

Amalgaam

III. Het vrijkomen van kwik uit amalgaam

Samenvatting. Tijdens en door het tandheelkundige handelen staan patiënten bloot aan kwik. De belangrijkste belasting wordt veroorzaakt door amalgaamrestauraties. Het voortdurende vrijkomen van kwik uit deze vullingen is vooral toe te schrijven aan verdamping en corrosie. De moderne amalgaamen corroderen aanmerkelijk minder dan de vroeger gebruikte, maar geven mogelijk meer kwikdamp af. Verschillende meetmethoden laten gevarieerde kwikafgiften zien. Beweerd is dat na tien jaar 73% van alle kwik uit vroeger gebruikt amalgaam verdwenen zou zijn, maar het verlies uit een grote vulling van een modern amalgaam lijkt minder dan 2% te bedragen.

SCHUURS AHB, DAVIDSON CL. Amalgaam. III. Het vrijkomen van kwik uit amalgaam. Ned Tijdschr Tandheelkd 1993; 100: 45-8.

1 Inleiding

Een klinisch gebruikt materiaal mag lokale noch systemische ongewenste nevenwerkingen hebben. Dat geldt dus ook voor amalgaam, maar daaruit komt onder andere kwik vrij. Dat roept een aantal vragen op, zoals hoe het kwik vrijkomt en in welke hoeveelheid en vorm, hoeveel daarvan wordt geabsorbeerd, en wat de consequenties van de absorptie zijn. In dit artikel wordt vooral aandacht besteed aan de wijze van kwikafgifte en de hoeveelheid door verhard amalgaam. De hoeveelheid kwikdamp in de lucht tijdens diverse tandheelkundige handelingen (tab. I) blijft door gebruik van onder meer waterspray en afzuiging beperkt,^{1,2} tot ver onder het voor kortdurende blootstelling beroepsmatig aanvaardbaar geachte niveau van 500 µg Hg/m³ lucht. Voor patiënten vormt deze kwikdampconcentratie een geringe belasting.

Uit net aangebracht amalgaam komt relatief veel kwik vrij in de vorm van kwikdamp (atomen), dat neigt tot reageren met andere metalen, dus ook met aanwezige amalgaambestanddelen. Na de eerste uren/dag na het leggen/polijsten van de vullingen neemt de kwikdampafgifte fors af, mede door de vorming van een passiverend laagje, en is in de daarop volgende perioden (jaren) uiterst gering. Het is aannemelijk dat kwikdamp door de mondlicht én het speeksel wordt opgenomen. Het 'dampen' door de restauraties wordt bevorderd door met name kauwen (kauwgom), bruxisme en tandenpoetsen.

In een later stadium, als corrosie een grotere rol gaat spelen, komen ook kwikionen vrij. De ionen worden in het speeksel opgenomen en ingeslikt, tenzij zij ontladen, waartoe zij sterk geneigd zijn, door zich te binden, of door in atomaire vorm over te gaan.

Kwikverlies ontstaat ook door afbreken en slijtage van de restauratie. De moderne

amalgaamen zijn echter sterker en slijtvaster dan de vroeger gebruikte (conventionele) typen.

Ten slotte bestaat nog – sporadisch – een andere bron. Amalgaam-'tatoeages' (fijn slijpsel in verwond mondweefsel) en retrograad amalgaam geven na fagocytair degradatie kwik af, dat direct in de weefsels belandt en uiteindelijk in de nieren terecht komt. Grotere amalgaampartikels worden door een fibreus kapsel omgeven en tonen weinig degradatie.¹

De commotie over amalgaam betreft vooral het nadelige effect dat het tijdens zijn (langdurige) verblijf in de mond eruit vrijkomende kwik zou hebben. Of verdamping van kwik uit de restauratie hierbij een substantiële rol speelt is nog niet geheel duidelijk. De literatuur is daarentegen wel uitgesproken over het belang van corrosie.

