

## PULPA-IRRITATIE EN PULPABESCHERMING III

D. F. VELDKAMP

*Uit de vakgroep Parodontologie-  
Prothodontie-Sosiodontie  
van de rijksuniversiteit te Groningen.*

Trefwoorden: Pulpa – Restauratieve tandheelkunde

## 5. Behandeling van de geprepareerde caviteit

## 5.1. Chemisch-toxische irritatie

Voor reiniging van geprepareerde caviteiten en voor desinfectie zijn in het verleden talloze middelen aanbevolen en in gebruik geweest: fenol, zilvernitraat, chloorkamfer, eugenol, xyleen e.a. Het is gebleken dat deze middelen schade toebrengen terwijl niet is bewezen dat ze van enig nut zijn. Aangezien de applicatietijd zeer kort moet zijn, kan een doeltreffende desinfectie met deze middelen niet worden verwacht. Daarnaast blijken vele van deze medicamenten de permeabiliteit van het dentine te verhogen, waardoor de mogelijkheid tot het naderhand toebrengen van pulpaschade wordt vergroot. De laatste decennia speelt dan ook het vraagstuk van caviteitsterilisatie in de literatuur een zeer ondergeschikte rol. Toch mag hieruit niet worden geconcludeerd dat het probleem verder geen aandacht verdient.

Onderzoek van Brännström en medewerkers uit 1973 en daarna geven een duidelijke aanwijzing dat het merendeel van pulpa-irritaties na restauratie veroorzaakt wordt door bacteriën of hun toxinen op het grensvlak van dentine en restauratie.

De oorsprong van deze bacteriën kan tweërlei zijn: ze waren al op de cavitewand aanwezig vóór het aanbrennen van de vulling, óf ze zijn langs het grensvlak naar binnen gedrongen ná het restaureren.

Bacteriën die na het prepareren op de cavitewanden aanwezig zijn worden niet door een spray verwijderd. Deze bacteriën zijn ingebed in een laag debris met een dikte van 2 tot 4 micron, die ontstaan is tijdens het prepareren. De laag debris sluit in het algemeen de tubuli enigszins af. Uitwassen van de caviteit met natte wattepellets gedu-

rende 60 seconden verwijdert de laag debris niet, maar opent wel een groot aantal tubuli, waardoor het dentine meer permeabel wordt.

Bacteriën blijven in de laag debris vitaal en blijven achter onder de restauratie (Brännström, 1974). Brännström ontwikkelde in 1973 een 'cavity cleaner', bestaande uit chloorhexidine en dodecyldiamino ethylglycerine in een 3% oplossing van natriumfluoride: Tubulicid. De eerste twee middelen werken synergetisch samen voor het doden van bacteriën en fungi in de debris-laag, terwijl het natriumfluoride is toegevoegd om de weerstand van het dentine tegen zuur te verhogen. Het blijkt dat deze oplossing de pulpa niet irriteert en de laag debris niet verwijdert, maar wel steriliseert.

In onderzoek waarbij caviteiten werden behandeld met dit 'Tubulicid' brengt Brännström het lang bestaande geloof aan het wankelen, dat pulpae door diverse restauratiematerialen geïrriteerd worden. Volgens zijn onderzoeken wordt de irritatie van de pulpa grotendeels bepaald door de toxische invloed van bacteriën die zich op het grensvlak van dentine en restauratie bevinden.

Mjör (1974) betwijfelt echter de waarde en de noodzakelijkheid van desinfectie in een onderzoek, waarbij geprepareerde caviteiten niet werden afgesloten. Het vraagstuk is weer nieuw leven ingeblazen en toch nog weer niet opgelost.

## Zuren

Zuren die gebruikt worden bij de ets-techniek voor composieten oefenen, op dentine aangebracht, een grote irritatie uit op de pulpa; ernstige ontsteking is het gevolg. Door fosforzuur of door citroenzuur wordt de na prepareren aanwezige debrislaag verwijderd en bovendien wordt het peritubulaire

dentine aangetast, waardoor trechtervormige openingen ontstaan van omstreeks 4 micron doorsnede en 10 micron diepte (Brännström en Johnson, 1974).

Het verwijderen van de debrislaag en het wijder maken van de ingang van de dentinetubuli verhoogt de mogelijkheid van ingroei van bacteriën en het penetreren van noxen. Het dentine dient tegen inwerking door zuur te worden beschermd door bij het etsen van glazuur het dentine af te dekken met een laag calciumhydroxyde-cement.

## Fluoriden

Het is bewezen dat door opname van fluoride-ionen harde tandweefsels meer resistent worden tegen de inwerking van zuren. Het toepassen van fluoridering van geprepareerde caviteiten lijkt dus zinvol (Furseth e.a., 1963; Evans e.a., 1968; Brännström e.a., 1973). Natriumfluoride 4% veroorzaakt bij de rat – waarvan het dentine veel meer permeabel is dan bij de mens – enige reactie in de odontoblastenlaag na 10 minuten applicatie, wanneer de afstand tussen cavitewand en pulpa 15 tot 25 micron bedraagt, echter geen reactie in het dieper gelegen weefsel (Perreault, 1956). Bij de mens is zelfs na insluiten van een 2% NaF-oplossing geen schade aan het pulpaweefsel vastgesteld.

Tinfluoride, dat betere remineraliserende eigenschappen bezit dan natriumfluoride, is toxisch indien een 8% oplossing gedurende 30 seconden wordt geapplied; een 4% oplossing geeft echter na een 5 minuten durende applicatie geen reactie in de pulpa (Evans e.a., 1969).

Aminfluoride veroorzaakt heftige pulpapareacties, meestal met abcesvorming; een reactie die evenwel voor de patiënt symptomeloos verloopt. Het gebruik van aminfluoride in open caviteiten of preparaties dient dus te worden vermeden.

Reiniging van een caviteit met 4% waterstofperoxyde geeft geen reactie in de pulpa en opent niet de door debris afgesloten tubuli.

## 5.2. Fysische irritatie

### Drogen van de caviteit

Een constante luchtstroom zal aspiratie van odontoblastenkernen tot gevolg hebben met mogelijke aspiratie van erythrocyten: hetzelfde resultaat als bij droog prepareren. Ook wanneer nat prepareren wordt gevolgd door excessief drogen zal een ontstekingsreactie optreden.

Indien na droog prepareren langer dan 10 seconden wordt gedroogd zal een verergering optreden van de eventueel reeds toegebrachte pulpaschade. Hoe langer met lucht wordt gedroogd, hoe meer odontoblasten worden geaspireerd (Brännström, 1968). Bij 5 seconden zal het aantal geaspireerde odontoblastenkernen te verwaarlozen zijn; een aanmerkelijke toename treedt op wanneer langer dan 10 seconden met lucht wordt gedroogd.

