



R.A. Koolhoven  
A.J.M. Plasschaert

# Caries profunda: huidige inzichten en behandelconcepten

## Samenvatting

Trefwoorden:

- Cariës
- Caries profunda
- Behandelconcept

Uit de sector Cariologie en Endodontologie van de afdeling Preventieve en Curatieve Tandheelkunde van het Universitair Medisch Centrum Sint Radboud in Nijmegen.

Voor het publiceren van afbeeldingen 1a en b is toestemming van uitgever Blackwell Publishing Ltd. verkregen.

Datum van acceptatie:  
28 augustus 2003.

Adres:  
R.A. Koolhoven  
UMC St Radboud  
Huispost 117  
Postbus 9101  
6500 HB Nijmegen  
r.koolhoven@dent.umcn.nl

De huidige inzichten in het cariësproces doen de vraag naar nieuwe, meer selectieve en minder invasieve excavatie- en preparatietechnieken en -methoden versterken. Het is tegenwoordig evident dat de biologische aspecten van het gebitsselement in de reactie op cariës dienen te worden gerespecteerd en benut. Ten gevolge van deze inzichten krijgt de algemeen practicus een scala van nieuwe methoden en technieken aangeboden waaruit een keuze dient te worden gemaakt. Aan deze keuze liggen tal van fundamentele overwegingen ten grondslag. Ook spelen argumenten van voor- en tegenstanders van bepaalde technieken en methoden een grote rol. Deze zijn echter niet altijd eenvoudig naar waarde te schatten.

Het doel van dit artikel is het geven van een overzicht van de huidige inzichten op het gebied van caries profunda en de verschillende behandelconcepten. Daarnaast pogen de auteurs van dit artikel de algemeen practicus een leidraad te geven bij zijn keuze tussen de verschillende methoden en technieken.

KOOLHOVEN RA, PLASSCHAERT AJM. Caries profunda: huidige inzichten en behandelconcepten. Ned Tijdschr Tandheelkd 2003; 110: 510-515.

## Inleiding

Ondanks het feit dat cariës te voorkomen is door een scala aan preventieve maatregelen vormt 'restaureren' het voornaamste deel van het werk van de huidige tandarts-algemeen practicus.

Cariës is het proces van aantasting van glazuur, dentine en pulpaweefsel. De laesie die ten gevolge van deze aantasting ontstaat, een carieuze laesie, wordt gekenmerkt door demineralisatie van het anorganische bestanddeel van het tandweefsel en desintegratie van het organische bestanddeel. De ontwikkeling van een laesie is een intermitterend proces van demineralisatie en remineralisatie, waarbij een belangrijke component de microbiële cariogene plaque is (Larsen en Bruun, 1994). Het metabolisme van deze plaque wordt beïnvloed door meerdere factoren waaronder voeding, mondhygiëne, speekselsamenstelling en aanwezigheid van fluoride. Het dynamische karakter van het cariësproces wordt door de balans tussen deze factoren bepaald. Wordt het cariësproces niet tijdig een halt toegeroepen – door preventieve dan wel restauratieve maatregelen – dan zal de laesie zich uitbreiden tot er sprake is van een 'diepe' carieuze laesie ofwel caries profunda.

Al in een vroeg stadium zijn reacties op het cariësproces waarneembaar in het pulpa-dentinecomplex. Of deze reacties al optreden bij de initiële (glazuur)laesie dan wel pas bij de dentinelaesie wordt in de literatuur nog betwist.

Het doel van dit artikel is het geven van een overzicht van de huidige inzichten op het gebied van caries profunda en de verschillende behandelconcepten.

## Caries profunda

Een carieuze laesie kent een aantal kenmerkende zones: 1. een zone van bacteriële invasie en destructie,

