

Eksponering for kvikksølv hos tannhelsepersonell og forekomst av mulige seneffekter.

En observasjonsstudie foretatt blant tannhelsearbeidere i Midt-Norge

Bjørn Hilt^{1,2}, Kristin Svendsen³, Oddfrid Aas¹, Pål Romundstad⁴, Tore Syversen⁵, Anne Kristin Brevik*, Torgunn Qvenild¹, Anne Marie Eggerud¹, Inger Melø⁶, Helge Sletvold⁷

- 1) Arbeidsmedisinsk avdeling, St. Olavs hospital HF
- 2) Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin, DMF, NTNU
- 3) Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, SVT-fakultetet, NTNU
- 4) Institutt for samfunnsmedisin, DMF, NTNU
- 5) Institutt for nevromedisin, DMF, NTNU
- 6) Tannhelsetjenesten, Sør-Trøndelag fylkeskommune
- 7) Praktiserende psykolog,
- *) Medisinstudent ved DMF, NTNU

Forord

Sammendrag

1. Innledning

1.1. Kvikksølv, bruk og virkninger

1.2. Eksponering for kvikksølv hos tannhelsepersonell

1.2.1. Målinger av kvikksølvkonsentrasjoner i luft på tannklinikker og i urin fra tannhelsepersonell.

1.2.1.1.Mål på eksponering og administrativ norm

1.2.1.2.Målinger fra norske forhold

1.2.1.3.Målinger fra andre land

1.2.1.4.Faktorer av betydning for eksponering

1.2.1.5.Andre studier og mål på eksponering i forhold til symptomer

1.3. Kognitive effekter av kvikksølv eksponering

1.4. Forplantningsskader som følge av eksponering for kvikksølv

1.5. Bakgrunn for den aktuelle undersøkelsen

1.6. Målsetting

2. Personer og metode

2.1. Undersøkellesgrupper

2.2. Spørreskjema

2.2.1. Spørreskjema A

2.2.1.1.Kognitive symptomer

2.2.1.2.Andre sykdommer/symptomer

2.2.1.3.Forplantning

2.2.2. Spørreskjema B

2.2.2.1.Variabler brukt for å beskrive eksponering

2.3. Behandling av spørreskjemaene

2.4. Tidligere undersøkelser av kvikksølv i urin

2.5. Databearbeiding og analyse

2.6. Etikk og konsesjoner

3. Resultater

3.1. Deltagelse

3.2. Forhold av betydning for eksponering

3.3. Kognitive symptomer

3.4. Andre sykdommer, symptomer

3.5. Forplantningsforhold

4. Diskusjon

4.1. Generelle forhold

4.2. Eksponering

4.3. Effekter

4.4. Konklusjoner

5. Konsekvenser og videre arbeid

Litteraturreferanser

Forord

Denne rapporten er skrevet for Arbeids- og inkluderingsdepartementet (AID) på grunnlag av et prosjektoppdrag som den 22.12.2005 (ref 200501790-/ASD) ble gitt til en forskningsgruppe ved NTNU/St.Olavs Hospital, Universitetssykehuset i Trondheim for å undersøke om det hos tannhelsepersonell kan være risiko for kognitive senskader som følge av eksponering for kvikksølv i forbindelse med håndtering av amalgam.

Prosjektet er gjennomført i 2006 på grunnlag av prosjektskisse i søknad sendt for bedømmelse i Norges Forskningsråd 25.10.2005 og fullstendig prosjektbeskrivelse for del 1 av prosjektet som forelå 1.3.2006 (se vedl.1). For del 2 av prosjektet finnes prosjektbeskrivelse 22.8.2006 (se vedl.2). Den foreliggende rapport omhandler del 1 av prosjektet. Rapport fra del 2 av prosjektet vil foreligge innen 30.6.2007.

Prosjektet er gjennomført ved Arbeidsmedisinsk avdeling ved St. Olavs Hospital - Universitetssykehuset i Trondheim / Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin ved DMF, NTNU i samarbeid med Institutt for nevromedisin ved DMF, NTNU, Institutt for samfunnsmedisin ved DMF, NTNU, Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, SVT-fakultetet, NTNU, Sør-Trøndelag fylkeskommune, Tannhelsetjenesten og nevropsykolog Helge Sletvold.

Følgende personer har vært med i prosjektorganisasjonene og bidratt til gjennomføringen av prosjektet i 2006:

- Overlege/professor II Bjørn Hilt, Arbeidsmedisinsk avdeling, St. Olavs Hospital - Universitetssykehuset i Trondheim / Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin ved DMF, prosjektleder, medisinsk og faglig ansvarlig.
- Overlege Oddfrid Aas, Arbeidsmedisinsk avdeling, spesialist i arbeidsmedisin, ansvarlig for de arbeidsmedisinske undersøkelsene i del 2.
- Avd. sykepleier Torgunn Qvenild, Arbeidsmedisinsk avdeling, spesialsykepleier i arbeidshelse, prosjektmedarbeider.
- Førstemanuensis dr. ing. Kristin Svendsen, Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, SVT-fakultetet, NTNU, sertifisert yrkeshygieniker, ansvarlig for undersøkelse og karakterisering av eksponeringsforhold
- Professor dr. phil. Tore Syversen, Institutt for nevromedisin ved DMF, toksikolog og faglig veileder.
- Forsker dr. phil. Pål Romundstad, Institutt for samfunnsmedisin ved DMF, rådgiver og veileder i epidemiologisk metode og statistisk bearbeiding.
- Fylkestannlege Inger Melø, Sør-Trøndelag fylkeskommune, Tannhelsetjenesten, bransjekontakt og bransjekunnskap.
- Psykolog Helge Sletvold, Trondheim, spesialist i nevropsykologi. Ansvarlig for de nevropsykologiske undersøkelsene i del 2.
- Assistentlege Anne-Marie Botnen Eggerud, Arbeidsmedisinsk avdeling, prosjektmedarbeider.

M.Sc. Espen Kummeneje har vært engasjert på timebasis i prosjektet for å hjelpe til med utsending av spørreskjemaer, optisk lesing av svar og organisering av disse i datafiler.

I siste fase av prosjektet har stud.med. Anne Kristin Brevik, som ledd i en hovedoppgave ved DMF, deltatt med en litteraturgjennomgang samt bearbeiding og rapportering av data som dreier seg om forplantningsforhold hos respondentene.

Prosjektet ble i brev 9.2.2006 (4.2006.70) (del 1), 30.8.2006 (4.2006.70) og 13.9.2006 (4.2006.70) (del 2) godkjent av Regional komité for medisinsk forskningsetikk i Midt-Norge.

I planleggingen og gjennomføringen av prosjektet har vi hatt tre orienteringsmøter med interesserte organisasjoner og det er sendt ut relevant informasjon til disse underveis. I slik sammenheng har vi hatt kontakt med følgende organisasjoner:

- Den norske tannlegeforening
- Fagforbundet
- Forbundet tenner og helse
- Landsorganisasjonen i Norge
- Kommuneansattes fellesorganisasjon (KFO)
- Norges tannteknikerforbund
- Støttegruppen for kvikksølvofre
- Tannhelsesekretærenes forbund

Vi takker for godt samarbeid gjennom mange gode og nyttige innspill.

Vi takker AID for oppdraget og håper at rapportene vil komme til nytte i videre forebyggende arbeid. Vi vil også få takke:

- professor Bente Moen ved Seksjon for arbeidsmedisin ved Institutt for samfunnsmedisinske fag ved Universitetet i Bergen for gode råd i planleggingen og for å ha forsett oss med en oversatt versjon av Euroquest spørreskjemaet,
- avdelingsdirektørene Helge Kjuus og Dag Ellingsen og forsker Rita Bast Petersen ved Statens Arbeidsmiljøinstitutt for gode råd i starten av prosjektet.
- Overingeniør Torill M Woldbæk ved STAMI har vært til stor hjelp med å finne fram tidligere målte verdier for kvikksølv i urin hos en hel del av deltagerne i vår undersøkelse.
- Tannhelsepersonell i Midt-Norge har vært til uvurderlig hjelp med utprøving av spørreskjemaet og med å gi oss innsikt i tidligere arbeidsmetoder. I den sammenheng ønsker vi spesielt å takke tannlege Roar Heen og tannhelsesekretær Eva Kringstad i Orkanger, tannhelsesekretær Hildur Halseth og tanntekniker Grete Strand i Trondheim, samt personalet ved Byåsen tannklinikk i Trondheim.

For gjennomføringen av prosjektet har vi også hatt stor hjelp fra det øvrige personalet ved Arbeidsmedisinsk avdeling og ved Fylkestannlegekontorene i Midt-Norge.

Sist, men ikke minst takker vi alle de som har deltatt i undersøkelsen, mange ved å svare på et omfattende spørreskjema, og noen også ved å stille opp for nærmere undersøkelser i del to av prosjektet som fortsatt pågår.

Trondheim 15. februar 2007

Sammendrag

Målsettingen med undersøkelsen var å se om det er risiko for senskader som følge av eksponering for kvikksølv hos tannhelsepersonell.

Dette ble undersøkt i en gruppe på 1193 tidligere og nåværende tannhelsearbeider fra Midt-Norge som ble sammenlignet med 662 kontrollpersoner valgt fra de generelle befolkningen. Undersøkelsesgruppen ble delt inn i tannhelsesekretærer, tannleger og annet tannhelsepersonell.

Ut fra innhentete opplysninger ble det konstruert et eksponeringsmål for kvikksølv basert på arbeidsmetoder, antall pasienter og arbeidets varighet. Tannhelsesekretærene rapporterte mest arbeid med bl.a. kopperamalgam og ved den anvendte beregningsmetoden var det også de som hadde høyest estimert total eksponering for kvikksølv. Undersøkelsen viste lite sammenheng mellom de 281 tilfeldig tatte tidligere urinprøvene som forelå og vår estimerte eksponeringsskår.

I utgangspunktet fikk 2247 tannhelsepersonell og 1500 kontroller tilsendt et spørreskjema om bakgrunnsopplysninger, kognitive symptomer (Euroquest), noen andre sykdommer/symptomer og forplantningsforhold. Tannhelsepersonellet fikk dessuten inngående spørsmål om arbeidsforhold og eksponeringer under arbeid i tannhelsetjenesten. For tannhelsepersonellet ble det også bedt om tillatelse til å innhente resultater fra tidligere urinundersøkelser av kvikksølv.

Tannhelsesekretærene rapporterte høyere gjennomsnittsskår (skala fra 1 til 4) enn kontrollene for symptomgruppene sinnsstemning (1,71/1,59), hukommelse (2,0/1,79), konsentrasjonsevne (1,76/1,57), søvnproblemer (1,81/1,65), (1,49/1,34), nevrologiske symptomer (1,49/1,34), psykosomatiske symptomer (1,58/1,47), og utmattelse (2,06/1,82). Tannlegene hadde jevnt over lavere skårer (respektive verdier 1,40, 1,63, 1,40, 1,48, 1,17, 1,29 og 1,71). For både tannhelsesekretærene og tannlegene var det i interne analyser tegn til økende forekomst av symptomer med økende estimert eksponering for kvikksølv.

Når tannhelsearbeiderne ble sammenlignet med kontrollgruppen fant vi ikke økt forekomst av nyresykdom, migrene, muskel-skjelettplager eller luftveissymptomer.

Den eneste påviste forskjellen når det gjaldt forplantningsforhold, var at tannhelsepersonellet rapporterte en høyere forekomst av misdannelser hos sine barn enn det kontrollpersonene rapporterte. Forekomsten for barn av tannhelsepersonellet var imidlertid på linje med det som er registrert i Medisinsk fødselsregister. Siden vårt resultat er usikkert ut fra metodologiske forhold, og heller ikke har tilstrekkelig støtte fra litteraturen, må det analyseres nærmere og gjerne også følges opp med andre undersøkelser før man kan si noe sikkert om hva det betyr.

Undersøkelsesdesignet har metodologiske svakheter bl.a. ved at det spørres om forklaringsvariabler og effektvariabler i samme spørreskjema. Dette gjør resultatene usikre og tolkningsmulighetene vide.

1. Innledning

1.1. Kvikksølv, bruk og virkninger

Kvikksølv (Hg^0) er et naturlig forekommende grunnstoff som er flytende ved vanlig trykk og temperatur. Ved 20 °C er den spesifikke tettheten (egenvekt) for kvikksølv 13,456 og damptrykket er 0,16 Pa (0,0012 mmHg). Det betyr at en atmosfære mettet av kvikksølv vil inneholde ca 15 mg/m³ ved 20 °C. En slik konsentrasjon er 300 ganger høyere enn Arbeidstilsynets anbefalte norm for forurensning i arbeidsatmosfæren på 0,05 mg/m³. Kvikksølv danner lett legeringer med andre metaller og for øvrig kan kvikksølv inngå i mange organiske og uorganiske forbindelser.

I toksikologisk sammenheng kan vi dele/organisere kvikksølv og kvikksølvforbindelser i følgende grupper:

- Hg^0 gir ved langvarig eksponering symptomer fra nervesystemet. Symptomene er delvis reversible. Risiko ved eksponering i hovedsak ved inhalasjon.
- Hg^+ er bare aktuelt ved oralt inntak, men absorpsjonen fra tarmen er så lav at stoffet ikke representerer noen risiko
- Hg^{2+} opptas fra tarmen og vil ved store doser forårsaker skade i fordøyelseskanalen. Ved lavere og langvarig inntak gir det nyreskade
- Fenylkvikksølv tas opp effektivt fra tarmen, men nedbrytes til Hg^{2+} i kroppen. I hovedsak effekter i nyre.
- Metylkvikksølv tas meget effektivt opp fra tarmen kan selv i små konsentrasjoner gi permanent skade i nervesystemet. Det foreligger klar dokumentasjon av fosterskade. Stoffet er den viktigste miljøgiften av de stoffene som inneholder kvikksølv.

I denne studien og denne rapport er kvikksølv brukt som betegnelse på metallisk kvikksølv (Hg^0). Dersom andre kjemisk former for kvikksølv omtales så angis den aktuelle kjemiske form.

På grunn av stoffets egenart ble kvikksølv i oldtiden ansett som et magisk metall. Kvikksølv og dets forbindelser har en rekke anvendelser bl.a. innen medisin, kosmetikk, konserveringsmiddel, i måleinstrumenter og elektriske brytere og i produksjon av ulike produkter. Frigjøring av kvikksølv til miljøet forekommer også ved forbrenning av olje og kull bl.a. i kraftproduksjon.

Giftvirkningene av kvikksølv har vært beskrevet omtrent like lenge som man har kjent til stoffet. Det finnes beretninger om folk som ble syke i kvikksølvgruver i Spania allerede i romertiden. Ramazzini beskriver i sin bok *De morbis artificum diatriba* fra 1700 (1713) kvikksølvrelaterte sykdommer blant gullsmeder og speilmakere [Svensk utgave av boken fra 1991].

Senere ble kvikksølv brukt til å glatte og stive kaninhår til filt for hatteproduksjon. Hattemakerne ble trolig forgiftet i forbindelse med dette. De fikk forstyrrelser i kognitiv funksjon og atferd, noe som trolig har gitt opphav til det engelske uttrykket ”mad as a hatter”. I 1865 beskrev forfatteren Lewis Carroll i fortellingen om ”Alice’s adventures in wonderland” meget treffende galskap blant hattemakere, noe som trolig ble gjort med

utgangspunkt i virkelige personer. Det typiske psykoorganiske syndromet som kan oppstå ved kvikksølvforgiftning blir kalt *eretisme*. Det består av skyhet, usikkerhet, angst, konsentrasjonsvansker, spenninger og depresjon som etter hvert fører til personlighetsforandringer. Det er også kjent at akutt og kronisk kvikksølvforgiftning kan påvirke det perifere nervesystemet [Magos & Clarkson 2006, Shapiro et al 1982, Bittner et al 1998].

Allergiske reaksjoner på kvikksølv er også beskrevet, men stort sett i enkeltstående tilfeller [Hyson 2006]. Nyrene er kroppens primære depot for kvikksølv. Det har derfor også vært nærliggende å tenke seg nyreskader ved eksponering, men holdepunktene for dette er ikke overbevisende [Ellingsen et al 1993a, Ritchie et al 2002, Verschoor et al 1988]. WHO's kreftforskningsorganisasjon (IARC) vurderer metallisk kvikksølv som ikke klassifiserbart i forhold til kreftrisiko, d.v.s. gruppe 3. [IARC vol 58, 1993].

1.2. Eksponering for kvikksølv hos tannhelsepersonell

Sølvamalgam brukt i tannfyllinger inneholder 50 % kvikksølv og et metallpulver bestående av sølv (ca 70 %), tinn (ca 25 %), kopper (1-6 %) og sink (0-2 %). Etter blanding kan det være overskudd av kvikksølv i amalgamet som fjernes rett før den legges som fylling.

