

## Sectie Basisvakken (Bacteriologie, Microbiologie, Histologie, Chemie)

## MONDMILIEU EN CARIËS

PROF. DR. K. C. WINKLER (Rijksuniversiteit Utrecht)

De mondholte bevat miljarden commensale bacteriën. De flora verschilt van plaats tot plaats (tong, wang, tonsil). Voor ons is slechts de flora van belang die zich na de tanddoorbraak op het tandoppervlak en in de sulcus gingivalis ontwikkelt en na de tanduitval verdwijnt. Zij wordt geselecteerd door aanhechting aan dat oppervlak, door milieucondities (temperatuur, vochtigheid, pH, voedingsmiddelen, speekselfactoren) en – onderling – door symbiose of antagonisme.

Voor cariës werd de causale betekenis van de plaqueflora duidelijk gemaakt door het ontbreken van cariës bij kiemvrije dieren, de betekenis van voedsel door het ontbreken van cariës bij maagsonde voeding.

Cariësinitiatie gaat gepaard met ontkalking. De aandacht viel daarom eerst op zuurvormende bacteriën. Lactobacillen, door Miller het meest verdacht, kregen minder betekenis toen bleek dat zij slechts minder dan 0,3% van de plaqueflora vormden. Zuur-vormende streptococci traden toen op de voorgrond, vooral die streptococci die bij suikerovervloed een glycogeenachtige stof als intern polysaccharide (IPS) stapelen, tijdens de stapeling extra zuur vormen en bij suikergebrek doorgaan met zuurproductie (Van Houte).

De melkzuurconcentratie aan het glazuuroppervlak is afhankelijk van het suiker-

aanbod, van de zuurproductie (aard en aantal bacteriën) in de plaque, van de buffercapaciteit en stroomsnelheid van langs-stromend speeksel, maar vooral van (het kwadraat van) de plaquedikte (Stralvors, Fosdick). Ook regelmatig suikeraanbod bleek deletair. Dit vormde een nieuw pleidooi voor mondhygiëne en snoepbestrijding, maar verklaarde ook de predictie van cariës in interproximale ruimten met grote relatieve plaquedikte (langs diffusie-weg).

De plaquevorming kwam nu op de voorgrond. Uit dierproeven was gebleken dat hamsters op een cariëgeen dieet slechts cariës kregen als zij met bepaalde streptococci waren besmet (Keyes). De vestiging van streptococci uit menselijke tandplaque op het dierlijke gebit vereiste een dieet met veel saccharose. De herontdekking van *Streptococcus mutans* (Carlsson, 1967), die uit saccharose (maar niet uit andere suikers) kleverige glucose polymeren (dextraan, mutaan) maakt, zich tijdens de mutaanvorming in vivo sterk aan het tandoppervlak hecht en nog veel zuur vormt bovendien, scheen *Str. mutans* als een specifieke plaquevormer, ja als een specifieke verwekker van cariës aan te wijzen.

Bij een saccharose-vrij dieet verdwijnt *Str. mutans* uit de mond (De Stoppelaar). Immunisatie tegen *Str. mutans* of tegen het dextraan vormend enzyme had expe-

rimenteel succes en steunde de gedachte van een specifieke verwekker. Toch kan *Str. mutans* slechts de initiator zijn. Als er een plaque is, dragen alle andere zuurvormers tot de cariësprogressie bij.

In de laatste jaren is door verbetering van anaërobe technieken de studie van de plaqueflora geïntensiveerd zodat een groter deel wordt gekweekt en geïdentificeerd. Een deel van deze organismen, met nieuwe namen voorzien (*Bacterionema*, *Acinomyces*), zijn sterke zuurvormers en zouden concurrenten van *Str. mutans* kunnen blijken.