2. een gedemineraliseerde zone, 3. een sclerotische of transparante/translucente zone en 4. een reactieve zone (afb. 1). Op histologisch niveau zijn binnen deze zones een aantal reacties op het cariësproces waarneembaar. In zone 1 vindt destructie plaats van tandweefsel ten gevolge van de inwerking van zuur en proteolytische enzymen die door anaërobe micro-organismen zijn gevormd en zich in de microbiële biomassa ophouden. Axiaal van deze zone is er sprake van bacteriële invasie. De gedemineraliseerde zone (zone 2) is in principe niet geïnfecteerd, maar is onderhevig aan het voor de micro-organismen uit diffunderende zuur. Ten gevolge van de actieve, defensieve reactie van het pulpa-dentinecomplex vormt zich de transparante zone (zone 3). Demineralisatie heeft een toename van porositeit tot gevolg. Om nu toename van diffusie van zuur en enzymen tegen te gaan zetten de odontoblasten aan tot tubulaire sclerose. Intratubulaire vorming van hydroxylapatiet en witlockietkristallen ( $\beta$ -tricalciumfosfaat) vermindert sterk de doorgankelijkheid van de dentinetubuli. De reactieve zone (zone 4) dankt zijn naam aan de afzetting van reactionair of reparatief tertiair dentine aan de pulpale zijde van het pulpa-dentinecomplex. Dit dentine is minder gemineraliseerd en bestaat uit onregelmatig gevormde tubuli. Deze lokale afzetting van dentine gaat vaak gepaard met een reductie van het aantal odontoblasten (Langeland, 1987; Bjørndal en Mjör, 2001). Vindt demineralisatie plaats op een afstand van 0,5 tot 1 millimeter tot aan de pulpa, dan zijn ontstekingsreacties waarneembaar in de subodontoblastenlaag (zone van Weil). Deze veelal chronische ontstekingsreacties met de aanwezigheid van lymfocyten, macrofagen en plasmacellen zijn waarschijnlijk het gevolg van de aanwezigheid van bacteriële producten.

Met caries profunda wordt in het algemeen een 'diepe' carieuze laesie of caviteit tot in het dentine aangeduid. Daar deze 'diepte' zich moeilijk laat bepalen, geven

de auteurs van dit artikel aan een 'diepe' carieuze laesie in de huidige context de volgende betekenis: een carieuze laesie waarbij, op grond van klinische waarneming en eventuele aanvullende röntgenologische informatie, na volledige verwijdering van het carieuze dentine een expositie van de pulpa mogelijk wordt geacht.

### Acute of chronische caries profunda

Afhankelijk van de progressiesnelheid zijn twee soorten caries profunda te onderscheiden. Namelijk acute cariës (een actieve, progressieve laesie) waarbij demineralisatie de overhand heeft en chronische cariës (een 'slowly progressing' of 'arrested lesion') waar de balans tussen demineralisatie en remineralisatie min of meer in evenwicht is.

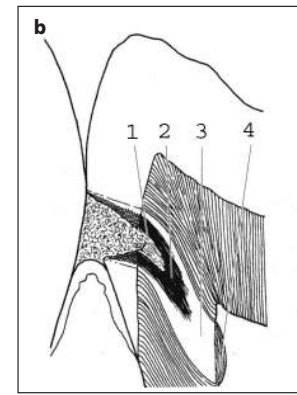
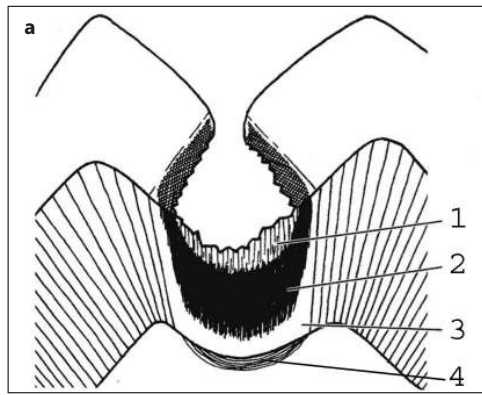
Acute cariës is klinisch waarneembaar als zacht, sterk gedemineraliseerd dentine, het is geel of licht tot donkerbruin verkleurd (afb. 2a). Deze verkleuring is het gevolg van de biochemische veranderingen in het collageen en exogene verkleuring. Het pulpa-dentine-complex is niet in staat de sclerose op gang te brengen. Er vormen zich zogenaamde 'dead tracts', waar de odontoblast is afgestorven vóórdat tubulaire sclerose heeft plaatsgevonden. Er ontstaan 'lege' tubuli. Als bacteriële producten het pulpaweefsel bereiken, reageert dat met een complexe ontstekingsreactie die kan leiden tot irreversibele pulpapathologie, al dan niet gepaard met pijnsensaties of gevoeligheid. In de pulpa wordt fibrodentine gevormd, een atubulair dentine met ingesloten cellen. Uiteindelijk zal het pulpaweefsel geïnfecteerd en permanent beschadigd raken.

Chronische cariës heeft een meer gevarieerd voorkomen, het aangetaste dentine is echter vaak hard en donker gekleurd (afb. 2b). De tubulaire sclerotisering vindt gestaag plaats. De demineralisatie is niet agressief. Veelal vindt uitbreiding van de laesie plaats zonder klinische symptomen.

Caries profunda kent verschijningsvormen in iedere mate van 'activiteit' tussen de meest acute en meest chronische vorm.

