

Kvicksilverexponering hos kvinnor med högt fiskintag

Karolin Ask¹⁾, Kierstin Petersson-Grawé²⁾, Marie Vahter¹⁾, Brita Palm¹⁾, Marika Berglund¹⁾

¹⁾ Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm

²⁾ Forsknings- och utvecklingsavdelningen, Livsmedelsverket, Uppsala

Syfte

Den övergripande målsättningen med den hälsorelaterade miljöövervakningen (HÄMI) är att följa exponering för miljöföroreningar över tid, speciellt hos känsliga och riskutsatta grupper, och att så långt som möjligt identifiera de huvudsakliga exponeringskällorna för att möjliggöra en effektiv exponeringsreduktion. Det specifika syftet med föreliggande projekt var att belägga exponeringsnivåer för kvicksilver, framförallt metylkvicksilver (MeHg), hos kvinnor i barnafödande ålder med hög fiskkonsumtion. De utgör en potentiell riskgrupp i den allmänna befolkningen eftersom fostret är speciellt känsligt för MeHg. Kvicksilverhalter i blod och hår utvärderas i relation till fiskintag (sort och mängd).

Tidigare undersökningar inom den hälsorelaterade miljöövervakningen har påvisat stor variation i exponeringen för MeHg även bland kvinnor med måttlig fiskkonsumtion. Genom denna studie och upprepade undersökningar kan eventuella förändringar i exponering över tid detekteras. Resultaten från studien jämförs med resultat från tidigare projekt inom HÄMI och andra svenska studier. På lång sikt är förhoppningen att exponeringen sjunker till en nivå som medför att kostrekommendationerna för fiskintag kan tas bort. Detta är i linje med det nationella miljömålet ”giftfri miljö” som regering och riksdag beslutat om.

Föreliggande undersökning har utförts i samarbete mellan Institutet för Miljömedicin (IMM), Karolinska Institutet och Livsmedelsverket på uppdrag av Naturvårdsverket.

Bakgrund

Kvicksilver kan förekomma i olika former med olika grad av giftighet. Exponering för oorganiskt kvicksilver sker främst via tandamalgam. Kvicksilverånga kan frisättas från plombytan, tas upp av blodet och i viss utsträckning transporteras till hjärnan över den så kallade blod-hjärnbarriären. Risken för hälsoeffekter till följd av exponering för kvicksilverånga från tandamalgam har utvärderats flera gånger under senare år av bl a Medicinska Forskningsrådet (1992), Socialstyrelsen (1994) och Forskningsrådsnämnden (1998). Utredningarna har inte kunnat påvisa något samband mellan amalgamfyllningar och hälsoeffekter. Flera studier under senare år har också visat att kvicksilver från amalgam kan passera över till fostret via moderkakan. Oxidation av metalliskt kvicksilver till tvåvärt oorganiskt kvicksilver (Hg^{2+}), vilket huvudsakligen äger rum i de röda blodkropparna, minskar betydligt transporten till hjärna och foster. Riskerna för fosterpåverkan är mycket bristfälligt studerat.

Stora mängder kvicksilver har spritts till den omgivande miljön, framför allt från kloralkaliindustrin, men även via amalgamhanteringen, avfallsförbränning, järn- och

stålindustri, metallverk samt kol-, torv- och vedförbränning. I mark, vatten och sediment omvandlas oorganiskt kvicksilver av mikroorganismer till metylkvicksilver (MeHg). Denna förening ansamlas i fisk och bedöms ha större betydelse ur folkhälsosynpunkt än exponering för oorganiskt kvicksilver via tandamalgam.

MeHg är främst ett problem i insjöar (Andersson och Lundberg, 1995). Höga halter förekommer ofta i rovfisk som gädda, abborre, lake, gös och ål. Även större havslevande rovfiskar som t ex hälleflundra, tonfisk, marulk och svärdfisk kan innehålla höga halter. På grund av den långa halveringstiden i fisk ökar kvicksilverhalten med fiskens ålder. Kvicksilverhalten i enkilosgädda överskrider 0,5 mg/kg i cirka 40 000 insjöar i Sverige (Johansson et al, 2000), dessutom överskrider kvicksilverhalten i gädda 1,0 mg/kg i många sjöar. Det generella gränsvärdet för saluförd fisk och fiskprodukter är 0,5 mg/kg, medan vissa namngivna fiskarter, däribland gädda, gös, abborre, lake, ål, hälleflundra, havskatt, marulk, tonfisk och svärdfisk har ett gränsvärde på 1 mg/kg (EU, 2001).

MeHg tas lätt upp i mag-tarmkanalen och kan passera den annars ofta skyddande blodhjärnbarriären samt medföra skador på det centrala nervsystemet (WHO, 1990). MeHg passerar också över moderkakan till fostret. När nervsystemet utvecklas är känsligheten för påverkan av MeHg som störst. Redan vid relativt låg exponering har skador i form av försämrade psykomotoriska utveckling hos barnen kunnat iaktas (Grandjean et al, 1997; 1998).

De höga halter av MeHg som kan förekomma i vissa fiskarter innebär att intaget av sådan fisk måste begränsas. Livsmedelverkets kostrekommendationer innebär i korthet att gravida och ammande kvinnor samt kvinnor som planerar att snart skaffa barn bör avstå från att äta gädda, gös, abborre, lake, ål samt stor hälleflundra (SLV, 1998). Övriga bör inte äta sådan fisk oftare än en gång i veckan. Dock finns det inga rekommendationer som rör konsumtion av färsk tonfisk, marulk eller svärdfisk. För att sprida information om kostrekommendationerna arbetar Livsmedelsverket med riktad information framför allt till barnmorskor och mödravårdscentraler. Resultat från en tidigare studie bland gravida kvinnor i Uppsala län tyder på att denna information har avsedd effekt när det gäller att begränsa MeHg-exponeringen hos gravida och ammande kvinnor och deras barn (Berglund et al, 2001, Ask et al, 2002b). Ca 90 % av kvinnorna uppgav att de kände till rekommendationerna och flertalet av dem hade fått informationen via mödravårdscentralen. Resultat från samma studie tyder också på att gravida kvinnor inte minskar intaget av all fisk utan bara undviker sådana arter som kan innehålla förhöjda halter av miljöföroreningar, detta är viktigt eftersom fisk också är ett nyttigt baslivsmedel. Stora delar av befolkningen äter förmodligen sällan de fiskarter som kan innehålla höga halter MeHg, men flera undersökningar pekar på att ca 10-20 % av befolkningen äter insjöfisk minst en gång per månad, och att ca 2-3 % äter insjöfisk minst en gång per vecka (Melin-Skeppstedt, 1994; Vahter et al, 2000; NMHR, 2001). Betydligt högre konsumtion av insjöfisk kan förekomma hos sportfiskare och yrkesfiskare, undersökningar har visat att 10-20 % konsumerar insjöfisk varje vecka medan ca 30 % äter insjöfisk varje månad (Oskarsson et al, 1990; Svensson et al, 1992; 1995; Andersson, 1997; Becker, 1999).

