Arbetsmiljöfonden

SAMMANFATTNINGAR

1479

Blyhalter i ben hos aktiva och pensionerade blyarbetare vid smältverket Rönnskär

Sjuttio aktiva och 30 pensionerade långtidsexponerade blyarbetare från smältverket Rönnskär i Skelleftehamn deltog i denna undersökning. De jämfördes med en icke blyexponerad kontrollgrupp. Samtliga deltagare lämnade blod- och urinprov och besvarade ett frågeformulär. Blyhalterna i blod och urin bestämdes, liksom koncentrationer av bly i hälben och skenben. Vidare gjordes analyser av koncentrationer i urinen av indikatorer som är känsliga för tidig njurskada.

Blykoncentrationerna var signifikant högre hos de aktiva och pensionerade blyarbetarna än hos motsvarande kontroller. De högsta koncentrationerna av benbly påvisades hos pensionerade blyarbetare. Koncentrationerna var högre i hälben än i skenben, vilket tyder på att hälbenet, som är ett i huvudsak poröst ben, snabbare tar upp blyet.

Inga kliniska tecken på njursjukdom kunde påvisas hos blyarbetarna.

BAKGRUND

Smältverket Rönnskär som ligger i Skelleftehamn började byggas 1928, och 1930 göts den första koppartackan. Vid sidan av huvudprodukterna, koppar och bly, utvinns ädelmetaller samt special- och svavelprodukter i ett femtontal anläggningar. Blyproduktionen vid smältverket varierar mellan 40 000 och 70 000 ton per år.

För yrkesmässigt blyexponerade personer kommer det huvudsakliga intaget via andningsvägarna. Ett intag via kontaminerad tobak/snus, eller kontaminerad föda och dryck kan också bidra.

Oorganiskt bly kan skada organismen på ett flertal sätt. Det kan påverka det blodbildande systemet, nervsystemet, mag-tarmkanalen, reproduktionsorganen och möjligen också hjärt-kärlsystemet. Exponering för bly kan också orsaka njurskador. Funktionellt visar sig dessa njurskador som ett läckage av såväl enzymer från tubuliceller som av låg- och högmolekulära proteiner i urinen.

Absorberat bly ansamlas huvudsakligen i ben. Skelettet innehåller över 90 procent av det totala kroppsinnehållet hos vuxna och kan innehålla en än högre andel hos blyarbetare. Utsöndringen sker via urin och avföring.

Det finns åtminstone två blypooler med olika kinetik i skelettet. Den ena finns i trabekulärt (poröst) ben som utgör ca 20 procent av skelettet. Den andra poolen finns i kortikalt (kompakt) ben som utgör ca 80 procent av skelettet. Skelettbytet påverkas och en frisättning sker hela tiden till blodbanan. Blyet i skelettet kan därigenom fungera som en endogen blykälla och kan ha en betydande inverkan på blodblynivåerna, i synnerhet hos långtidsexponerade blyarbetare.

SYFTE

I denna studie har den tidigare blyexponeringen på smältverket beräknats som ett kumulativt blodblyindex som sedan relaterats till uppmätta blykoncen-

trationer i hälben och skenben hos aktiva och pensionerade blyarbetare.

I undersökningen har vidare känsliga indikatorer på tidiga tubulära och glomerulära njurskador analyserats hos blyarbetarna och relaterats till den tidigare blyexponeringen.

MATERIAL OCH METOD

Undersökningen omfattade 70 aktiva och 30 pensionerade långtidsexponerade blyarbetare från smältverket Rönnskär som jämfördes med en icke blyexponerad kontrollgrupp bestående av 31 aktiva och tio pensionerade arbetare från Volvo Umeverken (lastbilstillverkning). Efter genomgången läkarundersökning lämnade samtliga deltagare blod- och urinprover och besvarade ett datoradministrerat frågeformulär. Laboratorieproverna omfattade bl a bestämning av bly i blod och urin samt analys av koncentrationer i urinen av indikatorer som är känsliga för tidig tubulär och glomerulär njurskada.

Hos samtliga deltagare utfördes vidare mätningar av blykoncentrationer i hälben och skenben med röntgenfluorescens där ^{109}Cd användes som strålkälla. Mättiden var 30 minuter. Detektionsgränserna låg på 19,1µg Pb/g benmineral i hälben resp 9,8 µg Pb/g benmineral i skenben.