Uitdrogen met wattepellets heeft geen aspiratie tot gevolg. Een geringe aspiratie veroorzaakt geen pijn, alleen bij grote aantallen zou de vloeistofstroom zo intensief worden dat de perifere zenuwuiteinden in het pulpaweefsel dermate worden geprikkeld dat pijn optreedt.

Het aspireren van enkele kernen heeft naderhand wel een geringe concentratie van neutrofiële leucocyten tot gevolg, doch geen volledige ontsteking (Brännström, 1963).

## 5.3. Bescherming van dentine

### Vernis, tandlak

Vernissen zijn oplossingen van harsen in organische oplosmiddelen. Het meeste onderzoek is verricht met Copalite, een copalhars van een tropische boom, die is opgelost in een 'thinner' die in elke verpakking wordt bijgeleverd. Vernis werkt als semi-permeabel membraan: sommige ionen kunnen passeren, andere niet. Een thermische isolatie wordt door het aanbrengen van een laag vernis niet bereikt.

Copalite, aangebracht onder zinkfosfaatcement, silicofosfaatcement of silicaatcement reduceert significant de diffusie van zuur, doch voorkomt deze

niet geheel. De dikte van de laag varieert sterk met het gebruikte fabrikaat. De dunste laag ontstaat bij Copalite: het levert bij drogen (zonder luchtblazer) gedurende 5 minuten een laag op van 2 micron dikte, althans wanneer geen oplosmiddel uit de verpakking is verdampt. Bij andere fabrikaten loopt de dikte op tot 16 micron (Eames en Hollenback, 1966).

Eenzijds wordt een dunne laag belangrijk geacht, anderzijds tracht men wel door meerdere lagen te gebruiken de afsluiting te verbeteren. Bij Copalite levert het meermalen opbrengen om een minder poreuze laag te verkrijgen, geen dikkere film op. Een tweede applicatie blijkt de eerste laag weer gedeeltelijk op te lossen, waardoor eerder een dunnere dan een dikkere laag ontstaat. Toch wordt in de literatuur ook gesteld dat het meerdere malen aanbrengen van Copalite een betere bescherming geeft (Swartz e.a., 1968). Microlekkage van amalgaamrestauraties wordt geheel voorkomen wanneer in de caviteit en over de caviteitranden een laag Copalite wordt aangebracht. Dit vernis lost nauwelijks op in de mondvlloeistof. Vernissen waarin calciumhydroxyde is verwerkt (Tubulitec, Chembar) vertonen een enigszins grotere oplosbaarheid, doch geven dezelfde resultaten wat betreft het voorkomen van microlekkage. De verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat tegen de tijd dat het vernis bij de caviteitranden is verdwenen, de spleet is opgevuld met corrosieproducten van het amalgaam.

Copalharsen zijn praktisch onoplosbaar in water. De dikte van de laag neemt aanmerkelijk toe na verdamping van het oplosmiddel. Het is daarom van belang het flesje niet open te laten staan en veelvuldig bij te vullen met het oplosmiddel.

Omdat vernissen veelal een vrij zure reactie vertonen (de pH van een Copalite-oplossing is 3) dient de vraag gesteld te worden of vernissen als zodanig een irriterende invloed op de pulpa uitoefenen. Er is in vitro aangetoond dat na verdamping van het oplosmiddel geen waterstofionen meer worden afgegeven (Swartz e.a., 1966). Daar

bovendien bij talloze onderzoeken is aangetoond dat het aanbrengen van vernissen de pulpareactie onder diverse vulmaterialen reduceert, kan met zekerheid worden vastgesteld dat vernis als zodanig geen nadelige invloed op de pulpa uitoefent.

Teneinde de mate van weefselirritatie van vulmaterialen na te gaan werden door Mitchell (1966) diverse restauratiematerialen geïmplanteerd bij ratten. Hierbij werden ook bolletjes zinkoxyde-eugenolcement geïmplanteerd, al of niet voorzien van een laagje vernis. Hierbij bleek dat een laagje vernis de weefselreactie niet wijzigde, waaruit geconcludeerd kan worden dat vernis als zodanig inert is. Het aanbrengen op geïmplanteerd silicaatcement leverde een geringere weefselreactie op dan van silicaatcement alleen. Het gebruik van Copalite onder silicaatcementen wordt echter door vrijwel alle auteurs ontraden omdat daardoor de diffusie van fluorionen in het glazuur wordt belemmerd (Phillips, 1965; Swartz e.a., 1968). Het aanbrengen van Copalite alleen op dentine is nauwelijks te controleren, terwijl het volledig verwijderen van op de glazuurranden aangebracht vernis eveneens een dubieuze aangelegenheid is.

Aangezien harsen de polymerisatie van composieten kunnen beïnvloeden is het gebruik van vernis bij composietrestauraties niet gewenst.

### Geraadpleegde literatuur:

1. Barber, D., Leyell, J., Massler, M. (1964): Effectiveness of copal varnish under amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 14:533.
2. Brännström, M., Nyborg, H. (1969): Comparison of pulpal effect of two liners. *Acta Odontol Scand* 27:433.
3. Castagnola, L., Garderoglio, R. (1968): Können Lacke die Spaltbildung zwischen Kavität und Füllungsmaterial beeinflussen? *Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 78:766.
4. Dachi, S. F., Stegers, W. R. (1967): Reduction of pulpal inflammation and thermal sensitivity in amalgam-restored teeth treated with copal varnish. *J Am Dent Assoc* 74:1281.
5. Eames, W. B., Hollenback, G. M. (1966): Cavity liner thicknesses and retentive characteristics. *J Am Dent Assoc* 72:69.