Baserat på risken för hälsoeffekter hos vuxna har FAO/WHO fastställt ett provisoriskt tolerabelt veckointag av MeHg på 0,2 mg (3,3 µg MeHg/kg kroppsvikt). Ett långvarigt intag av denna mängd MeHg beräknades medföra en kvicksilverhalt i hår på ca 6 mg/kg. Denna exponeringsnivå skyddar inte för effekter under fosterutvecklingen. Nyligen genomförda studier på Färöarna tyder på att effekter kan uppstå även vid mycket låga exponeringsnivåer (Grandjean et al, 1997). Sjuåriga barn som exponerats under fosterstadiet testades med avseende på språkutveckling, minne och uppmärksamhet och man fann ett samband mellan

testresultat och kvicksilverhalt i navelsträngsblod, ned till blodhalter på 15 µg/l. Detta motsvarar en hårhalt hos modern under graviditeten på ca 2-3 mg/kg. Sådana effekter har dock inte setts i studier företagna på Seychellerna (Myers et al, 2000). Vad skillnaderna beror på är inte helt klarlagt. Det amerikanska naturvårdsverket (USEPA) har angivit en så kallad referensdos (dos utan hälsopåverkan) för dagligt intag av MeHg som inte antas ge upphov till hälsoeffekter ens hos känsliga grupper av befolkningen. Referensdosen är 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag vilket motsvarar en kvicksilverhalt på ca 1,2 mg/kg i hår och 6 µg/l i blod. Referensdosen har nyligen utvärderats av den amerikanska vetenskapsakademien (National Academy of Sciences, National Research Council) med utgångspunkt från senare års epidemiologiska studier på Färöarna, Seychellerna och Nya Zeeland (NRC, 2000). Man kom fram till att nuvarande referensdos var vetenskapligt berättigad.

Det nationella miljömålet ”giftfri miljö” innebär bl a att halterna av kvicksilver ska vara nära bakgrundshalterna, vilket motsvarar ca 0,2 mg/kg i fisk (SOU, 1996). Med tanke på de stora mängder kvicksilver som finns upplagrade i den svenska naturen och den fortsatta tillförseln från inhemska och utländska källor genom diffus spridning kommer det emellertid att ta väldigt många år innan miljökvalitetsmålet avseende kvicksilver uppnås. Detta innebär också att problemet med MeHg-kontaminerad fisk kommer att bestå under åtskillig tid framöver.

Tidigare kvicksilverundersökningar som genomförts inom HÄMI inkluderar en studie av gravida kvinnor i Solna kommun 1994-96 (Vahter et al, 2000; Ask et al, 2002a), en studie av gravida kvinnor i Västsverige 1996 med uppföljning 1997 (Barregård et al, 1996; Sällsten och Barregård, 1997) samt en studie av gravida kvinnor i Uppsala län 1997-98 (Berglund et al 2001, Ask et al 2002b).

Metodik

Studiedesign och provtagning

Försökspersoner, kvinnor med hög fiskkonsumtion (=äter fisk flera gånger i veckan), rekryterades från vardera tre områden med konstaterat höga halter av kvicksilver i insjö- och/eller saltsjöfisk:

- 1 Nordöstra Sverige: Västernorrlands-, Västerbottens- och Gävleborgs län
- 2 Mellansverige: Västmanlands-, Värmlands- och Örebro län
- 3 Sydvästra Sverige: Västra Götalands- och Hallands län

Försökspersonerna rekryterades via annonsering i olika tidningar såsom Ica-kuriren, LAND och lokalpress under maj-augusti 2001. Kostenkäter sändes ut till samtliga intresserade (n=194). Sammanlagt returnerades 169 (87 %) ifyllda kostenkäter och till dessa kvinnor sändes provtagningsmaterial samt information om provtagning där kvinnorna ombads gå till närmaste vårdcentral för provtagning under oktober månad.

Som biologiska exponeringsmarkörer insamlades hårprov (avklippt så nära hårbotten som möjligt, bundet med bomullsband nära rotändan), helblod (10 ml) och serum (10 ml) (för blod: Venoject II 5 ml, EDTA (K2): 9,8 mg, VP-050SDK, Terumo Corporation, Leuven, Belgien; för serum: Venoject II 5 ml, Gel+Clot Act., VP-054SAS, Terumo Corporation, Leuven, Belgien).

Kostenkäten som kvinnorna besvarade innehöll framförallt detaljerade frågor om fiskkonsumtion. Kvinnorna angav hur ofta (aldrig, 3 ggr/år, 6 ggr/år, 1-3 ggr/mån, 1 g/v, 2

ggr/v, 3-4 ggr/v, 5-6 ggr/v eller 1 g/dag eller mer) de ätit följande fiskar under det senaste året: djupfryst fisk, fiskrätter, makrill, sillkonserver, tonfisk på burk, andra fiskkonserver, salt sill, strömming, böckling, rökt sill, östersjölax, annan lax, ål, gädda, gös, lake, abborre, färsk hälleflundra, tonfisk, svärdfisk, marulk, annan färsk havsfisk, lever av torsk och lake samt skaldjur. Kvinnorna lämnade även information om fisken var köpt eller egenfångad samt om gädda, gös, lake och abborre var insjö- eller havsfångad. Konsumtionsfrekvensen summerades genom att beräkna ett genomsnittligt månadsintag. Detta innebär en viss risk för överskattning av fiskkonsumtionen.

