

Amalgam - miljømæssige risici

Preben Hørsted Bindslev

Den globale produktion og forbruget af kviksølv er faldende, ligesom produktionen af amalgamfyldninger er faldende i mange lande. Gennem forskellige tiltag er det muligt yderligere at reducere den miljømæssige belastning med kviksølv fra tandklinikker. Normalt kan kviksølvbelastningen hos tandplejepersonalet holdes under de normalt accepterede toksikologiske grænseværdier, og reproduktionsforstyrrelser har ikke kunnet påvises under forudsætning af at man på klinikker opretholder en tilfredsstillende kviksølvhygiejne.

Artiklen er baseret på et arbejde som tidligere er publiceret i *Journal of Dentistry* 2004; 32: 359-65 (Hørsted-Bindslev P. Amalgam toxicity - environmental and occupational hazards).

Brugen af kviksølv til fremstilling af sølvamalgamfyldninger og den efterfølgende frigørelse af kviksølv fra fyldningerne har især i de seneste 30 år givet årsag til bekymring (1).

Diskussionerne om patienters risiko for sygdom forårsaget af kviksølv fra deres amalgamfyldninger har ofte været lidenskabelige. Tandlægerne, som er de personer der er mest udsatte for kviksølv pga. håndtering af amalgam, har tidligere haft et mere afslappet forhold over for deres egen eksponering og også i nogen udstrækning over for risikoen for at forårsage miljømæssige problemer pga. udledning af kviksølv fra klinikker.

I de senere år er man imidlertid i mange lande blevet mere miljømæssig ansvarlig, og de kvindelige medlemmer af det odontologiske team er blevet opmærksomme på den mulige risiko for reproduktionsmæssige forstyrrelser forårsaget af uforsigtig omgang med kviksølv.

Målet med denne oversigtsartikel er kort at diskutere de seneste globale udviklinger inden for de miljømæssige aspekter af odontologisk brug af amalgam.

Miljø

Forbrug

Kviksølv optræder naturligt i områder med tidligere høj vulkansk aktivitet og bliver udvundet fra miner i fx Alger, Spanien, Kirgisistan, Kina, Mexico og Peru. Kviksølv frigives endvidere naturligt til miljøet gennem erosion af mineralaflejringer, gennem vulkanudbrud og gejsere. Endelig distribueres kviksølv til miljøet gennem humane aktiviteter, fx udsmelting af metaller og kulproduktion og som ukontrolleret ophobning af affald. Ad naturlig vej antages det at mellem 2.700 og 6.000 tons metallisk kviksølv bliver frigivet til biosfæren gennem afgasning fra jordens overflade og fra verdenshavene. Yderligere 2.000-3.000 tons fra industrielt affald og fast brændstof bidrager til den miljømæssige belastning (2).

Kviksølv er neurotoksisk og nefrotoksisk. Toksiske effekter på det respiratoriske og det kardiovaskulære system samt på fordøjelsessystemet har kunnet påvises som følge af akut eksponering for metallisk kviksølv (3). Fostre og nyfødte er mere følsomme over for kviksølv end voksne, men der synes at være en stor forskel i sensibilitet mellem forskellige individer. Kviksølv i miljøet akkumuleres i fødekæden, særligt i det marine miljø hvor der sker en høj grad af bioakkumulering. Fødekæden synes at være den dominerende faktor i den humane eksponering for methylkviksølv, som er den mest toksiske form for kviksølv (2).

Pga. kviksølvs toksicitet og de deraf følgende miljømæssige og arbejdsmiljømæssige problemer har forskellige lande indført reguleringer for at reducere eller forbyde salg og

