

Rapport 021212 från Yrkes- och Miljömedicin, Universitetssjukhuset i Lund

Spårelement i blodkroppar från väster- och norrbottningar 1990-99
Slutrapport för projekt 215 0106 inom Nationella Miljöövervakningen

Thomas Lundh¹, Ingvar Bergdahl², Göran Hallmans², Jan-Håkan Jansson³, Birgitta Stegmayr², Maria Wennberg³ och Staffan Skerfving¹

¹ Yrkes- och miljömedicin
Universitetssjukhuset
221 85 LUND

² Institutionen för folkhälsa och klinisk medicin
Umeå Universitet

³ Medicinska kliniken
Lasarettet i Skellefteå

Sammanfattning

Sexton spårelement bestämdes i blodkroppar från 600 kvinnor och män i åldrarna 25-74 år från Västerbotten och Norrbotten. Med Induktiv kopplad plasma (ICP-MS) bestämdes aluminium (Al), vanadin (V), mangan (Mn), kobolt (Co), nickel (Ni), koppar (Cu), zink (Zn), selen (Se), rodium (Rh), palladium (Pd), kadmium (Cd), antimon (Sb), wolfram (W), platina (Pt) och bly (Pb). Dessutom bestämdes med atomfluorescens kvicksilver (Hg).

Cd-koncentrationerna är av en nivå som kopplats samman med lätt toxicitet. Medianhalterna av Pb och Hg ligger långt under de som satts i samband med toxiska effekter. Variationen var emellertid hög; de högsta halterna är i nivå med dem som anses kunna orsaka ogynnsamma effekter.

I en multivariat modell utvärderades effekter av kön, ålder, rökvanor och kalenderår. Framför allt för Cd, men i viss mån också för Hg, hade rökare högre halter än icke-rökare. Kvinnor hade högre halter av Cd och Pb än män. Det fanns klart stigande halter av Cd och Hg med stigande ålder.

Vid jämförelse mellan prover tagna 1990, 1994 och 1999 hade en markant sänkning skett av Pb (ca 6% per år), Hg (ca 6% per år) och Cd, men i det fallet bara för män (6% per år), inte för kvinnor. Detta beror sannolikt på minskade utsläpp av dessa metaller, med sjunkande exponering som följd. För Pb och Cd bör sänkningen i exponering ha varit högre än 6% per år, eftersom tidigare ådragen kroppsbörda har en tendens att fördröja en sänkning i blodkroppar. Det finns skäl att även fortsättningsvis följa utvecklingen av metallhalter i blod.

För halterna av Al, V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Se, Rh, Pd, Sb, W och Pt i prover tagna 1999 finns mindre möjligheter att jämföra med andra studier. De funna halterna är emellertid i paritet med det fåtal andra undersökningar som finns.

Det fanns en rad associationer mellan halter av olika element. Av särskilt intresse är korrelationerna mellan Pt, Pd och Rh, vilka har spritts i miljön genom användning av katalytiska avgasrenare i bilar. Detta fynd förtjänar vidare undersökningar. Se och Hg var också relaterade, troligen på en gemensam källa i form av fisk, möjligen också gemensamma bindningar i kroppen.

Bakgrund

Miljöförroreningar med metaller visar stora förändringar över tid. Detta bör påverka människans exponering. Emellertid finns mycket litet information i denna fråga. Vad gäller svenska förhållanden finns egentligen bara data vad gäller bly (Pb), och då endast för barn från Sydsverige (Strömberg et al, under tryckning). Det behövs därför kunskap om förhållanden vad gäller andra metaller och andra grupper. Inte minst har frågan om utvecklingen vad gäller kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) varit omdebatterad.

Människan exponeras för ett mycket stort antal element. Information finns emellertid egentligen bara för några miljömedicinskt problematiska "klassiker", fr a Pb, Cd och Hg (Skerfving et al, 1999). För det stora flertalet element saknas studier, med enstaka undantag (Barany et al, 2002). Det behövs emellertid information även om andra element. Av särskilt intresse är element som är toxiska vid låga exponeringar, t ex nickel (Ni). Vidare är "katalysatorelementen" rodium (Rh), palladium (Pd) och platina (Pt) av intresse. Användningen av dessa har ökat starkt under det senaste decenniet. Även essentiella element

har intresse, inte minst som misstankar föreligger att de interagerar med de toxiska, och att intaget hos svenskar är i underkant (koppar, Cu; zink, Zn; selen, Se).

Målsättning

Att klarlägga utvecklingen över tid av retention av Pb, Hg och Cd i en vuxen population från Västerbotten och Norrbotten.

Att fastställa retentionen av aluminium (Al), vanadin (V), mangan (Mn), kobolt (Co), nickel (Ni), koppar (Cu), zink (Zn), selen (Se), rodium (Rh), palladium (Pd), antimon (Sb), wolfram (W), och platina (Pt).

2. Material och metoder

2.1. Longitudinell studie av Pb, Cd och Hg 1990-99

Prover insamlades inom ramen för WHO:s (Världshälsoorganisationens) MONICA-projekt (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease). Män och kvinnor i Västerbotten och Norrbotten i åldrarna 25-74 år inbjöds till en hälsoundersökning. De ombads fylla i ett formulär angående bl a socioekonomiska förhållanden, medicinsk anamnes, intag av läkemedel, utbildning och olika livsstilsfaktorer, inklusive kost- (bl a fiskintag), rök- och alkoholvanor samt stress (Stegmayr et al, under tryckning).

Venblodprover togs med rostfri nål i Venojectrör med heparin (Terumo, Leuven, Belgien) efter minst 4 timmars fasta. Erythrocyter och plasma separerades genom centrifugering vid 1.500g under 15 min, delades i aliquoter och förvarades vid -80 °C till analys. I denna studie användes bara erythrocyterna.

I den longitudinella studien har använts 200 prover från vardera av åren 1990, 1994 och 1999, fördelade genom stratifiering på män och kvinnor samt de fem olika åldersgrupperna (25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 år). I dessa prover analyserades Pb, Cd och Hg.

Uppgifter om rökvanor (icke-rökare; ex-rökare, d v s rökfri minst 6 månader; rökare) har hämtats ur enkätuppgifter.

2.2 Multielementbestämning i tvärsnittstudie 1999

I de 200 erythrocyt-proverna från 1999 bestämdes ytterligare 13 element.

2.3 Analyser

Alla bestämningar gjordes dubbelt. Ytterligare en analys gjordes om resultatet avvek mer än 20%. Om resultatet åter skiljde sig förkastades provet.

Hg bestämdes i våt-uppslutna prover med atomfluorescens-metodik (Sandborg-Englund et al, 1998). Detektionsgränsen framgår av **Tabell 1**. Vid analys av kvalitetskontrollprover var våra resultat nära de rekommenderade/certifierade (**Tabell 2** och **3**). Precisionerna var goda.

Övriga element bestämdes genom induktivt kopplad mass spektrometri (ICP-MS; Bárány et al, 1997, 2002a, 2002b och 2002c). Detektionsgränser framgår av **Tabell 1**.

Endast för Mn, Se, och Sb finns referensmaterial i rimligt koncentrationsområde (**Tabell 2** och **3**). För Se är våra värden dock ca 20% lägre än rekommenderat. I övrigt är överensstämmelsen god. Precisionen var ca 15% för Mn, god för Se och Sb. För Co och Ni finns visserligen referensmaterial, men med mycket högre koncentrationer än vad som är

aktuellt hos icke yrkesmässigt exponerade. För båda var noggrannheten god. För Ni var precisionen relativt dålig, ca 30%.

För övriga element finns inga kvalitetskontrollmaterial. För Ni (masspektrometrisk interferens från CaO) och V (ClO) förelåg klara interferensproblem vid ICP-MS, i viss mån även för Se (Ar₂). För Al finns ett klart kontamineringsproblem. Det betyder att kriterierna för acceptans inte uppfylldes för Ni, V och Al för många prover, vilket betyder att reducerade antal analyser redovisas.

Vid tabellering av halter har koncentrationer under detektionsgränsen angivits som mindre än eller lika med ($\leq$). I fall då en stor del av värdena legat under detektionsgränsen har medelvärden och standarddeviationer (SD) inte kunnat anges.

Särskild uppmärksamhet ägnades frågan huruvida en intorkning kunde ha skett under förvaringen av proverna, som ju var olika lång för de olika åren, vilket skulle kunna leda till falskt för höga värden med stigande tid till analysstidpunkten. För att belysa detta tog vi ut ca 20 prover från åren 1990, 1994 och 1999. I dessa bestämdes Cu, Se och Zn med ICP-MS. Om någon intorkning skett vid frysförvaringen så borde koncentrationen av dessa ämnen ha visat en sjunkande tidstrend. Vid statistisk analys fanns dock ingen signifikant effekt av tiden (**Tabell 4**).

Ferritinhalt i serum (S-Ferritin) bestämdes i en del av proverna från 1990 och 1999 med en immunkemisk metod med monoklonala antikroppar (Kliniskt kemiska laboratoriet, Universitetssjukhuset i Lund).

2.4 Statistik

Vi har valt att använda även negativa analysresultat i de statistiska bearbetningar, detta för att undvika att snedfördela genom att åsätta ett arbiträrt positivt värde. Deskriptor ges med median, percentiler och variationsområde. Enkla associationer har testats med Spearman's rangkorrelation (r_s).

Modelleringar har fr a skett med multipel regression. Därvid har elementhalterna genomgående logaritmerats för att eliminera sneda fördelningar. I analyserna har som regel de oberoende variablerna kön, ålder, rökvanor och kalenderår inkluderats. Resultaten anges som geometriska medelvärden. "Statistiskt signifikant" betyder $p \leq 0,05$ (tvåsidigt).

