

Til Oppslag

Seminar onsdag 6. desember kl. 1300 - 1600

Store aud.

DENTALE FYLLINGSMATERIALER

Positive og negative sider, sett fra klinikk og forskning

Innleder: Professor Håkon Nordbø, Klinikk for konserverende tannpleie.

Legging og omlegging av fyllinger. Instituttssjef Ivar A. Mjör, NIOM

Biotilgjengelighet av kvikksølv fra amalgam. Vit. ass. Asbjørn Jokstad, Odontologisk institutt for anatomi.

Lokale bivirkninger av fyllingsmaterialer. Instruktørtannlege Petter Lind, Klinikk for oral kirurgi og oral medisin.

Yrkesbetingede, material-relaterte problemer. Professor Nils Jacobsen, Odontologisk teknologi, Klinikk for protetikk

Toksikologiske aspekter av plastmaterialer, sett fra pasientens og tannlegens synspunkt. Forsker Arne Hensten Pettersen, NIOM.

**Biotilgjengelighet av
kvikksølv fra amalgam.**

**Asbjørn Jokstad
Odontologisk institutt
for anatomi
Universitetet i Oslo
1989**



Som professor Mjør har vist nedbrytes alle typer fyllingsmaterialer i større eller mindre grad over tid. For å estimere det toksiske potensiale av nedbrytnings-produktene fra amalgamfyllinger, og da spesielt produkter hvori kvikksølv inngår, er: hvilke nedbrytnings-produkter dreier det seg om, og i hvilke mengder kan de registreres? Dette spørsmålet dreier seg med andre ord om formen og graden av eksponering.

Et annet aspekt i diskusjonen er: Gitt at pasienten blir eksponert for ulike kvikksølvforbindelser fra amalgamfyllinger, hvilke lokale og generelle effekter kan dette medføre for pasienten? For å besvare dette spørsmålet forutsettes det kunnskap om nivået og graden av: absorpsjon, bioaktivering, bioaktivitet og eliminering av de ulike nedbrytnings-produktene, mao kunnskaper om toksiko-kinetikk.

En tredje problemstilling har et klinisk toksikologisk aspekt, og dreier seg om om det på noen som helst måte kan registreres generelle symptomer på lavdose-eksponering av nedbrytningsprodukter hvori kvikksølv inngår, eller om det finnes pasienter som kan være spesielt overfølsomme overfor disse kvikksølvforbindelsene.

En fjerde aspekt kan illustreres med spørsmålet: Blir pasientene bedre- i den forstand at de oppfatter seg selv som friske- etter å få erstattet sine amalgamfyllinger, og i så fall er dette somatisk eller psykologisk betinget?

Som man skjønner er det mange aspekter som må vurderes når det gjelder spørsmålet om mulige skader fremkallet av amalgamfyllinger, og det er flere helseprofesjoner som med faglig tyngde er meningsberettiget i denne diskusjonen. Pga tidsrammen kommer jeg hovedsakelig til å presentere aspekter som det forventes at vi tannleger skal kunne besvare- nemlig bio-tilgjengeligheten av kvikksølv fra amalgam, samt presentere enkelte undersøkelser hvor det daglige opptaksnivå er blitt estimert.

Kvikksølvforbindelsene blir delt inn i tre hovedkategorier avhengig av deres toksikologiske karakteristikk. Dette er elementær kvikksølv, noen ganger også kalt atomært kvikksølv, som kan finnes i metallisk form eller i dampform, uorganisk kvikksølv som ofte omtales som mercurio og mercuriioner, og organiske kvikksølvforbindelser. Den toksiske effekten på cellenivå er forårsaket av selve kvikksølvionet og kan variere som funksjon av valensnivå og anioniske komponenter i vevet. Graden av toksisitet til de ulike forbindelsene er imidlertid ulik og det som forårsaker skillet i det toksisk potensiale er forskjeller i absorpsjon, biotransformasjon og distribusjonen over membraner og til de ulike organer.

De organiske kvikksølvforbindelser regnes som de mest toksiske, og det er disse man assosierer med kontaminasjon av mat og miljø. Når det gjelder diskusjonen om nedbrytnings-produkter fra amalgam er imidlertid organiske kvikksølvforbindelser ikke relevante, i motsetning til elementær kvikksølv eller uorganiske kvikksølvforbindelser.

De ulike nedbrytnings-produkter som inneholder kvikksølv absorberes i ulik grad. Dyreforsøk har vist at nedsvelgete amalgampartikler større enn .5 mm ikke avgir målbare mengder kvikksølv i magetarmsystemet. Små amalgampartikler på < .5 mm avgir ca .03% av kvikksølvinnholdet i partiklene. Det er teoretisk mulig at små partikler kan løses opp av magesyre, men det er ukjent om elementær kvikksølv damp blir produsert og eventuelt absorbert i magetarmsystemet.

Elementær kvikksølv i fast form absorberes knapt i magetarm systemet, men dersom det foreligger i dampform blir ca 80% absorbert i lungene.

Absorpsjonen av uorganisk ionisert kvikksølv er noe mindre enn 10%. Dersom ionene er bundet til proteiner fra saliva kan opptaket være 10-15%. Et usikkerhetsmoment når det gjelder absorpsjonsnivået er i hvor stor grad ionisert kvikksølv kan autooksyderes til elementær kvikksølv i dampform.