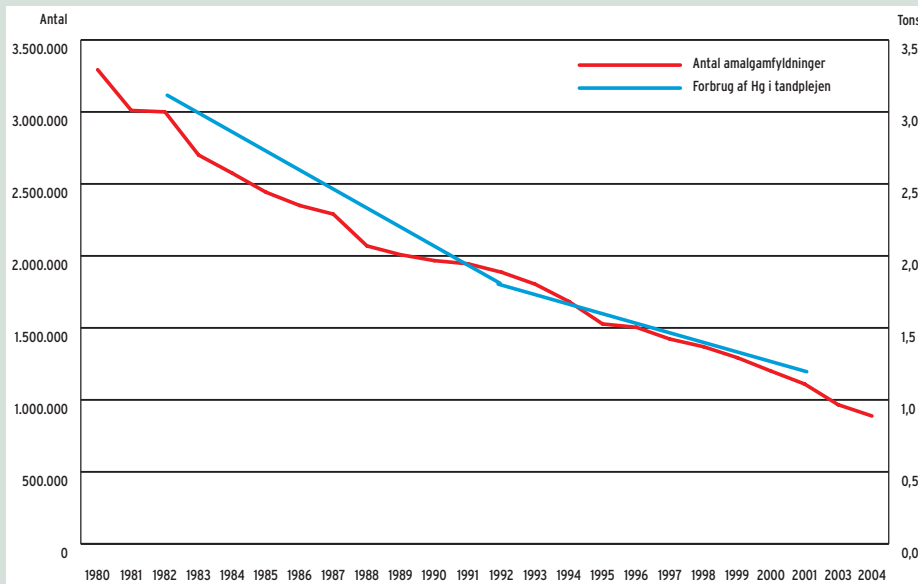


Fig. 1. Antal amalgamfyldninger i forhold til forbrug af kviksølv inden for tandplejen i Danmark i 1982-2004.

Fig. 1. Number of amalgam fillings (red curve) in relation to consumption of mercury in dentistry (blue curve) in Denmark in 1982-2004.

brug af kviksølvprodukter. Den globale udvinding af kviksølv fra miner er faldet i de seneste 15-20 år fra ca. 6.200 tons per år i perioden 1981-85 til 1.800 tons i år 2000 (4). Brug af kviksølv i kloralkali-industrien, som har været den største forbruger af kviksølv, er ved at blive udfaset i adskillige lande. Således faldt forbruget af kviksølv i industrien i USA fra 247 tons i 1990 til 136 tons i 1996 (4). Imidlertid medfører et formindsket forbrug af kviksølv i industrien ikke automatisk en mindre cirkulation af kviksølv på markedet. Erstatning med andet materiale og lukning af kviksølvbaserede kloralkalifabrikker medfører et stort lager af genanvendeligt kviksølv.

Inden for odontologi er der sket en tilsvarende reduktion i forbruget af kviksølv. I USA faldt forbruget fra 44 tons i 1990 til 31 tons i 1996 (4). I Danmark faldt forbruget fra 3,1 tons i 1982 til 1,2 tons i 2001 (5). Parallelt med dette faldt produktionen af sølvalgammfyldninger indrapporert til Sygesikringen fra 3 mio. i 1982 til knap 900.000 i 2004 (Fig. 1). Tendensen reflekterer sandsynligvis et fald i cariesprævalens, men også at amalgam i stigende omfang bliver erstattet med alternative materialer.

Selvom brug af kviksølv inden for odontologi er faldet i lande der har indført regulering, presser lokale regeringer ofte på for en yderligere generel reduktion (6). Brugen inden for tandpleje kan derfor markere sig tydeligere. Andelen brugt til amalgamfyldninger udgør nu en større procentdel

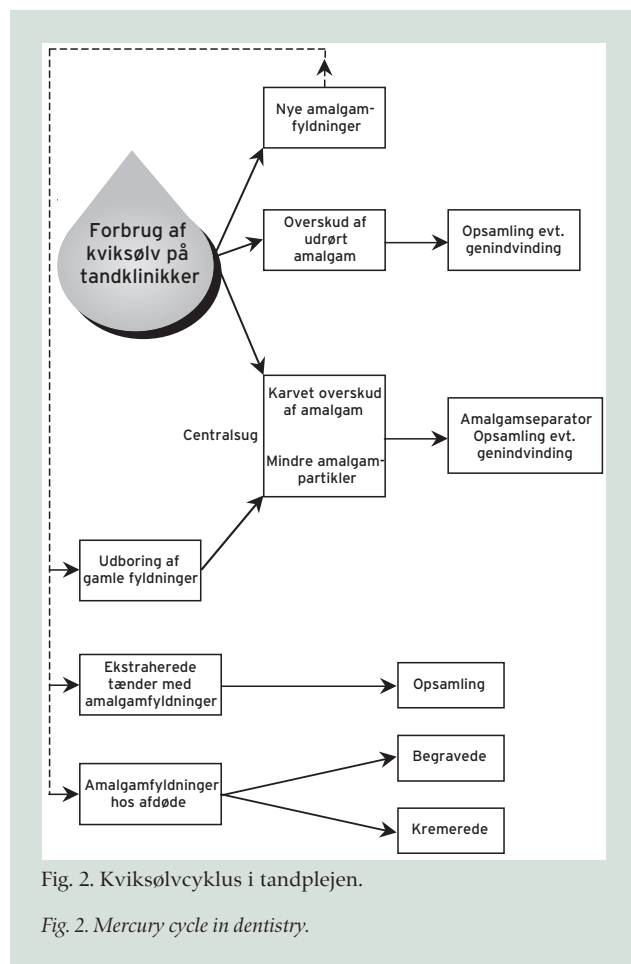
af det totale kviksølvforbrug, idet kviksølv brugt til andre formål som batterier og inden for medicinalindustrien, i mange lande enten er blevet forbudt eller er reduceret endnu mere. Selvom forbrug af kviksølv inden for odontologi i Danmark er faldet fra 3,1 til 1,2 tons i 2001, er procentdelen af det totale forbrug således fordoblet fra 17% til 34% i den samme periode (5).

