

Uit de afdelingen Conserverende Tandheelkunde en Materiaalkunde van het Tandheelkundig Instituut der Rijksuniversiteit te Utrecht.

DE INVLOED VAN DE CONDENSATIEMETHODE
OP DE VERDELING VAN KWIK
IN AMALGAAMRESTAURATIES

G. E. FLÖGEL

Inleiding

In het verleden heeft men bij het mengen van amalgaam vrijwel steeds gebruik gemaakt van een overmaat kwik. Hierdoor was men in staat binnen een aanvaardbare tijd een zo volledig mogelijk contact tussen de Ag_3Sn deeltjes en kwik tot stand te brengen. Dit bracht echter de noodzaak met zich mee om na het mengen het overtollige kwik weer te verwijderen. Dit geschiedde in de regel door het mengsel in een doekje uit te wringen. Hoewel bijzonder effectief, blijkt deze werkwijze moeilijk te standaardiseren, zodat het residuale kwikgehalte en de hiermee samenhangende plasticiteit van het amalgaam aan grote variaties onderhevig is.

Sedert enkele jaren is men er echter door toepassing van speciale technieken in geslaagd amalgaam te bereiden van een constante samenstelling.

Dit kan bereikt worden:

1. met behulp van een daartoe geconstrueerde centrifuge of pers, die men zodanig kan instellen dat steeds eenzelfde hoeveelheid kwik verwijderd wordt. Met deze apparatuur kan vrijwel iedere gewenste reductie worden verkregen.
2. door middel van een door EAMES (1, 2) beschreven methode, waarbij wordt uitgegaan van een dusdanig kwik-arme mengverhouding dat na het mengen niets meer behoeft te worden geëlimineerd.

Afhankelijk van merk en type van de amalgaamlegering en van de individuele voorkeur voor een bepaalde plasticiteit, kan men ook hier variaties in het kwikgehalte aanbrengen, met die beperking evenwel, dat bij te lage waarden geen goede amalgamatie meer mogelijk is.

Beide methoden vergelijkend gaat onze voorkeur uit naar de laatstgenoemde, omdat de toepassing hiervan verreweg het eenvoudigst is.

Het door ons uitgevoerde experiment heeft om deze reden dan ook slechts hierop betrekking.

Een der belangrijkste problemen is hierbij de keuze van een optimale hoeveelheid kwik. EAMES beveelt om de volgende redenen een percentage van circa 50 procent aan:

1. Men bereikt bij deze dosering een goede plasticiteit, waardoor het materiaal zich gemakkelijk en zonder kans op spleten in de caviteit laat condenseren.
2. Volgens klinische waarnemingen zouden bij dit percentage sterkere amalgaamvullingen verkregen worden dan bij verwerking van drogere mengsels.
3. Hoewel gebleken is dat een speling in het kwikgehalte tussen 45 en 53 procent kwik van weinig invloed is op de eigenschappen van amalgaam, is het geboden de grens van 55% niet te dicht te naderen. Overschrijding van dit percentage resulteert nl. in vullingen van minder goede kwaliteit (PHILLIPS, c.s. 3).

Hoewel men op deze wijze te werk gaande amalgamen kan verkrijgen die blijkens onderzoeken van EAMES in toto aan de gestelde eisen voldoen, rijst de vraag of het kwik na condensatie nog wel voldoende homogeen in de massa verdeeld is. Men krijgt nl. sterk de indruk dat, ongeacht de mengverhouding, tijdens het condenseren een ontmenging optreedt, waarbij een cumulatie van kwik aan het oppervlak is waar te nemen, een verschijnsel dat o.m. door STRADER (4) en WILSON, c.s. (5) werd gesignaleerd.

Men mag dan ook niet de mogelijkheid uitsluiten dat het kwikgehalte in de bovenste lagen der vullingen boven de 55%-grens uitstijgt, waardoor het amalgaam in het gebied waar juist de meeste weerstand moet worden geboden tegen mechanische en chemische insulten, inferieure eigenschappen verkrijgt. Het doel van dit onderzoek is dan ook in de eerste plaats geweest, na te gaan hoe het kwik na condensatie in proefcaviteiten in verticale richting (boven-onderlaag) in het amalgaam verspreid is. Omdat het denkbaar is dat de grootte van het stopperoppervlak en de daaraan gekoppelde condensatiedruk van invloed kunnen zijn op de mate van ontmenging, werden amalgaamvullingen vervaardigd met gebruikmaking van twee verschillende stopperoppervlakken.