Kvikksølv eksponering fra amalgamterapi er teoretisk mulig:

1. Under illegging eller utfresing av fyllinger
2. Utløsning fra fyllinger in situ
3. Som spesialtilfeller finnes også

Amalgampartikler implantert i bløtvev

Under illegging eller utfresing av fyllinger blir pasienten og operatøren hovedsakelig eksponert for små amalgampartikler, samt elementær kvikksølv i fast form eller i dampform. Undersøkelser har påvist høyere verdier av kvikksølv i arbeidsområdet eller i munnhulen umiddelbart etter amalgamterapi. Det foreligger også enkelte undersøkelser som har påvist forskjeller i kvikksølvnivået i urin før og etter amalgamterapi. Den mest kjente undersøkelsen er kanskje

Frykholms undersøkelse fra 1957. hvor han benyttet radioaktiv kvikksølv i amalgamfyllingene på 5 pasienter.

Eksponeringen som skjer under selve fylling-seansen er av relativ kort varighet og uregelmessig for pasienten. Selv om akutt kvikksølvforgiftning i teorien er mulig har dette aldri blitt rapportert i litteraturen. Eksponering under selve amalgamterapiseansen anses derfor heller som et yrkesmessig problem fremfor et pasientproblem. Diskusjonen om amalgamets biokompatibilitet er derfor primært forbundet til den mulige kroniske eksponeringen som pasientene kan utsettes for.

Så snart en amalgamfylling er plassert i munnhulen vil den utsettes for kjemiske og fysiske påkjenninger som over tid vil nedbryte amalgamet. Dette kan etterhvert sees makroskopisk som substans tap. Nedbrytingen er hovedsakelig en kombinasjon av korrosjon og mekanisk stress. Korrosjonprosessene i munnhulen er komplekse og varierer med hensyn til flere faktorer. Kjente parametre er alloyens sammensetninger, pH og variasjoner i oksygenkonsentrasjonen, proteinsammensetningen i saliva og i pellicel, abrasjon, forekomst av spalter og porøsiteter i materialoverflaten eller tilstedeværelsen av andre metaller i munnhulen.

Våre kunnskaper om kvikksølvutløsning fra amalgam er basert på:

A. Ekstrapoleringer fra laboratorie forsøk

B. Målinger av kvikksølvkonsentrasjonen i munnhulen eller i ekshalert luft. og

C. Målinger av kvikksølvnivået i biopsier, ulike vevsvæsker, hår og negler, samt i vev etter obduksjoner.

Jeg skal presentere enkelte av disse studiene og oppsummere resultatene og konklusjonene.

Radics 70: Kan være representant for enkelte rapporter hvor kvikksølv konsentrasjonen er blitt målt på overflaten av mer eller mindre korroderte fyllinger som et presumtvt bevis for at kvikksølv forsvant ut av fyllingene. Radics estimerte et kumulativ tap av kvikksølv mellom 30-70 milligram på et 100 kvmm areal, noe som skulle indikere et daglig tap på 8-19 ug/dag/100 kvmm eller 140 ug/dag dersom pasienten har 20 fyllinger (6 kvcm).

Radics målinger av konsentrasjonene på overflaten kan være korrekte, men resultatene kan ikke benyttes for å fastslå mengden av kvikksølv som kan ha evaporert fra fyllingen. Grunnen til dette er at når de mest elektrokjemisk aktive elementene fasene i amalgamet korroderer, og dette er Kvikksølv-tin-fasen eller kopper-tin-fasen i non-gamma2-type amalgamene, dannes tunge tin-klorid(-oksyd) komplekser på overflaten. Samtidig er det vist at kvikksølvet som frigjøres under korrosjonsprosessen ikke evaporerer, men diffunderer inn i amalgamet og binder seg til ureagerte alloy partikler. Det foregår mao en kontinuerlig faseforandring i amalgamfyllinger.

En annen in vitro metodikk anvendt i flere studier baserer seg på å måle kvikksølvemisjonen fra prøvelegemer. Generelt kan det konkluderes med at amalgam under avbinding utløser relativt høye nivåer kvikksølv damp som etter 36 timer knapt er målbare.

I andre studier er prøvelegemene plassert i et flytende medium i kortere eller lenger tid, for å studere utløsningen av ulike produkter. Ofte er sterkt korrosive løsninger blitt benyttet for å akselerere korrosjonsprosessen. Dette er spesielt relevant for å sammenlikne korrosjonsbestandigheten til nye produkter kontra eksisterende. Ulike typer løsninger som er blitt benyttet er først og fremst destillert vann, saliva og saltvann. Utløsningen har også blitt målt i ulike syrer samt i ulike vekstmedier brukt i cellekultur forsøk. I tillegg til selve løsningen er det blitt demonstrert at andre faktorer også påvirker utløsnings hastigheten av korrosjonsproduktene. Dette er pH, temperatur, eventuelt galvanisk kobling mot andre metaller, eller med ulike typer statisk eller dynamisk belastning på legemene.

Data tyder på at 20 amalgamfyllinger som tilsvarer et overflateareal på 6 kvcm² utløser mellom .3-30 ug kvikksølv/dag. Når den daglig absorpsjonsdose skal estimeres er det imidlertid et problem at det er de totale kvikksølv-verdiene som som regel er blitt målt, og ikke spesifikt de ulike formene av kvikksølvforbindelser. For å estimere det daglige opptak av kvikksølv må de ulike fraksjonene av nedbrytningsprodukter være kvantifisert. Moberg hevdet i 1985 at 90% foreligger i ionisert form, og 10% i dampform. Dersom man antar at dette forholdstallet er korrekt indikerer resultatene at en person med 20 amalgamfyllinger tilsvarende et overflateareal på 6 kvcm² har et opptak på mellom .1 og 5 ug kvikksølv daglig .

