

SUCCESBEPALENDE EIGENSCHAPPEN VAN AMALGAAM

SAMENVATTING

De kwaliteit van een amalgaamrestauratie hangt als eerste af van de eigenschappen van het gebruikte materiaal. Er bestaat een ruime keuzemogelijkheid uit legeringen van verschillende samenstelling. De samenstelling bepaalt onder meer de beschikbare verwerkingstijd, de mate van flow, kruip en corrosie. Voor een aantal merken worden deze eigenschappen hier besproken. Omdat ook de menging en verwerking van amalgaam bepalend zijn voor de kwaliteit van de vulling, wordt daaraan aandacht besteed. De lezer wordt in staat gesteld zijn eigen conclusies te trekken.

MESMAN SCHULTZ BA. Succesbepalende eigenschappen van amalgaam. Ned Tijdschr Tandheelkd 1988; 95: 321-3.

B. A. Mesman Schultz, tandarts

Uit de vakgroep Cariologie en Endodontologie van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: **Conserverende tandheelkunde - Amalgaam**

Datum van acceptatie: 8 juli 1988.

Adres: Dr. B. A. Mesman Schultz, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen.

1. INLEIDING

Een amalgaamrestauratie moet duurzaam zijn. Omdat er vele, in eigenschappen verschillende, legeringen op de markt zijn, is derhalve een verantwoorde keuze daaruit, mede op grond van de eigen wensen, een eerste vereiste. Daarbij moet op twee groepen van factoren worden gelet: 1. de samenstelling van de legering en de deeltjesvorm en -omvang; 2. de fysisch-chemische eigenschappen; niet alle eigenschappen zijn voor de dagelijkse praktijk even relevant.

De tandarts kan welhaast geen invloed op deze twee groepen factoren uitoefenen, anders dan door in het algemeen ongunstig werkende manipulaties. Een gewogen keuze uit het ruime aanbod aan amalgaamen is verkieslijker.

Een derde groep factoren is wel tandarts-afhankelijk, namelijk de meng- en verwerkingstechniek. In het nu volgende worden deze drie punten nader besproken. De hierop betrekking hebbende literatuur is in een korte lijst samengevat.¹⁻¹⁸

2. SAMENSTELLING EN DEELTJESVORM EN -OMVANG

Amalgaamlegeringen bevatten van oorsprong veel zilver, naast geringere percentages tin, koper, zink en andere metalen, in wisselende hoeveelheden. De fabrikanten verwerken de blokken amalgaam tot poeder door ze te vijlen of te spuiten; het eerste levert grotere of kleinere spanen op en het laatste bolvormige partikels.

2.1. Samenstelling

Legeringen met een conventionele samenstelling bestaan uit minimaal 65% zilver en maximaal 29% tin, 6% koper en 2% zink. Nieuwere legeringen bezitten een ver-

hoogd kopergehalte (9-19%), onder handhaving van het zilveragehalte. Bovendien zijn amalgaamen ontwikkeld die niet alleen relatief veel koper bevatten, maar ook nog andere toevoegsels, zoals indium, goud of platina. Deze toevoegsels worden niet onder de internationaal geldende specificaties vermeld. Tot slot, er zijn legeringen op de markt gebracht met een uitzonderlijk hoog kopergehalte, toegevoegd ten koste van het zilveragehalte, dat dan nog slechts ongeveer 45% bedraagt. Zoals straks zal blijken is een hoger kopergehalte van belang voor de uiteindelijk bereikte druksterkte. Voorbeelden van een aantal legeringen zijn in tabel I vermeld.

Tabel I. Enkele amalgaamlegeringen gerangschikt naar samenstelling. De fabrikanten zijn tussen haakjes vermeld.

Conventionele	Verhoogd kopergehalte	Andere toevoegsels	Koperrijke
Amalcap (IVOCLAR)	Cavex non-gamma2 (K&S)	Indiloy (SHOFU) ¹⁾	ANA 2000 (BERGMAN & BEVING)
New True Dentalloy (SSW)	Dispersalloy (J&J)		Arjalloy (J&J)
	Phasealloy (PHASEALLOY, INC.)		Avalloy (K&S)
	Tytin (SSW)		Sybralloy (KERR)

¹⁾ 5% indium en 13% koper

2.2. De deeltjesvorm en -omvang

Door vijlen worden middelfijne, fijne of ultrafijne partikels verkregen. Vele nieuwere amalgaamen bestaan uit sferische of sferoïdale deeltjes. Een aantal legeringen bevat zowel vijsel als sferische deeltjes. In principe geldt dat sferische amalgaamdeeltjes een grotere aanvangsdruksterkte bewerkstelligen dan gevijde deeltjes, omdat zij gemakkelijker worden bevochtigd. Echter, dit verschilt per merk. In tabel II is onder andere de vorm en omvang van de partikels vermeld.

3. FYSISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN

Niet alle eigenschappen zijn klinisch van even groot belang. De volgende zes zijn het meest relevant.

3.1. Beschikbare verwerkingstijd

Het kan wenselijk zijn te beschikken over amalgaamen met variërende hardingstijd. Bij de fabrikanten bestaat echter de tendens om zeer snel hardende amalgaamen te produceren. Daarmee wordt bereikt dat de druksterkte na een uur relatief hoog is, waardoor de practicus minder frequent

met kapotgebeten restauraties wordt geconfronteerd.

Men kan de hardingstijd zelf veranderen, door toevoeging van extra kwik of door de voorgeschreven mengtijd te verkorten. Maar drastische afwijkingen van de door de fabrikant opgegeven specificaties wijzigen andere eigenschappen van het amalgaam in ongunstige zin. Het is daarom beter een merk te kiezen, dat amalgaamen met verschillende verwerkingstijden biedt. In de regel zijn deze aangeduid als 'fast', 'regular' en 'slow' hardend bin- nen respectievelijk 4, 6 en 8 minuten.

3.2. Druksterkte na één uur

Tijdens het controleren van de occlusie en articulatie van een net aangebrachte restauratie, en daarna door onwillekeurig uitgeoefende krachten, kan een nieuwe restauratie worden stukgebeten. In deze is de 1-uurs druksterkte van belang. In het algemeen is deze groter wanneer: 1. de verhardingstijd korter is; 2. het amalgaam sferisch is en 3. het kopergehalte hoger is, dat wil zeggen, bij 12% of meer koper neemt de 1-uurs druksterkte met 25% toe. In tabel II is van een aantal amalgamen de bedoelde druksterkte vermeld.

Tabel II. Deeltjesvorm en -grootte en de gemiddelde druksterkte na één uur en na 24 uur in kg/mm² en de dimensionele veranderingen na 24 uur verharding (%).

	Deeltjes	Druksterkte na		Dimensionele verandering na 24 uur (%)
		1 uur	24 uur	
ANA 2000	fijne spanen	10 ^{*)}	54 ^{**)}	+ 0,05
Amalcap	ultrafijne spanen	11	47	+ 0,13
Arjalloy	spanen + sferisch	11	50	+ 0,02
Avalloy	sferisch	15	41	+ 0,04
Cavex non-gamma 2	spannen + sferisch	11	51	- 0,05
Dispersalloy	spannen + sferisch	10	48	- 0,04
Indiloy	sferisch	10	52	- 0,10
New True Dentalloy	middelfijne spanen	7	48	- 0,21
Phasealloy	spannen + sferisch	10	52	- 0,09
Spherally	sferisch	8	50	- 0,25
Sybralloy	sferisch	15	55	- 0,09
Tytin	sferisch	15	58	- 0,10

^{*)} Laag < 6 kg/mm²; gemiddeld 8 kg/mm²; hoog > 10 kg/mm².

^{**)} Alle amalgamen hebben een sterkte > 40 kg/mm².

Tabel III. Voor- en nadelen van amalgaam in tablet- en poedervorm en van voorgedoseerde capsules.

	Nadelen	Voordelen
Tabletten	beknelling in capsule geen totale vergruizing verlengde mengtijd verkorte werktijd	constante dosering constante samenstelling variabele mengverhouding
Poeder	gebrekkige doseermogelijkheid 'ontmenging' ^{*)} omslachtig	korte mengtijd variabele mengverhouding variabele hoeveelheid grote keuze capsules
Voorgedoseerde capsules	vaste mengverhouding vaste hoeveelheid relatief duur	constante samenstelling bedieningsgemak

^{*)} Zware en ronde partikels zakken naar de bodem van fles of container.

3.3. 24-uurs druksterkte

Alle amalgaamsorten hebben een 24-uurs druksterkte van ten minste 41 kg/mm². Het lijkt verantwoord te stellen dat alle amalga-

men na 24 uur een voldoende grote hardheid bezitten. De in tabel II vermelde verschillen hebben klinisch weinig betekenis.

Ten aanzien van Amalcap wordt opgemerkt dat de relatief grote initiële hardheid te danken is aan de korte verhardingstijd (2,5 min.).

3.4. Dimensionele veranderingen

Tot voor kort werd een geringe expansie van amalgaam tijdens de harding noodzakelijk geacht. Elastische krachten in het

wou onmiddellijk worden gedicht door terugveren van de caviteitswanden.