Ook aan het gingivitisfront is van alles gebeurd. De flora in de subgingivale plaque verschilt van die boven de sulcus. De vloeistofstroom door de sulcus, het uitreden van leucocyten door het slijmvlies, scheppen hier een heel ander milieu. Het slijmvlies blijft barrière en houdt bacteriën tegen. Bij gingivitis vindt men een relatieve vermeerdering van gramnegatieve bacteriën (*Vibrio sputorum*, *Fusobacterium*; Van Palenstein Helderman) en van verschillende enzymen. De gedachte dat hyaluronidase uit grampositieve bacteriën het slijmvlies doorlaatbaarder maakt voor de endotoxines van de gramnegatieve floracomponenten, is aantrekkelijk. Ook hier geldt weer dat goede reiniging en slijmvlies-stimulatie het proces inperkt.

## IS IMMUNISATIE TEGEN CARIËS MOGELIJK?

DR. J. H. J. HUIS IN 'T VELD (Rijksuniversiteit Utrecht)

Als mogelijk preventiemiddel tegen tandcariës komt immunisatie de laatste jaren steeds meer in de belangstelling te staan. Niet alleen in de wetenschappelijke literatuur maar vooral in krante-artikelen wordt gesuggereerd dat immunisatie tegen cariës binnen afzienbare tijd tot de mogelijkheden zal behoren. Aangezien de huidige tandarts zich hoofdzakelijk bezig houdt met het behandelen van cariës, zal een met succes toegepaste algehele immunisatie tegen cariës verstrekkende gevolgen hebben voor de werkzaamheden van de algemeen-practicus. De bedoeling van deze bijdrage is, om op basis van de tot dusver beschreven theorieën en resultaten, een overzicht te geven van de mogelijkheden van cariëspreventie d.m.v. immunisatie.

Ongeveer tegelijkertijd met het begin van het tandheelkundig onderwijs in Nederland, postuleerde Miller zijn chemoparasitaire theorie van tandcariës: De door bacteriën gevormde zuren tasten het glazuur aan. Deze theorie is tot op de dag van vandaag in principe nog steeds geldig. Cariës is dus een door bacteriën veroorzaakte ziekte.

Immunisatie is met veel succes toegepast bij die ziekten (difterie, pokken, cholera etc.), die een infectieus en besmettelijk karakter hebben. Door immunisatie tracht men de specifieke verwekker of zijn producten (b.v. toxinen) selectief uit het lichaam te verwijderen of te neutraliseren. Is cariës met één van bovengenoemde infectieziekten te vergelijken? Is er een specifieke verwekker aanwijsbaar?

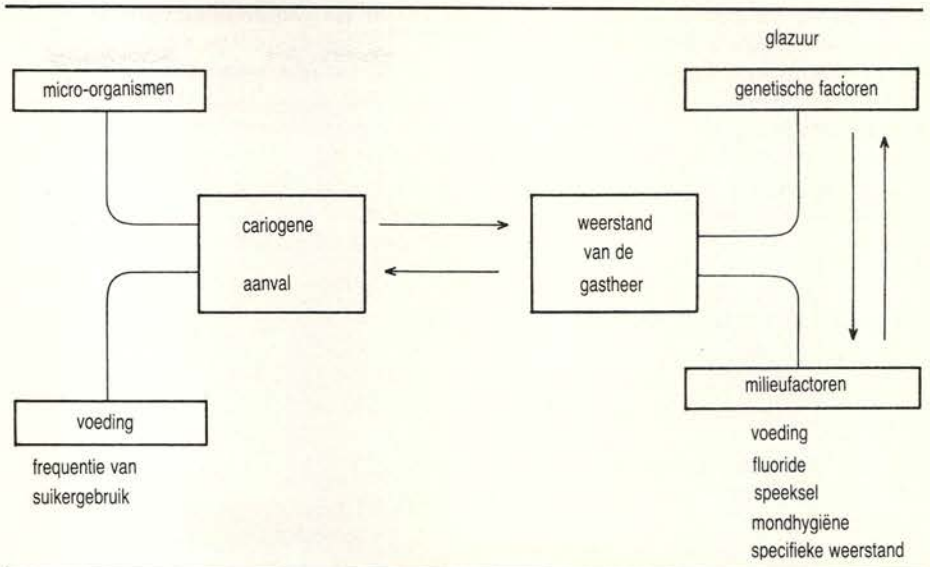
Algemeen kan gesteld worden dat cariës het gevolg is van een dynamische interactie tussen de weerstand van de gastheer en de cariogene aanval gedurende het leven (afb. 1). De aanval wordt gevormd door bacteriën (Miller) en de voeding, waarbij vooral de frequentie van suikergebruik van belang is. De weerstand van de gastheer omvat enerzijds factoren die genetisch bepaald zijn, anderzijds factoren die wel van buitenaf te beïnvloeden zijn. Bij immunisatie wordt één van deze milieufactoren, de specifieke weerstand, verhoogd, waardoor er meer weerstand tegen de cariogene aanval geboden kan worden.