2 Corrosie

Corrosie is het direct of langs elektrochemische weg oplossen van een metaal in een elektrolyet. Water is de bekendste elektrolyet en derhalve is ook speeksel een elektrolyet. Neemt de zuurgraad van de elektrolyet toe, dan werkt deze agressiever in het cor-

Tabel I. Kwikdamp per m³ lucht tijdens enkele tandheelkundige procedures waarbij amalgaam is betrokken.¹

	µg Hg/m ³ lucht
Condensatie met hand	15-320
Mechanische condensatie	770
Boren zonder koeling/polijsten	>1000*
Boren met koeling en afzuiging	45-110*
Boren zonder koeling	50-190
Boren met koeling	15

* Kwikdamp + amalgaampartikels.

A. H. B. Schuurs, tandarts¹
C. L. Davidson, materiaalkundige²

Uit¹ de vakgroep Cariologie en Endodontologie en² de vakgroep Materiaalwetenschappen van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA)

Trefwoorden: **Materiaalkunde** – Amalgaam – Kwik

Datum van acceptatie: 25 januari 1993.

Adres: Dr. A.H.B. Schuurs, ACTA, Louwesweg 1, 1066 EA Amsterdam.

rosieproces. Bij dit proces zijn onder meer van belang: de zuurstofspanning, bedekking door plaque, aanwezigheid van vullingen in homogene of verschillende legeringsamenstelling en de vloeistof, al dan niet in combinatie.

Doordat tandheelkundig amalgaam per definitie uit fasen van ongelijke samenstelling bestaat, zal het materiaal altijd corroderen. De mate van corrosie is mede afhankelijk van de diversiteit van de fasen. Corrodeert een kwikhoudende fase, dan zal het kwik-ion een elektron uit het overige metaal onttrekken en een neutraal kwikatoom worden dat snel met ongereageerde producten in de vulling bindt. Met andere woorden tijdens het corroderen verdwijnt kwik uit de corrosieproducten. Inderdaad konden in corrosieproducten van amalgaam geen kwikionen worden aangetoond.³ Binnen de amalgaammassa zelf treedt herdistributie op; kwik migreert naar het oppervlak.^{4,5}

2.1 Corrosieproducten

Corrosie verraadt zich door een zwart verkleurd oppervlak en in randbreuk van het (occlusale) amalgaam.⁶ Corrosieproducten bestaan uit tinhydroxychloride (Sn₄(OH)₆Cl₂), in mindere mate SnO,⁷ en andere moeilijk oplosbare (zoals koperbindingen) en eenvoudig oplosbare verbindingen. Uit de moeilijk oplosbare corrosieproducten ontstaat een 'passiverend' (inert), zwart laagje aan het oppervlak van de restauratie.⁸ De corrosielaag bij de vroeger gebruikte amalgaamen is 50-90 µm dik,⁹ en is op alle buitenvlakken van de restauratie aan te treffen. Omdat de corrosieproducten de spleet tussen tand en amalgaam vullen, gaan zij het 'uitzetten' van kwik tegen. Ook 'intern' treedt corrosie op (afb. 1), wat tot uiting komt in breuken ter hoogte van de isthmus (afb. 2). Interne corrosie treedt vaak op bij poreuze amalgaamen.

2.2 Moderne amalgamen

De fysische en chemische kwaliteiten en het klinische gedrag van de moderne amalgamen zijn, hoewel per merk verschillend, beter dan die van de oudere amalgamen. Het vijfel bevat veel koper, $\pm 12\%$ of meer. Elk partikel is op gelijke manier samengesteld uit zowel zilver, tin en koper (ternaire amalgamen). Per merk verschillen de gewichtspercentages zilver aanzienlijk.

In de zogenoemde non- γ_2 -amalgamen met veel koper corrodeert als eerste de koper-tinfase (Cu_6Sn_5),¹ tenzij een zinkkwikfase aanwezig is, die nog gemakkelijker corrodeert.¹⁰ De zilver-kwikfase, die corrosiebestendiger is dan de tin-kwikfase (γ_2 -fase), verandert gedurende het eerste jaar na het leggen in een fase die minder kwik bevat; een deel van dat kwik verdampst. In amalgamen, ook in non- γ_2 -typen, kan een deel van het kwik niet reageren, vooral als het zilveragehalte laag is, en dat zal daardoor rechtstreeks verdampen.