Kopperamalgam, som tidligere ble brukt som fylling i melketenner, inneholdt ca 70 % kvikksølv og 30 % kopper. Kopperamalgamet var lettere å legge i fyllingen da den var smidigere å arbeide med. Den var dessuten ansett å ha en bedre antibakteriell effekt som hindret videre angrep av karies. Når kopperamalgam skulle tilberedes fra tablettform ble tablettene varmet opp i en liten panne over en spritbrenner til blandingen ble flytende. Temperaturen er angitt å skulle være 225 °C [Hyson 2006]. Den varme blandingen ble overført til en morter for videre bearbeiding før den vanligvis ble sluttbehandlet i en stoffklut. Fra kluten ble overskudd av kvikksølv fjernet ved at det ble klemt ut igjennom stoffet. Håndtering av kopperamalgam er antatt å ha vært en vesentlig kilde til kvikksølveksponering hos de som utførte arbeidet. De fleste klinikker sluttet å bruke kopperamalgam tidlig på 1980-tallet, men i følge lokale innkjøpsregistre var det fortsatt noen som kjøpte kopperamalgam så sent som i 1987. Det er gjort målinger av kvikksølv damp under oppvarming av kopperamalgam. Disse målingene indikerer at nivået har vært kraftig forhøyet [Norseth 1977].

En annen tidligere mye anvendt metode var tillaging av amalgam i morter. Da ble kvikksølv og metallpulver blandet i en morter. Overskudd av kvikksølv ble klemt ut med en klut, og amalgamet ble ofte bearbeidet videre i håndflata for at den skulle holde seg smidig.

Noen klinikker brukte egenproduserte kapsler som ble fylt med kvikksølv og metallpulver med etterfølgende risting i et blandeapparat. Overskudd av kvikksølv ble også her som regel klemt ut av det ferdige amalgamet ved hjelp av en stoffklut.

En annen metode som ble mye brukt i norske tannklinikker på 1970- og 80-tallet var blanding av amalgam i en såkalt Dentomat, eller lignende blandemaskiner. Her ble kvikksølv og metallpulver tilsatt i hvert sitt kammer i apparatet og dosert videre i et halvveis lukket system. Instrumentet doserte selv blandingen, men det var mulig å

regulere om man ønsket tørr eller bløt amalgam. Det bløte amalgamet inneholdt også i denne situasjonen et overskudd av kvikksølv som måtte klemmes ut. Hvor ofte Dentomaten ble fylt, var avhengig av hvor mange pasienter som ble behandlet. Det er kjent at det under fylling av disse blandemaskinene kunne være risiko for søl.

På 80-tallet kom så ferdigproduserte lukkede kapsler på markedet. I disse var doseringen av kvikksølv og metallpulver allerede foretatt fra leverandøren i et lukket system. Dette var dessuten gjort så nøyaktig at det ikke var nødvendig å klemme ut overskudd av kvikksølv i etterkant.

I de fleste metodene som ble brukt for blanding av amalgam har det vært risiko for søl av kvikksølv. Søl kan ha forekommet ved tilsats av kvikksølv til kapsel, morter eller Dentomat, eller ved fjerning av overskudd av kvikksølv fra amalgamet ved hjelp av stoffkluten. Noen har rapportert at de ofte bare klemte ut overskuddskvikksølv mellom to fingre og ristet dette av i en beholder. Det rapporteres imidlertid også at kvikksølvperler kunne havne på gulv og bord.

1.2.1. Målinger av kvikksølvkonsentrasjoner i luft på tannklinikker og i urin fra tannhelsepersonell

1.2.1.1. Mål på eksponering og administrativ norm

Dagens administrative norm for kvikksølv damp i arbeidsatmosfæren er $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er foreslått å redusere denne til $20\mu\text{g}/\text{m}^3$. Samtidig er det et forslag om å senke den biologiske ”grenseverdien” for kvikksølv i urin fra 50 til $30\mu\text{g}/\text{g}$ kreatinin ($\approx 150\text{ nmol}/\text{l}$ $\approx 2,4\text{ nmol}/\text{mmol}$ kreatinin).

1.2.1.2 Målinger i Norge

På slutten av 1980 tallet ble det gjort systematiske målinger av kvikksølvverdier i urin fra norske tannleger og tannhelsesekretærer [Jokstad 1990].

En oppsummering av urinnmålinger foretatt hos norsk tannhelsepersonell viste at tannleger i 1973 hadde et gjennomsnitt på $90\text{ nmol}/\text{l}$ og tannhelsesekretærer $140\text{ nmol}/\text{l}$. Det ble angitt at 20 % av tannlegene og 40 % av tannhelsesekretærene hadde nivåer over $100\text{ nmol}/\text{l}$ [Jokstad 1990]. Resultatene over tid fra måling av kvikksølv i urin hos tannhelsepersonell indikerer at det ble foretatt tiltak i tannklinikker i tiden rundt 1976. Fra dette året sank urinkonsentrasjonene til en gjennomsnittskonsentrasjon på $30\text{ til }40\text{ nmol}/\text{l}$. Imidlertid var det igjennom hele perioden noen som hadde verdier over $100\text{ nmol}/\text{l}$. I 1986 og 1987 var det 4-6 % av de det ble tatt prøver av som fremdeles hadde urinkonsentrasjoner over $100\text{ nmol}/\text{l}$. Ses disse verdiene i sammenheng med de nye grenseverdiene for kvikksølv i urin på $30\mu\text{g}/\text{g}$ kreatinin ($\approx 30\mu\text{g}/\text{l} \sim 150\text{ nmol}/\text{l}$), vil det i 1987 fremdeles ha vært noen med urinkonsentrasjoner opp mot denne grenseverdien.

Resultatene fra de tidligere urinnmålingene fra norsk tannhelsepersonell viser også at ”tannhelseassistenter” hadde høyere gjennomsnittlig urinkonsentrasjon enn andre yrkeskategorier. I undersøkelsen fra 1987 var det kun 18 ”assistenter” med, men disse hadde et gjennomsnitt på $70\text{ nmol}/\text{l}$ med en maksimal verdi på $140\text{ nmol}/\text{l}$ [Jokstad1990].

En norsk undersøkelse som presenterte historiske måledata av kvikksølv i urin fra tannhelsepersonell, viser et litt annet bilde. Dette er resultater fra de dataene som er lagt inn i eksponeringsdatabasen ved Statens arbeidsmiljøinstitutt. I dette datamaterialet har tannleger og tannhelsesekretærer tilnærmet like urinnivå bortsett fra årene fra 1970 til 1980 [Lenvik et al 2006]. Nivået av kvikksølv i urin for tannleger var i perioden 70-74 100nmol/l og i perioden 75-80 64nmol/l og for tannhelsesekretærer henholdsvis 143nmol/l og 79nmol/l. En del enkeltnivåer hos tannhelsesekretærene ligger i hele undersøkelsen høyere enn de høyeste nivåene som er registrert for tannleger.

1.2.1.3. Målinger i andre land

Vanlige konsentrasjonsnivåer i luft fra tannklinikker i forskjellige land i tiden rundt 1960-1980 er rapportert å ha ligget rundt 4-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i gjennomsnitt, men med enkelte klinikker på nivåer opp til 150-170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Joselow et al. 1968, Gronka et al. 1970 Buchwald 1972 Schneider 1974, WHO 1991]. Det er også rapportert om nivåer helt opp mot 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i pustesonen til tannhelsepersonell når det ikke ble brukt avtrekk eller andre metoder for å redusere eksponering [Richards & Warren 1985].

Målinger utført i skotske tannklinikker tidlig på 2000-tallet viste at 29 % av personbårne dosimeter overskred den nasjonale grenseverdien på 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Gjennomsnitt for de personbårene målingene var 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og den høyeste målte verdi var 452 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De høyeste stasjonære nivåene ble målt der kvikksølvet ble lagret, over blandeinstrumentet og ved tannlegestolen. Gjennomsnittsverdiene ved disse tre stedene var fra 29 til 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De høyeste målte nivåene var fra 240 til 480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Ritchie et al 2004].

En svensk undersøkelse fra 1986 viste gjennomsnittlige nivåer på 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i private tannklinikker. Høyeste nivå på 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble målt over tannlegestolen i hodehøyde. Samtidig ble det målt kvikksølv i urin blant tannleger og tannhelsesekretærer på henholdsvis 30nmol/l (range: 5-105nmol/l) og 35nmol/l (range: 5-350nmol/l) [Nilsson & Nilsson 1986b].

1.2.1.4. Faktorer av betydning for eksponering

I flere undersøkelser har man sett på hvilke faktorer i tannklinikkene som kan ha betydning for eksponering. Det er imidlertid litt forskjellige forhold og tradisjoner i forbindelse med utstyr og rutiner i ulike land, så det er ikke nødvendigvis de samme faktorene som har betydning.

En norsk undersøkelse viste at antall timer arbeid pr uke hadde betydning for eksponering hos mannlige deltagere, men ikke hos kvinner. En annen faktor av betydning var type gulvbelegg der tregulv bidro mest til eksponering. Videre hadde som ventet antall behandlinger pr uke betydning, likeså antall amalgamflater som ble fjernet eller polert [Jokstad 1990].

Andre studier har vist at *bruk av stoffklut, hvor mange år det har vært tannklinikk i lokalene, antall amalgambehandlinger pr uke* [Ritchie 2002, Echeverria 1995], *om det har vært søl av kvikksølv i klinikken* [Echeverria et al 1995, Martin et al 1995], *og om det ble brukt Dentomat eller kapsler* [Echeverria et al 1998] er faktorer som har innflytelse på målt nivå av kvikksølv i urin.

I en studie hevdes det at søl på gulvet er den viktigste kilde til eksponering for kvikksølv for tannhelsepersonell, ved at en dråpe som faller på gulvet deler seg i en mengde små dråper med stor overflate som kan spres over hele lokalet [Nilsson & Nilsson 1986b].

I en annen svensk undersøkelse ble det angitt at gjennomsnittlig tid tannhelsepersonellet arbeidet med amalgamfyllinger ikke hadde noen betydelig innflytelse på mengde kvikksølv i urin hos tannhelsepersonell. Det som betydde noe var om de arbeidet i en privat eller offentlig klinikk [Skare 1990].

Det er også rapportert at det å ta ut amalgamfyllinger gir like høy eksponering for kvikksølv for tannhelsepersonellet som det å legge fyllingene [Lønnroth 1995]. En annen undersøkelse viste ikke noen sammenheng mellom antall fyllinger som ble fjernet og urinkvikksølvnivå [Martin et al 1995].

Det er også rapportert at selv om ferdiglagede kapsler gir redusert eksponering for kvikksølv, så kan det være en liten forurensing på utsiden av kapslene som over tid fortsatt kan gi et lite bidrag til kvikksølvforurensing i klinikker [Roberts et al 2001].

1.2.1.5. Andre studier og mål på eksponering i forhold til symptomer

Enkelte tidligere studier har forsøkt å lage en eksponeringsskår til bruk i analyser av mulig sammenheng mellom eksponering og utfall. Imidlertid har de fleste studier brukt biologiske mål på eksponering, hovedsakelig nivå av kvikksølv i urin. [Echeverria et al 1995, Echeverria et al 1998, Echeverria et al 2005, Ritchie et al 2002]. En gruppe studier har benyttet en eksponeringsskår for kronisk eksponering ved å ta antall behandlinger pr uke og vekte disse med type amalgam (ferdiglagede kapsler eller egenlagede) og i tillegg vekte for forskjellige tidsperioder og multiplisere dette med antall år med arbeid i hver periode. Skåren som ble brukt i studiene var kvadratrot av produktet av disse faktorene [Echeverria et al 2005, Echeverria et al 2006, Heyer et al 2004]. I samme studier ble det også laget en skår for toppeksponering ved å bruke den høyest vektete tidsepoke som mål. Imidlertid ble det ikke funnet noen sammenheng mellom nevropsykologiske testresultater og disse eksponeringsskårene. En annen studie fant derimot sammenheng mellom kronisk eksponeringsskår og symptomer definert fra Euroquest og andre spørreskjema [Heyer et al 2004].

1.3. Kognitive effekter av kvikksølveksponering

Kvikksølv har lenge vært kjent som en nervegift med virkninger både på det sentrale og det perifere nervesystemet. Det er også beskrevet flere kasuistikker der folk som har overlevd kvikksølvforgiftninger har hatt vedvarende psykiske og kognitive funksjonsforstyrrelser [Hua et al 1995, O'Carroll et al 1995, Zillmer et al 1986].

Kognitive effekter etter langvarig og lavgradig eksponering for kvikksølv er de siste 30 årene særlig undersøkt hos kloralkaliarbeidere der kvikksølv inngikk i elektrolytisk produksjon av klor. I flere slike undersøkelser er det funnet holdepunkter for både perifere og sentrale nerveskader knyttet til langvarig og antatt moderat eksponering for kvikksølv. [Ellingsen et al 1993b, Ellingsen et al 2001, Frumkin et al 2001, Mathiesen et al 1999, Piikivi et al 1984]. Det har ut fra disse og andre undersøkelser lenge vært erkjent at arbeidere med langvarig eksponering tilsvarende mer enn 500 nmolHg/l i urin kan få forstyrrelser i atferd og kognitiv funksjon [*Langolf et al 1978, *Langolf et al 1981, Miller et al 1975, Smith et al 1970, *Smith et al 1983], mens effektene av eksponering for nivåer under 500 nmol/l i urin har vært mindre entydige [Piikivi et al 1989, Soleo et al 1990].

Det er de siste årene foretatt to metaanalyser av litteraturen fra henholdsvis 1980-2002 og 1977-2003 omkring undersøkelser av kognitiv funksjon hos kvikksølveksponerte [Meyer-Baron et al 2004, Rohling og Demakis 2006]. Den første analysen, som inkluderte 18 undersøkelsesgrupper, konkluderte med at det var grunnlag for å anta en positiv eksponerings-respons relasjon mellom kvikksølveksponering og utfall ved nevropsykologiske tester for motorisk funksjon, hukommelse og oppmerksomhet [Meyer-Baron et al 2004]. Den andre analysen som omfatter 36 publiserte undersøkelser konkluderte med at det var en liten, men statistisk signifikant gjennomsnittlig effektstørrelse for flere typer kognitive utfall. Effektene ville i følge forfatterne tilsvare en eksponeringsrelatert forklart variasjon i kognitiv funksjon på 1,2 %, noe som ville være nærmest umulig å oppdage ved undersøkelser av enkeltindivider [Rohling & Demakis 2006.]

De to metaanalysene omfattet også noen publiserte undersøkelser utført blant tannhelsepersonell. Den første systematiske undersøkelsen av effekter i denne gruppen ble foretatt blant 298 tannleger i USA. Der fant en særlig holdepunkter for funksjonsforstyrrelser i perifere nerver, men også ved en enkelt nevropsykologisk test [Shapiro et al 1982]. Den samme gruppen publiserte senere resultater for 13 hjelpepersonell med antatt forhøyede kvikksølvnivåer og fant ved enkelte tester holdepunkter for både kognitiv funksjonsforstyrrelse og mer psykiske symptomer registrert med spørreskjemaet SCL 90-R [Uzzell et al 1986]. I en svensk undersøkelse som ble foretatt i 1983 blant tannhelsepersonell fra 82 tannklinikker i Norrbotten, fant en ingen økt forekomst av symptomer i forhold til aktuelt urinkvikksølv da det ble spurt om tap av appetitt, skjelving, søvnløshet og angst [Nilsson et al 1990].

To andre tidlige undersøkelser av kognitiv funksjon hos tannhelsepersonell ble publisert i 1992 fra h.h.v. Havana og Singapore og [Ibarra et al 1992, Ngim et al 1992].

I den cubanske undersøkelsen så man på 102 tannhelsearbeidere (33 tannleger, 10 teknikere og 59 assistenter) fra 12 tannklinikker og sammenlignet dem med like mange antatt ueksponerte helsearbeidere. Målinger gjort hos tannhelsepersonellet viste gjennomsnittlige nivåer for kvikksølv i arbeidsatmosfæren på $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, og gjennomsnittlige urinverdier på 107 nmol/l. Ved hjelp av spørreskjema og enkelte nevropsykologiske tester fant man hos tannhelsepersonellet nedsatt evne til gjenkjennelse av former, nedsatt oppmerksomhet og økt forekomst av nevrologiske og nevrovegetative symptomer samt irritabilitet og astenisymptomer [Ibarra et al 1992].

I undersøkelsen fra Singapore fant man ved eksponering for gjennomsnittlig $14\mu\text{g}/\text{m}^3$ kvikksølv i arbeidsatmosfæren og urinverdier på 49 nmol/l, hos 98 tannleger nedsatte nivåer for stemning (mood) og utfall ved flere nevropsykologiske tester [Ngim et al 1992].

