

Dentalni amalgam

Dental Amalgam

Nada Galić
Jozo Šutalo
Goranka Prpić-Mehičić
Ivica Anić

Zavod za bolesti zubi,
Stomatološki fakultet
Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak

Dentalni amalgam je bio materijal izbora za ispune na stražnjim zubima tijekom proteklih 150 godina. U radu je prikazan povijesni razvoj amalgama, njegov obvezni sastav, te podjela dentalnih amalgama prema količinskom udjelu bakra i prema obliku čestica. Navedena su svojstva amalgama s posebnim osvrtom na njegovu toksičnost. Poznato je da se posljednjih godina pojačao napad na amalgam i u znanstvenoj i u popularnoj literaturi, a u svezi s njegovim navodnim patološkim djelovanjem na organizam. Stoga su navedene preporuke Američkog dentalnog udruženja (ADA) o uporabi dentalnog amalgama. Prema svim dosadašnjim istraživanjima ne postoje znanstveno utemeljeni dokazi o štetnosti amalgamskih ispuna.

Ključne riječi: *dentalni amalgam*

Acta Stomatol. Croat.
1994; 28: 147-153

PREGLEDNI RAD

Primljeno: 23. svibnja 1994.
Received: May 23, 1994

Uvod

Dentalni amalgam je slitina žive s jednom ili više kovina i dosad najčešće korišten materijal za izradu ispuna na stražnjim zubima.

Najraniji zapisi o amalgamu nalaze se već u kineskoj literaturi dinastije Tang, u djelu Su Kunga »Materia medica«. Su Kung preporučuje spoj od 100 dijelova žive, 45 dijelova srebra i 900 dijelova kositra. Poznato je da se ta slitina koristila za ispune zubi. Gotovo dva tisućljeća kasnije kakvoću amalgama počeli su usavršavati u Njemačkoj. Liječnik iz Ulma, Johannes Stocker ili Stockerus, počeo je rabiti za ispune zubi materijal izrađen od vrelog zelenog vitriola i žive. Stocker je prvi uveo naziv »amalgam«, a 1528. dao je i prvi pisani zapis o njemu. Taveau u Francuskoj 1826. miješa strugotine srebrnog novca sa živom, a nastali spoj naziva »srebrna

pasta«, ali je njezina kakvoća bila neprihvatljiva za ispune.

U SAD amalgam je uveden 1833. no njegova je primjena naišla na snažan otpor i podijelila tamošnje dentalne krugove. Napetosti su bile tako izražene i dugotrajne da se govori o dva »amalgamska rata«. Neki smatraju da i danas traje »rat« protiv amalgama (1).

Townsend je u drugoj polovici 19. stoljeća pokazao da je slitina jednakih dijelova Ag i Sn bolja od Ag-Cu slitine novca koja se upotrebljavala za »srebrnu pastu«. Daljnjem razvoju dentalnih amalgama veliki doprinos dao je Greene Vardiman Black. On je 1895. preporučio slitinu koja je sadržavala 65% Ag s manjim količinama Sn, Au ili Cu i Zn. Black je uočio kako sastav dentalnog amalgama i način rukovanja njime jednako utječu na njegovo stvrdnjavanje, kontrakciju i ekspanziju. Blackova istraživanja

smatraju se zbog svoje cjelovitosti presudnima u razvoju dentalnih amalgama. Početkom 20. stoljeća dominirao je tzv. »bakreni amalgam« koji je kao kombinacija Ag i Cu dolazio u malim pločicama. Veliki doprinos boljem razumijevanju reakcije stvrdnjivanja i postupaka testiranja dentalnih amalgama dali su J. McBain i A. W. Gray sa suradnicima.

