

CZUŁOŚĆ CZŁOWIEKA

Jak się oddycha zanieczyszczonym powietrzem?
Jakie skutki zdrowotne to przynosi?

**prof. dr hab. n. med.
Janusz Milanowski**

Uniwersytet Medyczny w Lublinie



**Prof. dr hab.
n. med.
Janusz Milanowski**

jest kierownikiem Katedry i Kliniki Pneumonologii, Onkologii i Alergologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Jego główne zainteresowania naukowe dotyczą alergicznych chorób układu oddechowego, wpływu pyłu organicznego na układ oddechowy, nowotworów płuc – badania genetyczne i molekularne.
janusz.milanowski@umlub.pl

Zdrowie człowieka i jakość życia są nierozdzielnie związane ze stanem otaczającego go środowiska. Wśród środowiskowych zagrożeń zdrowotnych zanieczyszczenia powietrza odgrywają znaczącą rolę. Pomimo pewnej poprawy w ostatnich latach zanieczyszczenia powietrza wciąż oddziałują negatywnie na zdrowie człowieka. Narażenie człowieka na szkodliwe czynniki środowiskowe może być krótko- i długookresowe (ostre i przewlekłe). Krótkookresowe narażenia wywołują zwykle reakcje ostre, szczególnie u osób szczególnie wrażliwych. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) szacuje, że rocznie około 3 mln osób umiera na świecie przedwcześnie z powodu zanieczyszczenia powietrza.

Kwestia narażenia

U osób zdrowych nawet krótkotrwały kontakt ze smogiem wywołuje stany zapalne dróg oddechowych, podrażnienie spojówek, krtani i tchawicy, zapalenie płuc, zmęczenie, spadek tolerancji wysiłku. Natomiast u osób chorych na astmę i POChP (przewlekła obturacyjna choroba płuc) dochodzi do



PROF. DR HAB. N. MED. JANUSZ MILANOWSKI

zaostżenia tych schorzeń, nierzadko ze skutkiem śmiertelnym.

Przewlekły, wieloletni kontakt z zanieczyszczeniami z powietrza może prowadzić do rozwoju nowotworów złośliwych, takich jak rak płuca, rak zatok, nowotwory jamy ustnej, gardła i krtani oraz przelyku, rak nerki. Według WHO zanieczyszczenie powietrza w ok. 30% odpowiada za powstawanie nowotworów. Innym skutkiem długotrwałej ekspozycji na smog jest rozwój POChP.

