

Risk och nytta med fisk

Ingela Helmfrid¹⁾, Sofie Ström²⁾, Marie Aune³⁾, Per Leanderson¹⁾, Brita Palm²⁾, Anders Glynn³⁾, Marika Berglund²⁾

¹⁾ Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset, Linköping

²⁾ Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, Stockholm

³⁾ Livsmedelsverket, Uppsala

Sammanfattning

Inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen (HÄMI) har exponering för metylkvicksilver (MeHg), persistenta organiska föreningar (POP) och intag av fiskfettsyror i form av fettsyresammansättningen (Omega-3 index) kartlagts. Studieområdet begränsades till kommuner i Gävleborgs län, kring Vänern, Vättern och i Småländska höglandet. Totalt skickades 6 500 enkäter till ett slumpmässigt urval av flickor och kvinnor i barnafödande ålder (15-45 år). Svarsfrekvensen var 30 %.

Enligt enkätsvaren är det endast en femtedel av landets kvinnor (15-45 år) som följer Livsmedelsverkets råd att äta fisk 2-3 gånger i veckan, och ca 5 procent åt sällan eller aldrig fisk. En mindre andel av kvinnorna (1,5 %) konsumerade all sorts fisk minst 30 gånger per månad, vilket är minst en fiskmåltid varje dag. Konsumtion av riskfiskar var betydligt vanligare i den studerade gruppen än vad Livsmedelsverket råd anger (2-3 gånger per år). Enligt enkätsvaren åt 80 procent MeHg-fisk och ca 60 procent åt POP-fisk mer än tre gånger per år, men de flesta åt dessa fiskar högst en gång per månad.

Baserat på de 1950 enkätsvaren, valdes två grupper av personer ut för förfrågan om provtagning och kompletterande enkät, en grupp med hög konsumtion av fisk och en med ingen eller låg konsumtion. Totalt deltog 75 kvinnor i högkonsumentgruppen och 55 kvinnor i lågkonsumentgruppen.

Blodserumhalten av PCB 153 och HCB hos högkonsumenter av POP-fiskar var signifikant högre än hos lågkonsumenter. Medianhalten i serum för PCB 153 var 36 ng/g fett (range 9-125 ng/g fett) bland högkonsumenter och 24 ng/g fett (range 4-74 ng/g fett) bland lågkonsumenter. Halterna bland högkonsumenterna var något högre än jämförbara halter i bröstmjolk från förstfödorskor från Uppsala (median 31 (range 19-91) ng/g fett) år 2006, men lägre än tidigare mätningar (median 68 (range 24-186) ng/g fett) från år 1996-97. PCB 153-halten och även HCB och DDE bland förstfödorskor har generellt minskat över tid i takt med att POP-halterna i miljön har minskat. I vår studie ingick både gravida, förstfödorskor, omfödorskor och kvinnor som inte fått barn. Trots att exponeringen har minskat syns ett samband mellan PCB-halt och konsumtion av fisk, framförallt för konsumtion av fet fisk som innehåller låg/medelhög halt av POP och av POP-fisk.

Det var ett starkt samband mellan kvicksilverhalten i hår och konsumtion av mager fisk ($R=0,51$), riskfiskar ($R=0,47$) och total fiskkonsumtion ($R=0,54$). MeHg-halten i hår var signifikant högre bland högkonsumenter av fisk (MeHg-grupp: median 0,28 mg/kg (range 0,07-2,1 mg/kg), POP/MeHg-grupp: median 0,4 mg/kg (range 0,17-1,6 mg/kg), POP-grupp: median 0,37 mg/kg (range 0,10-1,2 mg/kg) jämfört med lågkonsumenterna (median 0,07 mg/kg (range 0,01-0,45 mg/kg)). Jämfört med tidigare HÄMI-studier var hårhalterna av MeHg låga i alla grupper. I en tidigare studie av kvinnor (19-56 år) med högt fiskintag var medianhalten i hår 1,9 mg/kg (range 0,30-14 mg/kg). I en HÄMI-studie av gravida förstfödorskor (20-40 år) från Uppsala var medianhalten i hår 0,35 mg/kg (range 0,07-1,5 mg/kg; Berglund et al., 2001) och i en studie av gravida kvinnor i Västsverige var medianhalten i hår 0,43 mg/kg (range 0,02-1,8 mg/kg; Rödström et al., 2004). Trots ett (självrapporterat) högt intag av fisk med potentiellt höga kvicksilverhalter var det ingen av kvinnorna som överskred WHO:s expertorgan JECFA tolerabla kvicksilverhalt i hår på 2,2 mg/kg. Tre procent av kvinnorna överskred National Research Council (NRC) tolerabla hårhalt på 1,2 mg/kg.

Fettsyresammansättningen i blod visade tydligt samband mellan Omega-3 index och total fiskkonsumtion och konsumtion av olika sorters fisk. Likaså visades att intag av Omega-3 kosttillskott har stor betydelse. De flesta personerna hade ett adekvat intag av Omega-3. Några (10 %) hade Omega 3-index under 4. Dessa personer tillhör främst lågkonsumentergruppen. De skulle behöva öka sitt intag av Omega 3, t ex genom ökad fiskkonsumtion. Ett generellt ökat fiskintag enligt Livsmedelsverkets rekommendationer kommer dock att leda till en ökad exponering för miljögifter i fisk, eftersom även andra fisksorter än riskfiskar, bidrar till den totala exponeringen. Det är därför viktigt att även i fortsättningsvis övervaka exponeringen.

Bakgrund

Fisk är ett viktigt livsmedel som de flesta bör äta mer av. Fisk är rik på fleromättade fettsyror, mineraler och vitaminer som har positiva effekter på fosterutveckling samt skyddar mot hjärt-kärlsjukdom. Fisk är också en av de viktigaste exponeringskällorna för vissa miljöföroreningar som bl. a. kan skada fosterutvecklingen. Därför har Livsmedelsverket utfärdat särskilda kostrekommendationer för fiskintag för barn och kvinnor i barnafödande ålder, gravida kvinnor, samt storkonsumenter av fisk.

Mot bakgrund av de nordiska näringsrekommendationerna (NNR 2004) så bör man enligt Livsmedelsverkets bedömning äta fisk ca 2-3 gånger per vecka, varav en portion fet fisk. Enligt Livsmedelsverkets kostundersökningar så äter de flesta betydligt mindre fisk än så och en generell ökning av fiskkonsumtionen är därför önskvärd, samtidigt som kostrekommendationerna pekar på att konsumtionen av vissa fisksorter som kan innehålla höga halter av miljögifter bör hållas nere.

Miljöföroreningar i fisk, såsom metylkviksilver (MeHg) och persistenta organiska ämnen (POP), kan skada det centrala nervsystemet redan vid låg exponering under fosterstadiet. Hos populationer som äter mycket fisk kan exponering för MeHg under fosterstadiet leda till negativa effekter på uppmärksamhet, sensoriska och motoriska funktioner, språk, minne och IQ hos barnen (Grandjean et al., 1997; Davidson et al., 1998). Vid exponering för POP finns en risk för sänkt födelsevikt samt försämrad motorisk och mental utveckling hos barnet (Jacobson och Jacobson 1996; Baibergenova et al., 2003). Cancer och effekter på

immunförsvaret är andra möjliga effekter som framkommit i försök med djur som utsatts för mycket höga halter av dioxiner och PCB. Fisk är den viktigaste källan till exponering för både MeHg och POP i den allmänna befolkningen. POP har mycket lång halveringstid i kroppen vilket innebär att exponeringen hos flickor har betydelse för kroppsbelastningen av POP många år senare när flickorna har kommit upp i barnafödande ålder.

Samtidigt som det kan finnas risker förknippade med stor konsumtion av fisk med förhöjda halter av miljöföroreningar, finns det också tydliga indikationer på att fiskkonsumtion är positivt ur hälsosynpunkt. Fisk innehåller långkedjiga fleromättade fettsyror, särskilt omega-3, och är generellt en bra källa för flera näringsämnen. EPA (eikosapentaenoisyra) och DHA (dokaosahexaenoisyra) är två mycket viktiga långkedjiga omega 3 fettsyror. De kan i kroppen bildas av α -linolensyra men finns även i fet fisk och intag av fet fisk ökar halterna. Fisk står för drygt en femtedel av det totala intaget av n-3-fettsyror och för 80 procent av de långkedjiga n-3-fettsyrorerna i kosten (Becker och Pearsson, 1998). I meta-analyser av prospektiva populationsstudier bland den friska normalbefolkningen har man påvisat en minskad risk att dö i hjärt-kärlsjukdom bland personer som åt fisk några gånger per månad eller oftare, jämfört med personer som åt fisk mer sällan än en gång per månad (He et al., 2004; Whelton et al., 2004). Högre andel n-3-fettsyror i blodet har i epidemiologiska studier visats ha en skyddande effekt mot hjärtinfarkt (Hallgren et al., 2001). Vidare finns rapporter som indikerar positiva effekter av fiskkonsumtion hos gravida kvinnor. En meta-analys (Szajewska et al., 2006) visar att tillskott av långkedjiga n-3-fettsyror under graviditet gav en signifikant ökad graviditetslängd (1,6 dagar) och indikationer på minskad risk för lågviktiga barn. Även positiva effekter på fostrets utveckling har observerats, n-3 fettsyrastatus vid födsel har i flera observationsstudier relaterats till neurologiska indikatorer, som förbättrad synförmåga och intelligens under spädbarnstiden och senare under barndomen, men resultaten är inte entydiga (Bakker et al., 2003; Helland et al., 2003; Malcolm et al., 2003; Hornstra, 2005).

Uppgifterna om hur stor andel av befolkningen som har en exponering som överskrider tolerabla intag av miljögifter, eller har ett lågt intag av nyttiga fettsyror, är mycket osäkra. Denna undersökning kompletterar tidigare studier (Ankarberg och Petersson Grawé 2007; Becker et al 2007; Hanberg et al, 2007; Petersson-Grawé et al, 2007).

Syfte

Det övergripande syftet med denna undersökning var att inom ramen för den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen kartlägga samtidig exponering för metylkvicksilver (MeHg), persistenta organiska föreningar (POP) och fettsyror (Omega-3 index) via fiskintag hos flickor och kvinnor i barnafödande ålder (15-45 år), med fokus på dem som är bosatta i områden med konstaterat högre halter av POP och/eller MeHg i fisk (Haag 2000; Bjerselius et al, 2002; Öberg, Darnerud 2003; Petersson-Grawé et al, 2007). Mer specifikt har vi studerat konsumtionsmönstret för fisk (mängder och sorter), exponeringen för miljögifter via fisk, risker (andel som ligger över tolerabelt intag av miljögifter) och nytta (andel som har ett adekvat intag av fettsyror).

