

Lucyna Kapka^{1,2}, Brunon F. Zemła³, Agnieszka Kozłowska⁴, Elżbieta Olewińska⁴, Natalia Pawlas⁴

JAKOŚĆ POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO A ZAPADALNOŚĆ NA NOWOTWORY PŁUC W WYBRANYCH MIEJSCOWOŚCIACH I POWIATACH WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

AIR QUALITY VS MORBIDITY TO LUNG CANCER IN SELECTED PROVINCES AND LOCALITIES OF THE SILESIAN REGION

¹Institut Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie, Samodzielna Pracownia Biologii Molekularnej,

²Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Katedra Zdrowia Publicznego,

³Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Zakład Epidemiologii Nowotworów,

⁴Institut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu, Zakład Toksykologii Genetycznej,

STRESZCZENIE

Celem pracy była analiza zależności pomiędzy jakością powietrza atmosferycznego a zapadalnością na nowotwory płuc w oparciu o wyniki pomiarów wybranych substancji wskaźnikowych oraz dane epidemiologiczne z miejscowości/powiatów województwa śląskiego. Przeanalizowano stężenia pirenu, benz(a)antracenu, benzo(a)pirenu i dibenzo(a,h)antracenu oraz frakcji PM₁₀ pobieranych na filtry z włókna szklanego na stacjach pomiarowych w 15 miejscowościach oraz 8 powiatach województwa śląskiego. Wykorzystano do analizy klasyfikację współczynnika zapadalności na nowotwory płuc dla analizowanych powiatów i miejscowości została przedstawiona w oparciu o dane **Regionalnego Śląskiego Rejestru Nowotworów**. Stwierdzono zależność pomiędzy zwiększoną zapadalnością na nowotwory płuc w grupie mężczyzn, a wzrastającym stężeniem pirenu i frakcji pyłu respirabilnego PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym. Przeprowadzone analizy wstępne potwierdziły duży wpływ jakości powietrza atmosferycznego na zapadalność na nowotwory płuc w województwie śląskim.

Słowa kluczowe: zanieczyszczenia powietrza, nowotwór płuc, zapadalność

ABSTRACT

The objective of the study was analysis of the relationship between the quality of ambient air and incidence of lung cancer based on the results of measurements of selected indicator substances and epidemiological data from the localities/provinces in the Silesian Region. The levels of pyrene, benzaanthracene, benzopyrene and dibenzo(a,h)anthracene were analysed, as well as the concentrations of PM₁₀ fractions sampled on glass fibre filters at sampling stations in 5 localities and 8 provinces in the Silesian Region. The classification of morbidity to lung cancer for the localities and provinces in the study was presented based on the data from the Regional Silesian Cancer Registry. In the group of males a relationship was observed between an increased morbidity to lung cancer and an increasing concentration of pyrene and PM₁₀ respirable dust fraction in ambient air. The preliminary analyses confirmed the strong effect of the quality of ambient air on incidence of lung cancer in the Silesian Region.

Key words: air pollutions, lung cancer, morbidity

WSTĘP

W niektórych rejonach Polski obserwuje się wzrost zachorowań na nowotwory przekraczający średnie wskaźniki dla całego kraju. Według danych Zakładu Epidemiologii Nowotworów Centrum Onkologii, dotyczy to m.in. raka płuca u mężczyzn i kobiet, którego dynamika zachorowalności i umieralności jest bardzo wysoka i w najbliższym czasie nie rokuje poprawy.

Czynnikami, które warunkują podwyższone ryzyko zachorowalności na nowotwory są m.in. palenie tytoniu, ekspozycja w środowisku pracy, czynniki środowiskowe oraz predyspozycje genetyczne. Udział wpływu środowiska życia zwiększa się dla populacji zamieszkałych na obszarach, gdzie został skoncentrowany jednorodny przemysł, głównie kopalnie, huty i elektrownie tj. obszar Górnego Śląska. Do najpoważniejszych źródeł emisji substancji zanieczyszczających

powietrze należą: koksownie, gazownie, huty, rafinerie ropy naftowej, zakłady, w tym fabryki chemiczne wykorzystujące paliwa kopalne, smołę węglową i asfalt. Znaczny udział w całkowitej emisji mają piece węglowe używane w gospodarstwach domowych oraz transport samochodowy, który stanowi coraz większy problem w związku z gwałtownym rozwojem komunikacji.