Kostenkäten innehöll också information om konsumtion av korv, fläskkött, nötkött, viltkött, köttfärsrätter, njure och lever, kyckling, övrig fågel samt antal ägg. Kvinnorna fick även uppge hur många amalgamfyllningar de hade i tänderna.

Sammanlagt 146 kvinnor lämnade helblod och enkätdata. Hårprov inkom från 145 kvinnor då en kvinna saknade hår. Kvinnorna var mellan 19 och 56 år gamla (median 40 år). 64 kvinnor kom från Västernorrland, Västerbotten och Gävleborg (1), 48 kvinnor från Västmanland, Örebro och Värmland (2) samt 34 kvinnor från Västra Götaland och Halland (3).

Projektet är granskat och godkänt av forskningsetikkommittén vid Karolinska Institutet, Stockholm.

Analys

Kvicksilverhalter i hår och blod

Halter av totalkvicksilver (THg) och oorganiskt kvicksilver (IHg) bestämdes i hår och blod. Kvicksilverhalter i blod används som index på kvinnans pågående exponering. THg i hår ger ett mått på MeHg-exponeringen under den tid som håret vuxit (1 cm hår motsvarar ungefär en månad) eftersom ca 90 % av THg i hår är MeHg. I möjligaste mån togs 12 cm, mätt från hårroten, för analys. Detta för att ge ett integrerat mått på exponeringen under det senaste året (dvs den period som kostenkäten omfattar). Längden av hårproven varierade från 3 till 12 cm (median 12 cm). Analyserna utfördes vid Institutet för Miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm med ett automatiserat system som bygger på MIA (multiple injection analysis) och reduktion av kvicksilver i alkalisk miljö samt kvantifiering av kvicksilver med atomfluorescensspektroskopi (cold vapour AFS; Einarsson och Hansén, 1995; Vahter et al, 2000). Med denna metod kan totalhalten av kvicksilver samt halten av oorganiskt kvicksilver bestämmas. Halten MeHg beräknades som skillnaden mellan totalkvicksilver och oorganiskt kvicksilver. Lägsta detekterbara halter (3 x standardavvikelsen för blankprover) var för THg och IHg i blod 0,06 µg/l (range 0,03–0,09 µg/l) respektive 0,05 µg/l (range 0,03–0,07 µg/l). För THg var lägsta detekterbara halten 0,02 mg/kg (range 0,01–0,03 mg/kg).

Kvalitetssäkring

Allt material som användes för provtagning och provförvaring testades för eventuell kvicksilverkontamination. Dessutom var allt material som användes under provbearbetning och analys syradiskat i 10 % salpetersyra.

För kvalitetskontroll användes ett kvalitetskontrollprov för THg i hår som framställts vid IMM (IMM QC-hår) och som bestämts med två olika analysmetoder och efter upprepade analyser. För analytisk kvalitetskontroll av kvicksilver i blod använde vi ett referensmaterial från Seronorm (Trace Elements in whole blood, Nycomed Pharma, Norge) vilket endast

anger ett rekommenderat värde för THg. Vi har dock analyserat detta även för IHg vid upprepade tillfällen över tid för analytisk kontroll. En MeHg standard-lösning analyserades upprepade gånger i varje analys för beräkning av analytisk ”recovery”. Resultaten av den analytiska kvalitetskontrollen för kvicksilver i hår och blod redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Analysresultat av kvalitetskontroll för totalkvicksilverhalt (THg) i hår (mg/kg) samt THg och oorganisk kvicksilverhalt (IHg) i helblod (µg/l).

Kvalitetskontroll	Rekommenderat värde		Erhållet värde		Erhållet värde	
	THg		THg		IHg	
IMM QC-hår (mg/kg)	4,8	0,3	4,7	0,3 (n=7)		
Seronorm 404107-blod (µg/l)	2,2-3,3		2,3	0,2 (n=8)	0,5	0,1 (n=7)

De erhållna värdena för IHg i Seronorms referensprov överensstämde väl med våra tidigare resultat (Seronom 404107: 0,5 0,1; n=11). Upprepade analyser av MeHg-standardlösning, med tillsats av 0,4 µg MeHg/l, visade en ”recovery” på 95 % vid blodanalys och 105 % vid håranalys, vilket får anses vara tillfredsställande.

Statistiska metoder

Kvicksilverparametrarna är ej normalfördelade. För att beskriva sambandet mellan olika parametrar har Spearmans rangkorrelationstest (r_s) använts. $p < 0,05$ valdes som gräns för statistisk signifikans. Vid jämförelse av resultat mellan grupper och mellan föreliggande studie och tidigare studier användes Kruskal Wallis eller Mann-Whitney U test.

Resultat

Enkätdata

Medvetenheten om att vissa livsmedel kan innehålla höga halter miljögifter, och därför bör ätas mindre av, var stor. Flertalet kvinnor (112 av 146) uppgav att de kände till sådana livsmedel, dock visste endast 93 stycken av dessa kvinnor att fisk, framförallt insjöfisk och Östersjöfisk, är ett sådant livsmedel. Andra livsmedel som uppgavs var t ex skaldjur, inälvsmat och svamp. Informationen hade erhållits framför allt via media (tidningar, tv/radio), 18 % av kvinnorna (n=27) uppgav att de fått information från mödravårdscentral.

All sorts fisk (inklusive skaldjur) konsumerades i genomsnitt 17 ggr/månad (median, n=146, medelvärde: 21 ggr/mån, variationsbredd: 6-74 ggr/mån). Fisk som generellt innehåller högre halter av MeHg, hädanefter kallade ”riskfiskar” (insjö- och havsfångad gädda, gös, abborre, lake, ål samt färsk tonfisk, hälleflundra, marulk och svärdfisk) konsumerades i genomsnitt 1,0 gång/månad (median, n=146, medelvärde: 1,9 ggr/mån, variationsbredd: 0-12 ggr/mån). 15 kvinnor åt aldrig sådan fisk. Fördelningen av denna konsumtion visas i tabell 2.