### Behandelconcepten

De in de loop der jaren ontwikkelde behandelmethoden zijn op basis van hun filosofie terug te brengen tot twee concepten: 1. verwijdering van al het necrotische, geïnfecteerde en gedemineraliseerde tandweefsel, ongeacht het eventueel veroorzaken van een pulpaexpositie, en 2. het achterlaten van een geringe hoeveelheid carieus dentine teneinde een pulpaexpositie te voorkomen. Al sinds het einde van de negentiende eeuw vindt discussie plaats tussen voor- en tegenstanders van beide concepten. Ondanks of dankzij het in de laatste jaren verrichte onderzoek kennen beide concepten nog steeds hun voor- en tegenstanders.



Afb. 1. a en b. Zones in caries profunda: 1. zone van bacteriële invasie en destructie, 2. gedemineraliseerde zone, 3. sclerotische of transparante/translucente zone en 4. reactieve zone (Fejerskov en Kidd, 2003).

Pulpaexpositie is een complicatie die menig operateur bij voorkeur voorkomt omdat een tijdrovende wortelkanaalbehandeling het gevolg is met de kans op verdere complicaties. Er zijn echter alternatieve behandelingen bij een pulpaexpositie: de directe pulpaoverkapping, veelal in combinatie met een pulpa-amputatie.

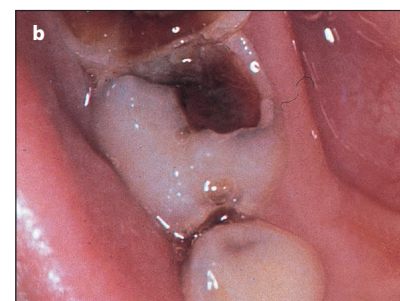
Het achterlaten van een geringe hoeveelheid carieus dentine om een pulpaexpositie te voorkomen lijkt een reëel behandelconcept. Dit concept ligt meer in de lijn van de momenteel veel besproken weefselbesparende tandheelkunde. Het doel is niet het volledig verwijderen van al het geïnfecteerde dentine, maar het stoppen of afzwakken van de activiteit van het cariësproces door het cariogene milieu te veranderen. Volgens deze methode (stapsgewijze excavatie) wordt het carieuze glazuur en dentine langs de glazuur-cementgrens volledig verwijderd, waarna behoudend verder wordt geëxcaveerd. Het meer axiaal gelegen carieuze dentine wordt niet geheel verwijderd.

Recent onderzoek geeft aan dat het pulpaweefsel over meer herstellend vermogen beschikt dan altijd is gedacht. Zo blijkt uit onderzoek van Clement et al (2000) dat de behandeling van de door cariës geëxponeerde pulpa door middel van excavatie en een directe pulpaoverkapping succesvol kan zijn. De resultaten op lange termijn zijn echter minder gunstig, maar lijken eerder het gevolg van hernieuwde bacteriële infectie (marginale lekkage) dan een late complicatie van de overkappingsprocedure.

### Partiële pulpotomie

Zonder histologisch onderzoek is niet vast te stellen in welke mate het pulpaweefsel is geïnfecteerd en/of genecrotiseerd. Bovendien is een ontstoken of geïnfecteerde pulpa hyperemisch, waardoor bij expositie een

Afb. 2. Acute cariës (a) en chronische cariës (b).



**Tabel 1. Criteria die essentieel zijn voor een succesvolle pulpaoverkapping (modificatie op tabel uit Lin en Langeland, 1981).**

Anamnese	Aanvullend onderzoek	Klinische waarneming
Geen terugkerende of spontane pijn	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normale reactie op sensibiliteitstest</li> <li>• Negatieve reactie op percussietest</li> <li>• Geen röntgenologische aanwijzingen voor periapicale pathologie</li> <li>• Röntgenologisch duidelijk waarneembare pulpakamer en wortelkanaal (jonge patiënt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen zwelling</li> <li>• Roze pulpa</li> <li>• Bloeding bij aanraking maar niet excessief</li> </ul>

bloeding optreedt die gestelpt moet worden alvorens te kunnen restaureren. Deze overwegingen hebben een rol gespeeld bij de totstandkoming van de gedachte een partiële pulpotomie toe te passen bij een dergelijke ontstoken en/of geïnfecteerde pulpa. Deze techniek is door Cvek in 1978 reeds geïntroduceerd voor de behandeling van de geëxposeerde pulpa na trauma (Cvek, 1978). Aan een aantal voorwaarden dient echter wel te worden voldaan (zie tab. 1).

