

Prásetin klórkolefnissambönd í íslenskri móðurmjólk

Kristín Ólafsdóttir, Hildur Atladóttir, Þorkell Jóhannesson

Ólafsdóttir K, Atladóttir H, Jóhannesson Þ

Persistent organochlorines in Icelandic breast milk

Læknablaðið 1997; 83: 157-61

Persistent organochlorines are passed from a mother to her offspring and can affect his or her growth and development. The levels of persistent organochlorines in breast milk from 22 Icelandic women (18 primiparae and four bisparae) were investigated during the summer of 1993. The samples were collected at the Maternity Department of Landspítalinn, the University Hospital in Reykjavík. Dichlorodiphenyl-dichloroethene (DDE), hexachlorobenzene (HCB) and polychlorinated biphenyls (PCBs), were found in all samples but not hexachlorocyclohexane (HCH). No statistical difference was found between primi- and bisparae mothers. The levels found were similar to what has been reported for breast milk in neighbouring countries in recent years and lower than was found in France, Germany, Italy and among Inuits of arctic Canada but higher than was found in mothers from South-Canada and Great Britain. The levels, however, were well below estimated risk levels for infants.

Keywords: organochlorines, breast milk, PCB, DDT, HCB.

Frá Rannsóknastofu í lyfjafræði, Háskóla Íslands. Fyrirspurnir, bréfaskipti: Kristín Ólafsdóttir, Rannsóknastofu í lyfjafræði, Háskóla Íslands, Ármúla 30, 108 Reykjavík.

Lykilorð: klórkolefnissambönd, móðurmjólk, PCB, DDT, HCB.

Ágrip

Prásetin (persistent) klórkolefnissambönd berast frá móður til afkvæmis og geta haft áhrif á vöxt þess og þroska. Rannsakað var magn ýmissa klórkolefnissambanda í 22 sýnum af móðurmjólk (18 frumbyrjur og fjórar tvíbyrjur), sem safnað var á fæðingadeild Landspítalans í júní og júlí 1993. Í sýnunum var nokkurt magn af díklór-dífenýl-díklóretan (DDE), hexaklórbensen (HCB) og póliklórbífenýlsamböndum (PCB), en ekkert hexaklórsýklóhexan (HCH). Ekki var marktækur munur á magni þessara efna í mjólk frum- eða tvíbyrja. Magn efnanna var svipað og fundist hefur í móðurmjólk í nálægum löndum síðustu ár og minna en í Frakklandi, Þýskalandi, Ítalíu og meðal Inúíta í N-Kanada, en meira en í S-Kanada eða Bretlandi. Magn efnanna var talið vera langt undir hugsanlegum hættumörkum fyrir ungbörn.

Inngangur

Lengi hefur mönnum verið ljóst að mengun af völdum ýmissa prásetinna (persistent) klórkolefnissambanda er meðal alvarlegustu umhverfisvandamála jarðarbúa. Efni þessi skipta hundruðum, en eru flest skyld að gerð.

Þekktust þessara mengunarefna eru ýmis varnarefni eins og díklór-dífenýl-tríklóretan (DDT) og umbrotsefni þess (díklór-dífenýl-díklóretan (DDE) og díklór-dífenýl-díklóretan (DDD)), hexaklórsýklóhexan (HCH) og hexaklórbensen (HCB). Efni af skyldum uppruna eru póliklórbífenýlsambönd (PCB efni). Þau voru framleidd sem flókin blanda um 50-60 afleiða (congeners) undir sérheitinu Aro-

clor eða Clophen og voru aðallega notuð til einangrunar í stór rafkerfi.