Affaldshåndtering

Så længe amalgamfyldninger anvendes i tandplejen, og så længe patienter har amalgamfyldninger i tænderne, har professionen en forpligtigelse til at minimere, eller hvad der er at foretrække, totalt at eliminere udslip til miljøet.

Kviksølvs cyklus inden for tandplejen illustreres i Fig. 2. Overskud af blandet og bortkarvet amalgam skal samles og opbevares i en tæt beholder, fx indeholdende brugt røntgenfisker indtil senere genanvendelse (7). Units skal være forsynet med filtre og/eller separatorer som fanger partikler stammende fra fjernelse af gamle fyldninger. Såvel i Danmark som i USA har installation af effektive separatorer vist sig at eliminere 91-99% af kviksølvet i afløbsvand fra klinikker (8,9). Det er endvidere i de samme lande vist at kviksølvkoncentrationen i slam fra rensningsanlæg blev reduceret med 29% og helt op til 80% i områder hvor separatorer blev installeret i klinikkerne (10,11).

Hvis en signifikant reduktion ikke opnås efter installation



af separatorer, kan årsagen være sedimenter af kviksølv der er til stede i kloakkerne. Dvs. at installation af filtre ikke er nogen garanti for lav koncentration af kviksølv i spildevand. Spildevandsledninger fra gamle klinikker kan indeholde aflejring af kviksølv som gradvist afgives. Endvidere er det vigtigt at det odontologiske team handler i overensstemmelse med lokale reguleringer og er tilstrækkelig undervist i at håndtere og vedligeholde filtre samt opbevare affald indtil senere afhentning (12). Ekstraherede tænder med amalgamfyldninger skal behandles som risikoaffald i stedet for at blive kastet i affaldsspanden, hvilket fx er sket på nogle klinikker i Sverige (12) I nogle lande, herunder Danmark, leveres ekstraherede tænder til tandlægeskoler og bruges i undervisningen.

Kviksølv kan langsomt afgives til jorden fra begravede personer med amalgamfyldninger eller til luften ved kremation. Imidlertid viste analyser fra jord og drænvand fra en dansk kirkegård ikke målelige mængder af kviksølv (8).

I Sverige skal krematorier der foretager mere end 1.000 kremeringer per år, forsynes med filtre for at fange kviksølvudslip fra amalgamfyldninger. I Danmark har de danske miljømyndigheder (5) estimeret at ca. 170 kg kviksølv fra en årlig kremering af omkring 41.000 personer slippes ud til atmosfæren. De danske myndigheder har i lighed med de fleste andre lande ikke krævet installation af filtre i forbindelse med forbrænding.

Arbejds miljø

Belastning

Belastning med kviksølv hos klinikpersonale har ofte vist højere koncentrationer end hos den almene befolkning, fordi tandlæger og klinikassistenter håndterer kviksølv i klinikken, fjerner eller assisterer ved fjernelse af amalgamfyldninger, og de kan også have amalgamfyldninger selv. Koncentration af kviksølv i urinen bruges til at bestemme langtidseksponering for uorganisk kviksølv. En koncentration på 1-5 µg kviksølv per liter urin betragtes som værende inden for normalområdet for ikke arbejdsmæssigt belastede grupper (13-16). Den koncentration der kan måles hos patienter med mistanke om kronisk forgiftning, varierer stærkt fra individ til individ, delvis pga. forskelle i individuel følsomhed. Lette og ikke specifikke symptomer på kviksølvforgiftning har i litteraturen været beskrevet ved koncentrationer over 25-50 µg kviksølv per liter urin (3,17-20).