Metodik

Studiedesign

Studieområdet begränsades till kommuner i Gävleborgs län, kring Vänern, Vättern och i Småländska höglandet, dvs. i områden där man konstaterat högre halter av POP och/eller MeHg i fisk (Haag, 2000; Bjerselius, et al., 2002; Öberg och Darnerud 2003; Petersson-Grawè et al., 2007). Totalt 6 500 enkäter (enkät 1; bilaga 1) skickades till ett slumpmässigt urval av flickor och kvinnor i barnafödande ålder (15-45 år). Enkäten omfattade information om bostadsort, utbildningsnivå, längd och vikt samt intag av fisk (frekvenser, sort och mängd). Svarefrekvensen var ca 30 procent (1947 besvarade enkäter). Baserat på enkätsvaren valdes två grupper av personer ut för förfrågan om provtagning och kompletterande enkät (enkät 2; bilaga 2), en grupp med låg (131 personer) och en med hög fiskkonsumtion (178 personer). Gruppen med hög fiskkonsumtion delades in i tre undergrupper med avseende på hög exponering av MeHg, POP och av både MeHg och POP: 1) MeHg (äter abborre, gädda, gös och lake minst en gång per vecka, färsk eller fryst hälleflundra, svärdfisk, tonfisk, marulk och/eller piggvar minst tre gånger per månad och/eller konserverad tonfisk tre gånger per vecka), 2) POP (åt strömming, böckling, Östersjölax, havsöring, ej odlad, minst en gång per månad eller lever från torsk eller lake minst 7-11 gånger per år), och 3) POP/MeHg (åt vild insjölax, röding och öring från Vänern och Vättern minst en gång per månad). I gruppen lågkonsumenter (L) placerades kvinnor med låg fiskkonsumtion (åt aldrig fisk eller högst sex gånger per år) och kvinnor som åt fisk med låg halt av miljögifter (färdiga fiskrätter, torsk, kolja, spätta, sej etc.) högst 3 gånger per månad. I tabell 1 anges indelning av olika sorters fisk i kategorier med avseende på innehåll av MeHg och POP.

Tabell 1. Indelning av fisk med avseende på magra och feta fisksorter och fisksorter som generellt innehåller högre halter av POP och MeHg, samt de fisksorter som generellt innehåller låg till medelhög halt av POP och MeHg.

Mager fisk	Torsk, kolja, spätta, sej, hoki, pollock, hälleflundra, tonfisk, svärdfisk, marulk, piggvar, färdiga fiskrätter (fiskpinnar, fiskbullar, gratäng), gädda, gös, abborre, lake, skaldjur
Fet fisk	Makrill, sill, ansjovis, sardin, sardell, strömming, böckling, lax, regnbåge, röding, öring, sik, ål, lever av torsk eller lake
MeHg-fisk: Fisk med generell hög MeHg-halt	Färsk eller fryst hälleflundra, tonfisk, svärdfisk, marulk, piggvar, vild insjölax, röding, öring, gädda, gös, abborre, lake
POP-fisk: Fisk med generell hög POP-halt	Strömming, böckling, vild insjölax, vild röding, vild öring, Östersjölax, havsöring (ej odlad), sik, lever av torsk eller lake
M/L MeHg: Fisk med generell medelhög till låg halt av MeHg	Färsk eller fryst fisk såsom torsk kolja, spätta, sej, hoki, pollock, färdiga fiskrätter (fiskpinnar, fiskbullar, gratäng), tonfisk på burk, skaldjur
M/L POP: Fisk med generell medelhög till låg halt av POP	Makrill (färsk, rökt) rökt sill, salt sill, fiskkonserver (sill, ansjovis, sardin, sardell, makrill mm), odlad fisk (norsk fjordlax, annan lax, regnbåge, röding, öring), ål

Alla kvinnor i urvalsgrupperna kontaktades och erbjöds provtagning för analys av blod (PCB 153, hexaklorbensen, HCB, DDT-metaboliten DDE, Omega-3 fettsyror) och hår (MeHg). Ca 42 procent (130 individer) accepterade erbjudandet om provtagning. Studiepersonerna fick

hembesök av en undersköterska, som tog prover. Analyser av POP gjordes vid Livsmedelsverket i Uppsala, MeHg vid Institutet för miljömedicin (IMM), Karolinska Institutet i Stockholm och fettsyrasammansättning (Omega-3 index) vid Arbets- och miljömedicin (AMM), Universitetssjukhuset i Linköping. I samband med provtagningen fick studiepersonerna besvara en kompletterande enkät med frågor om kostvanor, konsumtion av egenfångad fisk, uppväxt, kosttillskott, amning, antal barn och motion.

Provtagning och analys

Persistententa organiska miljögifter

Provtagning

Venöst blodprov togs i Vacutainerrör (Venoject® VT 4x10 ml med röd kork, utan tillsats). Rören vändes försiktigt några gånger, därefter fick de stå upprätt i ca 1 tim i rumstemperatur innan de centrifugerades. Rören centrifugerades vid 3250 varv/min under 10 minuter. Serum delades upp i två glaströr med svart skruvkork (acetondiskade) med acetondiskade engångs pasteurpipetter. Rören märktes med samma löpnummer som enkäten. Serumproverna frystes in (-18°C) i en bärbar frysväska under transport till laboratoriet och förvarades i frys (-20°C) tills analysen genomfördes.

Provupparbetning och analys

Analyserna utfördes på Livsmedelsverket och analysmetoden beskrivs här kortfattat. Tinade prover av serum (4 g) blandades med metanol och extraherades tre gånger med en blandning av n-hexan/dietyleter (1:1) efter tillsats av interna standarder (CB 189 och *o,p'*-DDD). Lösningemedlen indunstades och fetthalten bestämdes gravimetriskt. Proverna löstes därefter i n-hexan och behandlades med koncentrerad svavelsyra. CB 153 separerades från de klorerade bekämpningsmedlen (utom HCB och *p,p'*-DDE) med hjälp av en kiselgelkolonn. Den erhållna fraktionen med CB 153, HCB och *p,p'*-DDE kvantifierades genom injektion på en gaskromatograf (HP5890) utrustad med ett dubbelkolonnssystem och dubbla EC-detektorer (⁶³Ni). De två kolonnerna hade olika polaritet för att underlätta och säkerställa identifieringen av de olika föreningarna. Kvantifieringen utfördes mot kalibreringskurvor erhållna genom injektion av standardlösningar vid minst tre olika koncentrationer. Blankprover och interna kontrollprover analyserades parallellt med proverna i studien. Laboratoriet har med lyckat resultat deltagit i flera internationella provningsjämförelser. Kvalitetssäkringsarbetet innefattar även användandet av certifierade standarder (då de finns tillgängliga). Laboratoriet var då dessa analyser utfördes ackrediterat för analys av klororganiska föreningar i kött och fettvävnad.

Metylkviksilver

Provtagning

Hårprov av en tändstickas tjocklek togs på bakhuvudet, under överhåret. Ett bomullsband knöts om hårtofsen som klipptes av så nära hårbotten som möjligt. Hårtofsen med bandet lades i en plastpåse som förslöts och märktes med individens löpnummer. Hårprovet förvarades i rumstemperatur tills det skickades för analys.

Provupparbetning och analys

Hårproverna analyserades vid IMM. Den totala kvicksilverhalten bestämdes, vilket ger ett mycket bra mått på MeHg-exponeringen eftersom >90 % av kvicksilver i hår är MeHg

(Berglund et al, 2005). Hårprover (50 mg) uppslöts med mikrovågsugn (Milestone ultraCLAVE II; EMLS, Leutkirch, Germany) vid hög temperatur (250 grader) och högt tryck (40 bar). De kolfria lösningarna analyserades sedan med ”inductively coupled plasma mass spectrometry” (ICPMS; Agilent 7500ce, Agilent technologies, Waldbronn, Germany) med kollision/reaktioncellsystem, autosampler (Cetac ASX-510), och Agilent Micro Flow nebulizer, 100 µl/min. För extern kalibrering användes Mercury ICP standardlösning 1000 µg/ml (Ultra Scientific, North Kingstown, USA). Lutetium användes som intern standard (m/z 175; CPI International, Amsterdam, Netherlands). För analytisk kvalitetskontroll användes IAEA086 hår (rekommenderat värde 0,57 mg/kg, erhållet värde 0,52 mg/kg), NCS ZC81002b hår (certifierat värde 1,06±0,28 mg/kg, erhållet värde 1,12±0,18 mg/kg) och IMM hår (rekommenderat värde 4,9 mg/kg, erhållet värde 4,9 mg/kg). Detektionsgränsen (3SD för medelvärdet av blankarna) var 0,003 ng/g.

Fettsyrasammansättning – Omega-3 index

Provtagning

Venöst blod (6 ml EDTA-rör; BD Vacutainer NH) samlades för fettsyreanalys. Analysen gjordes i röda blodceller som speglar längre tids intag av fettsyror (Harris & von Schacky, 2004). Efter cirka 5 minuter i rumstemperatur centrifugerades rören i 4000 varv/minut under 10 minuter (1500 x g). Plasma fördes sedan över till två Eppendorfrör (2 x 750 µl). Det övre skiktet med röda blodceller (5 mm) avlägsnades innan 3 ml fysiologisk koksaltlösning tillsattes och rören korkades och vändes 5 gånger. Efter en centrifugering (som ovan) avlägsnades all supernatant samt det övre skiktet med röda blodceller (5 mm) innan de frystes i -20°C. Vid ankomsten till laboratoriet fördes proven över till en lågtemperaturfrys (-70°C) där de förvarades fram till analys.

Provupparbetning och analys

Upparbetning och metylering av fettsyror i röda blodceller utfördes med mindre modifikationer enligt en metodik tidigare beskriven av Sands *et al* (2005). Efter att proven tinats fördes 50 µl över till 2 ml Eppendorfrör och blandades med 100 µl vatten och 1500 µl isopropanol: hexan (2:3). Efter extraktion under 5 minuter på skak (2400 r/min.) och centrifugering vid 14000 x g under 1 minut fördes 1200 µl av supernatanten över till glasprovrör (Kimax, 100 x 16 mm) och indunstades med kvävgas. För att metylera fettsyror till tillsattes 1 ml 15 % borttrifluorid i metanol innan rören fylldes med kvävgas, korkades och inkuberades i 90°C under 60 minuter. Efter att proven antagit rumstemperatur tillsattes 1 ml vatten, 1 ml mättad KCl-lösning, 1 ml 35 procentig Na₂CO₃ x 10 H₂O och 1 ml hexan. Provrören korkades och extraherades under 5 minuter på skak (2400 r/min.). Efter centrifugering vid 400 x g under 3 minuter fördes 800 µl av hexanfasen över till 1,5 ml Eppendorfrör och indunstades med kvävgas. Slutligen resuspenderades indunstningsresterna innehållande fettsyra-metylestrar i 100 µl hexan som sedan fördes över till 200 µl prov-vialer.

Analysen utfördes med hjälp av gaskromatografi och flamjonisationsdetektion (Shimadzu GC-2010, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Varje prov analyserades två gånger och variationskoefficienten för omega-3 index vid två injektioner (n= 130) var 0,9 procent. Omega-3 index är ett mått på andelen EPA och DHA i förhållande till andra fettsyror och ett högt omega-3 index visar på en hög andel EPA och DHA vilket indikerar ett högt intag av fet fisk (eller kosttillskott innehållande fiskfettsyror). Topphöjden på respektive fettsyra-metylester bestäms och den procentuella fördelningen av de olika fettsyrorerna beräknas. Omega-3 index uttryckt i procent beräknades med formeln:
Topparea för EPA+ DHA/Topparea för alla detekterade fettsyror x 100.