Het passiverende oppervlaktelaagje ontstaat bij de moderne amalgamen in aanmerkelijk mindere mate dan bij oudere amalgamen. Daarom is het niet uitgesloten dat deze amalgamen meer kwikdamp afgeven dan de oude amalgamen. De diepte van de al dan niet onregelmatig gecorrodeerde plaatsen, die vooral te vinden zijn in het aan de bodem en de randspleet grenzend amalgaam, varieert van 50 tot 200 μm .¹¹ Ook in deze amalgamen komen met corrosie samenhangende isthmusbreuken voor.¹⁰ Enige corrosie is op zich geen reden tot vervanging van een vulling.

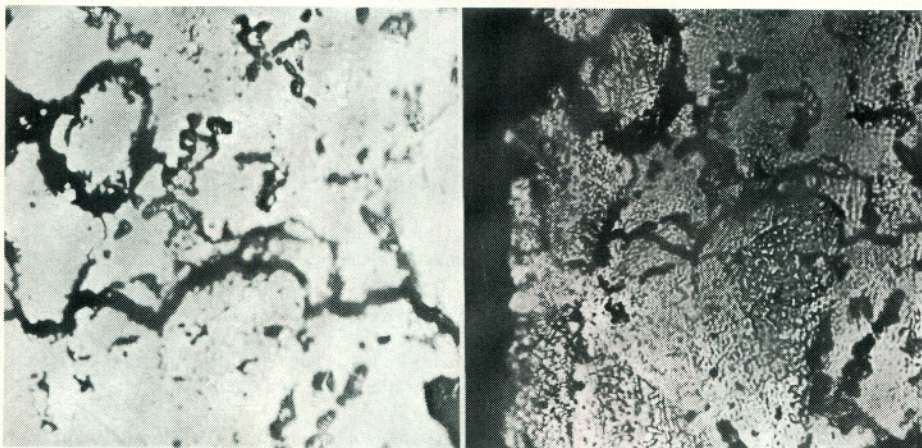
Uit het voorafgaande blijkt dat het bij corrosie vrijkomende kwik niet noodzakelijkerwijs door het lichaam wordt opgenomen, ook bijvoorbeeld door de gingiva.¹² Het is derhalve van belang te weten of en in welke mate de concentraties kwik in speeksel en mondvlucht toenemen door aanwezigheid van amalgaamrestauraties.

3 Metingen

3.1 Metingen aan speeksel en -substituten

Onderzoek naar uit amalgaam vrijkomend kwik in water, keukenzoutoplossingen en kunstspekels eist dat aan het glas, kunststof of keramiek geabsorbeerd kwik wordt 'mee-gemetend'. Dat geschiedt door het op te lossen in salpeterzuur en chroomzuur.¹³ Uit een literatuuroverzicht blijkt dat gevarieerde waarden van 0,3 tot 74 $\mu\text{g Hg/dag}$ worden vermeld.¹⁴ De eerste 24 uur na het leggen van vullingen (van verschillende merken amalgaam) komt méér kwik vrij dan uit twee jaar oud amalgaam: respectievelijk 17-35 $\mu\text{g Hg/cm}^2/\text{dag}$ en 1,1-2 μg .¹³

In speeksel uit monden zonder amal-



Afb. 1. Interne corrosie in amalgaam: de zwarte ruimten (onder gepolariseerd licht) representeren ontbrekend materiaal (links). Op de afbeelding rechts zijn duidelijk de ('gespikkelde') vullerdeeltjes (circa 20 μm groot) te zien.

gaamrestauraties worden waarden gevonden van 0,3-5 $\mu\text{g Hg/l}$, in monden met amalgaam is dat 5-25 $\mu\text{g Hg/l}$, waarbij tevooren kauwen de afgifte fors blijkt te verhogen.^{15 16}