Pga. symptomernes diffuse natur er diagnostik af kronisk kviksølvforgiftning altid baseret på oplysninger om eksponering. Mæthed, træthed, tab af appetit og forstyrrelser i mave-tarm-kanalen beskrives som symptomer der opstår efter lang tids eksponering for lave koncentrationer af kviksølv. Klassiske symptomer efter eksponering for høje koncentrationer er tremor og eretisme (13).

Koncentration af kviksølv i urinen på tandplejepersonale er blevet undersøgt i en lang årrække. I USA angives fx i 1968 et gennemsnit på 40 µg/l, i 1987 på 12 µg/l og i 1995 på 5 µg/l, hvilket viser et dramatisk fald i perioden (Tabel 1). Faldet reflekterer sandsynligvis hovedsagelig en bedre kvik-sølvhygiejne på klinikkerne, men 1995-tallene kan også reflektere et fald i cariesprævalens og til en vis udstrækning brug af alternative materialer. I Sverige er tallene fra 1986-1997 næsten identiske og adskiller sig ikke fra en kontrolgruppe, hvilket sandsynligvis afspejler en høj kviksølvhygiejnestandard på klinikkerne (Tabel 1).

Men stadig er der nogle lande hvor gennemsnittet og spredningen i kviksølvkoncentration er temmelig høj og nærmer sig koncentrationer hvor svage symptomer kan iagttages hos specielt følsomme individer. Den høje koncentration

on hos nogle tandlæger indicerer sandsynligvis at en opstramning i klinikhygiejnen er nødvendig (Tabel 1). Således viser det seneste studie fra USA at mere end 20% af tandlægerne stadigvæk bruger at klemme kviksølvoverskud ud i et stykke stof (26).

God kviksølvhygiejne omfatter hensigtsmæssig indretning af klinikken, hensigtsmæssig fjernelse af amalgamfyldninger, amalgamering, kondenseringsmetode, rengøring og sterilisation af instrumenter samt opbevaring af amalgamafald (7,30). Decideret spild af kviksølv skulle i praksis gerne kunne undgås, bl.a. ved moderne blandingsmetoder, fx i engangskapsler.

Hvis der opretholdes en effektiv kviksølvhygiejne, er det muligt at begrænse kviksølvkoncentrationen hos tandplejepersonalet til koncentrationer som er sammenlignelige med ikke-arbejdsbelastede grupper.

Neurologiske studier

En metode til bedømmelse af arbejdsmiljømæssig eksponering er måling af kviksølvkoncentrationen i luften på arbejdspladen. WHO har angivet en arbejdsmiljømæssig grænse på 50 µg kviksølv per kubikmeter luft (TWA: *Time Weight Average*) sv.t. en estimeret urinkoncentration på omkring 80 µg kviksølv per liter (31), hvilket med den viden vi har i dag om kviksølvtoksikologi synes at være for høj. Nogle lande har derfor fastlagt en lavere koncentration på 25 eller 30 µg kviksølv per kubikmeter som en øvre grænse. I Danmark er tærskelværdien således 25 µg/m³.

I det seneste år er fokus blevet rettet mod afsløring af ganske svage symptomer forårsaget af lang tids miljømæssig eksponering for lave doser af uorganisk kviksølv. Som angivet kan belastningen hos tandplejepersonale være let forhøjet i forhold til ikke-eksponerede kontrolgrupper, men er som regel under den normalt accepterede toksiske belastning, og medmindre akutte symptomer opstår efter spild, udviser tandplejepersonalet i almindelighed ikke klassiske symptomer på kviksølvforgiftning.

For imidlertid at forsøge at afsløre subkliniske forskelle fra ikke-eksponerede grupper, dvs. symptomer som ikke er synlige i daglig praksis, har man anvendt forskellige psykomotoriske og andre diagnostiske test. Nogle eksempler fra disse testbatterier angives i det følgende. I en af prøverne banker forsøgspersonen på en kontakt så mange gange som muligt med indeksfingeren i løbet af 10 sek. (32). Ved en anden test skal forsøgspersonen placere og holde en metalstift i en serie på seks stadig mindre huller med 15 sek.s intervaller. Hånd og arm er ikke understøttet under testen. Reaktionstid, tremor i hænder, elektrofysiologiske test, genkendelse og gentagelse af ord og forskellige andre husketest

Tabel 1. Kviksølvkoncentrationen i urin fra tandplejepersonel i forskellige lande.