Tabell 2. Fördelningen av kvinnor (%) med avseende på den totala konsumtionen av gädda, lake, gös, abborre och ål (insjö- och havsfångad) samt färsk hälleflundra, svärdfisk, tonfisk och marulk. Konsumtionen är beräknad i antal gånger per månad (ggr/månad).

	<i>ggr/mån</i>	0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	2,0	2,25	2,5	2,75	4,0	4,25	8,0
Intag av															
Gädda	60	12	15	3	2	1		3	1	1					1
Lake	90	6	3					1							
Gös	63	11	12	6	2			3			1	2			1
Abborre	45	14	21	6	4		1	6	1	1			1	1	1
Ål	84	10	6										1		
Hälleflundra m.fl.	49	29	13	1				5	1	1			1		

81 % (n=118) av kvinnorna konsumerade gädda, gös, abborre, lake och ål (insjö- och havsfångad) i genomsnitt 1,0 ggr/månad (median, medelvärde: 1,9 ggr/mån, variationsbredd: 0,25-12 ggr/mån).

Kvicksilver i hår och blod

Kvicksilverhalter i hår och blod presenteras i tabell 3.

Tabell 3. Koncentrationen av totalkvicksilver (THg) i hår samt av metylkvicksilver (MeHg) och oorganiskt kvicksilver (IHg) i blod.

	N	Median	Medel- värde	SD	90:e perc	Mini- mum	Maxi- mum
THg – Hår ^a	145	0,72	0,88	0,61	1,6	0,08	4,0
MeHg – Blod ^b	146	1,9	2,6	2,2	5,0	0,30	14
IHg – Blod ^b	146	0,26	0,36	0,39	0,71	0,01	3,2

^a mg/kg

^b µg/l

IHg-halten i blod var signifikant korrelerat med antal amalgamfyllningar hos kvinnorna ($R_s=0,56$; $p<0,001$, Figur 1). IHg i blod ökade med kvinnans ålder ($R_s=0,32$; $p<0,001$). Att IHg-halten ökar med åldern kan förklaras av ett ökande antal amalgamfyllningar med ålder ($R_s=0,43$; $p>0,001$, Figur 2).

THg-halten i hår samvarierade tydligt med MeHg-halten i blod ($R_s=0,80$; $p<0,001$, Figur 3).

Kvicksilverhalten i hår (THg) och MeHg i blod ökade med det totala fiskintaget ($R_s=0,35$; $p<0,001$ respektive $R_s=0,38$; $p<0,001$, Figur 4).

Uppdelat efter konsumtion av de olika "riskfiskarna" var kvicksilverhalterna i hår (THg) och blod (MeHg) signifikant korrelerade med intag av gädda ($R_s=0,25$; $p=0,003$ respektive $R_s=0,25$; $p=0,002$), gös ($R_s=0,17$; $p=0,04$ respektive $R_s=0,22$; $p=0,009$), abborre ($R_s=0,20$; $p=0,02$ respektive $R_s=0,22$; $p=0,008$), lake ($R_s=0,18$; $p=0,03$ respektive $R_s=0,15$; $p=0,07$, ej

sig) samt hälleflundra, svärdfisk, marulk och tonfisk ($R_s=0,31$; $p<0,001$ respektive $R_s=0,19$; $p=0,02$).

Uppdelat efter övriga typer av fisk var kvicksilverhalterna i både hår (THg) och blod (MeHg) korrelerade med intag av sillkonserver ($R_s=0,18$; $p=0,04$ respektive $R_s=0,18$; $p=0,03$), övriga fiskkonserver (förutom tonfisk; $R_s=0,21$; $p=0,01$ respektive $R_s=0,20$; $p=0,02$), salt sill ($R_s=0,19$; $p=0,03$), strömming ($R_s=0,25$; $p=0,003$), färsk havsfisk (typ torsk, plattfisk; $R_s=0,24$; $p=0,004$) och skaldjur ($R_s=0,20$; $p=0,02$ respektive $R_s=0,28$; $p<0,001$).

De som aldrig konsumerade ”riskfiskar” ($n=15$) hade signifikant lägre kvicksilverhalter än de som åt sådan fisk, vid ungefär lika konsumtion av övrig fisk (Tabell 4). THg-halten i hår och MeHg-halten i blod skilde sig ej signifikant åt mellan de som åt hälleflundra, tonfisk, svärdfisk och marulk, men ej gädda, gös, abborre, lake och ål ($n=13$; 0,74 mg THg/kg (0,26-1,5 mg/kg) respektive 1,5 μg MeHg/l (0,9-3,8 $\mu\text{g/l}$)), och de som åt gädda m.fl., men ej hälleflundra m.fl. ($n=48$; 0,67 mg THg/kg (0,1-4,0 mg/kg) respektive 1,7 μg MeHg/l (0,4-11 $\mu\text{g/l}$)).

Tabell 4. Jämförelse av koncentrationer av totalkvicksilver (THg) i hår och metylkvicksilver (MeHg) i blod samt konsumtion av övrig fisk (antal gånger per månad) hos de som ätit respektive inte ätit ”riskfiskar”.

