

Svava Þórðardóttir, Þorkell Jóhannesson

BLÝ Í BLÓÐI MANNA Í REYKJAVÍK

INNGANGUR

Árið 1978 lét eiturefnanefnd ákvarða blý í blóði stúdenta, lögglumanna í götulögreglu og strætisvagnastjóra í Reykjavík (10 einstaklingar voru í hverjum hópi). Árið 1972 lét eiturefnanefnd einnig mæla blý í blóði manna í nokkrum öðrum starfsstéttum. Auk þess var reynt að meta blýmengun í götulofti í Reykjavík (á árunum 1975-1976). Ritgerð um niðurstöður þessara athugana var birt árið 1979 (1). Athygli vakti, hversu misjafnlega mikið blý var í loftsynum frá sama athugunarstað og hve geysilega mikið blý var í einstökum loftsynum. Einnig var athyglisvert, að þéttni blýs í blóði stúdenta var ekki marktækt önnur en í blóði lögglumanna eða strætisvagnastjóra og var jafnframt talsvert meiri en búast mætti við samkvæmt dönskum athugunum. Í ritgerðinni var því sú ályktun sett fram, að rannsaka þyrfti miklu ítarlegar, hver grunnmengun blýs væri hér á landi. Vaxandi áhyggjur eru einnig af því, að lítið magn blýs geti skaðað miðtaugakerfi í fósturum og ungum börnum.

Skoðanir hafa ætíð verið talsvert skiptar á því að hve miklu leyti blý í andrúmslofti utandyra, en það er yfirleitt nær eingöngu að rekja til útblásturs bifreiða, væri ákvarðandi fyrir þéttni þess í blóði (1). Nú er talið að gróft samhengi að minnsta kosti sé á milli magns blýs í andrúmslofti og blóði (2). Jafnframt er vitað, að truflun á myndun hemkjarna í blóðmerg er ein næmasta vísbending um eiturrhif blýs í líkamanum og allgott samhengi er milli þessa og þéttni blýs í blóði (1,2). Samstaða er nú um að magn blýs í blóði undir 100 ng/ml valdi mönnum ekki skaða (2-4,5).

Notkun á blýlausu bensíni hefur farið ört vaxandi hér á landi á undanförunum árum og nam árið 1991 alls 60% af heildarnotkun

bensíns. Magn blýs í öðru bensíni hefur einnig verið minnkað. Jafnframt hefur blýmagn í götulofti í Reykjavík farið jafnt og þétt minnkandi (6). Af þessum sökum þótti rétt að endurtaka ákvarðanir á blýi í blóði stúdenta, lögglumanna í götulögreglu og strætisvagnastjóra og kanna, hvort magn blýs í blóði þeirra hefði minnkað í samræmi við minna magn þess í lofti.

EFNIVÍÐUR OG AÐFERÐIR

Blóð var tekið úr bláæð í framhandlegg í Sarstedt blóðglös með ammoníumheparíni. Sýnin voru fryst og geymd þannig, uns blý var ákvarðað í þeim. Áður en mæling hófst voru sýnin látin þiðna og standa við stofuhita í eina til tvær klukkustundir.

Blý var ákvarðað með anóðustrípun með tækjabúnaði, sem áður er lýst (7). Aðferðin, sem var notuð, er í meginatriðum eins og aðferð Jagners og fleiri frá 1981 (8), nema hvað húðun vinnuskauts var miðuð við fyrri reynslu af notkun tækjabúnaðarins í rannsóknastofunni (7). Notaður var 1 ml af heilblóði í hverja mælingu og þynnt í hlutföllunum 1:15 með þynningarlausn. Blýi var safnað úr sýnalausn í 90-180 sek. og magnið ákvarðað með staðalviðbót (50 eða 100 ng P6²⁺). Framkvæmdar voru ein til þrjár mælingar í sömu lausn. Síðan var ákvörðunin endurtekin óháð þeirri fyrri. Það var gert til að draga úr vægi breytinga á næmi og svörun tækjabúnaðarins. Magn blýs í blóði hvers einstaklings var reiknað sem meðaltal allra mælinga (þriggja til sex einstakra mælinga).