Teneinde te kunnen bepalen in hoeverre eventueel aan het oppervlak gecumuleerd kwik geëlimineerd kan worden door toepassing van de zogenaamde „overpacking” techniek, werd een deel der caviteiten overvuld, waarna bij beëindiging der condensatie, het surplus weer werd verwijderd.

Deze laatste techniek werd uitsluitend gevolgd bij een tweede experiment waarbij een onderzoek plaats vond naar de horizontale verdeling van het kwik. Hierbij werd het kwikgehalte van de randpartij der vulling vergeleken met dat van het middengedeelte.

Materiaal en methoden

Tijdens het onderzoek werd gebruik gemaakt van een der legeringen*, die zich lenen tot de verwerking volgens de door EAMES beschreven techniek. Ieder mengsel bestond uit twee tabletten waaraan 840 mg (1/1 verhouding) kwik werd toegevoegd. Het mengen vond plaats in een mechanisch mengapparaat** gedurende 30 seconden. De condensatie geschiedde uitsluitend d.m.v. handdruk. Voor het onderzoek naar het kwikgehalte in boven- en onderlaag werd een cilindervormige stalen proefcaviteit vervaardigd met een diepte van 3,5 mm en een diameter van 4 mm. Een deel der amalgamen werd gecondenseerd met een relatief kleine stopper (\varnothing 1,5 mm), de overigen met een grotere (\varnothing 3 mm). Daar de condensatiedruk op het amalgaam omgekeerd evenredig is aan het kwadraat van de diameter van de stopper werd de uitgeoefende kracht en het aantal keren dat deze op het amalgaam werd uitgeoefend hieraan aangepast zodat beide technieken zoveel mogelijk met elkaar vergelijkbaar werden. Zodoende werd met de kleine stopper 80 keer gecondenseerd, telkens met een kracht van 1 kg, met de grote 20 keer bij een kracht van 4 kg. In beide gevallen resulteerde dit in een op het amalgaam uitgeoefende druk van 56,6 kg/cm². Met beide stoppers werden twee technieken toegepast. In de helft der gevallen werd de caviteit precies tot aan de rand gevuld, zonder enig kwik te verwijderen, bij de resterende vullingen werd steeds een overmaat aangebracht, die na condensatie werd afgeschoven.

Teneinde de invloed der bovenstaande factoren op de verticale verdeling van het kwik in de vulling te waarden werden in totaal veertig amalgaamcilinders vervaardigd bestaande uit vier series van tien. Hieraan werd nog een vijfde serie toegevoegd, waarbij de caviteit allereerst tot de rand toe gevuld werd met behulp van de kleine stopper, doch daarna overvuld met de grote. Het overschot werd daarna op de gebruikelijke wijze verwijderd. De totale tijd benodigd voor mengen en condenseren bedroeg in alle gevallen 3 minuten. Vijf minuten na het begin van het mengen werden de cilinders over een lengte van 0,8 mm uit de caviteit

*) S. S. WHITE New True Dentalloy.

**) S. S. WHITE, mechanisch mengapparaat.

omhoog gedrukt, waarna de uitstekende bovenlaag met behulp van een lancetmesje kon worden afgesneden. Vervolgens werden de afzonderlijke delen op het kwikgehalte geanalyseerd volgens de methode van CRAWFORD en LARSON (6).

Voor het onderzoek naar de verdeling van het kwik in horizontale richting werd een proefcaviteit gebruikt van 2 mm diepte en 8 mm doorsnede. Dit formaat werd gekozen omdat het eerst bij deze omvang mogelijk bleek de randpartij op standaardwijze van het midden te separeren. In alle gevallen werd de caviteit overvuld waarbij het surplus onmiddellijk na het condenseren werd weggenomen.

In verband met de afmetingen werden twee andere stoppergroottes gebruikt dan bij het eerste experiment. De diameters bedroegen hierbij resp. 3 en 6 mm. Met iedere stopper werden 10 amalgaamvullingen vervaardigd. In het eerste geval werd bij een kracht van 2 kg 100 maal gecondenseerd, in het tweede geschiedde dit 25 maal bij een kracht van 8 kg. In beide omstandigheden werd zodoende gedurende het vullen een druk op het amalgaam uitgeoefend van 28,28 kg/cm². De tijd van het mengen en condenseren besloeg in totaal 4 minuten, gemeten vanaf het begin van het mengen.