3. Resultat

3.1 Cd, Hg och Pb 1990-99

Ery-Cd var beroende av kön, ålder och rökvanor. Därför redovisas materialet uppdelat efter dessa variabler i **Tabell 5**. Vad gäller ålder förefaller det finnas ett maximum vid ca 50 års ålder. På motsvarande sätt redovisas Ery-Hg i **Tabell 6** och Ery-Pb i **Tabell 7**. I fallet Pb synes det finnas ett maximum i 50-årsåldern. Högsta Ery-Pb är remarkabelt högt: 750 µg/L hos en kvinna. Halter av dessa tre element 1990, 1994 och 1999 visas i **Tabell 8**.

I en linjär multipel regressionsmodell, analyserades relationen mellan kön, ålder, rökvanor och kalenderår (**Tabell 9**). Cd-halten var beroende av rökvanorna; rökare hade högre halter än ex-rökare, som i sin tur låg högre än icke-rökare (skillnaden mellan rökare och icke-rökare var ca 6 gånger). Kvinnor hade en tredjedel högre halt av Cd än män. Effekten var tydligast bland icke-rökare. Halten steg med stigande ålder (1-2% per år), särskilt hos icke-rökare. Hos

män fanns sjunkande halter med provtagningstiden (ca 6% per år); motsvarande tendens fanns hos kvinnor, men inte i statistiskt signifikant grad.

För Ery-Hg fanns ingen klar relation till varken kön eller rökvanor (**Tabell 9**). Halten steg med åldern, mer hos män än hos kvinnor (ca 1 respektive 2%). Det fanns en starkt sjunkande trend över tid (ca 6% per år).

För Ery-Pb fanns en klar effekt av rökvanorna (**Tabell 9**): Rökare var högst, ex-rökare näst högst och icke-rökare lägst (skillnaden mellan rökare och icke-rökare var ca 20%). Det fanns ingen tydlig ålderseffekt. Däremot sjönk halten med ca 5% per kalenderår.

Samband mellan Cd och S-Ferritin redovisas i **Tabell 10**. Det fanns negativt samband med Ery-Cd, särskilt tydligt hos icke-rökare, både kvinnor och män (**Figur 1**). För Ery-Pb fanns ett positivt samband (**Tabell 25**), medan Hg inte samvarierade.

3.2 Multielementbestämning i tvärsnittsstudie 1999

Analyserna av de 13 ytterligare elementen redovisas i **Tabell 11** samt **12-24**. Cu och Zn har halter i storleksordningen mg/L, de övriga µg/L. Co, Ni, Rh, Pd, Sb och W har medianvärden under den formella detektionsgränsen. Påfallande är de vida variationsområdena, ca 2-6 för Cu, Zn och Se, men ca 10-50 för övriga element; percentilerna visar motsvarande gruppering.

Det finns inga tydliga samband mellan halter av dessa 13 element, å ena sida, och kön, ålder och rökvanor, å andra.

Det fanns en lång rad korrelationer mellan de 16 elementen (**Tabell 25**). Av 127 möjliga samband var 52 statistiskt signifikanta, vilket är avsevärt mer än de ca 6 som slumpen borde generera. Alla associationer var positiva. Särskilt många och starka associationer uppvisar Al och Pd. Av intresse är sambanden inom triaden Rh/Pd/Pt samt korrelationen Se/Hg.

Det fanns ett samband mellan stigande Ery-Mn och Ery-Zn samt S-Ferritin (**Tabell 25**).

4. Diskussion

Metodaspekter

Vi har använt oss av blodkroppar från ett populationsbaserat material, som förvarats i en biobank. Det betyder att proverna togs för annat syfte och i rör som inte var garanterat metallfria och att de behandlades utan metallanalytiskt sedvanlig metallsterilitet. Det skulle alltså kunna betyda att kontaminering stört våra resultat, vilket i så fall borde ha lett till minskade möjligheter att påvisa sanna samband (deviation mot nollhypoteserna). Vidare, kontaminering visar sig oftast som stor variation, med enstaka oförklarligt höga halter. Sådana fenomen sågs endast i enstaka prover. Vi tror alltså att kontaminering i samband med provtagning och -hantering var ett mindre problem.

För Cd, Hg och Pb finns goda möjligheter till extern kvalitetskontroll, som utnyttjades systematiskt, och som verifierade en god noggrannhet. Precisionen var god för alla tre.

För övriga element är möjligheterna till verifiering av analyskvalitet inte lika god. Endast för Mn och finns referensmaterial i rimligt koncentrationsområde. För Se är våra värden ca 20% lägre än rekommenderat. I övrigt är överensstämmelsen god. För Co och Ni finns visserligen material, men med mycket högre koncentrationer än vad som är aktuellt hos icke yrkesmässigt exponerade, där var emellertid överensstämmelsen god. Precisionen vid

upprepad analys av referensmaterial var god för Se och Co, relativt god för Mn, men dålig för Ni.

För Al finns betydande kontamineringsproblem och för Se, Ni och V klara interferensproblem vid ICP-MS. Det betyder att kriterierna för acceptans inte uppfylldes, vilket har reducerat antalet redovisade resultat för dessa metaller.

Proverna hade förvarats upp till 2-11 år mellan provtagning och analys. Eftersom en av frågeställningarna avsåg tidstrender för Cd, Hg och Pb finns anledning att överväga huruvida intorkning kan ha skett, eftersom detta skulle ha kunnat ge falskt sken av en sänkning. Studien av Zn, Se och Cu visar emellertid att halten av dessa element inte sjönk. En viktig anledning är säkerligen att förvaringen skett i lågtemperaturfrys. De tidstrender som vi iakttagit bör alltså vara en reell sänkning.

Cd, Hg och Pb 1990-1999

Halterna av de ”klassiska” elementen Cd, Hg och Pb motsvarar dem som noterats i tidigare svenska studier, som huvudsakligen gällt koncentrationer i helblod (Svensson et al, 1987 och 1992; Åkesson et al, 1991; Gustafson et al, 1989; Bensryd et al, 1994; Skerfving et al, 1999; Bárány et al, 2002a, 2002b och 2002c; Lindén et al, under tryckning). Därvid får man ta hänsyn till att Cd och Pb nästan uteslutande finns i erytrocyterna, inte i plasma, och således blir koncentrationen i erytrocyter ca. dubbelt så höga som i helblod. För Hg är bilden mer komplex vad gäller fördelning erytrocyter/plasma, eftersom distributionen beror på exponeringens karaktär; metyl-Hg (MeHg), som huvudsakligen tillförs via fisk finns huvudsakligen i erytrocyter, medan metalliskt Hg har en relativt lika halter i dessa media. De aktuella halterna stämmer någorlunda med de som sågs i helblod från gravida kvinnor (Pb och Cd; Jakobsson Lagerqvist et al, 1993) och väl med erytrocyter från västerbottningar studerade under perioden 1985-1994 (Hg; Hallgren et al, 2001). Halterna är emellertid betydligt lägre än de som uppmättes i helblodsprover tagna 1981 från personer i Skellefteåtrakten (Pb, Cd; Elinder et al, 1982).

Medianhalterna av Hg och Pb är lägre än den som anses kunna orsaka toxiska effekter (Skerfving, 1993; Skerfving et al, 1999). De högsta uppmätta halterna är emellertid definitivt associerade med risk för skador av Pb och även för Hg nås nivåer då effekter på fosterutveckling diskuteras.

Koncentrationen av Cd är på en nivå som i allmänhet anses vara riskfri (Skerfving et al, 1999), men som i en senare studie har varit associerad med lätt effekt på njurens proximala tubuli och skelett (Olsson et al, under tryckning; Åkesson et al, att publiceras); för de högsta halterna finns definitivt risker.

Resultaten visar att medianen för Ery-Pb sjönk med ca 6% per år under perioden 1990-99. Depositionen av Pb har minskat under de senaste decennierna (Johansson et al, 2001). Sänkningen beror huvudsakligen på eliminationen av Pb som tillsats i bensin, som var i det närmaste helt slutförd 1994. Vi såg emellertid en sänkning av Ery-Pb också efter denna tidpunkt. Det beror troligen på att bensin-Pb orsakat en utbredd förorening av miljön, t ex av åkermarken. Eftersom exponeringen huvudsakligen sker via födan finns anledning att förvänta sig viss fördröjning. Detta är i god överensstämmelse med den sänkning som iakttagits hos sydsvenska barn under motsvarande period (Strömberg et al, under tryckning).

De iakttagna associationerna mellan manligt kön och rökvanor, å ena sidan, och Ery-Pb, å den andra, stämmer med tidigare iakttagelser (Skerfving et al, 1999). Det är oklart vad könsskillnaden beror på. I studier av Pb i helblod orsakar den högre hematokriten hos män en högre halt. Eftersom vi studerade erythrocyter är inte denna förklaring relevant. Yrken som innebär exponering för Pb är vanligare bland män, vilket kan stå för åtminstone en del av skillnaden. I ett fall, som dock var en kvinna, var halten 750 µg/L erythrocyter, vilket motsvarar ca 320 µg/L helblod, eftersom halten i plasma bara är någon procent av den i erythrocyter. Det är en halt som inger stark misstanke om yrkesmässig exponering, och som är tillräckligt hög för att motivera avstängning från exponering av en blyarbetare, och skall därför bli föremål för fortsatt utredning.

Det fanns ingen effekt av ålder på Ery-Pb, vilket är något överraskande med tanke på den långsamma omsättningen av Pb i skelettet samt den mobilisering av Pb till blod som sker vid re-modellering av benvävnaden. I den modell som användes postulerades ett linjärt samband mellan Ery-Pb och ålder. Det föreföll dock finnas ett maximum vid ca 50 års ålder, vilket gör att ett mindre inflytande av åldern kan ha maskerats.

För Ery-Cd hade rökvanorna en helt avgörande betydelse. Halten hos rökare var flera gånger högre än hos icke-rökare, vilket stämmer med en lång rad tidigare studier (Skerfving et al, 1999). Kvinnor absorberar Cd i högre utsträckning än män (Skerfving et al, 1999) och är därför mer känsliga för exponering från omgivningen. Kvinnor hade också högre Ery-Cd än män; graden av skillnad stämmer med tidigare data från södra Sverige (Olsson et al, under tryckning).

