

Arbeidsforskningsinstituttene

Arbeidsfysiologisk institutt - Arbeidspsykologisk institutt - Muskelfysiologisk institutt
Yrkeshygienisk institutt

Kontoradresse: Gydas vei 8, tlf. 02/46 68 50

Postadresse: P.b. 8149 Dep Oslo 1

Tittel: Kartlegging og kontroll av kvikksølveksponering i oljeindustrien

Forfatter(e): Finn Levy, Nils Wandel

Prosjektansvarlig: Nils Wandel

Prosjektmedarbeidere:

Utgiver (institutt): Yrkeshygienisk institutt

Dato:

Antall sider:

ISSN:

25.03.85

19

0800-3777

Serie:

HD 900/84

Sammendrag:

Rapporten omtaler analyse av kvikksølvutskillelse i urin brukt i rutinekontroll av kvikksølveksponerte ansatte ved PVT-laboratoriene i oljeindustrien. Det gis eksempler på vurdering av resultatene og forslag til nye rutiner som tilpasses eksponeringsforholdene.

Stikkord:

Key words:

Kvikksølv
Urinalyse
Oljeindustri

INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
FORORD	3
1. INNLEDNING	4
1.1 Hensikt med rutine for kontroll av kvikksølvutskillelse i urin	4
1.2 Kvikksølvforgiftning	5
1.3 Rutinekontroll av arbeid med uorganisk kvikksølv	5
1.4 Analysemetode	6
1.5 Referanseområdet for kvikksølv i urin	7
1.6 Vurdering av kvikksølv i urinprøver	8
2. RESULTATER AV FORETATTE RUTINEKONTROLLER	9
2.1 Kontrollprøver av enkeltpersoner	10
2.2 Oppfølging av personer med forhøyet U-Hg-nivå	11
2.3 Undersøkelse ved arbeidsuhell med kvikksølv	11
3. KONKLUSJONER	13
3.1 Vurdering av eksemplene	13
3.2 Forslag til retningslinjer for urinprøvekontroll	13
3.2.1 Rutinearbeid med kvikksølv	13
3.2.2 Korttidsarbeid med kvikksølv	14
3.2.3 Kontrollopplegg ved mistanke om økt opptak	14
3.2.4 Kontroll av personer som har sporadisk arbeid med kvikksølvholdig apparatur	14
4. LITTERATURFORTEGNELSE	15

FORORD

En stor del av Yrkeshygienisk institutts arbeid består i analyse av innsendte prøver for kontroll av yrkeseksponerte. I dette arbeidet inngår bestemmelse av kvikksølvutskillelsen i urin.

Det har vært en sterk økning i antall urinprøver for kvikksølvbestemmelse fra oljeindustrien i de senere år (vedlegg 1). I 1983 kom 50% av disse prøvene fra oljeindustrien.

Kvikksølveksponering skjer ved arbeid på PVT-laboratorier der man foretar måling av trykkvolumendringer i oljeprøver, og ved prøvetaking på oljeplattformene hvor kvikksølv benyttes som fortregningsvæske.

1. INNLEDNING

Utskillelsen av kvikksølv i urin er en indikator på kvikksølvopptak, og benyttes som ledd i den løpende kontroll av arbeid med kvikksølv. Rapporten tar for seg resultatene av urinkontrollene for perioden 1980-1982 ved et PVT-laboratorium.

Det er ønskelig å legge frem disse resultater og de prøvetakingsrutiner som er blitt benyttet, for om mulig å komme frem til et mer effektivt kontrollopplegg.