En senere pilotundersøkelse av et begrenset antall tannleger fra Skottland som ble sammenlignet med allmennpraktiserende leger viste noe nedsatt hukommelse ved en databasert nevropsykologisk undersøkelse [Ritchie et al 1995]. I en lignende undersøkelse fra USA ble 19 tannleger med relativt lave nivåer av kvikksølv i urin (>95 nmol/l med gjennomsnittlig 180 nmol/l) sammenlignet med 20 tannleger der man ikke hadde kunnet påvise kvikksølv i urin [Echeverria et al 1995]. Basert på spørreskjema viste studien signifikante sammenhenger mellom forskjellige indikatorer for kvikksølveksponering og stemning ("mood"), spenning ("tension"), utmattelse ("fatigue") og forvirring ("confusion"). Eksponering for kvikksølv (uttrykt som aktuell

urinverdi) var også relatert til subjektivt nedsatt konsentrasjonsevne, men ikke subjektiv hukommelse. ”Digit span” og enkel reaksjonstid var de eneste nevropsykologiske funksjonsmål som ga resultater man kunne relatere til mengde kvikksølv i urin.

Senere publikasjoner fra de to gruppene i henholdsvis Skottland og USA har bidratt til å kaste mer lys over spørsmålet om mulige kognitive effekter av relativt lavgradig eksponering for kvikksølv hos tannhelsepersonell.

I Skottland utvidet man gruppene til 180 tannleger og 180 ueksponerte kontroller fra universitetsmiljø og fant at tannlegene hadde fire ganger høyere nivå av kvikksølv i urin enn kontrollene, selv om det bare var en som overskred den anbefalte grensen på 20 nmol/mmol kreatinin kvikksølv i urin. Gjennomsnittsverdien for tannlegene var 2,58 nmol/mmol kreatinin. Ved slike lave nivåer fant en likevel en statistisk signifikant høyere forekomst av nyresykdommer blant tannlegene og mer hukommelsesproblemer. Ved en databasert nevropsykologisk undersøkelse fant en også statistisk signifikant mer tegn til kognitive funksjonsforstyrrelser blant tannlegene, men verken symptomene eller de kognitive forstyrrelsene hadde sammenheng med de aktuelle verdiene for kvikksølv i urin [Ritchie et al 2002, Ritchie et al 2004].

Også i USA har man utvidet de første undersøkelsene og kunnet påvise både psykomotoriske og nevropsykologiske utfall hos tannleger relatert til lave aktuelle nivåer av kvikksølv i urin [Echeverria et al 1998, Echeverria et al 2005, Bittner et al 1998]. I dette materialet har de samme forfatterne også vist at genetiske faktorer kan påvirke individuell følsomhet for å få kognitive funksjonsforstyrrelse ved lave nivåer av eksponering for kvikksølv. [Echeverria et al 2005, Echeverria et al 2006, Woods et al 2005, Heyer et al 2004].

I en svensk undersøkelse av 22 tannleger og 22 tannhelsesekretærer var median konsentrasjon av kvikksølv i arbeidsatmosfæren h.h.v. 1,8 og 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, men med direktevisende instrument ble det målt høyere nivåer ved håndtering av amalgam. Gjennomsnittlig nivå av kvikksølv i urin var 3 nmol/mmol kreatinin. Ved hjelp av tre forskjellige spørreskjemaer fant en mer symptomer i tannhelsegruppen enn i en tilsvarende kontrollgruppe [Langworth et al 1997].

I en tyrkisk studie undersøkte man kvikksølvnivå i blod og urin og kognitiv funksjon blant trettitre tannleger, seks assistenter (”dental nurses”) og fire tannteknikere [Aydin et al 2003]. Et tilsvarende antall andre helsearbeidere som ikke var eksponert for kvikksølv tjente som kontroller. Tannhelsepersonellet hadde relativt lave gjennomsnittlige nivåer av kvikksølv i blod (2,18 nmol/l) og urin (1,17 nmol/mmol kreatinin). Likevel var det mer symptomer (SLC-90-R) blant tannhelsepersonellet og nedsatt verbal hukommelse ved nevropsykologisk undersøkelse (Wechsler memory scale) i forhold til kontrollpersonene.

Tabell 1.3.a. gir en summarisk oversikt over data og funn ved de ti undersøkelsene vi har funnet av kognitiv og/eller nevrologisk funksjon og/eller symptomer hos tannhelsepersonell. Som det framgår av tabellen er det i flere av undersøkelsene ved antatt relativt lave nivåer av eksponering for kvikksølv gjort forskjellige funn som tyder på en økt forekomst av nevrologiske og/eller kognitive funksjonsforstyrrelser blant tannhelsepersonell.

Tabell 1.3.a. Summarisk oversikt over data og funn fra ti undersøkelser av kognitiv og/eller neurologisk funksjon og/eller symptomer hos tannhelsepersonell.

Forfattere Land / publ.år	Type tannhelsepersonell	Nivåer av kvikksølv	Funn
Shapiro et al USA / 1982	Tannleger	ukjent	Forstyrret nervefunksjon og enkelte nevropsykologiske utfall .
Uzzell et al USA / 1986	Hjelpepersonell ("auxillary")	ukjent	Mer symptomer og nevropsykologiske utfall blant de med antatt høyt kvikksølvnivå.
Nilsson et al Sverige / 1990	Tannleger og assistenter ("nurses")	1,4-2,9 nmol/mmol kreat i urin	Ikke økt forekomst av symptomer (tap av appetitt, skjelving, søvnløshet og angst)
Ngim et al Singapore / 1992	Tannleger	9,6 (0,6-59,8) µg/l i urin	En rekke utfall ved nevropsykologiske tester.
Ibarra et al Cuba / 1992	Kvinnelige tannleger, assistenter og teknikere	20 (2-149) µg/m ³ i luft, 21,4 µg/l i urin	Nedsatt evne til gjenkjennelse av former, nedsatt oppmerksomhet og økt forekomst av neurologiske og nevrovegetative symptomer samt irritabilitet og astenisymptomer
Ritchie et al Skottland / 1995 og senere	Tannleger	2,58 (0,02-20,9) nmol/mmol kreat i urin	Mer symptomer og nevropsykologiske utfall, men ikke sammenheng med aktuelt urin-Hg
Echeverria et al USA / 1995 og senere	Tannleger	36,4 µg/l i urin	Mer symptomer, mer nevropsykologiske utfall relatert til urin-Hg og genetisk bestemt mottakelighet
Langworth et al Sverige / 1997	Tannleger og assistenter ("dental nurses")	3 nmol/mmol kreat. i urin	Økt forekomst av symptomer.
Ayidin et al Tyrkia / 2003	Tannleger, assistenter og teknikere	1,2 nmol/mmol kreat. i urin	Nedsatt verbal hukommelse og mer symptomer på SCL-90-R
Moen et al Norge / upubl.	Tannhelse- sekretærer	ukjent	Mer kognitive symptomer ved bruk av Euroquest

1.4. Forplantningsskader som følge av eksponering for kvikksølv

Mens de fosterskadelige virkningene av organiske kvikksølvforbindelser er velkjente, vet man relativt lite om skadelige virkninger av eksponering for damp fra metallisk kvikksølv (Hg⁰) i forhold til forplantning. Litteraturen på området er sparsom og resultatene til dels dårlig dokumentert og motstridende [Kjuus 2005, Health council of the Netherlands, 2000].

I en litteraturgjennomgang om mulige forplantningsskader som følge av eksponering for metallisk kvikksølv fra 1999 ble det konkludert med at det den gang ikke var sterke

holdepunkter for negative utfall, men at det heller ikke var mulig å angi noen sikre nivåer for eksponering. Det ble uansett pekt på behovet for god yrkeshygiene som nødvendige forebyggende tiltak [Schuurs et al 1999]. I deres vurdering fra 2005 konkluderte forskerne ved STAMI med at det fra dyreforsøk var holdepunkter for at fosterskader kan oppstå ved eksponering for høye doser av kvikksølv damp, mens de vurderte at den epidemiologiske litteraturen ikke ga noen klare holdepunkter for økt risiko for aborter eller misdannelser hos kvikksølv eksponert tannhelsepersonell [Kjuus 2005].

En arbeidsgruppe fra Nederland konkluderte i 2000 med at det manglet data for å kunne si noe sikkert om forplantningsskader ved eksponering for metallisk kvikksølv. De anbefalte å klassifisere metallisk kvikksølv (Hg^0) som deres kategori 2; ”bør behandles som om det forårsaker utviklingsmessig toksisitet hos mennesker” [Health council of the Netherlands, 2000].

1.5. Bakgrunn for den aktuelle undersøkelsen

I snart 200 år har det vært diskusjon om bruken av amalgam som tannfyllingsmateriale. Med jevne mellomrom er det stilt spørsmål om mulige helseeffekter både hos pasienter og hos personalet som har håndtert materialet. Dette har også gått litt i bølger etter som man har funnet nye måter å undersøke mulige effekter. I senere tid har en endret fokus fra akutte forgiftninger til effekter av mer lavgradig og langvarig eksponering slik man antar at den stort sett har vært hos tannhelsepersonell. Det er også god grunn til å anta at eksponeringen hos tannhelsepersonell har vært varierende, noe som sammen med andre forhold kan ha gjort det vanskelig å identifisere mulige tilfeller av kronisk forgiftning hos enkeltpersoner. En må her også ta med i betraktningen at de enkelte symptomene som kan oppstå etter langvarig og lavgradig eksponering for kvikksølv er allmenne og nokså vanlige i befolkningen.

Det har imidlertid fra tannhelsesekretærer og andre vært reist bekymringer om at flere av dem som har arbeidet innen disse yrkesgruppene med tiden har fått til dels litt diffuse og uforklarlige helseplager og funksjonssvikt som ligner på det som etter hvert er beskrevet som kronisk forgiftning av kvikksølv. I løpet av 2005 ble slike bekymringer belyst i to programmer i serien Brennpunkt på NRK. Der ble det vist at eksponeringen for kvikksølv damp kunne være høy ved enkelte kortvarige håndteringer av amalgam, spesielt ved oppvarming av kopperamalgam. Det ble også gjengitt resultater fra en pilotundersøkelse fra Seksjon for arbeidsmedisin ved Institutt for samfunnsmedisinske fag ved Universitetet i Bergen som viste økt forekomst av kognitive symptomer hos 40 tannhelsesekretærer sammenlignet med hjelpepleiere. STAMI leverte i juli 2005 en fyllestgjørende utredning til AID om ”Kvikksølv eksponering blant tannhelsepersonell” [www.stami.no]. I etterkant av dette bevilget Arbeids- og inkluderingsdepartementet en million kroner til videre undersøkelser av mulige seneffekter hos tannhelsepersonell som følge av tidligere eksponering for amalgam (se vedl. 3).

1.6. Målsetting

Hovedmålsettingen med den aktuelle undersøkelsen har vært å finne ut om det hos tannhelsepersonell er risiko for senskader som følge av tidligere yrkesmessig eksponering for kvikksølv.

Delmålsettinger har vært å:

- Undersøke om tannhelsepersonell har økt forekomst av kognitive funksjonsproblemer og om dette i tilfelle kan ha sammenheng med yrkesmessig eksponering for kvikksølv.
- Undersøke om det er holdepunkter for reproduksjonsforstyrrelser hos tannhelsepersonell og om dette i tilfelle kan knyttes til yrkesmessig eksponering for kvikksølv.
- Undersøke om tannhelsepersonell har økt forekomst av enkelte andre helseplager.

2. Personer og metode

2.1. Undersøkelsergrupper

Undersøkelsen ble foretatt våren 2006 blant personer som har arbeidet innen tannhelsetjenesten i Midt-Norge. Gjennom fylkestannlegene og private tannleger fikk vi lister over tidligere og nåværende ansatte. På denne måten identifiserte vi 2247 tannhelsepersonell, født mellom 1913 og 1985, som var kandidater for å delta i undersøkelsen. Som kontrollgruppe valgte vi gjennom folkeregisteret 1500 personer med tilnærmet samme geografiske, aldersmessige og kjønnsmessige fordeling som kandidatene til undersøkelsesgruppen. Tabell 2.1.a viser sammensetningen av de to gruppene etter kjønn og etter det vi fikk av opplysninger om yrke for tannhelsepersonellet. For kontrollpersonene ble det i etterkant stilt som betingelse at de skulle ha arbeidet minst 5 år utenfor hjemmet etter 1960.

Etter at adresse og vital status var sjekket, fikk alle tilsendt et orienteringsskriv (vedl.4)

Tabell 2.1.a. Antall som fikk spørreskjema tilsendt og deltagelse etter yrkesgruppering i de opprinnelige listene.

Deltagelse	Tann- helse- sekretær	Tann- lege	Tann- pleier	Klinikk- hjelp	Vikar/ renh.	Ukjent Tann- helse	Kontr.	Totalt
Fikk skjema	831	878	103	147	27	261	1500	3747
Deltok: Antall	471	429	47	77	6	162	662	1854
(%)	56,7	48,9	45,6	52,4	22,2	62,1	44,1	49,5
Uten samtykke	13	21	3	0	0	5	8	49
Ønsket ikke	21	15	3	7	5	11	70	124
Retur	16	34	4	2	1	2	18	77
Død	0	3	0	0	0	1	2	6
Deltok just. (%)	62,7	57,2	55,3	58,5	44,4	36,8	69,3	56,3

med en anmodning om å delta i undersøkelsen ved å svare på spørreskjema A og B (vedl.5) for tannhelsepersonell og spørreskjema A for kontrollgruppen.

Tannhelsepersonellet fikk også orientering om at noen av dem senere kunne bli innkalt til videre nevropsykologiske og arbeidsmedisinske undersøkelser. Alle ble bedt om å gi sitt skriftlige samtykke til deltagelse i undersøkelsen, og tannhelsepersonellet ble dessuten bedt om skriftlig samtykke til at vi kunne be Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) om å få bruke resultater fra tidligere målinger av kvikksølv i urin der det var foretatt (vedl.4).

For alle som ikke svarte eller som unnlot å sende med samtykke, ble det etter ca 4 uker sendt en purring med fornyet anmodning om å delta (ev bare sende inn samtykke)(vedl.6). Etter ytterligere ca tre måneder ble listene lukket.

Av tannhelsepersonellet var det 1192 (57,4 %) personer som besvarte spørreskjemaene og sendte inn samtykke til å delta. Tabell 2.1.a viser deltagelse og bortfall for de yrkesgruppene som var oppgitt i de opprinnelige listene. Som det framgår, var det noe lavere deltagelse blant kontrollene enn blant tannhelsepersonellet. Deltagelse var klart lavest i den yngste aldersgruppa, og for yrkene var det tannpleierne som hadde den laveste deltagelsen (ikke vist). Blant kvinnelige tannhelsesekretærer mellom 50 og 70 år var deltagelsen 66,8 %, mens den for mannlige tannleger under 30 år var 25 %.

2.2. Spørreskjema

2.2.1. Spørreskjema A

Spørreskjema A (vedl.5) ble sendt til alle. Det hadde en generell del med spørsmål om bakgrunnsopplysninger, livsstil og egne tannfyllinger, samt en del spørsmål om symptomer og helse samt forhold knyttet til forplantning.

2.2.1.1. Kognitive symptomer

For å måle symptomer på kognitiv skade brukte vi en norsk oversettelse av et europeisk spørreskjema (Euroquest) som er utviklet for å avdekke symptomer i forbindelse med nevrotoksiske eksponeringer, bl.a. for organiske løsningsmidler [Chouaniere et al 1997]. Skjemaet er brukt og evaluert i flere sammenhenger [Rouch et al 2003, Karlson et al 2000, Carter et al 2002]. Vi brukte de delene av skjemaet som omhandler:

- nevrologiske symptomer (spørsmål 14-24 i skjema A)
- psykosomatiske symptomer (25-39)
- stemning (40-50)
- hukommelse (51-53, 57 og 59-60)
- konsentrasjonsevne (54-56 og 58)
- abnorm tretthet (fatigue) (61-67)
- søvnforstyrrelser (68-72)

For hvert spørsmål var svaralternativene:

- sjelden eller aldri,
- i blant,
- ofte,
- svært ofte,

Svaralternativene fikk ved analyse verdier fra 1 til 4.

For hvert symptomområde ble det så regnet ut en skår som er gjennomsnittet av de avgitte svarene. For å få en gyldig skår var det nødvendig å ha svart på minst 2/3 av spørsmålene som inngikk i hvert av symptomområdene.

2.2.1.2. Andre sykdommer/symptomer

Siden enkelte sykdommer kan virke inn på kognitive symptomer, spurte vi i skjemaet om respondentene hadde sukkersyke eller ble behandlet for høyt blodtrykk (spørsmål nr 73 og 75). Videre var det noen få spørsmål om forekomst av nyresykdom, migrene, muskel-skjelettplager og symptomer fra luftveiene (spørsmål nr 74 og 76-79).