Ery-Cd steg tydligt med stigande ålder, vilket sammanhänger med att omsättningen av Cd i lever och njure är mycket långsam, och att kroppsbördan har ett betydande inflytande på halten i blod. Ålderseffekten var tydligast hos icke-rökare, vilket sannolikt beror på att halten hos rökare och ex-rökare påverkas av rökvanornas intensitet och tidrelation till provtagningen. Närmare granskning av sambandet mellan ålder och Ery-Cd indikerar ett maximum kring 50 års ålder. Motsvarande maximum har iakttagits tidigare (Skerfving et al, 1999). Det beror troligen på att intaget av Cd minskar med ökande ålder och därmed sjunkande konsumtion av föda, vilket leder till en viss sänkning av kroppsbördan. Det betyder också att den linjära multivariata modellen inte är helt adekvat och i viss mån minskar möjligheten för de andra oberoende variablerna att förklara varians.

Det fanns ett samband mellan Ery-Cd och S-Ferritin. Sådan association har beskrivits tidigare (Skerfving et al, 1999; Olsson et al, under tryckning). Det har ansetts bero på att absorptionen av Cd ökar parallellt med ökad absorption av järn vid låga järndepåer. Tidigare har sådana noterats hos kvinnor, som ofta har låga järndepåer. Vi fann emellertid associationer även hos män. Som förväntat var sambanden tydligast hos icke-rökare, vars Ery-Cd fr a bestäms av absorptionen ur tarmen. Hos rökare kamoufleras en sådan effekt av absorptionen i lungan av Cd från cigarrettröken.

Det finns lokala exponeringskällor för Cd i norra Sverige, t ex i Skellefteå-området (Elinder et al, 1982; Jakobsson Lagerqvist et al, 1993). Men större delen av depositionen av Cd härrör från sydligare områden. Depositionen ökade visserligen under större delen av 1900-talet, men har minskat under det senaste decenniet (Johansson et al, 2001). Användningen av Cd-haltiga fosfat-handelsgödselmedel på åkrarna lett till ökande halter i jorden; under det senaste decenniet har dock Cd-halten i handelsgödsel reducerats. Försurning har en mobiliserande

effekt på Cd (Johansson et al, 2001). Alla dessa faktorer påverkar Cd-halter i vegetabiliska och animaliska livsmedel (Skerfving et al, 1999).

Cd-halterna i spannmål, strömming, grisnjure och human kost har ökat (Skerfving et al, 1999). Det finns mycket litet information om tidstrend vad gäller halter av Cd i humant biologiskt material. Vissa data angående halter njure från avlidna i mellansverige har tolkats som att det skett en sänkning (Friis et al, 1998). Denna konklusion har emellertid inte stått oemotsagd (Vahter et al, 1998). Våra data talar för att en viss sänkning skett hos män i Väster- och Norrbotten; Ery-Cd sjönk ca 6% per år. Hos kvinnor är tidsbilden inte alls lika tydlig; det fanns ingen signifikant sänkning. Det sammanhänger troligen med ovan nämnda högre absorptionsgrad. Det är viktigt att följa upp tidstrenden.

Även koncentrationen av Hg hade sjunkit, med ca 6% per kalenderår. Sammanställningar av data från populationer analyserade vid olika tidpunkter har antytt att halterna har sjunkit (Skerfving et al, 1999). Systematiska data från en allmän population finns ej tidigare. Detta kan vara en effekt av sjunkande halter av MeHg i fisk från många sjöar, vattendrag och kustvattenområden, p g a minskande utsläpp av Hg från många olika källor (Johansson et al, 2001). Möjligen har också en sjunkande fiskkonsumtion spelat in, fiskintaget är dock osäkert över tid. Vidare kan kanske en minskande användningen av amalgam ha inverkat.

Till skillnad från Ery-Pb och Ery-Cd fanns det ingen skillnad i Ery-Hg beroende på kön och rökvanor. Däremot förelåg en klar ökning med stigande ålder. Det är oklart vad den beror på. Kanske betingas den av skillnader i kostvanor - det anses ofta att unga äter mindre fisk än äldre. Dessutom har användningen av amalgam minskat med tiden; kanske har äldre personer mer Hg i sina tänder (som de har kvar, eftersom tandstatus numer är relativt gott bland äldre).

Övriga element 1999

Vad gäller halterna av de andra 13 elementen är tillgången till andra data begränsad. En lämplig jämförelse är de data som genererats i en studie av elementhalter i helblod och blodplasma hos ungdomar i Uppsala och Trollhättan i prover tagna 1994/95 och 1996/97, och analyserade med i stort sett samma metodik, och på samma laboratorium med samma utrustning. För att kunna jämföra koncentrationer har vi räknat om till halter i erytrocyter genom användning av en hematokrit på 0,45. Halterna var slående likartade (**Figur 2**). Det är välkänt att depositionen av metaller är mycket högre i södra Sverige än i norra (Johansson et al, 2001), men detta återspeglas inte tydligt i skillnader i halter i blod. För många metaller är kosten en dominerande exponeringsväg. Den betydande transporten av livsmedel över landet fungerar kanske utjämnande.

Halterna av Mn och Se var i rimlig överensstämmelse med värden funna i danskar (Poulsen et al, 1994), koncentrationerna av Se, Cu och Zn med de hos polska barn (Osman et al, 1998).

ICP-MS är en fördelaktig teknik som möjliggör simultana multielement analyser och som på så sätt underlättar studier av samband mellan elementkoncentrationer. Det fanns en rad korrelationer mellan halterna av en lång rad element. Vi fann flera samband, trots det faktum att nivåer av vissa element i många prover låg under de formella detektionsgränserna. Detta indikerar en rimlig tillförlitlighet i analyserna även under detektionsgränserna.

Alternativt skulle samband kunna ha orsakats av artefakter, vilket emellertid är mindre troligt. Vi har nämligen ej funnit någon rimlig förklaring för artefakter, och tror därför att funna samband är sanna. För att utesluta artificiella samband, undersökte således vi ett flertal

möjligheter, varigenom falska korrelationer skulle ha kunnat uppstå (Barany et al, 2002a, 2002b och 2002c). Preanalytiska faktorer (t ex kontamination av två element samtidigt) och instrumentella brister (isotopisk eller fleratoms-massinterferens, variationer av instrumentens känslighet eller utebliven signal) var osannolika.

De funna korrelationerna är långt fler än vad som skulle förväntas av slumpen. Det är också värt att notera att inget av de signifikanta sambanden var negativt. Viktigt är också att de funna relationerna är likartade de som sågs i studier av ungdomar i Uppsala/Trollhättan (Barany et al, 2002a, 2002b och 2002c).

En korrelation mellan två element kan uppkomma om en gemensam exponeringskälla bidrar tillräckligt till de totala biologiska nivåerna. Sådana samband är viktiga för förståelse, och där de kan appliceras, interventioner vad beträffar exponering för spårelement.

En förklaring till associationer är parallell exponering. Metallerna i katalytiska avgasrenare (Pt, Pd och Rh) visar samma mönster av miljöförorening (Wei och Morrisson, 1994; Zereini et al, 1997; Jarvis et al, 2001). Om de tas upp i kroppen borde halterna vara korrelerade. Så var fallet i Västerbotten. Detta är också i överensstämmelse med våra fynd i helblod och serum bland ungdomar i Uppsala och Trollhättan (Barany et al, 2002). Katalysatorerna ger således sannolikt en exponering. En helt annan fråga är förstås om detta innebär hälsorisker. Av de tre elementen är Pt toxiskt; det kan ge typ 1 allergi med IgE-antikroppar, som utlöser symtom från ögon och luftvägar. Sådan allergi förekommer emellertid bara om exponeringen är i form av speciella Pt-salter.

Det fanns också ett samband mellan Hg och Se. Detta är i överensstämmelse med tidigare studier, antagligen p g a en gemensam källa till exponering genom fiskkonsumtion (Svensson et al., 1987 och 1992; Grandjean et al., 1992; Bensryd et al., 1994). En annan förklaring till associationer kan vara parallellitet i bindningar i kroppen. I *in vitro*-experiment, har ett ekvimolärt Hg (-oorganiskt) /Se komplex visats bindas till selenprotein P i råttserum (Yoneda och Suzuki, 1997); om motsvarande gäller för erythrocyter är inte känt.

Vi fann positiva samband mellan Zn och Cu. Båda binder till superoxid-dismutas (Fischer et al., 1984; Yadrick et al., 1989) och metallothionein (Nordberg och Nordberg, 2000) i erythrocyter.

Cd och Pb korrelerade, vilket åtminstone delvis kan förklaras av att båda är associerade till rökning (Svensson et al, 1987; Bensryd et al, 1994; Barany et al, 2002). Vi fann inga samband mellan Pb och Se. Ett sådant har rapporterats i flera tidigare studier (Gustafsson et al. 1987; Osman et al, 1998), men ej i alla (Beneš et al, 2000). En tänkbar förklaring är de i vår studie relativt sett höga Se- och låga Pb-halterna.

Fortsatta studier

De redovisade resultaten har besvarat en rad frågor, men reser samtidigt andra. Ytterligare bearbetning av materialet skall ske, bl a med avseende på olika livsstils- och miljöfaktorer.

Det finns också starka skäl att komplettera med nya undersökningar. Vi anser att det finns anledning att följa tidsutvecklingen, särskilt av Cd och Hg, eftersom halterna av dessa element ligger nära den som satts i samband med skadliga effekter. Detta bör dessutom föranleda ytterligare studier av toxiska effekter av Cd på fr a njure och skelett.

Det finns också starka skäl att närmare utreda komplexet Pt/Rh/Pd vad gäller geografisk fördelning (biltäthet) och utveckling över tid. Vidare har vissa ur toxikologisk synvinkel intressanta element inte inkluderats i denna studie, t ex uran.