Aangezien het niet mogelijk bleek om kort na het condenseren de randsectie van het middendeel der vulling te scheiden moest deze procedure in tegenstelling tot het verticaal gerichte onderzoek worden uitgesteld tot het amalgaam geheel was verhard. Dat gedurende deze wachttijd (in dit geval 24 uur) geen noemenswaardige diffusie in het kwik optreedt, kon in een afzonderlijk experiment worden aangetoond. (7) De verdeling in een rand- en middengedeelte geschiedde door middel van een holle trepaanboor. Daar aan de hand van metingen (thermo element) bleek dat hierbij een ongewenste warmte-ontwikkeling optreedt, werd deze procedure onder toevoeging van water uitgevoerd. Op deze wijze kon de temperatuurstijging beperkt blijven tot maximaal 7,5° C.

Resultaten

In tabel 1 zijn de procentuele kwikgehalten per serie van 10 amalgaamcylinders in boven- en onderlaag vermeld. De eerste en tweede kolom hebben betrekking op de kleine stopper (ø 1½ mm, kracht 1 kg), de derde en vierde kolom op de grote stopper (ø 3 mm, kracht 4 kg). Tijdens en na het condenseren werd geen overtollig kwik verwijderd.

TABEL I

	<i>Bovenlaag</i>	<i>Onderlaag</i>	<i>Bovenlaag</i>	<i>Onderlaag</i>
	57,3%	45,4%	63,8%	44,3%
	59,4%	44,2%	56,6%	44,4%
	60,2%	45,8%	60,5%	45,5%
	57,5%	45,3%	60,8%	46,8%
	61,5%	47,2%	61,1%	46,4%
	58,7%	44,4%	63,3%	45,2%
	58,2%	43,8%	60,1%	46,7%
	59,3%	44,4%	59,4%	46,1%
	58,3%	45,0%	62,9%	46,3%
	58,0%	45,5%	59,7%	45,2%
gem.	: 58,8 %	45,1 %	60,8 %	45,7 %
var.	: 1,65	0,95	4,06	0,71
stand.dev.:	1,28%	0,97%	2,01%	0,84%
	a	b	c	d
<i>kleine stopper</i>		: \varnothing 1½ mm	<i>grote stopper</i>	: \varnothing 3 mm
<i>kracht</i>		: 1 kg	<i>kracht</i>	: 4 kg
<i>aantal keren</i>			<i>aantal keren</i>	
<i>condenseren</i>		: 80	<i>condenseren</i>	: 20

proefcaviteit \varnothing 4 mm, diepte 3,5 mm
geen overmaat kwik verwijderd
tijd van mengen en condenseren: totaal 3 min.

Het kwikpercentage in de bovenlaag is zowel bij de kleine als bij de grote stopper (a en c) steeds aanzienlijk hoger dan in de onderlaag (b en d). Bij toepassing van de tekentoets met een dubbelzijdige overschrijdingskans van 5%, blijkt dit verschil significant. Wanneer men vervolgens de gevallen van de bovenlaag bij de kleine stopper vergelijkt met die van de grote (a en c), dan blijkt zich in het laatste geval meer kwik te hebben opgehoopt. Ook dit verschil is significant (t-toets). Ten aanzien van de onderlaag is in dit opzicht eveneens een verschil te constateren, zij het van veel geringer omvang (vergelijk b en d). Tabel 2 toont de resultaten, wanneer onder overigens dezelfde omstandigheden getracht wordt de overmaat kwik door middel van overvulling der caviteit te verwijderen. De percentages van de eerste en tweede kolom (e en f) hebben wederom betrekking op de kleine stopper, de derde en vierde (g en h) op de grote.