Statistiska metoder

För jämförelser av POP-halter mellan låg- och högexponerade innan justering för livsstils- och andra faktorer användes t-test. För jämförelser av justerade geometriska medelvärden av POP användes GLM-analys. Signifikansnivån sattes till $p \leq 0,05$. Dataprogrammet Minitab 15 (Norsys Technology AB, Stockholm) användes till dessa analyser.

För övriga jämförelser mellan grupper användes t-test och Anova. Korrelationsanalyser utfördes med hjälp av Correlationsmatrisen och programvaran Statistica 8,0 (Statsoft Scandinavia AB, Uppsala). Signifikansnivån sattes till $p \leq 0,05$.

Resultat

Enkät 1

Totalt besvarade 1947 kvinnor (15-45 år) enkät 1. Av dessa hade 12 procent högst grundskola, 47 procent högst gymnasieskola, och 41 procent var högskole-/universitetsutbildade. Fjorton procent var 18 år eller yngre och 21 procent var 20 år eller yngre.

Endast 4,9 procent svarade att de aldrig åt fisk. De flesta åt fisk 1 gång/vecka (36 %) eller 1-3 gånger/månad (29 %). En liten andel (ca 1 %) uppgav att de åt fisk 4 ggr/vecka eller mer (tabell 2).

Ca 31 procent svarade att de åt fisk som de själva eller någon i familjen fångat 1-6 gånger/år medan över hälften (58 %) svarade att de aldrig äter sådan fisk. Få personer äter egenfångad fisk 1 gång/vecka (1,1 %).

Tabell 2. Konsumtionsfrekvenser av all sorts fisk och andel (%) som äter fisk som de själva eller någon i familjen fångat.

	Aldrig (%)	1-6 ggr/år (%)	7-11 ggr/år (%)	1-3 ggr/månad (%)	1 gång/vecka (%)	2-3 ggr/vecka (%)	4 ggr/vecka el. mer (%)
Fisk-konsumtion	4,9	4,1	6,0	29	36	19	0,99
Egenfångad fisk	58	31	6,6	2,6	1,1	0,20	0

Det var stor individuell variation i fiskkonsumtion (total range 0-67 gånger per månad). Enligt enkätsvaren var det vanligast med konsumtion av torsk, kolja, spätta, sej, hoki och/eller pollok (tabell 3, rad 1), därefter färdiga fiskrätter (rad 3), tonfisk på burk (rad 5), fiskkonserver (rad 6) och odlad fisk (rad 8). Konsumtion av ål, lake och lever från torsk och lake var inte vanligt förekommande, mer än 90 procent av de svarande åt aldrig dessa fisksorter. Likaså var det få som konsumerade gädda och gös.

Tabell 3. Andel kvinnor (%) och konsumtion (antal gånger per månad) av olika fisksorter.

ggr/månad	0	0,29	0,75	1	2	3	4	8	12	Ej svarat
Intag av (%)										
Färsk eller fryst fisk såsom torsk, kolja, spätta, sej, hoki, pollock,	9,0	13	9,7	12	13	15	21	4,7	0,31	2,2
Färsk eller fryst hälleflundra, tonfisk, svärdfisk, marulk, piggvar	59	20	3,9	7,1	2,7	1,6	1,3	0,56	0,21	3,9
Färdiga fiskrätter (fiskpinnar, fiskbullar, gratäng)	21	21	11	17	11	8,0	7,4	0,77	0,10	2,8
Makrill (färsk, rökt) rökt sill, salt sill för tillagning hemma	51	28	6,8	4,3	1,8	1,8	0,98	0,21	0,21	4,5
Tonfisk på burk	29	26	11	12	8,0	6,2	3,3	1,2	0,41	2,6
Fiskkonserver (sill, ansjovis, sardin, sardell, makrill mm)	27	28	15	10	6,7	5,6	3,3	1,0	0,51	3,3
Strömning (inkl. surströmning), böckling	63	25	4,1	2,7	1,2	0,67	0,15	0,10	0	3,6
Odlad fisk (norsk fjordlax, annan lax, regnbåge, röding, öring)	23	22	11	12	11	8,3	7,3	1,6	0,31	2,9
Vild insjölox, röding, öring	59	27	4,0	2,6	1,2	0,46	0,72	0,05	0,05	4,9
Östersjölox, havsöring (ej odlad), sik	65	19	4,3	3,5	1,6	0,72	1,2	0,21	0	4,6
Äl	90	5,9	0,21	0,10	0,05	0	0	0	0	3,7
Gädda	80	15	1,0	0,31	0,15	0,05	0,21	0,05	0	3,3
Gös	77	16	1,9	0,82	0,36	0	0,15	0	0	3,5
Abborre	63	28	4,7	0,72	0,51	0,15	0,10	0,05	0,05	3,2
Lake	94	2,41	0,21	0	0	0	0	0	0	3,9
Lever av torsk eller lake	95	0,41	0,15	0,05	0	0	0,05	0	0	3,9
Skaldjur	12	18	21	16	12	12	5,6	1,5	0,46	2,4

Konsumtion av typiska riskfiskar med generellt högre halt av MeHg och POP var inte lika stor som konsumtion av övrig fisk (tabell 4 och 5). En mindre andel, 1,5 procent (29

individer), åt fisk (alla sorter) minst 30 gånger per månad (tabell 4). Ca 10 procent av kvinnorna (203 individer) var högkonsumenter av MeHg-fisk dvs. åt sådan fisk en gång per vecka eller mer (tabell 5). Ca 8,5 procent (165 individer) var högkonsumenter av POP-fisk dvs. åt sådan fisk två gånger per månad eller mer. Ca 87 procent av de svarande åt MeHg-fisk och ca 66 procent åt POP-fisk mer än 3 gånger per år.

Tabell 4. Fördelningen av kvinnor (%) med avseende på den totala fiskkonsumtionen och av mager fisk, fet fisk, fisk med hög MeHg-halt, fisk med hög POP-halt, fisk med låg/medelhög MeHg-halt, samt fet fisk med låg/medelhög POP-halt (n=1947).

Antal ggr/mån	Total fisk-konsumtion (%)	Mager fisk (%)	Fet fisk (%)	Fisk med hög MeHg-halt (%)	Fisk med hög POP-halt (%)	Fisk med låg/medelhög MeHg (%)	Fisk med låg/medelhög POP (%)
>0=<5	22	39	72	85	91	54	80
>5=<10	31	37	14	5,9	0,92	33	10,0
>10=<15	18	12	2,5	0,82	0,15	6,8	1,5
>15=<20	8,1	2,8	0,62	0,15	0,05	0,98	0,31
>20=<25	3,2	0,72	0,15	0,31	0	0,15	0,15
>25=<30	1,2	0,46	0,10	0,05	0	0,05	0
>30=<35	0,56	0,05	0,05	0	0	0,05	0
>35=<40	0,31	0,05	0	0	0	0	0
>40=<45	0,26	0,1	0	0	0	0	0
>45=<50	0,26	0	0	0	0	0	0
>50=<55	0,05	0	0	0	0	0	0
>55=<60	0	0,05	0	0	0	0	0
>60=<65	0	0	0	0	0	0	0
>65=<70	0,05	0	0	0	0	0	0
Ej svarat	15	8,5	11	7,9	7,8	5,0	7,7

Tabell 5. Fördelning av kvinnor (%) med avseende på konsumtion av fisk som generellt innehåller hög halt av MeHg och POP (n=1947).

Antal ggr/mån	Fisk med hög MeHg-halt (%)	Fisk med hög POP-halt (%)
>0=<0,25	13	34
>0,25=<0,5	13	23
>0,5=<0,75	8,3	11
>0,75=<1	8,0	6,9
>1=<2	21	9,3
>2=<4	19	5,9
>4=<6	5,1	1,7
>6=<8	2,2	0,31
>8=<10	1,8	0,36
>10=<12	0,31	0,05
>12=<14	0,51	0,1
>14=<16	0	0,05
>16=<18	0,10	0
>18=<20	0,05	0
>20=<22	0,15	0
>22=<24	0,05	0
>24=<26	0,15	0
Ej svarat	7,9	7,8

Enkät 2

Ca 42 procent av kvinnorna som kontaktades för eventuell provtagning tackade ja till att delta. I gruppen högkonsumenter, som delades in i tre grupper med avseende på exponering för POP, MeHg eller både POP/MeHg, var det ungefär lika många personer i varje grupp (tabell 6). I lågkonsumentsgruppen ingick 55 personer, fördelat på 17 icke-konsumenter och 37 lågkonsumenter vilka konsumerade fisk och skaldjur med låg halt av miljögifter högst 3 gånger/mån (tabell 6). Det var ingen signifikant skillnad i ålder mellan de olika grupperna (tabell 6). Några kvinnor hann fylla 46 år under provtagningstiden (oktober 2007-april 2008) men kontaktades det år de var 45 år.

Body Mass Index (BMI) är ett mått på kroppsmassan och anger relationen mellan vikt och längd dvs. vikten (kg)/längden*längden (m^2). WHO har angivit gränsvärden för BMI enligt följande: mindre än 18,5 undervikt, 18,5-24,9 normalvikt, 25,0-29,9 övervikt, mer än 30,0 fetma. Bland kvinnorna i studien förekom stora variationer i BMI, men medel- och medianvärdet för BMI var ungefär lika i alla grupper (tabell 6).

Flertalet kvinnor i högkonsumentsgrupperna uppgav att de åt egenfångad fisk eller fått sådan av släktingar eller vänner. Totalt var det 42 procent (55 individer) som åt egenfångad fisk. Av dessa fångade 7,3 procent fisk från Vättern, 18 procent från Vänern, 24 procent från Gävleborgs kust, 11 procent från Småländska höglandet och 40 procent från övriga sjöar. Övervägande delen av personerna i MeHg-gruppen var uppväxta i en fritids- eller yrkesfiskarfamilj. Även i lågkonsumentsgruppen fanns flera personer som var uppväxta i fritids- eller yrkesfiskarfamilj men deras konsumtion av egenfångad fisk var lägre (tabell 6).

Intag av kosttillskott i form av Omega 3 förekom i alla grupperna. Andelen personer som åt kosttillskott var störst hos personer som ofta åt fet fisk och lägst bland lågkonsumenterna (tabell 6).

Det var fler kvinnor i grupperna POP och lågkonsumenter som hade barn än kvinnorna i grupperna MeHg och POP/MeHg. De flesta kvinnor som hade barn, hade också ammat sina barn men olika länge. I gruppen POP/MeHg ammade kvinnorna färre månader än övriga grupper. Övervägande delen av alla kvinnor i studien svarade att de amrades som barn och ungefär lika länge i alla grupper (tabell 6).

Flera kvinnor i studien hade antingen gått upp eller ned i vikt de senaste 3 månaderna innan provtagning. Viktsförändringarna skiljer inte mycket mellan grupperna. För de allra flesta rör det sig om 3- 4 kg upp eller ner. Några få personer angav större viktsförändringar.