Tack

Detta arbete har understötts av bidrag från Naturvårdsverket, Miljöstrategiska fonden (MISTRA), Rådet för Arbetsmiljöforskning (RALF), Medicinska Fakulteten vid Lunds Universitet och landstingen i Södra sjukvårdsregionen. Anna Akantis och Giovanni Ferrari tackas för skicklig teknisk hjälp.

Referenser

- Barany E, Bergdahl IA, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. Inductively coupled plasma mass spectrometry for direct multi-element analysis of diluted human blood and serum. *J Anal Atomic Spectrometry* 1997;12:1005-9.
- Bárány E, Bergdahl IA, Bratteby L-E, Lundh T, Samuelson G, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. Trace element levels in whole blood and serum from Swedish adolescents. *Sci Tot Environ* 2002a;286:129-41.
- Bárány E, Bergdahl I, Bratteby L, Lundh T, Samuelson G, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. Trace elements in blood and serum of Swedish adolescents: Relation to gender, age, residential area and socioeconomic status. *Environ Res* 2002b;89:72-84.
<http://www.idealibrary.com/links/doi/10.1006/enrs.2002.4351/pdf>
- Bárány E, Bergdahl IA, Bratteby LE, Lundh T, Samuelson G, Schütz A, Skerfving S, Oskarsson A. Relationships between trace element concentrations in human blood and serum. *Toxicol Lett* 2002c;134:177-84.
- Bárány E, Bergdahl IA, Bratteby L-E, Lundh T, Samuelson G, Skerfving S, Oskarsson A. Mercury and selenium in whole blood and serum in relation to fish consumption and amalgam fillings in adolescents. *J Trace Elem Med Biol*. Under tryckning.
- Beneš B, Speváckova V, Šmíd J, Cejchanová M, Cerná M, Šubrt P, Marecek J. The concentration levels of Cd, Pb, Hg, Cu, Zn and Se in blood of the population in the Czech Republic. *Centr Eur J Publ Health* 2000;8:117-9.
- Bensryd I, Rylander L, Högstedt B, Aprea P, Bratt I, Fåhraeus C, Holmén A, Karlsson A, Nilsson A, Svensson B-L, Schütz A, Thomassen Y, Skerfving S. Effect of acid precipitation on retention and excretion of elements in man. *Sci Tot Environ* 1994;145:81-102.
- Elinder CG, Millqvist K, Andersson H, Lind B, Nilsson B, Pettersson B. Kadmium och bly i blod- och urinprover ifrån personer med stor konsumtion av lokalt odlad föda i närheten av Rönnskärsverken. Rapport från hygieniska institutionen, Karlinska institutet, i februari 1982. Stencil.
- Fisher PWF, Giroux, L'Abbé MR. Effect of zinc supplementation on copper status in adult man. *Am J Clin Nutr* 1984;40:743-6.
- Friis L, Pettersson L, Edling C. Reduced cadmium levels in human kidney cortex in Sweden. *Environ Health Perspec* 1998;106:175-8.

Grandjean P, Nielsen GD, Jørgensen PJ, Hørder M. Reference intervals for trace elements in blood: significance of risk factors. *Scand J Clin Lab Invest* 1992;52:321-337.

Gustafson Å, Hedner P, Schütz A, Skerfving S. Occupational lead exposure and pituitary function. *Int Arch Occup Environ Health*. 1989;61:277-81.

Hallgren CG, Hallmans G, Jansson JH, Marklund SL, Huhtasaari F, Schütz A, Strömberg 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.

Jakobsson Lagerkvist B, Söderberg H-Å, Nordberg GF, Ekesrydh S, Englyst V. Biological monitoring of arsenic, lead and cadmium in occupationally and environmentally exposed pregnant women. *Scand J Work Environ Health* 1993;19 suppl 1:50-3.

Jarvis K, Parry SJ, Piper JM. Temporal and spatial studies on autocatalyst-derived trace elements in the environment. *Environ Sci Technol* 2001;35:1031-6.

Johansson K, Bergbäck B, Tyler G. Impact of atmospheric long range transport of lead, mercury and cadmium on the Swedish forest environment. *Water, air and soil pollution: Focus* 1:279-7; 2001.

Lindén A, Olsson I-M, Bensryd I, Lundh T, Skerfving S, Oskarsson A. Monitoring of cadmium in the chain from soil via crops and feed to pig blood and kidney. *Exotox Environ Safety*. In press.

Nordberg M, Nordberg GF. Toxicological aspects of metallothionein. *Cell Mol Biol* 2000;46:175-205.

Olsson IM, Bensryd I, Lundh T, Ottosson H, Skerfving S, Oskarsson A. Cadmium in blood and urine – impact of gender, age, dietary intake, iron status, and former smoking- association with renal effects. *Environ Health Perspec*. Under tryckning.

Osman K, Schütz A, Åkesson B, Maciag A, Vahter M. Interactions between essential and toxic elements in lead exposed children in Katowice, Poland. *Clin Biochem* 1998;31:657-65.

Poulsen OM, Christensen JM, Sabbioni E, Van der Venne MT. Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. V. Review of trace elements in blood, serum and urine and critical evaluation of reference values for the Danish population. *Sci Tot Environ* 1994;141:197-215.

Sandborgh-Englund G, Elinder C-G, Langworth S, Schütz A, Ekstrand J. Mercury in biological fluids after amalgam removal. *J Dent Res* 1998;77:615-24.

Skerfving S. Inorganic lead. Criteria documents from the Nordic expert group 1992. *Arbete och Hälsa* 1993;1:125-38.

Skerfving S, Bencko V, Vahter M, Schütz A, Gerhardsson L. Environmental health in the Baltic region – toxic metals. *Scand J Work Environ Health* 1999;25 suppl 3:40-64.

Stegmayr B, Lundberg U, Asplund K, The events registration and survey procedures in the Northern Sweden MONICA project. *Scand J Publ Health*. In press.

Strömberg U, Schütz A, Skerfving S. Substantial decrease of blood lead in Swedish children 1978-94, associated with petrol lead. *Occup Environ Med* 1995;52:764-9.

Strömberg U, Lundh T, Schütz A, Skerfving S. Yearly measurements of blood lead in Swedish children since 1978: an update focusing on the petrol-lead free period 1995-2001. *Occup Environ Med*. In press.

Svensson BG, Björnham Å, Schütz A, Lettewall U, Nilsson A, Skerfving S. Acidic deposition and human exposure to toxic metals. *Sci Tot Environ* 1987;67:101-15.

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

Vahter M, Friberg L, Skerfving S. Osäker tidstrend i kadmiumexponeringen. *Läkartidningen* 1998;95:5601-2.

Wei D, Morrison GM. Platinum in road dusts and urban river sediments. *Sci Tot Environ* 1994;146/147:169-74.

Yadrick MK, Kenney MA, Winterfeldt EA. Iron, copper and zinc status: Response to supplementation with zinc or zinc and iron in adult females. *Am J Clin Nutr* 1989;49:145-150.

Yoneda S, Suzuki KT. Equimolar Hg-Se complex binds to Selenoprotein P. *Biochem Biophys Res Comm* 1997;231:7-11.

Zereini F, Skerstupp B, Alt F, Helmers E, Urban H. Geochemical behavior of platinum-group elements (PGE) in particulate emissions by automobile exhaust catalysts: experimental results and environmental investigations *Sci Tot Environ* 1997;206:137-46.

Åkesson I, Schütz A, Attewell R, Skerfving S, Glantz P-O. Status of mercury and selenium in dental personnel: Impact of amalgam work and own fillings. *Arch Environ Health* 1991;46:102-9.

Figur 1. Samband mellan halt av Ery-Cd och S-ferritin hos icke-rökande kvinnor (N=107; $rS=-0,18$; $P<0,01$) och män (N=96; $rS=-0,32$; $P<0,01$).

Figur 2. Jämförelse av medianhalter av element i erythrocyter mellan populationen av personer i ålder 25-64 år från Väster- och Norrbotten samt i ungdomar på 15-17 år från Trollhättan och Uppsala (Barany et al, 2002a). I det senare fallet har halter beräknats från helblod och serum med antagande om en hematokrit på 0,45. I fall då båda studierna har visat halter under detektionsgränsen har värden motsvarande detektionsgränsen markerats. Observera att axlarna är logaritmiska. En identitetslinje visas.

Tabell 1. Detektionsgränser (beräknade som 3 x standarddeviationen för reagensblankprover) från analysserierna. Medianvärden för samtliga analysserier på erythrocyter.

<u>Element</u>	<u>Detektionsgräns</u> (µg/L)
Al	8,5
V	1,0
Mn	0,74
Co	0,59
Ni	5,2
Cu	5,6
Zn	18
Se	5,3
Rh	0,03
Pd	0,14
Cd	0,09
Sb	0,06
W	0,07
Pt	0,09
Hg	0,20
Pb	0,26

Tabell 2. Resultat för icke-certifierade referensprover (helblod). Av leverantören (Nycomed AS. Oslo) rekommenderat analysvärde ("Rek.") anges liksom variationskoefficienten ("Prec").

