



# Negatywne skutki zdrowotne ekspozycji na smog: synopsis

Negative health effects of smog exposure: synopsis

## SUMMARY

Ambient air pollution is a well known public health hazard and is viewed as the world's largest environmental health risk factor. The article provides short overview of the nature of atmospheric air pollution and their negative impact on human health, populations at risk and recommendations for residents at risk of the inhalatory exposure to particulate matter.

.....

Zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego są dobrze znanym problemem zdrowia publicznego i obecnie oceniane są jako najistotniejszy środowiskowy czynnik ryzyka zdrowotnego. W publikacji przedstawiono krótką charakterystykę zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego i wywieranych przez nie negatywnych skutków zdrowotnych, populacji zwiększonego ryzyka ich wystąpienia oraz zamieszczono wskazania profilaktyczne dla osób ekspozowanych na smog.

Pałczyński C.: Negatywne skutki zdrowotne ekspozycji na smog: synopsis. *Alergia*, 2019, 1; 17-19

stotnym składnikiem zanieczyszczonego powietrza są cząstki niegazowe (PM, ang. particulate matter), tj. cząstki stałe (pyły) i cząstki ciekłe. Przeważnie termin PM odnoszony jest w piśmiennictwie, także polskim, wyłącznie do cząstek stałych. Jedynie poziom ekspozycji środowiskowej na ten rodzaj cząstek jest monitorowany, głównie ze względów technicznych. Tymczasem udział fazy ciekłej zanieczyszczeń powietrza jest niezmiernie ważny.

Termin „smog” to złożenie angielskich słów „smoke” (dym) i „fog” (mgła). Smog jest mieszaniną mgły (fazy ciekłej, zawierającej także substancje toksyczne) i stałych oraz gazowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego.

## Smog typu londyńskiego

Smog kwaśny, zwany inaczej smogiem typu londyńskiego (z takim czasem mamy do czynienia w Polsce w chłodnych porach roku), powstaje w wilgotnym powietrzu zanieczyszczonym tzw. gazami kwaśnymi (ditiemkiem siarki i ditiemkiem węgla) i jest w dużym stopniu skutkiem ogrzewania domów węglem i innymi paliwami stałymi. Smog londyński jest realnym zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka. Najbardziej spektakularnym i najczęściej przytaczanym przykładem jest wielki smog londyński (1952 r.), będący bezpośrednią przyczyną zgonu czterech tysięcy osób, a pośrednią przynajmniej kilkunastu tysięcy. Stanowi jaskrawy przykład wpływu cząstek ciekłych na szkodliwość zanieczyszczeń powietrza. Tym samym powszechnie przyjęte w Polsce użycie terminu „smog” w odniesieniu do zanieczyszczeń powietrza jest błędem.

Udział fazy ciekłej zanieczyszczeń powietrza w dużej mierze warunkuje dostępność szkodliwych substancji dla organizmu ludzkiego. A zatem poziomy pyłów PM nie odzwierciedlają w pełni stopnia ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem.

## Smog typu Los Angeles

W Polsce w gorące dni zaczął pojawiać się także smog typu Los Angeles (inaczej zwany filadelfijskim lub ozonem troposferycznym).

Powstaje on w miesiącach letnich i składa się wyjściowo z tlenków węgla i azotu oraz węglowodorów. Następnie związki te ulegają reakcjom fotochemicznym, w wyniku których powstaje ozon, aldehydy (w tym formaldehyd) i azotan nadtlenu acetylu.

W związku z szybko postępującymi zmianami klimatycznymi ozon troposferyczny będzie występował w polskich miastach prawdopodobnie coraz częściej (1,2).

## Narażenie na cząstki niegazowe i ich skutki zdrowotne

PM są klasyfikowane ze względu na rozmiar. Wyróżnia się:  $PM_{10}$ , których średnica aerodynamiczna wynosi 10  $\mu m$  lub mniej; drobne  $PM_{2,5}$  (FPs, ang. fine particles) o średnicy aerodynamicznej 2,5  $\mu m$  lub mniejszej; najdrobniejsze (ultradrobne) cząstki (UFPs, ang. ultrafine particles) o średnicy 100 nm ( $PM_{0,1}$ ) lub mniejszej. A zatem frakcja  $PM_{10}$  zawiera zarówno  $PM_{2,5}$ , jak i  $PM_{0,1}$ , a frakcja  $PM_{2,5}$  –  $PM_{0,1}$ .