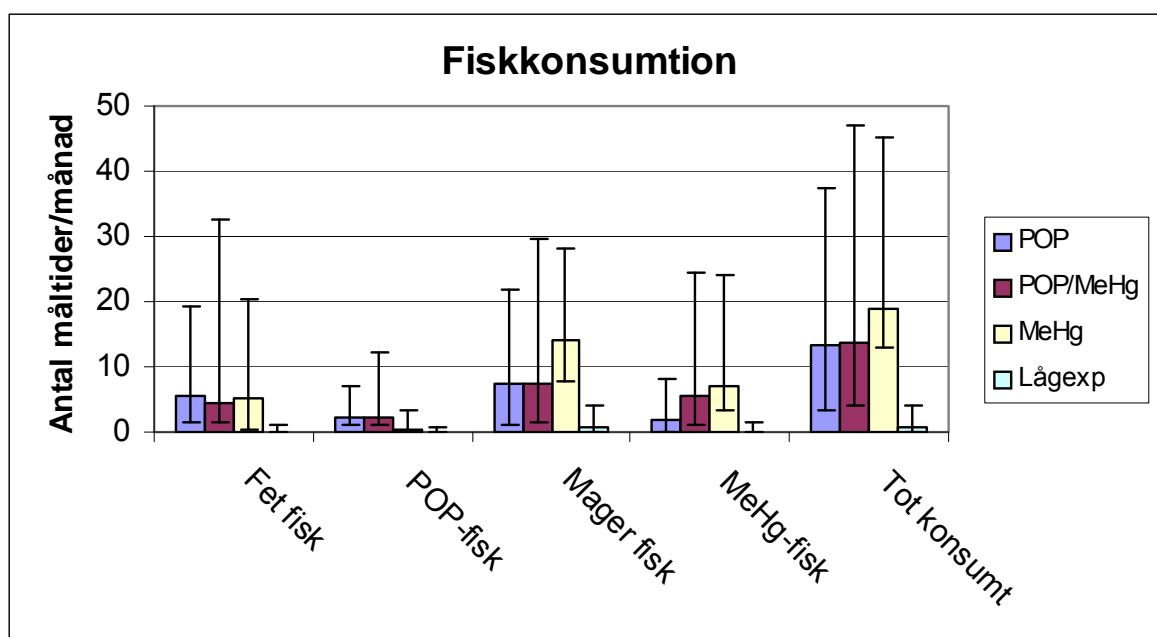
De flesta kvinnor i studien motionerade regelbundet minst en gång per vecka.

Tabell 6. Sammanställning av viktiga bakgrundsdata från enkät nr 1 och 2 för de olika exponeringsgrupperna högkonsumer (POP, MeHg, POP/MeHg) och lågkonsumer (Låg).

Exponeringsgrupper		POP	MeHg	POP/MeHg	Låg
Antal		26	26	23	55
Ålder (år)	Medel	34	31	32	30
	Median	38	31	31	29
	Min-max	16-45	16-46	16-45	15-46
BMI (kg/m²)	Medel	24	25	23	23
	Median	23	24	23	23
	Min-max	18-34	18-34	19-23	16-40
Konsumtion av egenfångad fisk	Ja (%)	65	69	44	16
Uppväxt i fritids/yrkesfiskarfamilj	Ja (%)	35	62	20	39
Kosttillskott av Omega 3	Ja (%)	19	12	22	5,5
	Ibland (%)	12	19	17	13
	Nej (%)	69	69	60	82
Barn (kvinnor som har barn) (Antal barn)	Andel (%)	58	31	39	49
	Medel	2,1	2,1	1,7	2,1
	Median	2	2	2	2
	Min-max	1-3	2-8	1-2	1-4
Amning (kvinnor som ammat sina barn) Ammat (Antal månader)	Andel (%)	100	100	89	93
	Medel	12	11	7,0	12
	Median	11	11	5,5	8,3
	Min-max	3,0-20	1,5-30	0,8-19	3,3-39
Ammad (kvinnor som ammade som barn) Ammade (antal månader)	Andel (%)	73	69	74	75
	Medel	5,8	7,3	6,6	7,0
	Median	6,0	7,0	6,0	6,0
	Min-max	1,0-12	2,0-14	3,0-18	1,0-31
Viktsförändring Upp (kg, senaste 3 mån)	Andel (%)	16	23	26	17
	Medel	5,3	2,5	3,8	3,3
	Median	5,0	2,0	2,5	3,5
	Min-max	1,0-10	2,0-4,0	2,0-9,0	1,0-7,0
Viktsförändring Ned (kg, senaste 3 mån)	Andel (%)	19	27	18	22
	Medel	3,8	3,6	3,3	3,7
	Median	4,0	4,0	3,0	2,5
	Min-max	1,0-7,0	1,0-5,0	2,0-5,0	1,0-15
Motion	Ja (%)	89	96	100	89

Konsumtion av fisk

Generellt konsumerade MeHg-gruppen mest fisk, framförallt mager fisk och MeHg-fisk (figur 1). Bland högkonsumentgrupperna fanns ca 10 individer (7,6 %) med mycket hög fiskkonsumtion dvs. som äter all sorts fisk mer än 30 gånger per månad (figur 1, tabell 7). Den totala fiskkonsumtionen bland de olika grupperna inkluderade både fiskar med generellt förhöjda halter av POP respektive MeHg och fiskar med låg eller medellåg halt av POP respektive MeHg. Ca 25 procent (32 individer) konsumerade MeHg-fisk minst en gång per vecka och ca 29 procent (38 individer) konsumerar POP-fisk minst två gånger per månad (tabell 8). Ca 75 procent äter MeHg-fisk och ca 63 procent äter POP-fisk mer än 3 gånger per år.



Figur 1. Antal fiskmåltider per månad (median, max och minst antal) med avseende på sort och innehåll av POP och MeHg bland urvalsgrupperna POP (n=26), POP/MeHg (n=23), MeHg (n=26) och Lågexponerade (n=55). M/L=medel-låg halt av MeHg och/eller POP. (n anger antalet flickor/kvinnor i varje grupp):

Tabell 7. Fördelning av kvinnor (%) med avseende på total fiskkonsumtion samt av mager fisk, fet fisk, fisk med hög MeHg-halt, fisk med hög halt av POP, fisk med låg/medelhög halt av MeHg, och fet fisk med låg/medelhög POP-halt (n=130).

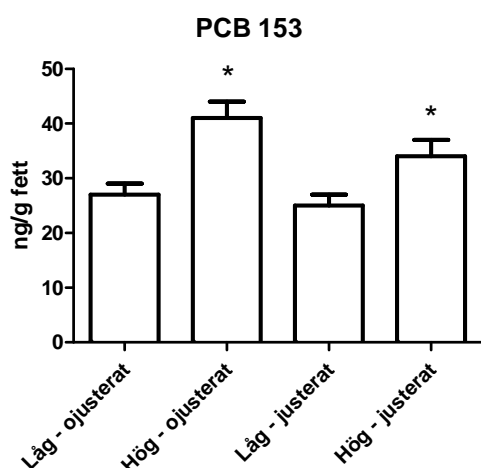
Antal ggr/mån	Total fisk-konsumtion (%)	Mager fisk (%)	Fet fisk (%)	Fisk med hög MeHg-halt (%)	Fisk med hög POP-halt (%)	Fisk med låg/medelhög halt av MeHg (%)	Fisk med låg/medelhög halt av POP (%)
>0=<5	44	51	67	75	97	64	82
>5=<10	10	19	22	19	2,3	25	12
>10=<15	15	17	4,6	3,8	0,77	8,5	3,1
>15=<20	14	6,9	3,8	0,77	0	2,3	1,5
>20=<25	6,2	3,1	1,5	1,5	0	0	1,5
>25=<30	3,8	3,1	0	0	0	0	0
>30=<35	2,3	0	0,77	0	0	0	0
>35=<40	2,3	0	0	0	0	0	0
>40=<45	1,5	0	0	0	0	0	0
>45=<50	1,5	0	0	0	0	0	0

Tabell 8. Fördelning av kvinnor (%) med avseende på konsumtion av fisk som generellt innehåller hög halt av MeHg och POP (n=130).

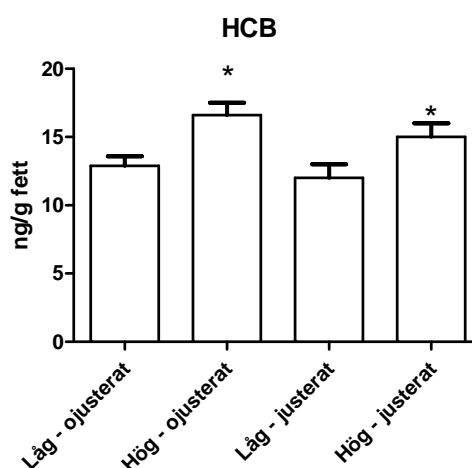
Antal ggr/mån	Fisk med hög MeHg-halt (%)	Fisk med hög POP-halt (%)
>0=<0,25	25	37
>0,25=<0,5	9,2	15
>0,5=<0,75	6,9	1,5
>0,75=<1	2,3	2,3
>1=<2	12	15
>2=<4	13	22
>4=<6	8,5	6,1
>6=<8	9,2	1,5
>8=<10	6,9	0
>10=<12	0	0
>12=<14	3,8	0,77
>14=<16	0	0
>16=<18	0	0
>18=<20	0,77	0
>20=<22	0	0
>22=<24	0	0
>24=<26	1,5	0

Persistenta organiska miljögifter i blod

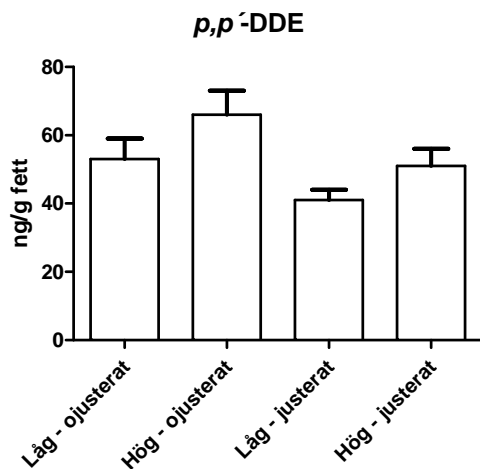
Blodserumhalten av PCB 153 och HCB hos högkonsumenter av POP-fiskar var signifikant högre än hos lågkonsumenter (figur 2-3), även efter justering för ålder, amning, viktsförändring och region (Gävleborgs län, Vänern, Vättern, Småländska höglandet). För halten DDE syntes ingen signifikant skillnad mellan grupperna (figur 4). POP-analyser (n=104) utfördes inte bland kvinnor med hög konsumtion av MeHg-fiskar.



Figur 2. Blodserumhalter (medel + SE) av PCB 153 bland högkonsumenter (n=49) av POP-fisk och lågkonsumenter (n=55). Justerat resp. ojusterat för ålder, amning, viktsförändring, samt region *p<0,05.