3.2 Metingen aan adem

De resultaten van ademmetingen worden beïnvloed door onder andere hoeveel en welke adem wordt gemonsterd, aantal vullingen en amalgaamtype en -merk, kauwen voor de meting en aanwezigheid van pas gemaakte vullingen. De uitkomsten van een aantal, oudere metingen worden op methodologische grond en vanwege de gebruikte, inadequate apparatuur een factor 15 te hoog geacht,¹⁷⁻²⁰ maar ze worden desondanks nog steeds geciteerd door tegenstanders van amalgaam.

Van groter belang is nog dat de absorptie in de long niet door de hoeveelheid kwikdamp in de mond, maar door die in de tracheale lucht wordt bepaald. De tracheale lucht bestaat uit een mengsel van monden vooral neusadem. Metingen bij patiënten met amalgaamrestauraties leverden waarden van 4-155 $\mu\text{g Hg/m}^3$ mondvlucht op, terwijl die in de trachea bij mondademhaling $\pm 2,2 \mu\text{g Hg/m}^3$ en bij neusademhaling minder dan 1 $\mu\text{g Hg/m}^3$ was.²¹

3.3 Factoren die de kwikmetingen en kwikafgifte beïnvloeden

De mond onderscheidt zich van *in vitro* systemen in pellicle-vorming, veranderingen van pH en zuurstofconcentratie, aanwezigheid van speekseliwitten, poetsen, kauweffecten (kauwgom!), etcetera.²² Een belangrijk verschil is bovendien dat in het laboratorium het passiverende laagje zelden wordt verstoord, waardoor *in vivo* minder kwik vrij zal komen dan *in vitro*.⁸ Maar

ook allerlei niet van te voren te bedenken omstandigheden spelen een rol. Ter illustratie, contact met Coca Cola of Rivella bleek de kwikafgifte uit vers amalgaam te verlagen.⁸

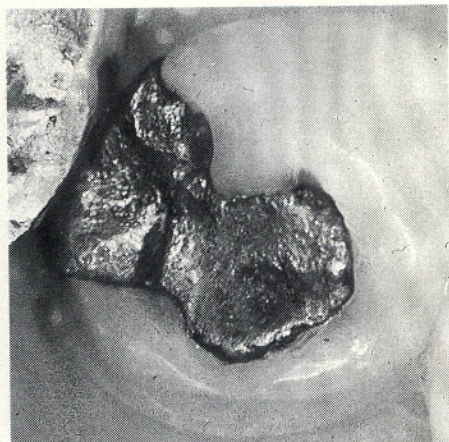
Of warmteontwikkeling, zoals wordt beweerd,²³⁻²⁵ meer kwik vrijmaakt, staat ter discussie.^{26 27} Daarom lijkt het verstandig tijdens polijsten warmteontwikkeling tegen te gaan. Een eenmaal gepolijste vulling geeft minder kwik af,^{8 27 28} door verkleining van het oppervlak en verwijdering van oppervlakkig γ_1 -fase,²⁹ maar polijsten zou in dezen niet van belang zijn voor koperrijk amalgaam.³⁰ Polijsten van gecorrodeerd amalgaam verstoort het passiverende laagje,³¹ waardoor weer meer kwik vrij zal komen.

4 Het tandheelkundige team

Het tandheelkundige team staat veel meer dan patiënten in principe bloot aan het risico van chronische kwikvergiftiging door kwikdamp, als gevolg van het veelvuldig verwijderen, condenseren en polijsten van amalgaamrestauraties, en voorts door lekkage uit dispensers en capsules, morsen, sterilisatie van met amalgaam gecontamineerde instrumenten, de omgang met restmateriaal en door kwik afkomstig uit hun vullingen. Deze serie handelt echter niet over het beroepsrisico. Daarvoor wordt naar een andere publikatie verwezen.³²