	Konsumtion av ”riskfiskar”		
	Ja, $n=131$	Nej, $n=15$	
<i>THg i hår (mg/kg)</i>			
Median	0,74	0,48	$p=0,02$
Range	0,08-4,0	0,28-1,6	
<i>MeHg i blod ($\mu\text{g/l}$)</i>			
Median	1,9	1,3	$p=0,02$
Range	0,3-14	0,5-4,0	
<i>Konsumtion av övrig fisk (ggr/mån)</i>			
Median	17	14	$p=0,79$
Range	3,5-73	6,5-36	

THg i hår, men ej MeHg i blod, ökade med kvinnans ålder ($R_s=0,20$; $p=0,02$). Indikationer för att fiskintaget ökar med åldern finns i nationella Miljöhälsorapporten (NMHR, 2001). Konsumtionen av ”riskfiskar” ökar, dock ej signifikant, med stigande ålder (Figur 5). Den äldsta gruppen av kvinnor (44-56 år) hade 3 gånger högre intag av gädda, gös, abborre, lake och ål (median: 1,5 ggr/mån (0-12 ggr/mån)) än den yngsta gruppen av kvinnor (19-32 år; median: 0,5 ggr/mån (0-8,5 ggr/mån)) ($p=0,03$). Kvinnorna i den yngsta åldersgruppen äter dock mycket övrig fisk, i genomsnitt lika mycket som de äldsta kvinnorna.

Kvicksilverhalter (THg i hår eller MeHg i blod) var ungefär lika bland kvinnorna från de tre olika ”områdena”, (1) nordöstra Sverige: Västernorrlands-, Västerbottens- och Gävleborgs län; (2) Mellansverige: Västmanlands-, Värmlands- och Örebro län samt (3) sydvästra Sverige: Västra Götalands- och Hallands län (Tabell 5). Det var inte heller någon skillnad i åldersfördelning och totalkonsumtionen av fisk och skaldjur var ungefär densamma.

Tabell 5. Jämförelse av kvicksilverhalter, ålder och totalkonsumtionen av fisk/skaldjur: (1) nordöstra Sverige: Västernorrlands-, Västerbottens- och Gävleborgs län; (2) Mellansverige: Västmanlands-, Värmlands- och Örebro län samt (3) sydvästra Sverige: Västra Götalands- och Hallands län.

	1	2	3
<i>THg i hår (mg/kg)</i>			
Median	0,72	0,69	0,75
Range	0,15-2,9	0,08-4,0	0,32-1,8
<i>MeHg i blod (µg/l)</i>			
Median	1,8	1,9	1,9
Range	0,4-14	0,3-11	0,7-7
<i>Ålder</i>			
Median	40	39	39
Range	22-55	19-56	20-55
<i>Fisk och skaldjur (ggr/mån)</i>			
Median	18	19	16
Range	6-74	9-63	8-39

Kvicksilverhalten minskade signifikant med ökande konsumtion av övriga livsmedel (korv, fläskkött, nötkött, kyckling, köttfärsrätter). Det var också en negativ association mellan total fiskkonsumtion och konsumtion av övriga livsmedel.

Jämförelse med tidigare studier

Ur nationella miljöhälsoenkäten (NMHR, 2001) framgick att frekvensen högkonsumenter av insjöfisk (konsumtion en gång per vecka eller oftare) i Sverige är under 2 %, något högre (2-3 %) i de fyra norrlandslänen samt i Stockholms, Kalmar och Gotlands län. Omkring 10 % uppgav att de åt insjöfisk en gång per månad eller oftare men frekvensen var högre (17-22 %) i de tre nordligaste länen.

Det finns inga tidigare studier som är helt jämförbara med föreliggande studie, då de flesta tidigare svenska studier gjorts på fiskare, fritidsfiskare (äldre män och kvinnor) samt gravida kvinnor.

19 % av kvinnorna i föreliggande studie, bland kvinnor som äter mycket fisk, åt aldrig gädda, gös, abborre, lake och ål. De övriga åt sådan fisk i genomsnitt 1 gång per månad (0,25-12 ggr/månad). Ca 10 % åt dessa fiskar 1 gång per vecka eller mer.

THg-halten i hår hos dessa kvinnor som äter mycket fisk var 0,72 mg/kg (median, variationsbredd 0,08-4,0 mg/kg), i genomsnitt dubbelt så hög som hos gravida kvinnor i Uppsala län med genomsnittlig fiskkonsumtion och mycket låg konsumtion av insjöfisk (median: 0,35 mg/kg, variationsbredd 0,07-1,5 mg/kg; Berglund et al, 2001; Ask et al, 2002b). I en tidigare studie av högkonsumenter av insjöfisk, från bl a Hjälmarén, Vättern och Mälaren, (n=50; 21-81 år) var THg-halten 2,5 mg/kg (median, variationsbredd 0,3-10,8 mg/kg; Oskarsson et al, 1990). Bland kvinnorna (n=22) som deltog i studien var THg-halten 1,9 mg/kg (median, variationsbredd 0,3-6,8 mg/kg). I en studie i Hagfors kommun, bland medlemmar i fiskevårdsföreningar (n=143), var medianvärdet 0,9 mg/kg i hår (variationsbredd 0,10-18,5 mg/kg). Bland de kvinnor som deltog (n=51) var medianvärdet 0,7 mg THg/kg (variationsbredd 0,10-3,8 mg/kg; Andersson, 1997). Kvinnorna i den studien var

dock betydligt äldre (median: 60 år, range: 26-81 år) än i föreliggande studie. Endast sex kvinnor under 40 år ingick i den studien, variationen bland dem var 0,2-2 mg THg/kg hår.

MeHg-halten i blod, 1,9 µg/l (median, variationsbredd 0,30-14 µg/l), var ungefär dubbelt så hög som MeHg-koncentrationen i slutet av första trimestern i HÄMI-Solna studien (median: 0,94 µg/l, variationsbredd 0-6,8 µg/l; Vahter et al, 2000), den var även högre än totalkvicksilverhalten i blod vid samma tidpunkt rapporterat för kvinnor i Västsverige (median: 1,4 µg/l, variationsbredd 0,2-5,2 µg/l; Barregård et al, 1996). Det kan antas att MeHg-halten var lägre i den sistnämnda studien eftersom en del av totalkvicksilverhalten i blod är oorganiskt Hg och 89 % av kvinnorna hade amalgamfyllningar.

Koncentrationen av oorganiskt Hg i blod (median: 0,26 µg/l) var signifikant lägre i föreliggande studie jämfört med HÄMI-Solna, kvinnor i tidig graviditet, (median: 0,37 µg/l). 3 kvinnor i föreliggande studie hade amalgamsanerat sina tänder och 27 % hade fler än 10 amalgamfyllningar, jämfört med 37 % i HÄMI-Solna studien.