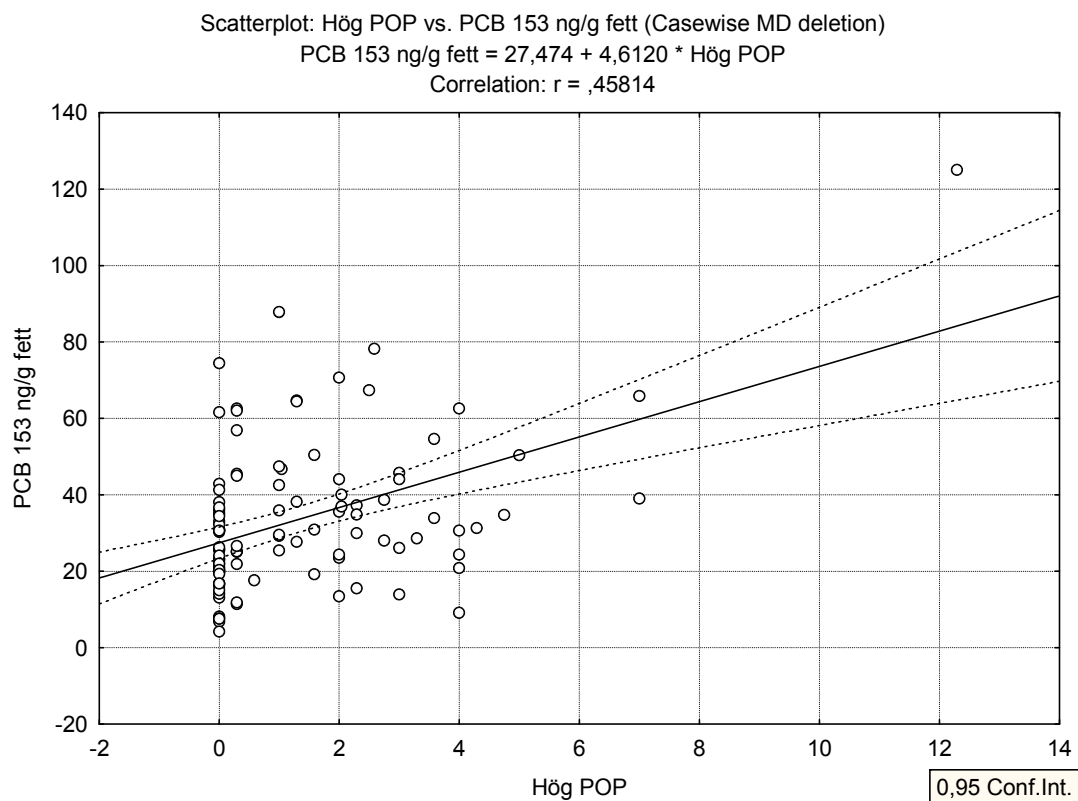


Figur 3. Blodserumhalter (medel+SE) av HCB bland högkonsumenter (n=49) av POP-fisk och lågkonsumenter (n=55). Justerat resp. ojusterat för ålder, amning, viktsförändring, samt region *p<0,05.



Figur 4. Blodserumhalter (medel) av DDE bland högkonsumenter (n=49) av POP-fiskar och lågkonsumenter (n=55). Justerat resp. ojusterat för ålder, amning, viktsförändring, samt region
* $p \leq 0,05$.

Halten av PCB153 var signifikant korrelerad med konsumtion av fet fisk ($R=0,49$, $p < 0,05$) och av POP-fisk ($R=0,46$, $p < 0,05$) bland alla konsumenter (n=104, figur 5).



Figur 5. Korrelation mellan halten PCB153 och konsumtion (antal måltider/månad) av fisk med generellt hög halt av POP (n=104).

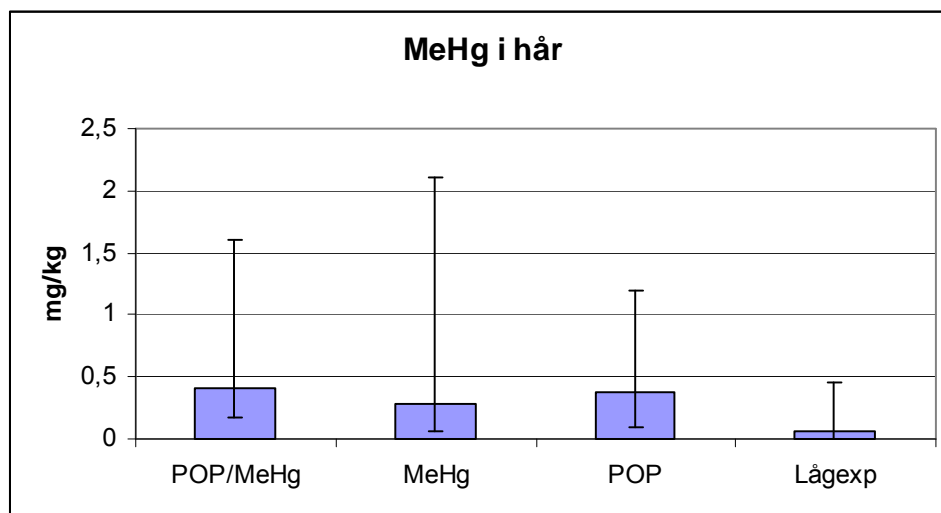
Kvicksilver i hår

MeHg-halten i hår var signifikant ($p \leq 0,05$) högre hos kvinnor med hög fiskkonsumtion oavsett högkonsumtionsgrupp jämfört med lågkonsumenter, men det var ingen signifikant skillnad mellan de olika högkonsumentgrupperna (tabell 9, figur 6).

Tabell 9. Koncentrationer av kvicksilver i hår bland högkonsumenter (POP/MeHg, MeHg, POP) och lågkonsumenter av fisk.

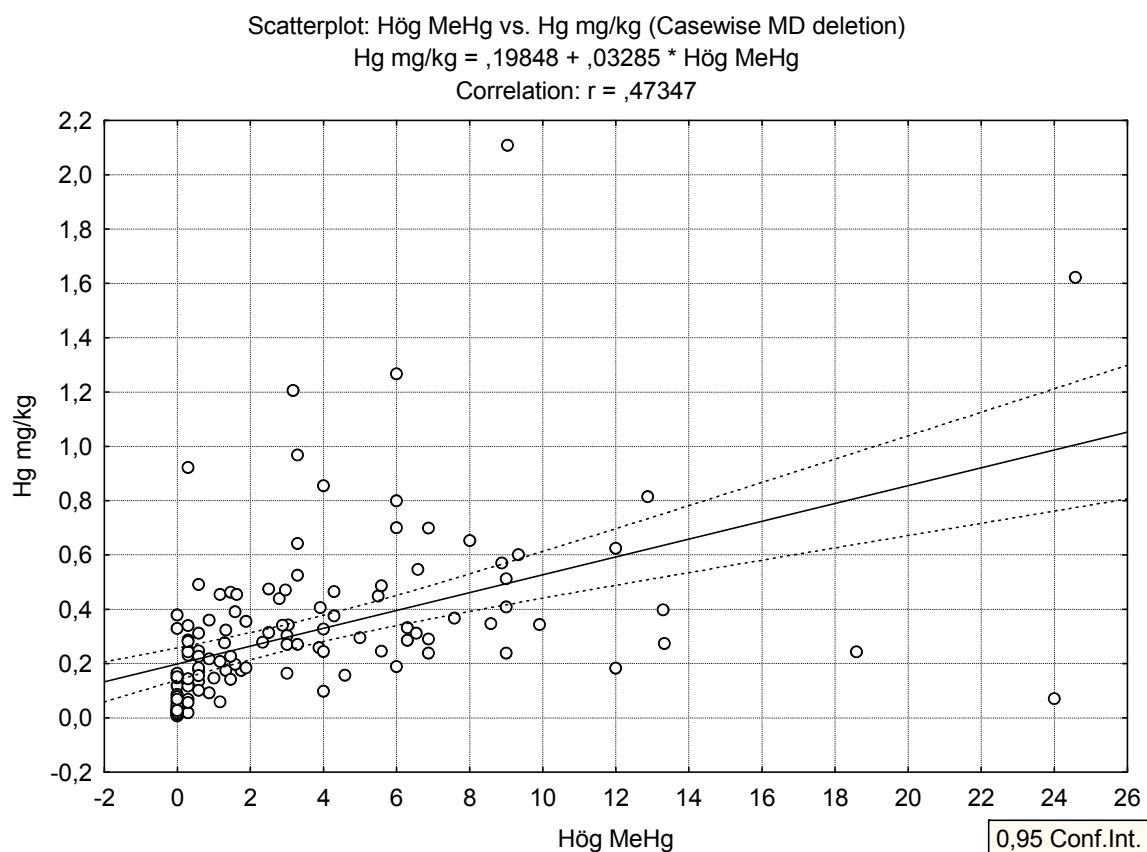
Grupp	N	Median	Medelvärde	SD	90:e perc.	Minimum	Maximum
POP/MeHg	23	0,41	0,53	0,35	0,86	0,17	1,6
MeHg	26	0,28	0,40	0,39	0,70	0,07	2,1
POP	26	0,37	0,42	0,27	0,92	0,10	1,2
Lågkonsumenter	55	0,07*	0,11*	0,11	0,29	0,01	0,45
Alla grupper	130	0,24	0,31	0,31	0,63	0,01	2,1

*t-test, $p \leq 0,05$



Figur 6. MeHg-halter (median, min och max) i hår bland högkonsumenter (POP/MeHg $n=23$, MeHg $n=26$, POP $n=26$) och lågkonsumenter ($n=55$) av fisk.

Halten MeHg var signifikant korrelerad med konsumtion av mager fisk ($R=0,51$, $p < 0,05$) och av MeHg-fisk ($R=0,47$, $p < 0,05$) i alla grupperna (figur 7).



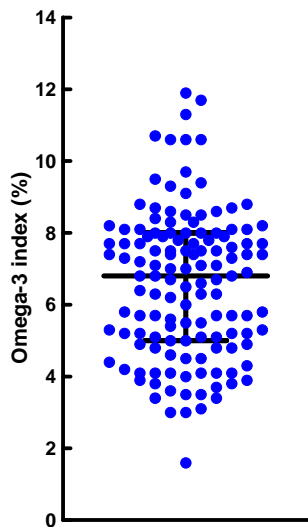
Figur 7. Korrelation mellan halten MeHg i hår och konsumtion (antal måltider/månad) av fisk med generellt hög halt av MeHg i hela gruppen (n=130).

Fettsyrasammansättning – Omega-3 index i blod

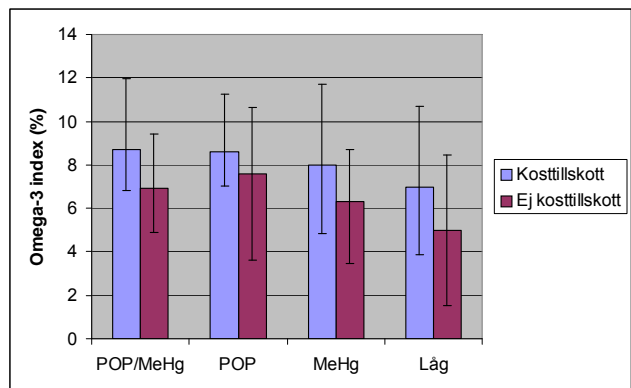
Det var stor spridning i Omega-3 index bland de undersökta individerna (figur 8). Omega-3 index var generellt högre hos dem som intog kosttillskott av typen fiskolja (Figur 9).

Det var ingen större skillnad i Omega-3 index mellan hög- och lågkonsumenter av fisk hos dem som åt kosttillskott. Omega-3 indexet var lägst bland lågkonsumenter som inte intog kosttillskott (figur 9).