Wyniki wielu badań wskazują na korelację pomiędzy długoterminowym narażeniem na  $PM_{2,5}$  a umieralnością całkowitą, umieralnością związaną z chorobami układu krążenia i umieralnością związaną z rakiem płuca. Natomiast w stosunku do cząstek o większej średnicy związku takiego nie stwierdzono. Zwiększona umieralność przekłada się także na skrócenie oczekiwanej długości życia. Tego typu ekspozycja w Polsce może skrócić życie o ponad rok. Warto zaznaczyć, że zjawisko wpływu  $PM_{2,5}$  na umieralność zaobserwowano także w przypadku poziomu ekspozycji poniżej zalecanych normatywnów higienicznych.

Cząsteczki pyłu  $PM_{10}$  docierają do górnych dróg oddechowych i płuc. Ich inhalacja może wywołać podrażnienie błon śluzowych układu oddechowego i spojówek, kaszel



Prof. dr hab. n. med.  
Cezary Pałczyński

Klinika Chorób  
Wewnętrznych,  
Astm i Alergii,  
UM  
Łódź

Kierownik Kliniki:  
Prof. dr hab. n. med.  
Piotr Kuna

## Słowa kluczowe:

smog, zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, efekty zdrowotne, profilaktyka

## Key words:

smog, atmospheric air pollution, health effects, prophylaxis

i utrudnienie oddychania. Ponadto ekspozycja na pył zwiększa ryzyko infekcji układu oddechowego oraz zaostrzenia objawów chorób alergicznych i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Nasilenie objawów zależy od stężenia pyłu w powietrzu, czasu ekspozycji, dodatkowego narażenia na czynniki pochodzenia środowiskowego oraz podatności osobniczej.

**PM<sub>2,5</sub> absorbowane są w górnych i dolnych drogach oddechowych, a PM<sub>0,1</sub> przenikają do krwi, inicjując zapalenie i aktywując układ krzepnięcia, a także układ współczulny, czego skutkiem są m.in. zaostrzenie choroby wieńcowej, zawały i niebezpieczne dla życia zaburzenia rytmu serca, wzrost ciśnienia tętniczego, udary mózgu.**

Szkodliwy wpływ cząstek drobnych na układ krążenia jest, obok działania rakotwórczego, najlepiej udokumentowany bogatym piśmiennictwie naukowym. Grupami szczególnego ryzyka są osoby starsze, osoby z przewlekłymi schorzeniami układu krążenia i układu oddechowego (przewlekłą obturacyjną chorobą płuc), osoby otyłe i chorzy na cukrzycę. Pyły drobne mogą powodować kaszel i trudności z oddychaniem, duszność, bóle w klatce piersiowej także u osób zdrowych, szczególnie w czasie wysiłku fizycznego. Odgrywają także znaczącą rolę w patogenezie miażdżycy i nadciśnienia tętniczego oraz cukrzycy.

#### Struktura cząsteczek PM

PM są szczególnie ważne ze względu na ich zdolność do przenoszenia różnych związków chemicznych. Powietrze zanieczyszczone PM jest mieszaniną stałych i płynnych cząstek, różniących się nie tylko rozmiarem, ale także składem chemicznym i rozkładem substancji chemicznych w cząstce, właściwościami fizycznymi, takimi jak masa, powierzchnia i kształt. Nie wszystkie PM charakteryzuje jednakowa szkodliwość.

Z toksykologicznego punktu widzenia pyły mineralne prawdopodobnie charakteryzuje pięciokrotnie mniejsza szkodliwość od pyłów, których jądro utworzone jest z węgla. Te ostatnie są konglomeratem różnych składników otaczających jądro. W ich skład wchodzi między innymi lotne substancje organiczne, w tym węglowodory aromatyczne, takie jak benzen, toluen i ksylen; metale (żelazo, wanad, miedź, nikiel, cynk, mangan), furany, dioksyny, a także składniki pochodzenia biologicznego, np. alergeny i endotoksyny.

#### Skutki zdrowotne

**Skład chemiczny PM jest bardzo istotny ze względu na możliwość indukcji mutacji, kancerogenezy oraz zmian epigenetycznych (zmian ekspresji genów niemających związku ze zmianami sekwencji nukleotydów w DNA) przez substancje w nim zawarte.**

Szczególne znaczenie przypisywane jest cząsteczkom spalin emitowanych przez silniki wysokoprężne Diesla (ang. Diesel-exhausted particles – DEP). Mają one działanie prozapalne, rakotwórcze, a ekspozycja na te cząstki jest m.in. czynnikiem ryzyka rozwoju astmy oskrzelowej i innych chorób alergicznych.