Pyłowe zanieczyszczenia powietrza pochodzące ze źródeł przemysłowych stanowią zróżnicowaną mieszaninę związków z różnych grup i podgrup zanieczyszczeń reprezentowanych przez wiele różnych związków chemicznych. Badania ich wpływu na zdrowie ludzi są bardzo trudne, gdyż wiele z nich nie jest łatwo zdefiniować czy zmierzyć, jak też niektóre z nich mogą oddziaływać ze sobą i działać antagonistyczne lub synergistyczne. Ponadto wiele związków chemicznych może oddziaływać w różnorodny sposób na organizm człowieka, jak również może oddziaływać na wiele tkanek, narządów i układów budujących ludzki organizm. Pomimo tego, że na terenie województwa śląskiego jakość powietrza atmosferycznego ulega stopniowej poprawie, jest ona nadal niezadowalająca, zwłaszcza w centralnej części aglomeracji. Występują tu znaczne przekroczenia wartości stężeń benzo(a)pirenu (B(a)P), które na wielu stanowiskach pomiarowych wielokrotnie przekraczają wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń. Około 20% chorych na raka płuca z rejonu woj. śląskiego nigdy nie paliło tytoniu i nigdy nie pracowało w warunkach, które mogłyby stanowić stymulatory procesów nowotworczych. Jednak o ryzyku zachorowania na raka nie decyduje ani samo środowisko, ani sama sylwetka genetyczna, lecz interakcja obu czynników, tj. genotypu i otoczenia (1).

W powietrzu atmosferycznym znajdują się szczególnie niebezpieczne dla zdrowia substancje wykazujące właściwości mutagenne i nowotworcze. Należą do nich m.in. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz ich nitrowe (NWWA) i aminowe pochodne. Zawartość WWA w powietrzu jest uzależniona przede wszystkim od: wielkości opadu pyłów emitowanych przez zakłady przemysłowe, sposobu ogrzewania, intensywności transportu samochodowego, zastosowanych rozwiązań urbanistycznych ułatwiających bądź utrudniających wymianę powietrza oraz warunków meteorologicznych i klimatycznych. Znaczącym źródłem WWA i ich pochodnych w powietrzu atmosferycznym są procesy niepełnego spalania związków organicznych, wysokotemperaturowych procesów spalania i przeróbki paliw oraz reakcje chemiczne zachodzące w atmosferze, które odpowiadają za część aktywności genotoksycznej WWA (2,3). Każdy składnik reakcji spalania dostarcza pośrednich produktów pirolizy, które z kolei uczestniczą w syntetyzowaniu WWA. Zatem, każdy wysokotemperaturowy proces z udziałem prostych związków organicznych może być źródłem WWA, które następnie

przedostają się do różnych elementów środowiska (3). W przemianach substancji zanieczyszczających powietrze ważną rolę pełnią również reaktywne formy tlenu (RFT) powstające głównie w wyniku reakcji fotolizy. Powstające RFT, a zwłaszcza rodnik hydroksylowy ($\bullet\text{OH}$) utleniają obecne w środowisku substancje tj. ditlenek siarki, ditlenek azotu, tlenek węgla, metan (4). Większość zanieczyszczeń w atmosferze, które posiadają właściwości genotoksyczne jest zaadsorbowana na pył zawieszonym. Szczególną aktywnością mutagenną wyróżniają się wśród nich nitrowe i aminowe pochodne WWA oraz dioksyny i furany. Aktywność mutagenną i nowotworczą wykazują także niektóre czynniki fizyczne, np. promienie UV.