De techniek van de partiële pulpotomie is als volgt (van der Sluis, 2002): na expositie wordt, indien nog niet aanwezig, cofferdam aangebracht. Met behulp van een diamantboor met hoge snelheid en ruime koeling wordt een amputatie van ongeveer 2 millimeter onder het expositievlak uitgevoerd. De gebruikte koeling is een fysiologische zoutoplossing of een anesthesievloeistof daar de grote hoeveelheid micro-organismen in de reguliere koelvloeistof de kans op een goed resultaat verkleint. Het wondoppervlak wordt schoongemaakt met een wattenpellet gedrenkt in een natriumhypochlorietoplossing of een fysiologische zoutoplossing, waarna een nieuwe wattenpellet enige tijd op de wond wordt gehouden teneinde eventuele bloeding te stelpen. Is de bloeding niet of moeilijk te stelpen dan wordt het amputatieniveau meer apicaalwaarts verplaatst door de procedure te herhalen. Vervolgens wordt een wondverband of overkappingsmateriaal aangebracht en de restauratie uitgevoerd.

Als wondverband of overkappingsmateriaal heeft calciumhydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) bij de meeste algemeen practici de voorkeur. Met dit materiaal is immers de meeste ervaring opgebouwd. Er wordt echter over getwijfeld of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  wel het juiste materiaal is voor de directe pulpaoverkapping.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  heeft ten gevolge van de afgifte van hydroxylionen ( $\text{OH}^-$ ) een toxisch en irriterend effect op het zojuist getraumatiseerde pulpaweefsel. De vorming van de dentinebrug waaraan het materiaal bijdraagt, is een onregelmatige formatie waarin tunnelvorming de oorzaak is van het niet-bestand zijn tegen microlekkage (Hayashi *et al.*, 1999). Daarbij blijken klinisch vele  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -producten in een periode van een à twee jaar volledig op te lossen, waardoor het antibacteriële effect verdwijnt en de tunnels in de gevormde dentinebrug plaats bieden voor infectie van de pulpa, als er lekkage is.

Overkapping met adhesieve restauratiematerialen

wordt wel gepropageerd (Schuurs *et al.*, 2000), vooral sinds de introductie van laagviskeuze (of 'flowable') composieten is het technische aspect van deze procedure sterk verbeterd. Veelbelovend is ook het mineraalpreparaat 'mineral trioxide aggregate' (MTA), een - in tegenstelling tot de adhesieve materialen - biocompatibel, hydrofiel materiaal (Pitt Ford *et al.*, 1996; Torabinejad en Chivian, 1999). Verder onderzoek naar laagviskeus composiet en MTA voor gebruik als overkappingsmateriaal is nodig voor een meer gestandaardiseerde toepassing in de algemene praktijk.

Het voornaamste blijft dat na pulpa-amputatie de caviteit hermetisch wordt afgesloten, de geringste lekkage kan leiden tot hernieuwde infectie en de behandeling doen mislukken. De crux lijkt dan ook niet te liggen bij het biologische trauma dat veroorzaakt wordt door de procedure maar bij de technische aspecten van de procedure.

### Stapsgewijs excaveren

Met de stapsgewijze benadering van caries profunda wordt de kans op pulpaexpositie geminimaliseerd, omdat het naar axiaal gelegen carieuze dentine niet wordt verwijderd. De ontstane caviteit wordt tijdelijk gerestaureerd met een adhesieve techniek, waarbij hermetisch afsluiten van de caviteit van groot belang is. Vervolgens volgt een periode van zes tot twaalf maanden waarin de activiteit van het cariësproces afneemt vanwege de hermetische afsluiting, waardoor er geen substraat meer is voor de micro-organismen. Na deze periode wordt de caviteit heropend en zal veelal blijken dat de activiteit van het cariësproces is afgenomen, zoniet is gestopt (Bjørndal *et al.*, 1997). Bjørndal (2002) propageert een tweede excavatie na deze periode; excavatie is dan een meer controleerbare handeling en de kans op een pulpaexpositie lijkt aanzienlijk verkleind. In de tussenliggende periode wordt het pulpa-dentinecomplex de kans geboden de defensieve sclerotisering op gang te brengen. Er wordt dus een situatie gecreëerd waarbij dit biologische aspect van het element ten volle wordt benut.