2.2.1.3. Forplantning

Spørreskjemaet inneholdt også noen spørsmål (nr. 80-89) om egen reproduksjon og om hvordan det hadde gått med eventuelle barn. For noen av spørsmålene (83-85) ble mannlige deltagere bedt om å svare for sine koner/samboere. Materialet ble undersøkt ved å sammenligne effekter i de ulike tannhelseyrkene med kontrollgruppen. Gjennomsnittsverdier ble sammenlignet for antall barn, tid det tok for å bli gravid, fødselsvekt for egne barn og antall års skolegang for egne barn. De andre variablene var om man hadde prøvd å bli gravid over lenger tid uten å lykkes, hatt spontanabort før tolvte svangerskapsuke, spontanabort etter tolvte svangerskapsuke eller dødfødsel, barn født med misdannelser eller medfødt sykdom, barn med psykisk utviklingshemming. Det ble også spurt om ev barn hadde hatt behov for hjelp fra skolepsykolog eller PP-tjeneste. For en del forhold ble respondentene bedt om å angi for hvilket av ev flere barn forholdet var aktuelt. Spørsmålene ble ellers stort sett besvart med ja eller nei. For ordlyden på de enkelte spørsmålene se vedl.5.

For spørsmålene om medfødte misdannelser eller medfødt sykdom og psykisk utviklingshemning ble deltagerne bedt om å angi hvilken form for misdannelse, eller sykdom det dreide seg om. Angivelser om misdannelser og sykdom ble etter en gjennomgang av svarene kategorisert etter klassifiseringen av misdannelser i følge ICD-10 (Versjon 10 av internasjonale diagnose koder). Fra dette tok vi med det vi med tilstrekkelig grad av sikkerhet kunne si var misdannelser, og korrigererte data i forhold til det.

2.2.2. Spørreskjema B

Spørreskjema B (vedl.5) ble kun sendt til tannhelsepersonellet. Dette tok for seg arbeidsforhold for hver enkelt og forholdene i tannklinikker de hadde arbeidet ved. I skjemaet ble det spurt om yrkestittel, hvilke tannklinikker vedkomne hadde arbeidet ved, og tidsperioder.

2.2.2.1. Beregning av eksponering.

Fra spørreskjemaet ble det laget en skår for hver aktuelle metode. Skåren ble laget ut fra antall pasienter pr uke med denne metoden, antall år med metoden og en justeringsfaktor som anga vår antagelse om relativ eksponeringsgrad for metoden. I tillegg ble det laget en skår ut fra hvor lenge det hadde vært tannklinikk i lokalene, hva slags gulvbelegg som var eller hadde vært i lokalet og om det hadde vært noe alvorlig søl av kvikksølv i lokalet. Alle skårene ble så kombinert i en *totalskår* for relativ eksponering for kvikksølv damp.

De enkelte skårene ble beregnet etter følgende:

1. **Kopperskår**

Bruk av koppermalgam er en metode som innbefatter oppvarming av kvikksølv i en liten panne. Denne metoden ble brukt for fyllinger i melketenner og er ansett for å gi høy eksponering for kvikksølv damp.

= antall pasienter pr uke x antall år med bruk av koppermalgam x 10

2. **Morterskår**

Blanding av amalgam i morter. Dette gir noe eksponering for kvikksølv damp ved romtemperatur, men gir også risiko for en del søl.

= antall pasienter pr uke x antall år med denne metoden x 4

3. **Egnkapslerskår**

Blanding av amalgam i en kapsel. Her fylles kvikksølv og metallpulver i kapselen før den settes i en ristmaskin. Denne metoden er antatt å kunne forårsake en del spill av kvikksølv og derved eksponering ved romtemperatur.

= pasienter pr uke x antall år med denne metoden x 3

4. **Dentomatskår**

Blanding av amalgam i Dentomat eller lignende apparat. Denne metoden har flere forskjellige eksponeringsmuligheter. Apparatet ble fylt med kvikksølv og metallpulver ("alloy") i hvert sitt lille kammer. Kvikksølv og "alloy" ble så for hver pasient dosert og blandet til ferdig amalgam. Det var mulig å innstille på bløt eller tørr amalgam. Andre variable var hvor ofte Dentomaten ble fylt (i), hvor ofte det var søl ved fylling (ii) og om det var den aktuelle personen som oftest sto for fyllingen av apparatet (iii). Justeringsfaktoren varierer fra 2 til 4 avhengig av ovenstående variabler.

= pasienter pr uke x antall år med denne metoden x (2, 3 eller 4)

5. **Ferdigkapselskår**

I de senere årene er det i norske tannklinikker kun brukt ferdiglagede kapsler. Her antas at eksponeringen er lavere, men noe vil kunne avgis også herfra

= pasienter pr uke x antall år med denne metoden

Skårene 1-5 ble justert med en faktor på 0,5 for de årene hvor det ble brukt punktavsug.

Skåren for selve klinikken og bakgrunnsnivåer av kvikksølv var:

Klinikkskår = antall år med tannklinikk i lokalet x (1-10)

Her øker justeringsfaktoren hvis det har vært dårlige rutiner for håndtering av kvikksølvrester og/eller det var gulvbelegg av trepanel eller tepper. Hvis det hadde vært store uhell eller søl av kvikksølv og det samtidig hadde vært trepanel eller teppegulv var justeringsfaktoren 10.

Ligningen for totalskår ble da:

$$\text{Totalskår} = (\text{Dentomatskår} + \text{Egnekapslerskår} + \text{Morterskår} + \text{Ferdigkapselskår}) \times 0.1 + \text{Kopperskår} + \text{Klinikkskår}$$

I denne modellen får kopperskår en faktor på 100 i forhold til de andre metodene. Dette er gjort fordi denne metoden som medførte oppvarming av kvikksølv antas å ha gitt den absolutt høyeste eksponeringen.

Alle metodene for bearbeiding av amalgam medførte mulighet for håndtering i hånden for å holde massen myk og gjøre den lett å legge i tennene. Håndtering av kvikksølv i hånden medfører oppvarming til 37°C, og kan dermed også gi noe ekstra fordampning.

Det ble laget tre variabler for amalgambehandling i hånden.

- En for om respondentene ofte hadde bearbeidet amalgam i hånden.
- En for om respondentene ofte hadde bearbeidet amalgam i bar hånd (uten hanske, kofferdam eller latex).
- En for antall år med hyppig bearbeiding av amalgam i hånden.

2.2.3. Behandling av spørreskjemaene

Begge spørreskjemaene ble testet før ferdigstillelse og gjennomgått med en gruppe tannhelsepersonell fra en klinikk i Trondheim. Hensikten med det var at respondentene skulle kunne kjenne seg best mulig igjen i de endelige spørsmålene, spesielt hva gjelder arbeidsforhold og eksponering. Før endelig ferdigstillelse ble skjemaene også sendt til samarbeidende interessenter for råd og innspill.

Alle data i spørreskjemaene er anonyme og kan kun knyttes til identifiserbare individopplysninger gjennom et unikt løpenummer. Alle spørreskjemaene ble lest optisk ved bruk av dataprogrammet Teleform, og registrerte data ble i etterkant sjekket for feil og logiske brister.

2.3. Bruk av tidligere undersøkelser av kvikksølv i urin

Ved utsendelse av spørreskjemaene ble det lagt ved en egen forespørsel om tillatelse til å innhente resultater fra ev tidligere innsamlete urinprøver analysert hos STAMI. De underskrevne samtykkeerklæringene med navn, fødselsnummer og løpenummer ble sendt til STAMI som undersøkte om de hadde data for urinkvikksølvverdier for de aktuelle personene i sine registre. Aktuelle resultater ble punchet i respondentfila vår ut fra løpenummer.

Fra respondentene fikk vi urindata fra 22 % av tannhelsesekretærene, 29 % av tannlegene og 10 % av de andre tannhelsearbeiderne. De fleste hadde en prøve, men det var opp til 10 prøver fra samme person. Disse urinverdiene ble senere slått sammen til to variabler, en for gjennomsnitt av urinverdiene (*urinsnitt*) for hver person og en for den høyeste verdien som var registrert (*urinmax*) for hver person.

2.4. Databearbeiding og analyse

Alle data ble registrert og bearbeidet i statistikkprogrammet SPSS versjon 14. For å studere sammenhengen mellom eksponeringskår og kognitiv symptomskår internt blant tannhelsepersonell brukte vi to tilnærminger. Multivariabel lineær regresjonsteknikker (general linear modellering) ble brukt til å studere kognitiv symptomskår som kontinuerlig variabel kontrollert for mulige konfunderende faktorer (alder, kjønn og utdanning). Multivariabel logistisk regresjon ble benyttet for å studere symptomskår som en todelt variabel (over og under en symptomskår på 2) kontrollert for de samme variablene. Eksponeringskår ble delt i 4 like store kategorier (kvartiler) og kalt; lav, middels lav, middels høy og høy eksponering. For å teste om symptomskåren økte gradvis med økende eksponering testet vi for trend ved inkludere eksponeringskår som en kontinuerlig variabel i analysene. For å teste forskjeller i gjennomsnittlig symptomskår mellom de enkelte gruppene av tannhelsepersonell og kontrollgruppa brukte vi students t-test for uavhengige grupper. For å kontrollere for eventuelle påvirkninger fra konfunderende faktorer brukte vi lineær regresjons teknikker og logistisk regresjon som nevnt over.

2.5. Etikk og konsesjoner

Undersøkelsen er vurdert og godkjent av Regional forskningsetisk komité for Midt-Norge og ble i brev 21.3.2006 (14407/55) gitt tilråding fra Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS som representerer Personvernombudet i forhold til denne typen forskning.

3. Resultater

3.1. Deltagelse

Det var 1193 tannhelsepersonell og 662 kontroller som ble med i undersøkelsen. Av disse ble 32 kontroller ekskludert fordi de etter 1960 ikke hadde vært i arbeid mer enn 5 år. Ut fra de første listene og svar i spørreskjemaene hadde vi opprinnelig en inndeling av undersøkelsesgruppa i *tannhelsesekretærer, tannleger, tannteknikere, tannpleiere og andre*, men siden de tre siste gruppene viste seg å være små, ble de i de videre analysene slått sammen til en gruppe som er kalt *andre tannhelse*.

Tabell 3.1.a viser bakgrunnsopplysninger for gruppene gitt i spørreskjema A. Det er visse forskjeller mellom noen av gruppene hva gjelder kjønn, alder, utdanning, røykevaner og alkoholforbruk. Alderssammensetningen i gruppene framgår av figur 3.1.I. der median og 25 og 75 persentiler også er tegnet inn.

Deltagelsen i arbeidslivet for de fire gruppene er rimelig like (Tabell 3.1.b), bortsett fra at tannhelsesekretærene og kontrollene har litt lavere andel som fortsatt er i arbeid, og at en noe større andel av tannhelsesekretærene er sykmeldt/uføretrygdet. Kontrollgruppen arbeidet i et vidt spekter av yrker/bransjer med 20 % innen helse, 13 % innen undervisning og 14 % innen varehandel, hotell og restaurant.

Tabell 3.1.a. Bakgrunnsopplysninger for gruppene basert på opplysninger gitt i spørreskjema A. Angivelse i prosent av de som har svart når ikke annet er oppgitt.

Variabler		Tannhelse- sekretærer	Tannleger	Andre tannhelse	Kontroller
Antall deltagere		658	452	83	630
Alder, Gjennomsnitt (SD)		53,3 (11,1)	54,3 (13,8)	49,3 (12,6)	53,0 (12,6)
Kjønn	Kvinne	99,5	41,2	97,6	72,4
	Mann	0,5	59,8	2,4	27,6
Sivilstatus	Gift/samboer	81,0	81,4	77,1	79,1
	Enslig	19,0	18,6	22,9	20,9
Utdanning	Grunnskole	22,3	0	9,6	22,0
	Videreg./ yrkess.	65,3	0	32,5	42,3
	Høyskole/ univ.	12,4	100,0	57,8	35,6
Røykevaner	Ja, daglig	17,5	5,6	18,1	21,2
	Ja, av og til	9,1	4,7	3,6	6,4
	Ex røyker	32,9	27,6	36,1	30,1
	Aldri røyker	40,6	62,1	42,2	42,3
Alkohol det siste året	Ja, ukentlig	24,3	48,3	39,8	25,2
	Ja, mer sjelden	63,1	43,9	49,4	59,2
	Nei	12,7	7,8	10,8	15,6
	Mer alkohol tidl.	7,2	10,8	15,2	15,2
Amalgam i egne tenner	Ja	91,1	83,9	88,0	88,1
	Antall flater	8,21	8,60	7,72	9,16
	Gj.snitt (SD)	(4,3)	(5,1)	(4,7)	(4,9)
	Større utskiftinger	21,1	12,7	22,9	23,9
Sykdommer	Diabetes mellitus	2,3	1,3	2,4	4,6
	Hypertensjon	15,7	13,1	12,0	17,6

Tabell 3.1.b. Bakgrunnsopplysninger om deltakelse i arbeidslivet for respondentene.

Variabel	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Andre tannhelse	Kontroller	
Antall år arbeid utenfor hjemmet	27,0	27,4	22,2	25,6	
gjsn. (SD)	(9,9)	(12,7)	(10,7)	(11,3)	
Gjennomsnittlig stillingsandel (SD)	83,8 (15,2)	96,1 (11,0)	86,6 (16,1)	87,6 (17,3)	
Fortsatt i arbeid	74,2%	81,9%	83,1%	71,3%	
Hvorfor sluttet (% av de som hadde sluttet)	Alderspensjon/ AFP	17,5%	61,4%	21,4%	33,8%
	Sykmeldt/ uføretrygdet	57,9%	31,3%	50,0%	49,0%
	Ble arbeidsledig	2,2%	1,2%	,0%	4,5%
	Annen årsak	22,4%	6,0%	28,6%	12,6%

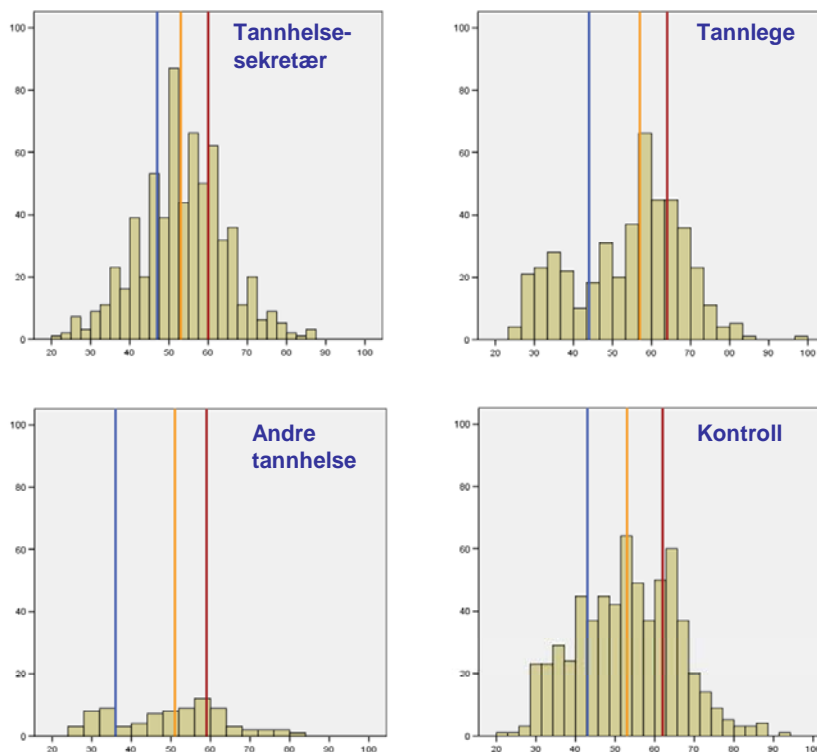


Fig 3.1.I. Aldersfordeling i gruppene med inntegnet median og 25 og 75 persentiler.

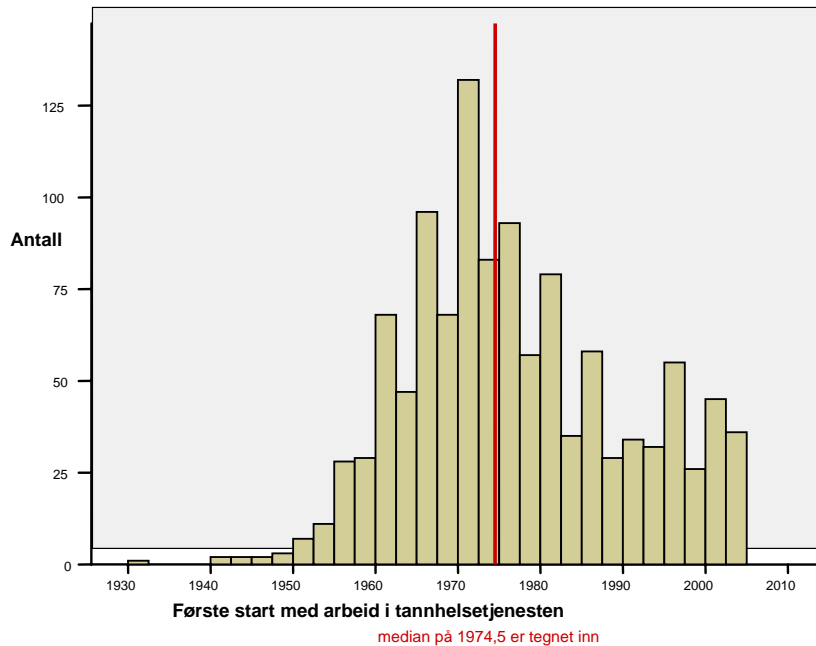
3.2. Eksponering for kvikksølv

Det tidligste årstallet for ansettelse i en tannklinikk var 1930. Figur 3.2.I viser fordeling av årstall for førstegangs ansettelse i en tannklinikk (median 1974). Første oppgitte årstall for bruk av kopperamalgam var også 1930. Figur 3.2.II viser for hvilke perioder deltagerne oppga mest bruk av kopperamalgam. Figur 3.2.III viser siste år med bruk av kopperamalgam. Medianen var 1980, og 90 % av deltagerne hadde sluttet helt med slik bruk før 1990.