Land	År	(Ref.)	Gennemsnit	Variation
USA	1968	(21)	40 µg/l	
USA	1985	(22)	15 µg/l	5% > 50 µg/l
Sverige	1986	(23)	4 µg/l	
Kontrolgruppe			3 µg/l	
USA	1987	(24)	12 µg/l	13% > 20 µg/l
Norge	1990	(25)	8 µg/l	0 – 55 µg/l
USA	1995	(26)	5 µg/l	2% > 20 µg/l
Sverige	1997	(27)	5 µg/l	2 – 27 µg/l
Kontrolgruppe			4 µg/l	0 – 23 µg/l
Venezuela	2001	(28)	22 µg/l	
Mexico	2002	(29)	3 µg/l	0,2 – 12 µg/l
Holland	2003	(16)	11 µg/l	5 – 22 µg/l

sammen med spørgeskemaer om tidligere sygdomme og svingninger i sindsstemning er også blevet brugt for at afsløre subkliniske ændringer (27,32-34).

Hvordan klarer tandplejepersonalet sig så sammenlignet med andre grupper som også gennem arbejde er udsat for kontakt med uorganisk kviksølv?

Elektrofysiologiske og neurologiske undersøgelser blev udført på en gruppe tandlæger, kloralkaliarbejdere, og minearbejdere fra Tjekkiet. Grupperne var udsat for hhv. en kviksølvkoncentration i luften på arbejdspladsen på 20, 36 og 77 µg kviksølv per kubikmeter (33). Den gennemsnitlige kviksølvkoncentration i urinen var 13, 129 og 840 µg/l sammenlignet med 1 µg i en kontrolgruppe. Elektroneurografi viste ingen reduceret hastighed i nervetransduktion i de perifere nerver hos tandplejepersonale og kloralkaliarbejdere, men en tendens til lette forandringer i latensperioden blev observeret i disse grupper. De fleste af minearbejderne viste klassiske tegn på kviksølvforgiftning (33).

I et par studier er fundet at tandlæger klarer sig dårligere i nogle neuropsykologiske test sammenlignet med ueksponerede kontrolgrupper (35,36). Det gennemsnitlige kviksølvindhold i urinen per liter hos tandlægerne i et af studierne var 36 µg kviksølv per liter (36). Dette var signifikant højere end i et studie fra Sverige, hvor den gennemsnitlige TWA var 3 µg kviksølv per kubikmeter luft, sv.t et gennemsnitligt kviksølvindhold i urinen på 5 µg kviksølv per liter, og der blev ikke fundet neuropatologiske forandringer (27). I et studie fra Skotland (34) med en lignende lav kviksølvkoncentration i urinen på 4 µg blandt tandlæger, men en

Tabel 2. Hygiejniske faktorer som i en undersøgelse (30) har været relateret til risiko for nedsat fertilitet hos klinikassistenter.

- Brug af morter, pistil og osteklæde
- Ingen brug af amalgamkapsler
- Ingen tildækning af amalgamator
- Ingen brug af handsker
- Tæppe på gulvet
- Spisning i kliniklokalet
- Spild af kviksølv
- Kviksølv- og amalgamoverskud smides i håndvask eller opbevares tørt

temmelig høj TWA på 30 µg per kubikmeter fra det område på klinikken hvor blandemaskinen var placeret, viste nogle ændringer i den psykomotoriske respons sammenlignet med en kontrolgruppe, men uden signifikant association mellem forandringerne og kviksølvkoncentration i urinen. Hverken selvrapporterede nyreskader eller hukommelses-svigt, som var mere udtalt blandt tandlæger sammenlignet med kontrolpersoner, havde nogen relation til kviksølvkoncentration i urinen. Endvidere var der ingen association mellem antal amalgamoverflader hos tandlægerne eller kontrolpersoner og deres point i nogen af de psykomotoriske test.

I en nylig metaanalyse af resultater fra neuropsykologiske undersøgelser baseret på arbejdsmiljømæssig eksponering for kviksølv konkluderedes at en signifikant ændring i præstationer kunne påvises ved en gennemsnitlig urinkoncentration på mellem 18 og 34 µg kviksølv per gram kreatinin (37).