I mange år mente forskere at nedbrytningsproduktene fra amalgam bestod av partikler og muligens noe ionisert kvikksølv. I begynnelsen av syttiårene kunne man imidlertid med to nye analytiske metoder klare å påvise uhyre små konsentrasjoner av kvikksølv damp (s.k. tyngullfilm analysator og sølvfilter metoden). De første som påviste kvikksølv i dampform i munnhulen var en

gruppe ved Univ.Iowa som publiserte funnene i Lancet i 1979. Rapporten utløste en voldsom interesse for temaet over hele verden. En illustrasjon på hvor betydningsfull denne oppdagelsen var fremgår av den svenske (Lågdos-effekt av kvikksølv-, eller 'LEK'-utredningen fra 1987 og den tilsvarende norske fra Statens IF i 1988. Begge rapportene fokuserer kun på atomært kvikksølv, mens toksisiteten av de andre potensielle kvikksølvforbindelsene fra amalgam blir nærmest ignorert.

Siden 1979 har ca 20 undersøkelser blitt publisert. I enkelte rapporter konkluderes det med at amalgam avgir høye mengder atomært kvikksølv (Vimy), mens andre undersøkelser kommer til mostatte konklusjoner (Ott). En hovedårsak til uoverenstemmelsene er at måleapparaturen som er blitt benyttet i enkelte av undersøkelsene, ikke uten videre kan benyttes til å måle kvikksølvverdier intra-oralt.

Måleapparatene er primært blitt utviklet for å måle luftkonsentrasjoner på arbeidsplassen i industrien. Enkelt beskrevet består apparaturen av en luftpumpe, en gullfilm tilknyttet en strømkilde og et ohmmeter. 1/8 liter luft suges inn med pumpen, dersom det finnes kvikksølv i luften binder dette seg momentant på gullfilmen som da endrer sin resistens. Endringen i resistens registreres og resultatet avleses som kvikksølv konsentrasjonen i luften. I stedet for å benytte måleenheten ng/1/8 liter luft blir verdiene multiplisert med en faktor på 8000 og presentert som microgram per kubikkmeter luft (dvs det vi puster inn i løpet av en time). Korreksjonen er metodologisk riktig så lenge luften som suges inn i apparatet representerer en tilfeldig prøve på et stort luftvolum f.eks arbeidsatmosfæren i et lokale, men ikke når målingene utføres på små luftvolum.

Til tross for de mange metodologiske svakhetene i flere av undersøkelsene er det enkelte fellestrekk som karakteriserer datamengden. Tannbørsting og andre aktiviteter som røyking, tygging av tyggegummi, bruksisme og munnpusting gir økt mengde atomært kvikksølv, og mengden varierer med antallet amalgamfyllinger. De økte mengdene returnerer ikke tilbake til normalt nivå før etter en tid etter at aktivitetene opphører. Konsentrasjonen er høyest over nye fyllinger, etter aktiv tygging og kan være høyere for personer med mange fyllinger enn for de med få fyllinger.

Etter en serie av undersøkelser utført av en gruppe ved Univ i Umeå i 1988 og 1989 er de teoretiske prinsipper for de metodologiske feiltolkninger av måleresultatene blitt kartlagt. Den samme gruppen estimerer at en person med 20 amalgamfyllinger absorberer ca 2 ug kvikksølv pr døgn.

En person som utsettes for en konstant daglig eksponering av kvikksølv vil nå en steady-state balanse etter et år. Det kan da forventes at det er en sammenheng mellom den daglige eksponeringsdose og kvikksølv-konsentrasjonen i ulike kroppsorganer og kroppsvæsker som f.eks blod og urin.

Kvikksølv-konsentrasjonen i helblod eller i urin er blitt korrelert til amalgamstatus i flere undersøkelser. Et generelt problem med disse undersøkelsene er at den daglige eksponering for andre kvikksølvkilder som regel er ukjente. Videre er kvikksølvets toksikokinetikk fortsatt uklar. F.eks er det usikkert om, i hvilken grad demetylering og kjemisk transformasjon i ulike organer forekommer, eller kan variere fra person til person. Det er derfor vanskelig å eksakt fastslå hvor mye av kvikksølvet i disse vevsvæskene som kommer fra amalgamfyllingene.

Den daglige absorpsjon av alle former for kvikksølv er i Norge blitt estimert til mindre enn 1 microgram fra luft, noe under 2 microgram/dag fra vann og noe under 20 microgram fra mat. Andelen av kvikksølv fra maten er organiske forbindelser, og varierer hovedsakelig etter hvor mye fisk som konsumeres. Ulike studier estimerer den daglige tilførselen gjennom mat til 10 ug i Sverige, 6 i USA, mellom 13 og 27 i V-Tyskland, og ca 35 microgram i Japan. De mest ekstreme verdiene finner vi blant eskimoer som spiser mye sel og hvalkjøtt med flere hundre microgram/dag.