Element	Batch											
	404107				MR9067				404109x			
	n	Erhållet	Prec.	Rek.	n	Erhållet	Prec.	Rek.	n	Erhållet	Prec.	Rek.
		Medelv±SD				Medelv±SD				Medelv±SD		
		(g/L)	(%)	(g/L)		(g/L)	(%)	(g/L)		(g/L)	(%)	(g/L)
Al	7	71+6,3	-	-	7	63+8,8	-	-	-	-	-	-
V	7	12+5,0	-	-	7	14+4,5	-	-	-	-	-	-
Mn	7	10+1,6	16	9	7	12+1,3	11	13	-	-	-	-
Co	7	<0,59	-	-	7	4,6+0,19	4,1	5,2	-	-	-	-
Ni	7	<5,2	-	-	7	6,3+2,3	36	5	-	-	-	-
Cu	7	640+33	-	-	7	690+35	-	-	-	-	-	-
Zn	7	4600+150	-	-	7	4900+160	-	-	-	-	-	-
Se	7	63+4,5	7,1	80	7	90+6,8	7,5	112	-	-	-	-
Rh	7	<0,03	-	-	7	0,03+0,03	-	-	-	-	-	-
Pd	7	<0,14	-	-	7	0,15+0,05	-	-	-	-	-	-
Cd	25	0,71+0,06	8,2	0,70	25	6,3+0,22	3,2	6,2	-	-	-	-
Sb	7	0,57+0,02	-	-	7	25+0,79	3,2	25	-	-	-	-
W	7	0,42+0,05	-	-	7	0,33+0,08	-	-	-	-	-	-
Pt	7	<0,09	-	-	7	0,10+0,17	-	-	-	-	-	-
Hg	63	2,3+0,80	7,8	3	-	-	-	-	61	13+0,49	3,1	15
Pb	25	31+1,6	5,1	34	25	410+13	3,1	400	-	-	-	-

Tabell 3. Resultat för certifierade ("cert") referensprover (helblod). Resultaten för referensproverna från UK NEQAS, England, redovisas som medelavvikelsen i procent från certifierat värde för halterna 3,7-15,0 µg/L kadmium och 51,2-95,3 µg/L bly. Prec = variationskoefficienten, n=antal analyser.

[illegible]

Tabell 4. Halter av koppar, zink och selen i erythrocyter i prover som förvarats olika länge.

År	n	Cu			Zn			Se		
		Median	Range	Medel±SD	Median	Range	Medel±SD	Median	Range	Medel±SD
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
1990	29	0,73	0,56-0,94	0,75±0,09	11	8,4-14	11±1,4	0,12	0,08-0,22	0,12±0,03
1994	21	0,83	0,62-1,0	0,83±0,09	11	8,9-13	11±1,2	0,12	0,10-0,18	0,12±0,02
1999	23	0,83	0,71-0,97	0,82±0,07	10	8,7-14	11±1,4	0,11	0,09-0,14	0,11±0,01

Tabell 5. Kadmium i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män							
Ålder							
25-34	63	0,22	<0,09-6,8	<0,09	1,4	0,56 $\pm$ 1,2	
35-44	78	0,45	<0,09-15	0,16	3,0	1,1 $\pm$ 2,1	
45-54	75	0,43	0,11-5,3	0,22	2,5	0,97 $\pm$ 1,2	
55-64	50	0,56	0,09-7,3	0,17	5,1	1,4 $\pm$ 1,9	
65-74	32	0,41	0,14-3,2	0,19	1,8	0,67 $\pm$ 0,73	
Rökvanor							
ickerökare	148	0,25	<0,09-3,2	0,11	0,65	0,37 $\pm$ 0,42	
ex-rökare	97	0,47	<0,09-3,5	0,19	1,1	0,60 $\pm$ 0,51	
rökare	53	2,3	0,54-15	1,1	6,5	3,3 $\pm$ 2,5	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	69	0,34	<0,09-7,1	0,16	3,7	1,0 $\pm$ 1,5	
35-44	73	0,45	<0,09-8,7	0,20	4,0	1,2 $\pm$ 1,6	
45-54	72	0,87	0,23-7,2	0,34	2,7	1,3 $\pm$ 1,3	
55-64	58	0,62	0,15-6,4	0,30	3,2	1,15 $\pm$ 1,3	
65-74	27	0,56	0,17-2,4	0,25	1,8	0,81 $\pm$ 0,27	
Rökvanor							
ickerökare	157	0,43	<0,09-1,8	0,20	0,94	0,51 $\pm$ 0,33	
ex-rökare	71	0,49	0,17-5,9	0,21	1,2	0,67 $\pm$ 0,74	
rökare	71	2,5	0,48-8,7	1,1	5,0	3,0 $\pm$ 1,7	

Tabell 6. Kvicksilver i erythrocyter.

	n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
		($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män						
Ålder						
25-34	64	2,1	<0,20-12	0,72	4,5	2,5 $\pm$ 1,8
35-44	78	2,6	0,47-7,9	1,3	5,3	2,9 $\pm$ 1,6
45-54	75	3,5	0,51-15	1,3	8,0	3,9 $\pm$ 2,6
55-64	50	3,8	0,71-18	1,5	7,6	4,4 $\pm$ 3,5
65-74	32	3,7	0,23-41	1,2	16	6,5 $\pm$ 9,5
Rökvanor						
ickerökare	148	2,5	<0,20-41	1,2	5,5	3,4 $\pm$ 4,0
ex-rökare	98	3,6	0,23-38	1,2	7,1	4,3 $\pm$ 4,7
rökare	53	2,7	0,80-10	1,3	6,7	3,5 $\pm$ 2,2
Kvinnor						
Ålder						
25-34	69	2,3	0,21-9,1	0,90	4,5	2,6 $\pm$ 1,6
35-44	73	3,0	0,68-11	1,1	6,0	3,3 $\pm$ 1,9
45-54	72	2,9	<0,20-7,9	1,4	5,7	3,3 $\pm$ 1,7
55-64	58	2,9	0,64-60	1,3	5,7	4,3 $\pm$ 7,7
65-74	27	4,0	1,3-7,3	1,5	7,1	4,0 $\pm$ 2,0
Rökvanor						
ickerökare	157	2,9	0,48-60	1,3	6,2	3,8 $\pm$ 5,0
ex-rökare	71	2,6	<0,20-7,9	1,1	5,2	2,9 $\pm$ 1,7
rökare	71	3,0	0,75-7,4	1,3	6,0	3,2 $\pm$ 1,7

Tabell 7. Bly i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män							
Ålder							
25-34	64	58	14-270	27	170	76+53	
35-44	78	62	26-450	34	110	75+56	
45-54	75	71	18-380	34	160	91+66	
55-64	50	68	21-200	38	140	80+40	
65-74	32	53	14-390	26	98	67+65	
Rökvanor							
ickerökare	148	57	14-390	31	140	72+56	
ex-rökare	98	67	21-380	33	150	82+51	
rökare	53	75	22-450	43	180	94+68	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	69	38	16-750	23	84	53+88	
35-44	73	46	17-130	23	78	48+23	
45-54	72	46	11-120	23	89	50+25	
55-64	58	52	13-190	22	89	56+30	
65-74	27	38	15-85	24	71	42+17	
Rökvanor							
ickerökare	157	44	11-190	24	80	48+26	
ex-rökare	71	37	16-750	21	74	53+87	
rökare	71	51	23-110	29	91	56+24	

Tabell 8. Cd, Hg och Pb i erythrocyter 1990, 1994 och 1999.

Element	År	n	Median (µg/L)	Range (µg/L)	Percentil		Medelvärde ± SD (µg/L)
					10 (µg/L)	90 (µg/L)	
Cd	1990	199	0,51	<0,09-15	0,21	4,6	1,4+2,0
	1994	199	0,49	<0,09-8,7	0,17	2,4	0,96+1,3
	1999	200	0,43	<0,09-5,3	0,17	1,9	0,79+0,94
Hg	1990	200	3,7	<0,20-60	1,9	6,8	4,5+4,6
	1994	200	2,7	<0,20-38	1,3	6,2	3,5+3,4
	1999	200	2,1	0,21-41	0,82	4,9	2,8+3,3
Pb	1990	199	67	13-270	33	145	80+46
	1994	200	55	14-380	29	97	63+44
	1999	200	41	11-780	22	73	53+67

Tabell 9. Samband mellan kön, ålder, rökvanor och kalenderår för kadmium, kvicksilver och bly i erytrocyter. Beräkning med en linjär, multipel regressionsmodell.

Element	Variabel	Icke- rökare GM	6) P	n	Ex- rökare GM	6) P	n	Rökare GM	6) P	n	Alla GM	P	n
Cd	1) Kön (µg/L)												
	Män	aaa,ccc0,30		148	bbb0,47		97	2,1		53	0,49		298
	Kvinnor	a,ccc0,44	<0,01	147	bbb0,54	-	71	2,4	-	71	0,69	<0,01	299
	Total	0,37		305	0,49		168	2,3		124	0,58		597
	2) Ålder (%/år)												
	Män	2,6	<0,01	148	0,26	-	97	1,0	-	53	2,0	<0,01	298
	Kvinnor	2,1	<0,01	157	1,9	<0,01	71	-0,79	-	71	1,3	<0,01	299
	3) Total	2,3	<0,01	305	1,0	<0,05	168	-0,69	-	124	1,6	<0,01	597
	4) Kalenderår (%/år)												
	Män	-2,9	<0,05	148	-2,4	-	97	-8,7	<0,01	53	-6,4	<0,01	298
	Kvinnor	-1,4	-	157	-3,2	-	71	-3,6	-	71	-1,6	-	299
	5) Total	-2,1	<0,05	305	-2,9	<0,05	168	-5,7	-	124	-4,1	<0,01	597
Hg	1) Kön (µg/L)												
	Män	2,7		149	3,1		98	2,7		53	2,8		300
	Kvinnor	a2,9	-	148	2,4	<0,05	71	2,9	-	71	2,8	-	299
	Total	2,8		306	2,8		169	2,8		124	2,8		599
	2) Ålder (%/år)												
	Män	1,7	<0,01	149	1,7	<0,01	97	1,8	<0,05	53	1,8	<0,01	300
	Kvinnor	1,0	<0,01	157	1,0	-	71	1,7	<0,01	71	1,1	<0,01	299
	3) Total	1,4	<0,01	305	1,4	<0,01	168	1,8	<0,01	124	1,5	<0,01	599
	4) Kalenderår (%/år)												
	Män	-5,0	<0,01	149	-8,8	<0,01	97	-6,5	<0,01	53	-6,4	<0,01	300
	Kvinnor	-6,0	<0,01	157	-5,7	<0,05	71	-6,4	<0,01	71	-6,1	<0,01	299
	5) Total	-5,5	<0,01	305	-7,5	<0,01	168	-6,5	<0,01	124	-6,2	<0,01	599
Pb	1) Kön (µg/L)												
	Män	aa,c58		147	69		98	77		53	64		299
	Kvinnor	ccc41	<0,01	147	bb40	<0,01	71	51	<0,01	71	44	<0,01	299
	Total	48		305	55		169	60		124	52		598
	2) Ålder (%/år)												
	Män	0,02	-	148	-0,06	-	97	1,1	-	53	0,20	-	299
	Kvinnor	0,48	-	157	0,06	-	71	0,12	-	71	0,30	-	299
	3) Total	0,27	-	305	-0,03	-	168	0,48	-	124	0,25	-	298
	4) Kalenderår (%/år)												
	Män	-6,2	<0,01	148	-6,3	<0,01	97	-3,7	-	53	-6,1	<0,01	299
	Kvinnor	-5,7	<0,01	157	-3,0	-	71	-5,0	<0,01	71	-4,9	<0,01	299
	5) Total	-5,9	<0,01	305	-5,0	<0,01	168	-4,7	<0,01	124	-5,5	<0,01	598