TABEL 2

	Bovenlaag	Onderlaag	Bovenlaag	Onderlaag
	54,7%	45,5%	51,7%	44,6%
	52,7%	45,1%	50,4%	43,8%
	52,1%	45,3%	48,7%	44,5%
	54,0%	45,4%	50,2%	41,7%
	52,8%	45,5%	50,1%	42,5%
	55,8%	44,8%	50,1%	45,2%
	53,0%	45,3%	49,2%	44,7%
	52,3%	45,2%	50,1%	45,3%
	55,3%	45,9%	49,9%	45,0%
	52,0%	45,8%	48,6%	45,7%
gem.	: 53,4 %	45,4 %	49,9 %	44,3 %
var.	: 1,91	1,19	0,80	1,63
stand.dev.:	1,38%	1,09%	0,89%	1,27%
	e	f	g	h
<i>kleine stopper</i>		: \varnothing 1½ mm	<i>grote stopper</i>	: \varnothing 3 mm
<i>kracht</i>		: 1 kg	<i>kracht</i>	: 4 kg
<i>aantal keren</i>			<i>aantal keren</i>	
<i>condenseren</i>		: 80	<i>condenseren</i>	: 80

*proefcaviteit \varnothing 4 mm, diepte 3½ mm,
overmaat kwik verwijderd na overvullen,
tijd van mengen en condenseren: totaal 3 min.*

In beide gevallen blijkt ook hier het kwikpercentage in de bovenlaag (e en g) significant groter dan in de onderlaag (f en h) (tekentoets). In tegenstelling tot de uitkomst in tabel 1 worden hier evenwel met de grote stopper significant lagere kwikpercentages in de bovenlaag verkregen dan met de kleine (vergelijk e en g), (t-toets). Ditzelfde geldt ook ten aanzien van de onderlaag (zie f en h).

Wanneer men vervolgens de resp. kolommen van tabel 2 met die van tabel 1 vergelijkt dan vindt men ongeacht de afmetingen der stoppers, zowel in boven- als onderlaag constant lagere waarden (t-toets).

In tabel 3 wordt aangegeven hoe de verdeling van het kwik is wanneer men de kleine en de grote stopper combineert. De amalgaamcilinders

werden verkregen door eerst de caviteit tot aan de rand te vullen met de kleine stopper (geen kwik verwijderd), waarna een overmaat werd gecondenseerd met de grote stopper, gevolgd door verwijdering van het surplus.

TABEL 3

<i>Bovenlaag</i>	<i>Onderlaag</i>
51,8 %	45,9 %
52,3 %	44,5 %
50,4 %	44,1 %
50,7 %	45,3 %
51,4 %	44,4 %
49,9 %	44,5 %
51,3 %	44,0 %
51,7 %	44,8 %
51,3 %	44,4 %
51,7 %	44,7 %

gem.	: 51,2 %	44,7 %
var.	: 0,52	0,53
stand.dev.:	0,72%	0,73 %

i j

vullen:

kleine stopper : \varnothing $1\frac{1}{2}$ mm

kracht : 1 kg

aantal keren condenseren: 40

overvullen:

grote stopper : \varnothing 3 mm

kracht : 4 kg

aantal keren condenseren: 10

proefcaviteit \varnothing 4 mm, diepte $3\frac{1}{2}$ mm, overmaat kwik verwijderd na overvullen, tijd van mengen en condenseren: totaal 3 min.

De kwikpercentages van de bovenlaag (i) zijn ook hier significant hoger dan in de onderlaag (j), (tekentoets).

Vergelijkt men de uitkomsten van de bovenlaag met die welke met de

Met de beperking dat de bovenstaande bevindingen slechts betrekking hebben op de gekozen proefopstelling kan geconcludeerd worden dat bij toepassing van een 1 : 1 mengverhouding een dusdanig kwikgehalte aan het oppervlak van de amalgaamvulling optreedt dat de volgens PHILLIPS c.s. opgegeven kritische 55 %-grens aanzienlijk kan worden overschreden. Door overvulling van de caviteit gevolgd door verwijdering van het kwikrijke surplus is het mogelijk ruimschoots beneden de gewenste grens te blijven. Het gebruik van een relatief grote stopper is hierbij – althans voor zover het de overvulling betreft – gebiedend.

