

UITKOMSTEN VAN KLINISCH EN MATERIAALKUNDIG ONDERZOEK VAN AMALGAAM

M. M. A. VRIJHOEF
F. C. M. DRIESSENS

Uit het Instituut Tandheelkundige
Materialen van de Katholieke
Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: Prof. Dr. F. C. M. Driessens.

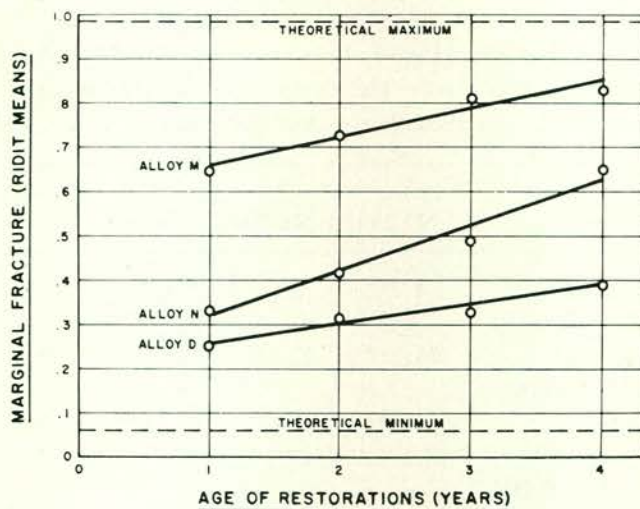
Tandheelkundig amalgaam wordt meer dan een eeuw als direct vulmateriaal gebruikt en is even zo lang middelpunt van onderzoek in talrijke klinieken en research-laboratoria; onderzoek dat steeds meer gericht wordt op een verlenging van de levensduur van amalgaamrestauraties onder orale omstandigheden.

De levensduur wordt mede bepaald door factoren zoals caviteitvorm, preparatietechniek, soort legering en kwikgehalte, de verwerkingstechniek van de plastische amalgaammassa door de tandarts en zijn assistente, alsmede het leef- en eetgedrag van de patiënt.

Doel van dit artikel is het geven van een overzicht van de uitkomsten van materiaalkundig onderzoek van zilveramalgaam voor zover zulks min of meer directe consequenties heeft voor de algemeen-practicus.

Daarbij wordt in dit artikel afstand genomen van de factoren caviteitvorm en preparatietechniek alsmede van de verwerkingstechniek. Reden hiervoor is enerzijds dat de algemeen-practicus over het algemeen meer kennis heeft van genoemde factoren dan van de materiaalkundige aspecten. Anderzijds doet zich het ook bij de onderzoekers weinig bekende en erkende feit voor dat amalgaamrestauraties in zeer veel gevallen falen buiten de schuld van de tandarts: de restauratie kan een beperkte levensduur hebben ondanks een goede caviteitvorm, een juiste preparatietechniek en een adequate verwerking van het materiaal. Kortom, vooral het materiaal beperkt in deze gevallen de levensduur van de restauratie.

Het een en ander kan geïllustreerd worden aan de hand van de resultaten van een onderzoek van Mahler c.s. (1973). In dit onderzoek werd slechts de factor amalgaamlegering systematisch gevarieerd. In afbeelding 1 is met betrekking tot de 3 legeringen uit het onderzoek van Mahler c.s. gegeven in welke mate randbreuk optreedt na een bepaald verblijf in de mond van de patiënt. De mate waarin randbreuk optreedt is gegeven in termen van 'ridit means'. De



Afb. 1. Mate van randbreuk (ridit means) als functie van de verblijftijd (jaren) van amalgaamrestauraties in de mond voor 3 verschillende amalgaamen volgens Mahler c.s. (1973). ('Copyright by the American Dental Association. Reprinted by permission.')

minimumwaarde van dit gemiddelde is 0.06 (geen randbreuk) terwijl het maximum 0.985 is (alle restauraties dienen vervangen te worden). Ons dunkt dat de resultaten in de figuur voor zich spreken en dat het geen nadere toelichting behoeft dat de keuze van de uitgangslegering van eminent belang is i.v.m. de levensduur van de restauratie.