Blykoncentrationer i blod och urin bestämdes på smältverkets forskningslaboratorium med atomabsorptionsspektrofotometri. Blyarbetarna har följts med regelbundna blodblybestämningar sedan 1950. Registrerade blodblydata har gjort det möjligt att uppskatta den tidigare blyexponeringen genom att beräkna ett tidsintegrerat blodblyindex för varje enskild arbetare.

Variationen i gruppstorlekar och varianser medförde att icke parametriska metoder kom att användas vid den statistiska bearbetningen.

RESULTAT

Ålder, exponeringstid, pensioneringstid

Medelåldern bland aktiva och pensionerade blyarbetare var 37,4 +/– 12,6 år respektive 67,9 +/– 4,7 år vilket kan jämföras med 43,2 +/– 13,0 och 69,5 +/– 3,2 år i motsvarande kontrollgrupper. Medelvärden för anställningstiden var 14,3 +/– 9,7 år för aktiva och 32,6 +/– 6,3 år för pensionerade blyarbetare. Motsvarande värden i kontrollgrupperna var 16,4 +/– 8,3 år resp 20,0 +/– 9,6 år . De pensionerade blyarbetarna hade en något längre pensioneringstid än kontrollgruppen, medelvärde 7,4 +/– 4,8 år jämfört med 5,1 +/– 2,6 år.

TABELL 1. Medianvärden och spridning (range) för bly i blod (B-Pb), kumulativt blodblyindex, bly i urin (U-Pb) och blykoncentrationer i hälben och skenben hos smältverksarbetare och kontroller.

	Exponerade arbetare		Kontroller	
	Medianvärde	Range	Medianvärde	Range
B-Pb (µmol/l)				
Samtliga arbetare	1,34	0,16–2,29	0,18	0,08–0,60
Aktiva arbetare	1,54	0,24–2,29	0,20	0,08–0,60
Pensionerade arbetare	0,48	0,16–1,01	0,17	0,11–0,59
Kumulativt blodblyindex (µmol/l)				
Samtliga arbetare	23,5	3,3–104,2		
Aktiva arbetare	17,9	3,3–104,2		
Pensionerade arbetare	72,2	21,3–98,2		
U-Pb (µg/mmol kreatinin)				
Samtliga arbetare	3,00	0,17–20,00	0,39	0,06–1,63
Aktiva arbetare	3,75	1,22–13,57	0,39	0,06–1,63
Pensionerade arbetare	1,17	0,17–20,00	0,44	0,18–1,10
Blykoncentrationer i hälben (µg/g benmineral)				
Samtliga arbetare	74,6	0,4–217,8	14,5	-12,7–56,7
Aktiva arbetare	48,6	0,4–217,8	12,2	-12,7–43,0
Pensionerade arbetare	100,2	34,8–188,9	30,2	- 7,1–56,7
Blykoncentrationer i skenben (µg/g benmineral)				
Samtliga arbetare	20,7	- 4,1–73,4	4,8	- 9,4–23,7
Aktiva arbetare	13,0	- 4,1–72,8	3,4	- 9,4–13,3
Pensionerade arbetare	39,3	2,9–73,4	12,0	- 6,7–23,7

Bly i skelettet

Medianvärden och spridning (range) för bly i blod (B-Pb), kumulativt blodblyindex, bly i urin (U-Pb) och blykoncentrationer i hälben och skenben presenteras i tabell 1. För samtliga dessa parametrar var blykoncentrationerna signifikant högre ($p<0,001$) hos aktiva och pensionerade blyarbetare än hos respektive kontrollgrupper. De aktiva blyarbetarna hade de högsta koncentrationerna av bly i blod och urin.

Bland såväl blyarbetare som kontroller observerades de högsta benblyhalterna hos de pensionerade. Hos såväl aktiva som pensionerade blysmältverksarbetare var blykoncentrationerna i hälben signifikant högre än i skenben ($p<0,001$). Hos samtliga smältverksarbetare var blykoncentrationerna i hälben och skenben starkt positivt korrelerade ($r = 0,54$; $p<0,001$). Den starka korrelationen gällde såväl aktiva som pensionerade blyarbetare.

Den tidigare individuella blyexponeringen på smältverket kan uppskattas på två sätt, nämligen genom kumulativt blodblyindex och exponeringstid (anställningstid). Korrelationen mellan dessa parametrar var stark hos både aktiva ($r = 0,86$; $p<0,001$) och pensionerade blyarbetare ($r = 0,70$; $p<0,001$).