Baseret på de temmelig heterogene resultater fra neurologiske studier synes det med vor nuværende viden rimeligt at konkludere at lette neurotoksiske forandringer kan påvises hos tandplejepersonale som viser en urinkoncentration med kviksølv som er lavere end den normalt accepterede grænseværdi. Imidlertid må det understreges at andre faktorer, fx den daglige påvirkning med højfrekvente vibrationer (38) og stress, kan være lige så vigtige for opståen af lette adfærdsmæssige forandringer. Det skal også understreges at ingen af studierne som her er refereret, har vist at tandplejepersonalet lider af de klassiske tegn på kviksølvforgiftning.

Reproduktionsrisici

Skønt placenta fungerer som en barriere der kan forhindre toksiske substanser i at nå fosteret, er det vist at en substantiel del af blodet fra moderen indeholdende uorganisk kviksølv kan nå fosteret (39). Imidlertid er der i større studier fra

USA, Sverige og Danmark ikke fundet forskel i spontan abort, tidlig død, fødselsvægt eller medfødte abnormiteter mellem børn født af tandplejepersonel og kontrolgrupper (40-42), og i et review konkluderes at negative reproduktive følger som følge af eksponering for kviksølv i klinikken ikke er bevist (43). I et studie fra USA blev kviksølvhygiejnen evalueret og korreleret til antal ugentligt producerede amalgamfyldninger, men en måling af kviksølvkoncentrationen i klinikens luft blev ikke foretaget. Det blev vist at klinikassistenter med en høj arbejdsmiljømæssig eksponering for kviksølv var mindre fertile end ikke-eksponerede kontrolpersoner (30). Forfatterne konkluderer at evnen til at blive gravid hos kvinder som udførte mere end 30 amalgamfyldninger per uge, og som arbejdede under forhold med mere end fem hygiejniske faktorer som fremmede den arbejdsmiljømæssige belastning med kviksølv, var 63% sammenlignet med ueksponerede kontrolpersoner (Tabel 2). Forfatterne understreger at nedsat fertilitet kan afspejle andre påvirkninger blandt kvinder der arbejder på klinikker med en dårlig hygiejne. Lidt forbavsende blev det endvidere fundet at kvinder med en lav eksponering var mere fertile end ueksponerede kontrolpersoner (30)!

I et større studie fra Norge hvor en tredjedel af tandlægerne placerede mere end 50 amalgamfyldninger om ugen, fandt man ingen forskel i fertilitet mellem gymnasielærere og tandlæger (44).

Det norske studie viste at det er muligt at udføre et betragteligt antal amalgamfyldninger uden fertilitetsproblemer, hvorimod det amerikanske studie peger på at etablering af en effektiv kviksølvhygiejne er af yderste vigtighed.

Konklusioner

Amalgam er ved at blive erstattet af alternative fyldningsmaterialer. Risikoen for miljømæssige problemer pga. bortskaffelse af affald der indeholder kviksølv fra tandlægeklinikker, vil derfor aftage med tiden. Alle former for kviksølv i høje doser har negativ indflydelse på helbredet. Et bevis for at eksponering for meget lave doser af kviksølv skulle have en negativ helbredsmæssig effekt, er stadig åben for bred fortolkning (1). Baseret på vor nuværende viden om risiko for miljømæssige og arbejdsmiljømæssige risici pga. brug af kviksølv inden for tandplejen kan man imidlertid drage følgende konklusioner:

1. Brug af kviksølv i tandplejen er faldet manifest, især inden for det sidste tiår.
2. Amalgamseparatorer og en effektiv opsamling, håndtering og opbevaring af affald har vist signifikant at reducere kviksølvafledningen fra tandklinikker.

3. Under forudsætning af opretholdelse af en god kviksølvhygiejne vil tandplejepersonalets kviksølvbelastning ikke adskille sig fra belastningen hos den almene befolkning.
4. Lette neuromotoriske og neuropsykologiske følger efter lang tids arbejde inden for tandpleje kan ikke udelukkes. Følgerne kan imidlertid være forårsaget af et bredt spektrum af arbejdsmiljømæssige faktorer, såsom omgang med forskellige kemikalier, højfrekvensvibrationer og stress.
5. Under forudsætning af at en god kviksølvhygiejne er etableret, er der ikke fundet nogen dokumenteret negativ reproduktionsmæssig effekt som følge af eksponering for kviksølv blandt tandplejepersonale.

English summary

Amalgam – environmental hazards

Global production and consumption of mercury is decreasing, as is the production of amalgam fillings in many countries. By proper measures it is possible to further reduce the environmental burden of mercury from dental clinics. In general, the mercury body burden of the dental personnel can be kept below the normally accepted toxicological limits, and reproductive effects have not been proven provided a proper mercury hygiene regimen is adopted.

