

ASPECTEN VAN AMALGAAMRANDEN

EEN IN VITRO ONDERZOEK

B. A. MESMAN SCHULTZ

*Uit de vakgroep Conserverende tandheelkunde van de rijksuniversiteit te Utrecht.**Voorzitter: D. P. van Wijk.**Trefwoorden: Materiaalkunde – Restauratieve tandheelkunde – Amalgaam.**Inleiding*

Klinische beoordeling van restauraties geschiedt aan de hand van een aantal waarnemingen, die in de regel met het blote oog zichtbaar of met instrumentarium voelbaar zijn (Mahler, 1976).

Bij amalgaamrestauraties beoordeelt men – naast de morfologie – in het algemeen de glans, de ruwheid en de randaansluiting van het restauratieoppervlak (Dérand, 1977; Wing, 1966). Vooral afwijkingen van wat een acceptabele randaansluiting wordt genoemd en die niet meer met eenvoudige middelen gecorrigeerd kunnen worden, zullen de clinicus doen besluiten restauraties te vervangen. Daarbij neemt hij in een groot aantal gevallen zijn beslissing op grond van een duidelijk waarneembare spleetvorming tussen materiaal en caviteitswand. De wetenschap, dat op die plaatsen het restelement bedreigd wordt door het optreden van cariës is voor hem de aanleiding tot het vernieuwen van de betreffende restauratie.

In een vorige publikatie (Mesman Schultz, 1979) werd reeds aangegeven, dat tijdens het verharderen van amalgaam – op klinische wijze gecondenseerd – aanzienlijke contracties kunnen ontstaan. Om na te gaan in hoeverre deze dimensionele veranderingen verantwoordelijk zijn voor het ontstaan van randspleten en/of gebrek aan wandadaptatie werden thans de expansie- c.q. contractiecurven van 6 merken amalgaam onderzocht.

Tevens werd een proefopstelling ont-

wikkeld, waarmee de relatie tussen de dimensionele bevindingen en een simulatie van het klinisch aspect ten aanzien van de spleetvorming via een microfotografische methode kon worden vastgelegd.*)

*Doel van het onderzoek**1. Ontwikkeling van de methode*

Teneinde na te gaan in hoeverre de dimensionele veranderingen bij de verharding van amalgaamlegeringen verantwoordelijk zijn voor de spleetvorming werd een reproduceerbare methode ontwikkeld, die de beperkingen, die andere onderzoekers bij hun laboratoriumwerk ondervonden, zoveel mogelijk elimineert.

De beperkingen waren voornamelijk gelegen in het feit dat, wil men met behulp van een fotografische registratiemethode via de microscoop een redelijk resultaat bereiken, men slechts over een geringe dieptescherpte beschikt. Om dit nadeel te voorkomen is het noodzakelijk, dat zowel caviteits- als restauratierand zoveel mogelijk in hetzelfde platte vlak liggen. Indien echter tijdens de verharding van de legering dimensionele veranderingen optreden zal dit niet meer het geval zijn. Men ontkomt dan ook niet aan slijpende bewerkingen van het oppervlak van het proefobject.

De daarbij optredende zijdelingse krachten doen dan echter afbreuk aan de onderlinge ligging van de randen daar in vele gevallen dislocatie optreedt van de restauratie in de proefcaviteit (Letzel, 1972). Om dit bezwaar te ondervangen, werd een simulatiemal ontwikkeld in een vorm, die principiële kenmerken van een MOD-caviteit vertoont. Door deze vorm van de mal wordt, indien op het juiste tijdstip een slijpende bewerking wordt uitge-

Samenvatting:

In dit onderzoek werd nagegaan in hoeverre de dimensionele veranderingen, die amalgaamlegeringen bij het verhardingsproces vertonen, verantwoordelijk zijn voor het optreden van spleten tussen restauratie en caviteitswand. Tevens werd het gedrag van het materiaal, gelegen tegen de 'pulpale kern' van de gesimuleerde caviteitspreparatie, gevisualiseerd.

Teneinde via een gestandaardiseerde en reproduceerbare methode de benodigde laboratoriumproeven te kunnen uitvoeren werd een speciale, wielvormige mal ontworpen, die de klinische situatie enigszins benadert. Met behulp daarvan werd het gedrag van 6 amalgaammerken geobserveerd en fotografisch vastgelegd. Daarbij bleek duidelijk, dat de door de fabrikant opgegeven waarde van de 24-uurs expansie niet een maatstaf is voor de mate van het optreden van randspleten, maar dat daarvoor het verloop van de expansiecurve (zie afb. 2) meer verantwoordelijk is. In dit onderzoek werd aangetoond dat legering met een expansiecurve die vlak verloopt en daarenboven dicht bij de nullijn ligt de beste resultaten oplevert.

voerd, verplaatsing van de restauratie ten gevolge van de verschillende krachten ondervangen. De bepaling van dit tijdstip wordt besproken bij de 'slijpprocedure'.