1) Korrigerat för kalenderår=1995 och ålder=50år. 2) Kalenderår med i modellen. 3) Kalenderår och kön med i modellen. 4) Ålder med i modellen
5) Ålder och kön med i modellen. 6) Effekt av rökning: icke rökare/ex-rökare: a: P<0,05; aa: P<0,01; aaa: P<0,001; ex-rökare/rökare: bb: P<0,01;
bbb: P<0,001; icke rökare/rökare: c: P<0,05; ccc: P<0,001

Tabell 10. Kadmium i erythrocyter och serumferritin, i grupper av män och kvinnor med olika rökvanor.

Element		n	r _s	P
Cd	Alla	394	-0,210	<0,01
	Män	196	-0,177	<0,01
	Rökvanor			
	ickerökare	96	-0,316	<0,01
	ex-rökare	62	-0,185	-
	rökare	38	-0,111	-
	Kvinnor	197	-0,088	-
	Rökvanor			
	ickerökare	107	-0,177	<0,01
	ex-rökare	42	-0,150	-
	rökare	48	0,183	-

Tabell 11. Halter av 13 element i erythrocyter 1999.

Element	n	Median (µg/L)	Range (µg/L)	Percentil		Medelvärde ± SD (µg/L)
				10 (µg/L)	90 (µg/L)	
Al	53	20	<8,5-62	10	33	21±11
V	182	11	5,0-140	7,7	20	14±14
Mn	162	21	11-62	16	29	23±7,4
Co	136	0,14	<0,59-4,0	<0,59	0,74	0,29±0,73
Ni	64	1,9	<5,2-31	<5,2	5,9	2,8±4,3
Cu (mg/L)	192	0,80	0,65-1,2	0,73	0,90	0,81±0,07
Zn (mg/L)	194	12	8,2-25	10	15	13±1,9
Se	151	120	74-360	99	150	130±35
Rh	183	<0,03	<0,03-1,9	<0,03	0,12	0,05±0,16
Pd	179	<0,14	<0,14-1,2	<0,14	0,27	<0,14
Sb	181	<0,06	<0,06-1,6	<0,06	0,20	0,09±0,21
W	193	<0,07	<0,07-0,96	<0,07	0,14	<0,07
Pt	185	0,10	<0,09-5,2	<0,09	0,46	0,25±0,62

Tabell 12. Aluminium i erytrocyter.

	n	Median	Range	<u>Percentil</u>		Medelvärde $\pm$ SD
		(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män						
Ålder						
25-34	5	19	<8,5-33	<8,5	33	17 $\pm$ 14
35-44	7	18	<8,5-29	<8,5	29	18 $\pm$ 7,4
45-54	6	20	9,8-62	9,8	62	26 $\pm$ 19
55-64	3	22	15-23	15	23	20 $\pm$ 4,5
65-74	5	29	<8,5-37	<8,5	37	27 $\pm$ 11
Rökvanor						
ickerökare	14	19	<8,5-62	<8,5	48	21 $\pm$ 16
ex-rökare	9	22	15-37	15	37	23 $\pm$ 6,6
rökare	3	23	12-23	12	23	19 $\pm$ 6,3
Kvinnor						
Ålder						
25-34	5	26	13-34	13	34	25 $\pm$ 8,1
35-44	8	15	10-21	10	21	15 $\pm$ 3,7
45-54	6	21	<8,5-45	<8,5	45	22 $\pm$ 13
55-64	3	15	10-31	10	31	19 $\pm$ 11
65-74	5	21	18-29	18	29	22 $\pm$ 4,2
Rökvanor						
ickerökare	18	21	10-45	10	35	21 $\pm$ 9,3
ex-rökare	4	20	13-23	13	23	19 $\pm$ 4,7
rökare	5	15	<8,5-26	<8,5	26	16 $\pm$ 7,7

Tabell 13. Vanadin i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män							
Ålder							
25-34	20	11	5,1-140	6,8	19	18+29	
35-44	23	11	7,1-31	7,9	19	12+5,2	
45-54	19	12	5,1-66	6,5	26	15+14	
55-64	14	11	6,5-20	7,5	20	12+4,0	
65-74	14	12	8,2-77	8,7	49	17+12	
Rökvanor							
ickerökare	44	11	5,1-77	7,4	20	14+13	
ex-rökare	34	12	5,0-140	7,6	20	16+22	
rökare	12	12	7,3-22	7,7	21	13+5,2	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	20	12	7,3-40	8,0	18	14+7,0	
35-44	26	10	5,8-48	6,7	22	13+8,3	
45-54	18	11	6,9-93	7,4	29	17+19	
55-64	15	11	7,5-22	7,6	21	11+4,0	
65-74	13	11	5,5-18	7,0	17	12+3,2	
Rökvanor							
ickerökare	46	12	5,5-93	7,8	22	15+13	
ex-rökare	23	11	5,8-23	7,2	18	12+3,8	
rökare	23	11	6,9-48	7,4	20	13+8,4	

Tabell 14. Mangan i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män							
Ålder							
25-34	18	22	15-33	16	30	22+4,6	
35-44	24	21	15-28	18	25	21+3,0	
45-54	17	20	15-39	16	30	21+5,8	
55-64	13	22	16-62	17	48	25+12	
65-74	13	20	12-27	13	25	19+3,8	
Rökvanor							
ickerökare	39	21	15-33	16	26	21+3,7	
e-rökare	33	21	12-62	17	28	22+8,2	
rökare	13	22	18-39	18	34	23+5,5	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	13	21	17-45	18	38	24+7,1	
35-44	22	24	16-47	17	44	26+8,6	
45-54	17	21	11-53	11	43	23+12	
55-64	14	21	11-32	12	30	21+5,2	
65-74	11	23	16-37	16	36	24+6,4	
Rökvanor							
ickerökare	35	23	11-44	16	37	25+7,7	
ex-rökare	20	23	12-47	14	44	24+8,6	
rökare	22	21	11-54	13	37	22+9,5	

Tabell 15. Kobolt i erythrocyter.

	n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
		($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män						
Ålder						
25-34	15	<0,59	<0,59-0,74	<0,59	0,73	<0,59
35-44	15	<0,59	<0,59-0,95	<0,59	0,72	<0,59
45-54	17	<0,59	<0,59-4,0	<0,59	1,5	<0,59
55-64	12	<0,59	<0,59-1,1	<0,59	0,97	<0,59
65-74	10	<0,59	<0,59-4,0	<0,59	4,0	0,98 $\pm$ 1,5
Rökvanor						
ickerökare	31	<0,59	<0,59-4,0	<0,59	0,94	<0,59
ex-rökare	29	<0,59	<0,59-4,0	<0,59	1,1	<0,59
rökare	9	<0,59	<0,59-0,63	<0,59	0,63	<0,59
Kvinnor						
Ålder						
25-34	17	<0,59	<0,59-0,76	<0,59	0,65	<0,59
35-44	21	<0,59	<0,59-0,80	<0,59	0,72	<0,59
45-54	15	<0,59	<0,59-3,2	<0,59	1,6	<0,59
55-64	9	<0,59	<0,59-3,0	<0,59	3,0	<0,59
65-74	5	<0,59	<0,59-0,68	<0,59	0,68	<0,59
Rökvanor						
ickerökare	30	<0,59	<0,59-3,3	<0,59	0,75	<0,59
ex-rökare	19	<0,59	<0,59-0,80	<0,59	<0,59	<0,59
rökare	18	<0,59	<0,59-0,73	<0,59	0,70	<0,59

Tabell 16. Nickel i erythrocyter.

	n	Median	Range	Percentil		Medelvärde ± SD
		(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män						
Ålder						
25-34	7	<5,2	<5,2-4,3	<5,2	<5,2	<5,2
35-44	8	<5,2	<5,2-6,2	<5,2	6,2	<5,2
45-54	6	<5,2	<5,2-7,2	<5,2	7,2	<5,2
55-64	5	<5,2	<5,2-4,0	<5,2	<5,2	<5,2
65-74	6	<5,2	<5,2-5,2	<5,2	5,3	<5,2
Rökvanor						
ickerökare	15	<5,2	<5,2-6,2	<5,2	5,6	<5,2
ex-rökare	11	<5,2	<5,2-6,0	<5,2	5,7	<5,2
rökare	6	<5,2	<5,2-7,2	<5,2	7,2	<5,2
Kvinnor						
Ålder						
25-34	8	<5,2	<5,2-31	<5,2	31	<5,2
35-44	8	<5,2	<5,2-3,1	<5,2	<5,2	<5,2
45-54	8	<5,2	<5,2-10	<5,2	10	<5,2
55-64	4	<5,2	<5,2-6,6	<5,2	<5,2	<5,2
65-74	4	<5,2	<5,2-5,6	<5,2	5,6	<5,2
Rökvanor						
ickerökare	14	<5,2	<5,2-31	<5,2	19	<5,2
ex-rökare	10	<5,2	<5,2-5,3	<5,2	<5,2	<5,2
rökare	8	<5,2	<5,2-10	<5,2	10	<5,2