Een nadeel van deze methode is het feit dat de patiënt een tweede keer een behandeling moet ondergaan. Tevens dient het verwijderen van de restauratie zeer zorgvuldig te geschieden zodat niet onnodig veel tandweefsel wordt verwijderd. Deze methode lijkt daarmee meer tijdsintensief en dus is een kostenstijging het gevolg. Uit recent onderzoek lijkt deze methode echter veelbelovend. Zij sluit in ieder geval naadloos aan op de weefselbesparende tandheelkunde. Lange-termijnonderzoek moet echter uitwijzen of deze methode in vergelijking met meer conventionele methodes of de partiële pulpotomie een vergelijkbare kans van slagen heeft.

Een zinvolle toevoeging op het stapsgewijs excaveren of überhaupt op de behandeling van caries profunda is wellicht de behandeling met ozon ( $\text{O}_3$ ). Ozon wordt op het te behandelen element gebracht met een handstuk voorzien van een rubber cupje (HealOzone™,

Kavo). Door middel van dit cupje wordt het element luchtdicht afgedekt en het gas zal de aanwezige micro-organismen oxideren. Een groot percentage van de cariësbacteriën wordt op deze wijze onschadelijk gemaakt (Baysan *et al.*, 2000). Bij de behandeling van pit-, fissuur- en halswortelcariës met ozon lijken goede resultaten te worden geboekt (Abu-Naba'a *et al.*, 2003). Verder onderzoek moet toepasbaarheid voor gebruik in de algemene praktijk uitwijzen.

## Technieken om te excaveren

De introductie van de adhesieve tandheelkunde, de ontwikkeling van de minimale caviteitspreparatie en de huidige kennis van het pulpa-dentinecomplex hebben geleid tot de ontwikkeling van nieuwe technieken voor excavatie en caviteitspreparatie. De vraag dient zich aan hoeveel dentine te verwijderen of tot welke zone te excaveren om een carieuze laesie succesvol te behandelen.

Idealiter voldoet een bepaalde techniek aan een aantal voorwaarden: de techniek is comfortabel en eenvoudig in gebruik, eenvoudig in onderhoud en niet (te) kostbaar. De techniek voorziet in het vermogen onderscheid te maken tussen aangetast en onaangetast weefsel. Behandeling met de techniek is pijnloos, geluidsarm, trillingsarm en er vindt een geringe warmteontwikkeling plaats tijdens het toepassen van de techniek. Tabel 2 geeft een overzicht van de huidige excavatie- en preparatietechnieken.

### Hoekstukken, boren en (hand)excavatoren

Als meest gebruikte techniek heeft het prepareren en excaveren met de boor enkele bekende nadelen: de gevoeligheid van vitaal dentine, de uitgeoefende druk, de trillingen, de warmteontwikkeling en het geluid van de boor. Vooral de warmteontwikkeling, waarbij de temperatuur snel oploopt en er, zelfs met koeling, schade aan het pulpaweefsel kan ontstaan, is een negatief aspect van deze techniek. Het aansnijden van odontoblastenuitlopers in gezond dentine en de mechanische stimulatie zijn voornamelijk verantwoordelijk voor de met caviteitspreparatie geassocieerde pijn.

Is er – in het geval van caries profunda – toegang tot het dieper gelegen carieuze dentine, dan wordt gebruikgemaakt van hardstalen excavatorboren of handexcavatoren. De laatste zijn het meest weefselbesparend vanwege het feit dat de operateur meer gevoel heeft tijdens de behandeling.

### Air-abrasionstechniek

De air-abrasionstechniek is een techniek waarbij aluminiumpartikels (aluminiumoxide ( $Al_2O_3$ ) of  $\alpha$ -aluminium) onder hoge druk ( $\pm 120$  psi) op het te prepareren oppervlak worden geblazen. De kinetische energie van de partikels wordt overgedragen op het tandweefsel

**Tabel 2. Het relatieve vermogen van de verschillende preparatie en excavatietechnieken om tandweefsel te verwijderen (modificatie op tabel uit Banerjee *et al.*, 2000).**

Methode	Gezond glazuur	Gezond dentine	Cariëus glazuur	Cariëus dentine	Opmerkingen
Hoekstukken en boren	+++	+++	+++	+++	-
Handexcavatoren	-	-	+	++	-
Air-abrasion	+++	+++	++	+	Afhankelijk van gebruikte abrasief
Air-polishing	+	+	+	-	Slechts 'harde' oppervlakken
Ultrasone techniek	+	+	+	-	-
Sono-abrasion	-	+	+	++	Verder onderzoek noodzakelijk
Caridex®, Carisolv®	-	-	-	+++	Conventionele toegang tot cariëus dentine
Enzymen	-	-	-	+	Verder onderzoek noodzakelijk
Laser	+	+	+	+	Afhankelijk van golflengte, intensiteit, puls enz.

waar de oppervlakkige laag wordt geabradeerd. Op deze wijze wordt hard tandweefsel verwijderd zonder waarneembare trilling, druk, warmteontwikkeling of pulpareacties.