5 Kwikverlies in de loop der jaren

In het boek *Silver dental fillings. The toxic time bomb* (1984) wordt op grond van onvolledig gepresenteerde referenties, dus oncontroleerbaar, beweerd dat uit tien jaar oude vullingen 73% van het kwik verdwenen is.³³ Bij zo'n groot verlies zullen de restauraties gedesintegreerd raken en wel-



Afb. 2. Door corrosie is de restauratie gedeeltelijk uit de caviteit gedrukt. Tevens is een isthmusfractuur ontstaan.

haast als brokjes en poeder wegspoelen. Rekening houdend met het relatief grote kwikverlies gedurende de eerste uren na het condenseren en met de daarop volgende geringere verliezen in de vorm van kwikdamp en -ionen, zoals vermeld in de literatuur, komt volgens onze (ruime) schatting in tien jaar tijds slechts 1 à 2% van het kwik vrij. Dit geldt voor een restauratie van een modern amalgaam van één gram ($\pm 0,5$ g Hg) met een groot oppervlak van 1 cm^2 .

Van de ongeveer vijf ton in de tandheelkunde gebruikt kwik komen per individu dus slechts minimale hoeveelheden vrij, die in het lichaam over een grote massa worden verdeeld en deels worden uitgescheiden. De toxicoloog moet de vraag beantwoorden of dit beetje kwik schade berokkent, eventueel alleen bij gevoelige personen.

6 Conclusie

Uit amalgaamrestauraties komt kwik vrij, vooral door corrosie en verdamping. Kwikionen, ontstaan door corrosie, worden waarschijnlijk deels direct weer gebonden aan de restauratie, maar belanden deels ook in het speeksel en worden daarmee ingeslikt. De kwikatomen worden ingedemd in zoverre zij niet met amalgaambestanddelen reageren. Door de vorming van een passiverend laagje worden verdamping en corrosie belemmerd. Slijtage door kauwen en parafuncties tasten echter dat laagje aan en dragen daardoor in verhevigende mate bij aan de twee genoemde processen, en leveren bovendien een bijdrage aan de kwikbelasting doordat kleine partikels amalgaam worden afgesplitst, die na oplossing in maagzuur worden geabsorbeerd.

Het meten van kwik in speeksel en adem levert nogal divergerende resultaten op, die weinig zeggen over de absorptie; daartoe zijn metingen aan bloed, haar, nagels en andere nodig.

Met de hier gepresenteerde gegevens is het mogelijk aan patiënten de in een vroeger artikel vermelde paradox 'amalgaam wel in de mond, niet in het riool' uit te leggen. Amalgaam in het riool blijft eeuwenlang aanwezig en belast op den duur – al desinte-

grerend – als (an)organisch kwik in het milieu (voedingsketen). In de mond komt maar een zeer gering deel van het kwik vrij en daardoor kan van kwik-absorptie op slechts beperkte schaal sprake zijn.

Summary

MERCURY RELEASE FROM AMALGAM RESTORATIONS

Key words: Dental materials – Amalgam – Mercury

Patients are exposed to mercury during dental treatment. The major source of exposure to mercury is, however the release of mercury both as vapour and as dissolved mercury, from amalgam restorations. With regard to the dissolution in saliva, corrosion of the restorations appears to be of importance. The modern amalgams have a lower corrosion rate than older ones but emit probably more mercury vapour. Different measurement methods show a rather varying amount of mercury release. The amount of mercury in the tracheal air is of more significance than that in the mouth air. It has been stated that from restorations made of old brands of amalgam 73% of the mercury is disappeared, but according to our estimation utmost 2% will disappear from a large restoration of modern brands.