Zanieczyszczenia powietrza dzieli się na zanieczyszczenia gazowe oraz szereg związków określanych jako lotne substancje organiczne i pył zawieszony czyli aerozol (pyły, spaliny, mgły, dymy). Pyłowe zanieczyszczenia powietrza stanowią złożoną mieszaninę substancji organicznych i nieorganicznych. W 1997 roku EPA, ze względu na masę i skład podzieliła pyłowe zanieczyszczenia powietrza na dwie frakcje: PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$, w miejsce dotychczasowej PM_{10} , przez co precyzyjniej określone zostały zagrożenia dla zdrowia ludzi. Frakcja PM_{10} powstaje głównie podczas poruszania się pojazdów po nieutwardzonych nawierzchniach, ich rozdrabniania i kruszenia, a także z tzw. pylenia wtórnego. Natomiast frakcja $\text{PM}_{2,5}$ powstaje podczas spalania paliw w silnikach samochodowych, elektrociepłowniach, zakładach przemysłowych oraz paleniskach domowych (2).

Głównym celem pracy była analiza zależności pomiędzy jakością powietrza atmosferycznego a zapadalnością na nowotwory płuc w oparciu o wyniki pomiarów wybranych substancji wskaźnikowych oraz dane epidemiologiczne z miejscowości/powiatów województwa śląskiego.

MATERIAŁY I METODY

Zaprezentowane w niniejszej pracy analizy stanowią część prac naukowo-badawczych prowadzonych w ramach sieci naukowej „Środowisko a Zdrowie” w latach 2007-2008r. (Umowa nr 772/E-222/SN-0058/2007). Próby powietrza były pobierane na stacjach pomiarowych w 15 miejscowościach oraz 8 powiatach województwa śląskiego. Pyły zawieszane, w tym także frakcja PM_{10} były pobierane na filtry z włókna szklanego za pomocą wysoko-przepływowych aspiratorów z częstotliwością 10 poborów 24-godzinnych na miesiąc, w sezonie zimowym (styczeń-marzec). Dla każdej stacji pomiarowej oraz sezonu ze wszystkich części filtrów utworzono próby zbiorcze, które następnie ekstrahowano chlorkiem metylenu w aparacie Soxhleta. Do analizy

ilościowej pobierano 1 cm³ ekstraktu wyjściowego. Stężenie 4 wybranych WWA: pirenu, benz(a)antracenu [B(a)A], benzo(a)pirenu [B(a)P] i dibenzo(a,h)antracenu [Db(a,h)A] oznaczano techniką GC-MS przy pomocy chromatografu gazowego. Stężenie frakcji PM₁₀ oznaczano grawimetrycznie na podstawie różnicy masy filtra przed i po poborze próby.

Wykorzystana do analizy klasyfikacja współczynnika zapadalności na nowotwory płuc dla analizowanych powiatów i miejscowości została przedstawiona w tabeli I. Zapadalność na nowotwory płuc kobiet i mężczyzn w zależności od miejsca zamieszkania w oparciu o dane uzyskane z zakładu Epidemiologii Nowotworów CO w Gliwicach sklasyfikowano na 3 grupy:

- 0 – niska zapadalność
- 1 – średnia zapadalność ($K \leq 8 / 100$ tysięcy mieszkańców, $M \leq 60 / 100$ tysięcy mieszkańców)
- 2 – wysoka zapadalność ($K \geq 13 / 100$ tysięcy mieszkańców, $M \geq 70 / 100$ tysięcy mieszkańców) (1).

Tabela I. Klasyfikacja wg wartości współczynnika zachorowalności i umieralności na nowotwory płuc wśród kobiet i mężczyzn zamieszkałych w analizowanych miejscowościach i powiatach województwa śląskiego.

Table I. Classification according to the values of morbidity and mortality rates due to lung cancer among male and female inhabitants of the analysed localities and provinces of the Silesian Region.