Het gebruik van bescherming voor ogen, longen en luchtwegen van zowel de patiënt als de operateur(s) is van groot belang. In het verleden gerapporteerde ademhalingsproblemen en andere aandoeningen van de longen lijken tegenwoordig niet meer voor te komen door goede bescherming, afzuiging en aanpassing van de partikelgrootte ( $> 27,5 \mu m$ ) van het abrasief.

Het feit dat de tip van het instrument geen contact maakt met het oppervlak en er derhalve weinig gevoel bestaat, maakt de kans op overpreparatie aanzienlijk. Daarnaast is het juist niet mogelijk om efficiënt zacht, cariëus dentine te verwijderen; de kinetische energie wordt namelijk door de veerkracht van het zachte weefsel geabsorbeerd. Het toepassingsgebied van de air-abrasionstechniek beperkt zich dan ook tot de kleine klasse I-preparaties, fissuur- en pitcariës, indien toegankelijk klasse III- en V-preparaties en het opruwen van oppervlakten voor een betere hechting tijdens de reparatie van restauraties (Van Pelt en De Kloet, 1999; Van Pelt, 2000).

Er is onderzoek gaande naar de samenstelling van het abrasieve poeder waarmee selectiever dentine van bepaalde hardheid kan worden verwijderd (Horiguchi *et al.*, 1998). De uitkomsten lijken veelbelovend voor een breder toepassingsgebied van de techniek in de toekomst.

### Air-polishingstechniek

Bij de air-polishingstechniek worden in water oplosbare partikels natriumbicarbonaat (en een kleine hoeveelheid tricalciumfosfaat) onder druk ( $< 90$  psi) op een element gespoten. Ten gevolge van de wateroplosbaar-

heid verspreiden de partikels zich niet of weinig: een groot verschil met de air-abrasionetechniek. De air-polishingstechniek wordt toegepast voor het verwijderen van aanslag en plaque. Bij aanhoudend gebruik op een locatie rond de marginale gingiva bestaat de kans op het verwijderen van wortelcement en dentine, de tip van het instrument dient een vloeiende beweging te maken.

Vanwege de eigenschap zachtere tandweefsels te verwijderen lijkt de air-polishingstechniek potentieel toepasbaar te zijn bij het excaveren van carieus dentine.

### Ultrasone techniek

Het werkingsmechanisme van de ultrasone techniek betreft de combinatie van een ultrasoon instrument en een mengsel van water en aluminiumoxidepoeder, een abrasieve pasta. De kinetische energie die afname van het weefsel bewerkstelligt, is afkomstig van de ultrasone tip die op zichzelf geen afnemend vermogen bezit. Voor deze techniek geldt hoe harder het weefsel, hoe beter de afname: een onoverkomelijke belemmering voor gebruik bij excaveren van carieus dentine.

Voordelen van deze techniek bij het prepareren van harde tandweefsels zijn in vergelijking met gebruik van de boor minder trilling, druk, geluid en warmteontwikkeling. Patiënten ervaren deze techniek als vriendelijk. Algemene acceptatie door de professie heeft echter (vooral nog) niet plaatsgevonden door nadelen als trage afname (lange behandeltime) en weinig zicht op het element door de pasta.

### Sono-abrasionetechniek

De sono-abrasionetechniek maakt gebruik van een sonische scaler met een abrasieve, met diamant gecoate, tip. Onderzoek naar deze, aanvankelijk voor de afwerking van de outline van een preparatie ontwikkelde techniek is veelbelovend, de controle over de te verwijderen hoeveelheid weefsel is groot. Vooral nog is het toepassingsgebied echter beperkt.

### Caridex®

Caridex® is een waterige oplossing van N-monochloro-D,L-2-aminobutyraat (NMAB) die claimt in reactie met gedenatureerd collageen het carieuze dentine te verweken. Na verwijdering van de verweekte massa blijft het dentine van de transparante zone, het remineraliseerbare dentine over. Een andere techniek, veelal de boor, blijft echter nodig om toegang te krijgen tot het carieuze dentine. In onderzoek werd de selectieve werking van het systeem aangetoond (Brannström *et al*, 1980), ander onderzoek heeft geen verschil tussen het gebruik van het Caridex®-systeem en water aangetoond (Barwart *et al*, 1991). Toevoeging van ureum heeft tot een verbetering van het systeem geleid.