Til að meta aðferðina voru gerðar nokkrar prófanir á henni. Fyrst var skoðuð breyting á svörun tækjabúnaðarins við mismunandi magni staðalviðbótar. Mælingin byggist í grundvallaratriðum á spennubreytingum, sem verða við oxunarhvörf málma í kvikasilfurshúð á vinnuskauti út í lausn. Þrep, sem koma fram á spennubreytingarferlinum,

Frá Rannsóknastofu í lyfjafræði. Fyrirspurnir og bréfaskipti: Þorkell Jóhannesson, Rannsóknastofu í lyfjafræði, Ármúla 30, pósthólf 8216, 128 Reykjavík.

eru í samræmi við magn málmjóna í lausn og oxunarspennu þeirra. Lenging blýþreps fyrir staðalviðbót á bilinu 10–200 ng var mæld með tvöfaldri mælingu og fékkst staðallína, sem var mjög vel viðunandi ($Y=321,5X+0,6$; $r=0,997$). Þetta benti til þess, að óhætt væri að nota mismikla staðalviðbót í einstökum mælingum. Á grundvelli þessara athugana voru greiningarmörk aðferðarinnar sett 10 ng/ml. Því næst voru gerðar mælingar á staðli (BCR-194, keyptur frá Community Bureau of Reference, Brussell, Belgíu), sem staðfest er að innihaldi 126 ± 4 ng/ml af blýi í blóði. Niðurstöður tveggja óháðra ákvarðana urðu þær að í staðlinum reyndust vera 120 ± 6 ng/ml af blýi. Að lokum var gerð prófun á blóðglösum með því að fylla eitt glas af eimuðu vatni og meðhöndla það síðan sem blóðsýni. Það reyndist ekki innihalda blý í mælanlegu magni.

Tölfræðilegar prófanir voru gerðar með Exel 4.0. Annars vegar var samanburður á aldri og blýgildum milli hópanna gerður með t-prófi með jöfnum breytileika (t-Test: Two Sample Assuming Equal Variances). Hins vegar var samband aldurs eða starfsaldurs og blýþéttni prófað með línulegri aðhvarfsgreiningu (linear regression analysis).

NIÐURSTÖÐUR

Blý var ákvarðað í blóði samtals 37 einstaklinga, úr þremur mismunandi

starfsstéttum, á árunum 1991–1992. Í meðfylgjandi töflu er samantekt á aldri, starfsaldri, reykingum og blýi í blóði allra einstaklinga. Þar kemur einnig fram meðalaldur einstaklinga í hópnum sem og meðaltal og staðalfrávik blýs í blóði. Í fyrsta hópnum voru 12 stúdentar á aldrinum 22–37 ára, í öðrum hópnum voru 13 lögreglumenn úr götulögreglu á aldrinum 24–55 ára og loks voru í þriðja hópnum 12 strætisvagnstjórar á aldrinum 24–68 ára. Í hópi lögreglumanna voru sex reykingamenn og fjórir meðalvagnstjóra. Um reykingar stúdentanna eru engar upplýsingar.

Meðalþéttni blýs í blóði stúdentanna var 37 ± 11 (SD) ng/ml, í blóði lögreglumanna 56 ± 14 (SD) ng/ml og í blóði strætisvagnstjóra 57 ± 16 (SD) ng/ml. Hæsta gildi einstakra mælinga var 88 ng/ml. Það var sýni úr elsta einstaklingi í öllu safninu (68 ára; vagnstjóri) sem jafnframt reykti.