6. Ellis, J. M., Brown, L. R. (1967): Application of an in vitro cariogenic technique to study the development of carious lesions around dental restorations. *J Dent Res* 46:403.
7. Going, R. E. (1964): Cavity liners and dentin treatment. *J Am Dent Assoc* 69:415.
8. Going, R. E. (1972): Microleakage around dental restorations, a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 84:1349.
9. Going, R. E. (1972): Status report on cement bases, cavity liners, varnishes, primers and cleansers. *J Am Dent Assoc* 85:654.
10. Mitchell, D. F. (1959): The irritational qualities of dental materials. *J Am Dent Assoc* 59:954.
11. Oldhave, D. F., Swartz, M. J., Phillips, R. W. (1964): Retention properties of dental cements. *J Prosthet Dent* 14:760.
12. Peyton, F. A., Craig, R. G. (1971): Restorative dental materials. 4th ed. Mosby, St. Louis.
13. Phillips, R. W. (1965): Cavity varnishes and bases. *Dent Clin North Am*, maart: 159.
14. Phillips, R. W. (1973) in: *Skinner's Science of Dental Materials*. 7th ed. Saunders, Philadelphia.
15. Silberkweit, M., Massler, M., Schour, I., Weinmann, J. P. (1955): Effects of filling materials on the pulp of the rat incisor. *J Dent Res* 34:854.
16. Swartz, M. L., Niblack, B. F., Alter, E. A., Norman, R. D., Phillips, R. W. (1968): In vivo studies on the penetration of dentin by constituents of silicate cement. *J Am Dent Assoc* 76:573.
17. Swartz, M. L., Phillips, R. W., Norman, R. D. (1966): Role of cavity varnishes and bases in the penetration of cement constituents through tooth structure. *J Prosthet Dent* 16:963.

(wordt vervolgd)

## OVER CARIËS VAN HET WORTELOPPERVLAK

Trefwoorden: Cariologie – Restauratieve tandheelkunde

### Inleiding

Cariës van het tandworteloppervlak heeft van professionele zijde nooit die belangstelling gekregen die haar, afgemeten aan de grote interesse welke het cariësvraagstuk in zijn algemeenheid geniet, in feite toekomt. Vanouds heeft men het verschijnsel tandbederf in eerste instantie altijd aan het glazuur gekoppeld. Dat is ook heel begrijpelijk: daar grijpt het gebitsverval reeds in de vroege jeugd aan en dat is derhalve altijd de eerste zorg van zowel de carioloog als de practicus geweest. Het onderzoek daarnaar heeft dan ook verreweg de meeste bouwstenen geleverd voor de tegenwoordige inzichten omtrent de oorzaken van cariës.

Het gevolg is echter dat de problemen van soortgelijke, zij het enigszins afwijkende processen op het worteloppervlak wat op het tweede plan zijn geraakt. Men heeft soms zelfs het gevoel dat men ze haast opzettelijk een beetje uit de weg is gegaan: de carioloog omdat het beloop van wortelcariës niet geheel lijkt te passen in het beeld dat hij zich op grond van decennia van wetenschappelijk onderzoek van het cariësproces heeft gevormd, de practicus omdat hij er dikwijls therapeutisch niet goed raad mee weet.

De behandeling van wortelcariës stelt immers zowel door haar lokalisatie als door haar bijzondere wijze van verbreiding speciale eisen, niet alleen wat de verankering van restauraties, maar ook wat de bescherming van de pulpa betreft. Beide bergen de nodige kwade kansen in zich.

Een bijkomstige reden voor een geringere belangstelling is wellicht dat het voor het merendeel een aandoening van de gevorderde leeftijd betreft, wanneer – mede door de veelal bestaande progressieve parodontale aantasting – het nut van pogingen tot

behoud van de natuurlijke (rest)elementen langzamerhand wat twijfelachtig lijkt te zijn geworden. Deze overweging is op zichzelf natuurlijk geen excuus: er staan genoeg gevallen tegenover waarin het gebit, ondanks eenmaal opgetreden wortelcariës, nog alleszins voor herstel in aanmerking komt. Men mag daarom de genoemde problemen niet zo maar uit de weg gaan en het was dan ook van belang te achten dat in een betrekkelijk recente aflevering van de *J Can Dent Assoc* door twee auteurs, nl. Banting en Ellen (resp. van de universiteiten van Western Ontario en Toronto) de schijnwerper op deze vorm van cariës werd gericht. Hoewel hun bijdrage, in de vorm van een algemeen literatuuroverzicht, geen spectaculaire nieuwe gezichtspunten opent, leek het toch de moeite waard er aan de hand daarvan ook in deze rubriek aandacht aan te schenken. Daarbij werd tevens gebruik gemaakt van een door de genoemde auteurs aanbevolen overzichtsartikel van Jordan en Sumney (Boston, Ver. Staten) in de *Journal of Periodontology* (44: 158-163, 1973).

### Vóórkomen

Tandwortelcariës verdient alleen al om haar frequente vóórkomen bijzondere aandacht. Twee recente onderzoeken aan in toto ruim 800 personen van uiteenlopende leeftijden (19-82 jaar) hebben uitgewezen dat bij 40-50% van hen deze vorm van tandbederf werd aangetroffen (Hazen c.s., *IADR Abstracts*, nr. 689, 1972 en Sumney c.s., *J Periodontol* 44: 500, 1973). In beide studies kwam duidelijk tot uiting dat de cariësactiviteit ter plaatse met de leeftijd toenam: zo bedroeg het percentage in de leeftijdsgroep van 50-59 jaar al bijna 60. Daar komt bij dat – althans in de Verenigde Staten – het aantal tandeloze personen de

laatste twee decennia blijkens statistische gegevens wat aan het afnemen is (nl. van 13% in 1958 tot 11% in 1971) en dat deze vermindering door betere gebitszorg vermoedelijk wel zal doorzetten. Voeg daarbij dat steeds meer mensen hogere leeftijden bereiken en het is duidelijk dat wortelcariës op den duur in verhoogde mate restauratieve behandeling zal vergen. Het zal dan in elk geval een meer in het oog springend probleem vormen.

Het is overigens geenszins een recent probleem. Het is algemeen bekend dat aan schedels van (pre)historische mensen wortelcariës frequent voorkwam: dit treft altijd te meer omdat bij hen tandbederf in het algemeen geen probleem betekende. Cariës werd integendeel betrekkelijk zelden aangetroffen en dit wordt vrij algemeen toegeschreven aan het ruwe voedsel dat in die tijden werd genuttigd. Hetzelfde geldt voor primitief levende recente individuen, b.v. op Nieuw-Guinea (Schamschula c.s., 1972, zie ook *Exc. odontol. Sectie II*, nr. 821, febr. 1973).

Cariës van het worteloppervlak presenteert zich als een aandoening die specifiek plaats gebonden is: de aantastingen vinden bijna altijd hun oorsprong in het cement ter hoogte van de grens met het glazuur. Opmerkelijk is daarbij dat het glazuur meestal gaaf blijft, al wordt het wel vaak door het cariësproces op het wortelvlak ondermijnd. Dit doet dus al vermoeden dat voor aantasting van het glazuur een andere biochemische samenstelling is vereist. Men heeft opgemerkt dat bij uitgestorven populaties over het algemeen in eerste instantie de proximale vlakken werden aangetroffen. Ten aanzien van de contemporaine mens zijn de waarnemingen daaromtrent verschillend. Sumney c.s. (1973) vonden b.v. in klinisch onderzoek dat cariës van het worteloppervlak vooral ontstaat aan vestibulaire en linguale vlakken, terwijl anderen, o.a. Banting c.s. (1975) een voorkeur voor de proximale vlakken signaleerden.