Miejscowość/powiat	Kobiety	Mężczyźni
Bielsko Biała	2	0
Częstochowa	2	1
Gliwice	2	0
Jastrzębie Zdrój	2	1
Piekary Śląskie	0	0
Powiat raciborski	1	0
Sosnowiec	2	2
Tychy	2	1
Mysłowice	2	1
Chorzów	2	2
Ruda Śląska	2	2
Rybnik	1	1
Powiat gliwicki	1	1
Powiat cieszyński	1	0
Powiat pszczyński	0	1
Zabrze	2	2
Bytom	2	2
Dąbrowa Górnicza	2	2
Powiat wodzisławski	1	1
Katowice	2	1
Powiat mikołowski	2	2
Powiat zawierciański	2	1
Powiat tarnogórski	0	0

0 – niska zapadalność

1 – średnia zapadalność

2 – wysoka zapadalność

Wysoką zapadalność na nowotwory płuc stwierdzono zarówno u kobiet, jak i mężczyzn zamieszkałych w Sosnowcu, Chorzowie, Rudzie Śląskiej, Zabrze, Bytomiu, Dąbrowie Górniczej oraz powiecie mikołowskim. Niską zapadalność na nowotwory płuc odnotowano wśród kobiet zamieszkałych w Piekarach Śląskich oraz powiatach pszczyńskim i tarnogórskim. Natomiast dla populacji męskiej najniższą zapadalność odnotowano wśród mężczyzn zamieszkałych w Bielsku Białej, Gliwicach, Piekarach Śląskich oraz powiatach raciborskim i cieszyńskim.

Informacje i dane analityczne zebrano w bazie danych i analizowano przy użyciu pakietu STATISTICA for Windows, v. 6.0 firmy StatSoft. Rozkłady wszystkich zmiennych zbadano testem Shapiro–Wilka. Wszystkie zmienne charakteryzowały się rozkładem normalnym. Jako miarę skupienia w analizach zastosowano średnią arytmetyczną wraz z odchyleniem standardowym.

W celu weryfikacji hipotezy o istnieniu zależności pomiędzy cechą jakościową a ilościową wykorzystano test U Mann–Whitney'a. Do oceny zależności pomiędzy dwiema cechami ilościowymi wykorzystano test współczynnika korelacji rang Spearmana. Wyniki testów uznawano za istotne statystycznie, jeżeli ich poziom istotności p nie był większy niż 0,05.

WYNIKI

Przeanalizowano próby powietrza pobrane w sezonie zimowym w 15 miastach i 8 powiatach województwa śląskiego, oceniając stężenia czterech wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych- pirenu, B(a)A, B(a)P, Db(a,h)A oraz frakcji pyłu PM₁₀. W tabeli II przedstawiono średnie stężenia pirenu, B(a)P, B(a)A i Db(a,h)A oznaczanych w powietrzu atmosferycznym. Udział poszczególnych WWA zależał od miejsca poboru próby. Najwyższe stężenia pirenu i benzo(a)pirenu stwierdzono w Zabrze, a najniższe Jastrzębiu-Zdroju. Najwyższe stężenia benzo(a)antracenu oraz dibenzo(a,h)antracenu wystąpiły na obszarze powiatów mikołowskiego i zawierciańskiego, natomiast najniższe w Sosnowcu i na obszarze powiatu pszczyńskiego. Trzymiesięczne średnie stężenie B(a)P przekraczało wielokrotnie roczne dopuszczalne stężenie tego związku (1 ng/m³) we wszystkich 23 punktach pomiarowych. W tabeli II przedstawiono również średnie stężenia frakcji PM₁₀ pyłu zawieszonego dla badanych miejscowości i powiatów. Zmienność stężenia PM₁₀ była uzależniona od położenia punktu pomiarowego. Najwyższe stężenia PM₁₀ wystąpiły w Katowicach i Zabrze, a najniższe w powiatach: raciborskim i tarnogórskim.

Analiza korelacji rang Spearmana wykazała statystycznie istotne zależności pomiędzy stężeniem pirenu

Tabela II. Średnie stężenia czterech badanych WWA oraz stężenie frakcji PM₁₀ pyłu zawieszonego w wybranych powiatach i miejscowościach województwa śląskiego.

Table II. Mean concentrations of the polycyclic aromatic hydrocarbons and PM₁₀ respirable dust fraction in selected provinces and localities of the Silesian Region.