Tölfræðilegar prófanir sýndu að marktækur munur var á meðalaldri einstaklinga í öllum hópnum (stúdentar og lögreglumenn: $p<0,01$, $df=23$; stúdentar og vagnstjórar: $p<0,001$, $df=22$; lögreglumenn og vagnstjórar: $p<0,05$, $df=23$). Á sama hátt kom fram marktækur munur á meðalþéttni blýs í blóði stúdentanna og lögreglumanna ($p<0,01$, $df=23$) og stúdentanna og vagnstjóra ($p<0,01$, $df=22$).

Mynd 1 sýnir dreifingu niðurstöðutalna eftir

Tafla Samantekt upplýsinga og niðurstöðutalna. Í úrtakinu voru 12 stúdentar, 13 lögreglumenn í götulögreglu og 12 strætisvagnstjórar. Marktækur munur var á meðalaldri einstaklinga í öllum hópnum innbyrðis og meðalþéttni blýs í blóði stúdentanna var minni en í hinum hópnum (sbr. texta).

Nr.	Stúdentar		Lögreglumenn				Strætisvagnstjórar			
	Aldur Ár	Blý ng/ml	Aldur Ár	Starfsaldur Ár	Reykingar	Blý ng/ml	Aldur Ár	Starfsaldur Ár	Reykingar	Blý ng/ml
1	22	28	24	4	–	65	24	3	–	32
2	22	40	27	4	+	35	29	3	–	28
3	24	25	29	2	+	64	37	13	+	56
4	24	32	29	5	–	31	38	1,5	–	62
5	24	48	30	5	–	64	40	19	+	69
6	24	57	30	5	–	77	48	27	–	56
7	25	30	32	6	–	50	56	19	+	55
8	25	53	36	10	+	63	57	18	–	59
9	26	27	36	14	+	61	59	25	–	63
10	28	34	37	10	+	46	60	16	–	72
11	31	29	50	26	+	44	67	38	–	46
12	37	43	53	25	–	75	68	43,5	+	88
13			55	24	–	57				
Meðalaldur	26		36				49			
Blý meðalþéttni		37				56				57
S.D.		± 11				± 14				± 16

hópum. Þar kemur fram að í níu stúdentum af 12 var þéttni blýs í blóði á bilinu 20-45 ng/ml, en í hinum þremur á bilinu 46-65 ng/ml. Magn blýs í blóði lögreglumanna og strætisvagnastjóra var hins vegar í flestum tilvikum á bilinu 46-65 ng/ml. Einungis í

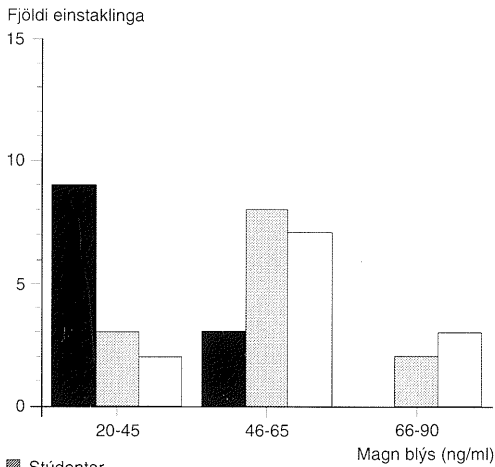
fimm tilvikum var magnið undir 46 ng/ml. Fimm einstaklingar í þessum hópum voru með blý í blóði yfir 65 ng/ml.

Mynd 2 sýnir samband aldurs lögreglumanna og strætisvagnastjóra og blýþéttni í blóði þeirra. Prófanir með aðhvarfsgreiningu (regression analysis) sýndu að eingöngu var marktækt línulegt samband milli aldurs og blýþéttni hjá strætisvagnastjórum ($F < 0,05$, $df = 11$), en í þeim hópi var aldursdreifingin mest. Á sama hátt var prófað samband starfsaldurs og blýþéttni en þar kom ekki fram línulegt samband.