### Gepredisponeerde bevolkingsgroepen

Reeds werd gewezen op het relatief frequente vóórkomen bij recente primitief levende rassen: bij sommige daarvan schijnt wortelcariës de voornaamste oorzaak van gebitsverlies te zijn, hoewel de begeleiden- de parodontopathieën hierbij natuurlijk ook hun invloed doen gelden.

Verder hebben onderscheidene auteurs een correlatie geobserveerd tussen wortelcariës en druggebruik. Hecht c.s. (1948) vonden de aandoening bij aan verdovende middelen verslaafden liefst 58 maal zoveel als bij vergelijkbare controles. De cervicale laesies waren gewoonlijk beperkt tot de cementoppervlakken, die door voorafgaande gingivaretractie waren ontbloot; zij gingen ter plaatse vergezeld van dikke lagen plaque. Voor deze uitzonderlijk hoge frequentie wordt geen verklaring geboden, maar aangenomen wordt dat de aard van de voeding van deze chronisch verslaafden, met hoge suikerconsumptie en slechte hygiënische omstandigheden daar niet vreemd aan waren. Ook bij alcoholisten troffen genoemde auteurs veel halscariës aan.

Van Lowenthal (1967) stamt de beschrijving van een atypische vorm van cementcariës bij druggebruikers: de aantastingen zijn volgens hem daarbij op karakteristieke wijze verkleurd, gewoonlijk bij zwart af en zij zijn in het algemeen tot het cement beperkt. Soms is echter ook meer dan de helft van de kroon in het proces betrokken: dit geldt dan gewoonlijk speciaal het vestibulaire vlak. Lowenthal acht dit verschijnsel zo karakteristiek, dat hij geneigd is het als een diagnostisch kenmerk voor drugverslaving te beschouwen. Ook hij geeft er overigens geen verklaring voor, maar hij denkt dat het verband houdt met de sterke hang van deze mensen naar zoetigheden.

Een geheel andere groep wordt gevormd door (prothesedragende) bejaarden, bij wie deze vorm van cariës het voortbestaan van het natuurlijke (rest)gebit ernstig bedreigt. Bij dit laatste is dan nog een complex van factoren in het spel: het feit dat het te reinigen gebied extra zorg vraagt, o.a. door interproximale ruimten die niet langer door het tandvlees worden opgevuld, de verminderde geestelijke veerkracht en de verslachte interesse van veel bejaarden, hun verminderde vaardigheid in het hantieren van tandenborstels en andere attributen die voor een goede mondhygiëne nodig zijn, de verminderde speekselafscheiding en het feit dat oudere mensen wegens ontoereikend kauwvermogen veelal zachte kost eten, die niet veel kauwactie behoeft. Zo is de vicieuze cirkel gauw gesloten. Het wordt nog erger wanneer deze personen voor therapeutische doeleinden in het gebied van hoofd en hals zijn bestraald. De hiermee verbonden xerostomie leidt tot

een sterk om zich heengrijpend cariësproces in de wortel, die elementen licht doet afbreken, terwijl juist bij deze patiënten een contra-indicatie bestaat tegen extractie, wegens het gevaar van radio-osteonecrose. Deze patiënten houden na de behandeling vaak op met roken en dat heeft dan weer tot gevolg dat ze een substituut zoeken in snoepen.

Wortelcariës wordt ook frequent agetroffen bij geestelijk gehandicapten in tehuizen. Dit is daarom opmerkelijk, omdat men gevonden heeft dat de algemene cariës-activiteit bij deze patiënten doorgaans geringer is dan die van de bevolking in haar totaliteit. Het meerdere vóórkomen van wortelcariës is daarmee dus in tegenspraak.

### Etiologie

Laatstgenoemde opmerking suggereert al dat de oorzaken van deze speciale vorm van tandbederf nog niet volkomen zijn opgehelderd. Uit de aard van de zaak betreft het ook hier een interactie van suikerhoudende voedings- en genótmiddelen en bepaalde zuurvormers in de plaque, maar toch bestaat er een zeker onderscheid met glazuurcariës. Met betrekking tot de voeding moet worden gesteld dat de relatie tussen de vergistbare koolhydraten en wortelcariës moeilijker op haar juiste waarde is te schatten. Om terug te komen op vorenstaande opmerking over geïnstitutionaliseerde geestelijk gehandicapten: het bekende, in 1954 gepubliceerde onderzoek in het Vipeholm Hospital te Lund (Zweden), een grote verpleeginrichting voor psychisch gestoorden, heeft weliswaar aangetoond dat cariës zowel van glazuur als cement toenam bij stijging van de dagelijkse suikerconsumptie, in het bijzonder tussen de maaltijden (zie ook Exc. odontol., Sectie II, nrs. 383-386, dec. 1954), maar tevens dat – bij gelijk suikerverbruik – de cariësactiviteit in de jongere leeftijdsgroepen beduidend groter was dan in de oudere. En juist bij laatstgenoemde trad tandbederf – zoals gezegd – het meest in het wortelcement op. Waarschijnlijk was dit het gevolg van de bij de oudere patiënten gewoonlijk bestaande ernstige tandvleesontstekingen, die maar al te vaak onbehandeld bleven. Op de alsdan door parodontaal verval geëxponeerde wortelvlakken kon zich onder de niet al te gunstige hygiënische omstandigheden een dikke laag plaque vormen en als deze plaque – wat waarschijnlijk was – acidogene micro-organismen bevatte, is het duidelijk dat een suikerrijk dieet het risico van aantasting vergrootte.

Een andere vraag is echter die omtrent de aard van de acidogene micro-organismen in de plaque van wortelcement. In aanmer-

king genomen het onaangetast blijven van het cervicale glazuur is de vraag gerechtvaardigd of voor het ontstaan van wortelcariës andere soorten verantwoordelijk zijn dan voor glazuurcariës. Dat blijkt dan ook uit het relatief geringe aantal publicaties over de microbiologie van wortelaantastingen. Bepaalde vormen van Streptococcus b.v., die zo sterk zijn betrokken bij het ontstaan van glazuurcariës, kunnen niet altijd worden geïsoleerd uit de plaque, die het oppervlak van carieus cement bedekt. Als ze wél aanwezig zijn, kunnen ze – zoals het geval is met *S. mutans* – een belangrijk deel van de flora ter plaatse uitmaken (Sumney c.s., J Dent Res 53:343, 1974).