Waarmee moet nu geïmmuniseerd worden? Recent bacteriologisch onderzoek heeft aangetoond dat naast zuurvorming

ook andere eigenschappen van bacteriën (plaquevorming d.m.v. extracellulaire polysacchariden, vorming van intracellulair reservemateriaal, het vermogen zich aan het tandoppervlak te hechten) een essentiële rol spelen bij het cariësproces.

Bovendien vond men dat een bepaalde plaquebacterie (*S. mutans*), die alle bovengenoemde eigenschappen bezit, meer voorkwam bij mensen met veel cariës. Immunisatieproeven waren dan ook in de eerste plaats gericht tegen deze bacteriesoort.

In dit verband moet gewezen worden op epidemiologisch onderzoek, waarbij bij mensen met en zonder cariës, afweerstoffen tegen *Streptococcus mutans* in serum en parotisspeeksel zijn gemeten. Aan de andere kant zijn bij dieren (ratten, apen) die kunstmatig geïnfecteerd zijn met *S. mutans*, immunisaties uitgevoerd die in veel gevallen een vermindering in ontstaan en voortschrijden van cariës te zien gaven. Deze vondsten geven aanleiding



tot een beschouwing van de mogelijke mechanismen waardoor immunologische factoren het cariësproces kunnen beïnvloeden, en van de praktische toepasbaarheid en de te verwachten problemen t.a.v. immunisatie tegen cariës.

vloeden, en van de praktische toepasbaarheid en de te verwachten problemen t.a.v. immunisatie tegen cariës.

## MORFOLOGISCHE VERANDERINGEN IN GLAZUUR GEDURENDE HET CARIËSPROCES

PROF. DR. I. MOLENAAR (Rijksuniversiteit Groningen)

Ten behoeve van een allereerste verwerking van het voedsel heeft de natuur tijdens de evolutie bij de meeste zoogdieren klaarblijkelijk gekozen voor in de kaakbevestigde gebitselementen. Voor het probleem van een te snelle abrasie van deze uit tandbeen opgebouwde organen werd een niet gemakkelijke, maar goede oplossing gevonden door ze te bekleden met glazuur, dat zijn slijtvastheid ontleent aan zijn structuur en samenstelling. Met name de grote hardheid wordt veroorzaakt door het hoge gehalte (96%) aan het mineraal hydroxyapatiet, de anorganische component van het glazuur. Deze voor de functie zo adequate eigenschappen verkeren nu juist helaas in nadelen als het gaat om een antwoord op de invloeden van de cultuur en het daar gebruikelijke voedsel, dat in de cariësgenese een zo belangrijke rol speelt. Hierbij komt dat de ontwikkeling van het glazuur zo verloopt dat ameloblasten van het toneel verdwijnen, nadat de 'rijping' (verkalking) van de door hen gevormde glazuurmatrix tot volwassen glazuur en de doorbraak van het element heeft plaatsgevonden. Dit simpele feit kan glazuurcariës verstrekkende en unieke consequenties doen hebben omdat, anders dan bij dentine-cariës en vergelijkbare processen in botweefsel, van indammen laat staan van herstel van de schade door cellulaire activiteiten geen sprake is.