Nacionalni ured za standarde SAD donio je 1929. ADA specifikaciju No I, kojom se omogućilo kontrolirano unapređenje i stabilizacija dentalnih amalgama. Prvi put utvrđen je niz testova za određivanje sastava i svojstava amalgamske slitine. Veliki preokret zbilo se 1963. kad su Innes i Youdelis otkrili i opisali novu generaciju dentalnih amalgama, poznatu kao non-gama₂. Nazvani su tako jer ne sadrže gama₂ fazu (3). Daljnji je napredak konstrukcija kapsuliranog amalgama s točno doziranim omjerom predamalgamskog praha i žive.

Sastav dentalnog amalgama

Iako ADA specifikacija No I zahtijeva za amalgamsku slitinu određen sastav, njezine nadopune iz 1977. dopuštaju stanovite varijacije u njenom sastavu. Temeljni kemijski sastojci moraju biti srebro (Ag), kositar (Sn) i živa (Hg). U manjim količinama mogu se dodati bakar (Cu), cink (Zn), zlato (Au) i živa (Hg). Ostali elementi mogu se uključiti ako proizvođač prethodno podnese dokaze o kliničkoj i biološkoj podnošljivosti tih materijala u usnoj šupljini. Ovisno o udjelu broja kemijskih elemenata dentalni amalgami mogu biti binarni, ternarni i kvarterni (2).

Podjela dentalnih amalgama prema količinskom udjelu bakra

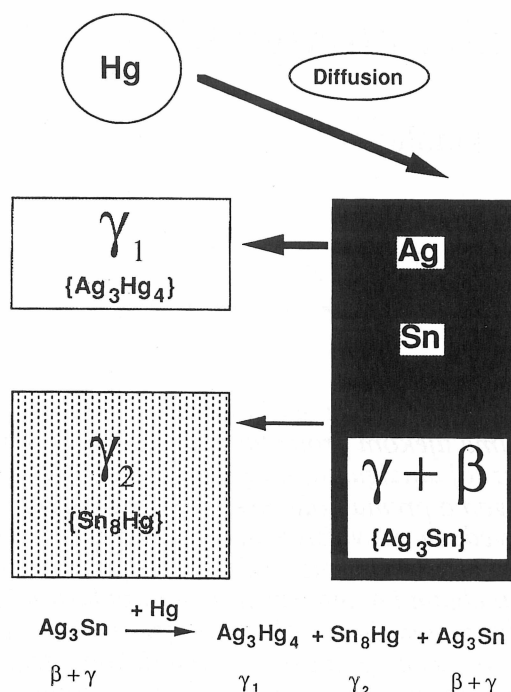
Prema količinskom udjelu bakra dentalne amalgame dijelimo u dvije temeljne skupine:

- konvencionalni,
- amalgami s visokim udjelom bakra.

Tijekom miješanja žive i predamalgamskog praha u procesu amalgamacije živa ovlaži površinu čestica praha i dolazi do međusobne reakcije.

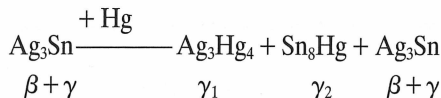
Konvencionalni dentalni amalgami

Sadrže do 3% bakra. Proces amalgamacije konvencionalnih dentalnih amalgama odvija se prema slijedećoj formuli (sl. 1):