### Carisolv®

Carisolv® is de in 1997 geïntroduceerde 'opvolger' van Caridex®. Het Carisolv®-systeem bestaat uit twee gels: een rode gel met aminozuren (glutaminezuur, leucine en lysine), natriumhydroxide (NaOH), natriumchloride (NaCl) en erytrosine (kleurstof). En een tweede gel met een natriumhypochlorietoplossing (NaOCl). Ten opzichte van het Caridex®-systeem is de concentratie natriumhypochloriet verviervoudigd en bedraagt 0,5% w/v. Deze gels worden gemengd aangebracht op het carieuze dentine. Na dertig seconden inwerken wordt het verweekte dentine weggenomen met speciaal vormgegeven handinstrumenten, waarna de procedure wordt herhaald. Uiteindelijk resteert een cariësvrije caviteit met een harde bodem. Eerste onderzoeken lijken de patiëntvriendelijkheid van deze techniek aan te tonen in vergelijking met het gebruik van de boor (Fure *et al*, 2000; Carneiro *et al*, 2000). Een hier tegenoverstaand nadeel is de verlengde behandeltime (zeer gering voor wortelcariës) en het feit dat de toegang tot het carieuze dentine met een andere techniek dient te worden bereikt.

### Enzymen

Het gebruik van een bepaald enzym voor het verwijderen van carieus dentine is door Goldberg en Keil geopperd in 1989. Zij verwijderden succesvol carieus dentine door collagenase van de bacterie *Achromobacter* 2 tot 5 uur te appliceren. Later is in ander onderzoek het gebruik van pronase (*Streptomyces griseus*) gepropageerd (Beltz *et al*, 1999). Gegevens over de klinische toepasbaarheid van deze techniek zijn niet bekend.

### Laser

Laserstraling dringt het tandweefsel binnen en daar wordt de energie van de straling geabsorbeerd door watermoleculen die per direct verdampen. Tijdens dit proces breken deeltjes van het oppervlak van het weefsel af (ablatie). Volgens dit principe is de afname direct gerelateerd aan het watergehalte.

In de loop der jaren zijn verschillende typen lasers ontwikkeld waarbij eigenschappen als golflengte, pulsenergie en puls-herhalingsfrequentie een rol spelen bij de mate van afnemend vermogen. De lasers die momenteel in de belangstelling staan voor het prepareren van tandweefsel zijn de Er:YAG (erbium:yttrium aluminium garnet), de Nd:YAG (neodymium:YAG) en de CO<sub>2</sub>-lasers met golflengten binnen het infrarode bereik, de argon/freon- en de xenon/chlorinelasers met golflengten binnen het ultraviolette bereik, de Holmium-laser en de diodelaser met gebruik van een (laserstraling) absorberende kleurstof. De Er:YAG-laser en de diodelaser lijken momenteel de meest toepasbare lasers voor preparatie en verwijdering van carieus dentine. Daarnaast lijkt onderzoek naar gebruik van lasers voor preventieve doeleinden veelbelovend (Featherstone, 2002).

Problemen als de warmteontwikkeling tijdens prepareren en het onderscheidend vermogen met betrekking tot aangetast en gezond weefsel lijken met de huidige lasers goed beheersbaar. De hoge prijs, de grootte van de laserapparatuur en de verlengde behandelijd lijken voorsnóg veelvuldig gebruik in de algemene praktijk in de weg te staan (Reich, 2002).

## Conclusie

De huidige inzichten in het cariësproces versterken de vraag naar nieuwe, meer selectieve en minder invasieve technieken en methoden. De biologische aspecten van het gebitselement in de reactie op cariës dienen te worden gerespecteerd en benut. De algemeen practicus krijgt een scala aan nieuwe technieken en methoden aangeboden om te excaveren.

Het is van belang goed op de hoogte te blijven van deze nieuwe ontwikkelingen. De tandarts dient een keuze te maken – bij voorkeur gebaseerd op recente literatuur – tussen de aangeboden technieken en methoden.