Maar daar staat tegenover dat grampositieve pleomorfe staafjes en draden, voornamelijk Actinomyces-stammen, bijna altijd uit carieuze wortelaantastingen kunnen worden geïsoleerd.

Zo onderzochten Jordan c.s. (1971) aan geëxtraheerde elementen van geïnstitutionaliseerde geestelijk gehandicapten de bacterieflora van het worteloppervlak. Daarbij isoleerden zij een aantal draadvormige bacteriën, o.a. Actinomyces viscosus en Actinomyces naeslundii. *A. viscosus* is op wortelvlakken eveneens geïdentificeerd door Syed (1975); hij vond deze de overheersende stam, die ongeveer 45 % van de kweekbare flora vertegenwoordigde. Bij mensen geïsoleerde *A. viscosus* en de daarmee nauwverwante *A. naeslundii* kunnen volgens verschillende experimentele onderzoekers op het worteloppervlak van ratten en hamsters zowel parodontale ontstekingen als carieuze aantastingen te weegbrengen. Maar al geven deze onderzoeken zekere aanwijzingen, toch is nog niet met zekerheid te zeggen, welke van de op het aangetaste wortelvlak of in de cementplaque dominerende micro-organismen nu precies voor het ontstaan van tandwortelcariës verantwoordelijk moeten worden gesteld: daarvoor is nog te weinig onderzoek uitgevoerd, dat speciaal gericht is op de analyse van de plaqueflora in diverse ontwikkelingsstadia van carieuze laesies.

Een bijkomend bacteriologisch onderscheid tussen kroon- en wortelcariës bestaat in de klaarlijkkelijke ongelijkheid van de bacteriesoorten, die uit de diepere dentinelagen van de aangetaste plaatsen kunnen worden geïsoleerd. Terwijl in de diepste lagen van carieus kroondentine lactobacillen veelal de overhand hebben, zijn dit bij wortelcariës voornamelijk micro-organismen die veel gelijkenis tonen met het genus *Arthrobacter* (Sumney c.s., J Dent Res 53:343, 1974). Maar of dit type bacteriën een vast onderdeel vormt van de flora in carieuze wortelaantastingen, of dat zij werkelijk van invloed zijn bij het ontstaan van het cariësproces, is nog onbekend.

Hun aanwezigheid is voorheen nooit gerapporteerd.

Het beschreven onderscheid in cariogene bacteriepopulaties, die op glazuur en wortelcement koloniseren, kan het gevolg zijn van allerlei factoren, die op hun beurt weer in belangrijkheid verschillen bij oude en jonge individuen, b.v. de duur van blootstelling van de betrokken oppervlakken aan de infectie, de hoeveelheid aanwezig speeksel en de consistentie daarvan, en misschien ook de immunoreacties van de gastheer. De samenstelling van de bacteriële flora kan verder weer haar weerslag vinden in de histologische kenmerken van de ontstane carieuze aantasting, maar ook in de lokalisatie ervan, de verbreiding van de infectie over de worteloppervlakken van het betrokken individu en eventueel in de besmetting van het ene individu door het andere.

#### *Parodontale aantasting*

Blootstelling van het cement aan het mondmilieu schijnt een eerste vereiste tot het optreden van wortelcariës te zijn. Alle publicaties over cariës van het worteloppervlak maken melding van parodontale ontstekingen, die óf vóór óf tijdens de beginfase van de carieuze wortelaantasting zouden zijn ontstaan. In 1974 hebben Scham-schula c.s. de positieve correlatie tussen beide aandoeningen in een epidemiologisch onderzoek aan de bevolking van Nieuw-Guinea bevestigd (zie ook Exc. odont., Sectie II, nr. 821, febr. 1973). Het is echter opmerkelijk dat niet alle typen van parodontale aandoeningen met bijbehorende plaqueflora op gelijke wijze tot het ontstaan van wortelcariës bijdragen.

Zo vonden Sumney c.s. (1975) dat wortelvlakken, grenzend aan pockets als gevolg van parodontitis, in veel gevallen cariës hadden, speciaal bij aanwezigheid van een dikke laag plaque, die gram-positieve bacteriën bevatte. Daarentegen toonden wortelvlakken, grenzend aan pockets van gelijke diepte, maar ontstaan door parodontose, gewoonlijk nagenoeg geen cariës en nauwelijks plaque: een ervaringsfeit trouwens dat iedere practicus wel kent. In verband hiermee wordt opgemerkt dat in de eerder genoemde onderzoekingen aan prehistorische schedels en geëxtraheerde elementen werd gevonden dat recessie van het alveolaire bot en subgingivaal tandsteen vaak samengingen met wortelcariës ter plaatse. Maar daarbij kon natuurlijk niets meer over de toestand van de zachte weefsels worden gezegd.

#### *Invloed van het speeksel*

Het tot nu toe verrichte speurwerk naar de invloed van het speeksel op het ontstaan van cariës heeft bijna uitsluitend het gla-

zuur tot onderwerp gehad: wortelcariës is in dit opzicht nog weinig bestudeerd. Veel onderzoekers hebben gewezen op het feit dat veranderingen in het speeksel de cariësvatbaarheid van oudere personen verhogen. Hoewel deze mening hoofdzakelijk op klinische waarneming berust, moet het mogelijk worden geacht dat modificaties in het speeksel van bejaarden een zodanige vermindering van de reinigende, antibacteriële en bufferende eigenschappen met zich meebrengen, dat in het aldsan ontstane mondmilieu de accumulatie van plaque en in tweede instantie het optreden van wortelcariës wordt bevorderd. De ervaringen met de sterke cariësactiviteit bij met ioniserende stralen behandelde patiënten doen vermoeden dat alleen de vermindering van de speekselafscheiding daartoe al voldoende is. Dat deze vermindering tot op zekere hoogte ook bij niet bestraalde bejaarden optreedt, is wellicht het gevolg van fysiologische omstandigheden; men is ook wel geneigd haar toe te schrijven aan de consumptie van bepaalde geneesmiddelen of aan chronische systeemziekten. Dit alles heeft echter alleen nog maar betrekking op kwantitatieve veranderingen: over gewijzigde kwalitatieve eigenschappen van het speeksel bij het stijgen van de leeftijd is tot nu toe heel weinig bekend.