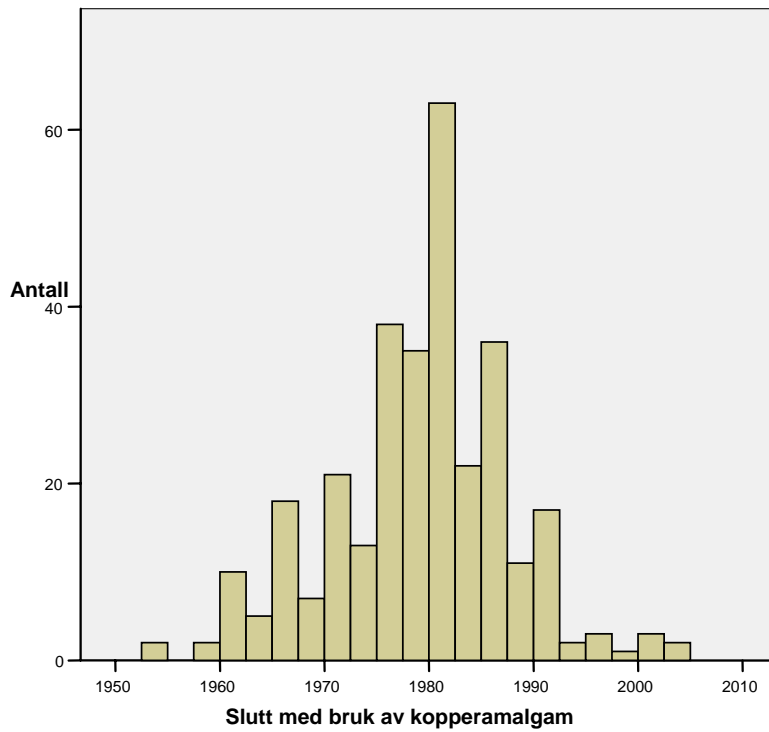
I alt 28,1 % svarte at det hadde vært oppussing av klinikklokalene. Det var henholdsvis 1,3 og 2,5 % som anga at det har vært tre- eller teppegulv i klinikkene.

Tabell 3.2.a viser oppgitt antall pasienter pr uke med forskjellige prosedyrer for de forskjellige yrkesgruppene av tannhelsepersonell. Her ser man at tannhelsesekretærene rapporterte dobbelt så mange pasienter per uke med bruk av kopperamalgam som tannlegene. Når det gjelder behandlinger med vanlig amalgam, var antall pasienter pr uke ganske likt. Annet tannhelsepersonell plasserer seg stort sett mellom tannhelsesekretærer og tannleger når det gjelder antall prosedyrer utført.

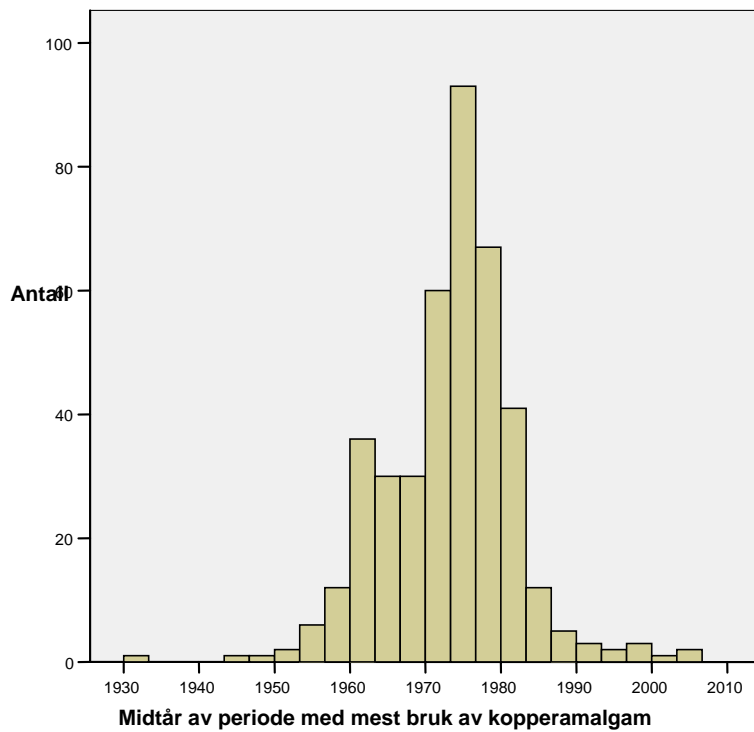
Tabell 3.2.b gir oversikt over hva tannhelsegruppene har svart om forskjellige faktorer som antas å ha betydning for eksponering. Tabell 3.2.c. angir total eksponeringssskår og



Figur 3.2.I. Start med arbeid i tannhelsetjenesten for 1193 tannhelsepersonell som deltok i undersøkelsen



Figur 3.2.III Sluttår for bruk av kopperamalgam for de av tannhelsepersonellet som hadde oppgitt slik bruk.



Figur 3.2.II Midtår for mest bruk av kopperamalgam for de av tannhelsepersonellet som hadde oppgitt slik bruk.

urinverdier for gruppene. Tannhelsesekretærene har nesten dobbelt så høyt gjennomsnittlig totaleksponeringskår som tannleger, henholdsvis 718 og 417.

Ved bruk av ikke-parametriske tester (Spearman's rho) fant vi svake positive korrelasjoner mellom urinverdiene og totalskår (urinmaks-totalskår, koeffisient 0,19 med p-verdi=0,003 og Urinsnitt-totalskår, korrelasjonskoeffisient 0,14 med p-verdi=0,03).

Tabell 3.2.a. Oversikt over hvor mange pasienter pr uke respondentene i de forskjellige yrkesgrupper har angitt å ha hatt i forskjellige tidsrom. Aritmetisk gjennomsnitt, n=antall svar på dette spørsmålet fra hver yrkesgruppe, (SD)

Variabel	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Andre
Omtrent hvor mange pasienter pr. uke var du med på å behandle med kopperamalgam mens det var på det meste?	16,7 (19,2) n=201	7,7 (9,3) n=108	7,1 (7,3) n=10
Hvor mange pasienter pr. uke var du med på å behandle med vanlig amalgam fram til 1970?	49,0 (46,5) n=144	48,8 (74,1) n=154	32,7 (26,7) n=18
Hvor mange pasienter pr. uke var du med på å behandle med vanlig amalgam i 1970-80?	47,6 (23,4) n=273	49,3 (55,4) n=251	36,6 (26,5) n=19
Hvor mange pasienter pr. uke var du med på å behandle med vanlig amalgam i 1980-90?	41,2 (25,7) n=325	43,9 (40,3) n=288	24,6 (27,4) n=16
Hvor mange pasienter pr. uke var du med på å behandle med vanlig amalgam etter 1990?	29,0 (22,9) n=356	26,4 (46,3) n=342	13,0 (23,0) n=15

Tabell 3.2.b. Rapportering av faktorer knyttet til eksponering hos tannlegepersonell. Alle verdier er angitt i prosent positive svar innen hver yrkesgruppe

Variabel	Tannhelse- sekretær %	Tannlege %	Andre %
Det var eget spiserom i klinikken	81,2	83,7	66,0
Har brukt kopperamalgam	41,6	30,7	22,2
Har brukt morter	42,6	34,1	47,4
Har laget egne kapsler	13,8	9,6	15,7
Har brukt Dentomat ofte	82,1	54,2	38,9
Bløt amalgam	54,9	22,6	22,1
Fylt oftere enn 1 g/uke	12,9	8,8	34,8
Fylte selv Dentomat ofte	79,4	9,0	61,3
Søl hver gang det ble fylt	32,8	7,0	28,3
Behandlet ofte amalgam i hånden	67,4	9,1	50,0
Har hatt daglig kontakt(>1t) med kloroform i en periode	54,9	17,1	12,1
Har hatt daglig kontakt(>1t) med glutaraldehyd i en periode	52,9	15,7	16,9
Glutaraldehydbehandling i behandlingsrom	59,4	51,4	56,0
Har hatt daglig kontakt(>1t) med sprit i en periode	82,5	37,5	60,0
Har hatt daglig kontakt(>1t) med fotokjemikalier i en periode	67,5	13,4	51,7
Har hatt daglig kontakt(>1t) med metylmetakrylat i en periode	19,6	14,4	6,9
Det har vært spesielt stort kvikksølv i lokalet	7,7	3,6	3,7
Kvikksølvrester tømt i vasken	12,8	7,0	4,3
Kvikksølvrester behandlet tilfeldig, mye søl	12,8	7,0	4,3

Tabell 3.2.c. Median, maksverdi og antall svar (n) for beregnede eksponeringsskår for de tre gruppene av tannhelsepersonell, samt for alle urinverdier for hver gruppe og for hver gruppes høyeste urinverdier for hver person.

	Tannhelsesekretær			Tannlege			Andre		
	Median	Maks	n	Median	Maks	n	Median	Maks	n
Totalscore	216	31780	633	137	7168	446	30	3548	77
Urinsnitt (nmol/liter)	49	298	143	42	258	130	49	122	8
Urinmax # (nmol/liter)	59	1065	143	51	305	130	56	122	8

3.3. Kognitive symptomer

Analysene av kognitive symptomer (Euroquest) ble begrenset til personer under 70 år og til de som hadde svart på minst 2/3 av spørsmålene som inngikk i en symptomskår. Tabell 3.3.a. viser antall gyldige skårer for de enkelte symptomgruppene for de 1661 deltagerne som var under 70 år. Som det framgår er andelen med gyldige svar for hver spørsmålsgruppe omkring 99 %. På grunn av små tall er det for de kognitive symptomene ikke angitt resultater for mannlige tannhelsesekretærer eller gruppen av andre.

Tabell 3.3.b. angir gjennomsnittstall for symptomskårene i gruppene. Som det framgår ligger gjennomsnittlig skår stort sett mellom 1 og 2 i alle gruppene hvilket vil si en forekomst av symptomer mellom *sjelden/aldri* og *i blant*. Tannhelsesekretærer har gjennomgående statistisk signifikant høyere skår av symptomer enn kontroller, mens tannleger har statistisk signifikant lavere skår for alle symptomgruppene, bortsett fra for hukommelse blant kvinnelige tannleger. For gruppen *andre tannhelse* var det ingen signifikante forskjeller i skår i forhold til kontrollene.

Forskjellene mellom tannhelsesekretærer, tannleger og kontroller forble tilnærmet uendret etter justering for alder, kjønn og utdanning i lineære regresjonsanalyser. For tannhelsesekretærene ble det også foretatt en analyse begrenset til aldersgruppen mellom 40 og 70 år uten at det ga vesentlige endringer i gjennomsnittlig symptomskår.

Med utgangspunkt i at gjennomsnittet for de nokså allmenne symptomene som det spørres etter i Euroquest var lavt, og kanskje på et nivå der folk ikke er særlig plaget, studerte vi også andel personer i gruppene med symptomskår over 2. Tabellene 3.3.c og d viser andel personer i gruppene med symptomskårer over henholdsvis 2 og 3. Prevalensen av slike symptomskårer er fortsatt høyere blant tannhelsesekretærene enn i de andre gruppene og lavere blant tannlegene. Det bemerkes også at prevalensen av symptomskår over 3 er relativt lav for de fleste gruppene.

Innad i tannhelsegruppa ble det gjort analyser for å se om symptomskårene varierte med grad av eksponering. En analyse korrigert for alder og utdanning i de enkelte gruppene av tannhelsepersonell ble gjort for å predikere gjennomsnitt for symptomskårer for 4 undergrupper (kvartiler) av "total eksponeringsskår" og for å se om symptomskårene stiger med økende eksponeringsskår. Resultatene som er presentert i tabell 3.3.e viser i

Tabell 3.3.a. Antall blant de totalt 1661 deltagerne under 70 år og antall som har gyldige svart på de ulike spørsmålsgruppene i Euroquest delt inn etter kjønn. For å ha gyldig svar måtte 2/3 av spørsmålene i hver symptomgruppe være besvart. Prosent gyldige svar er angitt i parentes.

Variabler		Tannhelse- sekretærer	Tannleger	Andre tannhelse	Kontroller
Antall deltakere <70 år	Kvinner	608	172	75	432
	Menn	3	222	2	147
	Alle	611	394	77	529
Stemning	Kvinner	605	171	75	427
	Menn	3	221	2	145
	Alle	608	392	77	572
Hukommelse	Kvinner	605	172	75	430
	Menn	3	221	2	147
	Alle	608	393	77	577
Konsentrasjons- evne	Kvinner	603	171	75	429
	Menn	3	221	2	146
	Alle	606	392	77	575
Søvnproblemer	Kvinner	604	171	75	429
	Menn	3	220	2	146
	Alle	607	391	77	575
Nevrologiske symptomer	Kvinner	608	171	74	428
	Menn	3	220	2	147
	Alle	611	391	76	575
Psykosomatiske symptomer	Kvinner	604	170	74	427
	Menn	3	220	2	145
	Alle	607	390	76	572
Fatigue	Kvinner	601	170	75	428
	Menn	3	220	2	146
	Alle	604	390	77	574

hovedtrekk at symptomskårene øker med økende eksponeringskår i alle grupper av tannhelsepersonell. Tilsvarende analyser ble utført for ja/nei av variablene ”håndtering av amalgam i hånden” og om ”det har vært et større uhell med søl av kvikksølv i lokalet” (Tabellene 3.3.f.og g.). Disse analysene viste stort sett høyere symptomskår for ja enn for nei, både for tannleger og tannhelsesekretærer. Tabell 3.3.h og tabell 3.3.i viser henholdsvis gjennomsnittsskår på symptomene for det å ha arbeidet med kopperamalgam, ja eller nei og gjennomsnittsskår for antall pasienter pr uke med kopperamalgambehandling. Den siste variabelen ble delt i fire like grupper etter økende antall pasienter pr uke.

Ved bruk av logistisk regresjonsanalyser fant vi ingen sammenheng mellom antall år med bruk av fotokjemikalier, metylmetakrylat, sprit eller glutaraldehyd og symptomskårene ved logistisk regresjon korrigert for alder. Antall år det er arbeidet med kloroform var statistisk signifikant prediktor for nevrologisk symptomskår for tannhelsesekretærer ($p=0,003$).

Tabell 3.3.b. Gjennomsnittstall for symptomskår fra Euroquest for tannhelsepersonell og kontroller under 70 år. Angitt som aritmetisk gjennomsnitt med SD i parentes.

Symptomvariabler		Tannhelse- sekretærer	Tannleger	Andre tannhelse	Kontroller
Stemning	Kvinner	1,71 (0,56)*	1,47 (0,49)**	1,62 (0,57)	1,63 (0,55)
	Menn	-	1,34 (0,37)**	-	1,49 (0,45)
	Alle	1,71 (0,56)**	1,40 (0,43)**	1,61 (0,57)	1,59 (0,53)
Hukommelse	Kvinner	1,99 (0,72)**	1,69 (0,58)	1,82 (0,69)	1,79 (0,63)
	Menn	-	1,59 (0,48)**	-	1,80 (0,63)
	Alle	2,00 (0,72)**	1,63 (0,53)**	1,80 (0,69)	1,79 (0,63)
Konsentrasjons- evne	Kvinner	1,76 (0,63)**	1,44 (0,51)*	1,56 (0,52)	1,59 (0,52)
	Menn	-	1,37 (0,45)**	-	1,51 (0,50)
	Alle	1,76 (0,73)**	1,40 (0,48)**	1,55 (0,52)	1,57 (0,51)
Søvnproblemer	Kvinner	1,81 (0,63)**	1,47 (0,47)**	1,57 (0,61)	1,66 (0,60)
	Menn	-	1,49 (0,41)**	-	1,63 (0,42)
	Alle	1,81 (0,63)**	1,48 (0,44)**	1,57 (0,60)	1,65 (0,56)
Nevrologiske symptomer	Kvinner	1,49 (0,49)**	1,19 (0,28)**	1,37 (0,48)	1,35 (0,41)
	Menn	-	1,16 (0,28)**	-	1,32 (0,41)
	Alle	1,49 (0,49)**	1,17 (0,28)**	1,36 (0,43)	1,34 (0,41)
Psykosomatiske symptomer	Kvinner	1,58 (0,45)**	1,36 (0,38)**	1,50 (0,41)	1,50 (0,41)
	Menn	-	1,23 (0,25)**	-	1,36 (0,32)
	Alle	1,58 (0,45)**	1,29 (0,32)**	1,49 (0,41)	1,47 (0,39)
Fatigue	Kvinner	2,06 (0,74)**	1,74 (0,61)*	1,80 (0,61)	1,87 (0,70)
	Menn	-	1,51 (0,53)**	-	1,67 (0,53)
	Alle	2,06 (0,74)**	1,61 (0,58)**	1,79 (0,61)	1,82 (0,66)

*p-verd<0,05, **p-verdi<0,001

Tabell 3.3.c. Andel i prosent med symptomskår over 2 hos tannhelsepersonell og kontroller under 70 år.