## Literatuur

- ABU-NABA'A L, AL SHORMAN H, LYNCH E. 6-month clinical indices changes after ozone treatment of pit and fissure caries (PFC). *J Dent Res* 2003; 82 (special issue): B-135.
- BANERJEE A, WATSON TF, KIDD EAM. Dentine caries excavation: a review of current clinical techniques. *Br Dent J* 2000; 188: 476-482.
- BAYSAN A, WHILEY RA, LYNCH E. Antimicrobial effect of a novel onzone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions *in vitro*. *Caries Res* 2000; 34: 498-501.
- BARWART O, MOSCHEN I, GRABER A, PFALLER K. *In-vitro* study to compare the efficacy of N-monochloro-D,L-2-aminobutyrate (NMAB, GK-101E) and water in caries removal. *J Oral Rehabil* 1991; 18: 523-529.
- BELTZ R, HERRMANN E, NORDBÖ H. Pronase digestion of carious dentine. *Caries Res* 1999; 33: 468-472.
- BJØRNDAL L. Buonocore Memorial Lecture. Dentin caries: Progression and clinical management. *Oper Dent* 2002; 27: 211-217.
- BJØRNDAL L, LARSEN T, THYLSTRUP A. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res* 1997; 31: 411-417.
- BJØRNDAL L, MJOR IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries – characteristics of lesions and pulpal reactions. *Quintessence Int* 2001; 32: 717-736.
- BRANNSTRÖM M, JOHNSON G, FRISKOPP J. Microscopic observations of the dentin under caries lesions excavated with the GK-101 technique. *J Dent Child* 1980; 47: 46-49.
- CARNEIRO F, TEIXEIRA F, GUIMARES L, DIAS K, NADANOVSKY P. Clinical comparison between chemo-mechanical and hand instruments caries removal. *J Dent Res* 2000; 79: 295.
- CLEMENT AW, WILLEMSSEN WL, BRONKHORST EM. Succes van directe pulpaoverkappingen na excaveren. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2000; 107: 230-232.
- CVEK M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod* 1978; 4: 233-237.
- FEATHERSTONE JDB. Lasers in de tandheelkunde 3. Het gebruik van lasers voor de preventie van cariës. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2002; 109: 162-167.
- FEJERSKOV O, KIDD E, EDS. *Dental caries: the disease and its clinical management*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 2003.
- FURE S, LINGSTRÖM P, BIRKED D. Evaluation of Carisolv for the chemo-mechanical removal of primary root caries *in vivo*. *Caries Res* 2000; 34: 275-280.
- GOLDBERG M, KEIL B. Action of bacterial *Achromobacter collagenase* on the soft carious dentin: an *in vitro* study with the scanning electron microscope. *J Biol Buccale* 1989; 17: 269-274.
- HAYASHI Y, IMAI M, YANAGIGUCHI K, VILORIA IL, IKEDA T. Hydroxyapatite applied as direct pulp capping medicine substitutes for osteodentin. *J Endod* 1999; 25: 225-229.
- HORIGUCHI S, YAMADA T, INOKOSHI S, TAGAMI J. Selective caries removal with air abrasion. *Oper Dent* 1998; 23: 236-243.
- LANGELAND K. Tissue response to dental caries. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 149-171.
- LARSEN MJ, BRUUN C. Caries chemistry and fluoride-mechanisms of action. In: Thylstrup A, Fejerskov O (eds). *Textbook of clinical cariology*. Copenhagen: Munksgaard, 1994; 231-257.
- LIN L, LANGELAND K. Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 51: 292-316.
- PELT AWJ VAN. Kinetische caviteitspreparatie. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2000; 107: 67.
- PELT AWJ VAN, KLOET HJ DE. Prepareren met 'air abrasion'. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1999; 106: 85-90.
- PITT FORD TR, TORABINEJAD M, ABEDI HR, BARLAND LK, KARIYAWASAM SP. Using mineral trioxide aggregate as a pulp capping material. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 1491-1494.
- REICH E. Lasers in de tandheelkunde 4. Verwijdering van carieus weefsel met lasers. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2002; 109: 246-249.
- SCHUURS AHB, GRUYTHUYSEN RM, WESSELINK PR. Pulp capping with adhesive resin-based composite vs. calcium hydroxide: a review. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 240-250.
- SLUIS VAN DER L. De behandeling van de geëxposeerde pulpa. In: Steenberghe D van, Baat C de, Braem MJA, et al (red). *Het tandheelkundig jaar 2002*. Houten/Diegem: Bohn Stafleu Van Loghum, 2002.
- TORABINEJAD M, CHIVIAN N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1999; 25: 197-205.

## Caries profunda: current views and treatment concepts

Current insight of the caries process demands new, more selective and less invasive techniques and methods for excavation. Nowadays the biological aspects of teeth and pulp tissue in reaction to caries need to be respected and even used. The general practitioner is confronted with a wide range of new techniques and methods and needs to choose the best suitable.

The purpose of this article is to inform the general practitioner about the current views concerning treatment of caries profunda and the different treatment concepts. Thereby the authors hope to assist the general practitioner in their choice for the proper treatment.

## Summary

Key words:

- Caries
- Caries profunda
- Treatment concept