Miejscowości i powiaty	Wybrane WWA oraz PM ₁₀				
	Piren [ng/m ³]	B(a)A [ng/m ³]	B(a)P [ng/m ³]	Db(a,h)A [ng/m ³]	PM ₁₀ [μg/m ³]
Bielsko Biała	21,65	17,95	12,85	10,55	43,91
Częstochowa	21,70	17,50	18,75	11,40	53,78
Gliwice	21,15	15,25	20,75	10,80	54,34
Jastrzębie Zdrój	15,10	13,75	18,00	9,50	41,40
Piekary Śląskie	25,20	10,10	25,95	14,65	57,93
Powiat raciborski	26,85	9,55	24,50	11,95	35,17
Sosnowiec	23,30	8,00	19,40	8,10	67,11
Tychy	30,55	9,60	23,90	8,70	54,92
Mysłowice	42,35	15,45	34,75	13,60	74,08
Chorzów	41,95	14,30	35,60	13,20	77,99
Ruda Śląska	30,45	10,80	26,80	9,15	59,00
Rybnik	37,35	13,15	31,30	9,95	58,88
Powiat gliwicki	56,65	20,25	48,30	19,10	74,20
Powiat cieszyński	37,50	12,95	36,95	11,05	60,49
Powiat pszczyński	33,20	11,65	29,40	9,25	70,99
Zabrze	57,90	21,40	54,50	19,20	101,96
Bytom	29,55	12,00	28,75	11,25	60,77
Dąbrowa Górnicza	37,55	12,85	31,55	13,90	70,10
Powiat wodzisławski	47,00	17,75	43,40	18,10	68,08
Katowice	51,00	16,50	40,95	18,65	101,26
Powiat mikołowski	51,00	42,70	43,95	20,15	86,66
Powiat zawierciański	34,95	28,80	35,85	22,35	75,01
Powiat tarnogórski	23,95	19,75	23,20	13,25	39,00

B(a)A – Benzo(a)antracen, B(a)P – Benzo(a)piren, Db(a,h)A – Dibenzo(a,h)antracen, PM₁₀ – frakcja pyłu zawieszonego

Tabela III Korelacje porządku rang Spearmana analizowanych zmiennych.

Table III Spearman's rank correlation of analysed variables.

Charakterystyka	r
Piren & B(a)A	0,389
Piren & B(a)P	0,959
Piren & Db(a,h)A	0,631
Piren & PM ₁₀	0,840
B(a)A & B(a)P	0,437
B(a)A & Db(a,h)A	0,694
B(a)A & PM ₁₀	0,381
B(a)P & Db(a,h)A	0,703
B(a)P & PM ₁₀	0,837
Db(a,h)A & PM ₁₀	0,564

Podkreślone wsp. korelacji są istotne z p < 0,05

B(a)A – Benzo(a)antracen, B(a)P – Benzo(a)piren, Db(a,h)A – Dibenzo(a,h)antracen, PM₁₀ – frakcja pyłu zawieszonego

oraz B(a)P, Db(a,h)A i PM₁₀. Istotna statystycznie okazała się również zależność pomiędzy zawartością benzo(a)antracenu oraz B(a)P i Db(a,h)A. Ponadto wykazano dodatnie korelacje pomiędzy stężeniem w powietrzu benzo(a)pirenu oraz Db(a,h)A i PM₁₀ oraz pomiędzy zawartością dibenzo(a,h)antracenu i PM₁₀. Wartości współczynników dla wyżej wymienionych korelacji zostały przedstawione w tabeli III.

Po uwzględnieniu zaprezentowanych powyżej trzech grup zapadalności na nowotwory płuc stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy stężeniem frakcji pyłu PM₁₀, a poziomem w/w współczynnika u mężczyzn (Tab. IV). Jednocześnie na granicy istotności statystycznej została stwierdzona korelacja pomiędzy stężeniem pirenu w powietrzu a zapadalnością na nowotwory płuc u mężczyzn.

Tabela IV. Analiza wpływu wybranych WWA oraz stężenia frakcji PM₁₀ na zachorowalność na nowotwory płuc w analizowanych populacjach.