Estimatene av den daglige absorpsjonen i de ulike geografiske områder vil variere etter kvikksølvinnholdet i kosten, kostvanene, det lokale luftforurensningsnivået, gjennomsnittstemperaturen, luftfuktigheten, alder- kjønn og rasesammensetningen i befolkningen, prevalens av sykdommer og stresssymptomer, og mulige interaksjoner med andre miljøtoksiner.

Det er generell enighet om at amalgamfyllinger bidrar til det daglige kvikksølvopptaket, men den eksakte mengden er ukjent. På bakgrunn av de undersøkelser som foreligger kan det daglige opptaket av kvikksølv for en person med 20 amalgamfyllinger estimeres til å være mellom .1 og 5 microgram/døgn.

Den daglige absorpsjon av kvikksølv vil varierer etter:

Kostvanene, spesielt konsum av fisk

Kvikksølvinnholdet i kosten

Det lokale luftforurensningsnivået

Gjennomsnittstemperaturen og luftfuktighet i den geografiske sonen

Alder- kjønn- og rasesammensetningene i befolkningen

Prevalensen av sykdommer og stressymptomer i befolkningen

Mulige interaksjoner med andre miljøtoksiner.

Estimater for daglig absorpsjon av alle former for kvikksølv i Norge :

1 microgram fra luft
(Uorganisk Hg)

2 microgram fra vann
(Uorganisk & Organisk Hg)

20 microgram fra mat
(Organisk Hg)

.1-5 microgram fra 20
amalgamfyllinger (Uorganisk Hg)

Estimering av kvikksølv fra amalgam

1. Laboratorieforsøk

2. Dyreforsøk

3. Kliniske forsøk

✓

Laboratorieforsøk -- Parametre:

1. Type amalgam-pulver
Konvensjonell Kobber-rik amalgamalloy
2. Korrosivt miljø:
Luft Kunstig / human saliva Vann NaCl Andre løsninger
Temperatur pH Oksygen Tid Mengde løsning Styrrelse
3. Galvanisk kontakt
4. Abrasjon / mekanisk belastning
5. Analysemetode:
Gullfilm Atomabsorpsjon Plasma ion Nøytronaktivering

Kvikksølvmengden i prøvelegemer kan måles:

- Røntgendiffraksjon
- Elektron optiske metoder
- Elektron eller røntgen spektroskopisk

Estimering av kvikksølv fra amalgam

1. Laboratorieforsøk

2. Dyreforsøk

3. Kliniske forsøk

1. Laboratorieforsøk

1.1 Fra prøvelegemer med kjent volum og overflate:

- 1.1.1. Måle frigivelse av kvikksølv damp under ulike forhold
- 1.1.2. Måle frigivelse av total kvikksølv mengde
Dvs. Partikuler + presipitat + ioner i løsning + damp
- 1.1.3. Måle forskjellige elektrokjemiske egenskaper
- 1.1.4. Måle kvikksølv mengden i prøvelegemer etter korrosjon
- 1.2 Måle andelen kvikksølv i gamle amalgamfyllinger

2. Dyreforsøk

2.1. Måling i organer etter amalgameksponering:

- 2.1.1. Total mengde kvikksølv
- 2.1.2. Radioaktivt merket kvikksølv

Organer: Hjerne, Nyre, Lever m.m
Form: Pulver, tannfyllinger, biter, implantater
Tilførsel: Inhalasjon, intravenøst, i mat

Estimering av kvikksølv fra amalgam

1. Laboratorieforsøk
2. Dyreforsøk
3. Kliniske forsøk

Konklusjoner

1. Utviklingen av teknologisk avansert analyseapparat har gjort det mulig å påvise at amalgamfyllinger avgir små mengder kvikksølv.
2. Det er utviklet sensitive metoder som kan påvise at en liten del av kvikksølvet i organismen kan henføres til amalgamfyllinger i tennene.
3. Mengden kvikksølv som avgis fra amalgamfyllinger utgjør ca. 1/5 av mengden kvikksølv som inntas gjennom maten.

3. Kliniske forsøk

- 3.1. Måling av kvikksølvdamp
Intraoralt Ekspirasjon
- 3.2. Måling av kvikksølv i ulike væsker/vev
Radioaktivt merket kvikksølv Total kvikksølv
Saliva Blod Urin Hår
- 3.3. Måling av total kvikksølv i ulike organer
Tenner Pulpa Mucosa Nerver Nyre Hjerne
- 3.4. Måling av bioindikatorer for eksponering
Proteinuri Lysosomal aktivitet Blodlegemer

- Hvorfor er det så mange som mener at de er forgiftet av sine amalgamfyllinger ?
- Hva kjennetegner disse pasientene ?
- Hvorfor blir noen av disse pasientene bedre etter lege/tannlegebesøk ?
- Hvor mange blir bedre ?