Klórcolefnissambönd þessi eru flest afar fituleysin og stöðug bæði í umhverfinu og í lífverum. Þau safnast því fyrir í fituvef dýra, og geta náð háum styrk efst í fæðukeðjunni. Þau valda yfirleitt ekki bráðri eitrun, en vegna hins langa viðverutíma í líkama dýra er talið, að þeim geti fylgt síðkomin eituráhrif eins og krabbameinsmyndun (1). Þekktast þessara efna er DDT (klófenótan) og áhrif þess á þykkt skurnar í ránfuglseggi varð þess valdandi að athygli manna beindist fyrst að skaðsemi klórcolefnissambanda í náttúrunni (2). Í mönnum geta PCB sambönd valdið alvarlegu klórrexemi og lifrarskaða og er líklegt að sum efnanna séu krabbameinsvaldandi og er talið að um krabbameinshvetjandi áhrif sé að ræða (3–5). Þá hefur minni fæðingarþyngd og óeðlilegur þroski nýbura verið rakinn til PCB efna (6). Dýratilraunir hafa einnig sýnt að PCB efni hamla ónæmissvörun og frjósemi, sem rakið er til áhrifa efnanna á estrógenviðtaka frumna (7). Skaðlegust eru talin PCB efni sem geta verið flöt að lögun (coplanar), það er hafa ekkert, eitt eða tvö klóratóm í ortóstöðum bif-enýlhringjanna (8). Bent er á að efni þessi eru ísóstereómerar 2,3,7,8-tetraklórðibensó-p-díoxíns, sem er einn magnaðasti krabbameinsvaldur sem borist hefur í náttúruna af mannavöldum (9).

Lítið hefur verið notað af varnarefnum hér miðað við víða annars staðar, en γ -HCH (lindan) var þó talsvert notað við böðun á sauðfé fram á síðustu ár. Ljóst er hins vegar að víða hafa klórcolefnissambönd fundist langt frá notkunarstað meðal annars á heimsskautasvæðunum (10,11) og virðast efnin því berast langar leiðir með lofti og legi. Nokkrar rannsóknir fóru fram í Rannsóknastofu í lyfjafræði, HÍ á árunum 1970–1985 (12–16) á smjöri, silungi, laxaseiðum svo og nautafitu, hreindýra- og kindafitu, sem leiddu í ljós litla en mælanlega aðkomna, loftborna mengun af völdum klórcolefnissambanda svo og nokkra staðbundna mengun. Nýrri rannsóknir á íslenskum fálkum (17) benda til að um þó nokkra mengun sé að ræða á efri þrepum fæðukeðjunnar. Er því afar mikilvægt, að fyllri rannsóknir af þessu tagi verði gerðar til að leiða í ljós í hve miklum mæli klórcolefnissambönd koma fyrir í íslensku lífríki.

Klórcolefnissambönd hafa langan helming-

unartíma og umbrotna lítið í flestum lífverum. Kvendýr spendýra geta losnað við klórcolefnissambönd með móðurmjólk, en í karldýrum eykst þéttni þeirra með aldri (18). Erlendis hafa rannsóknir á mönnum einum beinst að tilvist klórcolefnissambanda í móðurmjólk vegna þeirrar hættu sem nýburum kann að stafa af efnunum (6). Við höfum nú gert frumrannsókn á tilvist klórcolefnissambanda í íslenskri móðurmjólk.

Efniviður og aðferðir

Efnisstaðlar voru allir frá Promochem, Þýskalandi og lífræn leysiefni voru öll *pro analysi* frá Merck. Mjósúlur voru frá Hewlett Packard (HP-1) og JW-Scientific (DB-5).

Mjólkursýnum frá 18 frumbyrjum og fjórum tvíbyrjum var safnað á fæðingadeild Landspítalans í júlí og ágúst 1993, í samvinnu við lækna og ljósmæður deildarinnar. Safnað var 2×20 ml frá hverri konu á þriðja til 15. degi eftir fæðingu í 30 ml skilvinduglós úr gleri sem áður höfðu verið skoluð með asetóni. Sýnin voru geymd í kæli strax eftir söfnun í allt að 24 klukkustundir, en voru þá fryst við -20°C fram að úrhlutun og greiningu.