Table IV. Analysis of influence of selected polycyclic aromatic hydrocarbons and concentration of PM₁₀ fraction on morbidity to lung cancer in studied populations.

Nazwa	Kobiety		Mężczyźni	
	r	p	r	p
Piren	0,059	0,635	0,396	0,093
B(a)A	0,177	0,554	0,161	0,481
B(a)P	-0,014	0,722	0,367	0,175
Db(a,h)A	0,041	1,000	0,132	0,871
PM10	0,279	0,343	0,569	0,034

B(a)A – Benzo(a)antracen, B(a)P – Benzo(a)piren, Db(a,h)A – Dibenzo(a,h)antracen, PM₁₀ – frakcja pyłu zawieszonego

DYSKUSJA

Wyróżniamy trzy podstawowe elementy organizacji walki z rakiem: zapobieganie poprzez eliminowanie kontaktu populacji ze znanymi czynnikami ryzyka tzw. prewencja pierwotna, wczesne diagnozowanie i ochrona chorych tzw. prewencja wtórna oraz zapobieganie zgonom. Doświadczenia krajów europejskich wskazują na potrzebę zwrócenia szczególnej uwagi i oraz zwiększenie nakładów finansowych na realizację wszelakich działań prewencyjnych i promocyjnych. Przyjmuje się, że około 2% wszystkich nowotworów złośliwych jest spowodowanych zanieczyszczeniami środowiska naturalnego, w tym głównie powietrza. Wartość ta jest jeszcze większa dla populacji zamieszkałych na Śląsku i w Małopolsce. Przy tak znaczącej skali zagrożenia, dane epidemiologiczne są miernikiem niezbyt dokładnym, gdyż nie pozwalają na oddzielenie wpływu palenia, diety czy ekspozycji w środowisku pracy.

Bardziej precyzyjne są dane uzyskane w połączonych badaniach kohortowych z pomiarami analitycznymi (5). Przykładowo dla populacji zamieszkałej w Krakowie stwierdzono wzrost ryzyka wynikającego z zanieczyszczenia powietrza o 4,5% u mężczyzn i aż 10,5% dla kobiet. W województwie śląskim biorąc pod uwagę ogólną liczbę nowotworów złośliwych szacowaną na podstawie współczynników umieralności, stwierdzono, że współczynnik ten jest najwyższy w porównaniu do ich wartości w pozostałych województwach (5).

Udowodniono, że długotrwałe narażenie na niskie stężenia PM w powietrzu atmosferycznym wpływa na poziom umieralności oraz występowanie schorzeń przewlekłych takich jak zapalenia oskrzeli czy obniżenie wydolności płuc. Przeprowadzone w USA badania kohortowe ujawniły, że oczekiwana długość życia może być o 2-3 lat krótsza w regionach o podwyższonych stężeniach pyłu zawieszonego w powietrzu. Potwierdziły to wyniki wcześniejszych badań przekrojowych, w których porównywano standaryzowane wiekiem współczynniki umieralności z zakresem długotrwałych średnich stężeń pyłu zawieszonego. Badania epidemiologiczne potwierdzają zależność między umieralnością na raka płuc a poziomem pyłowych zanieczyszczeń powietrza (5-7). Przeprowadzona analiza dla mijskowości i powiatów w województwie śląskim wykazała zależność pomiędzy zwiększoną zapadalnością i umieralnością na nowotwory płuc w grupie mężczyzn a wzrastającym stężeniem pirenu i frakcji pyłu respirabilnego PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym.