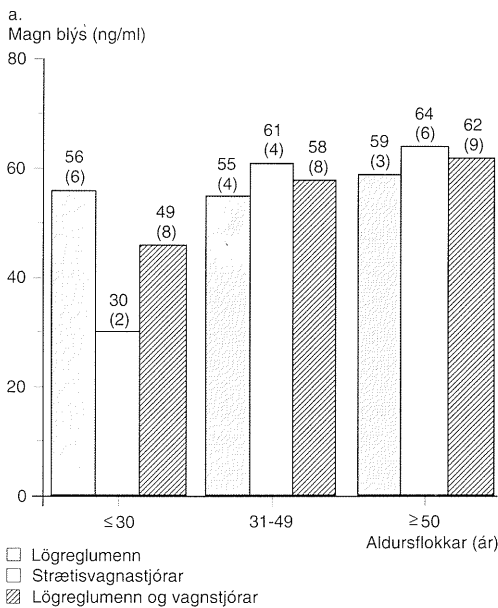
Meðalþéttni blýs í blóði reykingamanna í lögreglu (sex einstaklingar; meðalaldur 36,5 ár) og meðal strætisvagnastjóra (fjórir einstaklingar; meðalaldur 50,5 ár) var 52 ng/ml og 67 ng/ml.

UMRÆÐA

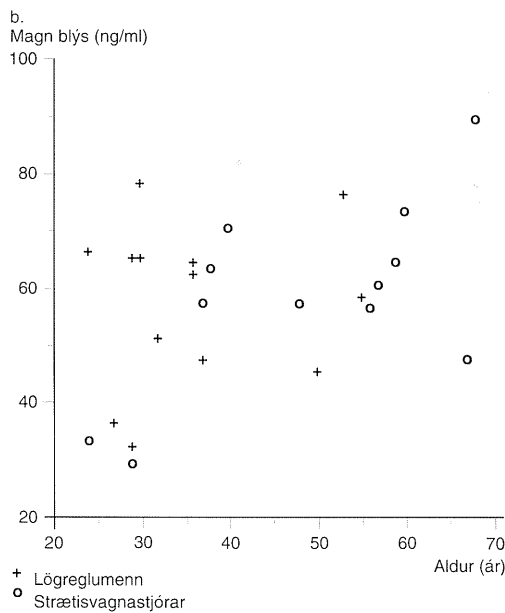
Í fyrri rannsókn (rannsókn eiturefnaneftard) vakti athygli, hve þéttni blýs var mikil í blóði stúdenta (að meðaltali 196 ng/ml) miðað við blý í blóði strætisvagnastjóra (meðaltal 155 ng/ml) og lögreglumanna (meðaltal 208 ng/ml). Munur á þessum gildum var ekki marktækur. Þetta þótti ekki síst athyglisvert



Mynd 1. Þéttni blýs í blóði, raðað í þrjá flokka (20-45, 46-65 og 66-90 ng/ml).



Mynd 2. Þéttni blýs í blóði lögreglumanna og strætisvagnastjóra miðað við aldur. a. Hóparnir flokkaðir í þrjá aldersflokka annars vegar sér og hins vegar sameiginlega. Tölur fyrir ofan súlur eru meðalþéttni blýs og fjöldi einstaklinga í sviga. b. Dreifing einstaklinga miðað við aldur og blýþéttni.



vegna þess, að blý var ekki mælanlegt í loftsynum sem tekin voru utan umferðargatna (Kjarvalsstaðir). Í sýnum sem tekin voru við miklar umferðargötur og torg (Miklartorg, Miklabraut og Hlemmtorg) var hins vegar mjög mikið af blýi (1).

Hollustuvernd ríkisins lét mæla blý í loftsynum, sem safnað var á Miklartorgi á árunum 1986-1991, og við það var beitt miklu fullkomnari aðferðum en áður var gert. Niðurstöður þessara mælinga sýna að blý í lofti fór greinilega minnkandi á þessu árabili og var orðið mjög lítið í lok tímabilsins (sjá viðauka (6)). Eins og áður segir voru þessar athuganir hvati til þess að endurtaka fyrri rannsóknir á blýi í blóði manna í Reykjavík.