2. Toetsing van de veronderstelde relatie tussen dimensionele veranderingen en de spleetvorming

Met behulp van de nog nader te beschrijven mal was het mogelijk met een microfotografische registratiemethode na te gaan in hoeverre de dimensionele veranderingen, die amalgaamrestauraties – gecondenseerd volgens een in de praktijk toegepaste methode (pneumatische condensatietechniek) – ondergaan, verantwoordelijk kunnen worden gesteld voor de spleetvorming.

*Materiaal en methode**Vervaardiging van de mal met proefcaviteit*

Voordat de definitieve vormgeving van de simulatiemal voltooid was, werd onderzocht welk materiaal het best voldeed om het doel van het onderzoek maximaal tot zijn recht te laten komen. Er werden eisen gesteld ten aanzien van de eventuele resistentie tegen corrosie en amalgamerings, de

*) De laboratoriumproeven en de fotografische registratie werden verricht in samenwerking met H. Maas, metaalanalist bij de vakgroep Materiaalkunde van de rijksuniversiteit te Utrecht (hoofd: Ir. H. P. L. Schoenmakers).

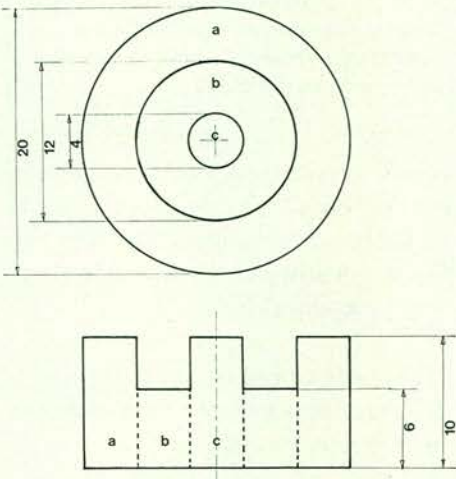
thermische expansie, de slijpvastheid en de lichtverstrooiing bij microscopische waarnemingen.

Daarbij werden glas, plexiglas en messing niet bruikbaar geacht en werd de keuze bepaald op roestvast staal, AISI 303.

Teneinde te bewerkstelligen, dat het amalgaam in de mal na condensatie ongehinderd zou kunnen contraheren en/of expanderen, zonder dat dislocatie optrad, werden als eisen gesteld dat:

- de binnenzijde van de mal nergens spleten mocht vertonen,
- een inwendige oppervlakteruwheid van maximaal 0,5 μm mocht bestaan,
- alle hoeken tussen horizontale en verticale wanden of vlakken 90° zouden zijn,
- er bij de overgangen van horizontale naar verticale wanden geen afgeronde hoeken zouden bestaan.

Via een thermische krimptechniek werd uit drie delen de mal samengesteld (afb. 1).



Afb. 1. Schematische weergave van het bovenaanzicht en van de dwarsdoorsnede van de simulatiemal. De maten zijn opgegeven in mm. Alle hoeken bedragen 90°.

Deze techniek is noodzakelijk omdat een gegoten of uitgefreesde metalen mal aan de binnenzijde zeer moeilijk te polijsten is, terwijl dan tevens tussen de horizontale en verticale wanden afgeronde hoeken ontstaan. De in de afbeelding met b aangeduide ring, waarin in het centrum een ronde uitsparing was geboord met een diameter, die iets kleiner was dan die van staafje c, werd verwarmd en om het niet verwarmde staafje geschoven. Door afkoeling ontstaat nu een zeer hechte passing. Op dezelfde wijze werd ring a om de aldus samengestelde delen b en c gevat. Zo ontstond een wielvormige proefcaviteit die gezien kan worden als een vereenvoudigde MOD-preparatie, waarbij het middendeel fungeert als de zgn. 'pulpale kern'. Het boven- en ondervlak zijn planparallel.

Tabel I. Gegevens van de onderzochte amalgaamlegeringen.

Merk	Ratio legering : Hg	Mengtijd in sec.	Partikelvorm en samenstelling	Bijzonderheden samenstelling
A	1 : 1	12	fine cut vijlsel	max. 6 % Cu
B	1 : 1	12	vijlsel + sferisch	12 % Cu
C	1 : 1.1	7	micro cut vijlsel	max. 6 % Cu
D	1 : 0.85	10	sferoïdaal	13 % Cu, 5 % In
E	1 : 1	12	grof vijlsel	max. 6 % Cu
F	1 : 1	12	vijlsel + sferisch	11.2 % Cu

Dimensioneel gedrag

Van zes, hieronder weergegeven, merken amalgaam werden volgens de methode, beschreven in een recente publikatie (Mesman Schultz, 1979) de contractiecurven bepaald met behulp van microcatoren (Johansson) bij een temperatuur van $37^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. De eerste meting werd verricht 5 minuten na het begin van het mengproces. De dimensionele veranderingen werden gedurende 24 uur geregistreerd (Eames, 1976).