Mjólkin var úrhlotuð í aðalatriðum samkvæmt aðferð Orbæk (19). Nákvæmlega 20 g af mjólk voru vegin og blönduð með 50 ml af etanóli og 6 ml af 8% kalíumoxalati og heimtustaðli (PCB# 53). Þá voru 10 ml af dietýletra hristir vel saman við blönduna og loks var 10 ml af hexani bætt við. Vatnsfasinn var þá skilinn frá og þvegin tvísvar með 10 ml af dietýletra: hexani (1:1). Lífrænir fasar voru sameinaðir og þvegnir með 2% NaCl-lausn. Sýnin voru þurrkuð við 62°C og var þá hægt að ákvarða magn fitu í sýnunum. Fitun var leyst í ísooktani með innri staðli (tækjastaðli) og hreinsuð með mettaðri brennisteinssýru. Loks var sýnið inn-gufað með N_2 að 100 μl og var sýnið þá tilbúið til greiningar.

Einstök klórcolefnissambönd voru greind með gasgreini (HP5890) tengdum massaskynjara (HP5970) eins og lýst hefur verið (17). Notaðar voru tvær mismunandi mjósúlur, HP-ultra 1, 25 m, 0,25 mm i.d., 0,32 μm filma og DB-5, 60 m, 0,25 mm i.d., 0,25 μm filma.

Reynt var að greina eftirfarandi klórcolefnissambönd: p,p'-DDT; p,p'-DDE; p,p'-DDD; α -HCH; β -HCH; γ -HCH; HCB og 10 afleiður PCB efna eða # 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156 og 180 (númerað samkvæmt heimild

Table I. Relative proportions (%) of three different PCB congeners in breast milk from different countries.

PCB congener	U.K. (ref. 21)	Sweden (ref. 22)	Norway (ref. 23)	Canada (ref. 24)	USA (ref. 25)	Germany (ref. 26)	Mean
# 138	10.1	16.0	16.6	11.8	10	22	14.4 ± 4.7
# 153	12.7	19.0	23.8	16.1	12	28	18.6 ± 6.3
# 180	11.1	9.5	8.3	8.8	5.3	12.3	9.2 ± 2.4
Basis of total level	32 cong.	Aroclor	Aroclor	40 cong.	90 cong.	52 cong.	42.2 ± 13.4

Table II. Organochlorines in Icelandic breast milk.

	Fat %	HCB (ng/g)		ΣDDT* (ng/g)		ΣPCB** (ng/g)	
		Milkfat	Wholemilk	Milkfat	Wholemilk	Milkfat	Wholemilk
Mean	2.4	47.4	1.15	357	8.58	901	20.5
STDEV	0.9	20.9	0.81	175	6.17	307	9.84
Median	2.0	42.4	0.94	339	6.33	860	18.0
Minimum	0.8	23.7	0.27	113	2.14	334	8.40
Maximal	4.1	122	3.84	998	31.4	1556	49.0

*ΣDDT=p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD (no DDT was found).

**ΣPCB=(PCB138+PCB153+PCB180)/0.42.

Table III. Effect of parity on the levels of organochlorines in breast milk.

Parity	N	Mean age	HCB (ng/g)		ΣDDT (ng/g)		ΣPCB (ng/g)	
			Milkfat	Wholemilk	Milkfat	Wholemilk	Milkfat	Wholemilk
1	18	25.4	48.1	1.16	369	8.73	935	20.9
2	4	26.7	44.2	1.10	307	7.93	750	18.8

20). Eru þetta þær afleiður sem flestir greina. PCB # 105, 118 og 156 eru múnó-ortó afleiður, en PCB # 138, 153 og 180 finnast oftast í mestu magni í lífverum sem eru ofarlega í fæðukeðjunni. Magngreint var eftir fimm punkta staðalkúrfum fyrir hvert efni þar sem topphæð hvers efnis á móti topphæð innri staðals var mæld á bilinu 10–500 pg/μl. Magngreiningarmörk voru á bilinu 0,1–0,5 ng/g mjólkur.