#### *Aard van het worteloppervlak*

Bij het bestuderen van de etiologie van wortelcariës moeten ook verscheidene structuurkenmerken van de wortel zelf in aanmerking worden genomen. Zo is te bedenken dat het oppervlak van het cement lang niet zo glad is als dat van het glazuur, vooral niet bij aanwezigheid van resten van Sharpey-vezels. Dit kan natuurlijk het cement predisponeren tot een grotere retentie van plaque. Verder is wortelcement samengesteld uit circa 55% organische materie, bestaande uit een raam van collageen vezels, ingebed in grondsubstantie, en 45% anorganische stof, voornamelijk opgebouwd uit kalkzouten. Het is duidelijk dat het hoge gehalte aan organische bestanddelen een belangrijke factor in de histopathologie van wortelcariës kan betekenen. Zo kan het in eerste instantie de demineralisatie vertragen; aan de andere kant is het heel goed denkbaar dat het organische geraamte meer mogelijkheden tot remineralisatie biedt. Een andere bijzonderheid wordt gevormd door de anatomische omstandigheden aan de glazuur-cementgrens: deze kunnen eveneens de aard van het cariësproces beïnvloeden. Die omstandigheden zijn nl. nogal wisselend. Bij ongeveer 30% van de elementen ontmoeten glazuur en cement elkaar om zo te zeggen 'end-to-end', zodat het tandbeen ter plaatse op adequate wijze is bedekt. Maar in 5-10% (volgens Ramsay c.s. (1969) in zelfs meer dan 30%) der gevallen bereiken gla-

zuur en cement elkaar helemaal niet en blijft een strook dentine geheel onbeschermd. In de overige 60-65% van de elementen is het juist omgekeerd: daar overlapt het cement het glazuur enigszins. Volgens Sicher (1962) berust dit laatste op een kleine stoornis in de ontwikkeling: het epitheel dat normaliter het gehele glazuur bedekt, degenereert aan het cervicale eind, waardoor het bindweefsel, dat verantwoordelijk is voor de afzetting van cement, in contact kan komen met het glazuuroppervlak. In veel gevallen bestaan dus onvolkomenheden in de verbinding tussen glazuur en cement, waardoor het tandbeen niet of onvoldoende wordt bedekt. Het staat derhalve meer bloot aan agressieve krachten uit het milieu en wellicht is dit (mede) oorzaak dat er juist op de glazuur-cementgrens zoveel aantastingen tot ontwikkeling komen. Scott c.s. (1974) menen dat wortelcariës zich zeer snel langs overblijfselen van de Sharpey-vezels kan verbreiden, maar dat verklaart niet waarom wortelcariës zich vooral langs de glazuur-cementgrens ontwikkelt en niet willekeurig over het gehele blootliggende worteloppervlak.

#### *Fluoridegehalte van het cement*

Nakata en medewerkers (J Periodontol 1972, 1975) hebben aangetoond dat het fluoridegehalte van het cement met het stijgen van de leeftijd toeneemt. Dit is natuurlijk nog meer het geval wanneer op de een of andere wijze de toevoer van fluoride is verhoogd. In alle leeftijdsgroepen en bij verschillende fluorideconcentratie van het drinkwater toont het wortelcement dus een hoger fluoridegehalte dan het glazuur. Het is echter niet bekend in hoeverre deze factor het cariësproces vertraagt.

#### *Histopathologie van het proces*

Histologisch onderzoek van Johansen (1965) en Furseth (1968, 1970) doet vermoeden dat glazuur, dentine en cement op in principe gelijke wijze door het cariësproces worden aangetast. Ook op het worteloppervlak kent men remineralisatie naast ontkalking. Het meest opvallende morfologische blijk van verlies aan minerale substantie is het ontstaan van hiaten en microkanaaltjes in het aangetaste cement als gevolg van oplossing der kristallen. Aangenomen wordt dat de verdere verbreiding van het proces geschiedt in laterale richting tussen de concentrische cementlagen door. Het resultaat van onderzoekingen door Selvig (1966, 1969) naar ultrastructurele veranderingen in het cement, steunen de theorie dat bij wortelcariës ontkalking weliswaar in het spel is, maar dat daarbij in aanmerking dient te worden genomen, dat de agentia, die verantwoordelijk zijn voor de afbraak van de periodontiumvezels, te-

vens bijdragen tot veranderingen – en misschien zelfs verwijdering – van de collage-matrix van het cement, en dat deze processen mogelijk aan de eigenlijke ontkalking voorafgaan.

### Klinische aspecten

Het klinische beeld is in verband met de bijzondere wijze van verbreiding heel ongelijk en dat heeft wel een aanleiding tot verwarring gegeven. In de verschillende benamingen komt dit tot uiting: behalve van wortel-, cement-, en halscariës (soms ook seniele cariës) spreekt men wel van erosie (die zich overigens juist kenmerkt door afwezigheid van cariës). In eerste aanleg verraad wortelcariës zich door de vorming van een zeer ondiepe holte op het geëxponeerde wortelvlak, soms gepaard gaande met een kalkachtig witte, maar meestal lichtbruine verkleuring, die op den duur in donkerbruin tot zwart overgaat. De aantastingen reiken ook in een later stadium meestal niet diep, zij hebben een wat onregelmatige rand en tonen voornamelijk neiging zich in laterale of verticale richting uit te breiden. Daardoor wordt de pulpa minder snel door het proces bereikt dan bij cariës in het kroongedeelte. Meestal worden de eerste tekenen van verweking aangetroffen ter hoogte van de tandvleeszoom; de aantastingen zijn gewoonlijk bedekt met een dikke laag plaque van geelwitte kleur.

De defecten zijn daar dikwijls geheel door opgevuld. Zij kunnen op alle wortelvlakken vóórkomen, maar het meest worden ze interproximaal of aan de vestibulaire zijde gevonden. Opmerkelijk is dat zij in het begin geheel tot het wortelgedeelte beperkt blijven en dat het glazuur klinisch een volkomen gave indruk maakt. Wel wordt dit bij voortschrijding van het proces veelvuldig ondermijnd.

In dit klinische beeld met zijn vele overgangsvormen zijn minstens twee fasen te onderscheiden. De acute of actieve fase wordt gekenmerkt door een verweking van het worteloppervlak ter hoogte van (of iets onder) de tandvleeszoom. De bijbehorende verkleuring is licht geelbruin. De chronische fase toont daarentegen een leerachtige, donker verkleurde aantasting, waarvan de vrije tandvleesrand zich meer en meer heeft teruggetrokken. Blijft behandeling achterwege, dan kunnen de laesies de gehele tandhals gaan omvatten. Toch wordt ook dan de pulpa meestal niet rechtstreeks in het proces betrokken en pijn is dan ook een weinig gehoorde klacht, afgezien van gevoeligheid voor thermische prikkels.