A - New True Dentalloy - SSW nr. 857351.

B - Dispersalloy - Johnson & Johnson nr. 11441.

C - Amalcap F3 - Degussa nr. 210567 F 162965.

D - Indiloy - Shofu nr. 077601.

E - Silver Alloy - Jelinek Ultra Brand 72%.*)

F - Cavex non $\gamma 2$ - Keur & Sneltsjes (proefmonster) nr. 478710.

De amalgamen A en B werden volgens fabrieksvoorschrift gedoseerd en met tandheelkundig zuiver kwik mechanisch vermengd**) in een schroefopcapsule. De andere merken werden in voorgedoseerde capsules aangeschaft en verwerkt.

Enkele gegevens van de onderzochte amalgaamlegeringen zijn in tabel I weergegeven.

Vervaardiging van de proefobjecten - slijpprocedure

Met een pneumatische hamer***), voorzien van een condensing point met een cirkelvormige platte kop ($\varnothing 3\text{ mm}$) en de rubber Millerpoint (Mesman Schultz, 1979) werd het amalgaam in de mallen gecondenseerd. Na ruime overcondensatie werd

*) Wordt zonder badnummer door de fabrikant geleverd.

**) Silamat Vivadent.

***) Hollenback Pneumatic Condenser - Clev Dent 400 PC; frequentie 900 slagen per minuut; totale condensatiedruk 450 gram.

met de rechtgeslepen zijkant van een objectglaasje de overmaat verwijderd.

Het bewaren van de aldus vervaardigde proefobjecten geschiedde bij een temperatuur van $37^\circ \pm 1^\circ\text{C}$. Van ieder amalgaammerk werden 3 proefobjecten vervaardigd. Oriënterende proefnemingen, waarbij werd nagegaan wanneer de grootste contractie of expansie optrad, bepaalden het tijdstip waarop de slijpende bewerking van het oppervlak diende te geschieden. Immers, bij contractie zal het amalgaam zich strak om het centrale opstaande deel (pulpale kern) van de mal hebben samengetrokken, terwijl, indien er expansie optreedt die uitgaat boven de mate van de initiële contractie, het amalgaam zich tegen de buitenkant van de caviteitspreparatie zal aandringen. Op die tijdstippen, waarop de restauratie zich of aan de kern, of tegen de buitenwand heeft vastgeklemd, wordt geen dislocatie van de restauratie na het slijpproces waargenomen. Indien verscheidene van dergelijke fenomenen na elkaar werden waargenomen, werd in een zo laat mogelijk stadium geslepen.

Dit geschiedde op strak gespannen, vlakke, watervaste schuurstrippen, onder rijkelijke toevoeging van water. De fijnheid van opvolgend toegepaste schuurstrippen bedroeg respectievelijk 240-360-480-600 grit.

De uitgeoefende verticale druk bestond uit het gewicht van de mal met restauratie, vermeerderd met het gewicht van 320 gram van een messing houder, die tijdens het slijpproces de mal omvatte teneinde ongewenst slijpen te voorkomen. Slijpproducten werden met behulp van ultrasone reinigingsapparatuur ook uit de eventueel aanwezige spleet verwijderd.

Omdat in sommige gevallen de slijpprocedure slechts op één tijdstip - gelegen op ca. 45 minuten na de beëindiging van de condensatie - kon plaatsvinden, werden proeven genomen om na te gaan in hoeverre versmering van de beslepen materialen in dit vroege stadium zou optreden. Hiertoe werden tussen de rand van de restauratie en de wand van de mal kunstmatig spleten gecreëerd met behulp van gewalste bronsfolie ter dikte van 30, 20 en 14 micrometer. Versmering van de beproefde materialen trad bij bovengenoemde slijpmethode niet

op (Kai Chio Chan et al., 1977). Een daaropvolgende polijstprocedure met diamantpasta met opeenvolgende korrelgrootte van 6 μm en 1 μm leverde wel een zekere versmering op en verminderde daardoor de kwaliteit van de microscopische waarneming (Charbeneau, 1965; Cunningham, 1977). Deze bewerking werd daarom in dit onderzoek achterwege gelaten.

Microfotografische registratie

Om een vergelijking te kunnen maken hoe de verschillende merken amalgaam zich dimensioneel gedroegen, werd besloten de resultaten vast te leggen op kleinbeeldfoto's. Dit gebeurde via de microscoop, merk Wild, type M20, voorzien van een lenzenstelsel met een dieptescherpte van 20 micrometer. Gekozen werd voor een objectief en oculair met beide een vergroting van 10 maal en een tubusvergroting van 1.4 maal.