1.1 Hensikten med bruk av urinprøver for overvåking av kvikksølveksponering

Kontrollopplegg hvor kun kvikksølvinnhold i urin benyttes kan gi opplysninger om:

- a) At kvikksølvutskillelsen ikke er større enn det som er "normalt". Resultatet tyder da på at det ikke foreligger kvikksølveksponering som gir grunn til nye yrkeshygieniske tiltak.
- b) Økt utskillelse som kan vise at det har skjedd økt eksponering på grunn av uhell eller gal arbeidsrutine. Arbeidsforholdene bør undersøkes nærmere.
- c) Personer som har vært høyt eksponert etter uhell med henblikk på normalisering av kvikksølvutskillelsen, evt. vurdere risiko for helseskader.
- d) Utskillelsesnivå i ulike yrkesgrupper eller bedrifter som benytter uorganisk kvikksølv. Dette kan gi underlag for å avgjøre hvor yrkeshygieniske utbedringstiltak først bør settes inn.

1.2 Kvikksølvforgiftning

Akutte forgiftninger ved inntak av kvikksølv-salter (sublimat etc.) medfører alvorlige forgiftningssymptomer med mage/tarmsmerter, diare og nyresvikt, eventuelt med sjokktilstand. Metallisk kvikksølv oppsuges derimot dårlig fra tarmen (3,4).

Kronisk forgiftning inntreffer ved langvarig inhalasjon av damper eller sublimert kvikksølv. Inhalasjon av massive doser kan gi akutte luftveissymptomer (kjemisk lungebetennelse) med hoste, åndenød, frysninger. På grunn av at utskillelsen av kvikksølv fra vevens har en halveringstid på flere måneder vil daglig opptak kunne medføre toksiske symptomer selv ved relativt lave opptak gjennom lang tid. Ved denne forgiftning er det især nervesystemet og nyrene som skades. Blant forgiftningssymptomene kan nevnes hodepine, svimmelhet, slapphet, søvnvansker, avmagring, økende spyttutsondring, metallsmak i munnen og tannkjøttbetennelse, eventuelt med mørkfarget kant i tannkjøttet ved dårlig tannhygiene. Symptomer kan også opptre fra bl.a. hud (utslett), nyrer (eggehvite i urin), blod (anemi) og nervesystemet (skjelving).

Noen organiske kvikksølvforbindelser (metylkvikksølv) angriper hjernen mer direkte (synsforstyrrelser, personlighetsforandringer, hukommelsessvikt etc.), men også med symptomer fra perifere nerver (nedsatt sensibilitet, "prikking" i hender og føtter).

1.3 Rutinekontroll av arbeid med uorganisk kvikksølv

Kvikksølv og særlig kvikksølvdamper er giftige og kan forårsake både akutte og kroniske forgiftninger med skader, bl.a. på nervesystemet. Det er derfor viktig å ha en løpende rutinekontroll av personer som arbeider med kvikksølv.

Uorganisk kvikksølv utskilles i urinen, og den utskilte mengde er avhengig av eksponeringsgraden. I tillegg til opptak fra innåndingsluften kan kvikksølv tas opp ved nedsvelging på grunn av f.eks. forurensede fingre, samt noe gjennom huden.

Ved rutinekontroll ved Yrkeshygienisk institutt (1) bestemmes også kreatininkonsentrasjonen (U-KR) i urinprøvene i tillegg til innholdet av kvikksølv (U-Hg). Det anbefales at det tas en morgenurinprøve (2). Kvikksølvinnholdet relatert til kreatinmengden (Hg/KR) benyttes som mål for den enkeltes utskillelsesnivå. Analyse av kvikksølv i blod benyttes ikke lenger som rutinemetode ved YHI. Kvikksølvinnholdet i blod er i større grad et mål for opptak av organiske kvikksølvforbindelser som metylkvikksølv fra f.eks. matvarer, da dette skilles lite ut i urinen.

1.4 Analysemetode

I dag bygger stort sett rutinemetoder for bestemmelse av uorganisk kvikksølv på flammeløs atomabsorpsjonsteknikk. I surt eller sterkt basisk miljø vil uorganisk kvikksølv reduseres av Sn^{2+} -forbindelser.