Bland dem som inte åt kosttillskott var Omega-3 indexet signifikant högre hos högkonsumentergrupperna jämfört med lågkonsumenterna ($p < 0,05$). POP-gruppen hade signifikant högre Omega-3 index än MeHg-gruppen ($p < 0,05$). Ca 27 procent av lågkonsumenterna (12 individer) hade ett lågt Omega-3 index dvs. under 4 medan endast en person bland högkonsumenterna hade ett index under 4. Ca 15 procent (14 individer) av dem som inte åt Omega-3 kosttillskott hade ett högt Omega-3 index dvs. över 8.

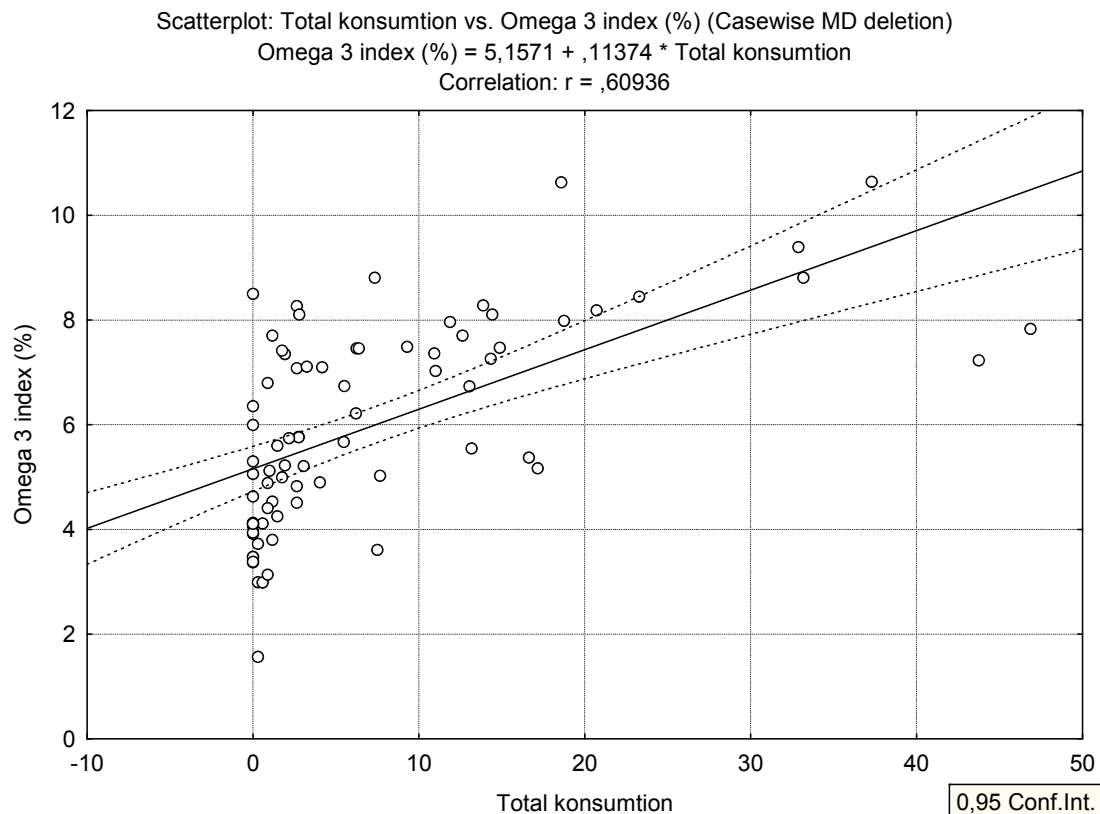


Figur 8. Spridningen i Omega-3 index i alla grupperna (n=130). Mittersta linjen i figuren visar medelvärdet (6,6), den undre och övre linjen visar 25- och 75-percentilen.



Figur 9. Omega-3 index (medelvärden) i röda blodceller bland hög- och lågkonsumenter av fisk, uppdelat på personer som intar kosttillskott eller ei i respektive grupp. Kosttillskott: POP/MeHg n=9, POP n=8, MeHg n=8, Lågexp n=10. Ej kosttillskott: POP/MeHg n=14, POP n=18, MeHg n=18, Lågexp n=45. Figuren visar även max- och minvärden.

Omega-3 indexet var signifikant korrelerad med total konsumtion av fisk i alla grupper som inte intog kosttillskott ($R=0,61$ $p<0,05$) (figur 10).



Figur 10. Korrelation mellan Omega 3-index och total konsumtion av fisk (antal måltider/månad) i alla grupper som inte intog kosttillskott (n=77).

Diskussion

Enkät 1

Det första enkätutskicket syftade till att kartlägga fiskkonsumtionsmönstret hos flickor och kvinnor (15-45 år). Svarsfrekvensen var låg (30 %), vilket medför en viss osäkerhet i resultaten. Inga påminnelser skickades ut. Enkätsvaren användes också för att identifiera hög- och lågkonsumenter av fisk, som vi sedan kontaktade för erbjudande om provtagning av blod och hår för analys av organiska miljöföroreningar och kvicksilver. Bland dem som besvarade enkät 1 fanns ungefär lika många högskole-/universitetsutbildade som gymnasieutbildade. Av dem som hade enbart grundskola som högsta utbildningsnivå var de flesta 18 år eller yngre, och hade således inte hunnit gå ut gymnasiet ännu.

Livsmedelsverket införde i juni 2008 nya kostråd där barn, kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande uppmanas att äta fisk minst två-tre gånger i veckan, men att fisk som generellt innehåller höga miljögifter ska konsumeras högst 2-3 gånger per år. Enligt enkätsvaren konsumerade 20 procent av kvinnorna fisk 2-3 gånger per vecka eller mer, medan 36 procent åt fisk en gång per vecka och 4,9 procent sällan eller aldrig åt fisk. Det kan jämföras med Miljöhälsoenkät 2007 (NMHE 07, Miljöhälsorapport 2009) där 22 procent av kvinnorna uppgav att de åt fisk 2-3 gånger per vecka eller mer, medan 40 procent åt fisk en gång per vecka och 7,2 procent sällan eller aldrig åt fisk. Våra siffror är således jämförbara med NMHE 07, där svarsfrekvensen var högre, vilket indikerar att våra resultat är representativa för den aktuella gruppen. Både NMHE 07 och denna studie visar att endast en femtedel av landets kvinnor följer Livsmedelsverkets råd att äta fisk 2-3 gånger i veckan. En mindre andel av kvinnorna (1,5 %) konsumerar all sorts fisk minst 30 gånger per månad, vilket är minst en fiskmåltid varje dag.

Konsumtion av torsk, kolja, spätta, sej, hoki och/eller pollok är vanligast. Konsumtion av ål, lake och lever från torsk och lake är minst vanligt, mer än 90 procent av de svarande äter aldrig dessa fisksorter. Likaså är det få som är storkonsumenter av ”riskfiskar” dvs. fiskar som generellt innehåller höga halter av MeHg och POP, men ca 10 procent av kvinnorna konsumerar MeHg-fisk mer än en gång per vecka, vilket är ungefär lika stor andel som kvinnorna i NMHE 07, och ca 8,5 procent av kvinnorna var högkonsumenter av POP-fisk dvs. åt sådan fisk mer än en gång per månad. Få kvinnor konsumerade strömming en gång per månad eller mer (2,7 %). Det kan jämföras med svaren från NMHE 07, där 17 procent av kvinnorna konsumerade strömming en gång per månad. Den stora skillnaden i strömmingskonsumtion mellan studierna beror sannolikt delvis på åldern. I NMHE 07 var de svarande mellan 18-80 år medan kvinnorna i denna studie var 15-45 år. Konsumtion av strömming är mer vanligt bland personer över 60 år (Miljöhälsorapport 2009). Totalt åt ca 80 procent av kvinnorna i denna studie MeHg-fisk och ca 60 procent POP-fisk mer än 2-3 gånger per år, men de flesta åt dessa ”riskfiskar” högst en gång per månad.

Ca 31 procent av de svarande åt fisk som de själva eller någon i familjen fångat 1-6 gånger per år, medan över hälften (58 %) av de svarande aldrig åt sådan fisk. Få personer åt egenfångad fisk en gång per vecka eller mer (1,1 %), vilket sannolikt beror på fiskemöjligheter, närhet till fiskevatten och för fritidsfiskare tid för detta.

Enkät 2

Det var stor individuell variation i fiskkonsumtion även bland högkonsumenter. Generellt konsumerade MeHg-gruppen mest fisk, framförallt mager fisk och fisk som generellt innehåller hög halt av MeHg (figur 1). I högkonsumentgrupperna ingick ca en tredjedel av de kvinnor som i enkät 1 uppgivit att de konsumerar fisk mer än 30 gånger per månad. Den totala fiskkonsumtionen i de olika exponeringsgrupperna bestod både av fiskar med generellt förhöjda halter av POP respektive MeHg och av fiskar med låg eller medellåg halt av POP respektive MeHg. Ca 75 procent av kvinnorna konsumerade MeHg-fisk mer än tre gånger per år och ca 63 procent konsumerade POP-fisk mer än tre gånger per år. Även bland dessa urvalsgrupper äter de flesta sådana fiskar högst en gång per månad.

Mellan 44-69 procent av kvinnorna i högkonsumentgrupperna och 16 procent av lågkonsumenterna uppgav att de äter egenfångad fisk eller fått sådan av släktingar eller vänner, men de äter inte egenfångad fisk flera gånger per år. Endast en liten andel fångar fisk från de stora sjöarna Vättern (7,3 %) och Vänern (18 %), från sjöar i småländska höglandet (11 %) och vid Gävleborgs kust (24 %). En större andel fångar sin fisk från övriga sjöar (41 %). Det kan bero på Livsmedelsverket broschyr om kostråd till gravida och ammande kvinnor som kan fås från mödravårdscentralen. I broschyren uppmanas målgruppen att inte konsumera fisk från Vänern, Vättern och Östersjön. Kvinnor i den aktuella åldersgruppen är generellt medvetna om att vissa livsmedel kan innehålla höga halter miljögifter. Det visar en tidigare studie inom den hälsorelaterade miljöövervakningen (HÄMI), där 77 procent uppgav att de kände till detta och 64 procent kände till att det gällde insjöfisk och östersjöfisk (Ask et al., 2002). Några år har gått sedan dess och sannolikt har medvetenheten ökat ännu mer, eftersom miljögifter i livsmedel och nyttan med fisk har diskuterats i massmedia.

POP i blod

Blodserumhalten av PCB 153 och HCB hos högkonsumenter av POP-fiskar var signifikant högre än hos lågkonsumenter (figur 2-3), både vid jämförelser med justering för ålder, amning, viktsförändring och region (Gävleborgs län, Vänern, Vättern, Småländska höglandet) och ojusterat för dessa påverkansfaktorer. Medianhalten i serum för PCB 153 var 36 ng/g fett bland högkonsumenter och 24 ng/g fett bland lågkonsumenter. Halterna varierade mellan 9-125 ng/g fett respektive 4-74 ng/g fett. Halterna bland högkonsumenterna ligger lite högre än jämförbara halter i bröstmjölks från förstföderskor från Uppsala (median 31 (range 19-91) ng/g fett) år 2006, men lägre än tidigare mätningar (median 68 (range 24-186) ng/g fett) från år 1996-97. PCB 153-halten och även HCB och DDE bland förstföderskor har generellt minskat över tid i takt med att POP-halterna i miljön har minskat (Glynn et al. 2007). Generellt har förstföderskor högre POP-belastning än omföderskor, eftersom POP transporteras till fostret/barnet via moderkakan och bröstmjölks, vilket medför lägre halter hos modern. I vår studie finns både gravida, förstföderskor, omföderskor och kvinnor som inte fått barn.