Het ontbreken van cellen door het glazuur maakt tevens dat glazuurcariës morfologisch niet te beschrijven is in termen van beschadiging van een weefsel, maar als veranderingen in een verkalkt secretieproduct waarvan de organische component, het enamelline, na de rijping slechts 4% uitmaakt. Dit heeft ertoe geleid dat structuurstudies thans minder dan vroeger door histologen, maar veeleer door vaste stof-chemici ter hand worden genomen. De taak van de morfoloog kan zich nu beperken tot een studie van dië structuren in het glazuur, die het meer doen zijn dan een homogeen mengsel van apatiet en enamelline en aan consequenties van deze structuren van het cariësproces. Deze structuren kunnen weliswaar verschillen in ontstaanswijze en benaming, doch zijn steeds terug te voeren op lokale inhomogeniteiten in de verdeling van de anorganische en organische component. Als zodanig is allereerst de trias glazuurprisma, prisma-schede en interprismatische substantie te beschouwen, maar dit geldt ook voor lijnen van Retzius, lamellen, tufts, en dergelijke structuren. Morfologisch begint glazuurcariës met een zgn. initiële lesie. Macroscopisch is dit een klein opaak wit vlekje dat lichtmicroscopisch blijkt te bestaan uit vier lagen, die gekenmerkt worden door verschillende graden van poreusheid, die met het polarisatiemicroscop goed kan wor-

den bestudeerd. De diepste laag, langs de grens met het gezonde glazuur, is doorschijnend van karakter en voorzien van slechts een zeer klein aantal vrij grote poriën, veroorzaakt door oplossen van apatiet. De daarop volgende laag is donker en heeft behalve meer grote poriën ook nog zgn. microporiën, die waarschijnlijk het gevolg zijn van remineralisatieprocessen. De derde zone neemt het grootste deel van de initiële lesie in beslag en vertoont relatief veel verlies aan apatiet; de poriën zijn hier groter en veelvuldiger. De oppervlakkige laag lijkt niet erg veranderd en heeft slechts een gering aantal poriën, vergeleken met de donkere laag. Het merkwaardige gedrag van deze laag heeft niet in de eerste plaats te maken met speciale eigenschappen die wel worden toegeschreven aan het natuurlijke oppervlak van het glazuur, d.w.z. aan de laag die de ameloblasten aan het einde van hun activiteit afzetten.

Bij nader onderzoek met het elektronenmicroscop naar de aard van deze poriën blijkt dat dit instrument ondanks het betere oplossende vermogen allèen de morfoloog niet voldoende informatie verschaft: er blijven vragen over onvermijdelijk optredende artefacten en validiteit van waarnemingen. Niettemin is gevonden, dat de wijze waarop bij het cariësproces het glazuur wordt aangetast gedeeltelijk afhankelijk is van de reeds eerder aange-

duide lokale verschillen in samenstelling en organisatie van organische en anorganische component. Zo blijkt bijvoorbeeld de oriëntatie van de apatietkristallieten in het prisma van belang te zijn. Veranderingen in het kristalliet zelf (centrale defecten), zoals die in carieus glazuur worden aangetroffen, worden elders nader belicht.

Over de rol van de organische matrix in het cariësproces en de veranderingen in het eiwitkarakter daarvan tijdens dit proces is nog weinig bekend. Wel staat vast dat ter plaatse van hogere dichtheden in deze matrix (in de prismascheden) gemakkelijk rekristallisatie van de anorganische component kan optreden, terwijl daar waar relatief minder organische matrix is

(in het centrum van de prisma's en in de interprismatische gebieden) het transport van het opgelost apatiet wordt bevorderd.

Adres: Centrum voor Medische Elektronenmicroscopie, Oostersingel 69/2, Groningen.