		Tannhelse- sekretærer	Tannleger	Andre tannhelse	Kontroller
Stemning	Kvinner	27,2*	9,2**	18,5	22,5
	Menn	-	5,7**	-	16,6
	Alle	27,2*	7,1**	18,1	21,0
Hukommelse	Kvinner	45,1**	24,1**	36,6	35,1
	Menn	-	20,8**	-	39,5
	Alle	45,0**	22,2**	33,7	36,2
Konsentrasjons- evne	Kvinner	38,6**	14,1**	28,4	25,6
	Menn	-	12,9*	-	21,9
	Alle	38,6**	13,4**	27,7	24,7
Søvnproblemer	Kvinner	40,1**	13,6**	28,4	17,0
	Menn	-	15,9*	-	26,0
	Alle	40,0**	15,0**	27,7	26,8
Nevrologiske symptomer	Kvinner	19,6**	3,3	12,5	6,7
	Menn	-	1,9**	-	8,3
	Alle	19,2**	2,5**	12,2	7,1
Psykosomatiske symptomer	Kvinner	18,6**	4,3**	14,8	12,3
	Menn	-	1,5	-	3,4
	Alle	18,7**	2,7**	14,5	10,0
Fatigue	Kvinner	48,8**	27,1*	39,5	36,2
	Menn	-	17,0*	-	21,4
	Alle	48,7**	21,5**	38,6	34,0

* p-verdi < 0,05, ** p-verdi < 0,01

Tabell 3.3.d. Andel i prosent med symptomskår over 3 (ofte) hos tannhelsepersonell og kontroller under 70 år.

Symptomvariabler		Tannhelse- sekretærer	Tannleger	Andre tannhelse	Kontroller
Stemning	Kvinner	3,7	2,2	6,2	3,3
	Menn	-	0	-	0,7
	Alle	3,7	0,9*	6,0	2,6
Hukommelse	Kvinner	12,5**	5,4	9,9*	4,4
	Menn	-	2,3*	-	7,5
	Alle	12,6**	3,5	9,6	5,2
Konsentrasjons- evne	Kvinner	7,0**	2,2	4,9	2,6
	Menn	-	1,5	-	0,7
	Alle	6,9**	1,8	4,8	2,1
Søvnproblemer	Kvinner	7,2**	2,2	3,7	4,4
	Menn	-	0,4	-	0
	Alle	7,2**	1,1*	3,6	3,3
Nevrologiske symptomer	Kvinner	1,7	0,5	1,3	0,9
	Menn	-	0	-	0
	Alle	1,7	0,2	1,2	0,7
Psykosomatiske symptomer	Kvinner	0,6	1,1	1,2	0,5
	Menn	-	0	-	0,7
	Alle	0,6	0,4	1,2	0,5
Fatigue	Kvinner	13,5**	5,5	4,9	9,6
	Menn	-	2,3	-	2,7
	Alle	13,6**	3,6**	4,8	7,8

* p-verdi < 0,05, ** p-verdi < 0,01

Tabell 3.3.e. Generell lineær modellering, analyse med de forskjellige symptomskår som utfallsvariabel og kvartiler for stigende eksponeringsskår som forklaringsvariabel. Resultatene er justert for alder og utdanning.

Symptom	Eksponering	Tannhelsesekretærer n=583		Tannleger n=386		Andre n=72	
		Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI
Stemning	Lav	1,52	1,36-1,68	1,35	1,25-1,44	1,54	1,34-1,74
	Lav middels	1,65	1,50-1,80	1,42	1,33-1,50	1,60	1,29-1,90
	Høy middels	1,75	1,60-1,90	1,40	1,31-1,50	1,75	1,46-2,03
	Høy	1,81	1,66-1,96	1,45	1,34-1,56	1,68	1,22-2,15
	P for trend		0,022		0,311		0,339
Hukommelse	Lav	1,75	1,55-1,96	1,56	1,45-1,67	1,60	1,35-1,85
	Lav middels	1,91	1,72-2,11	1,64	1,54-1,74	1,98	1,59-2,36
	Høy middels	2,14	1,95-2,33	1,65	1,53-1,76	2,08	1,72-2,44
	Høy	2,20	2,01-2,39	1,73	1,60-1,86	1,93	1,34-2,52
	P for trend		0,014		0,148		0,579
Konsentrasjons- evne	Lav	1,52	1,40-1,64	1,34	1,24-1,44	1,49	1,30-1,69
	Lav middels	1,69	1,59-1,79	1,38	1,29-1,48	1,55	1,25-1,86
	Høy middels	1,84	1,75-1,94	1,42	1,32-1,53	1,63	1,34-1,91
	Høy	1,92	1,82-2,02	1,48	1,36-1,60	1,71	1,25-2,18
	P for trend		0,006		0,187		0,476
Søvnproblemer	Lav	1,68	1,50-1,85	1,43	1,34-1,52	1,44	1,24-1,63
	Lav middels	1,84	1,68-2,01	1,47	1,39-1,55	1,47	1,17-1,76
	Høy middels	1,93	1,77-2,09	1,46	1,37-1,56	1,90	1,63-2,18
	Høy	2,05	1,89-2,21	1,62	1,51-1,73	1,59	1,14-2,04
	P for trend		0,005		0,159		0,424
Neurologiske Symptomer	Lav	1,37	1,23-1,50	1,11	1,05-1,17	1,24	1,09-1,40
	Lav middels	1,42	1,29-1,55	1,15	1,10-1,21	1,39	1,15-1,63
	Høy middels	1,63	1,50-1,76	1,20	1,14-1,26	1,62	1,40-1,85
	Høy	1,62	1,50-1,75	1,27	1,20-1,34	1,26	0,89-1,63
	P for trend		0,008		0,017		0,452
Psykosomatiske symptomer	Lav	1,43	1,30-1,55	1,25	1,18-1,32	1,39	1,24-1,54
	Lav middels	1,57	1,45-1,69	1,26	1,20-1,32	1,46	1,23-1,69
	Høy middels	1,72	1,60-1,84	1,29	1,22-1,36	1,76	1,55-1,97
	Høy	1,75	1,63-1,86	1,39	1,31-1,47	1,45	1,10-1,80
	P for trend		0,007		0,008		0,365
Fatigue	Lav	1,80	1,58-2,01	1,62	1,50-1,75	1,67	1,43-1,91
	Lav middels	1,98	1,78-2,18	1,54	1,42-1,65	1,88	1,52-2,25
	Høy middels	2,15	1,95-2,34	1,58	1,45-1,70	2,04	1,70-2,39
	Høy	2,31	2,11-2,51	1,70	1,55-1,85	1,86	1,30-2,43
	P for trend		0,001		0,055		0,298

Tabell 3.3.f. Generell lineær modellering, analyse med de forskjellige symptomer som utfallsvariabel og ”håndtert amalgam i hånden” som forklaringsvariabel.

Symptom	Håndtert amalgam i hånden	Tannhelsesekretærer n=565		Tannleger n=362		Andre n=52	
		Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI
Stemning	Nei	1,59	1,51-1,67	1,38	1,34-1,43	1,57	1,34-1,80
	ja	1,78	1,72-1,84	1,61	1,46-1,76	1,60	1,37-1,83
Hukommelse	Nei	1,90	1,79-2,01	1,62	1,56-1,68	1,69	1,40-1,97
	ja	2,06	1,99-2,13	1,87	1,69-2,06	1,90	1,61-2,19
Konsentrasjons- evne	Nei	1,64	1,55-1,74	1,38	1,33-1,43	1,50	1,27-1,72
	ja	1,85	1,76-1,89	1,70	1,54-1,87	1,50	1,27-1,72
Søvnproblemer	Nei	1,70	1,61-1,80	1,47	1,43-1,52	1,58	1,33-1,83
	ja	1,89	1,83-1,95	1,74	1,60-1,89	1,68	1,43-1,93
Nevrologiske symptomer	Nei	1,39	1,32-1,46	1,16	1,13-1,19	1,30	1,11-1,49
	ja	1,56	1,52-1,61	1,37	1,27-1,46	1,44	1,25-1,63
Psykosomatiske symptomer	Nei	1,47	1,40-1,53	1,27	1,23-1,30	1,49	1,30-1,67
	ja	1,65	1,61-1,70	1,53	1,42-1,64	1,49	1,31-1,67
Fatigue	Nei	1,91	1,80-2,02	1,57	1,51-1,63	1,69	1,40-1,97
	ja	2,15	2,08-2,23	2,00	1,80-2,20	1,88	1,60-2,17

Tabell 3.3.g. Generell lineær modellering, analyse med de forskjellige symptomer som utfallsvariabel og ”at det har vært spesielle uhell med søl i lokalet” som forklaringsvariabel.

Symptom	Mye søl av kvikksølv i lokalet	Tannhelsesekretærer n=565		Tannleger n=364		Andre n=54	
		Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI
Stemning	Nei	1,68	1,64-1,73	1,39	1,34-1,43	1,53	1,40-1,66
	ja	2,00	1,83-2,16	1,56	1,33-1,80	2,10	1,42-2,78
Hukommelse	Nei	1,95	1,89-2,01	1,63	1,58-1,69	1,73	1,55-1,91
	ja	2,58	2,37-2,79	1,77	1,48-2,06	2,54	1,62-3,46
Konsentrasjons- evne	Nei	1,71	1,66-1,77	1,39	1,34-1,44	1,47	1,33-1,60
	ja	2,28	2,10-2,46	1,71	1,45-1,97	1,75	1,05-2,46
Søvnproblemer	Nei	1,79	1,74-1,84	1,49	1,44-1,53	1,55	1,41-1,70
	ja	2,24	2,06-2,41	1,60	1,37-1,83	2,62	1,85-3,38
Nevrologiske symptomer	Nei	1,47	1,43-1,51	1,17	1,14-1,20	1,34	1,23-1,45
	ja	1,81	1,67-1,95	1,33	1,18-1,49	2,41	1,83-2,99
Psykosomatiske symptomer	Nei	1,56	1,52-1,60	1,28	1,24-1,31	1,44	1,34-1,53
	ja	1,92	1,79-2,05	1,51	1,34-1,69	2,07	1,57-2,58
Fatigue	Nei	2,01	1,95-2,08	1,59	1,53-1,65	1,74	1,57-1,90
	ja	2,67	2,45-2,88	1,84	1,53-2,15	1,88	1,01-2,74

Tabell 3.3.h. Generell lineær modellering, analyse med de forskjellige symptomer som utfallsvariabel og ”har arbeidet med kopperamalgam” som forklaringsvariabel.

Symptom	Har arbeidet med kopperamalgam	Tannhelsesekretærer n=565		Tannleger n=364		Andre n=54	
		Symptom skår	95% KI	Symptom Skår	95% KI	Symptom skår	95% KI
Stemning	Nei	1,65	1,59-1,71	1,40	1,35-1,46	1,61	1,44-1,78
	ja	1,79	1,72-1,87	1,39	1,30-1,46	1,47	1,12-1,81
Hukommelse	Nei	1,89	1,81-1,97	1,64	1,58-1,71	1,78	1,58-1,99
	ja	2,14	2,05-2,24	1,62	1,52-1,72	1,59	1,18-2,00
Konsentrasjons- evne	Nei	1,67	1,60-1,74	1,41	1,35-1,47	1,56	1,40-1,72
	ja	1,88	1,79-1,96	1,39	1,29-1,48	1,40	1,08-1,72
Søvnproblemer	Nei	1,74	1,67-1,81	1,51	1,45-1,56	1,56	1,39-1,73
	ja	1,95	1,87-2,03	1,47	1,38-1,55	1,48	1,14-1,82
Nevrologiske symptomer	Nei	1,44	1,39-1,49	1,16	1,12-1,19	1,35	1,22-1,48
	ja	1,58	1,51-1,64	1,20	1,15-1,26	1,23	0,97-1,48
Psykosomatiske symptomer	Nei	1,54	1,49-1,59	1,27	1,23-1,32	1,51	1,38-1,64
	ja	1,66	1,59-1,72	1,32	1,26-1,39	1,31	1,05-1,57
Fatigue	Nei	1,97	1,89-2,05	1,62	1,55-1,69	1,86	0,66-2,07
	ja	2,19	2,09-2,29	1,57	1,46-1,69	1,56	1,16-1,96

Tabell 3.3.i. Generell lineær modellering, analyse med de forskjellige symptomskår som utfallsvariabel og kvartiler for stigende ”antall pasienter pr uke med kopperamalgam” som forklaringsvariabel. Resultatene er justert for alder og utdanning.

Symptom	Eksposering	Tannhelsesekretærer n=583		Tannleger n=386	
		Symptom skår	95% KI	Symptom skår	95% KI
Stemning	Lav	1,66	1,48-1,83	1,38	1,27-1,51
	Lav middels	1,67	1,53-1,81	1,36	1,24-1,48
	Høy middels	1,92	1,76-2,08	1,44	1,24-1,63
	Høy	1,87	1,69-2,04	1,47	1,12-1,82
Hukommelse	Lav	1,95	1,69-2,21	1,60	1,44-1,76
	Lav middels	2,22	2,01-2,42	1,73	1,57-1,89
	Høy middels	2,26	2,02-2,50	1,60	1,35-1,85
	Høy	2,22	1,97-2,47	2,07	1,61-2,52
Konsentrasjons- evne	Lav	1,75	1,52-1,97	1,28	1,14-1,43
	Lav middels	1,91	1,73-2,09	1,47	1,32-1,61
	Høy middels	1,98	1,78-2,19	1,40	1,17-1,64
	Høy	1,98	1,77-2,21	1,70	1,29-2,10
Søvnproblemer	Lav	1,97	1,75-2,19	1,45	1,32-1,58
	Lav middels	1,98	1,69-2,04	1,56	1,43-1,69
	Høy middels	2,14	1,93-2,39	1,48	1,28-1,69
	Høy	2,15	1,93-2,37	1,76	1,40-2,13
Nevrologiske symptomer	Lav	1,59	1,41-1,77	1,14	1,04-1,24
	Lav middels	1,56	1,42-1,71	1,29	1,19-1,39
	Høy middels	1,71	1,55-1,88	1,25	1,09-1,41
	Høy	1,74	1,56-1,92	1,34	1,06-1,63
Psykosomatiske symptomer	Lav	1,53	1,39-1,68	1,29	1,19-1,38
	Lav middels	1,61	1,50-1,73	1,34	1,24-1,44
	Høy middels	1,72	1,58-1,86	1,31	1,16-1,47
	Høy	1,84	1,70-1,99	1,49	1,21-1,78
Fatigue	Lav	2,00	1,75-2,25	1,43	1,26-1,60
	Lav middels	2,09	1,89-2,30	1,61	1,44-1,78
	Høy middels	2,39	2,16-2,63	1,64	1,36-1,92
	Høy	2,36	2,11-2,61	1,99	1,50-2,49

3.4. Andre sykdommer, symptomer

Tabell 3.4.a. viser forekomsten av nyresykdom, migrene, muskel-skjelettplager og luftveissymptomer i gruppene. Tannlegene har mindre muskel-skjelettplager generelt, og er mindre hindret av dette enn kontrollene, men har mer langvarige muskel-skjelettplager når de først har slike. Tannlegene har også statistisk signifikant mindre symptomer fra luftveiene enn kontrollene.

Tabell 3.4.a. Forekomst angitt som prevalens i prosent og relativ risiko av andre sykdommer og symptomer hos tannhelsepersonellet i forhold til kontrollene. Angitt Odds Ratio (OR) er ved logistisk regresjonsanalyse justert for alder og kjønn og for lungesyntomer også for røykevaner.

