

TADEUSZ SYROWATKA, DANUTA PALUT, TADEUSZ GÓRSKI

KSZTAŁTOWANIE SIĘ POZOSTAŁOŚCI POLICHLOROWANYCH DWUFENYLI W TKANCE TŁUSZCZOWEJ MIESZKAŃCÓW WARSZAWY I OKOLIC

Z Zakładu Toksykologii Sanitarnej Państwowego Zakładu Higieny
w Warszawie

Kierownik: doc. dr hab. T. Syrowatka

Oznaczono zawartość polichlorowanych dwufenyli w tkance tłuszczowej mieszkańców Warszawy i okolic. Średnia zawartość badanych związków w 54 analizowanych próbkach wynosiła $0,193 \pm 0,056$ mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu. W 21 próbkach tkanki tłuszczowej kobiet stwierdzono średnią zawartość PCB wynoszącą $0,088 \pm 0,015$ mg/kg a u mężczyzn $0,260 \pm 0,089$ mg/kg. Różnice nie były statystycznie istotne. Najwyższe ilości PCB występowały u mężczyzn w starszym wieku. Analiza statystyczna nie potwierdziła jednak liniowej zależności między stężeniem oznaczanych związków a wiekiem badanych osobników.

Polichlorowane dwufenyle (PCB) stanowią obecnie jeden z głównych czynników skażających środowisko biologiczne [5, 12]. Pochodne tego typu są szeroko stosowane od przeszło 40 lat w przemyśle elektrycznym, gumowym i papierniczym jako ciecze dielektryczne do transformatorów i kondensatorów, płyny w pompach dyfuzyjnych i prasach hydraulicznych, jako plastifikatory, wymiennicze oraz dodatek do farb, smarów i olejów.

PCB podobnie jak pestycydy chloroorganiczne wykazują zdolność nagromadzania się w żywych i martwych elementach środowiska [10, 13]; stąd w krajach uprzemysłowionych pozostałości PCB stwierdza się w najwyższych stężeniach u ryb i zwierząt morskich, ptactwa dzikiego a także w tkankach zwierząt domowych i ludzi [1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 12] obok pestycydów chloroorganicznych. Ocena stopnia ekspozycji ludzi na omawiane związki znajduje się obecnie w centrum zainteresowania szeregu krajów wysoko uprzemysłowionych. W Polsce poza pracami Juszkiewicza i wsp. dotyczących kształtowania się pozostałości PCB w tkance tłuszczowej ludzi [7] i w mleku kobiecym [6] z terenu województwa lubelskiego, brak jest danych w tym zakresie z innych rejonów kraju.

W związku z powyższym wykonano oznaczenia pozostałości PCB w tkance tłuszczowej kobiet i mężczyzn z terenu miasta Warszawy i okolic.

MATERIAŁY I METODY

Próbki tkanki tłuszczowej od 54 wybranych losowo pacjentów w wieku 30–90 lat pobierano podczas sekcji i zabiegów chirurgicznych w klinikach Akademii Medycznej w Warszawie.

Oznaczenia pozostałości PCB wykonano według metodyki zalecanej przez EPA [13]. Oczyszczony ekstrakt uzyskany z 3–5 g tkanki tłuszczowej, zawierający pestycydy chloroorganiczne i PCB, poddawano działaniu KOH a następnie utleniano

przy pomocy CrO_3 , w celu usunięcia pestycydów chloroorganicznych interferujących przy oznaczaniu PCB. Końcowa objętość tak przygotowanych ekstraktów wynosiła 1 cm^3 . Na kolumnę chromatografu nastrzykiwano 2–6 mm^3 ekstraktu. Stosowano chromatograf gazowy Varian 1400 z detektorem wychwytu elektronów ze źródłem trytowym i kolumną szklaną, spiralną $1,83 \times 2$ mm wypełnioną 1,5% OV — 17 + 1,95% QF — 1 na Chromosorbie W HP 100–120 mesh. Warunki pracy chromatografu były następujące: temperatura kolumny 200°C, komory nastrzykowej 210°C, głowicy detektora 210°C, gaz nośny azot z butli o prędkości przepływu 30 cm^3/min . Czułość elektrometru: 2×10^{-9} ; otrzymywano przy tej czułości odpowiedź 15–20% skali rejestratora dla najwyższych pików przy nastrzykiwaniu na kolumnę 1 ng Clophenu A60.