Slutsatser

Denna studie visar en tydlig effekt av konsumtion av ”riskfiskar” (gädda, gös, abborre, lake, ål samt färsk hälleflundra, marulk, tonfisk och svärdfisk) för MeHg-koncentrationer hos kvinnor i barnafödande ålder. Det är även uppenbart att konsumtion av annan fisk (inklusive skaldjur) också bidrar till MeHg-exponeringen.

Koncentrationer av kvicksilver i föreliggande studie bland kvinnor som äter mycket fisk är högre än tidigare studier bland gravida kvinnor, i Stockholm och Uppsala, men något lägre än tidigare studier bland fritidsfiskare (mestadels män) i Hagfors kommun och högkonsumenter av insjöfisk (från bl a Hjälmarén, Vättern och Mälaren). Halterna är dock i nivå med de kvinnor som deltog i Hagfors-studien.

I föreliggande studie hade 19 % (n=24) av kvinnorna i barnafödande ålder, 19-45 år, kvicksilverhalter i hår som överskred 1,2 mg/kg vilket motsvarar hårhalten vid referensdosen 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag (NRC, 2000). Kvinnor med ett högt fiskintag hamnar alltså över de nivåer som föreligger vid referensdosen, men under de nivåer som anses ge upphov till hälsoeffekter hos vuxna. Med tanke på att MeHg stannar kvar i kroppen i flera månader (halveringstid i blod ca 2-3 mån) kan ett högt fiskintag före påbörjad graviditet påverka fostrets exponering flera månader senare. Därför är det viktigt att konsumtion av fisk som kan innehålla höga halter MeHg minskas långt före graviditetens början. Det visar också hur viktigt det är att Livsmedelsverket når ut med sina kostrekommendationer till kvinnor som planerar att skaffa barn. Det är också angeläget att exponeringssituationen i landet kontinuerligt övervakas, framför allt vad gäller kvinnor i barnafödande ålder. Fortsatt övervakning kan ge svar på trender i exponering och risk för fosterskador.

Referenser

Andersson C (1997) Kvicksilverbelastning hos Hagforsbor - en undersökning av konsumtionsvanor och kvicksilverbelastning
(www.alvstranden.hagfors.se/hagfors/agenda/kvick/belast.htm)

- Andersson T, Lundberg P (1995) Geografisk bild av kvicksilverhalten i gädda 1984-1993. I "Hälsorelaterad miljöövervakning – samband mellan yttre miljöfaktorer och människors hälsa" (Red B Hedlund), Naturvårdsverket rapport 4397.
- Ask K, Åkesson A, Berglund M, Vahter M (2002a) Inorganic mercury and methylmercury in placentas of Swedish women. *Environ Health Perspect.* **110**, 523-26.
- Ask K, Vahter M, Petersson-Grawé K, Glynn A, Cnattingius S, Darnerud P.O, Atuma S, Aune M, Becker W, Berglund M (2002b) Methylmercury and inorganic mercury in Swedish pregnant women and in cord blood: influence of fish consumption, *Environ Health Perspect*, *submitted*.
- Barregård L, Sällsten G, Törnström G (1996) Kvicksilver i blod hos gravida kvinnor i Västsverige. Rapport från Yrkesmedicinska kliniken nr 62, Göteborg.
- Becker W (1999) Så äter vi fisk. *Vår Föda* nr 1. Livsmedelsverket.
- Berglund M, Ask K, Palm B, Petersson-Grawé K, Björs U, Vahter M (2001) Undersökning av kvicksilverexponering hos gravida kvinnor i Uppsala län, Naturvårdsverket rapport – kontrakt 215 0004.
- Einarsson Ö, Hansén L (1995) A PC-controlled module system for automatic sample preparation and analysis. *J Autom Chem* **17**, 21-24.
- EU (2001) Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel. Europeiska gemenskapernas officiella tidning 16.3.2001, L77/1-12,
(http://europa.eu.int/eur-lex/pri/sv/oj/dat/2001/l_077/l_07720010316sv00010013.pdf)
- Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K, Murata K, Sorensen N, Dahl R, Jorgensen PJ (1997) Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol. Teratol.* **19**, 417-28.
- Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F (1998) Cognitive performance of children prenatally exposed to "safe" levels of methylmercury. *Environ. Res.* **77**, 165-72.
- Johansson K, Bergbäck B, Tyler G (2001) Impact of atmospheric long range transport of lead, mercury and cadmium on the Swedish forest environment. *Wat Air Soil Pollut. Focus* **1**, 279-97
- Melin-Skeppstedt B (1994). "Goda råd om fisk" – utvärdering av Livsmedelsverkets information till gravida och ammande. Rapport 3/94, Livsmedelsverket.
- Myers GJ, Davidson PW, Palumbo D, Shamlaye C, Cox C, Cernichiari E, Clarkson TW (2000) Secondary analysis from the Seychelles child development study: the child behaviour checklist. *Env Res* **84**, 12-19.
- NMHR (2001) Nationella miljöhälsorapporten. Socialstyrelsen, Institutet för miljömedicin, Miljömedicin Stockholms läns landsting. Stockholm.

NRC (2000) Toxicological effects of Methylmercury. National Academy Press, Washington.

Oskarsson A, Ohlin B, Ohlander EM, Albanus L (1990) Mercury levels in hair from people eating large quantities of Swedish freshwater fish. *Food Add. Contam.* **7**, 555-62.

SLV (1998) Statens livsmedelsverks kungörelse med föreskrifter och allmänna råd om vissa främmande ämnen i livsmedel. SLV FS 1998:40, Livsmedelsverket, 1998.

SOU (1996) Miljörelaterade hälsorisker. Bilaga 1 till Miljöhälsoutredningen, SOU1996:124. Socialdepartementet.