Z punktu widzenia zagrożeń zdrowotnych istotne jest nie tylko rozpoznawanie klinicznych przypadków nowotworów, ale pogłębianie wiedzy na temat czynników i mechanizmów warunkujących ich powstawanie. Szczególnie istotne jest zidentyfikowanie markerów, wskaźników, które mogą wskazywać na ryzyko rozwoju nowotworów, będących skutkiem długotrwałej ekspozycji m.in. na czynniki środowiskowe. W rutynowym monitoringu zanieczyszczeń atmosfery poprzestaje się na określeniu stężenia w atmosferze wybranych zanieczyszczeń wskaźnikowych, takich jak pył zawieszony, benzo[a]piren czy suma WWA. Jednakże znajomość samych stężeń wybranych zanieczyszczeń wskaźnikowych, takich jak benzo[a]piren czy WWA z listy EPA pozwala jedynie na przybliżoną ocenę zagrożenia zdrowotnego, jakie stwarza łączne działanie mieszaniny zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia w zawieszynie mogą wykazywać działanie synergistyczne, addytywne albo antagonistyczne. W przypadku działania synergistycznego łączny efekt mutageny powodowany przez wieloskładnikową mieszaninę jest większy od sumy działania jej składników. W przypadku działania addytywnego jest on równy sumie efektów działania poszczególnych składników. Czasem zdarza się również, że na skutek interakcji między składnikami mieszaniny, łączny efekt

jej działania jest niższy od sumy działania poszczególnych składników, ich wzajemne oddziaływanie można wówczas nazwać antagonistycznymi. Poza tym spośród kilkuset związków obecnych w ekstraktach pyłu zawieszonego, tylko 30-40% można oznaczyć przy użyciu stosowanych obecnie technik analityki chemicznej (6-9). Wykorzystanie w najbliższych latach metod monitoringu toksykologicznego, popartego biologicznym monitoringiem zanieczyszczeń powietrza, umożliwi rzeczywistą ocenę narażenia i zagrożenia populacji ludzkiej. Tak kompleksowe podejście badawcze może również przyczynić się do określenia wartości lub poziomu wskaźników narażenia środowiskowego, które można by zastosować do szacowania ryzyka zdrowotnego, wynikającego z pobierania w/w związków ze źródeł środowiskowych.

WNIOSKI

1. Jednowymiarowa analiza zależności wykazała (w grupie mężczyzn) statystycznie istotną zależność pomiędzy zwiększoną zapadalnością na nowotwory płuc a stężeniem frakcji pyłu respirabilnego PM₁₀ w powietrzu atmosferycznym.
2. Przeprowadzone analizy wstępne mogą świadczyć o znaczącym wpływie jakości powietrza atmosferycznego środowiska życia na zachorowalność na nowotwory płuc.

PIŚMIENNICTWO

1. Regionalny Śląski Rejestr Nowotworów.
2. Kapka L, Mielżyńska D, Siwińska E. Ocena sezonowej i przestrzennej zmienności stężeń PM10 oraz wybranych WWA w powietrzu atmosferycznym województwa śląskiego. *Med Środ* 2004;7,1: 25-31.
3. Bezak – Mazur E. Elementy toksykologii środowiskowej. Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej; 2001;372:69-80.
4. Bartosz G. Druga twarz tlenu. Wolne rodniki w przyrodzie. Warszawa: Wyd PWN; 2006:289-290.
5. Zatoński WA. Nowotwory złośliwe w Polsce. Warszawa: Centrum Onkologii, 1993.
6. Mielżyńska D, Siwińska E, Kapka L. Mutagenicity of airborne particles as an indicator of air quality. Part A: Mutagenicity of airborne particles in Silesia province in 1999/2000, IOM&EH, Sosnowiec; 2002: 1-91.
7. 23. WHO Air Quality Guidelines, Geneva: World Health Organization, 1999, (www.who.int).
8. A Textbook of Modern Toxicology. Ed. Hodgson Ernest John Wiley, 3rd ed., 2004.
9. Hughes TJ, Pellizzari E, Little L i in. Ambient air pollutants: collection, chemical characterization and mutagenicity testing, *Mutation Res* 1980;76:51-83.

Otrzymano: 10.03.2009 r.

Zakwalifikowano do druku: 26.05.2009 r.

Adres do korespondencji:

dr n. med. Lucyna Kapka,

Instytut Medycyny Wsi im. W. Chodźki;

ul. Jaczewskiego 2; 20-090 Lublin;

tel. (081) 718 45 84;

e-mail: lkapka@imw.lublin.pl