Slika 1. Reakcija stvrdnjivanja konvencionalnih dentalnih amalgama

Figure 1. Hardening of conventional dental amalgams

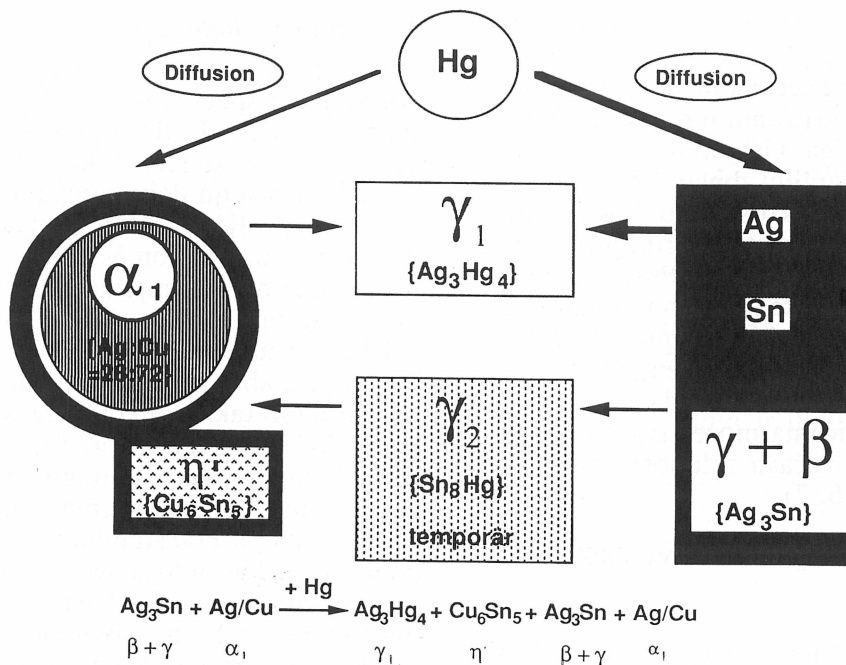


Ag i Sn stvaraju međukovinski spoj Ag₃Sn, poznat kao gama, odnosno gama + beta faza. Tijekom miješanja sa živom, gama (gama + beta) faza djelomično reagira sa živom, potom se kristalizacija odvija uglavnom u dvije faze. U prvoj fazi nastaje Ag₃Hg₄, poznat kao gama₁ faza, kubične strukture. U drugoj fazi javlja se Sn₈Hg, heksagonalne strukture, poznat kao gama₂ faza, koja je najviše odgovorna za manjak čvrstoće i pojavu korozije. Tijekom amalgamacije konvencionalni dentalni amalgami sadrže čestice Ag₃Sn faze okružene nataloženim kristalima gama₁ i gama₂ faze i preostalom živom. Proces se nastavlja dok se ne potroši sva živa.

Dentalni amalgami s visokim udjelom bakra

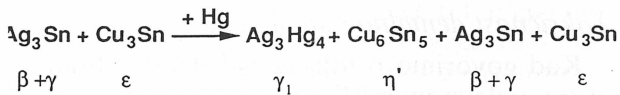
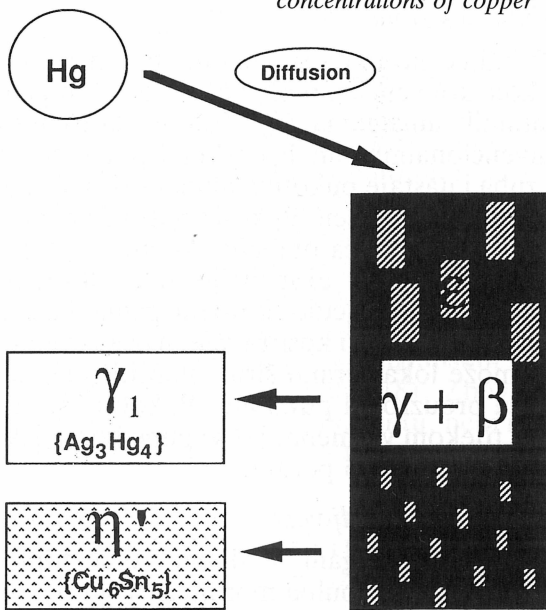
Temeljno svojstvo tih amalgama je gotovo potpuno uklanjanje gama₂ faze. Dijelimo ih, ovisno o udjelu bakra, na miješane amalgamske slitine i dentalne amalgame s vrlo visokim udjelom bakra.