Umeå

- 16 Pas. Bergman et al 1978
- 54 Pas. Johansson et al 1984
- 30 Pas. Johansson et al 1986
- 39 Pas. Agerberg 1987
- 151 Pas. Stenman & Bergman 1989
- 12 Pas. Molin et al 1987 & 1990
- Strømstyrken mellom fyllingene er ikke forhøyet
- Periodontitt og karies var vanlig
- 7% er allergisk mot kvikksølv
- 3/4 av pasientene trengte bittfysiologisk behandling
- Biokjemiske analyser viser ingen ulikheter

Gøteborg

- 30 Pas. Persson & Svensson 1982
- 62 Pas. Jontell 1985, Haraldson 1985
- 115 Pas. Yontchev et al 1986
- Mange av symptomene begynner etter personlige problemer
- Pasientene utviser et ekstremt sykdomspanorama
- Plagene forsvant hos 80% etter behandling, men returnerte etter ca 3 år. Hyppigst hos de som fikk fjernet fyllinger
- Vanlig årsak er uheldige bittfysiologiske forhold

Malmö

- 34 Pas. Lindahl 1981
- 62 Pas. Nilner et al 1982
- 68 Pas. Axell et al 1983
- 25 Pas. Anderson & Lavillat 1985
- Syndromet ligner Glossopyrosis. Dvs psykososiale årsaker
- Høyere frekvens av dårlig fyllingskvalitet.
- Pasientene hadde hyperaktiv lunge, samt oftere allergi
- Pasienten kan lide av et psykosomatisk syndrom

Stockholm

- 80 Pas. Lothighius et al 1989
- 83 Pas. Håkansson et al 1989
- Eneste forskjell fra kontrollpasientene var saliva pH
- Hyppigste årsak var rent odontologiske

Jönköping

100 Pas, Huguson 1986

- Utviser en mengde medisinske/odontologiske sykdommer
- Over 50% har forstyrrelser i tyggemuskulaturen
- 50% har diabetes/anemi/bindevevssykdom/gastrointestinal eller hjerte-kar lidelser
- 76% av pasientene inntar medisin regelmessig

Henvisningstannlegen i Årebro

94 Pas. Gustafsson 1985

- 25% av pasientene opplevde symptomlindring etter medisinsk-odontologisk utredning
- Fleste pasienter er negative til psykologiske undersøkelser

Henvisningstannlegen i Kristianstad

140 Pas. Runderantz et al 1989

- Odontologiske årsaker kunne forklare de fleste plagene
- Få epikulantester viste avvikende reaksjon mot amalgam
- Medikamentinntaket var meget høyt

Henvisningstannlegen i Skellefteå

18 Pas. Enmark & Preutz 1989

- Pasientgruppen viste store individuelle variasjoner med hensyn til psykologiske aspekter

Oslo

100 Pas. Heløe 1991

- Alle blodprøver utviste normalverdier
- Symptombildet var meget bredt
- Odontologiske funn var normale
- Pasientene hadde lang behandlingserfaring

Henvisningstannlegen i Årnskjöldvik

305 Pas. Lindforrs 1988

- 2% av pasientene hadde forhøyd kvikksølvkonsent. i urinprøven
- 60% hadde bittfysiologisk behandlingsbehov

Henvisningstannlegen i Bohuslän

248 Pas. Klock et al 1989

- Plagene forsvant raskt etter utskiftning - uansett symptom
- Uklart om dette kunne tilskrives toksisitet eller placebo

Henvisningstannlegen i Falun

140 Pas. Bjärner & Hjältn 1991

- Symptombildet hos 38 pas. etter utskiftning var identisk med kontrollpasientene etter 1 år - unntak var metallsmak
- 50% av pasientene mener de var blitt bedre. Unders. kerne anga noe mer pessimistiske vurderinger

Bergen

54 Pas. Wesenberg/Grønningstær 1991

- Alle blod, urin og hår prøver utviste normalverdier
- Pasientene utviste ikke et felles symptombilde
- Pasientene hadde lang behandlingserfaring