Det dannede metalliske kvikksølv vil kunne drives ut av en vandig løsning med en luft- eller nitrogenstrøm. Ved så å lede gasstrømmen med kvikksølv damp inn i lysveien på et atomabsorpsjonsinstrument innstilt for kvikksølvbestemmelsene, vil en få et signal for kvikksølv. Mengden kvikksølv bestemmes så ved å sammenligne med kjente standardløsninger.

I den metode som er utarbeidet ved YHI (9) er det ikke nødvendig med oppslutningstrinn før selve Hg-analysen. Reduksjonen foregår i sterkt basisk miljø, etter direkte tilsetning av urinprøven til kjemikalieblandingen. Analyseopplegget er del-

vis automatisert slik at kun innføring av urinprøven (0,2 ml) i reaksjonsbeholderen gjøres manuelt. Risting, utblåsing, rensetrinn og start/stopp av skriver styres av et tidsprogram.

Da konsentrasjonen av tilfeldige urinprøver vil variere med personens tilførsel av væske forut for prøvetakingen, kunne det være ønskelig å få bestemt døgnutskillelsen, men i praksis er det meget vanskelig å samle 24-timers urin hos en arbeider.

I stedet for å ta flere prøver for å minske effekten av konsentrasjonsvariasjonene, er det mer hensiktsmessig å ha en korreksjonsfaktor som tar hensyn til en tilfeldig urinprøves konsentrasjon. For rutinekontroll er bestemmelse av urinens spesifikke vekt eller bestemmelse av urinens kreatinininnhold (U-KR) blitt benyttet.

Kreatininutskillelsen pr. døgn (U-KR) hos en og samme person er relativt konstant, men vil allikevel variere noe. Den er en funksjon av samlet muskelmasse og er derfor forskjellig for unge, eldre, menn og kvinner. For en voksen mann er det angitt til gj.sn. 15 mmol/døgn. Ved YHI benyttes korreksjon for U-KR og det anbefales at det tas morgenurinprøve. I analysebesvarelsen oppgis både U-Hg i nmol/l og den kreatininkorrigerte verdi, Hg/KR, i nmol/mmol.

1.5 Referanseområdet for kvikksølv i urin

For vurdering av analyseresultater i humant prøvemateriale må en sammenligne med et referanseområde, "normalt område". Ved kontroll av norske arbeidstakergrupper må en benytte resultater fra norske undersøkelser.

YHI har tidligere gjort en mindre undersøkelse (5) av kvikksølvverdier i urin hos ikke yrkesmessig eksponerte på Hadeland og i Odda.

Undersøkelsen viste at det forelå geografiske forskjeller i kvikksølvutskillelser. De som bor nærmest Norzink i Odda skilte ut mest kvikksølv. Senere oppfølgingsundersøkelse (6) tyder på at også høyt fiskekonsum påvirker resultatene.

Våre undersøkelser har vist høyere kvikksølvutskillelse blant kvinner enn menn og at unge skiller ut mer enn eldre (7,8).

Yrkeshygienisk institutt har praktisert grenser på < 100 nmol Hg pr. liter urin og Hg/KR < 10 nmol kvikksølv pr. mmol kreatinin som "normalt". Selv om man kan påvise alders- og kjønnsmessige forskjeller er ikke forskjellene så store at det i praksis er nødvendig med egne alders- og kjønns spesifikke grenser.

Verdier over disse grenser kan benyttes som nedre grense for "yrkesmessig eksponering", dvs. et lett økt opptak som følge av Hg-eksponering over det vanlige i befolkningen.

1.6 Vurdering av kvikksølv i urinprøver

Hos personer som ikke er yrkeseksponerte for uorganiske kvikksølvforbindelser finner vi vanligvis urinverdier under 100 nmol/Hg/l som tegn på lavt opptak.

Den anbefalte administrative norm for kvikksølv i arbeidsatmosfæren er $0,05$ mg/m³ (1981). En eksponering omkring denne verdi skulle i henhold til ulike forskningsundersøkelser tilsvare $250-750$ nmol/l urin (3).