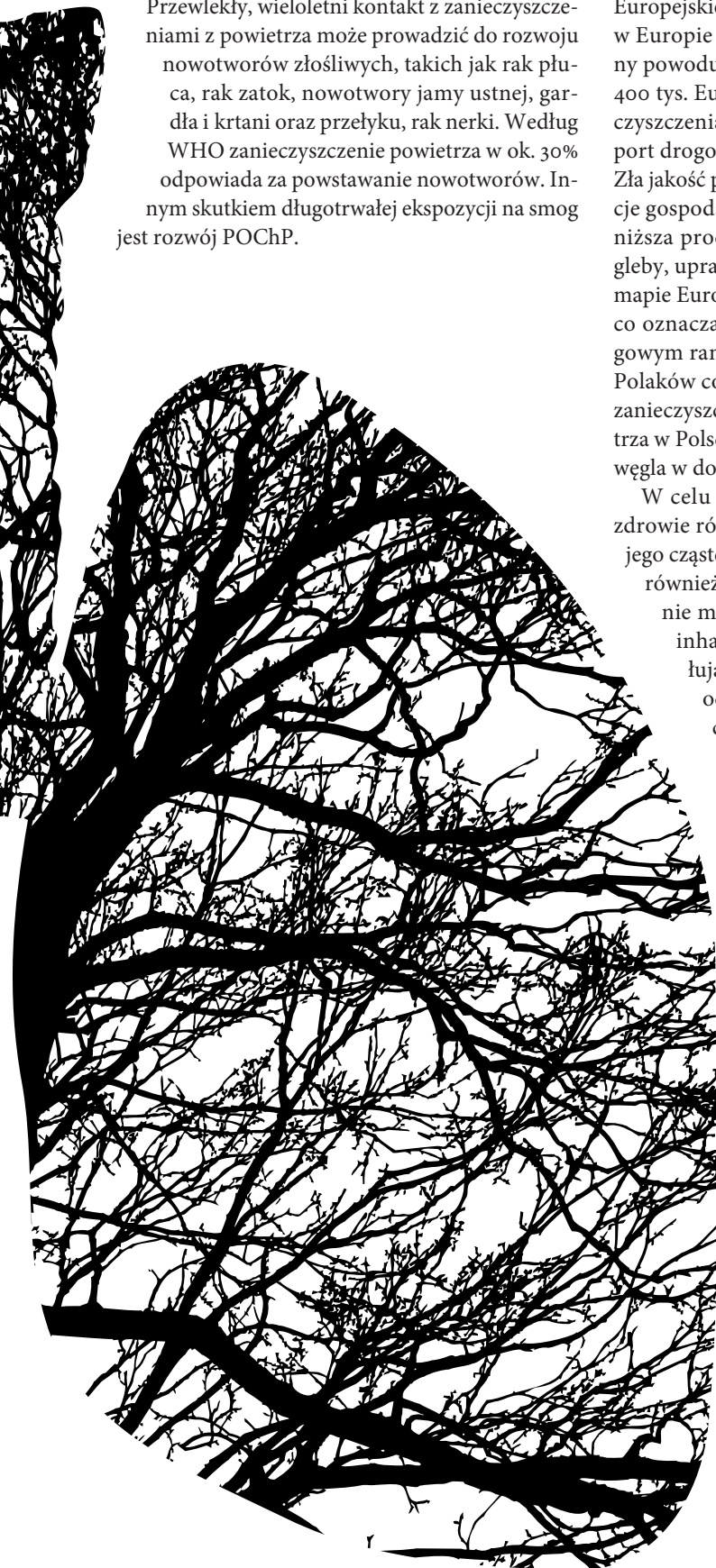
Mieszkańcy europejskich miast narażeni są na wdychanie zanieczyszczonego powietrza. Z raportu Europejskiej Agencji Środowiska „Jakość powietrza w Europie 2017” wynika, że drobny pył zawieszony powoduje co roku przedwczesną śmierć ponad 400 tys. Europejczyków. Największe źródła zanieczyszczenia powietrza w Europie stanowią: transport drogowy, rolnictwo i gospodarstwa domowe. Zła jakość powietrza ma także poważne konsekwencje gospodarcze, takie jak rosnące koszty leczenia, niższa produktywność pracowników, degradacja gleby, upraw, lasów i całej przyrody. Na smogowej mapie Europy Polska zaznaczona jest na czerwono, co oznacza, że przodujemy w niechlubnym smogowym rankingu Unii Europejskiej. Około 50 tys. Polaków co roku umiera przedwcześnie z powodu zanieczyszczenia powietrza. Za fatalny stan powietrza w Polsce odpowiada głównie emisja ze spalania węgla w domowych piecach.

W celu oceny wpływu pyłu zawieszonego na zdrowie różnicuje się pył pod względem wielkości jego cząstek: PM₁₀, PM_{2.5} i ostatnio coraz częściej również PM₁. Najważniejsze patogenne znaczenie mają najdrobniejsze: PM_{2.5}, PM₁. Po za-inhalowaniu do dróg oddechowych wywołują działanie drażniące i powodują objawy oddechowe, głównie kaszel. Najmniejsze cząstki potrafią też przenikać do pęcherzyków płucnych, a stamtąd dostają się do układu krążenia. Badania wykazują, że w Europie ponad 3% zgonów z powodu chorób układu krążenia i 5% zgonów z powodu raka płuc jest wywołanych przez pył zawieszony. Niektórzy uważają, że pył PM_{2.5} znajduje się na liście dziesięciu najważniejszych czynników ryzyka dla zdrowia człowieka na świecie.