Litteratur

1. Clarkson TW, Magos L, Myers GJ. The toxicology of mercury – current exposures and clinical manifestations. *N Engl J Med* 2003; 349: 1731-7.
2. Tschounwou PB, Ayensu WK, Ninashvili N, Sutton D. Environmental exposure to mercury and its toxicopathologic implications for public health. *Environ Toxicol* 2003; 18: 149-75.
3. Ambient air pollution by mercury (Hg). Position paper. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2001.
4. Global Mercury Assessment. United Nations Environment Programme – Chemicals; 2002.
5. Danish Environment Protection Agency. Substance flow analysis of mercury. No. 808. Copenhagen; 2003.
6. Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber. Meddelelse fra Kommissionen til Rådet og Europaparlamentet. En fællesskabsstrategi for kviksølv. SEC 2005; 101: 1-12.
7. Hörsted-Bindslev P, Arenholt-Bindslev D. Mercury hygiene. In: Hörsted-Bindslev P, Magos L, Holmstrup P, Arenholt-Bindslev D, editors. *Dental amalgam – a health hazard?* Copenhagen: Munksgaard; 1991. p. 83-98.
8. Arenholt-Bindslev D. Environmental aspects of dental filling materials. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 713-20.
9. Berglund P, Diercks R. Evaluation of amalgam removal equipment and dental clinic loadings to the sanitary sewer. St. Paul: MCES and Minnesota Dental Association (MCES Report No 01-509); 2001.
10. Anderson CT. Community-wide dental mercury study. St. Paul: MCES and Minnesota Dental Association Report (MCES Report No 01-507); 2001.
11. Arenholt-Bindslev D. Environmental aspects of dental restorative materials. A review of the Danish situation. In: Laudal D, Sewickley A, editors. *Mercury in the environment*. AWMA and EPA Publishing; 2000. p. 471-81.
12. Lönnroth E-C, Shahnavaz H. Dental clinics – a burden to environment? *Swed Dent J* 1996; 20: 173-81.
13. Magos L. Mercury metabolism and toxicology. In: Hörsted-Bindslev P, Magos L, Holmstrup P, Arenholt-Bindslev D, editors. *Dental amalgam – a health hazard?* Copenhagen: Munksgaard; 1991. p. 11-32.
14. Zimmer H, Ludwig H, Bader M, Bailer J, Eickholz P, Staehle HJ, et al. Determination of mercury in blood, urine and saliva for the biological monitoring of an exposure from amalgam fillings in a group with self-reported adverse health effects. *Int J Hyg Environ Health* 2002; 205: 205-11.
15. Halbach S. Amalgam. Gesundheitsrisiko und interdisziplinäres Problem? *Internist Prax* 2003; 43: 441-50.
16. Herber RFM, de Gee AJ, Wibowo AAE. Exposure of dentists and assistants to mercury: mercury levels in urine and hair related to conditions of practice. *Community Dent Oral Epidemiol* 2003; 16: 153-8.
17. Hörsted-Bindslev P, Magos L. Mercury and the dental team. In: Hörsted-Bindslev P, Magos L, Holmstrup P, Arenholt-Bindslev D, editors. *Dental amalgam – a health hazard?* Copenhagen: Munksgaard; 1991. p. 33-40.
18. Langworth S, Almkvist O, Söderman E, Wikström B-O. Effects of occupational exposure to mercury vapour on the central nervous system. *Br J Ind Med* 1992; 49: 545-55.
19. Sällsten G, Thorén J, Barregård L, Schütz A, Skarpping G. Long-term use of nicotine chewing gum and mercury exposure from dental amalgam fillings. *J Dent Res* 1996; 75: 594-8.
20. Mackert JR Jr, Berglund A. Mercury exposure from dental amalgam fillings: Absorbed dose and the potential for adverse health effects. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997; 8: 410-36.
21. Joselow MM, Goldwater IJ, Alvarez A, Hemdon J. Absorption and excretion of mercury in man. XV. Occupational exposure among dentists. *Arch Environ Health* 1968; 17: 39-43.
22. Naleway C, Sakaguchi R, Mitchell E, Muller T, Ayer WA, Hefferren JJ. Urinary mercury levels in US dentists, 1975-1983: review of Health Assessment Program. *J Am Dent Assoc* 1985; 111: 37-42.
23. Nilsson B, Nilsson B. Mercury in dental practice. II. Urinary mercury excretion in dental personnel. *Swed Dent J* 1986; 10: 221-32.
24. Langan DC, Steffek AJ, Naleway CA. Mercury hygiene practices. *Calif Dent Assoc J* 1987; 14: 24-9.
25. Jokstad A. Mercury excretion and occupational exposure of dental personnel. *Community Dent Oral Epidemiol* 1990; 18: 143-8.
26. Martin MD, Naleway C, Chou H-N. Factors contributing to mercury exposure in dentists. *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1502-11.
27. Langworth S, Sällsten G, Barregård L, Cynkier I, Lind M-L, Söderman E. Exposure to mercury vapor and impact on health