Pomiędzy wynikami badań epidemiologicznych, dotyczących skutków zdrowotnych narażenia na zanieczyszczenia powietrza, spotyka się czasami znaczne rozbieżności. Wynikają one nie tylko z odmiennej oceny narażenia (w tym zastosowanych metod pomiarowych), ale także z braku danych o roli i obecności fazy ciekłej, składzie chemicznym cząstek, ekspozycji wewnątrzdomowej, otaczającego środowiska naturalnego i wielu potencjalnych czynników zakłócających. Nie jest możliwe określenie wpływu jednego, wyodrębnionego zanieczyszczenia powietrza na zdrowie populacji. W warunkach naturalnych zawsze występuje bardzo złożone narażenie na wiele substancji, w tym powstających w wyniku reakcji chemicznych zachodzących w atmosferze. Tego typu informację można uzyskać jedynie w badaniach toksykologicznych, prowadzonych w warunkach laboratoryjnych, a wyniki takich badań nigdy w pełni nie odzwierciadają skutków bardzo złożonej ekspozycji, występującej w warunkach naturalnych. Niemniej przyjęte markery czystości powietrza, takie jak stężenia pyłów PM czy benzo(a)pirenu są bezpośrednimi lub pośrednimi wskaźnikami ryzyka zdrowotnego i należy dążyć wszelkimi sposobami do obniżenia ich poziomu.

Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer - IARC) uznała zanieczyszczenia powietrza, w tym cząstki zawieszane (zarówno PM<sub>10</sub> jak i PM<sub>2,5</sub>) i spaliny emitowane przez silniki Diesla za substancje o udowodnionym działaniu rakotwórczym. Oszacowano, że zapadalność na raka płuca zwiększa się o 9% wraz ze wzrostem długookresowego narażenia populacji na PM<sub>2,5</sub> o każde 10 µg/m<sup>3</sup>. Oznacza to, że w miejscowościach polskich, na obszarze których notuje się najwyższe stężenia pyłów w powietrzu, ryzyko wystąpienia raka płuca może wzrosnąć o 20-40%.

**Należy zauważyć, że w sezonie grzewczym w Polsce pył zawieszony zawiera kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt razy więcej rakotwórczych związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (w tym benzo(a)pirenu, będącego substancją wskaźnikową), azaarenów czy związków z grupy dioksyn niż w państwach, gdzie przeprowadzono badania epidemiologiczne, stanowiące podstawę ww. szacunków.**

IARC uznała zanieczyszczenia powietrza za odpowiedzialne także za zwiększone ryzyko zachorowania na raka pęcherza moczowego. Narażenie na składowe zanieczyszczenia powietrza (m.in. PM, WWA, spaliny silników Diesla, tlenki azotu) wiązane są także z wieloma innymi typami nowotworów u dorosłych i dzieci.

Zanieczyszczenia powietrza wywierają również negatywny wpływ na układ nerwowy człowieka, szczególnie dzieci i osób starszych, zarówno pośrednio przez upośledzenie czynności układów krążenia i oddechowego, jak i bezpośrednio. Narażenie prenatalne na WWA, tlenki azotu i PM może skutkować u dzieci m.in. obniżeniem ilorazu inteligencji, słabszym rozwojem psychomotorycznym, nadpobudliwością, trudnościami w koncentracji, a także odgrywać znaczącą rolę w patogenezie autyzmu. Istnieją poważne przesłanki wskazujące na negatywny wpływ zanieczyszczeń powietrza na funkcję układu nerwowego u młodzieży i osób starszych (np. upośledzenie inteligencji, pamięci i wystąpienie przedwczesnej demencji).



Stwierdzono także, że zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego zwiększają częstość występowania wewnątrzmacicznego obumarcia płodu i zmniejszenia wagi urodzeniowej, mogą także upośledzać płodność zarówno kobiet, jak i mężczyzn.

Należy jednak podkreślić, że szkodliwy wpływ zanieczyszczeń powietrza na układ krążenia, zapadalność na raka płuc i cięższy przebieg schorzeń układu oddechowego jest nie tylko najlepiej udokumentowany, ale także najsilniej wyrażony (1,2,3,4). ■

1

Tab.