WYNIKI I DYSKUSJA

We wszystkich analizowanych próbkach materiału biologicznego wykryto obecność PCB w zakresie stężeń 0,01–2,36 mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu. Około 60% wszystkich wyników zamykało się w przedziale 0,01–0,08 mg/kg, a tylko dwa wyniki przekraczały wartość 1 mg/kg. Średnia zawartość PCB ($\pm$ błąd standartowy) w 54 próbkach tkanki tłuszczowej osób z terenu miasta Warszawy i okolic wynosiła $0,193 \pm 0,056$ mg/kg (tabela I).

Uzyskana średnia jest trzykrotnie niższa od średniej wartości $0,557 \pm 0,045$ mg/kg wykrywanej przez Juskiewicza i wsp. [7] u mieszkańców województwa lubelskiego. Uzyskane przez nas wyniki są również niższe w porównaniu z danymi z innych krajów nawet tej samej szerokości geograficznej. Przykładowo w Republice Federalnej Niemiec [1, 2] średnia zawartość PCB w tkance tłuszczowej ludzi wynosiła w latach 1970 i 1971 odpowiednio 5,7 i 6,4 mg/kg, a w Norwegii 1,4 mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu. W Finlandii [3] we krwi ludzi z populacji generalnej stwierdzono pozostałości PCB wynoszące 5,4 mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu. Podobne badania wykonane u mieszkańców USA [11] wykazały, że w 1972 roku 33% analizowanych próbek tkanki tłuszczowej zawierało stężenie PCB wynoszące około 1 mg/kg, 27,3% 1–2 mg/kg i 5,2% próbek ponad 2 mg/kg. W roku 1973 podane wyżej poziomy PCB wykrywano w 40,2, 29,6 i 5,5% próbek, a w 1974 odpowiednio w: 50,6, 35,4 i 4,9% [8] próbek tkanki tłuszczowej mieszkańców USA. Procent próbek (zerowych), nie zawierających pozostałości oznaczanych związków wynosił w poszczególnych latach 34,2, 24,5 i 5,1. W tym okresie średnia zawartość PCB w tłuszczu mieszkańców Kanady [4] kształtowała się na poziomie 0,907 mg/kg.

W tabeli I przedstawiono zakresy występowania oraz średnie generalne pozostałości PCB w tkance tłuszczowej 33 mężczyzn i 21 kobiet. Średnia zawartość u kobiet wynosiła $0,088 \pm 0,015$ mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu, natomiast u mężczyzn zawartość oznaczanych związków była trzykrotnie wyższa i wynosiła $0,260 \pm 0,089$ mg/kg. Porównanie średnich za pomocą testu *t-Studenta* nie wykazało statystycznie istotnych różnic w pozostałościach PCB w zależności od płci ($P > 0,05$).

Uzyskane wyniki nie odbiegają wprawdzie od uzyskanych z terenu województwa lubelskiego [7], gdzie stężenie PCB u mężczyzn było również trzykrotnie wyższe w porównaniu z tkanką tłuszczową kobiet, w tym jednak przypadku różnice były statystycznie istotne.