Kwestia paliwa

Zanieczyszczenie powietrza powstaje zarówno w wyniku działania człowieka, jak i w środowisku naturalnym. Substancje oznaczane rutynowo to ozon (poziom przy gruncie), pyły zawieszony, tlenek węgla, tlenki azotu, tlenek siarki i inne związki siarki takie jak siarkowodór. Inne substancje obecne w powietrzu wpływające na stan zdrowia to metale (np. ołów i miedź) i węglowodory (benzen, formaldehyd i trichloroetylen).

Przygruntowy (inaczej troposferyczny) ozon jest odróżniany od ozonu



stratosferycznego, który formuje ochronną warstwę dookoła Ziemi. Ozon troposferyczny to bezbarwny gaz powstający w wyniku reakcji tlenków azotu i lotnych związków organicznych lub węglowodorów w atmosferze przy udziale ciepła i promieni słonecznych. Zastępe masy powietrza pozwalają ozonowi i jego prekursorom na akumulację, co podnosi stężenie ozonu. Tlenki azotu powstają w wyniku spalania paliw kopalnych przez pojazdy mechaniczne, elektrownie i inne źródła związane z przemysłem. Lotne związki organiczne są produkowane także przez spalanie paliw kopalnych, rafinowanie benzyny, używanie rozpuszczalników. Inne źródło tych substancji to lasy i wegetacja roślin.

Cząstki zawieszane są bardzo małe, mogą znajdować się zarówno w stanie stałym, jak i ciekłym, różnią się między sobą rozmiarem, składem chemicznym i miejscem powstania. Pozostają zawieszane w powietrzu przez długi czas. Drobne cząstki (poniżej 10 mikrometrów) – PM₁₀ – są uważane za inhalowane, a mniejsze cząstki (mniej niż 2,5 mikrometra) – PM_{2.5} – za frakcję respirabilną (penetrującą do pęcherzyków płucnych). W przypadku wdychania drobnych cząstek dochodzi do ich gromadzenia w dolnych drogach oddechowych, co prowadzi do uszkodzenia tych dróg i zmniejszenia powierzchni wymiany gazowej w płucach. Te drobne cząstki powstają najczęściej w wyniku działalności człowieka, zwłaszcza ze spalania paliw kopalnych – w największym stopniu oleju napędowego (diesel). Smog to nazwa dla chemicznej zawiesiny produkowanej z fotochemicznych reakcji w atmosferze. Z powodu roli, jaką w jego produkcji odgrywa ciepło i światło słoneczne, najwyższy poziom smogu stwierdza się w ciepłe, słoneczne dni. Smog letni jest złożony głównie z przygruntowego ozonu i cząstek zawieszonych, zimowy to w głównej mierze cząstki zawieszane i dwutlenek siarki. Smog i to, z czego powstaje, mogą być przenoszone na długie dystanse w atmosferze przez wiatr. Mimo powszechnego poglądu, że smog to problem jedynie regionów zurbanizowanych, a zwłaszcza śródmieście, poziomy ozonu mogą być wyższe na terenach wiejskich i przedmieściach.

Kwestia zapalenia

W 2010 r. American Heart Association (AHA) dokonało przeglądu doniesień na ten temat, proponując trzy mechanizmy oddziaływania zanieczyszczeń pyłowych na układ krążenia. Za pierwszy i najważniejszy mechanizm uznano systemową reakcję zapalną, której źródłem jest stan zapalny w drogach oddechowych. Za kolejny możliwy mechanizm – zmiany równowagi autonomicznego układu współczulnego jako reakcję na zaaspirowanie zanieczyszczonego powietrza. Jako trzeci mechanizm naukowcy z Amerykańskiego Towarzystwa Kardiolo-

gicznego zaproponowali bezpośrednie przenikanie pyłu zawieszonego do krwiobiegu, a następnie jego oddziaływanie ze śródbłonkiem naczyń krwionośnych, inicjujące w ten sposób powstawanie blaszki miażdżycowej. Na tej podstawie wyjaśniono wpływ pyłu zawieszonego na występowanie wzmożonej ilości hospitalizacji z powodu zaburzeń rytmu serca, incydentów niedokrwienych (udar mózgu, zawał serca) oraz nadciśnienia. Jednocześnie powiązano PM z wyższą umieralnością na choroby układu sercowo-naczyniowego. Mechanizm oddziaływania pyłu zawieszonego i tlenków azotu prowadzi do rozwoju przewlekłego stanu zapalnego w obrębie dróg oddechowych, który staje się źródłem ognisk prozapalnych dla całego organizmu. W perspektywie wielu lat może to doprowadzić do skrócenia długości życia z powodu akceleracji rozwoju groźnych chorób głównie w obrębie układu oddechowego i krążenia. Aktualna redukcja oczekiwanej długości życia dla mieszkańców Europy z powodu zanieczyszczeń powietrza wynosi średnio 9 miesięcy.