## DE INVLOED VAN ZUREN OP TANDGLAZUUR

PROF. DR. J. ARENDS (Rijksuniversiteit Groningen)

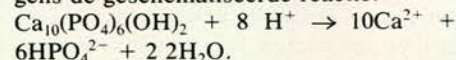
Bij een beschouwing van de inwerking van zuren op glazuur moet onderscheiden worden tussen:

1. de inwerking van zwakke zuren tijdens het cariësproces, en
  2. de inwerking van sterke zuren. Dit laatste is van praktisch belang b.v. bij het conditioneren van glazuur bij sealing.
- Over beide aspecten zijn door recente vondsten nieuwe inzichten verworven.

Ad 1. Het cariësproces.

Diverse bacteria in de plaque op het tandglazuur produceren zuren; in hoofdzaak is dit melkzuur met de formule  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ . Het zwakke zuur, melkzuur, werkt voornamelijk in op het glazuur d.m.v. de  $\text{H}^+$ -ionen van de zuurgroep. (We zien hier voor de eenvoud af van chelatie.)

De  $\text{H}^+$ -ionen dringen zeer snel het glazuur binnen waarbij reacties met het hydroxylapatiet ('het mineraal') plaatsvinden volgens de geschematiseerde reactie:



De reactievergelijking geeft slechts begin en einde weer van een proces, waarvan het verloop waarschijnlijk in belangrijke mate wordt bepaald door het tussentijds gevormde brushiet ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) en door de zogenaamde niet-stoichiometrische apatieten. Tenslotte hebben organische stoffen in de plaque invloed op het ontkalkingsproces.

De aantasting van het glazuur door  $\text{H}^+$ -ionen is waarneembaar op drie niveaus:

- a. **Macro-niveau:** white spotvorming. De ontkalking-demineralisatie vindt plaats *onder* het oppervlak. Hierbij ontstaat een nog relatief harde oppervlaktelaag boven de lesie (zie afb. 1).
- b. Het **prisma-niveau** ( $\pm 5 \mu\text{m} = 5 \times 10^{-4}\text{cm}$ ).

Glazuur is opgebouwd uit glazuurprisma's. De ontkalking vindt primair tussen deze prisma's plaats, d.w.z. in de in hoofdzaak uit hydroxylapatiet bestaande interprismatische gebieden (zie afb. 2). Later, d.w.z. bij verdergaande ontkalking tijdens het cariësproces, gaat de prismastructuur verloren en de organische matrix waarin het hydroxylapatiet zich bevindt wordt geheel vernietigd.



Afb. 1. White spot (opname Drs. Tj. Pot-G.O. - T.N.O.).



Afb. 2. Glazuurprisma's in doorsnede. De ontkalking vindt interprismatisch plaats bij ongefluorideerde elementen (S.E.M. opnamen - Dr. W. L. Jongbloed - R.U. Groningen).

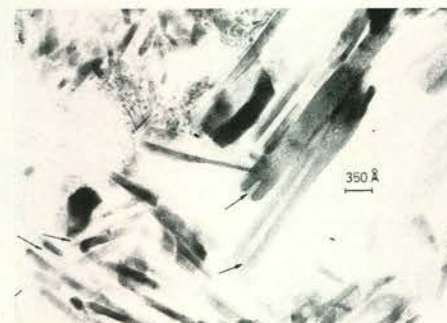
- c. Het **kristalliet-niveau** ( $\pm 100 \text{ \AA} = 10^{-6}\text{cm}$ ).

Eén prisma is weer opgebouwd uit miljoenen kleine kristalletjes hydroxylapatiet: de z.g. kristallieten. De zuuraantasting is hier sterk anisotroop. Het zuur (de  $\text{H}^+$ -ionen) tasten in eerste instantie de kern en niet de buitenkant van de kristallieten aan (zie afb. 3).

Dit laatste effect is zowel voor de cariëspreventie als voor *remineralisatie* van groot belang.

Ad 2. De inwerking van sterke zuren.