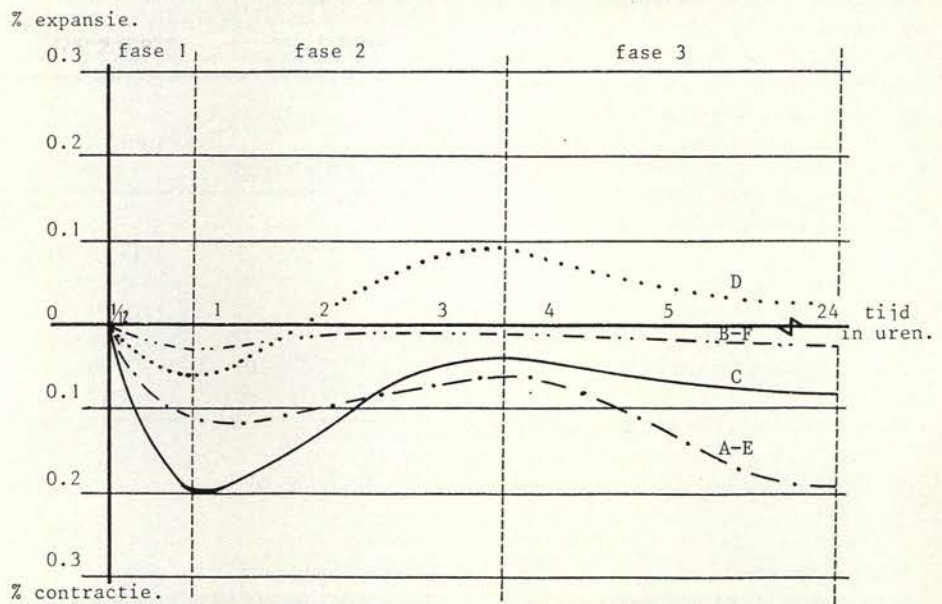
De beelden werden met een lineaire vergroting van 140 maal gefotografeerd bij opvallend licht. Via de gebruikte fotografische afdructechniek werd een vergroting van 400 maal verkregen.

Uitgaande van een bepaald punt van de mal werd de cirkelvormige omtrek telkens 45° gedraaid. Deze plaatsen werden door indrukkingen met een piramidevormige diamant aangegeven. Op de plaats waar de straal van de mal vanuit het middelpunt naar het diepste punt van de indrukking de binnen- en buitenrand van de restauratie kruiste, werden foto's gemaakt. Dit geschiedde dus op 16 plaatsen. Tussen de vergelijkbare plaatsen bestond grote overeenstemming ten aanzien van het visuele aspect van de rand- c.q. wandaansluiting. Dit gold eveneens tussen de 3 proefobjecten, vervaardigd van dezelfde amalgaamlegering.

Resultaten

Dimensioneel gedrag gemeten met microscop

Gegevens over het dimensionele gedrag van de 6 onderzochte amalgaamlegeringen zijn vermeld in afbeelding 2. De in percentages uitgedrukte mate van expansie/contractie is vermeld langs de y-as en de tijd in uren langs de x-as. De totale registratietijd (24 uren) kan globaal in drie fasen worden verdeeld, te weten: fase 1: 5 minuten na het begin van het mengproces totdat de maximale initiële contractie is opgetreden; fase 2: vanaf de maximale contractie totdat de maximale expansie is opgetreden; fase 3: vanaf de maximale expansie totdat de 'definitieve' dimensionele verandering is bereikt. Het bepalen van de grenzen van deze fasen is – zoals eerder werd vermeld – van belang in verband met het kiezen van het juiste tijdstip om de objecten te beslijpen.

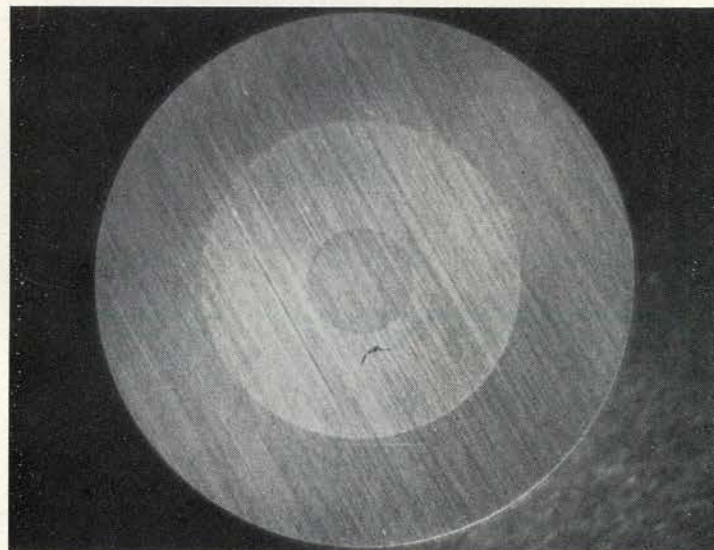


Afb. 2. Dimensionele veranderingen van verhardende amalgaamrestauraties. De verticale stippellijnen geven het einde van de fasen weer, globaal voorstellende de tijdstippen waarop de maximale contractie cq. expansie is bereikt. De in de afbeelding weergegeven hoofdletters corresponderen met de op pagina 130 vermelde amalgaammerken.