Wdychany ozon wywołuje reakcję zapalną, manifestującą się wzrostem przepuszczalności dróg oddechowych oraz nadreaktywności oskrzeli i jest związany z pogorszeniem funkcji układu oddechowego, nasileniem kaszlu i duszności. Istnieje zmienność osobnicza we wrażliwości na ozon, której nie da się przewidzieć. Istnieją dowody na to, że ozon w warstwie przyziemnej może nasilać reakcje alergiczne u osób chorujących na astmę. Mechanizmy patofizjologiczne, poprzez które drobne cząsteczki oddziałują na płuca i serce, nie są do końca poznane, ponieważ, w przeciwieństwie do ozonu, materia drobnocząsteczkowa jest chemicznie heterogenna. W kontrolowanych badaniach klinicznych działania dwutlenku azotu i dwutlenku siarki powodują obniżenie funkcji płuc u ludzi z astmą, a tlenek węgla zmniejsza tolerancję na wysiłek, szczególnie u osób z chorobą wieńcową.

Najwyższa dawka zanieczyszczeń jest inhalowana podczas różnych aktywności podejmowanych poza domem, związanych z pracą czy rekreacją. Podczas porannych i popołudniowych godzin szczytu najwyższy poziom zanieczyszczeń pochodzących ze spalin samochodowych zbiega się w czasie ze zwiększoną liczbą ludzi pokonujących drogę do pracy lub szkoły, co skutkuje dużą ekspozycją na zanieczyszczenia.

Kwestia starzenia

Smog jest najbardziej groźny dla dzieci, kobiet w ciąży, osób starszych oraz osób ze schorzeniami układu oddechowego i alergików. Pyły, głównie PM_{2.5}, mają możliwość przechodzenia przez ściany pęcherzyków płucnych i trafiają do całego układu krwionośnego, przyczyniając się w istotny sposób

PROF. DR HAB. N. MED. JANUSZ MILANOWSKI

Najczęstsze substancje wchodzące w skład zanieczyszczenia powietrza i ich główne źródła związane z aktywnością człowieka

Substancja	Główne źródło
Tlenek węgla	pojazdy mechaniczne, spalanie np. drewna
Ozon przygruntowy	reakcja tlenków azotu i lotnych substancji organicznych w obecności światła słonecznego
Tlenki azotu	pojazdy mechaniczne, spalanie np. podczas generowania prądu w elektrowni
Dwutlenek siarki	spalanie węgla i paliw
Zawieszone cząstki stałe	pojazdy mechaniczne, przemysł, pył drogowy
Zredukowane związki siarki	produkcja papieru, rafinerie, piece koksowe

do rozwoju choroby niedokrwiennej serca, nadciśnienia tętniczego, zaburzeń rytmu serca. Nasilają też niewydolność serca oraz mogą prowadzić do nagłej śmierci sercowej. Najbardziej zagrożeni są pacjenci chorzy na chorobę wieńcową, osoby starsze, otyłe, chorujące na cukrzycę i przewlekłe choroby układu oddechowego oraz palące tytoń.