Według Juskiewicza i wsp. [7] występowanie wyższych ilości PCB w tkance tłuszczowej mężczyzn należy tłumaczyć charakterem pracy zawodowej, a przede wszystkim częstszym zatrudnieniem mężczyzn w przemyśle. Przypuszczalnie w Warszawie i okolicach udział kobiet za-

Tabela I. Zakresy częstotliwości występowania PCB w tkance tłuszczowej mężczyzn i kobiet

Stężenia PCB mg (kg*)	Kobiety		Mężczyźni		Razem	
	liczba próbek	%	liczba próbek	%	liczba próbek	%
0,01—0,04	5	23,80	12	36,36	17	31,48
0,04—0,08	8	38,10	6	18,18	14	25,93
0,08—0,16	5	23,81	5	15,15	10	18,52
0,16—0,32	3	14,29	4	12,12	7	12,96
0,32—0,64	—	—	3	9,09	3	5,56
0,64—1,28	—	—	2	6,06	2	3,70
1,28	—	—	1	3,04	1	1,85
Średnia $\pm$ BS	0,088 $\pm$ 0,015		0,260 $\pm$ 0,089		0,193 $\pm$ 0,056	

*) — mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu

trudnionych w zakładach przemysłowych jest na tyle wysoki, że wzmiankowane różnice w zawartości PCB nie występują.

O podobnych różnicach donoszą także Grant i wsp. [4] oraz Yobs [11]. Przykładowo tkanka tłuszczowa mężczyzn pochodzących z Kanady zawierała PCB na poziomie 1,020 a u kobiet wartość ta wynosiła 0,685 mg/kg. Wyniki nie były jednak interpretowane statystycznie.

W tabeli II podano poziomy PCB w tkance tłuszczowej mężczyzn i kobiet w zależności od wieku.

Tabela II. Zawartość PCB w tkance tłuszczowej mężczyzn i kobiet w zależności od wieku

Wiek	Kobiety			Mężczyźni		
	liczba próbek	%	średnia mg/kg*)	liczba próbek	%	średnia mg/kg*)
30—40	2	9,52	0,160	—	—	—
41—50	2	9,52	0,120	4	12,13	0,088
51—60	2	9,52	0,040	5	15,15	0,138
61—70	6	28,57	0,056	15	45,45	0,150
71—80	6	28,57	0,090	9	27,27	0,581
81—90	3	14,30	0,107	—	—	—

Współczynnik korelacji „r” — —0,688 +0,236

*) — mg/kg wyekstrahowanego tłuszczu.

Najwyższe stężenia PCB stwierdzono u starych mężczyzn w wieku 70—80 lat. U kobiet nie obserwowano takiej zależności. W celu ustalenia czy istnieje korelacja pomiędzy zawartością PCB a wiekiem badanych osobników obliczono współczynnik korelacji „r” z uwzględnieniem całkowitej ilości próbek tkanki tłuszczowej mężczyzn. Analiza statystyczna nie potwierdziła występowania takiej zależności (tabela II). Wyniki Juszkiewicza i wsp. [7] sugerują występowanie wyższych stężeń u ludzi starych, natomiast oznaczenia wykonane u mieszkańców Kanady przez Granta i wsp. [4] nie wykazały zależności stężeń PCB w tkance tłuszczowej od wieku badanych osób.

Podsumowując wykonane badania należy stwierdzić, że średnie poziomy PCB w tkance tłuszczowej ludzi z terenu miasta Warszawy i okolic były niższe w porównaniu ze średnimi uzyskanymi z terenu województwa lubelskiego. Wydaje się, że występowanie pozostałości PCB we wszystkich analizowanych próbkach tkanki tłuszczowej ludzi, świadczy o rozmiarach skażenia środowiska tymi persystentnymi związkami.

T. Сыроватка, Д. Палют, Т. Гурски

УРОВЕНЬ ОСТАТКОВ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ ДИФЕНИЛОВ В ЖИРОВОЙ ТКАНИ ЖИТЕЛЕЙ ВАРШАВЫ И ОКРЕСТНОСТЕЙ

Резюме

Определили содержание полихлорированных дифенилов (PCB) в жировой ткани мужчин и женщин проживающих в Варшаве и окрестностях. Среднее содержание исследуемых соединений в 54 анализируемых пробах составляло $0,193 \pm 0,056$ мг/кг экстрагированного жира. Около 60% всех результатов было в границах 0,01—0,08 мг/кг. Среднее содержание PCB в жировой ткани женщин составляло $0,088 \pm 0,015$ мг/кг, в то время как у мужчин оно было в три раза большее и составляло $0,260 \pm 0,089$ мг/кг. Эти различия не были статистически существенными ($P > 0,05$). Самое высокое содержание установили у пожилых мужчин в возрасте 70—80 лет. Статистический анализ (коэффициент корреляции r) не подтвердил наличия линейной зависимости между содержанием PCB и возрастом исследуемых лиц.