Afb. 3. Weergave van de te verwachten spleetvorming aan de randen (buitenrand) en de 'pulpale kern' (binnenrand) bij een vereenvoudigde MOD-preparatie in relatie tot de in afb. 2 weergegeven contractiecurven. Aan de aangegeven spleetbreedten mogen geen absolute waarden worden toegekend. Zij tonen relatieve verschillen.

L = merk amalgaam corresponderend met curve in afb. 2.
S = fase, waarin geslepen is.

fase	Aspect buitenrand			Aspect binnenrand		
	1	2	3	1	2	3
—	1	2	3	1	2	3
.....	2	3	1	2	3	1
---	3	1	2	3	1	2
- - -	3	1	2	3	1	2



Afb. 4. Overzichtsfoto beslepen proefobject. Vergroting (V) = 3.5x

Van belang in het verloop van de curven is de waarneming dat, hoewel zij alle dezelfde basisstructuur vertonen (contractie – expansie – contractie), de hoogteverschillen in elke curve ten opzichte van de nullijn aanzienlijk kunnen zijn. Dat daarbij de absolute waarden van minder belang zijn dan juist deze hoogteverschillen wordt in de discussie besproken.

Fotografische registratie

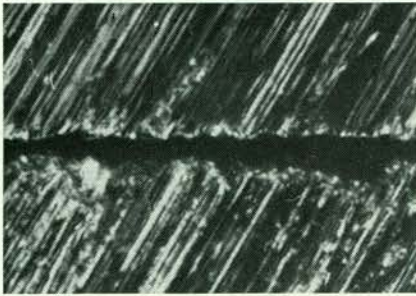
De resultaten van de fotografische registratie zijn weergegeven in de afdelingen 4 t/m 10. De overzichtsfoto (afb. 4) van het beslepen

Tabel II. Spleetbreedte in micrometers (10^{-3} mm) aan de binnen- en buitenrand van een wielvormige restauratie in een stalen simulatiemal. Tussen haakjes de percentages van de max. spleetbreedte t.o.v. de halve restauratiebreedte.

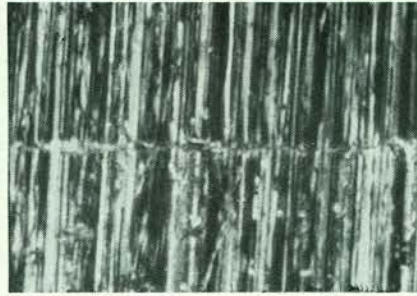
Merk	Buitenrand		binnenrand		afbeeldingen nrs.
	min.	max.	min.	max.	
A	7	15 (0.37)	0	0 (0.0)	5 a en b
B	0	0 (0.0)	0	0 (0.0)	6 a en b
C	0	15 (0.37)	0	3 (0.07)	7 a en b
D	0	0 (0.0)	15	30 (0.75)	8 a en b
E	10	18 (0.45)	0	0 (0.0)	9 a en b
F	0	0 (0.0)	0	0 (0.0)	10 a en b

Afb. 5 t/m 10. Fotografische weergave van de buitenranden (a) en de binnenranden (b) van de restauraties in de simulatie-mal. V = 400x.