Smog przyczynia się też do szybszego starzenia się układu nerwowego, a także zwiększa ryzyko choroby Alzheimera i demencji. Substancje zawarte w smogu są związkami, które mogą powodować również problemy z płodnością, alergie, zaburzenia pracy wątroby. Zanieczyszczenia powietrza szczególnie niekorzystnie oddziałują na zdrowie dzieci, i to już w okresie płodowym. Mogą powodować wady wrodzone oraz pogorszenie się parametrów takich jak waga, długość ciała, obwód urodzeniowy główki. Dzieci są najbardziej narażone na negatywne skutki oddychania zanieczyszczonym powietrzem. Dzieje się tak z kilku powodów. Po pierwsze, układ oddechowy dzieci jest jeszcze niedojrzały, a drogi oddechowe wąskie i krótkie, co zwiększa ich podatność na szkodliwe działania pyłów. Ponadto dzieci oddychają szybciej niż dorośli, dlatego wdychają substancji proporcjonalnie więcej. Nie bez znaczenia jest też fakt, że duży odsetek małych dzieci oddycha ustami, a nie przez nos, który jest w stanie zatrzymać więcej zanieczyszczeń.

Kwestia ochrony

Przed smogiem możemy chronić się na kilka sposobów. Możemy na przykład zamknąć okna i nie wychodzić z domu, ale nie zawsze można sobie na to pozwolić. Jedynym skutecznym sposobem chroniącym przed cząstkami PM_{2.5} i PM₁₀ są specjalne maski, które zawierają filtry wyłapujące zanieczyszczenia. Ich koszt zaczyna się od około 100 zł. Natomiast powietrze domowe możemy skutecznie oczyszczać za pomocą specjalnych i kosztownych oczyszczaczy powietrza zawierających filtry HEPA.

Najważniejszym zaleceniem jest minimalizowanie wpływu zanieczyszczeń na nasz organizm, a więc nie powinniśmy dokładać z własnej woli szkodliwych czynników np. w postaci dymu tytoniowego, tym bardziej że wpływ palenia tytoniu na organizm człowieka jest o wiele silniejszy od działania smogu. Pozostałe zasady „higienicznego trybu życia” pozostają nadal aktualne. Natomiast nie ma dostępnych „cudownych leków” i suplementów, które zapobiegałyby lub niwelowały szkodliwe działania zanieczyszczonego środowiska.

W dłuższej perspektywie profilaktyka obejmuje wiele działań jednostki mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, takich jak: unikanie stosowania węgla i innych paliw kopalnych, ograniczenie korzystania z samochodów na rzecz transportu publicznego lub wspólne korzystanie z samochodu, przemieszczanie się pieszo lub na rowerze (zwłaszcza gdy poziom smogu nie jest wysoki), utrzymanie samochodu w dobrym stanie technicznym, sprawdzanie systemów kontroli emisji spalin, wyłączanie silnika podczas postoju, używanie pojazdu o niskim zużyciu paliwa, jazda z umiarkowaną prędkością i unikanie używania pojazdów oraz maszyn o napędzie spalinowym (takich jak motocykl, motorówka czy kosiarka spalinowa), rozważenie energooszczędnych rozwiązań w domu, wybieranie alternatyw dla domowych środków czyszczących i farb olejnych (które emitują lotne związki organiczne) oraz właściwe usuwanie odpadów toksycznych z gospodarstw domowych.

Mimo że ważna jest edukacja w celu motywowania do indywidualnej zmiany zachowania, profilaktyka obejmuje również działania na poziomie całego społeczeństwa. Należą do nich standardy emisji paliw i pojazdów silnikowych, dbałość o planowanie urbanistyczne i transport publiczny, a także międzynarodowa współpraca na rzecz redukcji transgranicznego zanieczyszczenia powietrza.

JANUSZ MILANOWSKI

Chcesz wiedzieć więcej?

Cohen A.J., Brauer M., Burnett R., et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2015; 389:1907–1918.

Hoffmann B., Moebus S., Mohlenkamp S., et al. Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation*. 2017; 116:489–496.

WHO: Indoor air pollution, World Wide Web: <http://www.who.int/indoorair/en/>

Environmental Protection Agency: Indoor Air Pollution World Wide Web: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/indoorairpollution.html>.

Miller K.A., Siscovick D.S., Sheppard L., Shepherd K., Sullivan J.H., Anderson G.L., Kaufman J.D. Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *New Engl J Med* 2007, 356:447–458.

Pope C.A., Ezzati M., Dockery D.W. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *New Engl J Med* 2009, 360:376–386.

Krewski D. Evaluating the effects of ambient air pollution on life expectancy. *New Engl J Med* 2009, 360: 413–415.