Magn blýs í blóði stúdenta var nú einungis um 1/5 af því sem mældist hjá sambærilegum stúdentahópi fyrir 13-14 árum. Í blóði lögreglumanna og strætisvagnastjóra var þéttni blýs um það bil 1/3 til 1/4 af því sem áður hafði mælst, og blý í blóði manna í þessum hópum var nú meira en í blóði stúdenta (sjá niðurstöður og mynd 1).

Á árunum 1980, 1983 og 1984 var blý ákvarðað í blóði um 100 einstaklinga, sem bjuggu í miðborg Stokkhólms, og voru sömu einstaklingar að verulegu leyti með í öll skiptin. Niðurstöður urðu þær að meðalþéttni blýs í blóði minnkaði á tímabilinu um sem næst þriðjung, eða úr 76,6 ng/ml í 50,9 ng/ml. Á árunum 1979-1982 lækkaði meðaltalsgildi blýs í lofti í Stokkhólmi úr 1,2 míkróg/m³ í 0,5 míkróg/m³ eða um meira en 50% (9). Segja má að blý í blóði manna í Reykjavík sé nú mjög svipað því sem var í Stokkhólmi 1984. Einnig er minnkandi þéttni blýs í blóði manna í Stokkhólmi hliðstæð þeim breytingum, sem orðið hafa á þéttni blýs í blóði manna í Reykjavík. Í báðum borgum hefur blý í lofti líka minnkað mikið.

Í Egyptalandi er blýbensín mikið notað. Magn blýs í andrúmslofti í Kairó hefur mælst á bilinu 4,1 til 20 míkróg/m³ og er það margfalt meira en í Reykjavík eða Stokkhólmi. Blý í blóði manna í götulögreglunni í Kairó var árið 1990 mjög mikið, eða að meðaltali 292 ng/ml. Til samanburðar var blý ákvarðað í blóði lögreglumanna sem unnu skrifstofustörf í úthverfi Kairó. Reyndist það mun minna eða að meðaltali 182 ng/ml. Athyglisvert var, að aldur manna eða lengd starfs í götulögreglunni

í Kairó hafði ekki marktæk áhrif á þéttni blýs í blóði þeirra (10). Þetta er eina erlenda rannsóknin á blýi í blóði lögreglumanna sem okkur er kunnugt um. Af þessum niðurstöðum má einnig ráða, að magn blýs í blóði manna í götulögreglu sé í nokkru samhengi við magn þess í andrúmslofti á götum úti.

Bandarísk rannsókn á sambandi blýs í andrúmslofti og blýs í blóði starfsmanna í rafgeymaverksmiðju sýndi, að samhengi virtist vera þar á milli hjá mönnum með lágan starfsaldur. Hins vegar voru þeir sem unnið höfðu lengur en 20 ár með mun meira blý í blóði en búist var við. Líkum var leitt að því að sú mikla blýmengun, sem áður var í verksmiðjunni, hefði enn haft áhrif á þéttni í blóði. Helmingunartími blýs í beinum er talinn vera sjö til átta ár (11).

Eins og áður segir var aldursmunur marktækur á milli hópanna þriggja. Marktækur munur reyndist einnig á magni blýs í blóði stúdenta annars vegar og lögreglumanna eða strætisvagnastjóra hins vegar, en ekki á milli lögreglumanna og strætisvagnastjóra innbyrðis. Þetta bendir til þess, að stúdentahópurinn sé raunverulega frábrugðinn hinum hópnum bæði varðandi aldur og blýþéttni. Hugsanleg skýring á þessum muni gæti því legið annaðhvort í starfi eða aldri einstaklinga. Ef mynd 2 er skoðuð, er ljóst að meðalþéttni blýs virðist vaxa lítið eitt með aldri. Þetta var þó ekki tölfræðilega marktæk hækkun nema fyrir hóp strætisvagnastjóra. Hugsanleg skýring á þessu kann að vera að aldursdreifing er mest í þeim hópi. Hópurinn var hins vegar fámennur og því erfitt að sýna fram á, að þetta sé raunverulega rétt. Einnig er augljóst að aldursdreifingin er ekki jöfn.