Onder andere bij de 'sealing' wordt glazuur kortstondig geëtsd of 'geconditioneerd' met een sterk zuur (37%  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). De inwerking op het glazuur kan een geheel andere zijn dan besproken onder punt 1 (zie afb. 4).



Afb. 3. Glazuurkristallen. De uitholling door zuren van de verschillende kristallieten is in eerste instantie in de kristallietkern (zie pijl).



Afb. 4. De kortdurende (1 minuut) etsing met 37%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  van gefluorideerd tandglazuur (S.E.M. opname). De vergroting is minder sterk dan in afb. 2. Merk op dat de omtrekken van de prisma's die in afb. 2 'leeg' zijn hier juist zijn blijven staan.

Het blijkt dat indien weinig  $\text{F}^-$  aanwezig is de aantasting primair interprismatisch plaatsvindt; indien relatief veel  $\text{F}^-$  aanwezig is begint de aantasting door sterke zuren juist in het prismacentrum. Doordat het fluoride in het algemeen onregelmatig over elementen is verdeeld (indien we op m-schaal waarnemen), is het etspatroon dikwijls van plaats tot plaats verschillend.

## INTERNE FACTOREN BIJ REMINERALISATIE

PROF. DR. J. ARENDS (Rijksuniversiteit Groningen)

Remineralisatie van glazuur is klinisch reeds dikwijls waargenomen. In de afgelopen jaren is het mogelijk geworden remineralisatie in vitro te bewerkstelligen en te meten.

Het begrip remineralisatie betekent letterlijk: het opnieuw aanbrengen van een mineraal. De term remineralisatie kan dus betekenen het aanbrengen van hydroxylapatiet (= recalcificatie) maar ook het precipiteren van een ander mineraal (b.v. een tinfosfaat na applicatie van tinfluoride).

Wij zullen ons hier beperken tot het eerst genoemde punt: recalcificatie.

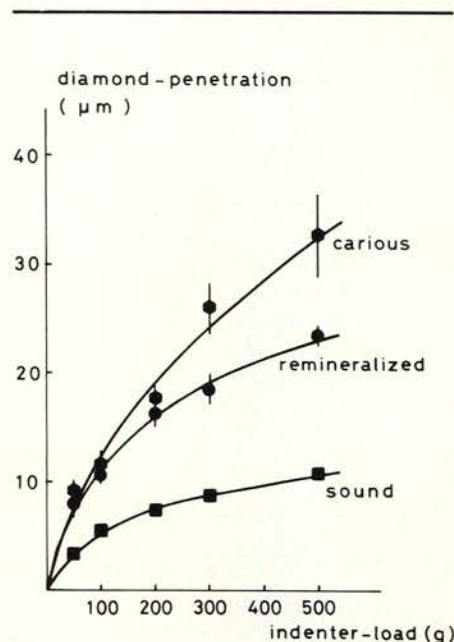
De interne factoren die de recalcificatie beheersen zijn voor een deel nog onbekend. Van belang zijn in elk geval:

1. de organische matrix in het glazuur;
2. het  $F^-$ -ion;
3. de pH;
4. bepaalde ionen  $P_2O_7^{4-}$ ,  $HCO_3^-$  etc. (alle in negatieve zin);
5. een bepaalde  $Ca^{2+}$ - en  $PO_4^{3-}$ -concentratie.

Er bestaan aanwijzingen, dat recalcificatie alleen optreedt wanneer nog organische matrix aanwezig is. Indien de organische matrix geheel vernietigd is bij het cariësproces is recalcificatie dan ook waarschijnlijk *niet* meer mogelijk.

De rol van het  $F^-$ -ion is een zeer belangrijke tijdens de recalcificatie. Alle tot nu toe verrichte experimenten laten zien dat de 'effectiviteit van recalcificatie' zeer sterk toeneemt bij aanwezigheid van kleine hoeveelheden  $F^-$ . Een maat voor deze effectiviteit kan worden gevonden in de uitkomsten van hardheidsmetingen, waarbij men de diepte van indringing van een piramidevormige diamantpunt bij verschillende belastingen bepaalt. Geremineerd glazuur is harder dan carieus glazuur maar minder hard dan het gezonde materiaal (zie afb. 1).