Ekki er unnt að mæla heildarmagn PCB efna beint þar eð þau eru 209 talsins, en reynt er að áætla magn þeirra á ýmsan hátt. Í flestum eldri rannsóknnum var miðað við Aroclor blöndur en hlutfall afleiðanna var oftast allt annað í líkamsvefjum en í upprunalegu blöndunum. Hin síðari ár hefur verið reynt að magngreina sem flestar PCB afleiður. Hlutfallslegt magn stærstu PCB afleiðanna (# 138, 153 og 180) í mjólkurfitu móðurmjólkur frá nokkrum löndum er sýnt í töflu I (21–26). Samanlagt magn þessara afleiða var að meðaltali 42% heildarmagns PCB efna og var sú tala lögð til grundvallar við áætlun á heildarmagn PCB efna (ΣPCB) í íslenskri móðurmjólk.

Tölfræðileg greining á meðaltölum var gerð með Mann-Whitney prófi með hjálp Instat, útgáfu 2,01 fyrir MacIntosh tölvur.

Niðurstöður

Helstu niðurstöður greininga á þrasetnum klórkolefnissamböndum í móðurmjólk og mjólkurfitu eru sýndar í töflu II. Úrhlutuð fita reyndist vera á bilinu 0,8–4,1% (meðaltal 2,4%). HCB, DDE og sex afleiður PCB (# 28, 101, 118, 138, 153, 180) greindust í öllum sýnum, en HCH í engu sýnanna. Heildarmagn DDT og umbrotsefna þess (ΣDDT) var yfirleitt samsett úr um 95% p,p'-DDE og um 5% p,p'-DDD en ekkert fannst af DDT. Ber þetta vott um að langt sé liðið frá losun þessa DDT út í umhverfið. Í öllum tilfellum voru miðgildi lægri en meðaltöl og munur hæstu og lægstu gilda var um það bil fimm- til tífaldir. Af PCB efnum fannst mest af PCB # 153 eða um 23% af áætluðu heildarmagni. Hlutur PCB # 138 var um 13% og PCB # 180 um 6%. Aðrar afleiður voru til staðar í minna magni. Hlutfall ΣPCB/ΣDDT var um 2,5.

Enginn marktækur munur var á magni efnanna í mjólk frum- og tvíbyrja (tafla III), þó að heldur minna magn væri í mjólk tvíbyrja. Þá var lítil fylgni milli aldurs mæðra og magns mengunarefna ($r=-0,35$ fyrir ΣPCB, $r=-0,28$ fyrir ΣDDT, $r=-0,45$ fyrir HCB), en nokkur fylgni milli magns ΣPCB og ΣDDT í hverri konu ($r=0,76$).

Umræða

Hlutfallsleg samsetning þriggja helstu PCB afleiða í íslenskri móðurmjólk er nokkuð svipuð því mynstri sem fundist hefur í Tromsø í Noregi (23) en ólík því sem fundist hefur víðast annars staðar, þar sem minni munur er á magni PCB # 138 og PCB # 153 (tafla I).

Í 22 sýnum af íslenskri móðurmjólk var ΣPCB að meðaltali um 20 ng/g mjólkur (hæst um 50 ng/g) og magn ΣDDT um helmingi minna (tafla II). Aðrir hafa fundið fylgni milli PCB efna í blóði mæðra og lægri fæðingarþyngdar nýbura og síðar minni greindarþroska við fjögurra ára aldur (6). Magn PCB efna sem börnin í þeirri rannsókn fengu með móðurmjólk (um 1000 ng/g mjólkur) sýndi hins vegar ekki fylgni við greindarþroska. Það virtist því vera snerting við þessi efni á meðgöngu en ekki eftir fæðingu, sem hafði áhrif á greindarþroska. Hins vegar er beint samband á milli magns þrásetinna mengunarefna í blóði og móðurmjólk (27,28), svo að líklegt er að magn þessara efna í blóði íslensku mæðranna hafi verið langt undir hugsanlegum hættumörkum.