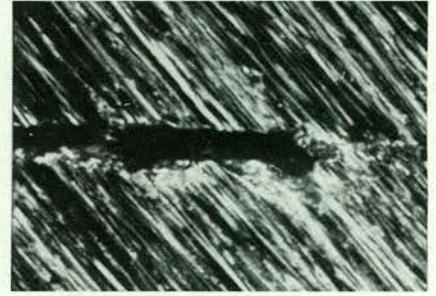
5^a New True Dentalloy



6^a Dispersalloy



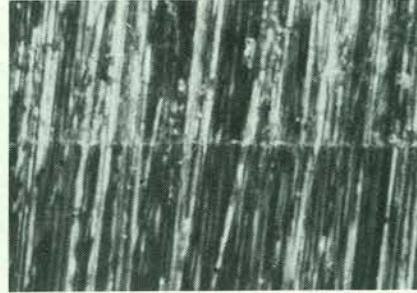
7^a Amalcap F3



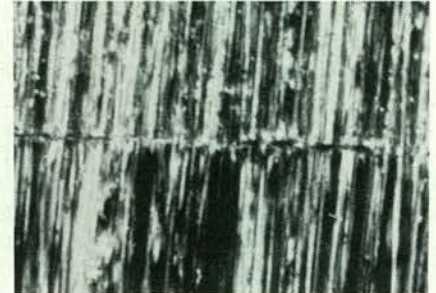
5^b



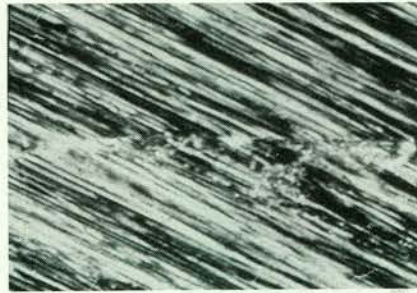
6^b



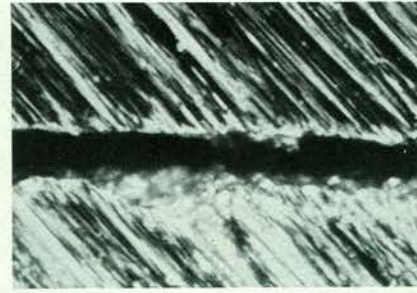
7^b



8^a Indiloy



9^a Silver Alloy



10^a Cavex non Y2



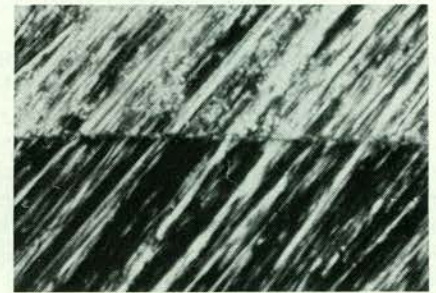
8^b



9^b



10^b



proefobject ($V = 3,5$) was de enige opname gemaakt met strijklucht. De donkergrijze buitenste ring en het middenplateau (eiland) zijn delen van de stalen mal, het lichtgrijze materiaal daartussen amalgaam.

De volgende serie foto's toont – telkens in paren – de bevindingen bij de verschillende onderzochte amalgaammerken. Daarbij dient in aanmerking te worden genomen, dat van ieder paar de eerste foto (a) een weergave is van de situatie aan de buitenrand en de tweede (b) die aan de binnenrand van de restauratie. De stalen onderdelen zijn bij de eerste foto in de bovenhelft daarvan gelegen, bij de tweede in de onderhelft.

In tabel II zijn de waargenomen minimale en maximale spleetbreedte, uitgedrukt in micrometers (10^{-3} mm), vermeld.

Discussie

Bij de door de fabrikant verstrekte opgave van specificaties, die onder meer moeten dienen als argument om tot aankoop van een bepaald merk amalgaam over te gaan, wordt in de regel de grootte van de dimensionele verandering, waaraan restauratiemateriaal onderhevig is, in procenten weergegeven (A.D.A., 1974). Dit percentage duidt aan hoeveel krimp of uitzetting na verharding – in het algemeen na 24 uur – in het laboratorium via een bepaalde, door de A.D.A. opgestelde methode geregistreerd is. Indien men daarbij blijft binnen de uiterste grenzen van 0.2% zou men verzekerd kunnen zijn van een – ten aanzien van de dimensionele waarden – kwalitatief goed produkt.

Zeer zelden wordt echter vermeld hoe het verloop van de dimensionele verandering (opvolgend contractie-expansie-contractie) gedurende de eerste uren van het zich verhardende materiaal is. Juist dit gegeven is van belang om te beoordelen of spleetvorming langs de randen van restauraties en/of goede wandadaptie bij de pulpale kern verkregen kan worden. Het is immers denkbaar, dat de expansiecurve van een bepaalde legering zich tijdens de eerste uren na de condensatie onder de nullijn neerwaarts beweegt – waarbij spleetvorming optreedt – terwijl in een later stadium expansie kan optreden, waarbij de curve zich tot ver boven de nullijn kan uitstrekken. Hierdoor zal de in eerste instantie gevorm-

de spleet verdwijnen. Spanningen in het materiaal, optredend door de omvatting binnen het element – in dit onderzoek de stalen mal – en overschrijden van de elasticiteitsgrens zullen relaxatieverschijnselen doen optreden, waardoor – als gedurende de latere uren wederom een contractie wordt waargenomen – toch weer spleetvorming ontstaat. Zelfs indien de expansiecurve zich na 24 uur ruimschoots boven de nullijn bevindt, is toch een spleet langs de randen van de restauraties waar te nemen. In dit geval zou bijvoorbeeld de fabrieksopgave '24-uurs expansie is 0.1%' niet het daardoor gesuggereerde effect van een zeer nauw aansluitende restauratie opleveren, maar er zou zich integendeel een randspleet manifesteren. Dank zij de bovenbeschreven methode van onderzoek is het mogelijk om op betrekkelijk eenvoudige wijze na te gaan welke verwachtingen ten aanzien van het klinisch gedrag met betrekking tot spleetvorming van een amalgaamlegering mag worden verwacht.