Samenvatting

Bij een totaal van 60 amalgaamvullingen, vervaardigd in een legering/kwik verhouding van 1:1, gecondenseerd in stalen proefcaviteiten door middel van handdruk, werd een onderzoek ingesteld naar het kwikgehalte in boven- en onderlaag, resp. rand- en middengedeelte. Daarbij werd de invloed nagegaan van een relatief klein en groot stopperoppervlak. Voor zover het de gekozen proefopstelling betrof kon het volgende worden vastgesteld:

1. Bij een condensatietechniek waarbij geen overmaat kwik wordt verwijderd treedt ongeacht de stoppergrootte steeds een cumulatie van kwik op in de bovenste laag van de amalgaamvulling die in alle gevallen boven de 55 %-grens uitstijgt. Bij een groot stopperoppervlak zijn de gevonden percentages hoger dan bij een klein (tabel 1).
2. Bij overvullen van de caviteit gevolgd door verwijdering van het kwikrijke overschot vindt men bij het gebruik van een relatief grote stopper weliswaar hogere waarden in de boven- dan in de onderlaag, doch het gemiddelde percentage bevindt zich in de bovenlaag op een gunstig niveau, terwijl bovendien de spreiding gering is. Condensatie met een kleine stopper leidt tot te hoge kwikpercentages in de bovenlaag.
3. Een condensatietechniek, waarbij de caviteit gevuld wordt met een kleine doch overvuld met een grote stopper levert bevredigende kwikpercentages in de bovenlaag op (gemiddeld 51,2 %, tabel 3).
4. Bij overvulling van de caviteit ontstaat geen opeenhoping van kwik in de randpartij der vulling wanneer gecondenseerd wordt met een relatief kleine stopper. Hoewel dit wel het geval is bij toepassing van een groter stopperoppervlak is het gemiddelde verschil met het middengedeelte slechts gering, nl. 1,8 %.
5. Voorzover het de gebruikte proefopstelling betreft blijkt het noodzakelijk om bij een legering/kwik verhouding van 1:1, de caviteit te overvullen met behulp van een relatief groot stopperoppervlak.

Summary

A study was made of the mercury concentrations in the upper, lower, peripheral and central portions of a total of 60 amalgam fillings (alloy: mercury ratio 1:1), condensed by manual pressure in steel test cavities. The influence of a relatively small and a relatively large stopper surface was given special attention. In the test arrangement adopted, the following observations were made.

1. After condensation without removal of excess mercury, all fillings showed an accumulation of mercury in the upper layer which exceeded the 55% limit, regardless of the stopper size. With a large stopper surface the percentages were larger than those with a small stopper surface (Table 1).

2. After overfilling of the cavity followed by removal of the high-mercury excess, the use of a relatively large stopper gave higher values in the upper than in the lower layer, but the average percentage in the upper layer was at a favourable level, while the spread was inconsiderable. Condensation with a small stopper gave larger mercury percentages in the upper layer.

3. A technique of condensation using a small stopper for filling but a large stopper for overfilling gave satisfactory mercury percentages in the upper layer (average 51.2%; Table 3).

4. After condensation with a relatively small stopper, overfilling of the cavity caused no accumulation of mercury in the peripheral portion of the filling. Although with a larger stopper surface this accumulation did occur, the average difference from the central proportion was small (1.8%).

5. In the test arrangement adopted, the use of an alloy: mercury ratio of 1:1 made it necessary to overfill the cavity with a relatively large stopper surface.

Litteratuur:

1. EAMES, W. B.: Preparation and condensation of amalgam with a low mercury-alloy-ration, *J.A.D.A.* 58:78-83, 1959.
2. EAMES, W. B., SKINNER, E. W. and MIZERA, G. T.: Amalgam strength values relative to mercury percentages and plasticity, *J. Pros. Den.* 11:765-771, 1961.
3. SWARTZ, M. L. and PHILLIPS, R. W.: Residual mercury content of amalgam restorations and its influence on compressive strength, *J.D. Res.* 35:458-466, 1956.
4. STRADER, K. H.: Amalgam alloy, its heat treatment flow, mercury content and distribution of dimensional change, *J.A.D.A.* 38:602, 1949.
5. WILSON, R. T., PHILLIPS, R. W. and NORMAN, R. D.: Influence of certain condensation procedures upon the mercury content of amalgam restorations, *J. D. Res.* 36:458-461, 1957.
6. CRAWFORD, W. H. and LARSON, J. H.: Residual mercury determination process, *J. D. Res.* 34:313-317, 1955.
7. FLÖGEL, G. E.: Diffusie van kwik in amalgaamrestauraties (in bewerking).

v. Eeghenstraat 75 Amsterdam