### Behandeling

In het allereerste stadium levert de behandeling meestal geen moeilijkheden van

enig belang op. Het is voldoende de bodem van de nog zeer ondiepe caviteit goed te polijsten, zodat de zelfreiniging wordt bevorderd. Daarna wordt applicatie van fluoriden toegepast.

De restauratie van meer voortgeschreden aantastingen vergt daarentegen meestal een bijzondere vindingrijkheid, omdat de klassieke regels van de preparatie ter plaatse niet meer opgaan en dus naar andere middelen voor de retentie van het vulmateriaal moet worden omgezien. De moeilijkheden te dien aanzien worden nog vergroot omdat de verticale uitbreiding van de laesies vaak tot de grens van het getraheerde tandvlees reikt. Een verdere belemmering wordt gevormd door de veelvuldig voorkomende interproximale uitbreiding, ook wanneer het bovenliggende glazuur klinisch gezond is.

Onder die omstandigheden is het meestal niet raadzaam de caviteit van het occlusale resp. het incisale vlak uit te openen, ten eerste omdat dan een goede instrumentatie wordt bemoeilijkt en ten tweede omdat dan gauw te veel glazuur wordt opgeofferd. Daarom verdient een benadering van het vestibulaire vlak uit dikwijls de voorkeur. Voortgeschreden laesies bestrijken gewoonlijk twee of meer wortelvlakken. Hier komt men veelal in conflict met de eisen voor retentie van het restauratieve materiaal, aangezien men dan in het algemeen geen box kan prepareren, waarin het kan worden gecondenseerd. Bovendien is het aanleggen van rubberdam dikwijls niet goed mogelijk. Bij deze accumulatie van bezwaren, waarbij ook nog de pulpa dient te worden ontzien, is een ideale restauratie wel uitgesloten te achten. Het enige wat er op zit is de toepassing van een materiaal dat aan minimale retentie voldoende heeft en dat verder ook weinig condensatie behoeft. In aanmerking komen sferisch amalgaam en adhesieve kunststoffen. Te bedenken is ook dat wortelcement een relatief zachte substantie is, hetgeen inhoudt dat bij de preparatie de randen neiging tot onregelmatigheid tonen en dat het afwerken van de restauraties juist daar licht tot onvolkomenheden kan leiden.

Bij elementen waarin de aantasting zich over meer dan twee vlakken uitstrekt bestaat het gevaar dat na preparatie en restauratie de mogelijkheid tot het weerstaan van de kauwkrachten verdwenen is. Uit de aard van de zaak is dan extractie in veel gevallen de aangewezen oplossing maar ook kan endodontische behandeling zijn geïndiceerd. Dit laatste is tevens het geval wanneer eigenlijk de indicatie volledige prothese bestaat, maar waar het echter raadzaam kan zijn geselecteerde wortels te behouden, die dan worden betrokken bij de constructie van een 'overlay-denture'.

### Preventie

Uit het in de vorige paragraaf besprokene volgt dat preventie de beste uitzichten biedt. Het voornaamste probleem daarbij is echter dat de specifieke oorzaken en het beloop van het cariësproces in het worteloppervlak niet voldoende bekend zijn. Populaties met bijzondere vatbaarheid zijn nooit met zekerheid vastgesteld. Zeker, de leeftijd is een factor van belang gebleken, maar er zijn vele andere. Zoals in het voorgaande is uiteengezet, bestaan daaromtrent nog diverse vragen, die door voortgezet onderzoek moeten worden beantwoord, wil men optimale preventieve maatregelen kunnen toepassen. Zolang men b.v. van de specificiteit van de bacterieflora ter plaatse en van de invloeden van aangrenzende parodontale aandoeningen niet meer afweet dan thans het geval is, kunnen deze eigenlijk niet veel anders dan empirisch zijn. Immers de bestaande preventieve maatregelen zijn alleen getest op hun doelmatigheid met betrekking tot het voorkómen van glazuurcariës: of zij een soortgelijk effect hebben op cariës van het worteloppervlak, kan men niet met zekerheid zeggen.

Dit neemt niet weg dat er verschillende preventieve maatregelen in gebruik zijn en in elk geval mag daar een zeker nut van worden verwacht, zo b.v. van de mechanische reiniging van de worteloppervlakken met de gangbare middelen, zoals borstel en tandzijde. En als het waar is dat aan wortelcariës en de omgevende parodontale aandoeningen gemeenschappelijke oorzaken ten grondslag liggen, dan mag worden verwacht dat maatregelen tegen de een ook werkzaam zijn tegen de ander.

Plaatselijke applicatie van fluoriden wordt de laatste jaren door verschillende onderzoekers eveneens aanbevolen om de weerstand van het cement tegen ontkalking te verhogen. Sommigen menen dat de applicatie bij voorkeur zou moeten geschieden in de vorm van gels en vernissen, niet alleen wegens de eenvoud van deze methode, maar ook omdat de beschermende stoffen gedurende langere tijd aan het worteloppervlak gebonden blijven. Het effect ervan is echter niet nauwkeurig bekend; men weet b.v. niet hoeveel applicaties voor een doelmatige cariëspreventie nodig zouden zijn. Dit moet dus nog nader worden geëvalueerd in klinische onderzoeken met de nodige controles.

Het is heel goed mogelijk dat antibiotica in de toekomst ook voor profylactische doeleinden in aanmerking zullen komen. De laatste jaren zijn naar aanleiding van desbetreffend experimenteel onderzoek diverse publikaties verschenen en men heeft met middelen als vancomycine en kanamycine een opmerkelijke – zij het tijdelijke – reductie in de groei van bepaalde cariës-

verwekkende micro-organismen (*S. mutans*) weten te bewerkstelligen. En ofschoon men de rol van cariogene streptococci en actinomyceten in de etiologie van wortelcariës nog niet geheel overziet, is er toch iets te zeggen voor intermitterende toepassing van antibiotica, althans bij geselecteerde patiënten, nl. zij, die sterk aan deze vorm van cariës onderhevig zijn en wier lichamelijke indispositie de toepassing van de conventionele mondhygiënische maatregelen te zeer belemmert. Er dient echter aanstonds aan te worden toegevoegd dat voorzichtigheid daarbij geboden is: de consequenties van een zodanige medicatie op langere termijn zijn ook nog niet voldoende onderzocht. Daarom moet een meer algemene toepassing van antibiotica e.d. ter bestrijding van wortelcariës thans zeker nog worden ontraden (zie ook *Ned Tijdschr Tandheelkd* 81: 359-366, okt. 1974).