Sykdommer / symptomer		Tannhelse- sekretær	Tannlege	Andre tannhelse	Kontroller
Nyresykdom	Prevalens	6,2	5,3	1,2	5,5
	OR	1,27	0,92	0,63	1
Migrene	Prevalens	12,3	9,0	10,8	11,0
	OR	0,86	1,05	0,91	1
Muskel-skjelett	Prevalens	70,1	39,2	66,3	62,4
	OR	1,16	0,68**	1,03	1
Muskel-skjelett > 3 mndr.	Prevalens	34,0	59,1	38,7	40,6
	OR	0,87	1,38**	0,98	1
Muskel-skjelett hindret	Prevalens	41,6	15,8	32,3	34,5
	OR	1,21	0,64**	0,95	1
Hoste morgen	Prevalens	7,7	2,0	7,2	6,6
	OR	1,23	0,56**	1,1	1
Kronisk bronkitt	Prevalens	8,2	3,6	9,6	6,7
	OR	1,28	0,67*	1,2	1

3.5. Forplantningsforhold

Tabell 3.5.a gir en oversikt over bakgrunnsforhold når det gjelder forplantning for 922 kvinnelige tannhelsearbeidere sammenlignet med 456 kvinnelige kontrollpersoner. Forskjellene mellom tannhelsearbeiderne og kontrollgruppen var små, og de går litt i begge retninger. Både antall barn og fødselsvekt for barn var lavere for tannhelsearbeiderne enn for kontrollene. Tannlegene hadde færrest barn og barna deres var blant de med lavest fødselsvekt. Når det gjelder antall år man hadde forsøkt å bli gravid, lå kontrollene noe lavere enn alle gruppene av tannhelsepersonell. Kun blant ”annet tannhelsepersonell” tok det statistisk signifikant lenger tid å bli gravid med 5,75 år mot kontrollgruppas 3,41 år. Vi så også på hvor mange fra hver gruppe som hadde forsøkt å bli gravid i mer enn ett år uten å lykkes, men fant ingen vesentlige forskjeller mellom gruppene i så måte. Det var heller ingen vesentlige forskjeller mellom gruppene for forekomst av spontanaborter verken før eller etter tolvte svangerskapsuke eller dødfødsler (tabell 3.5.b).

Når det gjelder spørsmålet om fødte barn med misdannelser eller medfødt sykdom var det 15,6 % av tannhelsesekretærene og 8,8 % av kontrollene som oppga dette. Etter en gjennomgang av diagnoser ble det gjort en inndeling av sikre og mindre sikre tilfeller. Tabell 3.5.c viser andel barn med misdannelser pr. 100 fødte barn for tannhelsearbeiderne og kontrollene.

For de variablene som gjaldt barns behov for skolepsykolog eller PP-tjeneste og skolegang (tabell 3.5.d.) var det ingen påtagelige forskjeller bortsett fra at barn av tannlegene hadde hatt mindre behov for skolepsykolog og PP-tjeneste og barna av tannhelsesekretærene hadde noe lengre utdanning.

Tabell 3.5.a. Mors alder ved første graviditet, antall barn, fødselsvekt og ev problemer med å bli gravid blant 922. kvinnelige tannhelsearbeidere og 456 kontroller

	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Annen tannhelse	Kontroll
Mors alder ved første graviditet, antall år (gj.snitt)	23,9 (5,27) n=606	28,3 (3,45) n=152	26,1 (4,23) n=71	24,0 (5,04) n=414
Ant. barn (gj.snitt)	2,09 (0,93) n=646	1,85 (1,13) n=185	1,95 (0,98) n=80	2,29 (1,18) n=454
Fødselsvekt i gram (gj.snitt)	3493 (539,27) n=584	3475 (593,19) n=148	3475 (587,86) n=69	3530 (600,27) n=400
Har forsøkt å bli gravid over lengre tid uten å lykkes	18,1 (109) (p=0,678) n=603	16,6 (29) (p=1,000) n=175	16,9 (13) (p=1,000) n=77	17,0 (72) n=424
Ant. år forsøkt å bli gravid (gj.snitt)	4,15 (4,17) n=138	3,75 (3,93) n=36	5,75 (5,79)* n=16	3,41 (3,90) n=96
Har prøvd å bli gravid i mer enn ett år	16,9 (102) (p=0,491) n=604	15,4 (27) (p=0,901) n=175	16,9 (13) (p=0,731) n=77	15,1 (64) n=424

*p-verdi < 0,05

Tabell 3.5.b. Forekomst av spontanaborter eller dødfødsler blant kvinnelige tannhelsearbeidere og kontroller angitt i prosent av de som hadde svart.

	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Annen tannhelse	Kontroll
Har hatt spontanabort før 12.svangerskapsuke	23,7 (141) (p=0,940) n=596	20,0 (35) (p=0,390) n=175	22,4 (17) (p=1,000) n=76	23,4 (98) n=4419
Har hatt spontanabort etter 12. svangerskapsuke eller dødfødsel	6,1 (35) (p=0,369) n=572	4,7 (8) (p=0,275) n=169	7,8 (6) (p=1,000) n=77	7,6 (31) n=409

Tabell 3.5.c. Forekomst av misdannelser etter ICD-10 pr. 100 fødte barn av kvinnelige tannhelsearbeidere og kontroller. 95% konfidensintervall i parentes.

	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Annen tannhelse	Kontroll
	n= 655	n= 186	n= 91	n= 456
Antall misdannelser etter ICD-10 i gruppa	50	12	4	16
Antall barn i gruppa	1333	334	156	1015
Antall misdannelser etter ICD-10 per 100 fødte barn	3,75 (2,73-4,77)	3,59 (1,87-6,19)	2,56 (0,7-6,43)	1,58 (0,81-2,34)

Tabell 3.5.d. Hjelpebehov og antall års skolegang blant 1823 barn av kvinnelige tannhelsearbeidere og 1015 barn av kontrollene.

	Tannhelse- sekretær	Tannlege	Annen tannhelse	Kontroll
Hatt barn m behov for skolepsyk el PP-tj.	18,6 (112) (p=0,231) n=601	11,3** (19) (p=0,003) n=168	18,4 (14) (p=0,546) n=76	21,9 (91) n=416
Ant. skoleår per barn (gj.snitt)	12,72** (4,33) n=587	11,83 (6,62) n=136	11,20 (5,92) n=66	11,25 (4,87) n=394

4. Diskusjon

Den foreliggende undersøkelsen er så vidt vi vet en av de større som er foretatt av eksponeringsforhold, symptomer og andre helseforhold blant tannhelsepersonell. Undersøkelsen skiller seg fra flere av de andre undersøkelsene ved at vi har sett på flere grupper av tannhelsepersonell. Andre undersøkelser har i hovedsak tatt for seg helseplager og funn blant tannleger sett i forhold til deres aktuelle konsentrasjon av kvikksølv i urin, samt enkelte andre indikatorer for eksponering [Ritchie et al 2002, Echeverria et al 1998]. I vår undersøkelse er det også lagt mye arbeid i et omfattende spørreskjema til tannhelsepersonellet (skjema B) for å få opplysninger om hva den enkelte har arbeidet med til forskjellige tider som grunnlag for estimering av en gradering av eksponering.

Undersøkelsen er gjennomført i løpet av 2006 vesentlig ut fra en ramme og problemstilling definert av AID. Det valgte undersøkelsesdesignet har en del iboende metodologiske problemer som må tas med i vurderingen av resultatene. Dette forholdet gjør også at det er vide tolkningsmuligheter og understreker betydningen av at man må se på våre resultater i forhold til andre undersøkelser.

Resultatene viser mer rapportering av kognitive symptomer og plager (Euroquest) blant tannhelsesekretærene enn i de andre gruppene, spesielt tannlegene. Bortsett fra den lave forekomsten av kognitive problemer blant tannlegene, samsvarer disse funnene med resultater fra flere andre undersøkelser av tannhelsepersonell [Aydin et al 2003, Echeverria et al 1995, Ibarra et al 1992, Langworth et al 1997, Uzzell et al 1986]. Resultatene viser også at tannhelsepersonellet rapporterte mer misdannelser hos avkom enn kontrollgruppa. Dette funnet har ikke like entydig støtte i eksisterende litteratur. Uansett er det flere forhold som må tas med i betraktningen for å forstå hva de foreliggende resultatene kan bety.

4.1. Generelle forhold

Som nevnt var det i 2005 i Norge og Danmark en del oppmerksomhet i media omkring mulige helseskader som følge av kvikksølveksponering hos tannhelsesekretærer. Det ble

spesielt fokusert på tannhelsesekretærer. Denne fokuseringen kan ha ført til en viss skjevhet i svarene ved at tannhelsesekretærene kan ha vært mer oppmerksomme på og derved rapportere symptomer enn de øvrige gruppene. Man kunne kanskje forventet at en eventuell slik skjevhet burde gjort seg gjeldende også for flere typer av sykdommer og symptomer, men det har vi ikke kunnet vise. Skårene fra spørsmål om kognitive symptomer (Euroquest) er jevnt over lave og på linje med det som er rapportert i en svensk undersøkelse [Karlsson et al 2000] og i pilotundersøkelsen fra Bergen som ble gjort før den omfattende medieoppmerksomheten [Bente E Moen, personlig meddelelse].

Det er problematisk å spørre etter opplysninger om både eksponering og helse i samme skjema [Kristensen 2005]. Dette kan føre til skjevheter begge veier ved at de med mest eksponering eller mest helseplager vil kunne rapportere mer av også det andre forholdet. Dette kan ha spilt inn i vår undersøkelse. For å forbygge denne type problemer har vi lagt stor vekt på forsøke å bruke konkrete og/eller objektive spørsmål om helse arbeidsforhold. Likevel kan vi ikke se bort fra at slike forhold har spilt inn når det gjelder den observerte sammenheng mellom eksponering og kognitive utfall.

Det er helt sentralt i en slik undersøkelse som vår at kontrollgruppen er egnet for en sammenligning med den eksponerte gruppen. Vi har prøvd å kontrollere for de variablene som vi kjenner til, men kan selvsagt ikke utelukke at forskjeller mellom tannhelsepersonalet og allmennbefolkningen som vi ikke kjenner og som kan ha betydning for de effekt-parametrene vi har studert. På grunn av forskjellig kjønns sammensetning i gruppene er analysene av kognitive symptomer gjort stratifisert for kjønn. Vi har forutsatt at kvinnelige tannhelsesekretærer og kvinner i kontrollgruppen er godt sammenlignbare.

Vår undersøkelse har en uønsket lav deltagelse og den er forskjellig i tannhelsegruppa og kontrollgruppa. Lav deltagelse i kontrollgruppen kan være et resultat av at personer med helseplager ikke ønsker eller har muligheten til å delta. Vi får derved en kontrollgruppe som kan være friskere enn forventet. I den undersøkte gruppen kan samme forhold gjøre seg gjeldende, men på den annen side vil de som mener seg syke ha en ekstra motivasjon til å delta. Vi kan derved få en situasjon hvor slike faktorer bidrar til å forsterke forskjellene mellom de to gruppene. Siden det ikke er mulig å måle slike faktorer, lar de seg heller ikke korrigere for.

Midt-Norge er i mange demografiske sammenhenger blitt fremhold som et mini-Norge. Landsdelen har en befolkningssammensetning i alder, kjønn, bosted og yrke som er typisk for landet som helhet. Legger vi til grunn en slik generell analyse er må vi så vurdere om tannlegevirksomhet i Midt-Norge har et tilsvarende samsvar med resten av landet. I vår kontakt med profesjonene i tannhelsetjenesten er det ingen indikatorer på at det i Midt-Norge har vært drevet tannlegerøkt som er prinsipielt forskjellig fra resten av landet. Vi vil derfor tro at resultatene fra vårt prosjekt gir et rimelig grunnlag for generalisering til resten av landet.

Midtåret for når våre deltagere begynte å arbeide i tannhelsetjenesten var 1975. Det var 20 % av deltagerne som hadde begynt etter 1989 da det var nærmest helt slutt på bruk av kopperamalgam, og bruken av vanlig amalgam også var på vei nedover. En relativt stor andel med mindre eksponering vil i noen grad kunne ha ”uttynnet” resultatene. En kan således si at det var på høy tid å få gjort undersøkelsen mens det ennå var tannhelsepersonell med tidligere eksponering tilgjengelig.

Som sagt er ett av de store metodologiske problemene med den delen av denne undersøkelsen som rapporteres her at vi har spurt om respondentenes subjektive oppfatning av både forklaringsvariabler og effektvariabler i samme spørreskjema. I del II av prosjektet, som ventes avsluttet sommeren 2007, gjøres en kortfattet arbeidsmedisinsk utredning og en ganske omfattende nevropsykologisk undersøkelse av et utvalg med antatt høy eksponering for kvikksølv sammenlignet med et utvalg med antatt lav eksponering (se vedl.2). Vi forventer at den delen av undersøkelsen skal kunne gi litt mer svar på andel og grad kognitive funksjonsproblemer, og at den også i noen grad kan brukes til å evaluere svarene fra spørreskjemaene.

4.2. Eksponering

Vår totale eksponeringsskår er en relativ størrelse som ikke sier noe om absolutt eksponering, men som forsøker å angi grad av estimert yrkesmessig eksponering for kvikksølv. I undersøkelsen finner vi, i samsvar med andre undersøkelser [Jokstad 1990], holdepunkter for at det er tannhelsesekretærene som gjennom tiden har hatt den største yrkesmessige eksponeringen for kvikksølv. Både det de svarer i spørreskjemaet og resultatene av deres tidligere urinprøver taler for det. Det må imidlertid tas forbehold om at vår undersøkelse omfatter svært få tannteknikere og vi har ikke vært i stand til å vurdere eksponering for dem.

Eksponeringen har nok vært størst på 1960- og 1970-tallet og har trolig avtatt gradvis på 80- og 90-tallet. Et annet særtrekk er at det er stor spredning både i vår estimerte beregningsskår og i de sporadiske urinverdiene som finnes. De fleste synes å være relativt lavt eksponert, mens det også finnes noen med høy eksponering. Eksponering har særlig foregått i forbindelse med håndtering (oppvarming) av kopperamalgam og i forbindelse med prosedyrer der søl og/eller oppvarming kunne forekomme samt når amalgam ble håndtert direkte i hånd. Ved vurdering av eksponeringen må man dessuten ta hensyn til bygningsmessige forhold i lokalene der arbeidet foregikk.

Vi laget en eksponeringsvariabel som ikke er basert på yrkeshygieniske målinger, men en skjønsmessig vurdering av forskjellige gjøremål og relevante fysiske forhold i tannklinikken. En svakhet med denne tilnærmingen er selvfølgelig at vi baserer våre beregninger på hva de forskjellige respondentene svarer med hensyn til antall behandlinger, tidsrom og hvor mye søl det har vært i lokalene. Man kan kanskje forvente at en person som føler seg syk også vil kunne ha en tendens til å framstille forholdene i klinikken som verre enn en som ikke er syk.

Fra dataene ser vi at tannhelsesekretærene angir at de har hatt dobbelt så mange pasienter per uke med kopperamalgam som tannlegene. De angir imidlertid like mange pasienter pr uke med vanlig amalgam som tannleger. Denne uoverensstemmelsen er vanskelig å forstå. I og med at det er flere tannhelsesekretærer som har svart, er det imidlertid mulig at det til undersøkelsen har vært en viss seleksjon av tannhelsesekretærer som har arbeidet mye med kopperamalgam. Andelen av tannhelsesekretærene som angir at de har brukt kopperamalgam var da også noe større enn andelen av tannleger som hadde brukt kopperamalgam (42% og 31%). Dette stemmer med en nylig publisert studie der det angis at 42 % av offentlige tannhelsesekretærer angir å ha jobbet med kopperamalgam [Gjerde & Moen 2007]. I denne undersøkelsen anga 30% av de i privat virksomhet å ha

jobbet med kobberamalgam og alle de spurte hadde jobbet gjennomsnitt 5,3 år med dette. I vår undersøkelse oppga tannhelsesekretærene gjennomsnittlig å ha arbeidet 8,3 år med kopperamalgam, tannlegene 6,8 år og de andre tannhelsepersonellet 5,0 år. Da vi så etter om ”antall pasienter pr uke med bruk av kopperamalgam” hadde betydning for symptomskårene, så vi at denne variabelen ikke hadde statistisk signifikant betydning for annet enn psykosomatiske symptomer for tannhelsesekretærene. Det er imidlertid også her en stigende symptomskår for stigende antall pasienter pr uke både for tannhelsesekretærer og tannleger. Denne observasjonen kan i noen grad svekke antagelsen om at personer med mange symptomer skal ha overdrevet i rapporteringen av eksponering.

De eksponeringsvariablene som hadde størst betydning for symptomer var enkle ja/nei variabler med spørsmål om de har behandlet amalgam i hånden eller ikke og om det har vært vesentlig søl av kvikksølv i lokalet. Om amalgam ofte ble behandlet i hånden er også utslagsgivende for tannlegene. Hvor vidt amalgam behandles i bar hånd eller i kofferdam eller lateks synes å spille mindre rolle (tabell ikke vist). Dette kan tyde på at det ikke er hudopptak som gir eksponering, men det at kvikksølv oppvarmes, og dette samsvarer med at kvikkølvopptak gjennom intakt hud er svært liten i forhold til inhalasjon.