T. Syrowatka, D. Palut, T. Górski

THE CONTENT OF POLYCHLORINATED BIOPHENYLS IN THE ADIPOSE TISSUE OF THE POPULATION OF WARSAW AND ITS ENVIRONS

Summary

Polychlorinated biphenyls (PCB) were determined in the adipose tissue of men and women living in the City of Warsaw and its environs. The mean value of these substances in 54 analysed samples was 0.193 ± 0.056 mg/kg of extracted fat. About 60% of all results were in the range 0.01—0.08 mg/kg. The mean PCB level in the adipose tissue of women was 0.088 ± 0.015 mg/kg, while in men the mean level of these substances was thrice as high being 0.260 ± 0.089 . The differences were statistically not significant ($p > 0.05$). The highest mean PCB concentration was in old men aged 70—80 years. The statistical analysis (correlation coefficient r) failed to confirm existence of a linear relationship between PCB content and the age.

PIŚMIENICTWO

1. Acker L., Schule E.: 1970, Über das Vorkommen chlorierten Kohlenwasserstoffe in menschlichem Fettgewebe und in Hummanmilch. Dtsch. Lebensmittel — Rdsch., 66, 358. — 2. Acker L., Schule E.: 1971, Zum Vorkommen von Hexachlorobenzol und polichlorierten Biphenylen neben chlorierten Insektiziden in menschlichem Fettgewebe und Hummanmilch. Ernährungsforchung, 16, 559. — 3. Carpmen E.: 1974, The concentration of PCB in human blood and adipose tissue in three different research groups. National Swedish Environmental Protection Board Publication. PCB Conference II, Vallingby, Sweden. — 4. Grant D. L., Mes J. Frank R.: 1975, PCB residues in human adipose tissue and milk. Nat. Conference on Polichlorinated Biphenyls, Chicago. — 5. Hammond A. L.: 1972, Chemical pollution: Polichlorinated biphenyls Science 1975, 155. — 6. Juszkiwicz T., Niewiadomska A., Radomski T.: 1975, Pozostałości polichlorowanych dwufenyli w mleku kobiecym, Pol. Tyg. Lek. 30, 1821. — 7. Juszkiwicz T., Niewiadomska A., Radomski T.: 1977, Pozostałości polichlorowanych dwufenyli w tkance tłuszczowej ludzi, Pol. Tyg. Lek. 32, 5. — 8. Kutz F. W., Strassman S. C.: 1975, Residues of polichlorinated biphenyls in the general population of the United States. Nat. Con-

ference on Polichlorinated Biphenyls Chicago. — 9. Price A. H., Welch R. L.: 1972, Occurrence of polichlorinated biphenyls in humans. *Env. Health Perspect.* 1, 73. — 10. Risebrough R. W. — de Loppe B.: 1972, Accumulation of polichlorinated biphenyls in ecosystems. *Env. Health Perspect.* 1, 159.

11. Yobs A. R.: 1972, Level of polichlorinated biphenyls in adipose tissue of the general population of the nation. *Env. Health Perspect.* 1, 79. — 12. Final Report of the Subcommittee on the Health Effect of Polichlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. Dep. of Health, Education and Welfare, Washington 1976. — 13. Manual of Analytical Methods for the Analysis of Pesticide Residues in Human and Environmental Samples, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park N. C. 27711, 1974.

Dn. 14.III.1978 r.

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24