Miješane amalgamske slitine sadrže oko 9% bakra. Reakcija stvrdnjivanja također se odvija u dvije faze (sl. 2) prema formuli:



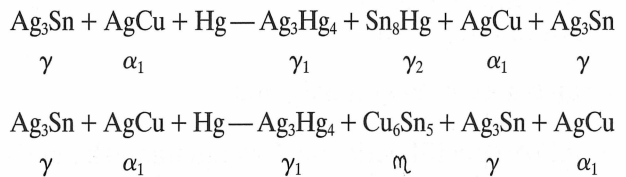
Slika 2. Reakcija stvrdnjivanja miješanih dentalnih amalgama s visokim udjelom bakra

Figure 2. Hardening of mixed dental amalgams with high concentrations of copper



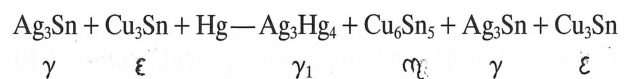
Slika 3. Reakcija stvrdnjivanja dentalnih amalgama s vrlo visokim udjelom bakra

Figure 3. Hardening of dental amalgams with very high concentrations of copper



U prvoj fazi gama (Ag_3Sn) djelomično reagira s Hg, dok dijelovi alfa₁ (AgCu) ne reagiraju. U drugoj fazi dolazi do reakcije između gama₁ faze i AgCu kuglica čime nastaje Cu_6Sn_5 i gama₁. Preostale čestice AgCu reagiraju s privremeno nastalim Sn_8Hg (gama₂), uslijed čega konačno stvrdnuti amalgam nema značajne količine Sn_8Hg .

Dentalni amalgami s vrlo visokim udjelom bakra sadrže do 28% bakra. Kod tog tipa amalgama uopće se ne stvara gama₂ faza. Proces amalgamacije odvija se na slijedeći način (sl. 3):



Mikrostruktura stvrdnutog dentalnog amalgama

Početna reakcija prijelaza slitine iz plastičnog stanja u čvrstu masu relativno je brza, dok za-

vršetak reakcije može trajati od nekoliko dana do nekoliko tjedana. Tek stvrdnuti dentalni amalgam sastoji se od čestica praha koje su nepotpuno reagirale, okruženih mrežicom produkata reakcije i pukotina. Usljed starenja i pojave korozije u usnoj šupljini zbivaju se promjene u sastavu, odnosno mikrostrukturi amalgamskih ispuna. Velika mikrostrukturna promjena je prijelaz gama₁ u beta₁ fazu. Prava priroda prijelaza nije potpuno razjašnjena, smatra se posljedicom dodira između Ag i preostalih čestica gama₁ faze, gdje dolazi do reakcije: Ag + gama₁ — beta₁. Pritom se oslobađa živa koja u reakciji s gama česticama može stvarati gama₁ i gama₂ faze, što povećava sklonost dentalnih amalgama koroziji (6, 7).

Podjela dentalnih amalgama prema obliku čestica

Prema obliku čestica amalgamskog praha dentalne amalgame možemo podijeliti u četiri tipa:

- krhotinasti (strugotine, engl. lathe cut),
- kuglasti (sferični)
- miješani (blend) i
- ovalni (sferoidni).

Svojstva dentalnog amalgama

ADA specifikacija No I za amalgamske slitne propisuje određene zahtjeve koji su bitni za kontrolu kvalitete dentalnih amalgama. Specifikacija propisuje tri fizikalna svojstva kao mjeru njegove kakvoće.

1. Tečenje dentalnog amalgama (creep)

Tečenje je promjena amalgama u dužinu pod određenim tlakom u određenom vremenu, izražena u postocima. Na cilindrični uzorak star sedam dana aplicira se tlak od 36 MN/m² pri temperaturi od 37°C. Prema podatku objavljenom 1980. maksimalno dopušteno tečenje je 3%.

2. Otpornost na tlak

Zahtijeva se da otpornost na tlak nakon 1 sat iznosi 80 MPa. Otpornost na tlak može biti smanjena zbog:

- nedostatne amalgamacije,
- visokog udjela žive,
- nedostatnog nabijanja amalgama,
- sporog stavljanja ispuna i
- korozije.