De invloeden van de voeding in dit opzicht zijn ook nog niet duidelijk, aangezien de relatie tussen specifieke voedingsbestanddelen en tandwortelcariës nog onvoldoende zijn onderzocht. Men heeft uit het tot nu toe verrichte speurwerk genoeg ervaring opgedaan om te kunnen zeggen dat suikerbevattende voedings- en genotmiddelen met hoge retentie-capaciteit tot een minimum beperkt dienen te blijven. Voor zover hapjes tussen de maaltijden voor het welbevinden van bejaarden al gewenst zijn, zullen die zo weinig mogelijk en liefst helemaal geen licht fermenteerbare suiker moeten bevatten.

### Conclusie

Cariëuze aantasting van het worteloppervlak zal zeker in hogere mate mogen wor-

den verwacht, als het aantal oudere personen met natuurlijke elementen toeneemt. Onvermijdelijk zal daar in de praktijken meer aandacht aan moeten worden besteed. Uit het voorgaande is echter gebleken dat zowel met betrekking tot de restauratieve therapie als tot de preventie veel vragen tot nu toe onbeantwoord zijn gebleven.

Wél zijn er therapeutische en preventieve mogelijkheden die voor toepassing in de praktijk in aanmerking komen, maar zij zijn bij nader inzien beperkt. Daardoor dringt zich als vanzelf de vraag op of zij wel zoveel zin hebben, gezien ook de meestal gevorderde leeftijd der betrokkenen, bij wie het tandvles soms al vrij sterk is teruggetrokken en bij wie hygiënische maatregelen, mede in verband met bestaande parodontale ontstekingen en dystrofieën, geen optimaal resultaat meer kunnen afwerpen. Is dan een prothese niet een meer reële oplossing? Het antwoord moet luiden: in sommige gevallen natuurlijk wel, maar dat hangt van uiteenlopende factoren af. Om er twee te noemen: hoe staat de betrokken patiënt tegenover het verlies van zijn natuurlijke gebit (dat is immers heel verschillend) en in de tweede plaats: hoeveel retentiemogelijkheden voor een totale prothese biedt straks de tandeloze kaak. Wat het eerste punt betreft, als de patiënt zich voor het behoud van zijn natuurlijke elementen niet gemotiveerd toont en daartoe ook moeilijk te motiveren is, hetgeen blijkt uit de mate van zijn eigenverzorging, dan is van moeizame therapeutische en preventieve behandeling ook weinig heil te verwachten. Echter bij het tweede punt geldt de overweging dat in de meeste gevallen al een aanzienlijke tandvlesretractie is ontstaan en dit kan erop

duiden dat straks na extractie een kaakschrompeling zal optreden, die voor de protheseretentie niet bepaald bevorderlijk is. Nu weten veel oudere patiënten zich daar verrassend goed mee te redden, maar anderzijds kan men evenveel gevallen noemen waarin de prothese dan een voortdurende bron van pijn en ander ongerief vormt. En iedere practicus weet uit ervaring dat bij slechte hygiënische omstandigheden een totale prothese een zeer onsmakelijk alternatief voor het afgekeurde natuurlijke gebit kan betekenen. De juiste beslissing kan dus moeilijk genoeg zijn.

Hoe dit ook zij, men mag aannemen dat, naarmate de mogelijkheden tot behoud van het natuurlijke gebit, ook op hogere leeftijd, toenemen, ook steeds meer mensen daar gebruik van zullen wensen te maken, omdat bij velen een natuurlijke weerzin tegen het dragen van een vervanging bestaat. Het is dus goed zich van de ontwikkeling van de thans reeds bestaande mogelijkheden rekenschap te geven. Dat kan een stimulans geven tot het inzicht, dat men behoedzaam dient te wezen met de beoordeling van de gebitten van hen, die door wortelcariës zijn aangetast.

V.

### Literatuur:

1. *Banting, D. W., Ellen, R. P.* (1976): Carious lesions on the roots of teeth: a review for the general practitioner. *J Can Dent Assoc* 42:496-502.
2. *Jordan H. V., Sumney D. L.* (1973): Root surface caries: review of the literature and significance of the problem. *J Periodontol* 44:158-163.

### Boekbesprekingen

John W. McLean: *Wissenschaft und Kunst der Dentalkeramik*. 335 pag. Buch- und Zeitschriften-Verlag 'Die Quintessenz', Berlin, Chicago, Rio de Janeiro und Tokio 1978. Prijs f 204,—.

Het betreft hier een viertal monografieën die gebundeld zijn uitgegeven in een Duitse vertaling. De vertaler raadt de klinisch geïnteresseerde lezers aan met het lezen van de delen III en IV te beginnen, om zich dan in een later stadium in de delen I en II te verdiepen. Dit is een goed advies, omdat beide eerste delen weliswaar interessant, maar technisch zeer diepgaand zijn. De schrijver is een autoriteit op het gebied van het tandheelkundige porselein en verwoordt in dit boek al zijn door jarenlange ervaring en onderzoek verworven kennis.

Allerlei eigenschappen van het porselein zoals de samenstelling, de hardheid en de invloed van het bewerken hierop komen aan de orde. Ook de materialen voor het bakken van porselein op goud worden behandeld, evenals de problemen die zich bij dit opbakken kunnen voordoen, de aard van de binding metaal/porselein en het testen van de sterkte van deze binding. Tenslotte volgt een vergelijking van edele en niet-edele metaallegeringen waarop porselein kan worden gebakken en een beschrijving van een betrekkelijk nieuw proces, te weten het opbakken van porselein op een platinafolie. Dit laatste leidt tot een soort gewapende jacketkroon, waarmee de kringloop in de geschiedenis van de jacketkroon is gesloten, immers de eerste jacketkronen werden door Land op een geplette metaalkap vastgebakken. Daar dit metaal doorschermde werd in tweede instantie

de techniek van de verwijderbare platinafolie ontwikkeld. Voor degenen die geregeld met dit materiaal werken bevat dit deel van het boek een enorme hoeveelheid informatie. De delen III en IV richten zich meer op de klinische aspecten van het porselein als restauratiemateriaal. In deel III wordt de esthetiek van het materiaal behandeld en komen onderwerpen als optische eigenschappen, kleur, kleurbevestiging en het aanbrengen van speciale effecten aan bod. De invloed van de tandvorm op de esthetiek wordt besproken, evenals het nabootsen van natuurlijke elementen. Tenslotte gaat de auteur in op de mogelijkheden van het gebruik van porselein bij totale gebitsrehabilitaties. Dit alles is toegelicht aan de hand van duidelijke schema's en kleurenfoto's. Deel IV beslaat bijna de helft van het boek. Dit is niet verwonderlijk, want hier wordt