Echter, in de loop der tijd ontstaat toch een spleet, als gevolg van kruip en vloeï van het amalgaam. Volgens de I.S.O.-specificatie mag amalgaam na 24 uur slechts een dimensionele verandering van ± 0,2% ondergaan. In tabel II zijn gegevens in deze voor een aantal amalgamen vermeld; het merendeel blijkt te voldoen aan de specificatie. Toch verdienen die amalgamen de voorkeur, waarvan de dimensionele veranderingcurve gedurende de eerste 24 uur zo dicht mogelijk tegen de nullijn ligt. De vermelding van de dimensionele verandering na 24 uur zegt te weinig, in verband met de 'flow' (vloeï). Het is relevanter de gehele curve in de bijsluiting te tonen.

3.5. Kruip

Belasting van *verhardend* amalgaam leidt tot dimensionele verandering: de 'flow'. Belasting van *verhard* amalgaam veroorzaakt ook dimensionele afwijkingen: de kruip ('creep'). Tegenwoordig wordt als criterium de kruip gehanteerd. Het behoeft geen betoog dat de amalgamen die de geringste verandering bij dergelijke vermoeidheidstesten ondergaan, de voorkeur genieten.

De kruip wordt negatief beïnvloed door 1. meer kwik toe te voegen; 2. kleinere deeltjes, bij voorbeeld micro-cut, en 3. een langere mengtijd. Koperrijk amalgaam heeft een relatief geringe kruip.

Omdat een hoge kruip tot marginale defecten (breuk van de amalgaamranden) leidt, werd het als een belangrijke eigenschap beschouwd. Heden ten dage wordt echter corrosie in deze schadelijker geacht.

3.6. Corrosie

Corrosie treedt op als gevolg van lage zuurstofgehalten, dus daar waar plaque het amalgaam bedekt. Het corrosieproces verloopt als volgt. De gamma-2 fase (Sn₇Hg) wordt gesplitst in Sn₂⁺ en metaal kwik. De tin-ionen in oplossing vormen een onoplosbare verbinding met Cl-ionen uit het speeksel en slaan neer, zowel in de marginale spleet als op de zuurstofarme oppervlakken. Hierdoor slijbt de spleet dicht en worden de amalgaamoppervlakken ruw, hetgeen weer tot meer plaquevorming leidt en daardoor weer tot meer corrosie.

Bovendien, het vrijgekomen metallisch kwik diffundeert door de restauratie heen en reageert aldaar met het zilver en tin uit de oorspronkelijke poederdeeltjes. Daardoor vindt onder meer een uitgestelde expansie (mercuroscopic expansion) plaats,

onder andere langs de randen van de vul-
ling. Dit proces leidt tot interne spanningen,
resultierend in opkrullen van de amal-
gaamranden, die vervolgens onder de
kauwdruk afbreken.

Bij koperrijke amalgamen ontstaat een
binding tussen koper en tin (Cu_6Sn_5), een
minder corrosiegevoelige verbinding. Des-
alniettemin vullen ook hier corrosiepro-
dukten de spleet.

Bij het uiteenvallen van de koper-tin-
fase komt echter geen metallisch kwik vrij. Er
is dan ook geen sprake van uitgestelde
expansie en daardoor komt randbreuk aan-
merkelijk minder frequent voor.

Corrosieproducten van zeer koperrijke
legeringen (30%) zijn in speeksel oplos-
baar. Wellicht is bij patiënten met vele,
grote en ongepolijste restauraties de kop-
perbelasting ontoelaatbaar hoog.

4. MENG- EN VERWERKINGSTECH- NIEK

Na de keuze, naar persoonlijke apprecia-
tie, van een amalgaamlegering op grond
van zijn eigenschappen, dient men ook nog
te letten op de effecten van de meng- en
verwerkingstechniek. Hierbij zijn drie
punten van belang, de vorm waarin het
amalgaam verkrijgbaar is, het mengen met
kwik en het condenseren.

4.1. Tabletten, poeder, voorgedoseerde capsules

Enkele voor- en nadelen van de drie in de
titel genoemde verbruiksvormen zijn in ta-
bel III samengevat. Deze opsomming be-
hoeft geen nadere uitleg. De lijst is onvolle-
dig; zo is bij voorbeeld de mogelijkheid van
knoeien met kwik niet vermeld.

4.2. Mengverhouding en -tijd

In het algemeen dient men de gebruiksaan-
wijzingen van de fabrikant te volgen. De
fabrikanten neigen ertoe de gewichtshoe-
veelheid kwik zo laag te kiezen, dat de
beste fysische eigenschappen worden ver-
kregen. Klinisch brengt deze trend bezwa-
ren mee.

Een verhouding poeder : kwik > 1 geeft
een tamelijk droog mengsel. Bij handcon-
densatie ontstaan daardoor veelvuldig
laagvorming, porositeiten en een slechte

wandaansluiting, dus een inhomogene res-
tauratie. Een langere mengtijd gaat de
droogte van het mengsel tegen, maar ver-
kort de werktijd en vergroot de kruip. Ook
door extra kwik toe te voegen wordt het
mengsel plastischer, maar het overtollige
kwik moet worden uitgecondenseerd van-
wege de nadelige invloed ervan op bijna
alle fysische eigenschappen van de leger-
ing.