3. Promjena dimenzija

Promjena u dužinu amalgamskih uzoraka određuje se specijalnim uređajem. Iako ADA specifikacija No I zahtijeva vrijednost nakon 24 sata, mjerenja se izvode kontinuirano. Drži se da je kontrakcija dentalnog amalgama u prvih 20 minuta posljedica otapanja žive. Potom slijedi ekspanzija, a nakon 6-8 sati dimenzije postaju konstantne. Promjena u dužini tijekom 24 sata mora biti između -10 i +20 μm/cm.

Iskustva su pokazala da je amalgam otporniji na tlak, a slabiji na vlak i savijanje. Stoga kavitet mora biti tako oblikovan da su ispuni uglavnom izloženi silama tlaka, a ne vlaka ili savijanja. Međutim, kad je dentalni amalgam izložen neprikladnim tlačnim silama, ima sklonost tečenja ili pucanja. Pod stalnim tlakom amalgam će pokazati stalnu deformaciju i nakon konačnog stvrdnjivanja. Kad se podvrgne brzom i jakom tlačnom opterećenju, nema promjena dimenzija, nego reagira kao krhak materijal i puca (2, 4, 8).

Ostala svojstva dentalnog amalgama

Rubna pukotina

Primijećeno je da rubna pukotina nastaje više kod konvencionalnih nego kod non-gama₂ dentalnih amalgama (5). Rubovi korodiranih konvencionalnih amalgamskih ispuna odstoje od zuba i nastaje pukotina oblika slova V. To je prvi uočio Jørgensen (9) koji smatra da ta pukotina nije posljedica otapanja kovine u otopini, nego lokalizirane ekspanzije žive. Jørgensen tvrdi da je to posljedica korozije gama₂ faze, pri čemu se taljive soli kositra tale, a oslobođena se živa može lokalizirati širiti, stanjiti rubove ispuna i prouzročiti pukotine. Pukotine se smanjuju tijekom vremena, jer se pune korozijskim produktima i tako pečate.

Toplinska provodljivost

Dentalni amalgam je dobar vodič topline, stoga se dentin i pulpa moraju zaštititi odgovarajućim sredstvima (5).

Toksičnost dentalnog amalgama

Kad govorimo o toksičnosti dentalnih amalgama, uglavnom mislimo na citotoksičnost žive. Još 300. god. pr. Krista Teofrast je opisao škodljivost žive. Do danas je poznata većina akutnih i kroničnih otrovanja živom (10). Živa koja je u organizmu može potjecati iz hrane, zraka, indu-

strije, zubarstva i nekih lijekova. Javlja se u tri oblika:

Elementarna živa

Izloženost elementarnoj živi najčešće je profesionalna i potječe od udisanja živinih para. Pare se gotovo sasvim apsorbiraju i oksidiraju u anorganski oblik.

Anorganska živa

Čestice srebrnog amalgama sadrže anorganski oblik žive. Prilikom gutanja anorganska živa slabo se resorbira iz crijeva. Resorbirani dio žive ima sklonost ostajanja u anorganskom obliku i izlučuje se mokraćom.

Organska živa

Ovakav oblik žive potječe iz hrane (riba iz zagađenih voda), lako se zadržava u tijelu i visoko je toksičan (11).

Kawahara i sur. (12) svojim radovima upozoravaju da Cu, Zn i Hg pokazuju visoku citotoksičnost, Ag srednju, a Sn i prah dentalnog amalgama nisu citotoksični.

Posljednjih godina učestali su napisi u znanstvenim i popularnim časopisima o štetnom djelovanju amalgamskih ispuna na cijeli organizam. Glavobolja, slaba koncentracija, umor, tromost i sl. smatraju se posljedicom amalgamskih ispuna (13, 14). Lokalni simptomi, kao što su lihenoidne promjene, pečenje jezika, kovinasti okus u ustima, tetaža sluznice usne šupljine također se dovode u vezu s dentalnim amalgamima (15, 16, 17). Hipoteza da je multipla skleroza (živčano-alergijska bolest) posljedica dugotrajnog podražaja amalgamskih ispuna, znanstveno nije dokazana (18). Zbog mogućnosti prolaska žive kroz placentu, neki istraživači pripisuju amalgamima teratogeni utjecaj (19).