Tabell 17. Koppar i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(mg/L)	(mg/L)	10 (mg/L)	90 (mg/L)	(mg/L)
Män							
Ålder							
25-34	21	0,82	0,72-0,99	0,74	0,94	0,83 $\pm$ 0,07	
35-44	24	0,80	0,69-0,91	0,72	0,90	0,81 $\pm$ 0,06	
45-54	19	0,80	0,68-0,92	0,72	0,90	0,80 $\pm$ 0,07	
55-64	15	0,80	0,68-0,93	0,69	0,92	0,80 $\pm$ 0,07	
65-74	15	0,83	0,73-0,94	0,74	0,92	0,83 $\pm$ 0,07	
Rökvanor							
ickerökare	47	0,81	0,69-0,99	0,73	0,91	0,81 $\pm$ 0,07	
ex-rökare	34	0,81	0,68-0,94	0,73	0,91	0,82 $\pm$ 0,07	
rökare	13	0,82	0,73-0,91	0,74	0,89	0,81 $\pm$ 0,06	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	22	0,81	0,65-1,0	0,70	0,97	0,82 $\pm$ 0,08	
35-44	26	0,80	0,69-0,88	0,71	0,85	0,78 $\pm$ 0,05	
45-54	21	0,80	0,68-1,2	0,70	0,90	0,82 $\pm$ 0,11	
55-64	16	0,84	0,69-0,95	0,74	0,94	0,84 $\pm$ 0,07	
65-74	13	0,79	0,67-0,87	0,69	0,86	0,79 $\pm$ 0,06	
Rökvanor							
ickerökare	50	0,82	0,65-1,2	0,72	0,91	0,83 $\pm$ 0,09	
ex-rökare	23	0,79	0,67-0,90	0,69	0,86	0,78 $\pm$ 0,06	
rökare	25	0,79	0,68-0,95	0,71	0,89	0,80 $\pm$ 0,06	

Tabell 18. Zink i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentile		Medelvärde $\pm$ SD
			(mg/L)	(mg/L)	10 (mg/L)	90 (mg/L)	(mg/L)
Män							
Ålder							
25-34	22	13	11-25	11	16	13+3,1	
35-44	26	12	9,4-15	10	14	12+9,4	
45-54	18	13	10-17	10	15	13+1,6	
55-64	16	12	9,4-17	11	16	13+1,8	
65-74	14	10	9,7-18	11	16	14+1,8	
Rökvanor							
ickerökare	49	13	9,4-18	11	15	13+1,6	
ex-rökare	35	13	9,7-25	11	16	13+2,7	
rökare	13	12	9,4-15	9,7	15	12+1,9	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	22	11	8,2-15	8,6	15	12+1,9	
35-44	25	12	9,5-14	9,8	13	11+1,1	
45-54	22	12	8,8-16	9,5	14	12+1,6	
55-64	16	13	11-15	11	14	12+1,3	
65-74	12	13	11-15	11	15	13+1,3	
Rökvanor							
ickerökare	49	12	8,2-16	10	14	12+1,6	
ex-rökare	23	12	9,2-15	9,8	13	12+1,4	
rökare	25	12	8,2-15	9,4	13	12+1,6	

Tabell 19. Selen i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			(µg/L)	(µg/L)	10 (µg/L)	90 (µg/L)	(µg/L)
Män							
Ålder							
25-34	19	130	98-170	100	160	130 $\pm$ 18	
35-44	18	120	84-160	98	160	120 $\pm$ 18	
45-54	15	120	90-150	95	150	120 $\pm$ 18	
55-64	11	120	100-150	100	150	120 $\pm$ 16	
65-74	14	130	85-360	89	350	160 $\pm$ 85	
Rökvanor							
ickerökare	40	130	84-360	98	150	130 $\pm$ 41	
ex-rökare	28	130	92-340	98	160	130 $\pm$ 45	
rökare	9	120	110-150	111	150	130 $\pm$ 15	
Kvinnor							
Ålder							
25-34	15	120	79-140	86	140	120 $\pm$ 18	
35-44	25	120	75-170	100	160	120 $\pm$ 21	
45-54	15	120	89-250	95	230	130 $\pm$ 44	
55-64	9	120	81-130	81	130	110 $\pm$ 16	
65-74	10	140	85-160	86	160	130 $\pm$ 26	
Rökvanor							
ickerökare	33	130	81-210	98	160	130 $\pm$ 24	
ex-rökare	20	120	91-250	95	160	130 $\pm$ 36	
rökare	21	120	75-140	81	140	110 $\pm$ 19	

Tabell 20. Rodium i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män							
Ålder							
25-34	20		<0,03	<0,03-0,14	<0,03	0,08	<0,03
35-44	25		<0,03	<0,03-0,27	<0,03	0,16	<0,03
45-54	19		<0,03	<0,03-0,36	<0,03	0,31	<0,03
55-64	14		<0,03	<0,03-0,17	<0,03	0,12	<0,03
65-74	13		<0,03	<0,03-0,11	<0,03	0,09	<0,03
Rökvanor							
ickerökare	47		<0,03	<0,03-0,36	<0,03	0,11	<0,03
ex-rökare	32		<0,03	<0,03-0,31	<0,03	0,16	<0,03
rökare	12		<0,03	<0,03-0,27	<0,03	0,20	<0,03
Kvinnor							
Ålder							
25-34	22		<0,03	<0,03-1,91	<0,03	0,30	0,14 $\pm$ 0,41
35-44	24		<0,03	<0,03-0,10	<0,03	0,07	<0,03
45-54	19		<0,03	<0,03-0,26	<0,03	0,22	<0,03
55-64	14		<0,03	<0,03-0,48	<0,03	0,28	<0,03
65-74	13		<0,03	<0,03-0,19	<0,03	0,15	<0,03
Rökvanor							
ickerökare	46		<0,03	<0,03-1,91	<0,03	0,18	<0,03
ex-rökare	23		<0,03	<0,03-0,15	<0,03	0,08	<0,03
rökare	23		<0,03	<0,03-0,48	<0,03	0,16	<0,03

Tabell 21. Palladium i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män							
Ålder							
25-34	19		<0,14	<0,14-0,34	<0,14	0,33	<0,14
35-44	24		<0,14	<0,14-1,2	<0,14	0,24	<0,14
45-54	19		<0,14	<0,14-0,99	<0,14	0,51	<0,14
55-64	13		<0,14	<0,14-0,30	<0,14	0,28	<0,14
65-74	13		<0,14	<0,14-0,63	<0,14	0,50	<0,14
Rökvanor							
ickerökare	45		<0,14	<0,14-1,2	<0,14	0,31	<0,14
ex-rökare	31		<0,14	<0,14-0,63	<0,14	0,30	<0,14
rökare	12		<0,14	<0,14-0,51	<0,14	0,41	<0,14
Kvinnor							
Ålder							
25-34	19		<0,14	<0,14-0,44	<0,14	0,40	<0,14
35-44	25		<0,14	<0,14-0,67	<0,14	0,36	<0,14
45-54	20		<0,14	<0,14-0,28	<0,14	0,24	<0,14
55-64	15		<0,14	<0,14-1,2	<0,14	0,65	0,17 $\pm$ 0,30
65-74	12		<0,14	<0,14-0,14	<0,14	<0,14	<0,14
Rökvanor							
ickerökare	44		<0,14	<0,14-0,67	<0,14	0,27	<0,14
ex-rökare	24		<0,14	<0,14-0,40	<0,14	0,19	<0,14
rökare	23		<0,14	<0,14-1,2	<0,14	0,49	0,17 $\pm$ 0,26

Tabell 22. Antimon i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män							
Ålder							
25-34	19		<0,06	<0,06-0,46	<0,06	0,29	0,12 $\pm$ 0,13
35-44	24		<0,06	<0,06-1,7	<0,06	0,37	0,13 $\pm$ 0,34
45-54	18		<0,06	<0,06-0,23	<0,06	0,11	<0,06
55-64	15		<0,06	<0,06-1,5	<0,06	0,71	<0,06
65-74	12		0,06	<0,06-0,11	<0,06	0,10	<0,06
Rökvanor							
ickerökare	43		0,09	<0,06-1,7	<0,06	0,21	0,09 $\pm$ 0,26
ex-rökare	33		<0,06	<0,06-1,5	<0,06	0,29	0,13 $\pm$ 0,26
rökare	12		<0,06	<0,06-0,29	<0,06	0,25	0,06 $\pm$ 0,09
Kvinnor							
Ålder							
25-34	22		<0,06	<0,06-1,6	<0,06	0,57	0,15 $\pm$ 0,35
35-44	24		<0,06	<0,06-0,40	<0,06	0,20	<0,06
45-54	21		<0,06	<0,06-0,18	<0,06	0,14	<0,06
55-64	14		<0,06	<0,06-0,13	<0,06	0,10	<0,06
65-74	12		<0,06	<0,06-0,27	<0,06	0,21	<0,06
Rökvanor							
ickerökare	47		<0,06	<0,06-0,69	<0,06	0,14	0,07 $\pm$ 0,11
ex-rökare	22		<0,06	<0,06-0,27	<0,06	0,08	<0,06
rökare	24		<0,06	<0,06-1,6	<0,06	0,22	0,10 $\pm$ 0,32