Slechts het bepalen van de 'klinische' contractiecurve is daarvoor voldoende. Afbeelding 3 toont de te verwachten spleetvorming van de 6 amalgaamlegeringen in de caviteitspreparatie behorend bij de in afbeelding 2 vastgestelde dimensionele veranderingen. Opvallend daarbij is dat verwacht mag worden dat in alle gevallen na 24 uur randspleten zijn gevormd – zij het soms in zeer geringe mate – en dat in bijna alle gevallen adaptatie aan de wand van de 'pulpale kern' niet bestaat.

Wij realiseren ons terdege, dat een stalen simulatiemal niet gelijk kan worden gesteld met een menselijk gebits-element en dat qua volume en oppervlak een MOD-amalgaamvulling kleinere waarden bezit dan de ringvormige restauratie in de mal, maar toch zijn er in reeds aangevangen klinisch onderzoek aanwijzingen dat bevindingen omtrent het gedrag van plastisch vulmateriaal volgens boven beschreven onderzoeksmethode kunnen voorspellen hoe het aangewende materiaal zich klinisch manifesteert.

Conclusies

- Met de beschreven methode is het mogelijk de vorming van spleten tussen amalgaam en caviteitsranden, welke te wijten zijn aan de dimensionele veranderingen van het restauratiemateriaal, te observeren en microfotografisch vast te leggen.
- De door de fabrikanten van amalgaamlegeringen opgegeven maximale dimensionele verandering 24 uur na het einde van de condensatie is niet richtinggevend voor het al dan niet ontstaan van randspleten of van goede adaptatie.
- De specificatie ten aanzien van de 24-uurs expansie of contractie dient vergezeld te gaan van de expansie-c.q. contractiecurve of van een opgave van de uiterste waarden van de curve.
- Het optreden van waarneembare spleetvorming ten gevolge van dimensionele veranderingen treedt, althans bij de onderzochte legeringen, het minst op bij relatief koperrijke amalgaamlegeringen (tot max. 12%), die samengesteld zijn uit een mengsel van sferische en gevijlde partikels.

Summary:

An investigation was performed to determine to what extent the changes in dimension shown by amalgam alloys during setting are responsible for the development of slits between the restoration and the wall of the preparation. In addition, the behaviour of the material in contact with the 'pulpal nucleus' of the cavity mould was visualized.

To ensure laboratory tests according to a standardized and reproducible method, a special wheel-shaped mould was designed that approaches the clinical situation. Applying this, the behaviour of 6 brands of amalgam was observed and photographically recorded. It was clearly found that the value of the 24-hour expansion given by the manufacturers is not a measure for the occurrence of marginal slits. Instead, the shape of the expansion curve is more illustrative. It was also shown that an alloy with an expansion curve of flat shape and close to the zero line gives the best results – at least in the present study.

Literatuur:

1. A.D.A. (1974): Guide to dental materials and devices. 7 th. ed. Chicago.

2. Charbeneau, G. T. (1965): Polishing amalgam restorations. *J Mich St Assoc* 47: 320-325.
3. Cunningham, J. (1977): Finishing amalgam restorations. *Brit Dent J* 142: 9-16.
4. Dérand, T. (1977): Marginal failure of amalgam class II restoration. *J Dent Res* 56: 481-485.
5. Eames, W. B., MacNamara, J. F. (1976): Eight high-copper amalgam alloys and six conventional alloys compared. *Operat Dent* 1: 98-107.
6. Kai Chu Chan et al. (1977): Scanning electron microscope study of marginal adaptation in restoration finishing techniques. *J Prosth Dent* 38: 165-168.
7. Letzel, H. (1972): Adaptatie en tandheelkundige restauratie. Proefschrift K.U. te Nijmegen.
8. Mahler, D. B. et al. (1970): Marginal fracture vs mechanical properties of amalgam. *J Dent Res* 49-6: 1452-1457.
9. Mesman Schultz, B. A. (1979): Druksterkte, dimensionele verandering en hardheid van een tweetal amalgaamlegeringen in relatie tot mengtijd en uitgestelde condensatie. *Ned Tijdsch Tandheelkd* 1: 29-36.
10. Wing, G. (1966): The marginal seal of amalgam restorations. *Aus Dent J* april: 81-86.

Oktober 1979.

Sorbonnelaan 16,
3584 CA Utrecht.