Handhaving van een ongeveer gelijke
poeder-kwikverhouding is in het algemeen
te prefereren. Een goede condensatietechniek
moet dan leiden tot een acceptabel
resultaat.

4.3. Condensatietechniek

Bij gebruik van een min of meer gelijke

poeder-kwikverhouding, is mechanische
condensatie bijna onontkoombaar, omdat
daardoor de homogeniteit van de restaura-
tie in vergelijking met handcondensatie
wordt vergroot én constant een laag kwik-
gehalte wordt bereikt ($42\% \pm 0,5\%$). Te-
vens wordt de zo noodzakelijke nameng-
ing bij koperrijke legeringen bereikt. Die
namenging is nodig in verband met het
afstropen van oxidatieproducten van de
Ag-Cu fase.

Mechanische condensatie-apparaat
wordt in verschillende uitvoeringen ge-
leverd. Toegepast worden: vibratie (Denta-
tus van Bergendahl), pneumatische krach-
ten (Clev-Dent van Hollenback) en hamer-
techniek (Speedomatic, KaVo - B 66 con-
densatiehoekstuk).

SUMMARY

PROPERTIES OF AMALGAMS

Keywords: Dental amalgam - Dental alloys

The quality of cavity restoration with amalgam depends primarily on the properties of the material used. Many silver amalgam alloys with differing properties are available. The constitution of the alloys determine amongst others the flow, creep and corrosion. These properties are discussed. Trituration and handling are co-determining factors in success or failure of as restoration and are, therefore, discussed as well. The article enables the reader to draw his own conclusions.

LITERATUUR

- ¹BRIANT RW. The static creep of amalgams of fifteen alloys. *Aust Dent J* 1980; 25: 1-7.
- ²DAVIDSON WC. Nieuwe ontwikkelingen in het amalgaam. In: Van der Kwast e.a. (eds.). *Het Tandheelkundig Jaar 1980*. Utrecht: Bohn, Scheltema en Holkema, 1980, 42-8.
- ³DUPERON DF et al. Clinical evaluation of corrosion resistance of conventional alloy, spherical, particle alloy and dispersion-phase alloy. *J Prosthet Dent* 1971; 25: 650-6.
- ⁴EAMES WB, Mc NAMARA JF. Eight high-copper amalgam alloys and six conventional alloys compared. *Oper Dent* 1976; 1: 98-107.
- ⁵ESPEVIC S, SÖRENSEN SE. Creep of dental amalgam. *Scand J Dent Res* 83; 245-53.
- ⁶JØRGENSEN KD. Recent developments in alloys for dental amalgam: their properties and proper use. *Int Dent J* 1976; 26: 369-77.
- ⁷JØRGENSEN KD. The mechanism of marginal fracture of amalgam fillings. *Acta Odontol Scand* 1965; 28: 347-89.
- ⁸LETZEL H. Amalgaam uit sferische legeringen. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1970; 77: 15-8.
- ⁹MESMAN SCHULTZ BA. Druksterkte, dimensionele verandering en hardheid van een tweetal amalgaamle-
geringen in relatie tot mengtijd en uitgestelde condensatie. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1979; 86: 29-36.
- ¹⁰MESMAN SCHULTZ BA. *Randverschijnselen*. Academisch proefschrift rijksuniversiteit te Utrecht, 1982.
- ¹¹OSBORNE JW, BINON PP, GALE EN. Dental amalgam: clinical behaviour up to eight years. *Oper Dent* 1980; 5: 24-8.
- ¹²OSBORNE JW, GALE EN. Two independent evaluations of ten amalgam alloys. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 622-6.
- ¹³PHILIPS RW. *Skinner's science of dental materials*. Philadelphia: WB Saunders, 1985.
- ¹⁴PHILIPS RW. Aamalgaam - its qualities, its failures, its possibilities and improvements for the future. *Belg Tijdschr Tandheelkd* 1978; 33: 315-28.
- ¹⁵SARKAR NK. Creep, corrosion and marginal fracture of dental amalgam. *J Oral Rehabil* 1978; 34: 273-86.
- ¹⁶SPANAU AF AJ. *Dental amalgam*. Academisch proefschrift, Katholieke Universiteit te Nijmegen, 1977.
- ¹⁷VRIJHOEF MMA. Fysische eigenschappen van amalgaam. *Belg Tijdschr Tandheelkd* 1978; 33: 329-42.
- ¹⁸WING G. *Dental amalgam*. Scientific aspects of dental materials. London en Boston: Butterworths, 1975; 245-76.