Áður er nefnt, að í egypsku rannsókninni kom ekki fram fylgni milli aldurs og þéttni blýs í blóði. Í öðrum rannsóknum er þessi fylgni ýmist til staðar eða ekki (1,4,12).

Þótt gróft samhengi sé talið vera milli þéttni blýs í blóði manna og magns þess í andrúmslofti (2), er einnig víst að aðrir þættir í umhverfinu (svo sem blý í fæðu, leifar blýmálningar í hífýlum og blýryk á vinnustöðum) hafa veruleg áhrif (4). Þessu til staðfestingar má nefna að blý í blóði Grænlandinga í Angmaksalik, sem er þorp norðan heimskautsbaugs, var talsvert meira en í blóði Dana í Árósum (meðaltal 148 ng/ml

og 105 ng/ml)(12). Líka er athyglisvert, að þéttni blýs í blóði kvenna í Wales minnkaði um 30% á árunum 1972-1982, enda þótt blýmagn í bensíni héldist sem næst óbreytt. Í þeirri rannsókn var jafnframt bent á, að umferðarþungi hefði á sama tímabili farið stöðugt vaxandi (13). Loks er erfitt að skilja hvers vegna magn blýs í blóði stúdenta í fyrri rannsókn var það sama og hjá lögreglumönnum og vagnstjórum, ef magn þess í blóði ákvarðast fyrst og fremst af blýi í götulofti (1).

Hver sem uppruni blýs í blóði manna í rannsókninni er, er víst að þéttni þess er lítil. Mengun af völdum blýs er tæpast vandamál hér á landi, nema ef vera kynni hjá tilteknum starfsstéttum (samanber rannsókn eiturefnanefndar)(1).

Tíu einstaklingar í hópum lögreglumanna og strætisvagnstjóra voru reykingamenn og magn blýs í blóði þeirra virtist svipað og hjá þeim sem ekki reyktu.

Að lokum er vert að geta þess, að í eldri rannsókn var blý í blóði ákvarðað með atómgreiningu (atomic absorption)(1), en í þessari rannsókn með anóðustrípun (potentiometric stripping analysis). Báðar aðferðirnar eru vel prófaðar. Ef miðað er við þær upplýsingar sem fengust með staðlinum, sem keyptur var til að prófa aðferðina, ætti atómgreining að gefa sambærilegar niðurstöður (14).

ÞAKKIR

Þakkir eru færðar borgarstjórn Reykjavíkur, sem veitti styrk til þessarar rannsóknar. Einnig er þeim Elínu Pálmadóttur fyrrverandi borgarfulltrúa og Katrínu Fjeldsted borgarfulltrúa þakkaður áhugi á þessu starfi. Þeir stúdentar, lögreglumenn og strætisvagnstjórar sem veittu okkur leyfi til að taka blóðsýni fá bestu þakkir fyrir þátttökuna. Að lokum er þeim Elísabetu Sólbergadóttur, sem gaf leiðbeiningar um tækjabúnaðinn og notkun hans, Jakobi L. Kristinssyni og Kristínu Ólafsdóttir, sem lásu handritið yfir og gagnrýndu, þakkað fyrir aðstoðina.

SUMMARY

In the years 1991-1992 blood lead levels in 37 individuals living in Reykjavík, Iceland, were

determined by potentiometric stripping analysis. The group was divided into three different subgroups. The first group consisted of 12 students (mean age 26 years), the second group consisted of 13 traffic policemen (mean age 36 years) and the third group consisted of 12 bus drivers (mean age 48.6 years). By using t-Test Assuming Equal Variances the mean age in the three groups were found significantly different ($P < 0.05$). The mean blood levels of lead were 37 ± 11 (SD) ng/ml for the students, 56 ± 14 (SD) ng/ml for the policemen and 57 ± 16 (SD) ng/ml for the bus drivers. The mean lead level for the students was found significantly different from those of policemen and bus drivers ($P < 0.01$). In a study from 1978 the amount of lead in similar groups of students, traffic policemen and bus drivers was 3-5 fold higher than those presented here, and all groups were in the same statistical range. It therefore seems evident that the general exposure to lead in the environment must have decreased markedly in the approximately 14 years between the two studies.