Tandvårdskadeforbundet Sverige
515 Pas, Hansson 1986

Tandskadeforbundet Danmark
60 Pas, Hovmand 1987

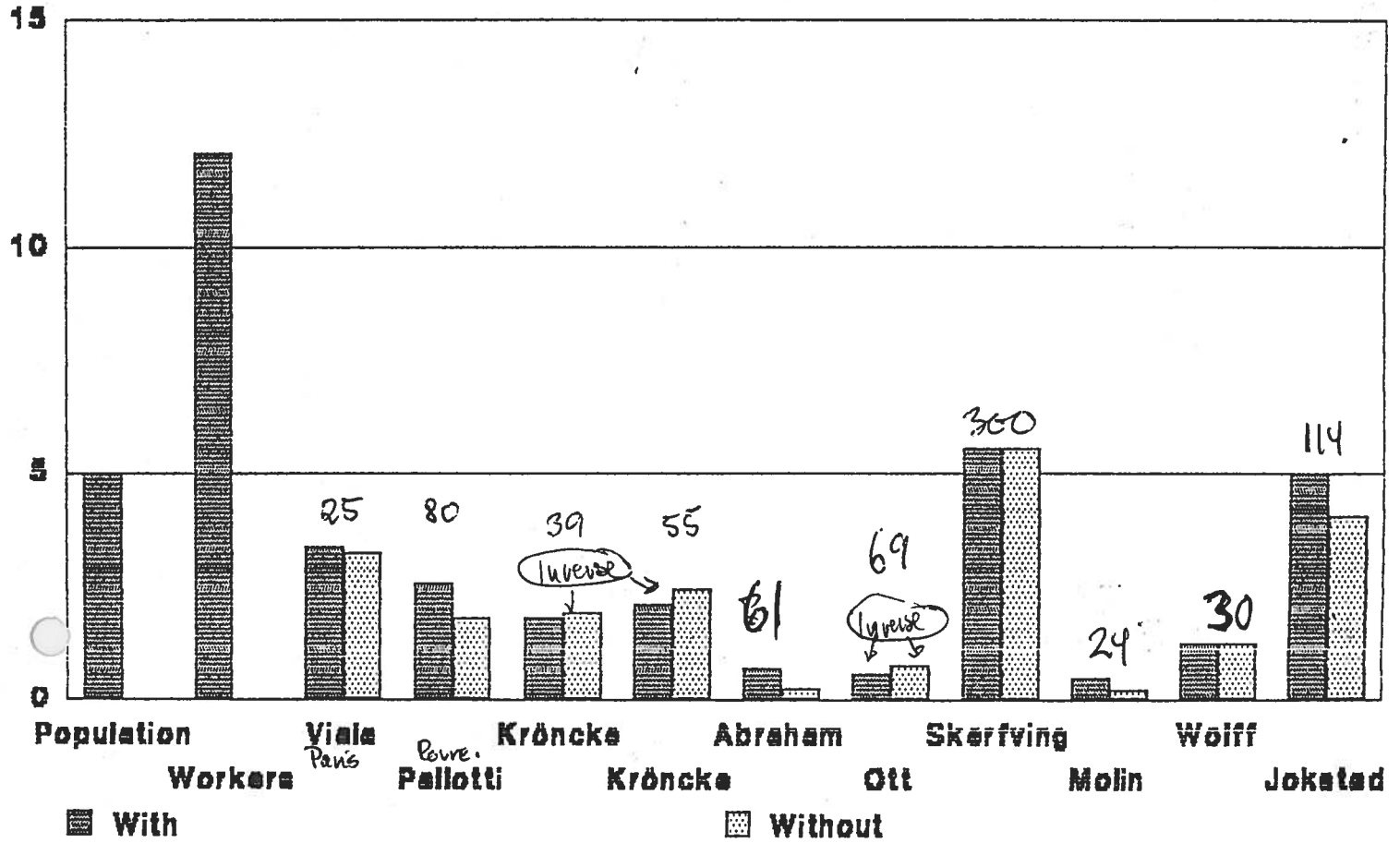
- 40% oppgav besvær mot alternative fyllingsmaterialer
- Over 80% anser seg blitt mye bedre etter utskiftning
- Pasientene hadde et variert symptombilde, totalt 62 sympt.
- 76% av pasientene inntok medisin regelmessig

- Et stort flertall anser seg bedre etter utskiftning
- De 60 pasientene anga 26 ulike symptomer