Vurderinger av U-Hg-verdiene som benyttes av Arbeidstilsynet og Oljedirektoratet er utarbeidet i samband med Yrkeshygienisk institutt.

Når U-Hg-verdien er mindre enn 100 nmol/l kan det betraktes som om det ikke foreligger yrkesmessig eksponering. Dette nivået bør også tilstrebes på arbeidsplasser der kvikksølv er i bruk.

U-Hg-verdier i området 100-200 nmol/l tyder på yrkesmessig eksponering med lett økt opptak. Årlig urinkontroll av de yrkeseksponerte anbefales.

Verdier i området 200-500 nmol/l viser tydelig økt opptak av kvikksølv. Det bør gjennomføres tiltak for å redusere/eliminere eksponeringen. Det bør tas kontrollprøver av de eksponerte for å følge resultatet av forbedringene.

Når U-Hg-verdien er over 500 nmol/l anses det her i landet som ikke yrkeshygienisk akseptabelt. Arbeidstakeren bør tas ut av kvikksølveksponert arbeid, og ikke tas inn igjen før arbeidsforholdene er endret slik at eksponeringen er redusert. Medisinsk vurdering og kontrollprøver av urin bør også foretas før tilbakegang til arbeidet.

Inntak i arbeid med risiko for kvikksølveksponering bør ikke skje før U-Hg verdien igjen er under 200 nmol/l.

Disse retningslinjer tar ikke hensyn til at den målte mengde kvikksølv i tilfeldige urinprøver (U-Hg) vil avhenge av kreatininmengden. Sterkt konsentrert urin kan gi tilsynelatende meget høye verdier, mens "tynn" urin gir falsk for lave verdier. Ved kreatinin under 5 mmol/l og over 25 mmol/l bør ny prøve tas. Ved sammenligning av prøver fra samme person tatt på forskjellige dager bør derfor verdier korrigeres ved å dele på kreatininverdien (Hg/KR).

2. RESULTATER AV FORETATTE RUTINEKONTROLLER

I vurderingen av urinprøveresultater har Yrkeshygienisk institutt lagt til grunn av Arbeidstilsynet og Oljedirektoratet

benytter et kvikksølvinnhold i urin på 500 nmol/l som retningsgivende for om en person bør tas helt vekk fra alt videre arbeid som kan gi ytterligere kvikksølvopptak. Personer med verdier opp mot dette området bør følges med hyppigere kontroller samtidig med bedring av arbeidshygiene. Spesielt for yngre kvinner ønsker en å holde kvikksølvopptaket så lavt som yrkeshygienisk mulig med tanke på risiko for fosterskader ved graviditet.

2.1 Kontrollprøver av enkeltpersoner

Av enkelte personer ansatt i oljeindustrien er det ofte innsendt flere enkeltserier for kvikksølvkontroller. Resultatene av 16 urinprøver fra én person tatt over en toårsperiode er gitt i følgende tabell:

	x	SD	
U-Hg (nmol/l)	39,3	21	(53%)
Hg/KR (nmol/l)	4,09	1,36	(33%)

x = Gjennomsnittsverdi

SD = Standard avvik

Resultatet av alle disse kontrollprøvene viser et kvikksølvinnhold i urin med alle verdiene i det området vi anser som "normalt" for ikke yrkeseksponerte. Resultatet viser at en får reduksjon i spredningen ved korrigeringsfaktor for kreatinin (Hg/KR). En samlet vurdering av verdiene hos denne personen viser at eksponeringen har ligget på et yrkeshygienisk akseptabelt nivå i hele perioden.

I et tilfelle som dette er det ikke behov for så hyppig kontroll.

2.2 Oppfølging av personer med forhøyet U-Hg-nivå

Som eksempel kan en ta resultatene av urinprøver fra en ansatt ved et PVT-laboratorium. I perioden 1981-1982 hadde vedkommende relativt høye kvikksølvverdier. Arbeidsforholdene ble gjennomgått og bedret og arbeidsrutinen innskjerpet.