Rannsóknir á magni klórkolefnissambanda í móðurmjólk í öðrum löndum hafa víða leitt í ljós að magnið hefur farið minnkandi síðustu ár (24,29,30). Þannig hefur ΣDDT helmingast í móðurmjólk í Svíþjóð frá árunum 1980–1990 (30) og ΣPCB minnkað um 15%. Magn beggja þessara efnaflokka minnkaði um 35% í kanadískri móðurmjólk frá 1986–1992 (24) og í Þýskalandi hefur ΣDDT helmingast og ΣPCB minnkað um 30% á sama tíma (29). Er þetta rakið til minni notkunar efnanna og betri förgunaraðferða en fyrr.

Magn HCB og DDT efna virðist allt að helmingi minna í móðurmjólk hér en það var í nálægum löndum fyrir nokkrum árum, en nálægt því sem þar finnst nú (27,31–33). Í Frakklandi, Þýskalandi og á Ítalíu er magn þessara efna nokkuð hærra en hér (29,34,35). Í Bretlandi og Kanada er magn HCB um helmingi lægra en DDT efni svipuð að magni og hér (36,37).

Erfiðara er að bera saman magn PCB efna milli rannsóknastofa vegna þess að heildarmagnið er áætlað á mismunandi hátt. Þó virðist magnið vera svipað hér og annars staðar, en hafa verður í huga að magn PCB efna hefur víðast ekki minnkað jafn hratt og magn DDT efna í móðurmjólk. Marktækara er að bera saman magn einstakra afleiða PCB. Þá kemur í

ljós að magn PCB afleiðanna er svipað hér og það var í Svíþjóð 1987 (22), en um þriðjung herra en í Noregi (23), Bretlandi (21) og Frakklandi (34) á árunum 1990–1993. Einu samanburðargildin sem eru hærri koma frá Þýskalandi 1991 (29) og Inúítum í Kanada, sem skera sig úr með um áttfalt magn annarra samlanda sinna (37).

Hér á landi er PCB mengun hlutfallslega meiri en DDT mengun, þar sem hlutfall ΣPCB/ΣDDT í íslenskri móðurmjólk er um það bil 2,5 (tafla II). Þetta hlutfall er svipað því sem fundist hefur í Svíþjóð (22) og Þýskalandi (29), en víðast annars staðar er þetta hlutfall nær einum og jafnvel lægra eins og í Frakklandi (34).

Engin marktæk áhrif vegna aldurs eða fyrri barneigna fundust á magn klórkolefnissambanda í móðurmjólk (tafla III). Aðrar rannsóknir hafa leitt í ljós að magn efnanna í móðurmjólk hækkar með aldri og lækkar með brjóstgjöf (22,32,38).

Þar sem rannsókn okkar náði einungis til 24 mæðra má ætla að nokkuð skorti á að hún veiti fullnægjandi upplýsingar um magn þrásetinna klórkolefnissambanda í íslenskri móðurmjólk. Nú er hafin nokkuð umfangsmeiri rannsókn sem nær til 40 kvenna. Könnuð verða áhrif búsetu og neyslu sjávarfangs á magn efnanna í blóði. Afar ólíklegt verður þó að teljast að þær aðstæður finnist á Íslandi, að magn þessara mengunarefna í móðurmjólk fari yfir hugsanleg hættumörk fyrir ungbörn.

Þakkar

Höfundar þakka Atla Dagbjartssyni lækni og ljósmæðrum á fæðingadeild Landspítalans veitta aðstoð við öflun sýna.