Tekortkomingen van amalgaamrestauraties

Er is vrij veel gericht klinisch onderzoek verricht uitgaande van de vraagstelling: waardoor faalt een amalgaamrestauratie onder orale omstandigheden? Uit praktisch oogpunt is de onderzoeker dan geïnteresseerd in de verschijnselen die het meest voorkomen. Uit de literatuurgegevens (Vrijhoef, 1973) blijkt dat randbreuk en corrosie als de hoofdverschijnselen zijn aan te wijzen. Het is opvallend dat de relatieve frequenties van het falen ten gevolge van isthmusbreek en vertraagde expansie ofwel niet in het onderzoek zijn betrokken ofwel zeer laag zijn,

hetgeen erop wijst dat genoemde oorzaken niet belangrijk geacht moeten worden. Het is vrij duidelijk dat het optreden van isthmusbreek in de vijftiger jaren drastisch is verminderd. Een verklaring hiervoor is mogelijk het verbeteren van de sterkte-eigenschappen, hoewel verbetering in preparatievormen en -technieken zeer zeker een bijdrage heeft geleverd. Dat vertraagde expansie blijkbaar weinig meer voorkomt is mogelijk het gevolg van het feit dat de meeste tandartsen zeer goed op de hoogte zijn van het causale verband tussen het optreden van vertraagde expansie en de contaminatie van zinkhoudende amalgamen en dientengevolge adequate maatregelen treffen. Het lijkt waarschijnlijk dat randbreek en corrosie gecorreleerd zijn. Dit heeft tot nu toe helaas nog geen aandacht van de klinische onderzoekers gehad. Geconcludeerd mag worden dat onderzoekers die een bijdrage pogen te geven tot een verlenging van de levensduur van amalgaamvullingen, methoden zullen moeten zoeken om de frequentie van randbreek en corrosie te verminderen.

Belangrijke laboratoriumeigenschappen

Naast de kernvraag: 'Waardoor faalt een amalgaamrestauratie onder orale omstandigheden?' dient de materiaalkundige van nature geïnteresseerd te zijn in de vraag: 'Welke in het laboratorium te bepalen eigenschappen zijn relevant met betrekking tot het tekort schieten van amalgaamrestauraties onder orale omstandigheden?'

Helaas kan het antwoord op deze vraag niet vanuit het laboratorium gevonden worden. Voor het beantwoorden is een gecombineerd klinisch en laboratoriumonderzoek nodig. Zowel het expliciet stellen van de twee kernvragen alsmede systematisch onderzoek ter beantwoording daarvan, is pas sinds kort op gang gekomen.

Aan de hand van een gecombineerd klinisch onderzoek van een jaar en laboratoriumexperimenten vonden Mahler c.s. (1970) dat visco-elastische eigenschappen zoals dynamische en statische kruip gecorreleerd zijn met de frequentie van optreden van randbreek: naarmate het amalgaam kruipvaster is, treedt er minder ernstige randbreek van de amalgaamrestauratie op.

Onlangs zijn resultaten van een 4-jarig klinisch onderzoek, die het eerste onderzoek bevestigen, gepubliceerd. In een onafhankelijk uitgevoerd ge-

combineerd experiment bevestigden Binon c.s. (1973) de correlatie tussen de kruip en de frequentie van randbreek. Het belang van kruip heeft ertoe geleid dat het opnemen van een minimum kruipvastheid voor tandheelkundig amalgaam in de Specificatie voor amalgaam is voorgesteld op de laatste ISO/TC106-vergadering in Sydney (1973).