Resultatene av Hg-bestemmelsene er vist i figur 1, hvor de målte Hg/KR-verdier er fremstilt som funksjon av tiden. Ved punktene er U-Hg-verdiene i nmol/l angitt. Det er avmerket to perioder hvor vedkommende var borte fra laboratoriet, disse faller sammen med markert nedgang i Hg/KR-nivået. Resultatene viser svak nedgang i perioden høsten -81 til våren -82. Resultatene kan indikere at det i denne perioden har vært et mindre Hg-opptak, nok til at nedgangen i Hg/KR-nivået ikke har vært så markert som en kunne ha fått ved "null"-eksponering. Siste prøve ble tatt etter at arbeidet ved PVT-laboratoriet var avsluttet. Denne prøven viste fortsatt høye verdier.

2.3 Undersøkelse av økt kvikksølvopptak etter uhell

Ved søl av kvikksølv eller ved at kvikksølvdamp fra lukkede systemer slippes ut i arbeiderens innåndingssone, kan kvikksølvopptaket bli betydelig.

Som eksempel kan nevnes et tilfelle av økt opptak på grunn av søl med kvikksølv på et PVT-laboratorium ble fulgt opp med urinprøver. Analyseresultater av prøvene i denne forbindelse er gitt i følgende tabell:

Dato	U-Hg nmol/l	U-KR mmol/l	Hg/KR nmol/mmol
27.4	50	15	3,3
7.5*	-	-	-
10.5	120	12	10
26.7	580	15	39
7.9	380	11	35
30.9	590	19	31

*Uhellet skjedde 7.5.

Vedkommendes høye U-Hg-verdi i prøven fra 26.7 medførte at vi anbefalte at han skulle tas vekk fra videre arbeid med kvikksølv. Ut fra resultatet av den tidligere prøven fra 10.5 som ble tatt like etter uhellet konkluderte YHI med at det ikke hadde foreligget yrkesmessig økt kvikksølveksponering.

For denne personen hadde vi kun én urinprøve forut for uhellet. Ved å plote alle Hg/KR-verdiene som funksjon av tiden (se figur 2) ser en at prøven fra 10.5 også var relativt forhøyet.

Det ble først tatt ny prøve av han etter sommerferien (26.7) ca. 2 1/2 måned etter uhellet og da var verdien uakseptabel høy. Vi har i dette tilfelle følgelig ingen data som viser hvor høy utskillelsen har vært eller om det har vært flere tilfeller av økt kvikksølvopptak i perioden (10.5-26.7). Det mangler derfor tilstrekkelig informasjon til å kunne estimere hans opptak.

Den siste kontrollen (30.9) viser igjen høy U-Hg verdi pga. konsentrert urin (høy U-KR), mens Hg/KR er fallende. I forbindelse med denne oppfølgingskontrollen har det nok vært foretatt for få kontrollprøver.

Vi vil konkludere med at en helst bør ha flere urinprøver fra de personer som har arbeid hvor det er risiko for høy kvikksølveksponering, for å fastlegge deres "normale" nivå for kvikksølvutskillelse (Hg/KR). Ved uhell bør det følges opp med flere urinprøver i dagene like etter og i de påfølgende uker etter uhellet.

KONKLUSJONER

3.1 Vurdering av eksemplene

Samlet vurdering av resultatene av de eksemplene som er behandlet her viser at det kan være hensiktsmessig å føre en form for grafisk fremstilling av kvikksølvverdiene, spesielt for personer som er på utlufting eller hvor en har hatt høye verdier. Dessuten bør en fortsette med å ta prøver av personer som har hatt høye U-Hg- verdier, selv om vedkommende går over i Hg-fritt arbeid, til en har forsikret seg om at utskillelsenivået er kommet ned til "normalområdet".