HEIMILDIR

1. Murphy SD. Toxic effects of pesticides. In: Klaasen CD, Amdur MO, Doull J, eds. Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. 3rd ed. New York: Macmillan Publ Co, 1986: 519–81.
2. Risebrough RW, Rieche P, Herman SG, Peakall DB, Kirven MN. Polychlorinated biphenyls in the global ecosystem. *Nature* 1968; 220: 1098–102.
3. Kimbrough RD. Human health effects of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs). *Ann Rev Pharmacol Toxicol* 1987; 27: 87–111.
4. Safe S. Polychlorinated biphenyls (PCBs): mutagenicity and carcinogenicity. *Mut Res* 1989; 220: 31–47.
5. Sinks T, Steele G, Smith AB, Watkins K, Shultz RA. Mortality of workers exposed to polychlorinated biphenyls. *Am J Epidemiol* 1992; 136: 389–98.

6. Jacobson JL, Jacobson SW, Humphrey HEB. Effects of *in utero* exposure to polychlorinated biphenyls and related contaminants on cognitive functioning in young children. *J Pediatr* 1990; 16: 38–45.
7. Kimbrough RD. Laboratory and human studies on polychlorinated biphenyls (PCBs) and related compounds. *Environ Health Perspect* 1985; 59: 99–106.
8. Voogt PD, Wells DE, Reutergårdh L, Brinkman UATH. Biological activity, determination and occurrence of planar, mono- and di-ortho PCBs. *Intern J Environ Anal Chem* 1990; 40: 1–46.
9. Bailar JC. How dangerous is dioxin? *N Engl J Med* 1991; 324: 260–2.
10. Gregor DJ, Peters AJ, Teixeira C, Jones N, Spencer C. The historical residue trend of PCBs in the Agassiz Ice Cap, Ellesmere Island, Canada. *Sci Total Environ* 1995; 160/161: 117–26.
11. Hargrave BT, Vass WP, Erickson PE, Fowler BR. Atmospheric transport of organochlorines to the Arctic ocean. *Tellus* 1988; 40B: 480–93.
12. Skaftason J, Jóhannesson P. Klórkolefnissambönd í smjörfitu, hreindýrafitu og kindafitu. Tímarit um lyfjafræði 1985; 20: 142.
13. Skaftason J, Jóhannesson P. Organochlorine compounds in Icelandic lake trout and salmon fry. Local and global sources of contamination. *Acta Pharmacol et Toxicol* 1982; 52: 397–400.
14. Skaftason J, Jóhannesson P. Klórkolefnissambönd í íslenskum vatnasilungi. Náttúrufræðingurinn 1981; 51: 97–104.
15. Jóhannesson P, Skaftason J. Klórkolefnissambönd (alfa-, beta- og gamma-HCH, DDT, DDD, DDE, HCB og PCB-efni) í íslensku smjöri 1968–1982. *Ísl landbún* 1981; 13: 1–2.
16. Skaftason J, Jóhannesson P. Organochlorine compounds (DDT, Hexachlorocyclohexane, Hexachlorobenzene) in Icelandic animal body fat and butter fat: local and global sources of contamination. *Acta Pharmacol Toxicol* 1979; 51: 397–400.
17. Ólafsdóttir K, Petersen Æ, Thórdardóttir S, Jóhannesson T. Organochlorine residues in Gyrfalcons (*Falco rusticolus*) in Iceland. *Bull Environ Contam Toxicol* 1995; 55: 382–9.
18. Luchas B, Vetter W, Fischer P, Heideman G, Plötz J. Characteristic chlorinated hydrocarbon patterns in the blubber of seals from different marine regions. *Chemosphere* 1990; 21: 13–9.
19. Orbæk K. Chlorholdige pesticider og PCB i animaliske produkter. Central laboratoriet, afdeling B: Pesticider og forurening, analysemetode. København: Levnedsmiddelsstyrelsen, 1987, Metode nr.: BPAN 42.
20. Ballschmiter K, Zell M. Analysis of polychlorinated biphenyls (PCB) by glass capillary gas chromatography. Composition of technical Aroclor- and Clophen-PCB mixtures. *Fresenius Z Anal Chem* 1980; 302: 20–31.