## Wskazówki profilaktyczne dla osób narażonych na smog (3,5)

1. Śledzić raporty dotyczące stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie zamieszkania	7. W okresie zagrożenia wystąpienia smogiem szczególną uwagę zwrócić na przestrzeganie odpowiedniej diety bogatej w witaminy A, E, C, B12 i kwas foliowy.
2. W przypadku wystąpienia smogu należy starać się pozostawać w domach, nie wietrzyć mieszkań, unikać aktywności fizycznej na wolnym powietrzu ponieważ zwiększa ona wentylację płuc a tym samym pochłoniętą dawkę zanieczyszczeń powietrza.	8. Do populacji najbardziej narażonych na szkodliwe działanie smogu należą dzieci, kobiety w ciąży, osoby starsze, otyłe, cierpiące na przewlekłe choroby układu krążenia i układu oddechowego oraz cukrzycę. W przypadku wymienionych populacji konieczne jest monitorowanie stanu zdrowia w okresie zwiększonego narażenia na zanieczyszczenia powietrza.
3. Ponieważ zanieczyszczenia powietrza podlegają akumulacji w pomieszczeniach zamkniętych należy pamiętać o systematycznym odkurzaniu z użyciem odpowiedniego sprzętu wyposażonego w wysokosprawny filtr np HEPA.	9. Standardowe maski przeciwpyłowe mogą stanowić niewystarczające zabezpieczenie przed cząstkami drobnymi – skuteczne są tu maski z filtrem HEPA, a w sytuacjach ekstremalnych – maski typu respirator. Maski HEPA i respirator mogą być trudne do użycia przez osoby z chorobami układu oddechowego w zaawansowanym stadium (oddychanie przez maskę zwiększa wysiłek oddechowy i skuteczność wentylacji płuc) - dlatego też celem doboru maski należy skonsultować się z lekarzem.
4. W pomieszczeniach zamkniętych (szczególnie sypialniach) należy stosować oczyszczacze powietrza dobrane pod względem wydajności do kubatury pomieszczeń i wyposażone w wysokosprawne systemy filtracji	10. Przy braku dostępu do maski przeciwpyłowej należy osłonić drogi oddechowe przy użyciu zwilżonego kawałka materiału.
5. Po powrocie do domu przepłukać jamę ustną i nos fizjologicznym roztworem soli, do oczu wkroplić sztuczne łzy, wziąć prysznic i umyć włosy.	11. W przypadku osób szczególnie zagrożonych należy podjąć działania ograniczające dostęp szkodliwych czynników do wnętrza domu poprzez uszczelnienie drzwi, okien otworów kominowych itp.
6. Podczas jazdy samochodem w zagrożonych rejonach należy zamknąć okna a klimatyzację przestawić na obieg zamknięty.	12. Osoby poddawane tlenoterapii domowej nie powinny zmieniać podawanej ilości tlenu bez poprzedniej konsultacji z lekarzem .

Klinika Chorób Wewnętrznych,  
Astry i Alergii  
ul. Kopcińskiego 22  
90-153-Łódź  
Tel : +48 426776950  
Fax: +48 426781176  
e-mail: kancelaria@barlicki.  
inernetdsi.pl

**Pracę nadesłano**  
**20.02.2019**  
**Zaakceptowano do**  
**druku 27.02.2019**

Konflikt interesów nie występuje.  
Treści przedstawione w artykule są zgodne z zasadami Deklaracji Helsińskiej, dyrektywami EU oraz ujednoliconymi wymaganiami dla czasopism biomedycznych.

**Piśmiennictwo:** 1. Jędrak J, Kondracka E, Badyda AJ, Dąbrowiecki P: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Wyd. Krakowski Alarm Smogowy, Kraków 2017. 2. Europejski Trybunał Obrachunkowy. Zanieczyszczenia powietrza - nasze zdrowie nadal nie jest wystarczająco chronione. Sprawozdanie specjalne 23, 2018. 3. Palczyński C, Kupryś-Lipińska I, Wittczak T, Jassem E, Bręborowicz A, Kuna P: The position paper of the Polish Society of Allergology on climate changes, natural disasters and allergy and asthma. Arch Dermatol Allergol 2018, 35, 552-562. 4. Derman J.G: Climate change and the impact on respiratory and allergic disease: 2018. Curr Allergy Asthma Rep 2018, 18,22. 5. Whyland T, Hurst JR, Beckles M, Caplin ME: Pollution and respiratory disease: can diet and supplements help. A review. Respir Res 2018, 19, 79.