Een analyse van de literatuur over de klinische relevantie van bepaalde eigenschappen leverde nogal schokkende resultaten op. Zo vonden Mahler c.s. (1970) b.v. dat sterkte-eigenschappen niet met het optreden van randbreek gecorreleerd zijn. Nog verbazingwekkender zijn de resultaten indien tevens de researchinspanning, welke aan genoemde eigenschappen is besteed, in ogenschouw wordt genomen. Ons dunkt dat de cijfers in tabel I voor zich spreken. Bij tabel I kan nog het volgende worden opgemerkt. Het is opmerkelijk dat de klinische significantie van sterkte-eigenschappen twijfelachtig is. Dit betekent noodzakelijkerwijs *niet* dat sterkte als zodanig onbelangrijk zou zijn voor het klinisch functioneren van de amalgaamrestauratie.

Tabel I. Samenvatting van de klinische significantie van materiaaleigenschappen van tandheelkundig amalgaam, het falen van de amalgaamrestauratie ten gevolge van een onjuiste materiaaleigenschap alsmede de onderzoekinspanning besteed aan het bepalen van eigenschappen.

Eigenschap	Klinische significantie	Frequentie falen t.g.v. onjuiste materiaaleigenschap	Onderzoekinsp. als perc. van het totaal aantal bep. eigenschap
sterkte	?)	?)	22.0
'flow'		-	5.4
hardheid	?	?	5.1
adaptatie	+	+	12.7
verhardings-			
expansie	-	-	9.9
vertraagde			
expansie	+	-	
corrosie	+	+	8.6
visco-			
elastisch			
gedrag	+	+	1.6

*) Verklaring van de tekens:

+ hoog,

- zeer laag of afwezig,

? twijfelachtig.

Het betekent echter waarschijnlijk *wel* dat de huidige amalgamen bij een juiste verwerking dermate sterk zijn, dat het falen van amalgaamrestauraties niet meer het gevolg is van te geringe sterkte (d.w.z. er treedt geen isthmusbreuk meer op), doch dat dit door andere eigenschappen wordt bepaald. Paradoxaal is dat adaptatie *wel* en verhardingsexpansie *niet* klinisch significant is.

De oorzaak hiervan is waarschijnlijk de meetmethode ter bepaling van de verhardingsexpansie, die volgens laboratoriumonderzoek inderdaad niet met de adaptatie gecorreleerd blijkt te zijn (Letzel, 1972; Vrijhoef, 1973).

Geconcludeerd kan worden dat belangrijke in het laboratorium te bepalen eigenschappen zijn: adaptatie, corrosie en kruip. Het valt te verwachten dat deze eigenschappen de komende jaren middelpunt van de belangstelling zijn.

Materiaalkeuze

Uit onderzoek is gebleken dat de materiaalkeuze van groot belang is voor de uiteindelijke levensduur van de amalgaamrestauratie. Belangrijke kenmerken van een amalgaamlegering zijn: de deeltjesgrootte van het poeder en het al dan niet bevatten van zink. Wat betreft de fijnheid van het poeder van de amalgaamlegering vonden Wilson and Ryge (1963) dat amalgamen vervaardigd van grofkorrelige legeringen slechter te polijsten zijn dan fijnkorrelige amalgaamlegeringen. Bovendien bleken de fijnkorrelige amalgamen in de loop van de tijd een betere oppervlakteconditie te behouden.

Zinkvrije amalgamen vertonen in het onderzoek van Wilson en Ryge (1963) *meer* randbreuk dan zinkhoudende legeringen, hetgeen werd bevestigd door de experimenten van Watson c.s. (1973). Zij vonden ook, dat de zinkhoudende amalgamen minder gevoelig waren voor oppervlaktecorrosie, hetgeen overeenkomt met de gegevens van Wilson en Ryge (1963). Geconcludeerd kan worden dat de verstandigste keuze gemaakt kan worden uit de groep fijnkorrelige zinkhoudende amalgaamlegeringen.

Indien echter contaminatie met speeksel kan worden verwacht, is een zinkvrije legering te prefereren i.v.m. het effect van de 'vertraagde expansie'. Het gebruik van zinkvrije legeringen in deze gevallen betekent niet dat men de nodige zorgvuldigheid uit het oog kan verliezen. Immers, er staat onomstotelijk vast dat contaminatie, óók in geval van zinkvrije legeringen, leidt tot slechtere resultaten met betrek-

king tot het hoogglans polijsten, het behouden van initieel verkregen oppervlakte-toestand, alsmede het voorkomen van randbreuk, kortom tot een kortere levensduur (Wilson en Ryge, 1963).