ONDERWIJS

HET MAKEN VAN EEN TANDHEELKUNDIG BEHANDELPLAN

I. CONSTRUCTIE VAN EEN CURSUS^{*)}

H. W. KERSTEN
R. W. R. STEURES
TH. J. M. TROMP

Uit de vakgroep Cariologie, Endodontologie en Pedodontologie van de Universiteit van Amsterdam.
Uit het Centrum voor Onderzoek van het Wetenschappelijk Onderwijs van de Universiteit van Amsterdam.

Trefwoorden: Onderwijs – Behandelingsplan – Probleemoplossen

1. Inleiding

Een tandheelkundig behandelplan is te beschouwen als het draaiboek waarop de tandarts de uitvoering van zijn verrichtingen baseert. Het omvat al datgene dat aan de eigenlijke behandeling vooraf behoort te gaan, opdat deze zo verantwoord mogelijk wordt uitgevoerd. Het is daarom merkwaardig te noemen dat aan onderwijs in het opstellen van behandelplannen betrekkelijk weinig aandacht wordt besteed. Er bestaat daardoor een discrepantie tussen de tijd die wordt besteed aan het leren van tandheelkundige handvaardigheden en de tijd die wordt besteed aan het leren maken van behandelplannen. Voorzover enige aandacht wordt gegeven aan dit onderwerp, gebeurt dit op informele wijze en in een laat stadium van de opleiding, wanneer het theoretisch onderwijs reeds grotendeels is afgerond. Dit is de reden geweest dat de Werkgroep Onderwijs Ontwikkeling van de vakgroep Cariologie, Endodontologie en Pedodontologie, in samenwerking met het Centrum voor Onderzoek van het Wetenschappelijk Onderwijs van de Universiteit van Amsterdam vier jaar gele-

den is gestart met het ontwerpen van een cursus waarin het leren maken van een 'behandelplan' centraal staat. In een tweetal artikelen zal van de constructie en evaluatie van deze cursus verslag worden gedaan.

2. Het tandheelkundig behandelplan

In het preklinische practicum maken studenten standaardpreparaties in kunsthars gebitselementen. Voor deze standaardpreparaties bestaan strikte behandelvoorschriften die zijn afgeleid uit de theoretische principes die ten grondslag liggen aan de caviteitspreparatie- en restauratie. Door de nadruk die in het preklinische practicum wordt gelegd op deze standaardprocedures, kan bij de student de indruk worden gewekt dat zij altijd en onverkort kunnen worden toegepast.

In de praktijk maken zij echter een klein deel uit van de procedures die worden gebruikt. Een tandheelkundige behandeling dient te worden uitgevoerd op basis van een plan, omdat ieder oraal probleem uniek is en een op de specifieke omstandigheden toegesneden oplossing vergt. Een aanpak volgens een vast plan geeft de meeste waarborg voor het vinden van de beste oplossing.

3. De oplosroute

Om op doelmatige wijze de oplossing voor

Samenvatting:

In dit artikel wordt de constructie van een cursus besproken die studenten leert een behandelplan te maken voor de behandeling van een solitair gebitselement door restauratie met een plastisch vulmateriaal. Naast de inrichting van de cursus en de redenen die tot het opzetten van de cursus hebben geleid, worden de theoretische principes die ten grondslag liggen aan de structuur van de cursus besproken.

een probleem te vinden kan men een oplosroute ontwerpen bestaande uit een aantal stappen die systematisch worden afgewerkt. Bij de eerste stap worden dan gegevens verzameld op basis waarvan in een volgende stap beslissingen kunnen worden genomen, die weer als gegevens dienst doen voor de daarop volgende stap, enz. Zo wordt uiteindelijk alle informatie verzameld die nodig is voor de keuze van een oplossing. Of ervaren tandartsen op een dergelijke systematische wijze te werk gaan is in een experiment onderzocht. In dit experiment werd tevens onderzocht of de eventuele door de tandartsen gebruikte methode gelijkenis vertoonde met een door ons ontworpen oplosroute en of onze oplosroute met profijt door preklinische studenten kon worden gehanteerd. Er werd hiertoe aan een groep ervaren tandartsen en aan twee kleine groepen studenten uit het derde cursusjaar de opdracht gegeven zo nauwkeurig en uitvoerig mogelijk 'hardop te denken' over de keuze van behandeling van enkele carieuze gebitselementen. De tandartsen en één groep studenten kregen bij de carieuze elementen alleen onderzoeksinstrumentarium uitgereikt; de andere groep studenten had daarnaast de beschikking over een door ons ontworpen oplosroute (afb. 1). Wanneer een tandheelkundig probleem stapsgewijs moet worden opgelost, ligt het voor de hand bij de benoeming van de stappen uit te gaan van bestaande begrippen uit de tandheelkunde.

^{*)} Over een deel van het aan dit artikel ten grondslag liggende werk werd reeds eerder gerapporteerd (Steures, 1978; Tromp, 1976; Tromp, 1979).