Ålder och fiskkonsumtion har också betydelse. I en HÄMI-studie (Glynn et al., 2000) där jämförelsevis äldre kvinnor (50-70 år) från Sverige påvisades mycket högre PCB 153-halter (median 223 (range 60-607) ng/g fett) än i vår studie. Ytterligare en HÄMI-studie (Helmfrid et al. 2003) påvisar att ålder korrelerar starkt med ökad PCB 153-halt. I den sist nämnda studien undersöktes kvinnor (37-87 år) som var högkonsumenter av fisk från Vättern. Halten

PCB 153 (median 312 (range 115-914) ng/g fett, HCB (34 (range 7-85) ng/g fett) och DDE (579 (range 102-2836) ng/g fett) var mycket högre än i vår studie. Fiskkonsumtionen var ungefär lika stor i båda studierna, men de äldre kvinnorna i Vätternfiskstudien hade främst konsumerat fisk från Vättern under många år. Många hade också konsumerat Vätternfisk under den tid den var som mest förorenad av POP. Eftersom POP har lång halveringstid stannar dessa ämnen kvar i kroppen under lång tid.

Trots att exponeringen har minskat syns ett samband mellan PCB-halt och konsumtion av fisk, men framförallt av fet fisk som innehåller låg/medelhög halt av POP och av POP-fisk. Tydligast är sambandet vid hög konsumtion av dessa fisksorter.

Kvicksilver i hår

MeHg-halten i hår var signifikant högre bland högkonsumenter av fisk (alla grupperna) jämfört med lågkonsumenterna. Den s.k. MeHg-gruppen förväntades ha högre halt än övriga högkonsumenter men MeHg-halten var lika hög i POP-gruppen och POP/MeHg-gruppen. Sannolikt beror detta delvis på att POP- och POP/MeHg-grupperna hade ett högt intag även av andra fiskar som innehåller låg- till medelhög halt av MeHg. En annan förklaring kan vara att MeHg-gruppen överskattat sitt intag av MeHg-fisk och/eller att den fisk som konsumerats under den senaste perioden innehöll relativt låga MeHg-halter.

Jämfört med tidigare HÄMI-studier är halterna av MeHg låga i alla grupper. I en tidigare studie av kvinnor (19-56 år) med högt fiskintag (äter fisk minst tre gånger per vecka) var medianhalten i hår 1,9 (range 0,30-14) mg/kg (Ask et al., 2002). I en HÄMI-studie av gravida förstföderskor (20-40 år) från Uppsala var medianhalten i hår 0,35 (range 0,07-1,5) mg/kg (Berglund et al., 2001) och i en studie av gravida kvinnor i Västsverige var medianhalten i hår (0,43 (range 0,02-1,8) mg/kg (Rödström et al., 2004). Jämfört med HÄMI-studien av Högkonsumenter av Vätternfisk var halterna mycket låga. I den studien var medianhalterna i blod 7,9 µg/l, vilket motsvarar ca 3,2 mg/kg hår (Helmfrid et al., 2003). Dessa kvinnor var äldre (37-87 år) och storkonsumenter av Vätternfisk som innehåller höga halter av MeHg.

Riskbedömningen för hur metylkvicksilver påverkar foster har nyligen uppdaterats på grundval av senare års epidemiologiska studier av effekter hos barn som exponerats under fosterstadiet. National Research Council (NRC) i USA kom fram till ett högsta tolerabla intag på 0,1 µg/kg kroppsvikt och dag (NRC 2000). Detta motsvarar ungefär en kvicksilverhalt i hår på 1,2 mg/kg. WHO:s expertorgan JECFA gjorde en något annorlunda bedömning av samma data och kom fram till ett provisoriskt tolerabelt dagligt intag på 0,2 µg/kg kroppsvikt, motsvarande en kvicksilverhalt i hår på 2,2 mg/kg (WHO 2004). Känsliga grupper är foster och spädbarn. Ingen av kvinnorna i vår studie överskred en kvicksilverhalt i hår på 2,2 mg/kg och 3 procent av kvinnorna överskred en hårhalt på 1,2 mg/kg, trots ett uppgivet högt intag av fisk med potentiellt höga kvicksilverhalter.

Kvicksilverhalten i hår är korrelerad ($R=0,42$ resp $0,35$) med fiskkonsumtion (Berglund et al., 2001; Ask et al., 2002). Konsumtion av riskfiskar eller insjöfisk var också signifikant korrelerade med Hg-halten i hår ($R=0,15-0,31$ beroende på fisksort), men även konsumtion av andra fisksorter inklusive skaldjur var signifikant korrelerat ($R=0,18-0,25$ beroende på fisksort) med Hg-halten i hår (Ask et al., 2002). I vår studie var sambandet starkast mellan halten i hår och konsumtion av dels mager fisk ($R=0,51$), dels riskfiskar ($R=0,47$) samt total fiskkonsumtion ($R=0,54$).

Fettsyresammansättningen Omega-3 index i blod

Det Omega 3-index vi har valt använda är ett mått på andelen nyttiga (fleromättade långkedjiga) fettsyror i kroppen, dvs. EPA och DHA som betecknas som fiskfettsyror. Indexet är summan av halten EPA och DHA i förhållande till totala halten fettsyror blodet (Harris och von Schacky, 2004). Detta index ska inte förväxlas med kvoten Omega-3 och Omega-6 som ofta används vid bedömning av risken för hjärt- och kärlsjukdomar. Enligt en sammanställning från en Workshop arrangerad av det brittiska Livsmedelsverket Food Standards Agency (FSA), saknar kvoten vetenskapligt grund (Stanley et al., 2007).

Enligt flera studier är det index som vi använt ett bättre mått på andelen nyttiga fiskfettsyror som med fördel kan användas för att bedöma risken för hjärt- och kärlsjukdom (Harris och von Schacky, 2004; Sands et al., 2005; Harris, 2007; Harris 2008). Ett Omega-3 index mellan 4-8 procent indikerar ett adekvat intag av fiskfettsyror. Index över 8 procent kännetecknar ett stort intag av fiskfettsyror i form av konsumtion av fet och annan fisk och/eller kosttillskott. Enligt Harris (2007) skyddar ett index över 8 procent mot risken att utveckla hjärt- och kärlsjukdom, medan ett index under 4 procent ökar risken för hjärt- och kärlsjukdom.

Konsumtion av Omega-3 kosttillskott påverkade resultaten. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan grupperna bland dem som konsumerade Omega-3 kosttillskott. Däremot var det stor signifikant skillnad mellan lågkonsumenter och högkonsumenter av fisk. Även korrelationstest påvisade att fiskkonsumtion har stor betydelse. Konsumtion av både fet och mager fisk ökade indexet. I de flesta andra studier har främst fet fisk ökat indexet (Arab, 2003; Harris von Schacky, 2004; Harris, 2007; Harris, 2008).

De flesta personerna hade adekvat intag av Omega-3 och ca 14 procent bland dem som inte åt kosttillskott hade ett högt Omega-3 index (över 8). Några (10 %) hade ett Omega 3-index under 4. Dessa personer tillhör främst lågkonsumentsgruppen. De skulle behöva öka sitt intag av Omega 3, t ex genom ökad fiskkonsumtion, ökat intag av andra livsmedel med högt Omega 3-innehåll (ex. medelhavskost) eller intag av Omega-3 kosttillskott.

Slutsatser

Som väntat är uppmätta halter av POP, MeHg och Omega-3 högre bland högkonsumenter av fisk jämfört med lågkonsumenter. Konsumtionsfrekvens, val av fisksort, ålder, BMI, viktsförändring, amning, geografiskt område etc. är faktorer som kan påverka kroppsbelastningen. Tydliga samband finns mellan halter av POP och MeHg och total konsumtion av fisk, riskfiskar och konsumtion av fet respektive mager fisk. Hög fiskkonsumtion medför högre halter av POP och MeHg. Fettsyresammansättningen i blod visade också tydligt samband mellan Omega-3 index och total fiskkonsumtion. Det var inte enbart hög konsumtion av fet fisk som gav högre index, vilket förväntades. Konsumtion av olika sorter fisk, intag av annan kost och Omega-3 kosttillskott har betydelse.

Enligt enkätsvaren från vår studie är det endast en femtedel av landets kvinnor (15-45 år) som följer Livsmedelsverkets råd att äta fisk 2-3 gånger i veckan. Konsumtion av riskfiskar är betydligt vanligare i den studerade gruppen än vad Livsmedelsverket råd anger (2-3 gånger per år). Ca 87 procent av de svarande på enkät 1 uppgav att de åt MeHg-fisk och ca 66 procent åt POP-fisk mer än tre gånger per år, men de flesta åt dessa fiskar högst en gång per månad. Trots detta var uppmätta halter av POP och MeHg relativt låga även i

högkonsumentgrupperna. Ett generellt ökat fiskintag enligt Livsmedelsverkets rekommendationer kommer dock att leda till en ökad exponering för miljögifter i fisk, eftersom även andra fisksorter än riskfiskar bidrar till den totala exponeringen. Det är därför viktigt att även i fortsättningsvis övervaka exponeringen.

Referenser

Arab L. Biomarkers of Fat and Fatty Acid Intake. *The Journal of Nutrition* 2003;133:925S-932S.

Ask K, Petersson-Grawé K, Vahter M, Palm B, Berglund M. (2002). Kvicksilverexponering hos kvinnor med högt fiskintag. Naturvårdsverkets rapport – kontrakt 215 0105.

Ankarberg E, Aune M, Concha G, Darnerud P O, Glynn A, Lignell S, Törnkvist A. (2007) Riskvärdering av persistenta klorerade och bromerade miljöföroreningar i livsmedel. Rapport nr 9. Livsmedelsverket.

Baibergenova A, Kudyakov R, Zdeb M, Carpenter DO. Low birth weight and residential proximity to PCB-contaminated waste sites. *Environ Health Perspect.* 2003 Aug;111(10):1352-7.

Bakker EC, Ghys AJ, Kester AD, Vles JS, Dubas JS, Blanco CE, Hornstra G. Long-chain polyunsaturated fatty acids at birth and cognitive function at 7 y of age. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:89-95

Becker W, Pearson M. Riksmaten 1997-98. Kostvanor och näringsintag i Sverige.

Becker W, Darnerud P O, Petersson-Grawé K. (2007). Fiskkonsumtion – risk och nytta. Rapport nr 12. Livsmedelsverket.

Berglund M, Ask K, Palm B, Petersson-Grawé K, Björs U, Vahter M. (2001). Undersökning av kvicksilverexponering hos gravida kvinnor i Uppsala län. Naturvårdsverkets rapport – kontrakt 215 0004.

Berglund M, Lind B, Palm B, Ask Björnberg K, Einarsson Ö, Vahter M (2005) Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers – a cross sectional assessment. *Environ Health* 2005, Oct 3;4:20.

Bjerselius R, Aune M, Darnerud P O, Atuma S, Tysklind M, Bergek S, Lundstedt-Enkel K, Glynn A. (2002). Resultat från analys av dioxin och dioxinlika PCB i fisk från Östersjön, Väneren och Vättern. Nationellt miljögiftsseminarium 12-13 juni 2002 i Nässjö. Länsstyrelsen Jönköpings län. Meddelande 02:27. ISSN 1101-9425. ISRN LSTY-F-M--02/27-SE. pp. 48-51.