Literatuur

- ¹ELEY BM, COX SW. Mercury from dental amalgam fillings in patients. *Br Dent J* 1987; 163: 221-6.
- ²BRUNE D, HENSTEN-PETTERSEN A, BELTESBREKKE H. Exposure to mercury and silver during removal of amalgam restorations. *Scand J Dent Res* 1980; 88: 460-3.
- ³SMITH DC, WILLIAMS DF. Biocompatibility of dental materials. Volume III. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1982: 4-9, 33.
- ⁴OKABE T. Mercury in the structure of dental amalgam. *Dent Mater* 1987; 3: 1-8.
- ⁵MAREK M. The release of mercury from dental amalgam: the mechanisms and *in vitro* testing. *J Dent Res* 1990; 69: 1167-74.
- ⁶SARKAR NK, OSBORNE JW, LEINFELDER KF. *In vitro* corrosion and *in vivo* marginal fracture of dental amalgams. *J Dent Res* 1982; 61: 1262-8.
- ⁷MARSHALL SJ, MARSHALL GW. $\text{Sn}_4(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ and SnO corrosion products of amalgam. *J Dent Res* 1980; 59: 820-3.
- ⁸LUSSI A, MEIER M, BUZZI RA, HOTZ P. Mercury and copper release from amalgams in different soft drinks. *Dent Mater* 1990; 6: 279-81.
- ⁹GASSER F. Amalgam in Klinik und Forschung. *Schw Monatschr Zahnheilkd* 1972; 82: 62-85.
- ¹⁰LETZEL H, VAN 'T HOF MA, VRIJHOEF MMA, MASRSALL GW, MARSHALL SJ. A controlled clinical study of amalgam restorations: survival, failures, and causes of failure. *Dent Mater* 1989; 5: 115-21.
- ¹¹DÉRAND T, JOHANSSON B. Corrosion of non- γ 2-amalgams. *Scand J Dent Res* 1983; 91: 55-60.
- ¹²FRÉDEN H, HELLDÉN L, MILLEDING P. Mercury content in gingival tissues adjacent to amalgam fillings. *Odontol Revy* 1974; 25: 207-10.
- ¹³LUSSI A, SCHOENBERG V. Die Quecksilberabgabe verschiedener Amalgame *in vitro*. *Schweiz Monatschr Zahnmed* 1991; 101: 1405-8.
- ¹⁴OKABE T, FERRACANE J, COOPER C, MATSUMOTO H, WAGNER M. Dissolution of mercury from amalgam into saline solution. *J Dent Res* 1987; 66: 33-7.
- ¹⁵OTT KHR, LOH F, KRÖNCKE A, SCALLER K-H, VALENTIN H, WELTLE D. Zur Quecksilberbelastung durch Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1984; 39: 199-205.
- ¹⁶WIRZ J, DILLENA P. Quecksilbergehalt im Speichel. *Quintessenz* 1991; 42: 1161-5.
- ¹⁷SVARE CW, PETERSON LC, REINHARDT JW, BOYER DB, et al. The effect of dental amalgams on mercury levels in expired air. *J Dent Res* 1981; 60: 1668-71.
- ¹⁸VIMY MJ, LORSCHIEDER FL. Serial measurements of intra-oral air mercury: estimation of daily dose from dental amalgam. *J Dent Res* 1985; 64: 1072-5.
- ¹⁹MACKERT JR. Factors affecting estimation of dental amalgam mercury exposure from measurements of mercury vapor levels in intraoral and expired air. *J Dent Res* 1987; 66: 1775-80.
- ²⁰BERGLUND A, POHL L, OLSSON S, BERGMAN M. Determination of the rate of release of intraoral mercury vapor from amalgam. *J Dent Res* 1988; 67: 1235-42.
- ²¹LANGWORTH S, KÖLBECK K-G, ÅKESSON A. Mercury exposure from dental fillings II. Release and absorption. *Swed Dent J* 1988; 12: 71-2.
- ²²BRUNE D, EVJE DM. Initial corrosion of amalgams *in vitro*. *Scand J Dent Res* 1984; 92: 165-71.
- ²³CHEW CL, SOH G, LEE AS, YEOH TS. Comparison of release of mercury from three dental amalgams. *Dent Mater* 1989; 5: 244-6.
- ²⁴SOH G, CHEW CL, LEE AS, YEOH TS. Thermal effect on the dissolution of mercury from two dental amalgams. *J Oral Rehabil* 1991; 18: 179-83.
- ²⁵FERRACANE JL, HANAWA T, OKABE T. Effectiveness of oxide films in reducing mercury release from amalgams. *J Dent Res* 1992; 71: 1151-5.
- ²⁶BERGLUND A. Estimation by a 24-hour study of the daily dose of intra-oral mercury vapor inhaled after release from dental amalgam. *J Dent Res* 1990; 69: 1646-51.
- ²⁷DEWALD JP, ARCORIA CJ, MARKER VA. Evaluation of the interaction between amalgam, cement and gold castings. *J Dent* 1992; 20: 121-7.
- ²⁸HELLWIG E, STACHNISS V, DUSCHNER H, KLIMEK J, HERZOGENRATH B. Quecksilberabgabe aus Silberamalgaamfüllungen *in vitro*. *Dtsch Zahnärztl Z* 1990; 45: 17-9.
- ²⁹BOYER DB. Mercury vaporization from corroded dental amalgam. *Dent Mater* 1988; 4: 89-93.
- ³⁰BIRTICIL RF, PELZNER RB, STARK MM. A 30-month clinical evaluation of the influence of finishing and size of restoration on the margin performance of five amalgam alloys *J Dent Res* 1981; 60: 1949-56.