Tabell 23. Volfram i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män							
Ålder							
25-34	21		<0,07	<0,07-0,36	<0,07	0,20	<0,07
35-44	26		<0,07	<0,07-0,15	<0,07	0,10	<0,07
45-54	21		<0,07	<0,07-0,27	<0,07	0,13	<0,07
55-64	16		<0,07	<0,07-0,42	<0,07	0,34	<0,07
65-74	14		<0,07	<0,07-0,44	<0,07	0,25	<0,07
Rökvanor							
ickerökare	51		<0,07	<0,07-0,44	<0,07	0,15	<0,07
ex-rökare	34		<0,07	<0,07-0,42	<0,07	0,13	<0,07
rökare	13		<0,07	<0,07-0,15	<0,07	0,13	<0,07
Kvinnor							
Ålder							
25-34	21		<0,07	<0,07-0,96	<0,07	0,37	0,11 $\pm$ 0,22
35-44	25		<0,07	<0,07-0,35	<0,07	0,17	<0,07
45-54	20		<0,07	<0,07-0,44	<0,07	0,07	<0,07
55-64	16		<0,07	<0,07-0,33	<0,07	0,28	<0,07
65-74	13		<0,07	<0,07-0,17	<0,07	0,14	<0,07
Rökvanor							
ickerökare	49		<0,07	<0,07-0,44	<0,07	0,17	<0,07
ex-rökare	24		<0,07	<0,07-0,96	<0,07	0,28	<0,07
rökare	22		<0,07	<0,07-0,33	<0,07	0,16	<0,07

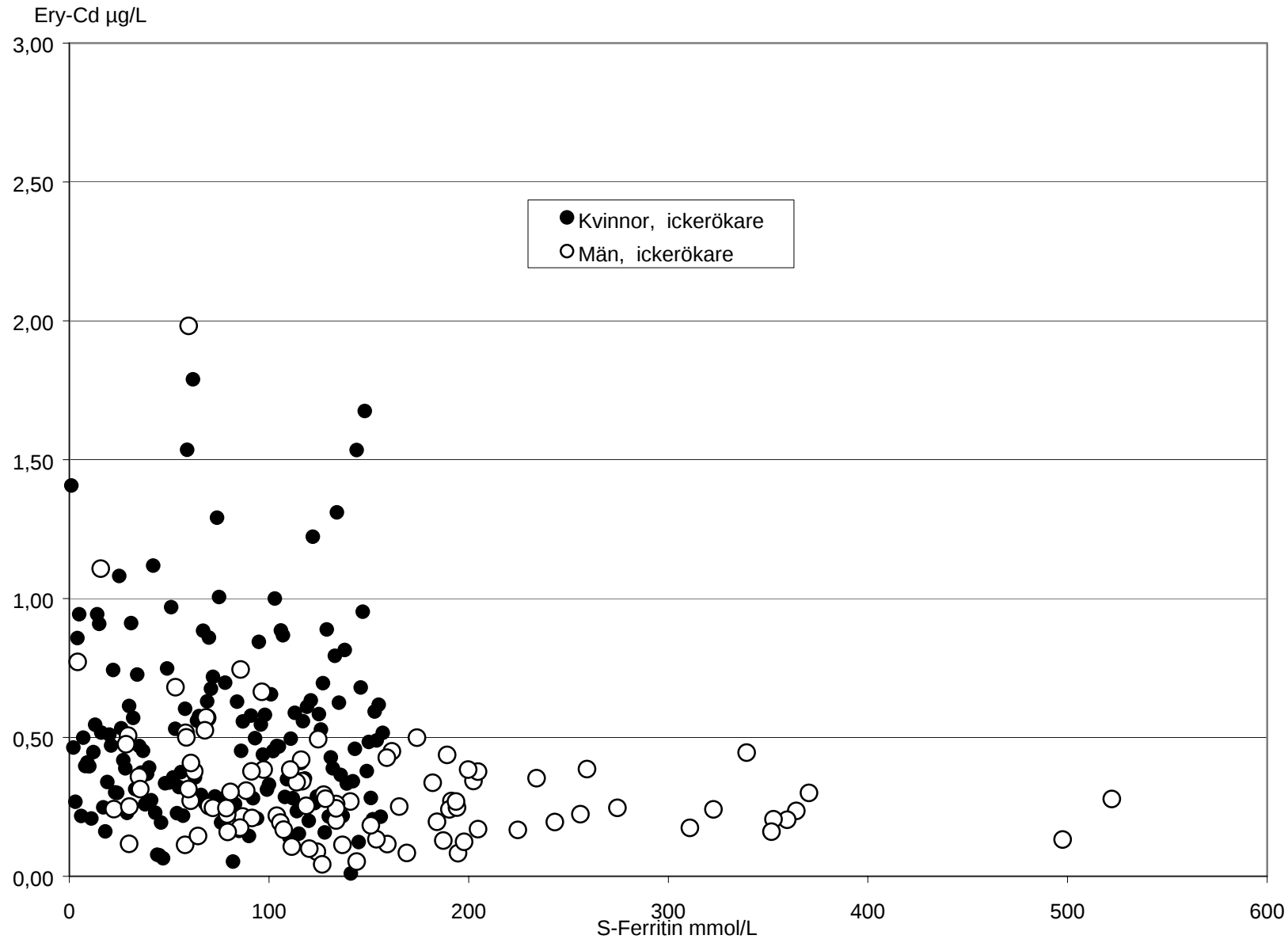
Tabell 24. Platina i erythrocyter.

		n	Median	Range	Percentil		Medelvärde $\pm$ SD
			($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)	10 ($\mu\text{g/L}$)	90 ($\mu\text{g/L}$)	($\mu\text{g/L}$)
Män							
Ålder							
25-34	20		<0,09	<0,09-0,55	<0,09	0,30	0,10 $\pm$ 0,14
35-44	25		<0,09	<0,09-0,73	<0,09	0,44	0,14 $\pm$ 0,18
45-54	19		0,11	<0,09-1,1	<0,09	0,54	0,19 $\pm$ 0,26
55-64	16		0,11	<0,09-3,3	<0,09	2,0	0,41 $\pm$ 0,85
65-74	15		0,12	<0,09-1,4	<0,09	1,0	0,25 $\pm$ 0,37
Rökvanor							
ickerökare	49		0,10	<0,09-1,4	<0,09	0,31	0,15 $\pm$ 0,24
ex-rökare	33		0,10	<0,09-3,3	<0,09	0,63	0,27 $\pm$ 0,61
rökare	13		<0,09	<0,09-1,10	<0,09	0,91	0,21 $\pm$ 0,32
Kvinnor							
Ålder							
25-34	21		0,09	<0,09-2,5	<0,09	2,0	0,35 $\pm$ 0,71
35-44	25		0,12	<0,09-2,2	<0,09	0,46	0,24 $\pm$ 0,43
45-54	20		0,14	<0,09-5,2	<0,09	0,36	0,59 $\pm$ 1,4
55-64	14		<0,09	<0,09-0,30	<0,09	0,24	<0,09
65-74	10		<0,09	<0,09-0,26	<0,09	0,25	<0,09
Rökvanor							
ickerökare	43		<0,09	<0,09-3,9	<0,09	0,56	0,32 $\pm$ 0,76
ex-rökare	23		0,10	<0,09-5,2	<0,09	0,37	0,33 $\pm$ 1,1
rökare	24		0,12	<0,09-2,2	<0,09	0,48	0,23 $\pm$ 0,44

Tabell 25. Korrelation mellan olika element i erythrocyter, samt i serumferritin. Spearman´s Rank korrelationskoefficient, rs, och p-värde anges i de fall där p 0.05* respektive p 0.01**

Element	<u>Al</u> rs	<u>V</u> rs	<u>Mn</u> rs	<u>Co</u> rs	<u>Ni</u> rs	<u>Cu</u> rs	<u>Zn</u> rs	<u>Se</u> rs	<u>Rh</u> rs	<u>Pd</u> rs	<u>Cd</u> rs	<u>Sb</u> rs	<u>W</u> rs	<u>Pt</u> rs	<u>Hg</u> rs	<u>Pb</u> rs
V	0,638 **															
Mn	-	0,177 *														
Co	-	-	-													
Ni	0,705 **	0,657 **	-	0,458 **												
Cu	0,279 *	-	-	-	0,271 *	-										
Zn	0,316 *	-	-	0,196 *	0,396 **	0,255 **										
Se	0,353 *	0,255 **	0,300 **	-	0,375 **	-	0,361 **									
Rh	0,513 **	0,406 **	-	0,313 **	0,269 *	-	-	-								
Pd	0,533 **	0,286 **	-	0,510 **	0,562 **	-	0,166 *	-	0,553 **							
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,174 *						
Sb	0,436 **	0,201 **	-	0,185 *	0,415 **	-	0,284 **	0,187 *	0,465 **	0,490 **	-					
W	-	0,307 **	-	0,539 **	0,373 **	-	0,199 **	-	0,350 **	0,447 **		0,272 **				
Pt	-	0,347 **	-	-	-	-	-	-	0,160 *	0,263 **	-	-	0,200 **			
Hg	-	-	-	-	-	-	-	0,284 **	-	-	-	-	-	-	-	
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,149 **	-	0,167 *	-	0,261 **	
S-Ferritin	-	-	-0,314 **	-	-	-	0,187 *	-	-	-	-0,210 **	-	-	-	-	0,215 **

Figur 1. Samband mellan halt av Ery-Cd och S-ferritin hos icke-rökande kvinnor (N=107; $rS=-0,18$; $P<0,01$) och män (N=96; $rS=-0,32$; $P<0,01$).



Figur 2. Jämförelse av medianhalter av element i erythrocyter mellan populationen av personer i ålder 25-64 år från Väster- och Norrbotten samt i ungdomar på 15-17 år från Trollhättan och Uppsala (Barany et al, 2002a). I det senare fallet har halter beräknats från helblod och serum med antagande om en hematokrit på 0,45. I fall då båda studierna har visat halter under detektionsgränsen har värden motsvarande detektionsgränsen markerats. Observera att axlarna är logaritmiska. En identitetslinje visas.