Voor een verklaring van het mechanisme van de recalcificatie van lesies is inzicht in het proces van het opvullen van microporiën met apatiet en in de wijze van kristallisatie van hydroxylapatiet nodig.



Afb. 1. De diepte waartoe een diamant indringt bij een bepaalde belasting in grammen voor gezond, carieus en geremineerd carieus glazuur.

## Sectie Restauratieve en prothetische tandheelkunde

### OVERKAPPINGSPROTHESE, EEN KUNSTGEBIT ZONDER PROBLEMEN?

A. G. DIJKMAN

Een zeer aanzienlijk deel van de Nederlandse volwassenen beschikt niet meer over het eigen, natuurlijke gebit. In brede lagen van de bevolking wordt het verlies van het blijvend gebit ook niet als een nadeel gezien. Tandbederf en onverwachte kiespijnen hebben hen vaak van jongs af aan naar een definitieve oplossing doen uitzien: totale extractie voor een kunstgebit. In Nederland laat 25% van de verplicht verzekerden zich halfjaarlijks door een tandarts controleren. Het zou interessant zijn al hun beweegredenen hiervoor te kennen; een van deze redenen zou een zo lang mogelijk voor een volledige prothese gevrijwaard worden kunnen zijn. Zij vormen, gelukkig, een steeds groter wordende minderheid die de eigen tanden en kiezen zelf weten te verzorgen en de hulp van de tandarts daarbij weten te waarderen. Voor de laatstgenoemde categorie zou het onderwerp van deze voordracht als een hulpmiddel kunnen dienen bij hun tandheelkundige behandeling. Een overkappingsprothese vereist een geïnteresseerde en gemotiveerde patiënt,

die weet wat er in zijn of haar mond is vervaardigd en die ook voor de laatste pijlers een goede mondhygiëne weet op te brengen. Zo niet dan zijn alle werk, moeite en kosten verspild en wordt het resultaat een teleurstelling voor alle partijen.

Een in de dertiger jaren door Elbrecht opgestelde indeling onderscheidt een drietal mogelijkheden in de functionele afsteuning van een partiële prothese:

- een mucosale afsteuning,
- een parodontale afsteuning en
- een dento-mucosale afsteuning.

Al naar gelang de plaats van de parodontale steunpunten in de tandboog zou voor een overkappingsprothese een volledige parodontale afsteuning mogelijk kunnen zijn; door de in de praktijk als regel voorkomende mutilaties hebben deze prothesen veelal een dento-mucosale afsteuning. Het mucosale afsteuningsdeel wordt gevormd door de op de mucosa aanliggende prothesebasis; het parodontale afsteuningsdeel door een of meer overkapte gebitselementen. Een belangrijk onder-

deel in het ontwerp van een overkappingsprothese wordt gevormd door de verbinding tussen prothese en pijler(s). Hiervoor bestaat een aantal keuzemogelijkheden; van een eenvoudig oplegpunt tot een machinaal vervaardigd precisie-attachment. Welk van de verbindingmogelijkheden wordt gekozen is afhankelijk van wat met de prothese en de functie van de steunpunten wordt nagestreefd. Handhaving van endodontisch behandelde wortels van gebitselementen in de tandboog - 'overkapt' door een amalgaamvulling - onder een prothesebasis, maakt het mogelijk de processus alveolaris ter plaatse van deze elementen haar natuurlijke contour te laten behouden.

Als regel is het beperken van de kaakbotresorptie niet het hoofddoel dat met de vervaardiging van een overkappingsprothese wordt nagestreefd. Een onder alle omstandigheden goed vastzittend kunstgebit is voor de patiënt vaak belangrijker. Een goede retentie is voor elke prothetische voorziening een essentiële voorwaarde. Evenals voor restauraties in het