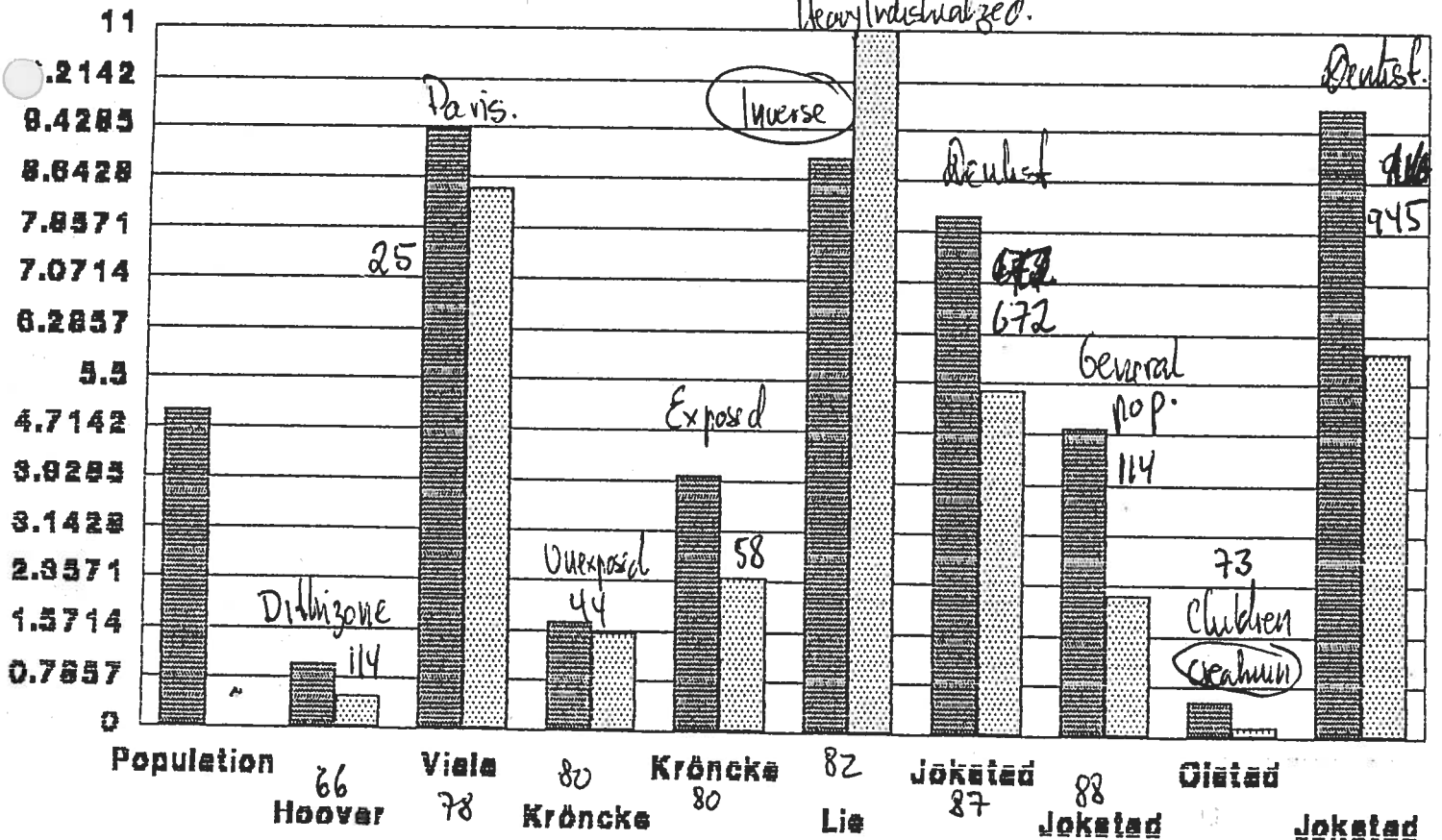
Konklusjoner

1. Plager i munnhulen er i de aller fleste tilfeller forårsaket av medisinske og odontologiske sykdommer
2. Mange pasienter rapporterer at de føler seg bedre etter at de har fått fjernet sine amalgamfyllinger.
3. Det er ikke mulig å diagnostisere hvilke pasienter som dette vil gjelde for, ei heller hva som kjennetegner disse pasientene.
4. Av totalt 12 000 undersøkte pasienter i Sverige er det ikke dokumentert én eneste pasient med klassiske symptomer på kvikksilvforgiftning. (Dvs forhøyde verdier i blod eller urinprøver).

Micrograms/Liter



Micrograms/Liter



BLOD

Average population 3-5 $\mu\text{g}/\text{l}$,
The median is 6 in W-Germany
Average workers in chlor alkaly is 12 $\mu\text{g}/\text{l}$,
20 $\mu\text{g}/\text{l}$ correspond to a daily intake of 300 μg ,
30 $\mu\text{g}/\text{l}$ correspond to TLV, a daily intake of 500 μg (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Viala78- Used a cold digestion technique and AAS on 25 patients. No differences between amalgam bearers and non-bearers, < 7 rest. > 7 restorations
3.3 ng/l 3.2 ng/l
Causser: no correlation.

Pallotti79- Used a cold digestion technique and AAS on 80 patients. Higher values for amalgam bearers, but no statistics shown. 25 \pm 11 with and 18 \pm 13 Ng/g without amalgam

Kröncke80- Used a cold digestion technique and AAS on 39 patients. Found .2 $\mu\text{g}/\text{l}$ in booth groups. No correlation to restoration number.
Leh: no correlation.

Abraham 84- Found a maximum effect of 1.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ for many restorations. There are apparent inconsistencies Although author claims there is no difference between .7 ppm of the amalgam-bearers and the .3 ppm of the amalgamless. The blood values are <10% than the ceiling off the population

Svare84- reported 1 patient where the blood hg values decreased from 2 to .2 after 200 days.

Ott84- Used a cold digestion technique and AAS on 54+15 (am-free) patients. Found values of .6 and .8 $\mu\text{g}/\text{l}$. The correlation to surfaces was $r=.15$
85 Patterson: significant correlation
86. Sperr & Smebana 86: observe no differences.

Skerfving86- 300 part 0-20 rest, no correlation

Molin87- 24 part. Significant correlation between amalgam surfaces and plasma-Hg identified.
87 Hoffmann: no correlation.

Wolff88- .8 to 1.6 ppb, no difference between groups, no corr

Molin89-After removal the UHg and PHg dropped

Ott 89:

Shaff 89:

Wirz 90:

Klemann 90:

INVITED

Baberende70- Studied specimens in artificial saliva at 37 C, 1.3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ liberated the first 7 days. The average size of a large occlusal amalgam restoration is .3 cm^2 . The daily release with 20 such restorations is 8 μg .

Svare73-during setting the estimated vapor is 1.2 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Mayer76- An amalgam specimen showed the same release in water, artificial & natural saliva and ringers. The release was 5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{first day}$, up to 10 days .06 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ and after this the level fell below the detection limit. This indicate a release of .03 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$. Daily release with 20 restorations is thus .6 μg .

Boyer80- Studied the evaporation of vapor from newly made specimens. The emission markedly decrease after 20 minutes. The peak emission was 24 $\text{ng}/\text{cm}^2/\text{sec}$. The emission after 12 days was less than the detection limit i.e <.1 $\text{ng}/\text{cm}^2/\text{sec}$. ,360/4 \Rightarrow 8 μg

Brune81- Used a nuclear tracer technique to study specimens in artificial saliva. After 10 days the solubility was .03 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$, but the amounts of particulates was higher.

Takaku82- Showed a specimen solubility of .8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ into artificial saliva. Daily release with 20 restorations is 5 μg .

Kozons82- Showed that the solubility is higher in .5% NaCl than in water. Accumulated .150-4.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/180$ days. This would indicate a daily release with 20 restorations of .001-.15 μg .

Marek84- Reviewed several solubility studies. Most studies reported loss of .5 to 5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{first hour}$ but from .01 to .5 after 10 days. Indicate a daily release with 20 restorations around 3-30 μg .