3.2 Forslag til retningslinjer for urinprøvekontroll

Ut fra gjennomgang og nærmere vurdering av en del kontrollprøver som foreligger kan en skissere et noe modifisert rutineopplegg for urinprøvetaking i forbindelse med kvikksølvarbeide.

3.2.1 Rutinearbeid med kvikksølv

For personer som til daglig arbeider med kvikksølv og utstyr som inneholder kvikksølv, bør det rutinemessig tas kvartalsmessige urinprøvekontroller. Prøvene skal tas om morgenen. Dersom disse viser kvikksølvinnhold (U-Hg) over 200 nmol/l

(eller Hg/KR > 20) bør dette følges opp med månedlige prøver, samt at tiltak bør igangsettes for å finne årsaken til det høye kvikksølvopptaket.

3.2.2 Korttidsarbeid med kvikksølv

For personer som skal ha korttidsarbeid hvor det inngår behandling av utstyr med kvikksølv bør det tas urinprøver før arbeider starter og etter 1 uke. Deretter bør det tas prøve hver måned. Til slutt tas en prøve i den siste del av arbeidsperioden, helst siste dag eller dagen etter at arbeidet som kan gi kvikksølveksponering er avsluttet.

3.2.3 Kontrollopplegg ved mistanke om økt opptak

En urinprøve tas direkte eller nær den aktuelle arbeidsperiode og en ny prøve påfølgende morgen og etter 1 uke. Ved forhøyede verdier tas ny prøve hver uke inntil verdiene viser en tydelig nedadgående tendens (avtagende Hg/KR-verdi). Senere følges de med månedlige prøver inntil en kommer nedover mot "normalområdet" < 200 nmol Hg/l urin (eller Hg/KR < 15). Senere følges dette opp med de faste kvartalskontrollene.

3.2.4 Kontroll av personer som har sporadisk arbeid med kvikksølvholdig apparatur

Man starter med kvartalskontroll. Dersom alle prøvene i løpet av et år ligger under 100 nmol/l (og/eller Hg/KR < 10) kan en gå over til 1/2-årig kontroll.

Dersom det skjer endring i arbeidsrutinene og/eller mer arbeid med Hg bør en igjen gå over til kvartalskontroll.

LITTERATURFORTEGNELSE

1. Biologisk Monitoring av metalleksponerte. Nils Wandel (YHI). Forelesningskompendium Y 203, 1982.
2. Z. Vokac, N. Gundersen, P. Magnus, E. Jebens, T. Bakka: Circadian rhythmicity of urinary excretion of mercury, potassium and catecholamines in unconventional shift-work systems.
3. Recommended Health-Based Limits in Occupational Exposure to Heavy Metals, WHO, Geneve. Technical Report Series 647 (1980).
4. Klinik und Therapie der Vergiftungen. Sven Moeschlin, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1980.
5. Nils Gundersen, Arve Lie, Karl J. Korsgaard: Kvikksølv i urin; Hva er normalt blant ikke yrkesmessig eksponerte? HD 861/82 (YHI).
6. Arve Lie, Nils Gundersen: Kvikksølv i urin; Hvor mye betyr tannstatus og fiskekonsum? HD 874/82 (YHI).
7. Nils Gundersen, Arve Lie: Kvikksølveksponering ved tannlegekontorer. En epidemiologisk tverrsnittsundersøkelse. HD 834/80 (YHI).
8. Arve Lie, Nils Gundersen og Karl J. Korsgaard: Mercury in urine - sex, age and geographic differences in a reference population. Scand. J. Work Environ. Health 8 (1982) 129-133.
9. V. Ebbestad, N. Gundersen og T. Torgrimsen: A simple method for the determination of inorganic mercury and methyl mercury in biological samples by flameless atomic absorption. Atomic Absorption Newsletter 14 (1975) 142-144.