21. Duarte-Davidson R, Burnett V, Waterhouse KS, Jones KC. A congener specific method for the analysis of polychlorinated biphenyls (PCBs) in human milk. *Chemosphere* 1991; 23: 119–31.
22. Vaz R. Organochlorine contaminants in Swedish foods of animal origin and in human milk (1973–1992) (dissertation). Uppsala: Department of food hygiene, faculty of veterinary medicine and national food administration, chemical division, 1993; 84 p.
24. Newsome WH, Davies D, Doucet J. PCB and organochlorine pesticides in Canadian human milk – 1992. *Chemosphere* 1995; 30: 2143–53.
25. Safe S, Safe L, Mullin M. Polychlorinated biphenyls: congener-specific analysis of a commercial mixture and a human milk extract. *J Agric Food Chem* 1985; 33: 24–9.
26. Schulte E, Malisch R. Calculation of the real PCB content in environmental samples. II. Gas chromatographic determination of the PCB concentration in human milk and butter. *Fresenius Z Anal Chem* 1984; 319: 54–9.
27. Utne Skaare J, Tuveng JM, Sande HA. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in maternal adipose tissue, blood, milk, and cord blood from mothers and their infants living in Norway. *Arch Environ Contam Toxicol* 1988; 17: 55–63.
28. Jensen AA. Polychlorobiphenyls (PCBs), polychlorodibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorodibenzofurans (PCDFs) in human milk, blood and adipose tissue. *Sci Tot Environ* 1987; 64: 259–93.
29. Fürst P, Fürst C, Wilmers K. Human milk as a bioindicator for body burden of PCDDs, PCDFs, organochlorine pesticides, and PCBs. *Environ Health Persp* 1994; 102/Suppl. 1: 187–93.
30. Norén K. Contemporary and retrospective investigations of human milk in the trend studies of organochlorine contaminants in Sweden. *Sci Total Environ* 1993; 139/140: 347–55.
31. Jensen AA. Levels and trends of environmental chemicals in human milk. In: Jensen AA, Slorach SA, eds. *Chemical contaminants in human milk*. Boca Raton, Florida: CRC press, 1990: 45–198.
32. Mussalo-Rauhamaa H, Pyysalo H, Antervo K. Relation between the content of organochlorine compounds in Finnish human milk and characteristics of the mothers. *J Toxicol Environ Health* 1988; 25: 1–19.
33. Vaz R, Slorach SA, Hofvander Y. Organochlorine contaminants in Swedish human milk: studies conducted at the national food administration 1981–1990. *Food Addit Contam* 1993; 10: 407–18.
34. Bordet F, Mallet J, Maurice L, Borrel S, Venant A. Organochlorine pesticide and PCB congener content of French human milk. *Bull Environ Contam Toxicol* 1993; 50: 425–32.
35. Dommarco R, Di Muccio A, Camoni I, Gigli B. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human milk from Rome (Italy) and surroundings. *Bull Environ Contam Toxicol* 1987; 39: 919–25.
36. Dwarka S, Harrison DJ, Hoodless RA, Lawn RE, Mereson GHJ. Organochlorine compound residues in human milk in the United Kingdom 1989–1991. *Human Exper Toxicol* 1995; 14: 451–5.
37. Dewailly E, Ayotte P, Bruneau S, Laliberté C, Muir DCG, Norstrom RJ. Inuit exposure to organochlorines through the aquatic food chain in arctic Québec. *Environ Health Persp* 1993; 101: 618–20.
38. Rogan WJ, Gladen BC, McKinney JD, Carreras N, Hardy P, Thullen J, et al. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and dichlorodiphenyl dichloroethene (DDE) in human milk: effects of maternal factors and previous lactation. *Am J Public Health* 1986; 76: 172–7.