Brune84&85- Used a test procedure with dynamic loading of the specimens in artificial saliva. Gave solubility of 5-10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/1\text{st h.}$, 10-50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/1\text{st day}$. The total release of mercury found to be 180 $\mu\text{g}/\text{day}$ when extrapolating the findings to an individual who has 20 restorations, each with a geometrical surface area of .3 cm^2 , subjected daily to three loading periods during chewing. A major part comprises particles which is not absorbed while 3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ is ionic mercury.

Moberg85- The release increased when the specimens were in contact with gold or other metals, 62-1650 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/35$ week. When different amalgams were in contact the range was 122-176 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/35$ weeks. Indicate a release of .5-1.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ in .9% NaCl, less for lower pH. From .1 to 13% of the hg dissolute into the media vaporized and disappeared.

Palaghias86- Compared the dissolution of hg in different solutions. The dissolution was low in Acetic a, formic a, lactic a & succinic a, NaCl and hi in ammonia and NaS. Certain parameters in solubility tests were identified: Declining pH, sulphate-reducing bacteria, carbonic acid-bicarbonate system, phosfate buffer, Indicate that the saliva protects alloys.

Okabe87(85)- Specimens in .9 % NaCl studied at 37 C for 7 days. Gave a release of .6 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$. Indicate a daily release for 20 restorations of 4 μg .

Ferracane89- Specimens in saline released 3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$, when coupled to gold the release increased to 4 μg but decreased for other couplings. Indicate a daily release with 20 restorations of 18 μg .

Chew89- Mean release over 4 week for 7 specimens in distilled water at 37 degr. was .05 (sd. 02) for 1 type and .06(sd. 05) $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$. Indicate daily intake with 20 restorations .5 μg .

6A

VAPOR

ay 79- 8 part, exhaled x10 into 1g of silver wool, this was heated and the amount measured by UV, 10 min chewing -> vapor.

Svare B1(80)- 8 part, 2,7 L Plastic bagfilled, Au-foil, 10 min PA-.1, PA+.8 AA-.1 AA+14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Review by Clarkson 17.5 μ

tt 84-15+54 part, similar to Svare, chewing -> vapor, 10 min PA-.05, PA+.3 AA-.05 AA+1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1/10th of Svares values, No correlation to number of restorations. Erlangen

Graham 84- Since this was a mixture of air from the mouth and entire respiratory tract, flushing for 15 sec. , rate of flush did not influence the amount of vapor. Iowa
++47 part, chewing -> vapor, $r = .34$ rest- cm^2 , $r = .38$ rest-no
min PA-1, PA+2 AA-1 AA+19 $\mu\text{g}/15$ sec Review by Clarkson 8 μ

tt 84- 5 min gum chew. Intraoral probe in contact with the surface of each restorations, 10 part. Before Av. After Av. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0 -<1 - 50-400 - Gold Film Vapor analyzer. 50-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ post-chewing average. Chewing increase vapor, Hi

$$\overline{1 \mu\text{g}/\text{m}^3} = .125 \mu\text{g}/10 \text{ sec} \\ = 1 \mu\text{g}/\text{L}$$

atterson 85- 172 part, PA+3 AA-.06 AA+8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5-10 μg , 5% > 50 μg + chewing
breathed into a bag via gold trap 2L/min. Brushing increase vapor, suggest that fig should be reduced due to artificial low respiration during sampling. In through mouth and out through nose. Review by Clarkson 2.5 μ

Smler 85- Placement of 1 restoration on 20 children -> 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, at 1 week AA=0 but
++20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Hi

Vimy 85- 46 part, 1-16 o.rest: 20 μg , 1-4 8 μg >16 30 μg , 10 min gum chew, $r = .33$
filling-surf, $r = .37$ occl.-surf Probe into mouth 20 s. (.25 L), Jerome 401 No Before Av.
After Av. 35 - 4.9 - 29.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 11* - .5 - .7 " Collector, moved rapidly around open
mouth 10-20 s, flow .75 L /min PA-.5, PA+5 AA-.7 AA+29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Review by Clarkson 2.9 μ
Vimy85B: Level maintained upto 10-30 min after gum chew, 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at 60 min. Probe into
mouth 20 s. (.25 L), Jerome 401 - 6 - 43 > 12 occl rest, 19.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at 60 min. - 1.5 -
2.4 < 4 occl rest, 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at 60 min.

Vimy 86- >12 occl rest, av. 29 but up to 80 μg

tt 86- 29 part Into 15 L bottle, (5 min), Pump 1L/min No Before Av. After Av.
29 <1- 3 .3 0- 11 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

sson87 reviewed the articles of Svare and Vimy and corrected the results to 3 μg .

ickert87- Reviewed the articles of Svare and Vimy and corrected the results .51, 1.2 and
or 12-16 rest: 1.8 μg .

ingworth88- 10 part, Catheter connected to gold wire. While values in the mouth was 8-
15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, the values in the trachea varied from 1-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ independent of inhalation
type. Due to dilution. d.i. 3 μg

dstad88- 120 participants, breathed into a 2l plastic bag which was sealed and analyzed
with AAS. Differences between amalgam bearers and non-amalgam bearers observed. Good
relation to nr of fillings, nr occlusal surfaces and nr rest.

CK88 & Clarkson 89- Reviewed the articles of Svare and Vimy and corrected the results .

rglund88- Reviewed methodology of measuring intraoral vapor and conclude that thin gold
film technique are incorrect. Correct Vimys results.

rglund89- Measured each 30 min over 24 h on 15+9 persons, measured d.i. to 3 μg