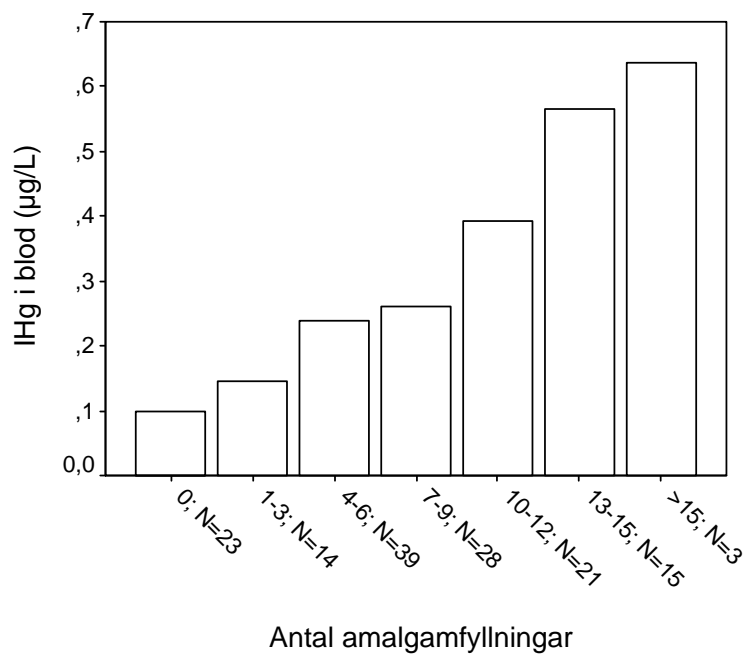
Svensson B-G, Schütz A, Nilsson A, Åkesson I, Åkesson B, Skerfving S (1992) Fish as a source of exposure to mercury and selenium. *Sci. Total Environ.* **126**, 61-74.

Svensson B-G, Nilsson A, Jonsson E, Schütz A, Åkesson B, Hagmar L (1995) Fish consumption and exposure to persistent organochlorine compounds, mercury, selenium and methylamines among Swedish fishermen *Scand. J. Work Environ. Health* **21**, 96-105.

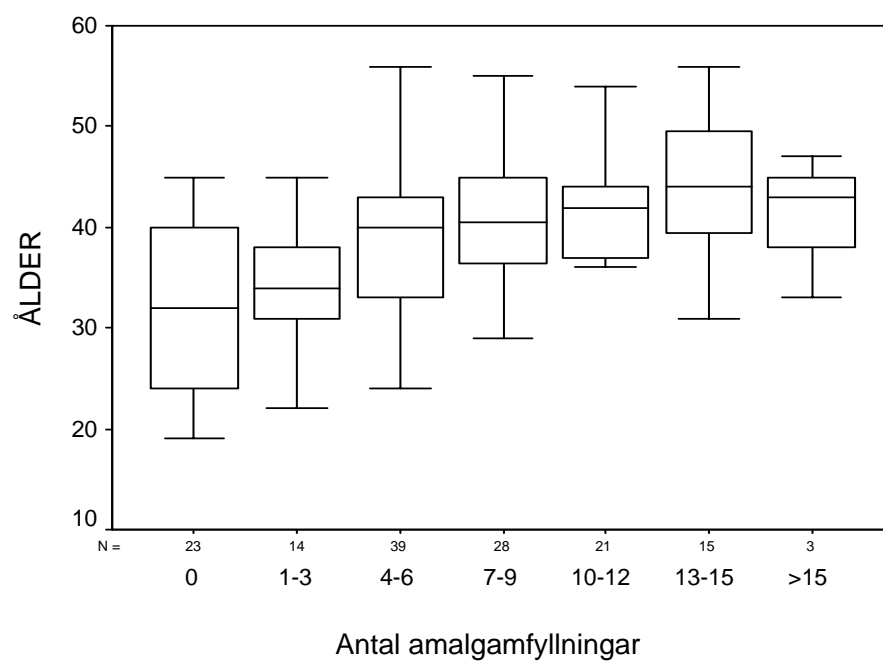
Sällsten G och Barregård L (1997) Uppföljning av kvicksilver i blod hos gravida kvinnor i Göteborg. Rapport från Yrkesmedicinska kliniken Göteborg.

Vahter M, Åkesson A, Lind B, Björs U, Schütz A, Berglund M (2000) Longitudinal study of methylmercury in blood and urine of pregnant and lactating women, as well as in umbilical cord blood. *Environ Res* **84**, 186-194.

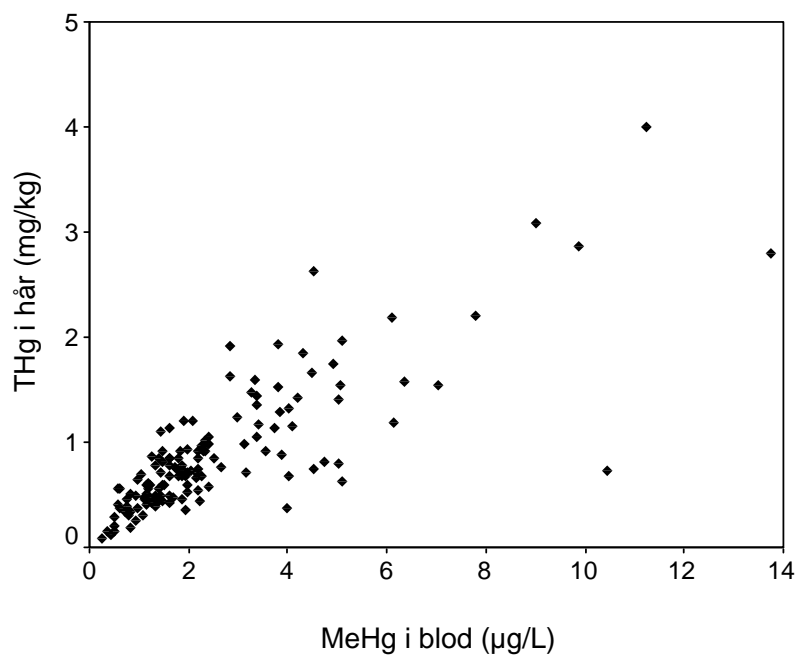
WHO (1990). Methylmercury. IPCS Environmental Health Criteria 101. WHO, Genève.