Maksimalno dopuštena koncentracija živinih para na radnom mjestu iznosi 0,05 mg/m³. Istraživanja pokazuju da su sve izmjerene koncentracije živinih para u zubnim ordinacijama niže od dopuštenih.

Živa u organizmu koja potječe od amalgamskih ispuna neznatna je i iznosi svega 10-15%. Ostatak (85-90%) potječe iz hrane (osobito ribe) i atmosfere. Velika epidemiološka istraživanja pokazuju da 99,98% ispitanika koji imaju amalgamske ispune ne pokazuje simptome trovanja živom (20). Alergijske reakcije na živu iz-

ražene lokalnim oralnim simptomima ili kožnim reakcijama iznimno su rijetke. Smatra se da je preosjetljivost na živu iz dentalnih amalgama izražena u manje od jednog čovjeka na milijun ljudi. Tijekom proteklih 150 godina uporabe amalgama vrlo je malo slučajeva potpuno dokumentirano. Neki autori navode 41 slučaj (21). Dosad još nema znanstveno utemeljene studije koja bi potvrdila hipotezu da dentalni amalgami izazivaju brojne imunološke i autoimune bolesti (22,23).

Kod svih navedenih i njima sličnih tegoba treba diferencijalnodijagnostički otkloniti mogućnost postojanja malokluzije, parafunkcija, bolesti oralne sluznice, općih bolesti, neuroloških i psihosomatskih smetnji. Tek bi se potom mogla tražiti uzročna sveza s prisutnošću amalgamskih ispuna (24).

Budući da je u suvremenoj konzervativnoj stomatologiji prisutna stalna dvojba o prednostima i nedostacima kompozitnih i amalgamskih materijala za ispune stražnjih zubi, navodimo preporuke Američkog dentalnog udruženja o uporabi amalgama i kompozita.

Ukoliko ne postoji klinička osjetljivost bolesnika na amalgam, ne preporučuje se zamjena ispuna, štoviše, smatrala bi se, bez prethodnog razgovora s bolesnikom, neetičkim postupkom. Ako bolesnik ili njegov liječnik zahtijevaju zamjenu amalgamskog ispuna, stomatolog može zamijeniti ispun, no, isto tako, ne mora udovoljiti zahtjevu ako ga ne smatra opravdanim. Etički gledano, obje odluke su ispravne (25).

Smatra se da amalgamski ispun treba zamijeniti ako je oštećen, ako je puknuo, ako je prisutan sekundarni karijes uz rub ispuna, ako su prisutni simptomi upalne reakcije pulpe ili je dokazana hipersenzibilnost na živu, odnosno dentalni amalgam (11). Kako bi se izbjegli mogući sukobi stomatologa i bolesnika, smatra se potrebnim:

1. obrazložiti bolesniku znanstveno stajalište o zamjeni amalgamskih ispuna;
2. prikazati štetnost svakog novog brušenja zuba zbog gubitka dijela zubnih struktura pri zamjeni ispuna;
3. predložiti bolesniku savjetovanje s njegovim liječnikom, pogotovo ako od izmjene ispuna očekuje poboljšanje zdravstvenog stanja, npr. pri multiploj sklerozi ili artritisu;
4. skrenuti pažnju na cijenu promjene ispuna;
5. ako bolesnik usprkos spoznaji znanstvenih stavova i savjetovanju o svom općem zdravlju

želi zamijeniti ispun, stomatolog mu to, po zakonima etike, može učiniti.

Kako bi sve bilo lege artis, potrebno je razgovor s bolesnikom i liječnikovu odluku pohraniti

u medicinsku dokumentaciju zajedno s datumom i potpisima bolesnika i stomatologa, stoji na kraju preporuke Američkog dentalnog udruženja (25).

DENTAL AMALGAM

Summary

Dental amalgam has been the material of choice for the posterior tooth fillings for the past 150 years.