- ³¹SUTOW EJ, FOONG WC, RIZKALLA AS, et al. Influence of surface finish on the cytotoxicity of dental amalgam. *J Dent Res* 1990; 69: 265.
- ³²VAN ROSSUM GMJM, VRIJHOEF MMA. Kwikbelasting in de Nederlandse tandartspraktijk. Nieuwegein: NMT 1987.
- ³³ZIFF S. Silver dental fillings: The toxic time bomb: can mercury in your dental fillings poison you? New York: Aurora Press, 1984.
-

Kwikzilver

'Er is beweerd dat in de Verenigde Staten jaarlijks 1500 kilo (?vert.) bladgoud worden verbruikt voor vullingen. Ik schat de hoeveelheid amalgaam, in denzelfden tijd en voor hetzelfde doel aangewend, zeker tienmaal groter. Aannemende dat hier te lande 20.000 dentisten bestaan, en dat elk jaarlijks anderhalf pond amalgaam gebruikt, dan maakt dit een hoeveelheid van vijftienduizend kilo te zamen. Tot het bereiden van deze hoeveelheid is nodig niet minder dan drie tot vijfduizend kilo kwikzilver.

Ik denk er niet aan bij deze gelegenheid den 'amalgaamoorlog' weer op te halen. Deze heeft eene halve eeuw of langer gewoed, en, voor zover wij kunnen nagaan,

heeft het amalgaam den strijd gewonnen. Ik geloof inderdaad, dat amalgaam tegenwoordig tien maal meer tanden voor verder bederf behoedt dan goud en alle andere preparaten met elkaar. Zonder op eenige theorie te steunen, maar eenvoudig ons aan de feiten houdende, kunnen wij als mannen van het vak trachten naar waarheid de vraag te beantwoorden: heeft deze groote hoeveelheid kwikzilver, aldus in de monden onzer patiënten blijvend aanwezig, inderdaad eenigen ongunstigen invloed op het organisme? Naar ik meen, volstrekt niet. Kwikzilver heeft geen neiging zich met eenig dierlijk weefsel, hetzij beenig of vezelig, te verbinden. Daarentegen bezit het de grootst mogelijke affiniteit voor tin

en zilver. Het is waar dat bij kwikvergiftiging het metaal in het lichaam wordt gevonden, maar het is in de weefsels eenvoudig opgenomen, niet opgelost. Soms kan het met behulp van een theelepel worden uitgerst, zoals bijv. uit de sublinguale klieren.'

Uit een uit het Engels vertaald artikel over kwikzilver van J.W. Whipple in de *Dental Review*, mei 1895, dat integraal overgenomen werd door de Redactie van het Tijdschrift voor Tandheelkunde in 1895.

Bron: Tijdschr Tandheelkd 1895; 2: 179-80.