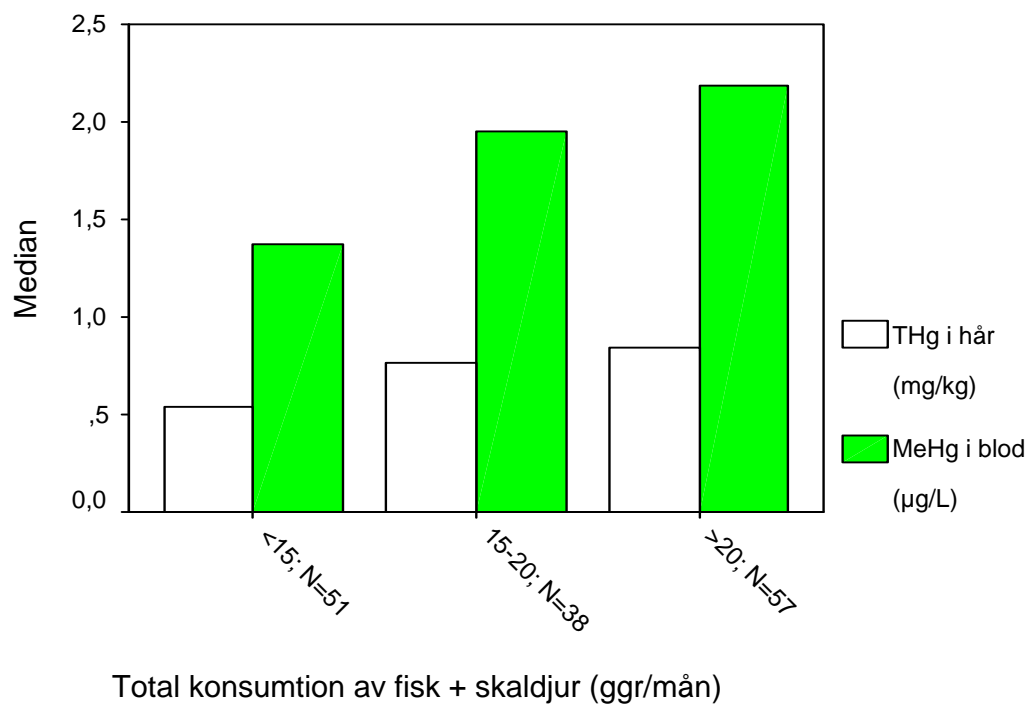
Figur 1. Halten av oorganiskt kvicksilver (IHg) i blod ($\mu\text{g/l}$) i förhållande till antal amalgamfyllningar hos kvinnan ($p < 0,001$).



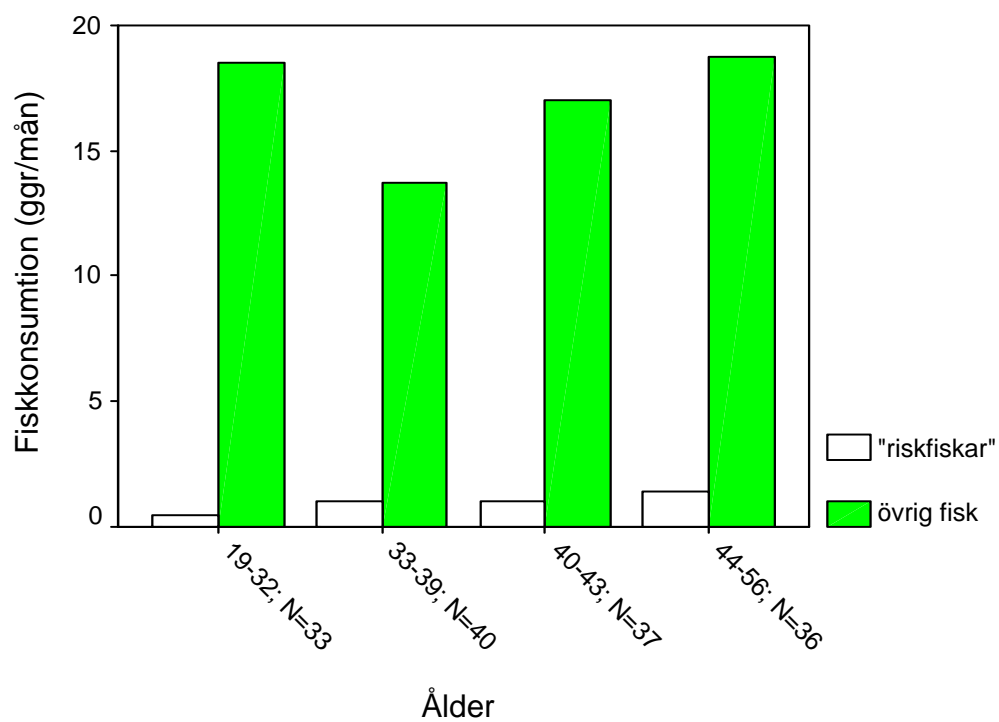
Figur 2. Antal amalgamfyllningar i förhållande till kvinnans ålder ($p < 0.001$).



Figur 3. Förhållandet mellan totalkvicksilverhalten (THg) i hår (mg/kg) och metylkvicksilverhalten i blod (µg/l).
Linjens ekvation för log-transformerad data var: $y = -0,36 + 0,74x$, $R^2 = 0,70$; $p < 0,001$.



Figur 4. Median av totalkvicksilverhalten (THg) i hår (mg/kg) och metylkvicksilverhalten (MeHg) i blod (µg/l) i förhållande till det totala fisk- samt skaldjursintaget, beräknat i antal gånger per månad (ggr/mån) ($R_s=0.35$, $p<0.001$ respektive $R_s=0.38$, $p<0.001$).



Figur 5. Den totala konsumtionen av fisk (median), uppdelat på "riskfiskar" samt övrig fisk, beräknat i gånger per månad (ggr/mån), i förhållande till kvinnans ålder.