Het bovenstaande is het enig vaststaande wat op dit moment kan worden gezegd over de keuze van de uitgangslegering, afgezien van het in de inleiding gestelde. Hoewel eveneens vermeld zou kunnen worden dat het passend is een uitgangslegering te kiezen waarvan het amalgaam kruipvast is, levert zulks op dit moment voor de algemeen-practicus geen bruikbare informatie, omdat er slechts van enkele amalgaamsorten gegevens hierover bekend zijn. Géén materiaalkundige is op dit moment in staat een representatief beeld van de Nederlandse marktsituatie te geven. Dit is mede een gevolg van het feit dat zich op dit moment waarschijnlijk slechts een drietal onderzoeksgroepen met de kruip van amalgaam bezighouden (Mahler, V.S.; Philips, V.S.; Driessens en Vrijhoef, Nijmegen).

Wat betreft de keuze van het kwik kan weinig of niets worden gezegd. Uit eigen onderzoek blijkt dat de zuiverheid van kwik grote invloed kan hebben op de kruipvastheid.

Ook over de mogelijke uitwerking van een combinatie met verschillende uitgangslegeringen is niets bekend. De meest praktische oplossing op dit moment is om kwik te nemen dat aan de ISO-Specificatie voldoet, zodat een constante kwaliteit het beste wordt gewaarborgd.

Voortgang van onderzoek

Het valt te verwachten dat de recentelijk gestarte ontwikkeling van gecombineerd klinisch en laboratoriumonderzoek zich snel zal voortzetten. Belangrijke eigenschappen die daarbij (i.v.m. randbreuk en corrosie) aan de orde komen, zijn ongetwijfeld kruip en elektrochemische eigenschappen. Ook is te verwachten, dat verscheidene groepen zich bezig zullen gaan houden met het ontwikkelen van nieuwe typen amalgaamlegeringen. Anderen zullen trachten de op dit moment meest gangbare formuleringen 'materiaalkundig' te begrijpen, voorspellingen te doen ten aanzien van het klinisch functioneren van de resulterende amalgaamrestauraties en vervolgens deze voorspellingen in de kliniek te toetsen. In Nijmegen zal in het laboratorium onderzoek worden gedaan over kruip, randbreuk, corrosie en extrusie in relatie tot de levensduur van de restauratie.

Binnen de conventionele samenstelling van de amal-

gaamlegering treedt een grote variatie van eigenschappen aan de dag. Deze variatie is even groot als de variatie die kan worden verkregen met tot nu toe ontwikkelde nieuwe samenstellingen. Daarom is in Nijmegen in eerste instantie de aandacht beperkt tot en de onderzoekspanning gericht op de conventionele amalgaamlegeringen. Tot nu toe doen in Nijmegen naast een aantal medewerkers van de afdeling Tandheelkundige Materialen, een aantal tandartsen onderzoek aan amalgaam. Op klinisch onderzoekgebied bestaat tevens contact met andere universiteiten. Recentelijk zijn in het kader van stimuleringsprojecten voor amalgaam, een tweetal chemici werkzaam binnen het amalgaamproject. Of zulks gecontinueerd c.q. uitgebreid kan worden, hangt af van de onderzoekfinanciering.

Samenvatting:

Het blijkt dat amalgaamrestauraties in de mond hoofdzakelijk falen ten gevolge van randbreuk en corrosie. In het laboratorium te bepalen eigenschappen, die relevant zijn voor wat betreft het tekort schieten van amalgaamrestauraties in de mond, zijn kruip, corrosie en adaptatie. Een verstandige keuze van de legering op grond van materiaalkundige eigenschappen en klinische ervaringen wordt gedaan, indien men zich beperkt tot de groep legeringen die zowel fijnkorrelig als zinkhoudend zijn. Verwacht mag worden dat de vorderingen van het onderzoek het spoedig mogelijk maken om meer gedetailleerde richtlijnen te verstreken in verband met kruip, corrosie en adaptatie, voorzover deze van de materiaalkeuze en de materiaalverwerking afhangen.