Presented in this paper are the historic development of amalgam, its obligatory composition, as well as the division of different types of amalgam according to the quantitative content of copper and the shape of the particles.

Also, the properties of amalgam with special regard to its toxicity are listed. It is well known that, over the past few years, attacks on dental amalgam have intensified, both in scientific and popular literature, concerning its possible pathologic impact on human body. Enumerated in the paper are recommendations by the American Dental Association (ADA) on the use of dental amalgam.

In view of the scientific research available, there is no scientifically founded evidence of the amalgam fillings being noxious.

Key words: *dental amalgam*

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Nada Galić
Zavod za bolesti zubi,
Stomatološki fakultet,
Gundulićeva 5,
41000 Zagreb

Literatura

- MOLIN C. Amalgam – Fact and Fiction, Scand J Res 1992; 100:66-73.
- CRAIG G R i sur. Restorative dental materials. St Louis, Toronto, Princeton: CV Mosby Company, 1985; 198-224.
- WIRZ J, LEUPIN TH, SCHMIDLI F. Moderne Amalgame-Politur und Korosionsverhalten in-In vitro-Versuch. Quintessenz. 1990; 7:1129-1144.
- PHILLIPS R, SKINERS W. Science of dental materials. Philadelphia: WB. Saunders Co. 1982.
- McCOMBE N i sur. Zahnärztliche Werkstoffe. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1984; 85-175.
- SORG TH, STUDER S, LUTZ F. Amalgam. Klassifikation und Wertung. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1989; 99:1164-70.
- MARSHALL S J, MARSHALL G W Jr. Dental amalgam: The materials. Adv Dent Res 1992; 6:94-99.
- BENGEL W. Amalgam-Werkstoff und Klinik. Quintessenz. 1990; 7:1129-1144.
- BROWN D. The Development of Improved Amalgam Alloys. Br Dent J 1984; 157:427-31.
- MAREK M. Interactions between Dental Amalgams and the oral environment. Adv Dent Res 1992; 6:100-9.
- Amalgam. Policy statement on mercury and amalgam in dentistry. Dental World 1992; march/april:14-7.
- KAGA M i sur. Citotoxicity of amalgam alloys, and their elements and phases. Dent Mater 1991; 7:68-72.
- LUSSI A i sur. Toxikologie der Amalgame. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1989; 99:55-8.

14. MÜLLER-FAHLBUSCH H, WOHNING Th. Psychosomatische Untersuchung der mit Amalgamfüllungen in Verbindung gebrachten Beschwerden. Dtsch Zahnarztl Z 1983; 38:665-9.
15. EVERSOLE L R, RINGER M. The role of dental restorative materials in the pathogenesis of oral lichen planus. Oral Surg 1984; 57:383-7.
16. Amalgamtätowierung. Quintessenz 1990; 12:2047.
17. OWENS B M et al. Oral Amalgam Tattoos: A Diagnostic Study. Compend Contin Educ Dent 1993; Vol. XIV, No 2:210-5.
18. THOMPSON C C. Dentistry and the multiple sclerosis patient. J Oral Med 1986; 38:34-42.
19. LARSSON K S. Teratological Aspects of Dental Amalgam. Adv Dent Res 1992; 6:114-20.
20. Patienteninformationsblatt zum Thema Amalgam. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1990; 100:787.
21. BAYNE S C. The amalgam controversy. Quintessence Int 1991; 22:247-8.
22. HICKEL R et al. Nebenwirkungen von Amalgam? – Eine interdisziplinäre Studie. Dtsch Zahnarztl Z 1991; 46:542-4.
23. WILHELM M et al. Einfluß von Amalgam auf Zellen des Immunsystems. Dtsch Zahnarztl Z 1991; 46:544-7.
24. VAN WACS H, LUTZ F. Elektrogalvanismus in der Mundhöhle. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1989; 99:203-7.
25. STAMM J W. Dental amalgam restorations and mercury. School of Dentistry University of North Carolina