Davidson PW, Myers GW, Cox C, Axtell C, Shamlaye C, Sloane-Reeves J et al. Effects of prenatal and postnatal methylmercury exposure from fish consumption on neurodevelopment: outcomes at 66 months of age in the Seychelles child development study. *JAMA* 1998;280:701 – 7.

Glynn A, Weiderpass E, Granath F, Darnerud PO, Aune M, Atuma S, Bjerselius R. (2000). Regionala skillnader i kvinnors kroppsbelastning av persistenta organiska miljöföreningar. Resultatrapport – Naturvårdsverket.

Glynn A, Aune M, Ankarberg E, Lignell S, Darnerud PO. (2007). Polyklorerade dibenzo-*p*-dioxiner (PCDD) och dibenzofuraner (PCDF), polyklorerade bekämpningsmedel och bromerade flamskyddsmedel i modersmjölk från förstföderskor i Uppsala. Sakrapport till Naturvårdsverkets Miljöövervakning.

Grandjean P, Weihe P, White RF, Debes F, Araki S, Yokoyama K et al. Cognitive deficit in 7-year old children with prenatal exposure to methylmercury. *Neurotoxicol Teratol* 1997;19 (6):417 – 28.

Haag T. (2000). Kvicksilver i gädda. Är det ett problem på det Sydsvenska höglandet? Rapport nr 37, Länsstyrelsen i Jönköpings län.

Hallgren CG, Hallmans G, Jansson JH, Marklund SL, Huhtasaari F, Schutz A, Stromberg U, Vessby B, Skerfving S. Markers of high fish intake are associated with decreased risk of a first myocardial infarction. *Br J Nutr*. 2001;86:397-404.

Hanberg A, Öberg M, Sanda S, Darnerud P O, Glynn A. (2007). Risk assessment of non-developmental health effects of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in food. Rapport nr 11. Livsmedelsverket.

Harris WS, von Schacky C. the Omega-3 Index: a new risk factor for death from coronary heart disease? *Preventive Medicine* 39 (2004) 221-220.

Harris WS. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: A case for Omega-3 Index as a New Risk Factor. *Pharmacol Res*. 2007 March;55(3):217-223.

Harris WS. The omega3 index as a risk factor for coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 2008;87(suppl):1997S-2002S.

He K, Song Y, Daviglus ML, Liu K, Van Horn L, Dyer AR, Goldbourt U, Greenland P. Fish consumption and incidence of stroke: a meta-analysis of cohort. *Stroke*. 2004 Jul;35(7):1538-42.

Helland IB, Smith L, Saarem K, Saugstad OD, Drevon CA. Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics* 2003;111:39-44

Helmfrid I, Flodin U, Lindell M, van Bavel B, Andersson Ulla, Karlsson M. (2003). Miljögifter i blod hos högkonsumerter av Vätternfisk. Vätternvårdsförbundet. Rapport nr 74.

Hornstra G. Essential fatty acids during pregnancy. Impact on mother and child. In: *The Impact of Maternal Nutrition on the Offspring*. Hornstra G, Uauy R, Yang X (eds) Nestlé Nutrition Workshop Series Pediatric Program, Vol. 55, pp. 83-100.

Jacobson JL, Jacobson SW. Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero. *The New England Journal of Medicine*. 1996;335:783-789.

Malcolm CA, McCull DL, Montgomery C, Shepherd A, Weaver LT. Maternal docosahexaenoic acid supplementation during pregnancy and visual evoked potential development in term infants: a double blind, prospective, randomised trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003;88(5):F383-90

Miljöhälsorapport 2009, Socialstyrelsen, IMM, Miljömedicin 2009 (under tryck).

NNR 2004. Nordic Nutrition Recommendations 2004 – Integrating nutrition and physical activity. Nord 2004:13, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

NRC 2000. National Research Council. Toxicological Effects of Methylmercury. National Academy Press, Washington.

Petersson-Grawè K, Concha G, Ankarberg E. (2007). Riskvärdering av metylkvicksilver i fisk. Livsmedelsverket rapport 10.

Rödström A., Barregård L., Lundh T., Sällsten G. (2004). Hg i hår och blod hos gravida i Västsverige.

Sands SA, Reid KJ, Windsor SL, Harris WS. The impact of age, body mass index, and fish intake on the EPA and DHA content of human erythrocytes. *Lipids* 2005;40: 343-347.

Stanley JC, Elsom RL, Calder PC, Griffin BA, Harris WS, Jebb SA, Lovegrove JA., Moore CS, Riemersma RA, Sanders TA. UK Food Standards Agency Workshop Report: the effects of the dietary n-6:n-3 fatty acid on cardiovascular health. *Br J Nutr*. 2007;98:1305-1310.

Szajewska H, Horvath A, Koletzko B. Effect of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation of women with low-risk pregnancies on pregnancy outcomes and growth measures at birth: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(6):1337-44.

Whelton SP, He J, Whelton PK, Muntner P. Meta-analysis of observational studies on fish intake and coronary heart disease. *Am J Cardiol*. 2004;93:1119-23.

WHO 2004. Methylmercury. Sixty-first meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives and Contaminants. Safety evaluation of certain Food Additives and Contaminants. Food Additives Series, 52. World Health Organization, Geneva. 2004.

Öberg T, Darnerud P O (2003), Miljögifter i fisk 2001/2002. Rapport nr 73 från Vätternvårdsförbundet, Vänerens vattenvårdsförbund, Naturvårdsverket.

Bilaga 1

Löpnummer (ifylles av sköterskan): _____

FRÅGEFORMULÄR

Nytta och risker med fiskkonsumtion

Ett projekt inom Naturvårdsverkets hälsorelaterade miljöövervakning

Datum:

Namn:

Födelseår:

Om vi behöver kontakta dig, vill du bli kontaktad via

e-post: _____

telefon: _____

brev

jag vill inte bli kontaktad

1. Är du född i Sverige? Ja Nej

2. Vilka kommuner har du bott i de senaste 5 åren?

3. Hur ofta äter Du fisk (alla sorter)?

Aldrig/nästan aldrig
1-6 gånger/år
7-11 gånger/år
1-3 gånger/månad
1 gång/vecka
2-3 gånger/vecka
4 gånger eller mer/vecka

4. Hur ofta äter du fisk som du fått eller som du själv eller någon i familjen har fångat?

Aldrig/nästan aldrig
1-6 gånger/år
7-11 gånger/år
1-3 gånger/månad
1 gång/vecka
2-3 gånger/vecka
4 gånger eller mer/vecka

5. Hur lång utbildning har du?

Grundskola
Gymnasium
Högskola/universitet

6. Vikt: _____ kg

7. Längd: _____ cm

8. Hur ofta äter du av följande fisksorter i genomsnitt under ett år (markera med x)?

FISKSORT (inklusive fisk på restaurang och i matsal)	HUR OFTA?								
	Gånger per år			Gånger per mån			Gånger per vecka		
	Aldrig/nästan aldrig	1-6	7-11	1	2	3	1	2	3 eller mer
Färsk eller fryst fisk såsom torsk, kolja, spätta, sej, hoki och pollock									
Färsk eller fryst hälleflundra, tonfisk, svärdfisk, marulk och piggvar									
Färdiga fiskrätter, t ex fiskpinnar, fiskbullar och gratäng									
Makrill (färsk, rökt), rökt sill och salt sill (för tillagning hemma)									
Tonfisk på burk									
Fiskkonserver (sill, ansjovis, sardin, sardell, makrill, mm)									
Strömming (inklusive surströmming) och böckling									
Odlad fisk (norsk fjordlax, annan odlad lax, odlad regnbåge, odlad röding, odlad öring)									
Vild (ej odlad) insjölag, röding, insjööring och insjösik									
Vild (ej odlad) lax, havsöring och sik från Östersjön och Bottniska viken									
Ål									
Gädda									
Gös									
Abborre									
Lake									
Lever av torsk eller lake									
Skaldjur									

Bilaga 2

Löpnummer (ifylles av sköterskan): _____

FRÅGEFORMULÄR

Nytta och risker med fiskkonsumtion
Ett projekt inom Naturvårdsverkets
hälsorelaterade miljöövervakning

Provtagningsdatum: _____ Klockan: _____

Namn:

Yrke/sysselsättning:

e-postadress:

1. Har du bott i andra länder än Sverige i mer än 6 månader?

Ja Nej

2. Om Ja, i vilka länder har du bott och mellan vilka år?

I _____ år _____

I _____ år _____

I _____ år _____

3. Vilken typ av kost äter du vanligen?

Blandad kost

Vegetarisk kost med mjölk och ägg

Vegetarisk kost med mjölk, ägg och fisk

Vegetarisk kost

Annan kost, nämligen _____

4. Hur länge har du ätit den kosten? _____ år

5. Har du någon födoämnesallergi (t ex mot fisk)?

Ja Nej

6. Om Ja, vilken/vilka?

7. Hur länge har du haft den/dessa?

8. När åt du fisk senast?

Datum: _____ Klockan: _____

9. Vad var det för sorts fisk? _____

10. Brukar du äta fisk som du själv eller andra fångat privat?

Ja Nej

11. Om Ja, var fiskas den (vilken sjö, vattendrag, eller kuststräcka, och kommun)?

12. Är du uppvuxen i fiskar/fritidsfiskar-familj?

Ja Nej

13. Åt du mer, mindre eller ungefär lika mycket fisk då som nu?

Mer Mindre Ungefär lika mycket

14. Är du till större delen uppvuxen på

a) Ostkusten? Ja Nej

b) Västkusten? Ja Nej

c) Vid Vänern? Ja Nej

d) Vid Vättern? Ja Nej

15. Brukar du äta omega-3/fiskolja som kosttillskott?

Nej Ibland Ja, regelbundet, dagligen eller under långa perioder

16. Om Ja, vilken/vilka sorter (produktnamn, tillverkare)?

17. Brukar du äta vitamin-, mineral eller andra kosttillskott (t.ex. Vitamineral, Vitaplex mineral, En Om Dan)?

Nej Ibland Ja, regelbundet, dagligen eller under långa perioder

18. Om Ja, vilken/vilka sorter (produktnamn, tillverkare)?

19. Har du några barn?
 Ja Nej

20. Om Ja, hur många?

21. Hur länge ammade du dina barn sammanlagt?

Helt månader Delvis månader

22. Blev du själv ammad som barn (fråga din mamma/pappa om du inte vet själv)?

- Nej
 Ja Hur många månader? månader.
 Vet ej

23. Har din vikt förändrats under de senaste 3 månaderna?

- Nej
 Ja Gått upp kg Gått ner kg

24. Motionerar du regelbundet?

- Nej
 Ja Hur ofta? <1 gång/vecka 1-2 ggr/vecka
 3-4 ggr/vecka >4 ggr/vecka

25. Vilken typ av motion ägnar du dig åt?

- Promenader Stavgång/powerwalk Jogging
 Simning Aerobics/friskis och svettis Ridning
 Lättare gymnastik Cykling Styrketräning
 Bollsporter Tennis/Badminton Golf
 Annat: _____