTOBER
 HOTEL OKURA AMSTERDAM

LUC VAN DER SLUIS: HOE KUNNEN WE HET WORTELKANAAL VEILIG EN EFFICIËNT IRRIGEREN? **SUNE DEMANT:** THE A TO Z OF WORKING LENGTH DETERMINATION: FROM SCIENTIFIC BACKGROUND TO CLINICAL APPLICATION **DIEUWERTJE DE GROOT-KUIN:** DE COMPACTE KANAALVULLING **JOHN HEIJDR:** REGENERATIVE ENDODONTIC THERAPY **MAURITS DE KUIJPER:** WANNEER IS DE FINISH BEREIKT?

MARCO GRESNIGT: DE KROON OP HET WERK?

MIS HET NIET EN SCHRIJF U OP TIJD IN VIA WWW.NVVE.COM

5,5 krt punten