Summary:

Title: Results of an investigation into amalgam on the basis of laboratory and clinical data.

BIJZONDERE ONDERWERPEN

ORTHODONTIE, SLEUTEL TOT DE KINDERTANDHEELKUNDE

H. S. DUTERLOO

De ontwikkeling van het gebit neemt meer tijd in beslag dan de ontwikkeling van enig ander orgaan van het menselijk lichaam. Gemiddeld zijn daar rond twintig jaren voor nodig.

Het is begrijpelijk, dat zich gedurende deze jaren vele tijdelijke of blijvende abnormaliteiten kunnen voordoen. Bij de bestudering van de morfologie van het gebit en het aangezicht wordt men echter telkens weer getroffen door de grote individuele variatie. Dit is deels verklaarbaar als men bedenkt uit welk een grote groep samenstellende

Destruction of amalgam restoration under oral conditions occurs mainly by marginal fracture and corrosion, as far as the material is the limiting factor for the life of the filling. The properties to be determined in the laboratory which are relevant to the destruction of the material in the mouth are viscoelastic properties (creep), corrosion and adaptation. On the basis of the laboratory data and clinical investigations an alloy should be chosen which belongs to the group of fine-grain and zinc-containing alloys. It is to be expected that progress in research will soon yield more detailed guidelines in relation to creep, corrosion and adaptation, as far as they depend on the choice and the handling of alloy and mercury.

Literatuur:

1. Binon, P., Phillips, R. W., Swartz, M. L., Norman, R. D., Mehra, R. (1973): The clinical behavior of amalgam as related to certain mechanical properties. IADR Meeting, Washington DC, paper 509.
2. Letzel, H. (1972): Adaptatie en tandheelkundige restauratie. Dissertatie, Nijmegen.
3. Mahler, D. B., Terkla, L. G., Van Eysden, J., Reisbick, M. H. (1970): Marginal fracture versus mechanical properties of amalgam. J Dent Res 49: 1452.
4. Mahler, D. B., Terkla, L. G., Van Eysden, J. (1973): Marginal fracture of amalgam restorations. J Dent Res 52: 823.
5. Vrijhoef, M. M. A. (1973): Dental amalgam. Dissertatie, Nijmegen.
6. Watson, P. A., Phillips, R. W., Swartz, M. L., Gilmore, H. W. (1973): A comparison of zinc-containing and zinc-free amalgam restorations. J Prosthet Dent 29: 536.
7. Wilson, C. J., Ryge, G. (1963): Clinical study of dental amalgam. J Am Dent Assoc. 66: 763

Augustus 1974.

Adres: Dr. Ir. M. M. A. Vrijhoef,
Erasmuslaan 1,
Nijmegen.

delen beide zijn opgebouwd. Bovendien zijn die delen uit zeer onderscheiden weefsels opgebouwd. Men denkt hier slechts aan glazuur, dentine, cement, de bind- en steunweefsels met hun specifieke vascularisatie en innervatie, de spieren en de verschillende vormen van epitheel.

De grote verscheidenheid van vormen en weefsels en de lange ontwikkelingsperiode van het gebit maken, dat de grenzen tussen wat als anomalie en wat als een variëteit valt aan te duiden, lang niet altijd scherp zijn.

Bovendien zijn er talloze variaties die zich ogenschijnlijk als een abnormaliteit voordoen doch die slechts een voor een variant kenmerkend ontwikkelingsstadium zijn. Een voorbeeld kan dit verduidelijken. De mesiale wanden van de crypten van de kiemen van de twee centrale blijvende incisieven in de bovenkaak worden gevormd door een vrij dikke botlaag. Deze twee botlagen zijn van elkaar gescheiden door de sutura palatina mediana. Door deze situatie en