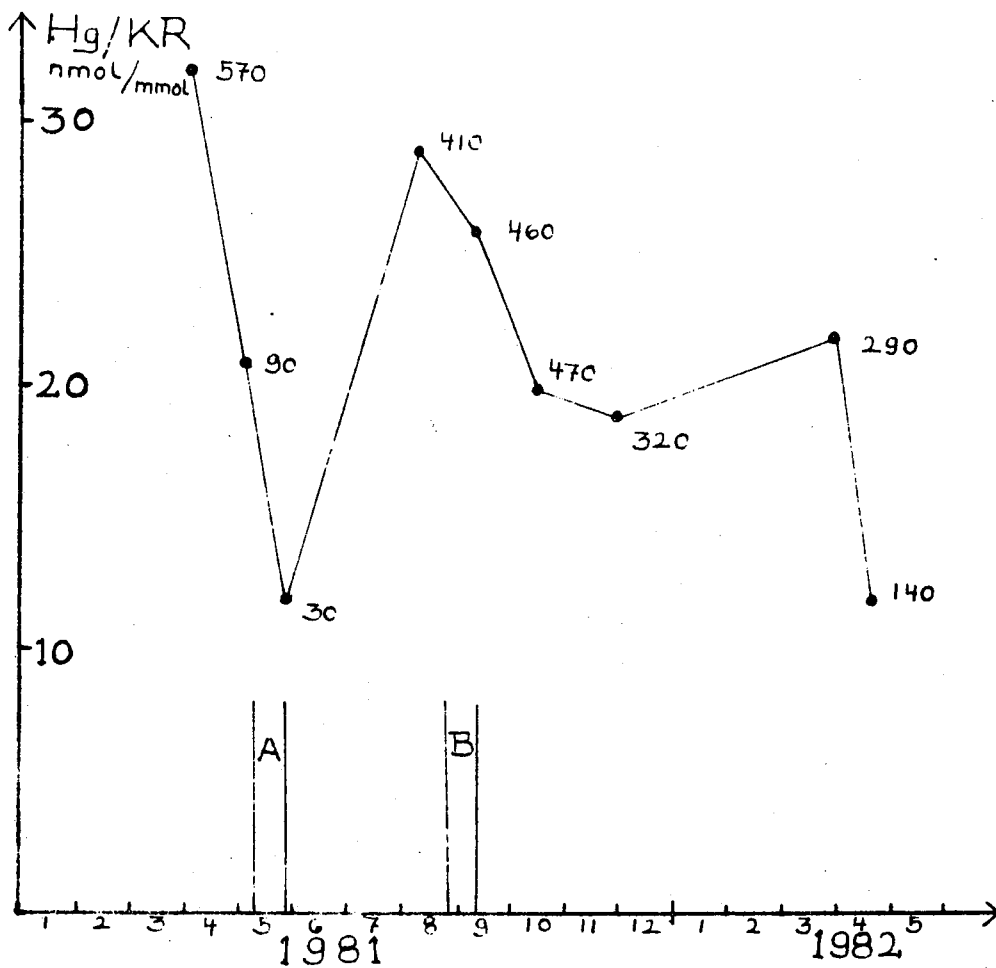
10. J. Aaseth, G. Mowé, A. Lie og J. Alexander: Kvikksølv.
Tidsskr. Nor. Lægeforen. 104 (1984) 973-976.