Det aktuella blodblyvärdet (B-Pb) vid tiden för studiens genomförande var inte signifikant korrelerat till blyhalterna i hälben och skenben hos aktiva blyarbetare. Däremot förelåg en stark positiv korrelation mellan dessa parametrar bland pensionerade blyarbetare ($r = 0,47$ och $p = 0,008$ resp $r = 0,50$ och $p = 0,005$).

Den beräknade biologiska halveringstiden var 16 år i hälben (95 procent konfidensintervall, KI, 11–29 år) och 27 år i skenben (95 procent KI 16–98 år).

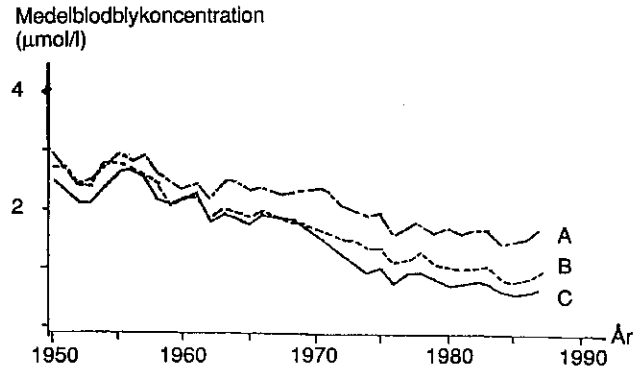
Njurfunktionsundersökning

Analyserna av koncentrationer i urinen av indikatorer som är känsliga för tidig njurskada visade värden av samma storleksordning bland exponerade arbetare och kontroller och låg inom det normalområde som har rapporterats i litteraturen. Inga kliniska tecken på njurskador kunde påvisas hos blyarbetarna.

DISKUSSION

Bly i blod

Registrerade blodblyvärden vid Rönnskärsverken har sjunkit i betydande grad under våren. Från 1950 och fram till 1987 sjönk medelblodblyvärdena bland blyarbetare (grupp A) från 3,0 till ca 1,6 µmol/l. För arbetare vid andra metallproducerande verk (grupp B) gick motsvarande sänkning från 2,7 till 0,8 µmol/l och för övriga arbetare vid verket (grupp C) från 2,6 till 0,6 µmol/l (figur 1).



Figur 1. Medelvärden för bly i blod hos blyarbetare (grupp A), arbetare vid andra metallproducerande verk (grupp B) och övrig personal (grupp C) under perioden 1950–19987.

De sjunkande blodblynivåerna speglar en minskad blyexponering vid verket som har flera förklaringar: nybyggnader, förbättrad ventilation, ändrade arbetsrutiner, information, träning, ökad användning av skyddsmasker och andra förebyggande åtgärder m m.

Bly i ben

Benblykoncentrationerna hos blyarbetarna är jämförbara med tidigare observationer hos blyexponerade arbetare. De högsta koncentrationerna i både hälben och skenben påvisades hos de pensionerade blyarbetarna. Detta beror sannolikt på att dessa var aktiva under 1940-, 1950- och 1960-talen när exponeringen var betydligt högre än under senare år. För aktiva blyarbetare var koncentrationerna i hälben signifikant högre än i skenben (tabell 1), vilket tyder på ett snabbare upptag i detta huvudsakligen trabekulära ben. Det är möjligt att den höga kontinuerliga belastningen på hälbenet kan påverka metabolismen i det engagerade området och därigenom öka absorptionshastigheten.

Som framgår av tabell 1 var kvoterna mellan medianbenblykoncentrationerna omkring 2:1 i hälben och omkring 3:1 i skenben vid en jämförelse mellan pensionerade och aktiva blyarbetare. Detta tyder på en snabbare blyutsöndring från hälben än från skenben vilket bekräftas vid en beräkning av de biologiska halveringstiderna som var 16 respektive 27 år. Fynden är i överensstämmelse med resultat som har presenterats av andra forskare och som visat en kortare biologisk halveringstid i trabekulärt ben jämfört med kortikalt. Huruvida hälbenet kan betraktas som ett typiskt trabekulärt ben är emellertid ännu inte klarlagt.