Measurements of lead in ambient air in the streets of Reykjavík indicate that it has been steadily decreasing in the last five years or so (see appendix and ref. 6). This in turn could be explained by the increasing use of unleaded gasoline and the reduced levels of lead in leaded gasoline. Therefore the lower blood lead levels in humans in Reykjavík are consistent with the lower levels of lead found in ambient air in the city. No significant correlation was found between age and blood lead or seniority and blood lead.

(From The Department of Pharmacology, University of Iceland, P.O. Box 8216, 128 Reykjavík, Iceland).

HEIMILDIR

1. Þormar H, Jóhannesson Þ. Blý í götulofti og blóði manna í Reykjavík. Tímarit um lyfjafræði 1979; 14: 11-21.
2. Skerfving S. Nordiska Expertgruppen för Gränsvärdesdokumentation. 104. Oorganiskt bly. Arbete och Hälsa 1992; 43.
3. Gerhardsson C. Bly och hälsa. Nordisk Medicin 1992; 107: 231-2.
4. Goyer RA. Toxic effects of metals. In: Amdur MO, Doull J, Klaassen CD, eds. Casarett and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons. 4th ed. New York: Pergamon Press, 1991: 623-81.
5. Angle CR. Childhood lead poisoning and its treatment. Annu Rev Pharmacol Toxicol 1993; 32: 409-34.
6. Gísladóttir S. Loftgæðamælingum við Miklatorg hætt. Hvr tíðindi 1992; 2: 3 tbl. (júlí 1992).
7. Sólbergadóttir E, Jóhannesson Þ. Ákvörðun á kadmíum í nýrnaberki með anóðustrípun. Læknablaðið 1992; 78: 125-30.
8. Jagner D, Josefsson M, Westerlund S, Áren K. Simultaneous determination of cadmium and

lead in whole blood and serum by computerized potentiometric stripping analysis. *Anal Chem* 1981; 53: 1406-10.

9. Elinder CG, Fiberg L, Lind B, Nilsson B, Svartengren M, Övermark I. Blyhalten i blod hos stockholmare har sjunkit mellan åren 1980 och 1984. *Läkartidningen* 1985; 82: 4298-300.
10. Kamal A-AM, Eldamaty E, Faris R. Blood lead level of Cairo traffic policemen. *Sci Tot Environm* 1991; 105: 165-70.
11. Hodgkins DG, Hinkamp DL, Robins TG, Schork MA, Krebs WH. Influence of high past lead-in-air exposures on the lead-in-blood levels of lead-acid battery workers with continuing exposures. *J Occup Med* 1991; 33: 797-803.
12. Hansen JC, Kromann N, Wulf HC. Human exposure to heavy metals in East Greenland. *Sci Tot Environm* 1983; 26: 245-54.
13. Elwood PC. Changes in blood lead concentrations in women in Wales. *Br Med J* 1983; 286: 1553-5.
14. Yeoman WB, Colinet E, Griepink B. BCR information. The certification of lead and cadmium in three lyophilized blood materials CRM No 194,195, 196. Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference. 1985: EUR 10380EN.

VIÐAUKI

Bly í loftsynum (ársfjórðungsmeðaltal), sem Hollustuvernd ríkisins safnaði við Miklatorg í Reykjavík á árunum 1986-1990, sbr. Sigurbjörg Gísladóttir 1992(5). (Birt með leyfi höfundar).

Blymagn í loftsynum frá Reykjavík 1986-1990
µg/m³