Vedlegg I

OVERSIKT OVER KVIKKSØLVKONTROLLER

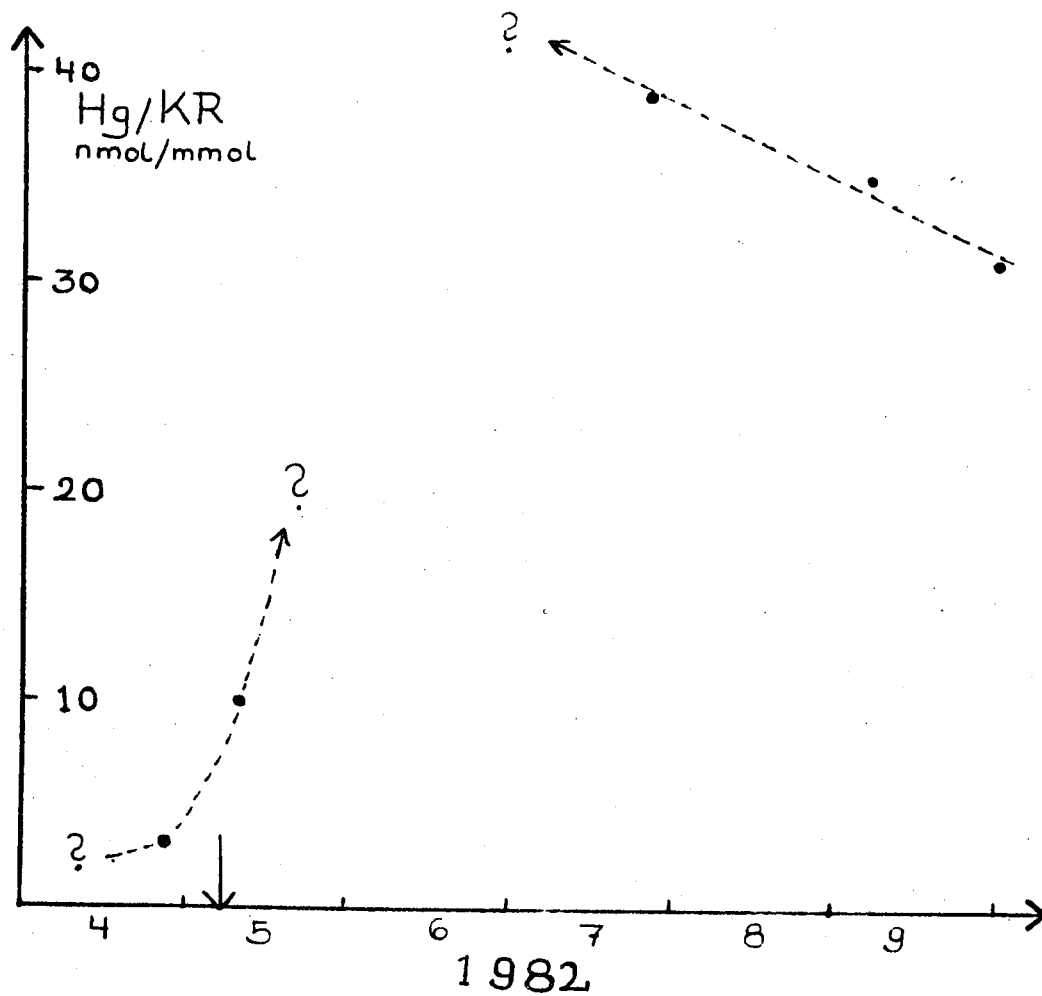
År	U-Hg nmol/l		%
	Totalantall pr.	Oljeindustri*	
1982	1305	645	49
1981	1428	519	36
1980	1680	271	16
1979	2178	112	5
1978	2174	100	5
1977	821	57	8
1976	688	-	-

* Inkluderer Avd. 28 ved SINTEF



FIGUR 1

Forløpet av kvikksølvutskillelsesnivå (Hg/KR) hos en person som har hatt høye kvikksølvverdier. Ved siden av de angitte punktene er oppført U-Hg-verdiene i nmol/l. Tallene angir måned. I periodene A og B har vedkommende vært borte fra arbeidsstedet ("0" yrkesmessig eksponering).



FIGUR 2

Forløpet av kvikksølvutskillelsesnivå hos en person som hadde hatt et uhell med kvikksølv. På grunn av ferieavvikling ble det ikke tatt prøver i perioden medio mai til medio juli. Figuren viser at det ikke er målinger i denne perioden (? ----- ?) hvor vedkommende kan ha hatt høy kvikksølvutskillelse.