Korrelationen mellan blykoncentrationer i olika typer av ben var stark i vår studie liksom i andra undersökningar av samma typ. Positiva korrelationer mellan blykoncentrationer i olika ben och expo-

neringstid (anställningstid) har rapporterats i flera tidigare studier av blyarbetare. Som visats i denna undersökning och som också rapporterats av andra författare, är kumulativt blodblyindex ett mer rättvisande sätt att beskriva den tidigare individuella blyexponeringen än anställningstiden.

Det aktuella blodblyvärdet vid tiden för undersökningen var starkt positivt korrelerat till benblykoncentrationer i både hälben och skenben hos pensionerade arbetare men inte hos aktiva. Blodblyvärdet påverkas nämligen av pågående absorption från både lungor (inhalation) och mag-tarmkanal liksom av utflödet från olika blydepåer i kroppen av vilka skelettet är den viktigaste. Hos aktiva arbetare dominerar intaget via lungor och mag-tarmkanalen vilket förklarar den svaga korrelationen mellan blodblyvärden och benblyhalter. Hos pensionerade blyarbetare kommer däremot skelettpoolens storlek att ha stor betydelse för den aktuella blodblynivån och därigenom uppnås en betydligt starkare positiv korrelation mellan ben- och blodblyhalter hos dem.

Njurfunktionsundersökning

Det är väl känt att yrkesmässig blyexponering kan påverka njurfunktionen. En långvarig yrkesmässig blyexponering som ger blodblynivåer av storleksordningen 2–3 µmol/l har relaterats till efterföljande njursjukdomar i ett flertal undersökningar. Flera epidemiologiska studier har funnit en två- till trefaldig ökning av dödsfall i kronisk njurinflammation hos långvarigt blyexponerade arbetare med blodblynivåer av storleksordningen 3 µmol/l. En hög andel av blyarbetarna i vår undersökning har överskridit dessa gränser, speciellt under 1940-, 1950- och 1960-talen. Sålunda går det inte att utesluta lätta förändringar i tubulifunktionen för vissa arbetare som varit aktiva under de tidsperioderna.

Trots en långvarig och tidvis hög blyexponering, speciellt bland pensionerade blyarbetare, kunde sammanfattningsvis några tecken på tidiga njurskador av tubulär och/eller glomerulär typ inte påvisas i vår undersökning.

SLUTSATS

Den teknik för mätning av benbly, röntgenfluorescens, som använts i denna studie är snabb, säker och non-invasiv. Den kan ge tillförlitliga benblymätningsdata för flertalet ben i kroppen. Normaliseringen till per g benmineral kompenserar för variationer i täthet och möjliggör direkta jämförelser mellan olika typer av ben. Metodens validitet och precision är acceptabel. Den låga stråldosen till huden och motsvarande låga helkroppsdosekvivalent innebär att risken för negativa hälsoeffekter orsakade av strålningen är näst intill obefintlig.

Mätinstrumentet är transportabelt och passar därigenom för fältstudier. Å andra sidan är den nödvändiga utrustningen dyrbar och tämligen komplicerad att handha. Sålunda kan metoden knappast bli någon rutinmetod inom exempelvis företagshälsovården.

Fynden i den här undersökningen tyder på att benblymätningar kan ge ett användbart index på långvarig blyexponering. Den starka korrelationen mellan blykoncentrationer i hälben och skenben gör det sannolikt att det kan räcka med en enstaka benblymätning. I valet mellan hälben och skenben rekommenderas skenben eftersom denna mätpunkt erbjuder en bättre precision men också på grund av den längre biologiska halveringstiden i detta ben.

RAPPORTEN

In-vivomätningar av bly i ben hos aktiva och pensionerade blysmältverksarbetare relaterade till blodblybestämningar sedan 1950 (30 sidor) kan beställas från Institutionen för Hygien och Miljömedicin, Umeå Universitet, 901 87 Umeå, tel 090-10 17 00.

För innehållet i sammanfattningen svarar
Lars Gerhardsson
Institutionen för hygien och miljömedicin, Umeå universitet, 901 87 Umeå, tel 090-10 17 00.

Pnr 87-0932 Metaller och metallföreningar (18) December 1991

Arbetsmiljöfonden

BESÖKSADRESS Olof Palmes Gata 31 PLAN 3
POSTADRESS Box 1122 111 81 STOCKHOLM
TELEFON 08-791 03 00 TELEFAX 08-791 85 90

ORD & FORM. Uppsala 1991 Best.nr. 626-1799-0