Tannhelsepersonell har også vært eksponert for andre kjemiske stoffer som kloroform, metylmetakrylat, desinfeksjonsmidler som etanol, formaldehyd og glutaraldehyd. I noen grad har tannhelsepersonell også vært utsatt for fotokjemikalier til framkalling av film og lystgass. I denne undersøkelsen fant vi en sammenheng mellom rapportert bruk av kloroform og nevrologisk symptomskår, men ingen andre sammenhenger mellom de av de nevnte påvirkningene som ble undersøkt og kognitive funksjonsproblemer.

4.3. Effekter

Økt forekomst av kognitive symptomer hos tannhelsesekretærene synes å ha en sammenheng med eksponering for kvikksølv selv om også andre forklaringer kan være mulige. Hos enkelte kan de kognitive funksjonsforstyrrelsene ha et slikt omfang at det kan betegnes som en sykdomstilstand. Et slikt syndrom innebærer litt diffuse, og til dels alminnelig forekommende symptomer som av leger og andre kan ha blitt misoppfattet som andre tilstander.

Vi håper at resultatene av del II av prosjektet skal bidra til ytterligere avklaring av om tannhelsepersonell har kognitive senskader som følge av tidligere yrkesmessig eksponering for kvikksølv. Spørsmålet om ev kognitive senskader har lenge vært et erkjent problem i kvikksølv toksikologien – ved lav eksponering bidrar stoffet til økt hyppighet av alminnelig forekommende symptomer eller plager samtidig som vi ikke har noe klart og godt definert ”indikator-symptom” for slik eksponering.

For forekomsten av misdannelser skilte gruppene seg fra hverandre. Det er også her et problem at medfødte misdannelser var selvrapportert og at skjemaet for dette ikke var standardisert. Tilfellene er ikke verifisert via et sykehus, register, eller med en diagnose. Det betyr at det kan være tilfeller som respondentene tror er en misdannelse, men som ikke ville blitt klassifisert som det via medisinske termer. Derfor ble det fra oss lagt arbeid i å gå gjennom hva som var angitt i hvert enkelt tilfelle og klassifisere etter ICD-

10. Forekomsten av rapporterte misdannelser ble da mindre i alle gruppene, men forskjellen mellom dem besto.

Det kan stilles spørsmål om vår kontrollgruppe på noen måte har underrapportert deres forekomst av misdannelser. Da vi så på misdannelser etter ICD-10, var forekomsten hos avkom av kontrollene 1,6 %. Statistikk fra Medisinsk fødselsregister for 2004 angir andel misdannelser til 4,6 % hos gutter og 3,8 % hos jenter, altså betydelig høyere enn hva vår kontrollgruppe rapporterte. Med bakgrunn i at fødselsregisteret ikke er fullstendig med hensyn til data om misdannelser synes rapporteringen av misdannelser blant kontrollene å være kunstig lav.

Det ble i denne omgang ikke gjort forsøk på interne analyser for å knytte estimert eksponering for kvikksølv til forplantningsforhold hos deltagerne i undersøkelsen. Slike analyser kan fort bli nokså kompliserte, fordi det i forplantningssammenheng er så mange forskjellige forhold som man bør ta hensyn til. Vi vet derfor ikke om den observerte forskjellen skyldes kvikksølveksponering.

Det er ikke holdepunkter for noen betydelig økt forekomst av andre sykdommer og symptomer blant tannhelsepersonellet enn blant kontrollene. Det eneste som skilte seg ut i så måte var at tannleger hadde en mer langvarige muskel-skjelettplager når de først hadde slike, samtidig som plagene ikke var et hinder for det daglige arbeid. Det er lett å finne andre forklaringer på dette enn eksponering for kvikksølv. Tannlegene røkte mindre enn de andre gruppene og hadde naturlig nok også mindre symptomer fra luftveiene. Det ble i denne omgang heller ikke her gjort forsøk på interne analyser for å se om estimert eksponering for kvikksølv var knyttet til forekomsten av denne typen sykdommer og symptomer.

4.4. Konklusjoner

- Undersøkellesdesignet har metodologiske svakheter som gjør resultatene usikre og tolkningsmulighetene vide.
- Spørreskjemasvarene og urinverdiene for deltagerne taler for at tannhelsesekretærene var mer eksponert for kvikksølv enn tannlegene og de andre tannhelsearbeiderne som var med i undersøkelsen.
- Sammenlignet med kontrollgruppa rapporterte tannhelsesekretærene mer kognitive symptomer mens tannlegene rapporterte mindre.
- Både for tannleger og sekretærer var det en sammenheng mellom økende grad av estimert eksponering for kvikksølv og økende grad av kognitive symptomer.
- Både tannhelsesekretærene og tannlegene rapporterte i større grad å ha født barn med misdannelser enn i kontrollgruppa. Forekomsten i tannhelsegruppene var imidlertid ikke høyere enn tilsvarende tall fra Medisinsk fødselsregister. Resultatene er ennå usikre og må analyseres mer grundig før vi kan si mer om hva de betyr.
- Det var ikke holdepunkter for at tannhelsepersonalet har økt forekomst av nyresykdom, migrene, muskel-skjelettsykdommer eller luftveissymptomer. Tannlegene rapporterte litt mer langvarige muskel-skjelettplager når de først hadde slike, og de rapporterte mindre luftveissymptomer.

5. Konsekvenser og videre arbeid

Vår undersøkelse understøtter antagelsen om at kvikksølveksponering av tannhelsepersonell kan utløse kognitive funksjonsforstyrrelser hos enkelte. Sammen med øvrig litteratur gir resultatene etter vårt syn grunnlag for at tilstander med kognitive funksjonsforstyrrelser hos tidligere eksponert tannhelsepersonell, når tilstanden for øvrig fyller kriteriene, bør kunne godkjennes yrkessykdom etter Kap. 13 i Lov om folketrygd og etter Lov om yrkesskedeforsikring.

Vi arbeider nå, innenfor AIDs ramme, for å ferdigstille del II av prosjektet innen sommeren 2007. Videre vil vi i tiden som kommer gå dypere i analysen av materialet.

Videre forskning på feltet bør konsentrere seg om en best mulig karakterisering av eksponering koblet opp mot mer objektive effektmål.

Litteraturreferanser

- Aydin N, Karaoglanoglu S, Yigit A, Keles MS, Kirpinar I, Seven N. Neuropsychological effects of low mercury exposure in dental staff in Erzurum, Turkey. *Int Dent J* 2003; 53: 85-91
- Bittner AC, Echeverria D, Woods JS 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
- Buchwald H. Exposure of dental workers to mercury. *Am Ind Hyg Assoc J* 1972; 33: 492-502
- Carter N, Iregren A, Söderman E et al. EUROQUEST – A questionnaire for solvent related symptoms: Factor structure, item analysis and predictive validity. *Neurotoxicology* 2002; 23: 711-17
- Chouaniere D, Cassitto MG, Spurgeon A, Verdier A, Gilioli R. An international questionnaire to explore neurotoxic symptoms. *Environ Res* 1997; 73: 70-2
- Echeverria D, Aposhian HV, Woods JS et al. Neurobehavioral effects from exposure to dental amalgam Hg₀: New distinctions between recent exposure and Hg body burden. *FASEB J* 1998; 12: 971-80
- 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
- Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ et al. Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and association with cognitive and motor function. *Neurotoxicol Teratol* 2005; 27: 781-96
- Echeverria D, Woods JS, Heyer NJ, Rohlman D, Farin FM, Li T, Garabedian CE. The association between a genetic polymorphism of coproporphyrinogen oxidase, dental mercury exposure and neurobehavioral response in humans. *Neurotoxicol Teratol* 2006; 28: 39-48
- Ellingsen DG, Barregård L, Gaarder PI, Hultberg B, Kjuus H a). Assessment of renal dysfunction in workers previously exposed to mercury vapour at a chloralkali plant. *Br J Ind Med* 1993; 50:881-7
- Ellingsen DG, Bast-Pettersen R, Efskind J, Thomassen Y. Neuropsychological effects of low mercury vapor exposure in chloralkali workers. *Neurotoxicology* 2001; 22: 249-58
- Ellingsen DG, Mørland T, Andersen A, Kjuus H b). Relation between exposure related indices and neurological and neurophysiological effects in workers previously exposed to mercury vapor. *Br J Ind Med* 1993; 50: 736-44
- Frumkin H, Letz R, Williams PL et al. Health effects of long-term mercury exposure among chloralkali plant workers. *Am J Ind Med* 2001; 39: 1-18
- Gjerde NR, Moen B. Kjemisk arbeidsmiljø. *Nor Tannlegeforen Tid* 2007; 117: 84-8
- Gronka PA, Bobkoskie RL, Tomchick GJ, Bach F, Rakow AB. Mercury vapor exposures in dental offices. *J Am Dent Assoc* 1970; 81: 923-5
- Health Council of Netherlands: Committee for compounds toxic to reproduction. Mercury and its compounds; Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification. The Hague: Health Council of Netherlands, 2000; publication no.200/05OSH
- Heyer NJ, Echeverria D, Bittner AC Jr, Farin FM, Garabedian CC, Woods JS. Chronic low-level mercury exposure, BDNF polymorphism, and associations with self-reported symptoms and mood. *Toxicol Sci* 2004; 81: 354-63.
- Hua M-S, Huang C-C, Yang Y-J. Chronic elemental mercury intoxication: Neuropsychological follow-up case study. *Brain Inj* 1995; 10: 377-84
- Hyson JM. Amalgam: Its history and perils. *J Calif Dent Assoc* 2006; 34: 215-29
- IARC. Mercury and mercury compounds. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum* 1993; 58: 239-345
- Ibarra Fernandez de la Vega EJ, Castellanos Ortiz JA, González Almeida PJ, Ramírez Pérez R, Mayor Ríos J. Exposicion mercurial femenina en clinicas estomatologicas de ciudad de La Habana. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 1992; 30: 35-45

- Jokstad A. Mercury excretion and occupational exposure of dental personnel. *Community Dent Oral Epidemiol* 1990; 18: 143-8
- Joselow MM, Goldwater LJ, Alvarez A, Herndon J. Absorption and excretion of mercury in man. XV. Occupational exposure among dentists. *Arch Environ Health* 1968; 17: 39-44
- Karlson B, Österberg K, Ørbæk P. Euroquest: The validity of a new symptom questionnaire. *Neurotoxicology* 2000; 21: 783-90
- Kjuus H. Kvikksølvsporing blant tannhelsepersonell. Oslo, Statens arbeidsmiljøinstitutt, 2005 (www.stami.no)
- Kristensen P. Avhengige målefeil i observasjonsstudier. *Tidsskr Nor Lægeforen* 2005; 125: 173-5
- Langolf GD, Chaffin DB, Henderson R, Whittle HP. Evaluation of workers exposed to elemental mercury using quantitative tests of tremor and neuromuscular functions. *Am Ind Hyg Assoc J* 1978; 39: 976-84
- Langolf GD, Smith PJ, Henderson R, Whittle H. Measurements of neurological functions in the evaluations of exposure to neurotoxic agents. *Ann Occup Hyg* 1981; 24 (3): 293-296
- 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
- Lenvik K, Woldbæk T, Halgard K. Kvikksølvsporing blant tannhelsepersonell. *Nor Tannlegeforen Tid* 2006; 116: 350-6
- Lönnroth E-C, Shahnavaz H. Amalgam in dentistry. A survey of methods used at dental clinics in Norrbotten to decrease exposure to mercury vapour. *Swed Dent J* 1995; 19: 55-64
- Magos L, Clarkson TW. Overview of the clinical toxicity of mercury. *Ann Clin Biochem* 2006; 43:257-268
- Martin MD, Naleway C, Chou H-N. Factors contributing to mercury exposure in dentists. *J Am Dent Assoc* 1995; 126: 1502-11
- Mathiesen T, Ellingsen DG, Kjuus H. Neuropsychological effects associated with exposure to mercury vapor among former chloralkali workers. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25: 342-50
- Meyer-Baron M, Schaeper M, van Thriel C, Seeber A. Neurobehavioural test results and exposure to inorganic mercury: in search of dose-response relation. *Arch Toxicol* 2004; 78: 207-11
- Miller JM, Chaffin DB, Smith RG. Subclinical psychomotor and neuromuscular changes in workers exposed to inorganic mercury. *Am Ind Hyg Assoc J* 1975; 36: 725-33
- Ngim CH, Foo SC, Boey KW, Jeyaratnam J. Chronic neurobehavioural effects of elemental mercury in dentists. *Br J Ind Med* 1992; 49: 782-90
- Nilsson B, Gerhardsson L, Nordberg GF. Urine mercury levels and associated symptoms in dental personnel. *Sci Total Env* 1990; 94: 179-85
- Nilsson B, Nilsson B. Mercury in dental practice. I. The working environment of dental personnel and their exposure to mercury vapor. *Swed Dent J* 1986; 10: 1-14
- Norseth J. Kvikksølvsporing på offentlige tannklinikker i Oslo, en yrkeshygienisk vurdering. *Nor Tannlegeforen Tid* 1977; 87: 371-6
- O'Carroll RE, Masterton G, Dougall KP, Ebmeier KP, Goodwin GM. The neuropsychiatric sequelae of mercury poisoning. The mad hatter's disease revisited. *Br J Psychiatry* 1995; 167: 95-8
- Piikivi L, Hänninen H, Martelin T, Mantere P. Psychological performance and long-term exposure to mercury vapors. *Scand J Work Environ Health* 1984; 10: 35-41
- Piikivi L, Hänninen H. Subjective symptoms and psychological performance of chlorine-alkali workers. *Scand J Work Environ Health* 1989; 15: 69-74
- Richards JM, Warren PJ. Mercury vapour released during the removal of old amalgam restorations. *Br Dent J* 1985; 159: 231-2
- Ritchie KA, Burke FJT, Gilmour WH et al. Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *Br Dent J* 2004; 197: 625-32

- Ritchie KA, Gilmour WH, Macdonald EB et al. Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *Occup Environ Med* 2002; 59: 287-93
- Ritchie KA, Macdonald EB, Hammersley R et al. A pilot study of the effect of low level exposure to mercury on the health of dental surgeons. *Occup Environ Med* 1995; 52: 813-17
- Roberts HW, Leonard D, Osborne J. Potential health and environmental issues of mercury-contaminated amalgamators. *J Am Dent Assoc* 2001; 132: 58-64
- Rohling ML, Demakis GJ. A meta-analysis of the neuropsychological effects of occupational exposure to mercury. *Clin Neuropsychol* 2006; 20: 108-32
- Rouch I, Wild P, Fontana J-M, Chouaniere D. Evaluation of the French version of EUROQUEST: A questionnaire for neurotoxic symptoms. *Neurotoxicology* 2003; 24: 541-6
- Schneider M. An environmental study of mercury contamination in dental offices. *J Am Dent Assoc* 1974; 89: 1092-8
- Schuurs AHB. Reproductive toxicity of occupational mercury. A review of the literature. *J Dent* 1999; 27: 249-56
- Shapiro IM, Cornblath DR, Sumner AJ et al. Neurophysiological and neuropsychological function in mercury-exposed dentists. *Lancet* 1982; 1: 1147-50
- Skare I, Bergström T, Engqvist A, Weiner, JA. Mercury exposure of different origins among dentists and dental nurses. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16: 340-7
- Smith PJ, Langolf GD, Goldberg J. Effects of occupational exposure to elemental mercury on short term memory. *Br J Ind Med* 1983; 40: 413-9
- Smith RG, Vorwald AJ, Patil LS, Mooney TF. Effects of exposure to mercury in the manufacture of chlorine. *Am Ind Hyg Assoc J* 1970; 31: 687-700
- Soleo L, Urbano ML, Petrera V, Ambrosi L. Effects of low exposure to inorganic mercury on psychological performance. *Br J Ind Med* 1990; 47: 105-9
- Uzzell BP, Oler J. Chronic low-level exposure and neuropsychological functioning. *J Clin Exp Neuropsychol* 1986; 8: 581-93
- Verschoor MA, Herber RFM, Zielhuis RL. Urinary mercury levels and early changes in kidney function in dentists and dental assistants. *Community Dent Oral Epidemiol* 1988; 16: 148-52
- Woods JS, Echeverria D, Heyer NJ, Simmonds PL, Wilkerson J, Farin FM. The association between genetic polymorphisms of coproporphyrinogen oxidase and an atypical porphyrinogenic response to mercury exposure in humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005; 206: 113-20.
- World Health Organization Study Group. Environmental health criteria 118. Inorganic mercury. Geneva: WHO, 1991
- Zillmer EA, Lucci K-A, Barth JT, Peake TH, Spyker DA. Neurobehavioral sequelae of subcutaneous injection with metallic mercury. *Clin Toxicol* 1986; 24: 91-110