- in the dental profession in Sweden. *J Dent Res* 1997; 76: 1397-404.
28. Rojas M, Guevara H, Rincón R, Rodriques M, Olivet C. Occupational exposure and health effects of metallic mercury among dentists and dental assistants: A preliminary study. Valencia, Venezuela; 1998. *Acta Cient Venez* 2001; 51: 32-8.
29. Millán MAP, Correa FG. Determination of mercury in urine of Mexican dentists by neutron activation analysis. *J Radioanalyt Nuclear Chem* 2002; 254: 305-9.
30. Rowland AS, Baird DD, Weinberg CR, Shore DL, Shy CM, Wilcox AJ. The effect of occupational exposure to mercury vapour on the fertility of female dental assistants. *Occup Environ Med* 1994; 51: 28-34.
31. Socialstyrelsen redovisar. Kvicksilver/amalgam hälsorisker. Stockholm 1987; 10: 1-159.
32. Bittner AC, Echeverria D, Woods JS, Aposhian HV, Naleway C, Martin MD, et al. Behavioral effects of low-level exposure to Hg0 among dental professionals: A cross-study evaluation of psychomotor effects. *Neurotoxicol Teratol* 1998; 20: 429-39.
33. Urban P, Lukás E, Nerudová J, Cábellová Z, Cikrt M. Neurological and electrophysiological examinations on three groups of workers with different levels of exposure to mercury vapors. *Eur J Neurol* 1999; 6: 571-7.
34. Ritchie KA, Gilmour WH, Macdonald EB, Burke FJT, Gowan DAMc, Dale IM, et al. Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *Occup Environ Med* 2002; 59: 287-93.
35. Ngim CH, Foo SC, Boey KW, Jeyaratman J. Chronic neurobehavioural effects of elemental mercury in dentists. *Br J Ind Med* 1992; 49: 782-90.
36. Echeverria D, Heyer NJ, Martin MD, Naleway CA, Woods JS, Bittner AC. Behavioral effects of low-level exposure to Hg0 among dentists. *Neurotoxicol Teratol* 1995; 17: 161-8.
37. Meyer-Baron M, Schaeper M, Seeber A. A meta-analysis for neurobehavioural results due to occupational mercury exposure. *Arch Toxicol* 2002; 76: 127-36.
38. Åkesson I, Lundborg G, Horstmann V, Skerfving S. Neuropathy in female dental personnel exposed to high frequency vibrations. *Occup Environ Med* 1995; 52: 116-23.
39. Ask K, Åkesson A, Berglund M, Vahter M. Inorganic mercury and methylmercury in placentas of Swedish women. *Environ Health Perspect* 2002; 110: 523-6.
40. Heidam LZ. Spontaneous abortions among dental assistants, factory workers, painters, and gardening workers: a follow up study. *J Epidemiol Community Health* 1984; 38: 149-55.
41. Brodsky JB, Cohen EN, Whitcher C, Brown BW, Wu ML. Occupational exposure to mercury in dentistry and pregnancy outcome. *J Am Dent Assoc* 1985; 111: 779-80.
42. Ericson A, Källén B. Pregnancy outcome in women working as dentists, dental assistants or dental technicians. *Int Arch Occup Environ Health* 1989; 61: 329-33.
43. Schuurs AHB. Reproductive toxicity of occupational mercury. A review of the literature. *J Dent* 1999; 27: 249-56.
44. Dahl JE, Sundby J, Hensten-Pettersen A, Jacobsen N. Dental workplace exposure and effect on fertility. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25: 285-90.

Forfatter

Preben Hørsted Bindslev, lektor, tandlæge

Afdeling for Tandsygdomslære, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet