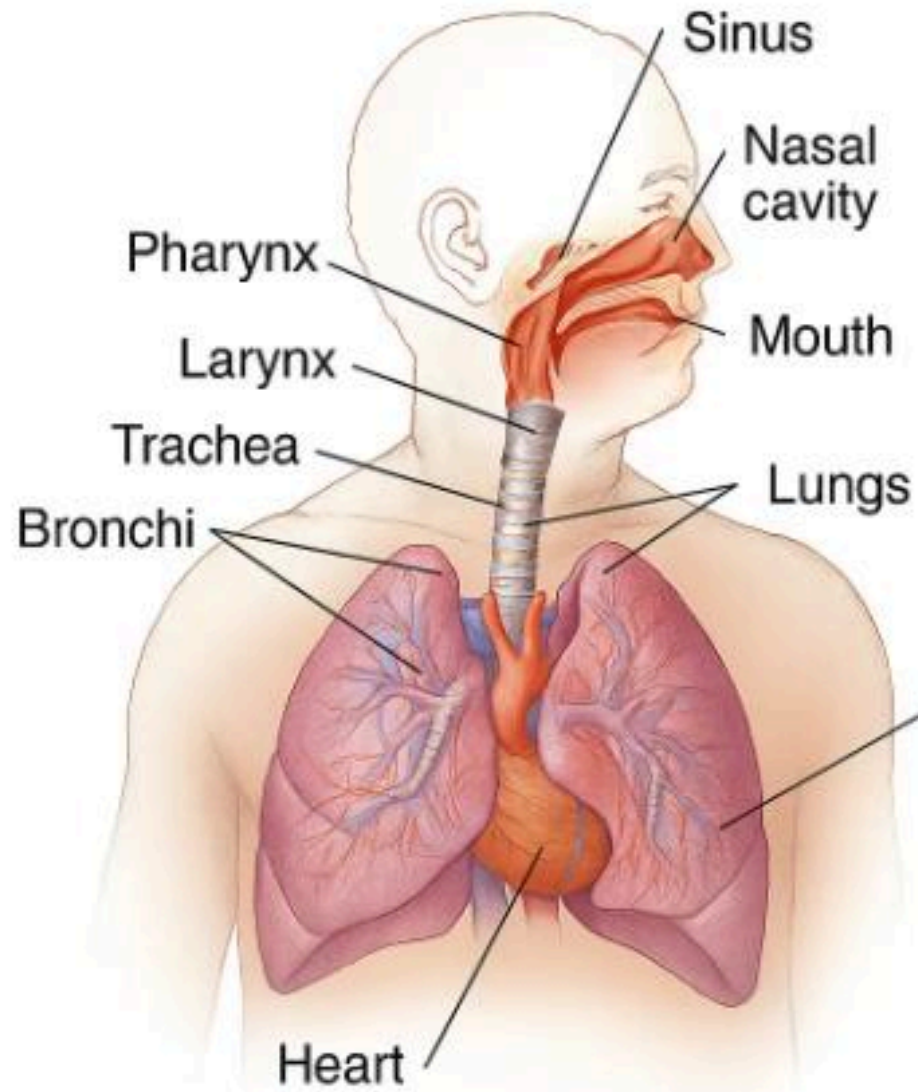
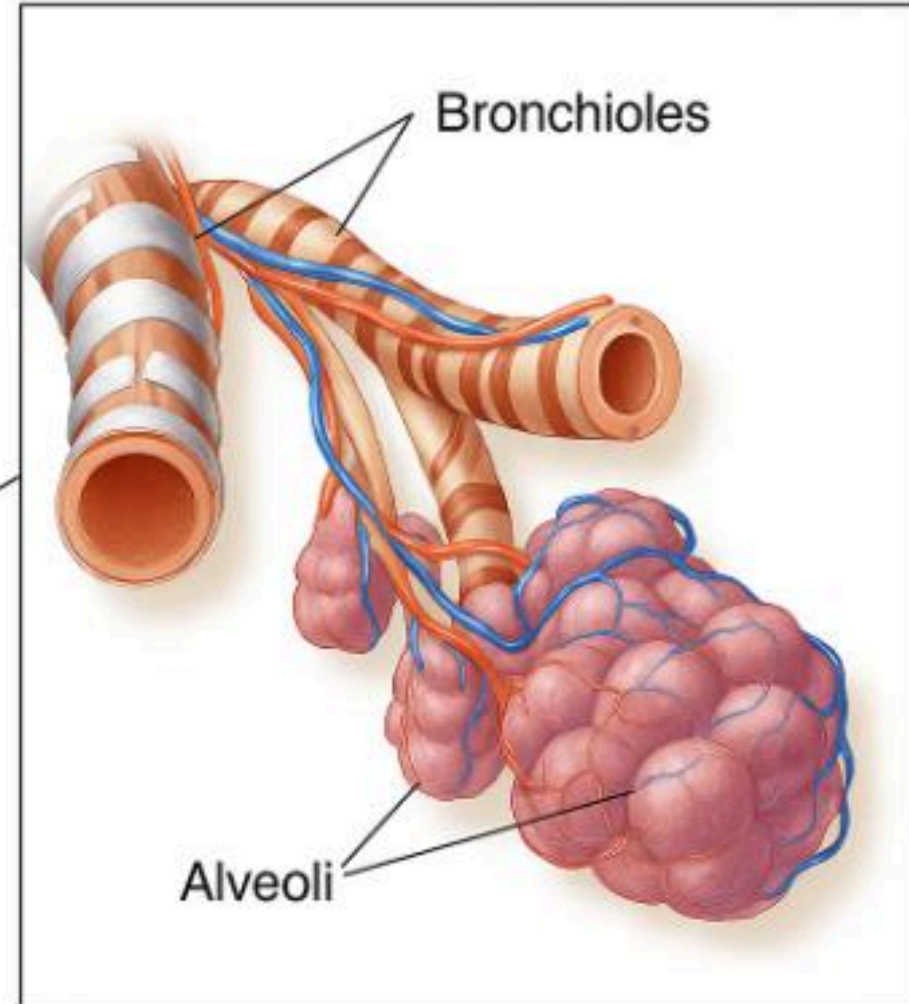


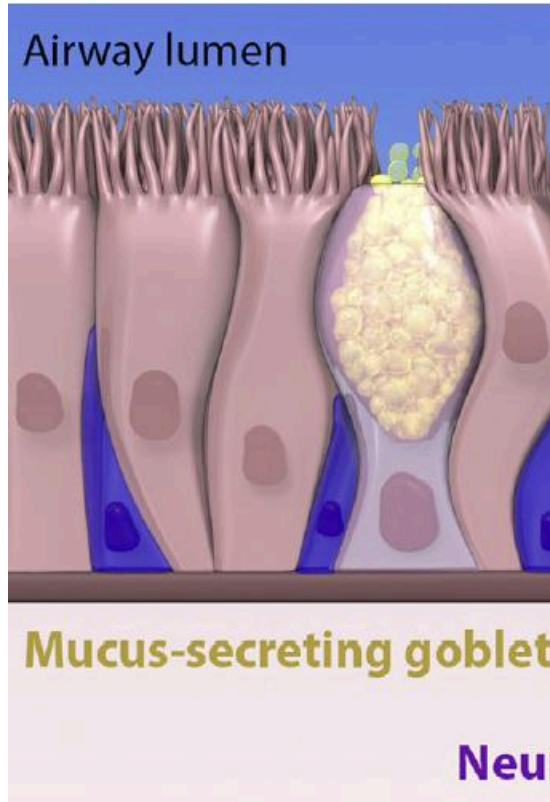
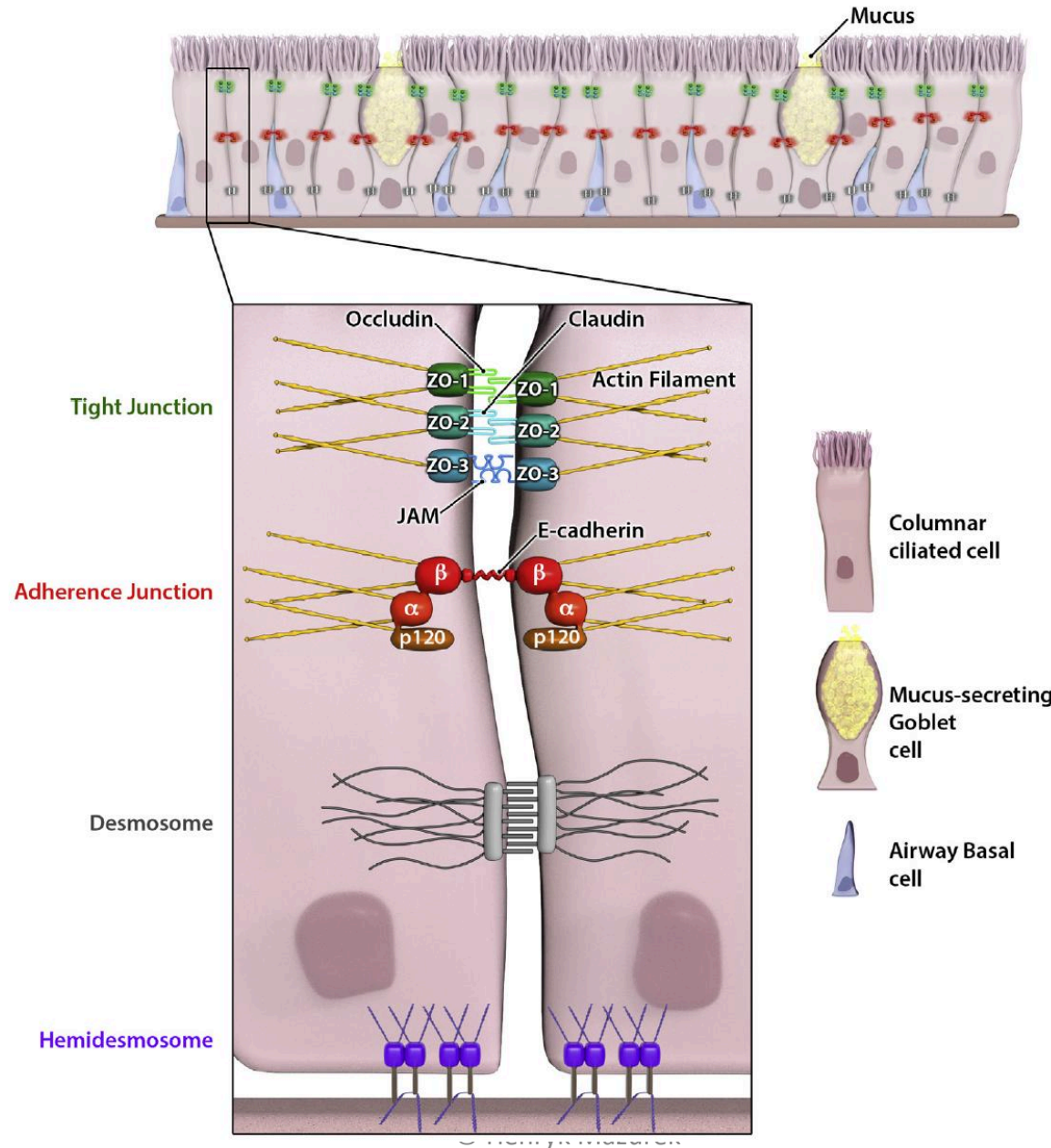
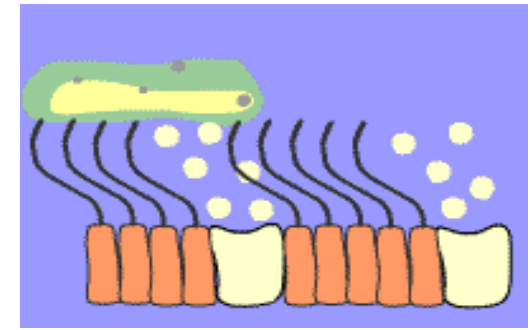
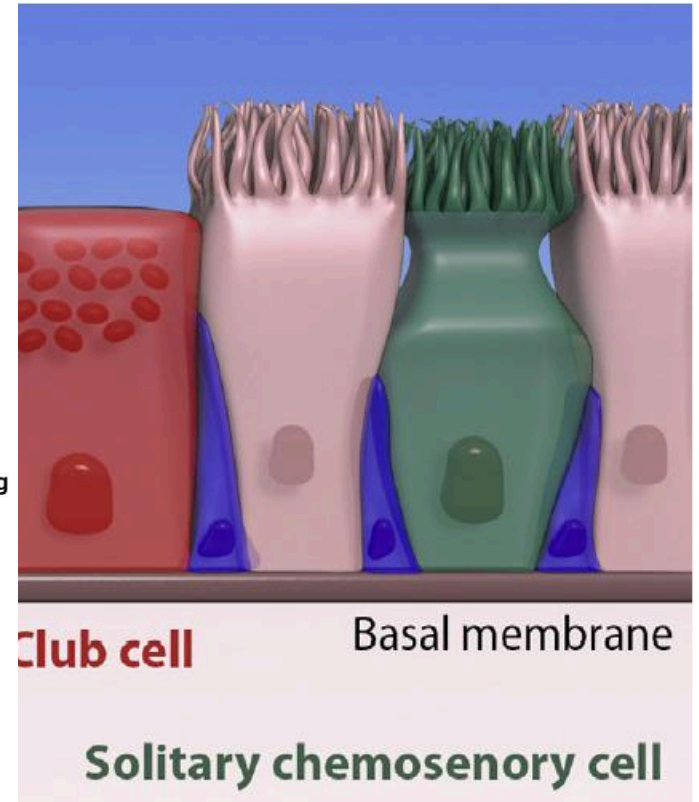
Co zanieczyszczenia powietrza robią z płucami? Szczególna podatność dzieci



Henryk Mazurek

Kierownik Kliniki Pneumonologii i Mukowiscydozy IGiChP OT w Rabce -Zdroju





Co wdychamy (oprócz powietrza)?

Zanieczyszczenia powietrza $\neq$ dym $\neq$ smog

- Zanieczyszczenia powietrza - heterogenna mieszanina zawieszonych substancji stałych, płynnych i gazowych; chemicznych, mineralnych lub biologicznych.
 - Naturalne – wulkany, pożary lasów, wichury, ...
 - Antropogeniczne - wytwarzane głównie w miastach (pojazdy, przemysł, energetyka, ciepłownictwo, ...)
- Dym - produkt uboczny procesu spalania: koloidalna zawiesina bardzo drobnych cząstek stałych, rozproszona w gazach (spalinowych).
 - Ciepła mgła, wskutek niepełnego spalania zanieczyszczenia powietrza związanego z ruchem drogowym i lokalnym ogrzewaniem.
- „Smog” [Słowo jest zbitką słów angielskich – *smoke* (dym) i *fog* (mgła).] - efekt specyficznej sytuacji pogodowej: gdy emisji zanieczyszczeń towarzyszy wysokie ciśnienie atmosferyczne (=brak wiatru / deszczu: obłok zanieczyszczeń utrzymuje się we względnym bezruchu)



Dobowa wentylacja ~12 m³ powietrza (~15 kg)

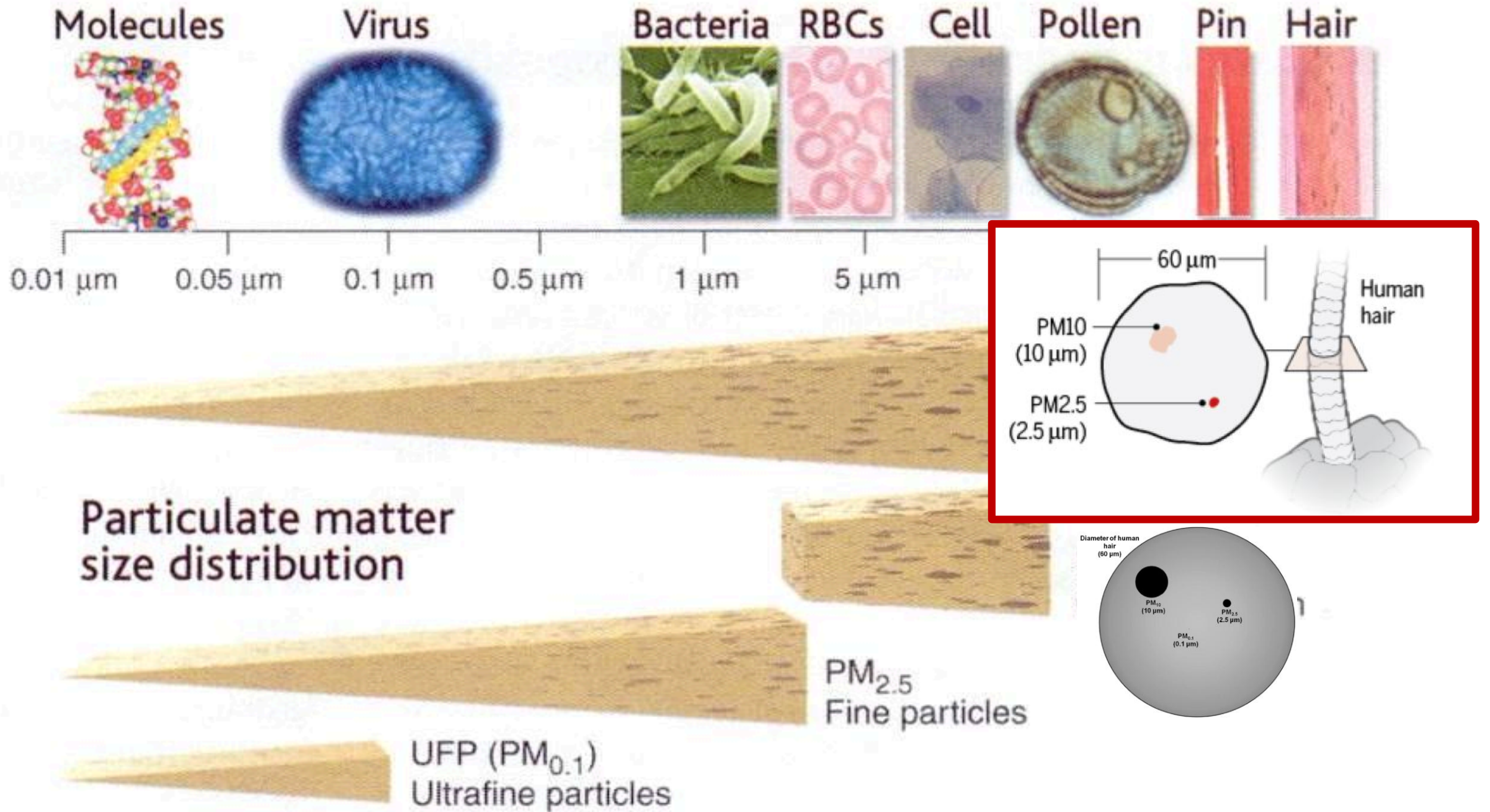
Główne składniki smogu i ich pochodzenie

- **Pyły zawieszone** (*particulate matter*, PM) :

- o średnicy (aerodynamicznej) $\leq 10 \mu\text{m}$ (**PM₁₀**): rozdrabnianie mechaniczne, budownictwo, rozbiórki, kurz, flora, ...
- $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (**PM_{2,5}** - drobne): spalanie (oleju napędowego, drewna, ...), kurz, rolnictwo, przemysł, ...
- o średnicy $\leq 0,1 \mu\text{m}$ (**PM_{0,1}** - ultradrobne): spalanie, wulkany, kondensacja, nukleacja, ...

- **Gazy** (*gaseous pollutants*)

- tlenki węgla
 - Lotne związki organiczne — paliwa (składnik), spalanie w silnikach *diesel*
 - Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne
 - Benzo(a)piren, naftalen, dioksyny
- tlenki azotu (NO_x) - paliw płynnych („*transport*”)
 - ozon (O_3) reakcje fotochemiczne (produktów spalania)
- tlenki węgla (CO_2 i CO)



Gołym okiem widoczne pyły o $\phi > 10 \mu\text{m}$ (np. w strumieniu światła)
znaczna ilość pyłu wnoszona na powierzchni odzieży / obuwia i ciała (wtórne unoszenie!)
doustna dawka dobowa 0,1 - 1,0 g



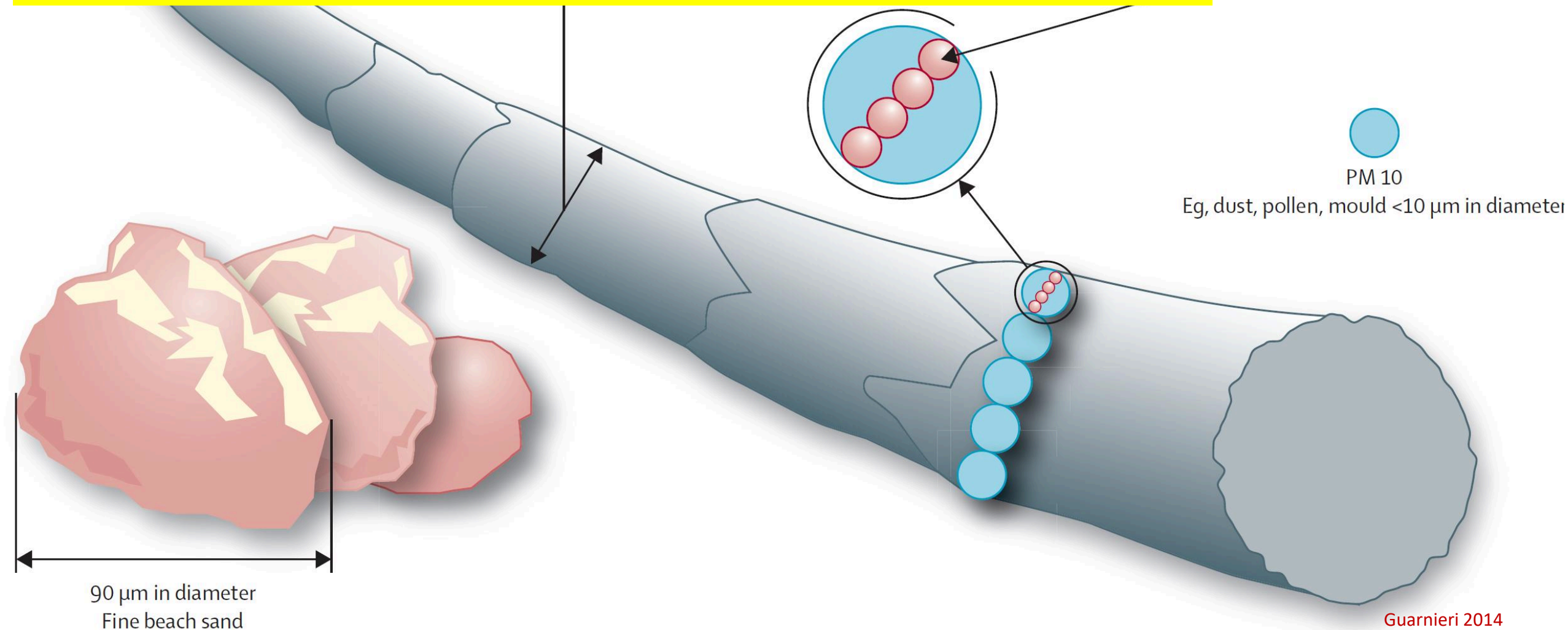
PM 2.5

Eg, combustion particles, organic compounds, metals $< 2.5 \mu\text{m}$ in diameter



PM 10

Eg, dust, pollen, mould $< 10 \mu\text{m}$ in diameter



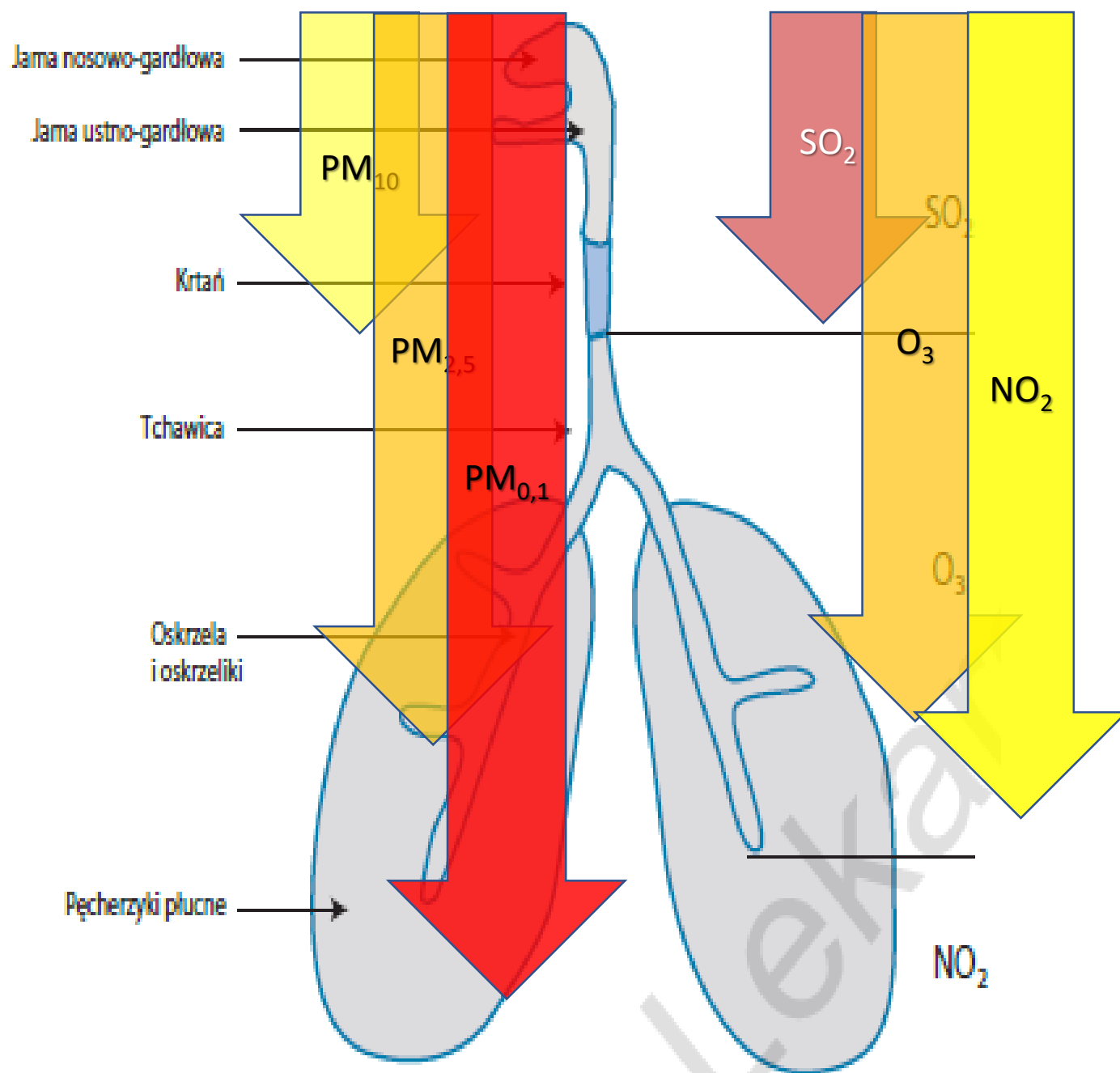
Co wiemy o miejscu osiadania cząstek i ich dalszych losach?

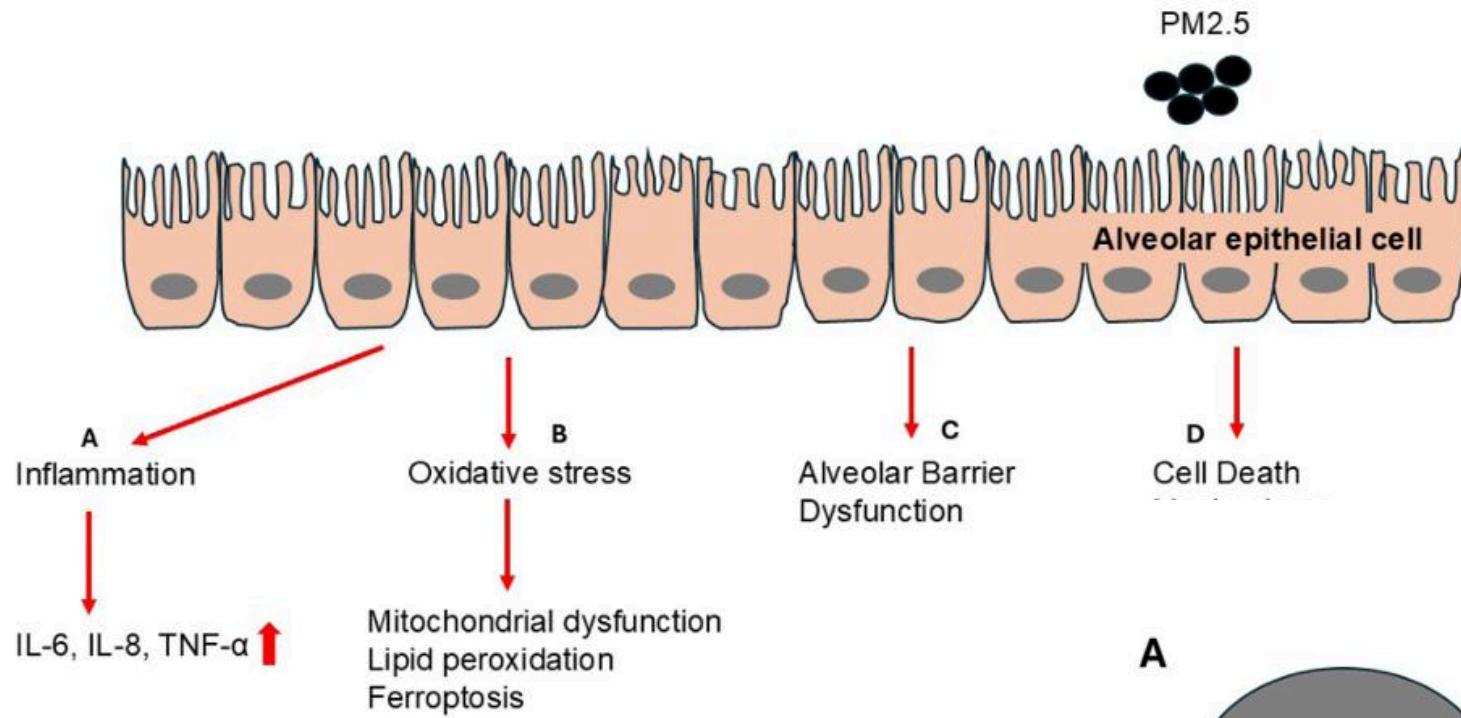
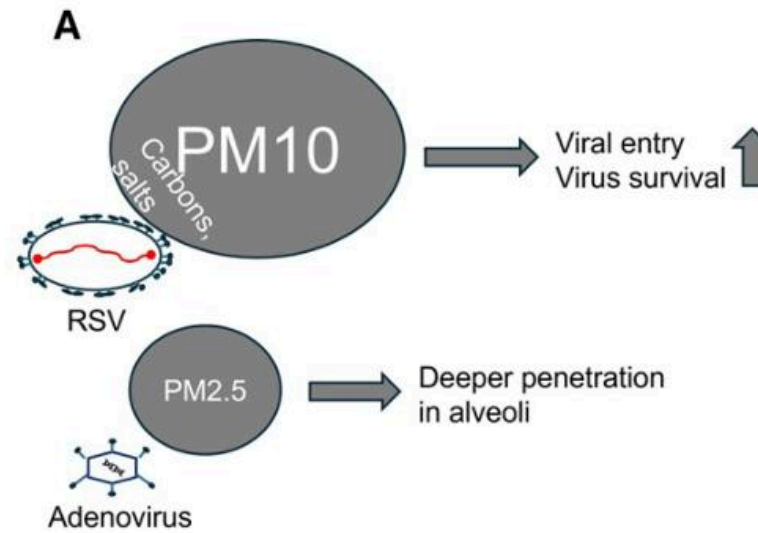
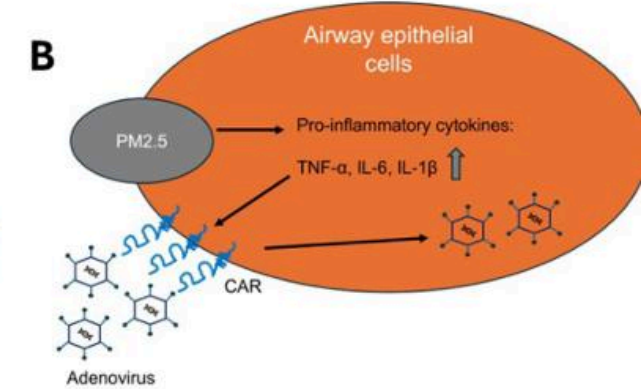
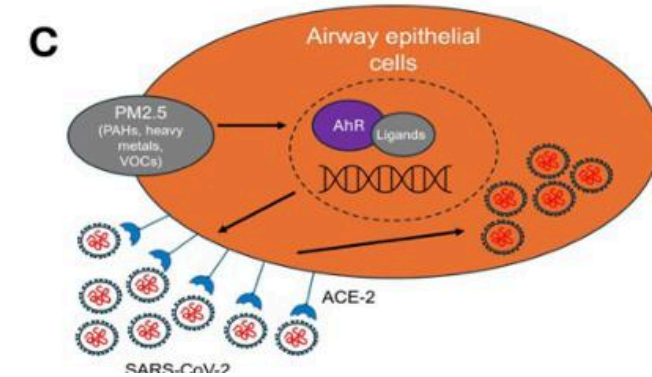
ϕ (μm)	<i>Czas utrzymywania w nieruchomym powietrzu</i>
>10 (np.pyłki)	<3 min.
5 - 10	Minuty - godziny
2 – 5 (np. bakterie)	Godziny – dni
0,1 - 2	
<0,1 (np.wirusy)	>6 dni

Miejsce depozycji / działania zanieczyszczeń

Efekt zależy m.in. od:

- hydro – i lipofilności
- pH
- toksyczności





Następstwa narażenia na zanieczyszczenia powietrza

- **Efekty nieswoiste:**

- Podrażnienie (spojówki, śluzówki - zwł.wysokie stężenia)
 - wzrost przepuszczalności nabłonka
 - wtórna dyskineza rzęsek $\Rightarrow$ ryzyko infekcji
- Objawy ze strony układu oddechowego
- Zaostrzenie przewlekłych chorób

- **Efekty toksyczne**

- **Stres oksydacyjny** (zwł.w obecności polimorfizmów genów szlaków antyoksydacyjnych)
 - Bezpośrednie generowanie wolnych rodników tlenowych
 - Zaburzanie funkcji mitochondriów
 - Aktywacja komórek zapalnych

- **Zapalenie**

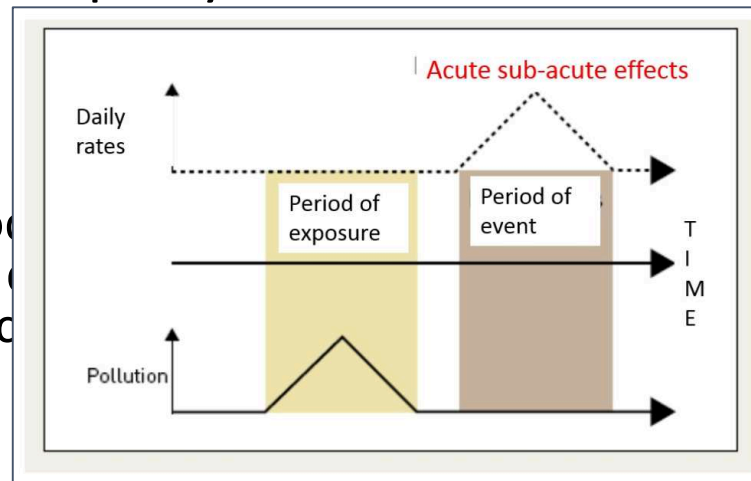
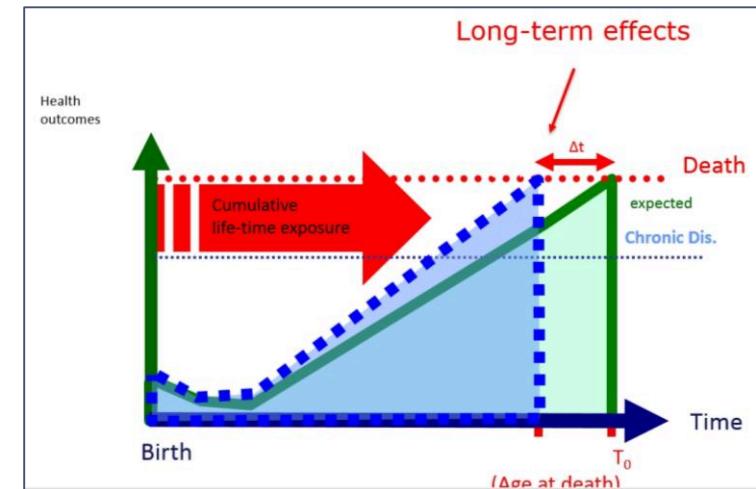
- Lokalne
- Systemowe

- wchłanianie z układu oddechowego
- połykanie z wydzieliną
- spożywanie zanieczyszczonych produktów

- *Efekty swoiste*

- CO
- Pb
- ...

Nie ma wartości progowych!
=szkodzi każda ilość

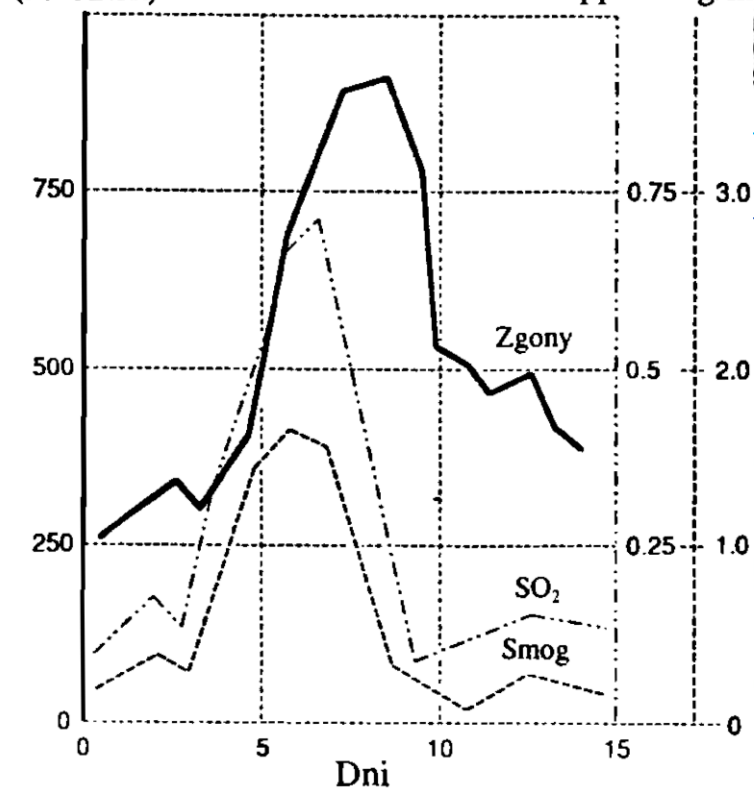


Następstwa (ostrego) narażenia: indukcja **objawów** ze strony układu oddechowego (UO)

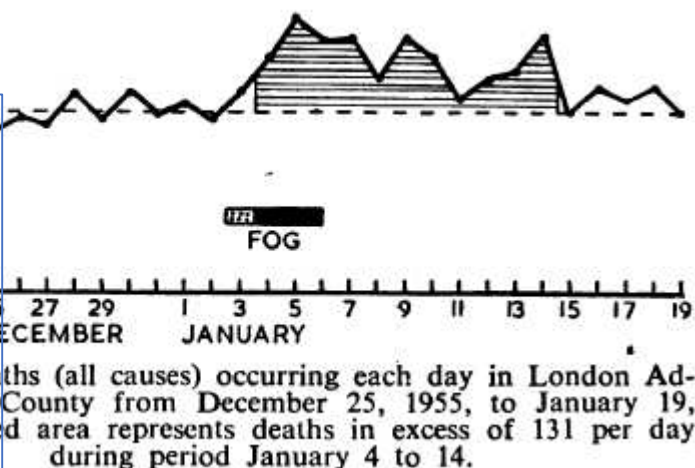
- Dzieci 7- i 16-letnie (Kraków, n= 8 290): **częstość objawów tym większa, im mieszkanie bliżej ruchliwej drogi**
 - Najmniejsza częstość objawów ze strony śluzówki nosa u mieszkających ≥ 500 m od ruchliwej drogi.
- **↑PM** o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3 \approx \uparrow$ chorobowości o 1%
- Wdychanie **O₃** → **dyskomfort za mostkiem, kaszel, świsty i duszność**
- Narażenie dzieci na **kwaśne wyziewy** (**SO₂**, **pyły**) wulkanów → **kaszel** (Tam i wsp. 2016; Hawaje)
- 10-krotnie większe stosowanie **siarki** w odległości <1000 m → 3,51-krotnie większe ryzyko stosowania leków przeciwastmatycznych i 2,09 razy częstszym występowanie objawów (Raanan 2017)

Epidemia spowodowana smogiem w Londynie

Zgony
(na dzień)



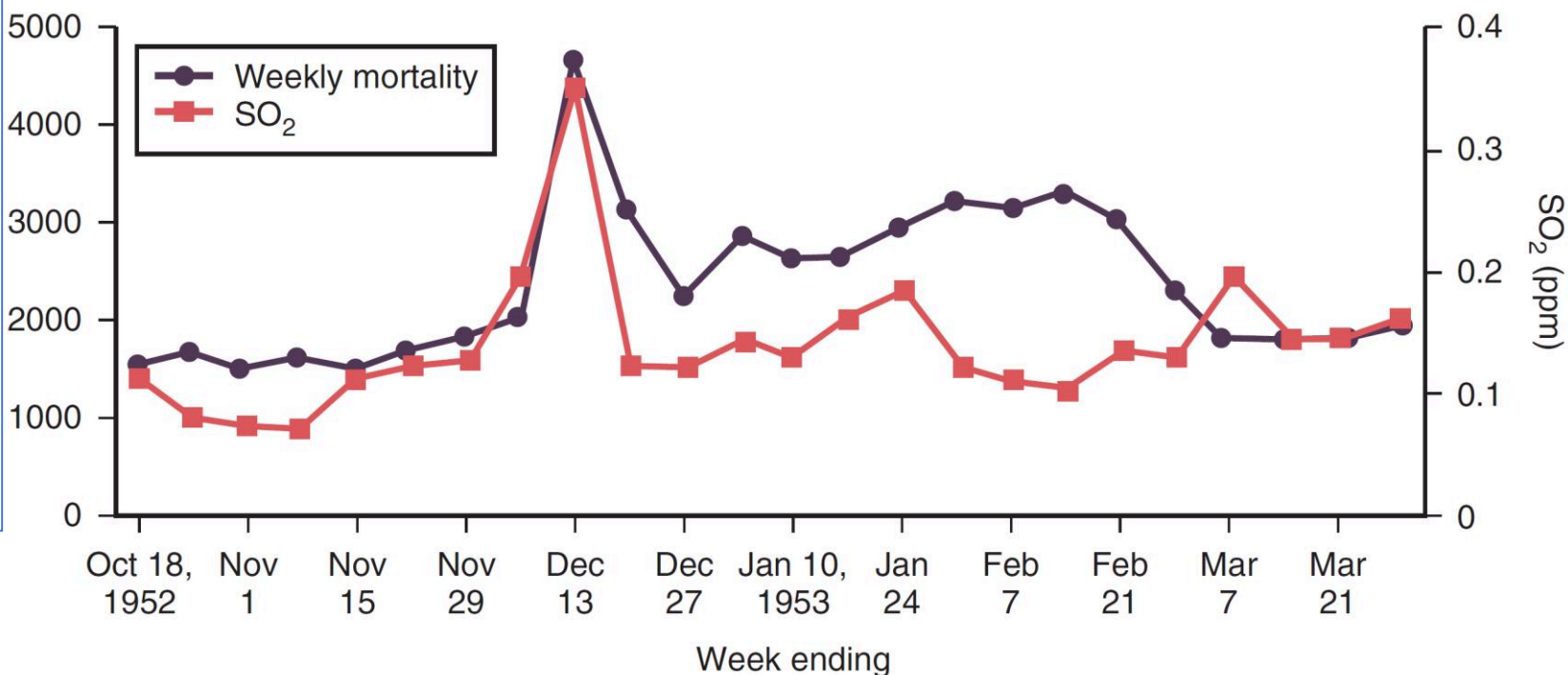
Stężenie
zanieczyszczenia
SO₂ ppm
Smog mg/m³



MORTALITY FROM FOG IN LONDON, JANUARY, 1956

BY

W. P. D. LOGAN, M.D., Ph.D., D.P.H.
Chief Medical Statistician, General Register Office

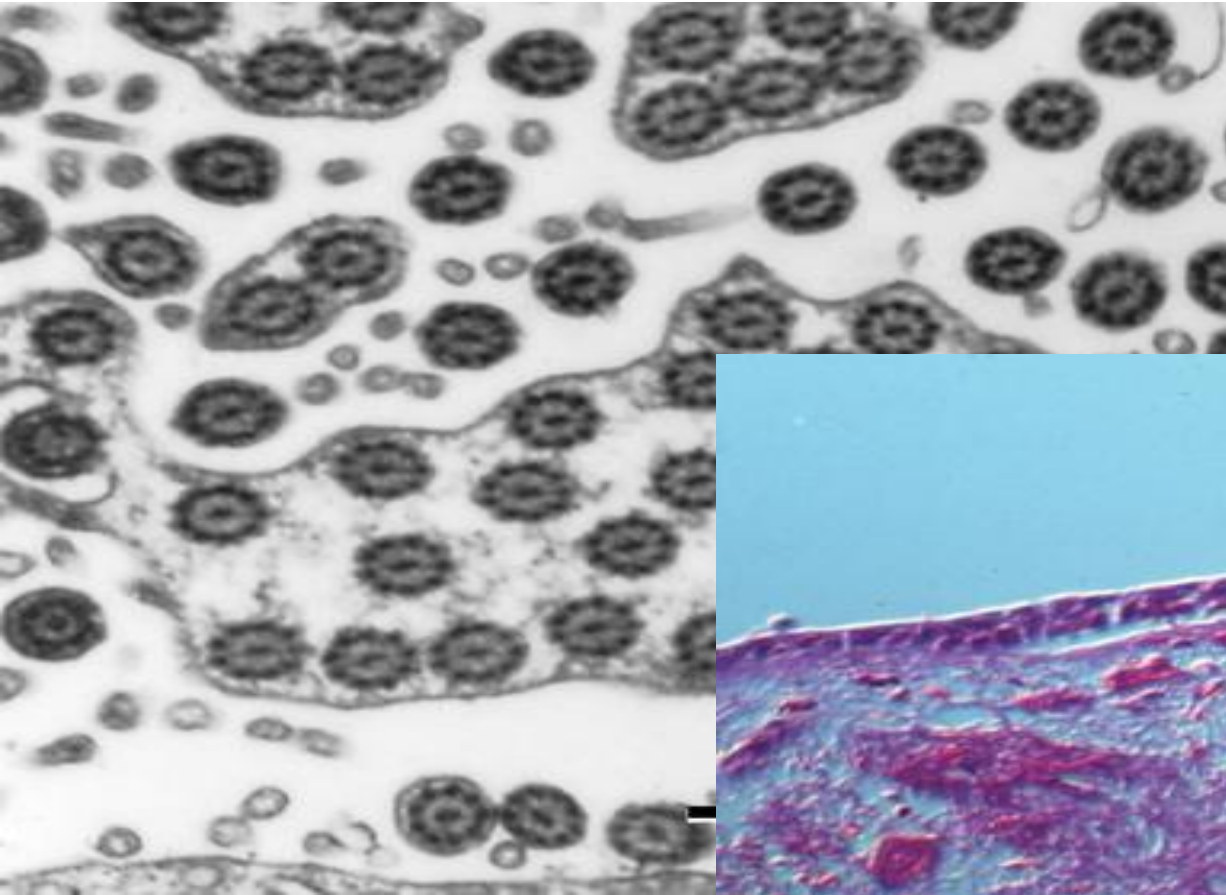
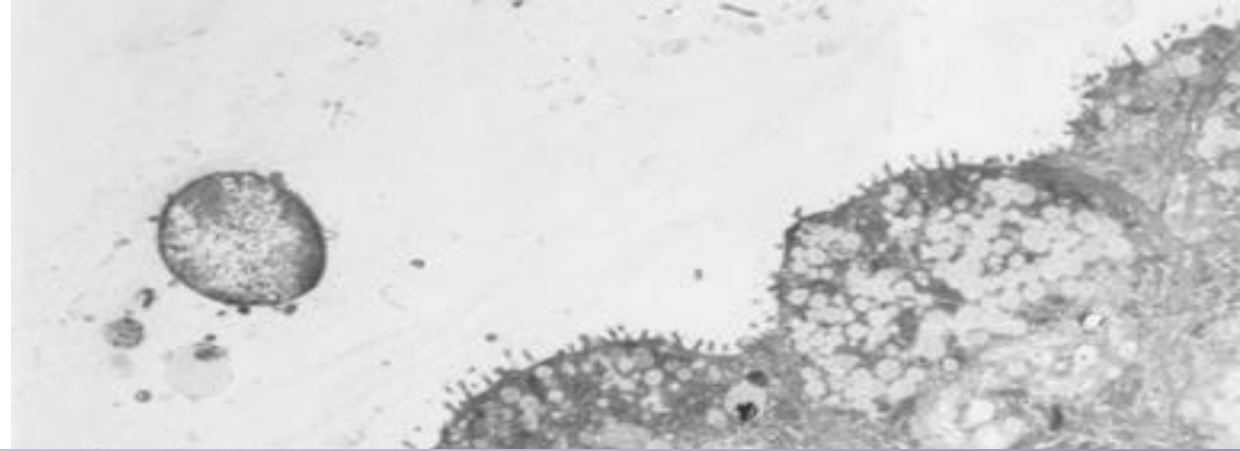
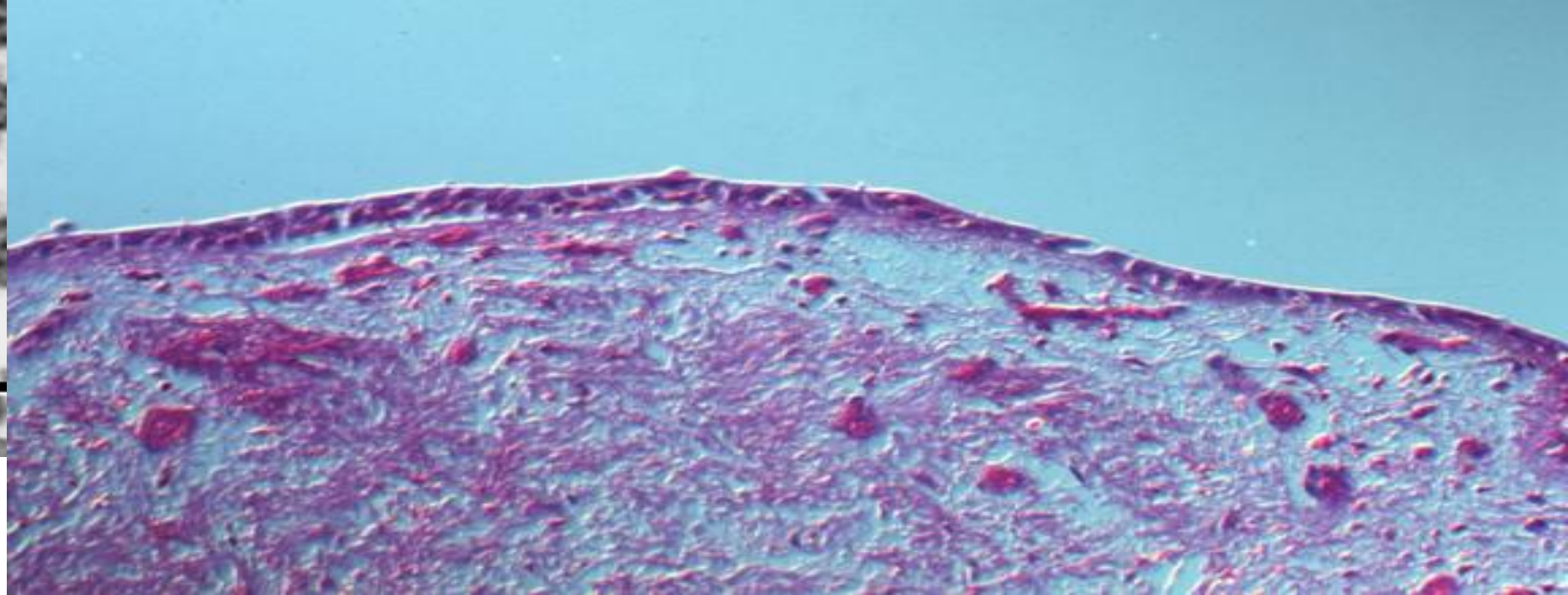


Następstwa narażenia na **tlenki siarki** (SO_2/SO_x)

14

- Podrażnienie spojówek i śluzówek górnych dróg oddechowych
- Wyzwalanie objawów w skrajnych grupach wiekowych
- Nagłe zgony (w tym niemowląt)
- Spadek drożności oskrzeli (wzrost o 10 ug/m^3 zmniejszał FEV_1 o 0,7%)
- **U chorych na astmę:**
 - **Skurcz oskrzeli** (=wyzwalanie objawów)
 - **Nasilanie odpowiedzi na alergeny**
 - Nasilanie nieswoistej nadreaktywności oskrzeli

Rzęski nabłonka dróg oddechowych po ekspozycji na **zanieczyszczenia gazowe** (SO₂, ...)



Następstwa narażenia: wzrost ryzyka ostrych infekcji układu oddechowego

↑ $PM_{2,5}$ o $10 \mu g/m^3 \rightarrow \uparrow$ zgłaszalności z powodu ostrych infekcji do 3 tygodni,
(utrzymywanie się do 28 dni; stan Utah, lata 1999–2016, $n = 112\,467$)

- dzieci < 2 lat ↑ o 15% w ciągu pierwszego tygodnia**

- u 76,5% zapalenie oskrzelików

- dzieci 2 - 18 lat: ↑ o 32%**

- dorośli: ↑ o 19% (m.in. grypa)

↑ $O_3 \rightarrow \uparrow$ zapaleń płuc o 15% w trzecim dniu po ekspozycji

↑ NO_2 o $10 \mu g/m^3 \rightarrow \uparrow$ zapaleń płuc o 8% u dzieci z astmą

Czynniki ryzyka zapaleń płuc u dzieci < 5 lat (Dherani i wsp.)

- stosowanie w mieszkaniu nieprzetworzonych paliw

- palenie tytoniu

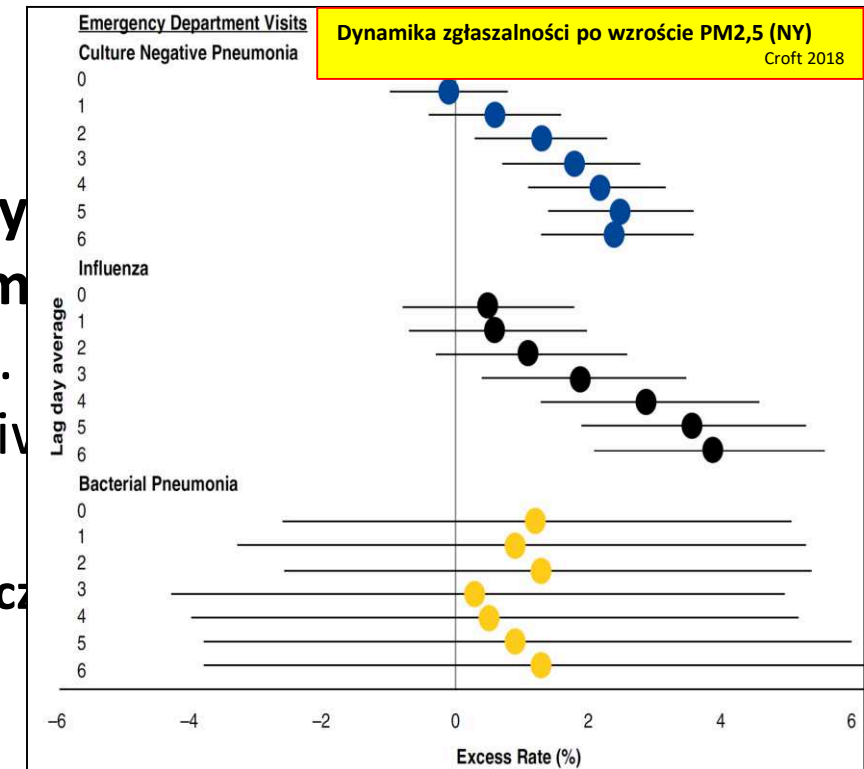
↑ zanieczyszczeń + ↑ temperatury + ↓ wilgotności powietrza $\rightarrow \uparrow$ liczba wizyt w oddziałach
oddechowych (lata 2007–2010)

- U dzieci <15 lat w porównaniu do grupy 16–64 lat**

- 2,55 x wyższe ryzyko hospitalizacji z powodu zapalenia oskrzeli

- 7,69 x wyższe z powodu zaostrzenia astmy

- **większy wpływ $PM_{2,5}$ niż PM_{10}**



Necropsy Evidences on the Relation of Smoky Atmosphere to Pneumonia*

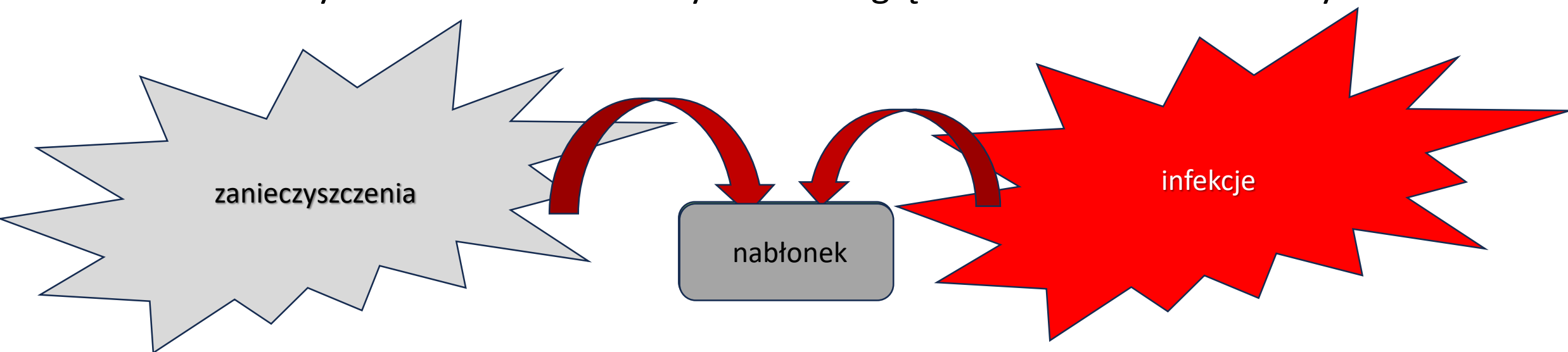
SAMUEL R. HAYTHORN, M.D., AND HARRY B. MELLER

Director of the William H. Singer Memorial Research Laboratory of the Allegheny General Hospital; Head of Air Pollution Investigation, Mellon Institute and Chief of the Bureau of Smoke Control, Pittsburgh Department of Health, Pittsburgh, Pa.

AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH Apr., 1938

Jak uszkodzenie nabłonka przez infekcje modyfikuje następstwa narażenia na zanieczyszczenia powietrza?

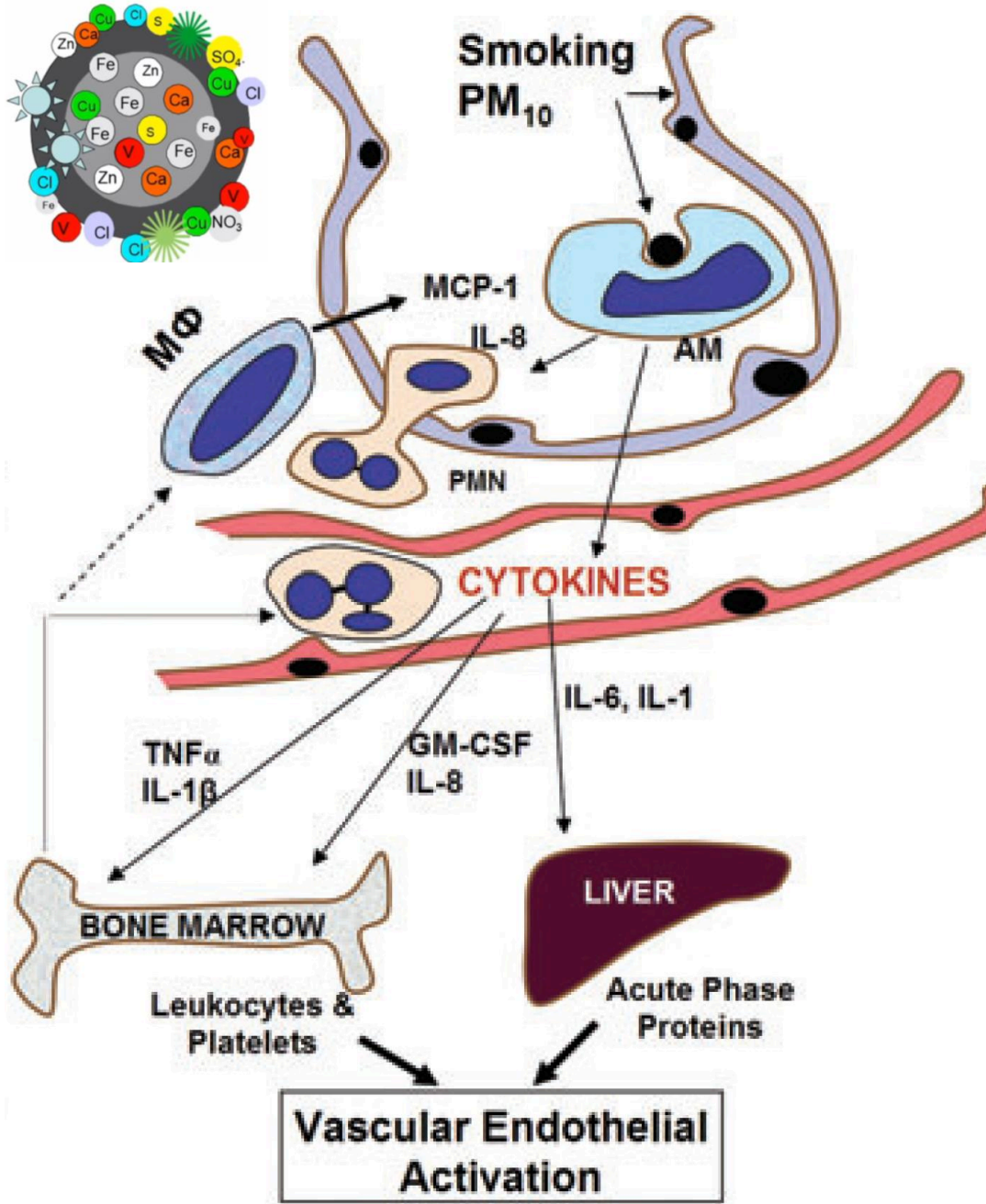
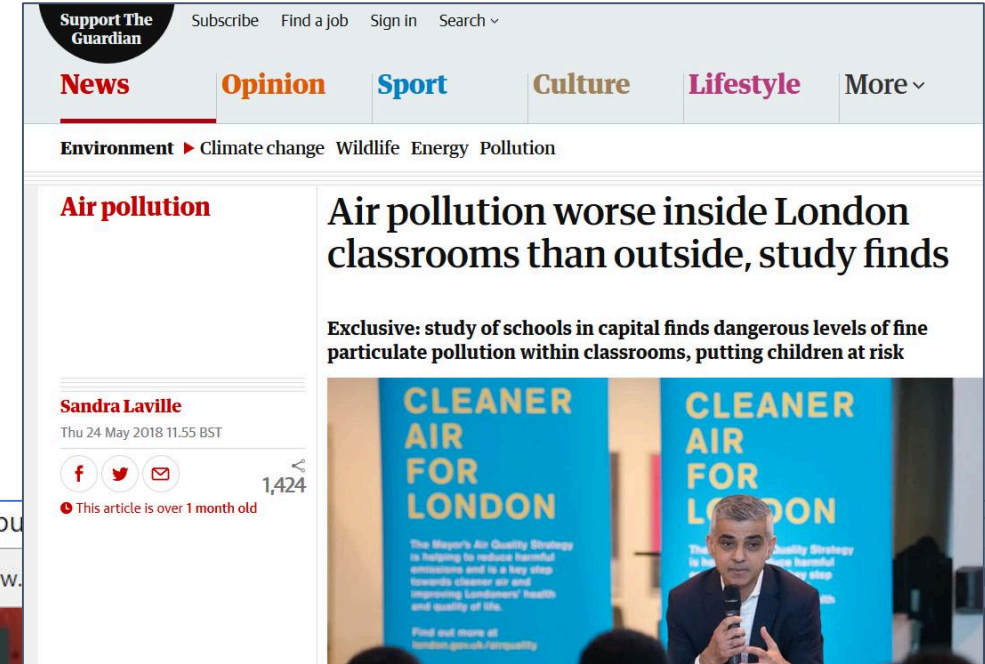
- obniżenie sprawności klirensu śluzowo-rzęskowego (osłabienie ruchu rzęsek, destrukcja nabłonka rzęskowego), prowadzące do przedłużenia czasu zalegania zanieczyszczeń w układzie oddechowym
- utrata mechanizmów enzymatycznych nabłonka (która może zmniejszać skuteczność detoksykacji)
- odsłonięcie błony podstawnej (wskutek wywoływanej przez niektóre infekcje destrukcji nabłonka) ułatwia szybkie wnikanie zanieczyszczeń do głębokich struktur tkankowych.



- Zapalenie systemowe

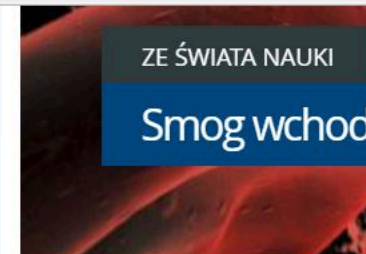
- zaostrzenia / hospitalizacje

Następstwa narażenia na drobne cząstki stałe



Bezpечна | <https://pu>

Importowane z IE | www.



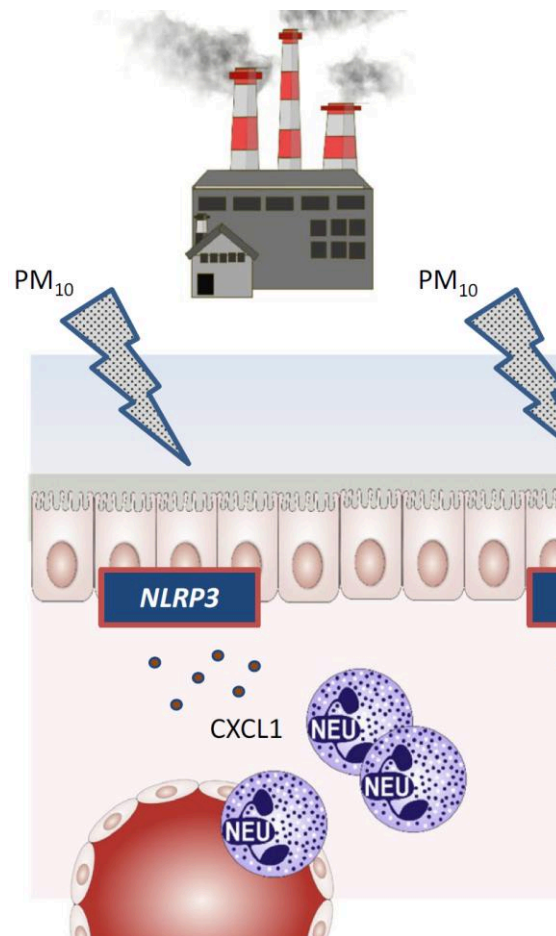
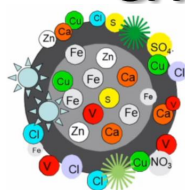
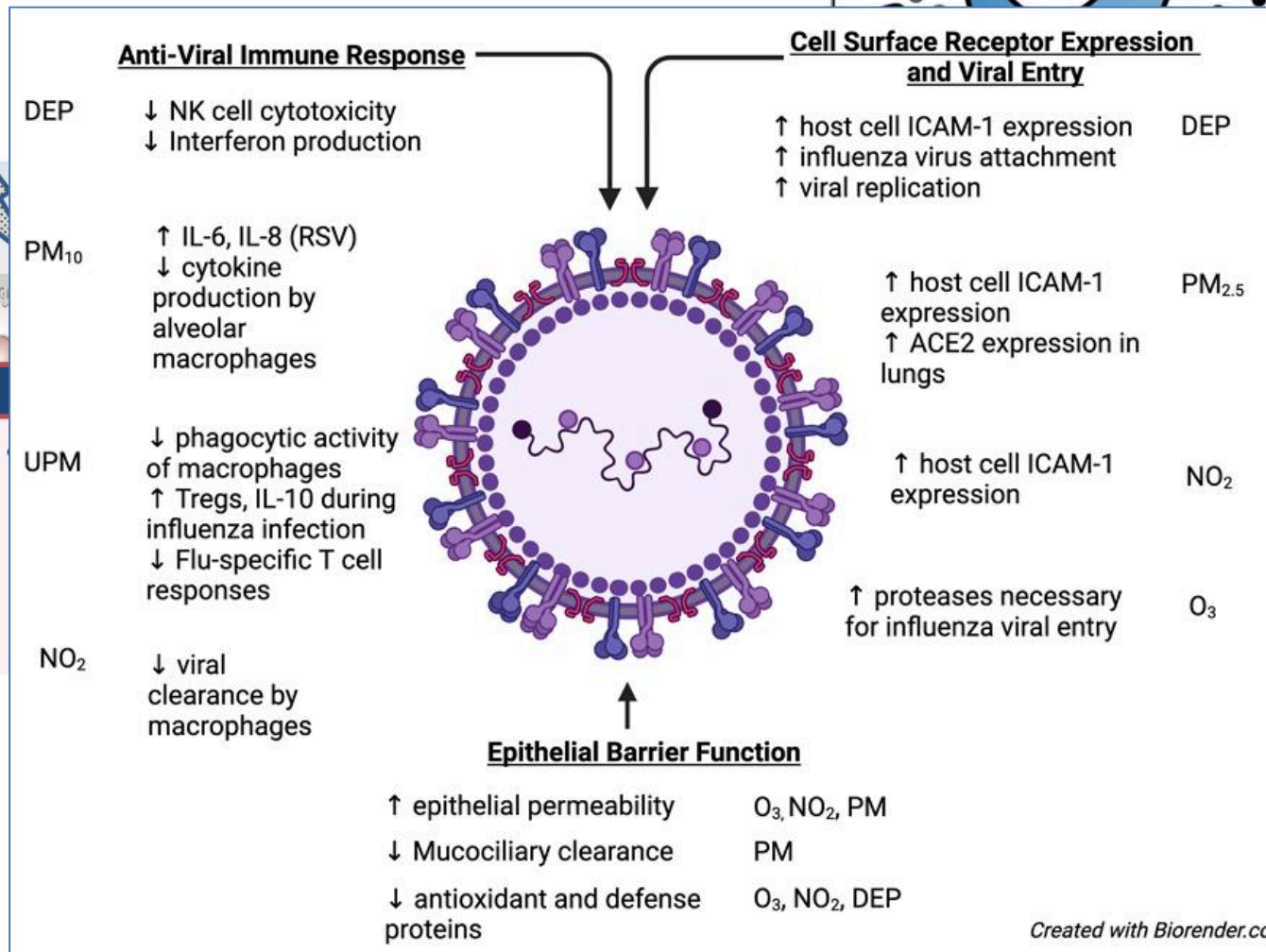
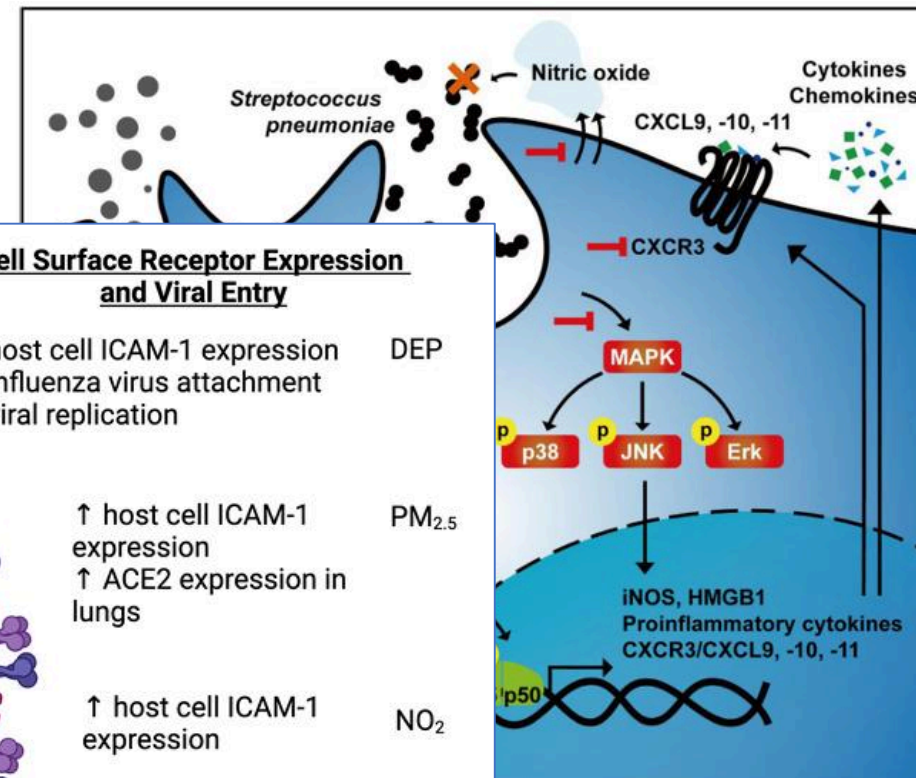
DATA: 2017-04-27 ŹRÓDŁO: ["PAP"]

SŁOWA KLUCZOWE: SMOG

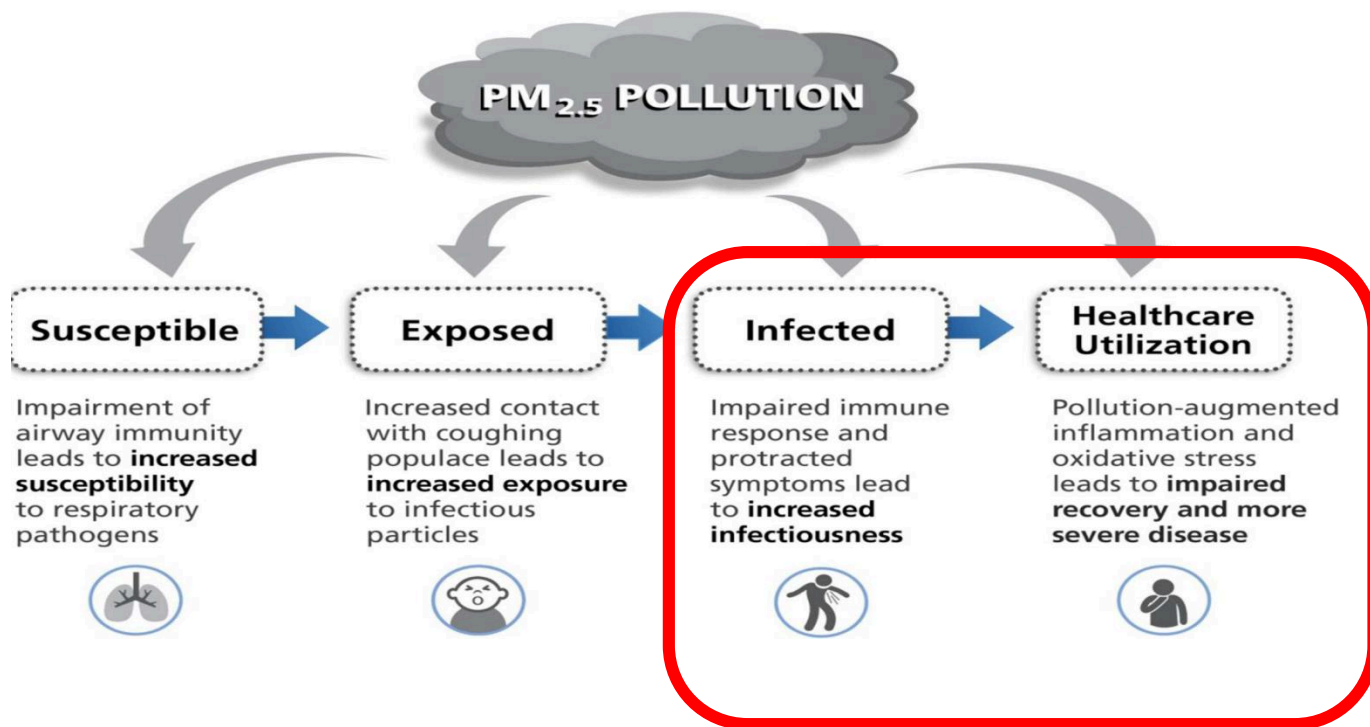
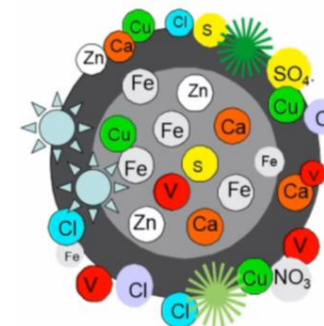
Mikroskopijne cząstki zanieczyszczeń są w stanie przedostać się z płuc do krwi i tkanek, co może sprzyjać chorobom serca i udarowi mózgu – informuje czasopismo naukowe "ACS Nano".

Z powodu zanieczyszczonego powietrza tylko w Wielkiej Brytanii umiera przedwcześnie około 40 tys. osób. Badania sugerują, że wynika to głównie z gorszego funkcjonowania serca oraz płuc. Jednak żadna z dotychczasowych teorii nie tłumaczy, na czym właściwie polega wpływ zanieczyszczenia powietrza na serce. Niektórzy specjaliści przypuszczają, że może chodzić o nanocząstki zbyt małe, by zostały odfiltrowane w nosie a dość małe, aby przez ściany pęcherzyków płucnych przeniknąć do naczyń krwionośnych.

Naraženie na **drobne pyľ** a infekcie



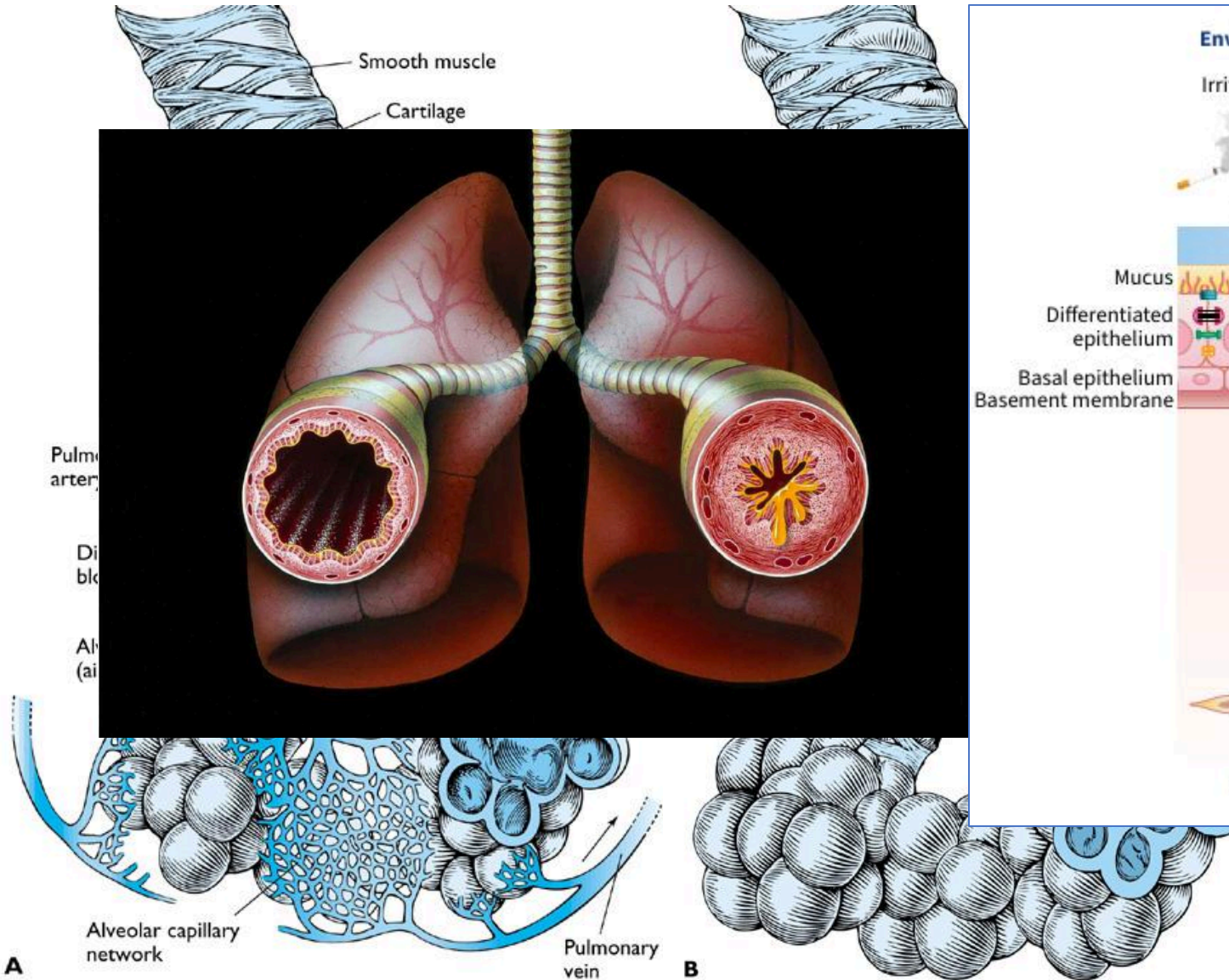
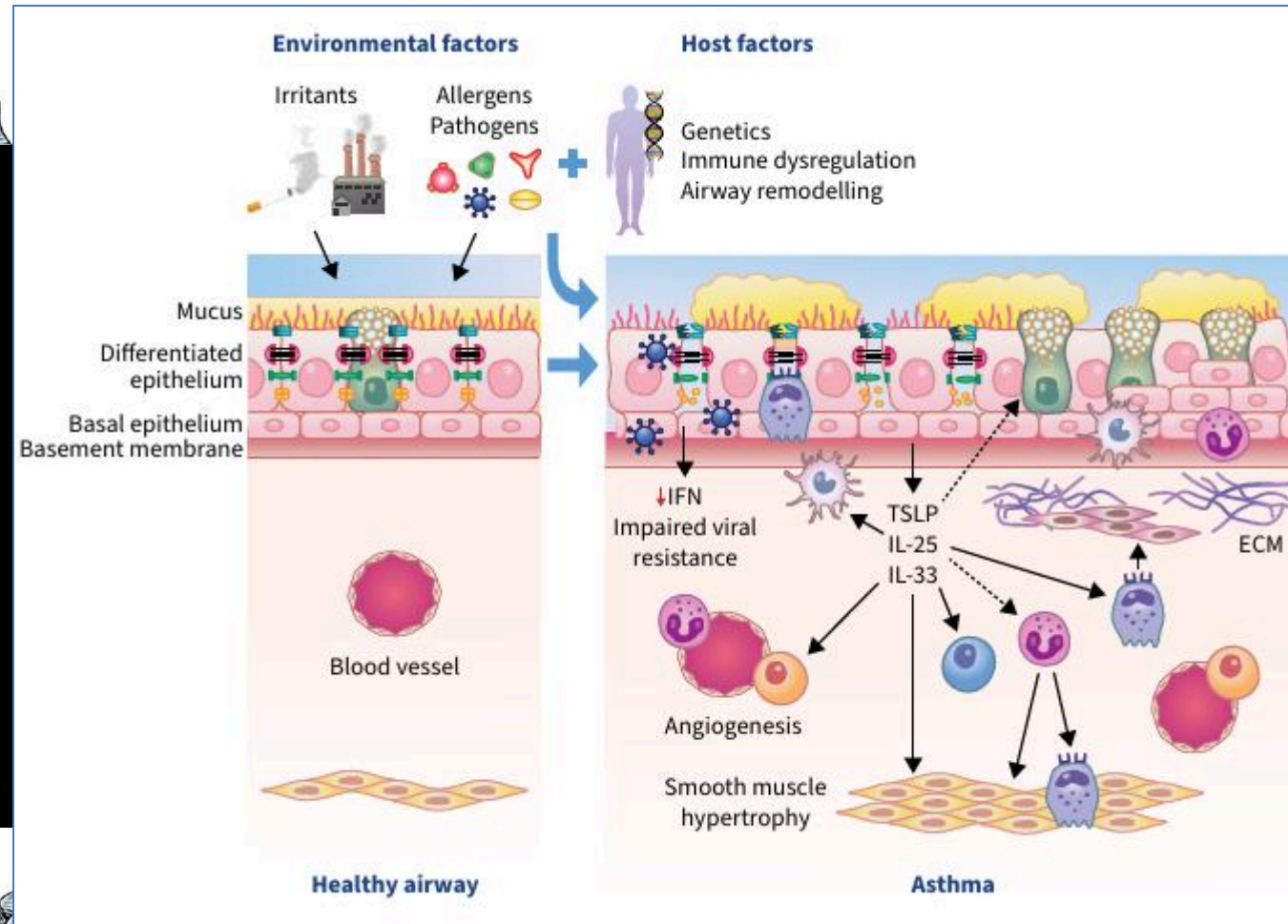
Narażenie na drobne pyły a infekcje



W grupie 146 397 pacjentów (1999-2016), każdy krótkotrwały wzrost stężenia pyłów zawieszonych **PM_{2,5} o 10 µg/m³** wiązał się z wyższym o 15–23% prawdopodobieństwem wystąpienia ostrej infekcji dolnych dróg oddechowych (po 1- 3 tyg., zwłaszcza najmłodsi).

Zdrowy

Astma



Następstwa narażenia:

indukcja **zaostrzeń** astmy (~15% zaostrzeń z powodu ZP)

PM₁₀

- ↑ występowania objawów astmy (OR 1,24–1,28) - Penard – Morand i wsp. (2010)

O₃

- ↑ 4-miesięcznego średniego stężenia (oraz CO) → zmniejszenie FEV₁/FVC po podaniu leku rozszerzającego oskrzela (badanie CAMP)
- w 5 dni po wzroście → niższe wartości FEV₁ po podaniu leku bronchodilatoryjnego tylko u nie leczonych dzieci z astmą, (Meksyk, 85 dzieci 7–12 lat)
- wartości przepływów obwodowych ujemnie skorelowane z narażeniem (n= 100, wiek 10 lat, 1/3 z astmą)
- ↑ reaktywności oskrzeli - utrzymujące się dłużej, niż narażenie

NO₂

- ↓ wskaźników czynnościowe płuc po leku bronchodilatoryjnym
 - ↓ FEV₁ po wzroście narażenia w ostatnich 3 dniach u dzieci nie leczonych
 - ↓ FEV₁ i FVC (ale nie FEV₁/FVC) po wzroście 4-miesięcznego średniego stężenia
- ↑ reaktywności oskrzeli (nieswoistej i swoistej – nawet po krótkim narażeniu)
 - ↑ występowania objawów, zużycia leków i hospitalizacji
 - Czynnikiem zwiększającym liczbę wizyt były m.in. wysokie stężenia NO₂ w połączeniu z niską temperaturą otoczenia
 - U mieszkających blisko ruchliwych dróg ↑ o 79% ryzyka zaostrzeń

SO₂

- ↑ objawów astmy (OR 1,26–1,29) - Penard – Morand i wsp 2007
- wyzwalanie skurczu oskrzeli po kilku minutach już w małych stężeniach
 - Efekty narażenia nasila wysiłek: u 5–30% osób ze spadkiem drożności oskrzeli
 - ↑ stężenia SO₂ o 10 ug/m³ → ↓ FEV₁ o 0,7%
 - oddychanie przez nos tylko częściowo łagodziło następstwa wdychania
- zmniejszenie PC20 (wykładnik nieswoistej nadreaktywności oskrzeli)

Efekty narażenia chorego na astmę na gazy

	O ₃	NO ₂	SO ₂
Skurcz oskrzeli	+/-	-	+
↓drożności oskrzeli (FEV1 i FVC)	+	-	-
Wzrost reaktywności oskrzeli	+	+	-
Nasilenie zapalenia	+	+	-
Nasilenie odpowiedzi na alergen	+	+	+

Analiza 47 107 nagłych wizyt pediatrycznych (ED) z powodu zaostrzeń astmy i stężeń zanieczyszczeń pyłowych

- ▶ There is an association between daily concentrations of fine particulate matter with an aerodynamic diameter smaller than 2.5 μm and emergency department visits for asthma in children.
- ▶ These concentrations may be lower than targets recommended by the European Union.

30.10.2026

Fine particulate pollution and asthma exacerbations

Naïm Bouazza,^{1,2} Frantz Foissac,^{1,2} Saik Urien,^{1,2} Romain Guedj,³ Ricardo Carbajal,³
Jean-Marc Tréluyer,^{1,2} Hélène Chappuy^{2,3}

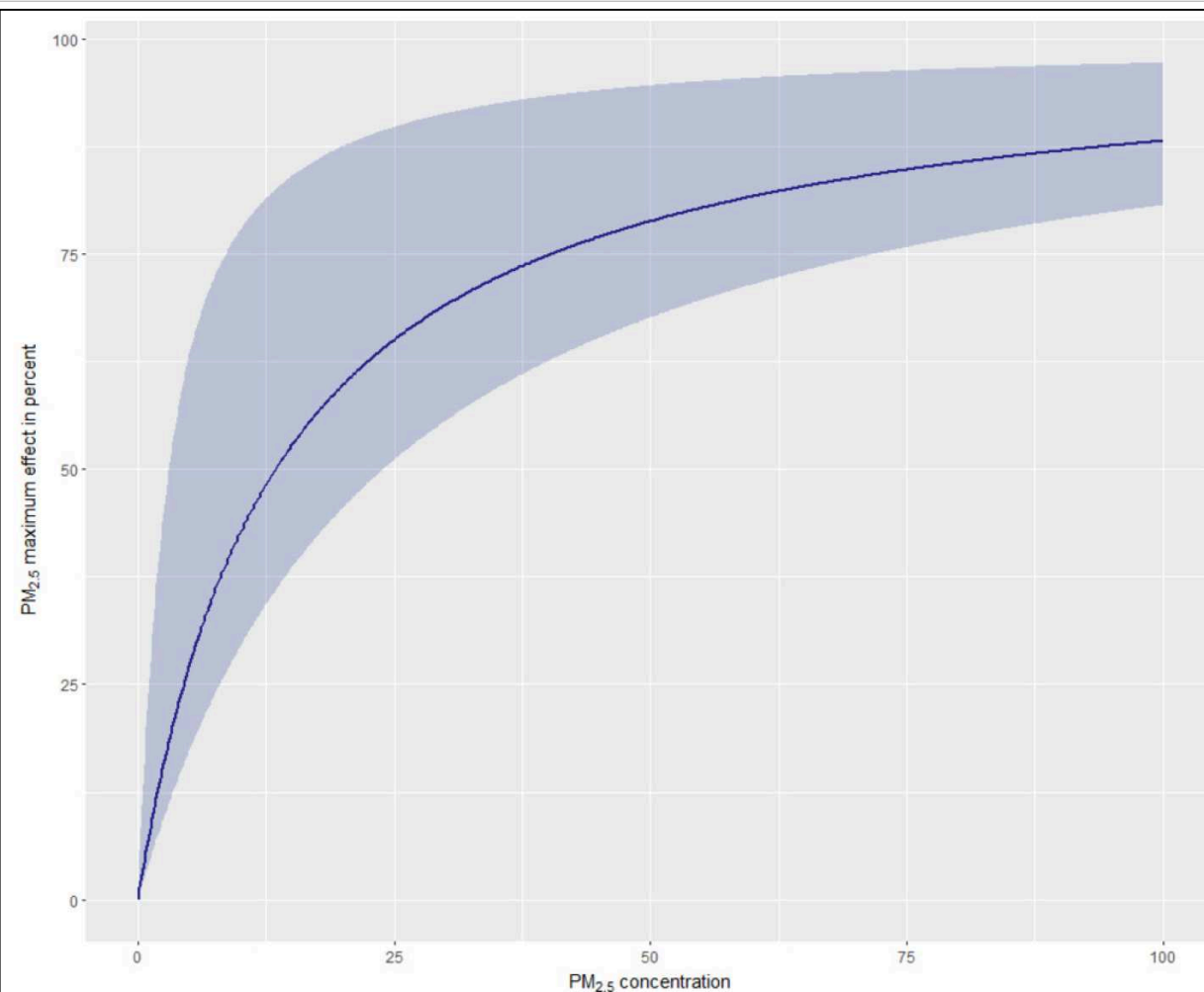
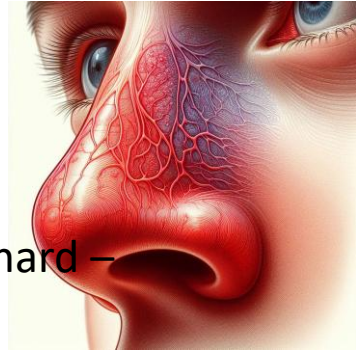


Figure 2 PM_{2.5} maximum effect in per cent as a function of PM_{2.5} Arch Dis Child 2018; 1025 828

Następstwa narażenia - indukcja **zaostrzeń**: inne choroby układu oddechowego



Dzieci z **alergicznym nieżytem nosa** - narażenie na **PM₁₀**:

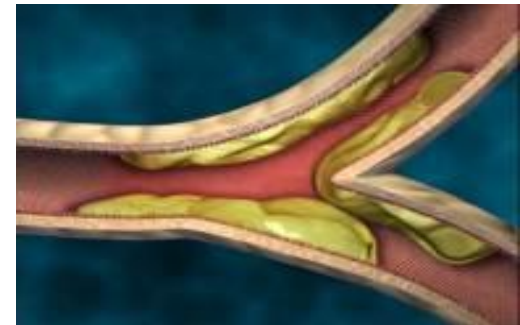
- ↑ występowania **objawów** (w ciągu życia – OR 1,20) i uczulenia na pyłki (OR 1,35; Penard – Morand i wsp 2010, 6 683 dzieci, Francja)

Dzieci z **mukowiscydozą**:

- **PM₁₀ i PM_{2,5}**:
 - ↑ o 10 ug/m³ → ↑ ryzyka wystąpienia **≥2 zaostrzeń/ rok** - odpowiednio o 8 i 21%
 - przyspieszone **pogarszanie czynności płuc**
 - ↑ **PM_{2,5}** o 10 ug/m³ → ↓ FEV₁ o 24 ml
 - **PM_{2,5}** → nasilenie stanów zapalnych śluzówek górnych dróg oddechowych, w tym zatok przynosowych.

O₃:

- ↑ o 10 ppb → ↑ ryzyka **≥2 zaostrzeń/rok** o 10%



Następstwa narażenia na **pyły** – obniżone wskaźniki czynności układu oddechowego

- Obniżenie wartości pojemności życiowej (FVC) w 1 dobę po zwiększonym narażeniu na **PM 2,5** (Chen i wsp.)
- wolniejsze zwiększanie wartości wskaźników oddechowych, których głównym wykładnikiem było niewielkie obniżenie drożności oskrzeli (FEV_1)
- związek narażenia na węgiel (sadze) z drożnością oskrzeli (wielkością FEV_1)

Następstwa narażenia na **pyły** i **tlenki azotu (NO_x)**: obniżone wskaźniki czynnościowe

- **PM:**

- $\uparrow$ **$\text{PM}_{2,5}$** o $5 \text{ ug/m}^3 \rightarrow \downarrow$ **drożności oskrzeli (FEV_1) o 1,77%** (5 921 dzieci, 6–8 lat)
- Narażenie na zanieczyszczenia związane z ruchem drogowym $\rightarrow \uparrow$ ryzyka obniżonych wartości (<LLN) u 16-latków:
 - **drożności oskrzeli (FEV_1) o 3,8%**
 - **pojemności życiowej (FVC) o 4,3%**
- **PM_{10}** , dzieci 8-letnie z odmiennym narażeniem w pierwszym roku życia (5 vs. 95 centyl): różnica **drożności (FEV_1) o 59,3 ml**
 - większy efekt wśród alergików (136,9 ml).

- **Tlenki azotu (NO_x):**

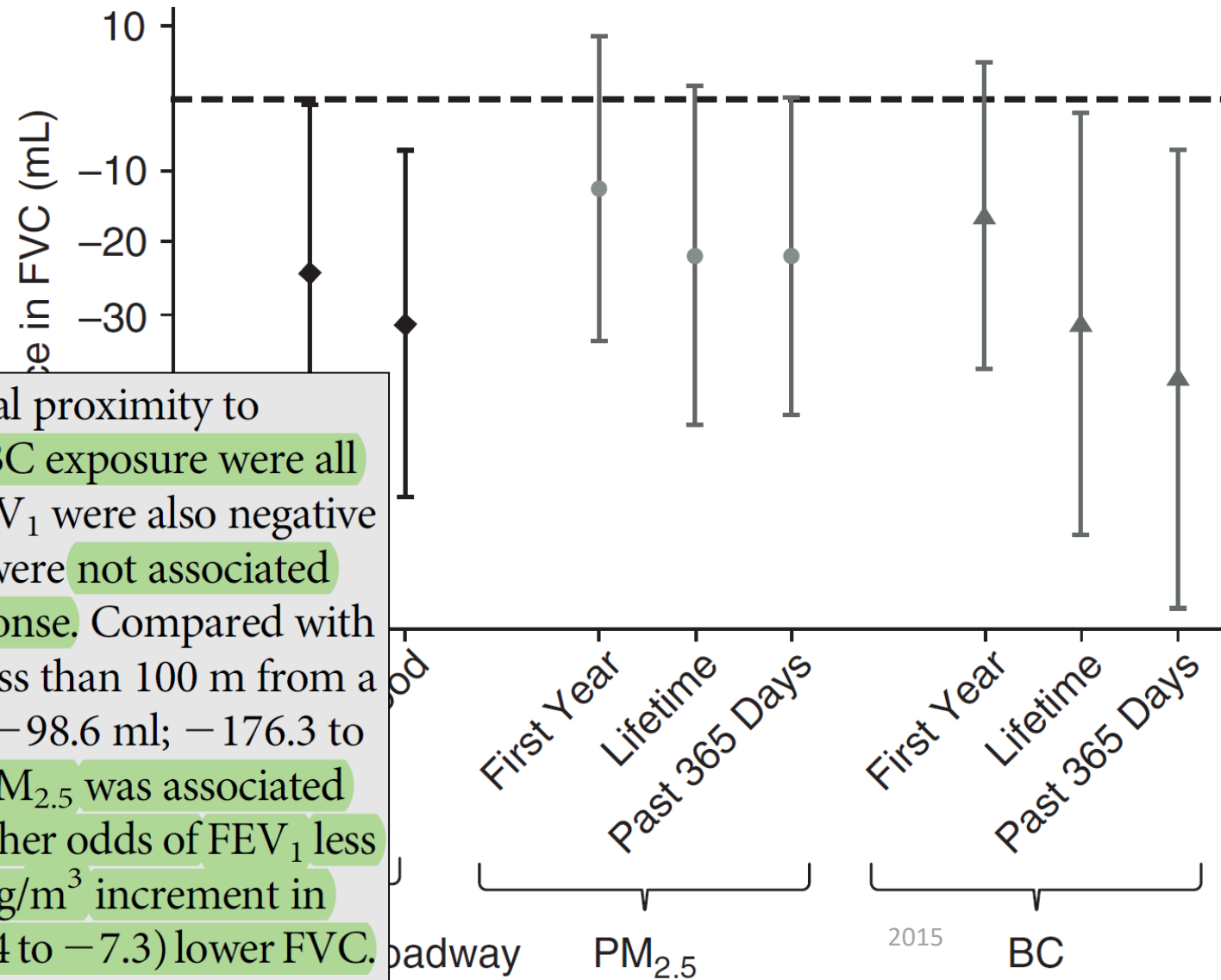
- $\uparrow$ o **10 ug/m^3** w okresie niemowlęcym $\rightarrow$ po 16 r.ż. $\downarrow$ **drożności (FEV_1) o 15,8 ml** (1 924 dzieci, kohorta BAMSE)
- $\uparrow$ o **20 ug/m^3** w miejscu zamieszkania $\rightarrow \downarrow$ **drożności (FEV_1) o 0,86%** (5 921 dzieci w wieku 6–8 lat, 5 europejskich kohort urodzeniowych)
- $\uparrow$ **NO_2 o 10 ug/m^3** :
 - $\rightarrow$ **zmniejszenie drożności oskrzeli** (2 107 dzieci w wieku 9–14, lat, Rzym)
 - FEV_1/FVC o 0,62%,
 - MMEF o 85 ml/s
 - PEF o 85 ml/s
 - $\rightarrow$ **zmniejszenie drożności oskrzeli (FEV_1) o 8 ml**,
 - $\uparrow$ częstości dzieci z nieprawidłową spirometrią o 7% (metaanaliza 13 badań, obserwacja 1 - 10 lat)

Lifetime Exposure to Ambient Pollution and Lung Function in Children

Mary B. Rice^{1,2}, Sheryl L. Rifas-Shiman³, Augusto A. Litonjua⁴, Emily Oken^{3,5}, Matthew W. Gillman^{3,5}, Itai Kloog⁶, Heike Luttmann-Gibson⁵, Antonella Zanobetti⁵, Brent A. Coull⁵, Joel Schwartz^{4,5}, Petros Koutrakis⁵, Murray A. Mittleman^{2,5}, and Diane R. Gold^{4,5}

614 ciężarnych i ich dzieci
Obserwacja średnio 7,7 lat

Measurements and Main Results: Residential proximity to roadway and prior-year and lifetime $PM_{2.5}$ and BC exposure were all associated with lower FVC. Associations with FEV_1 were also negative and proportionally similar. Pollution exposures were not associated with the FEV_1/FVC ratio or bronchodilator response. Compared with distances greater than or equal to 400 m, living less than 100 m from a major roadway was associated with lower FVC (−98.6 ml; −176.3 to −21.0). Each $2 \mu g/m^3$ increment in prior-year $PM_{2.5}$ was associated with lower FVC (−21.8 ml; −43.9 to 0.2) and higher odds of FEV_1 less than 80% predicted (1.41; 1.03–1.93). Each $0.2 \mu g/m^3$ increment in prior-year BC was associated with a 38.9 ml (−70.4 to −7.3) lower FVC.



Air Pollution Impairs Marathon Performance: A Cross-Sectional Analysis of 2.7 Million Finishers Across Six World Marathon Majors

James A. Donaldson^{1,2,3*}, Samuel Cai^{2,3,4,5}, Josh Vande Hey^{2,3,4,5}, Anna L. Hansell^{2,3,4,5}, Thomas Yates^{6,7}, G. Andre Ng^{1,3,4} and Jamie O'Driscoll^{6,7}



Redaktor: Krystian Lurka

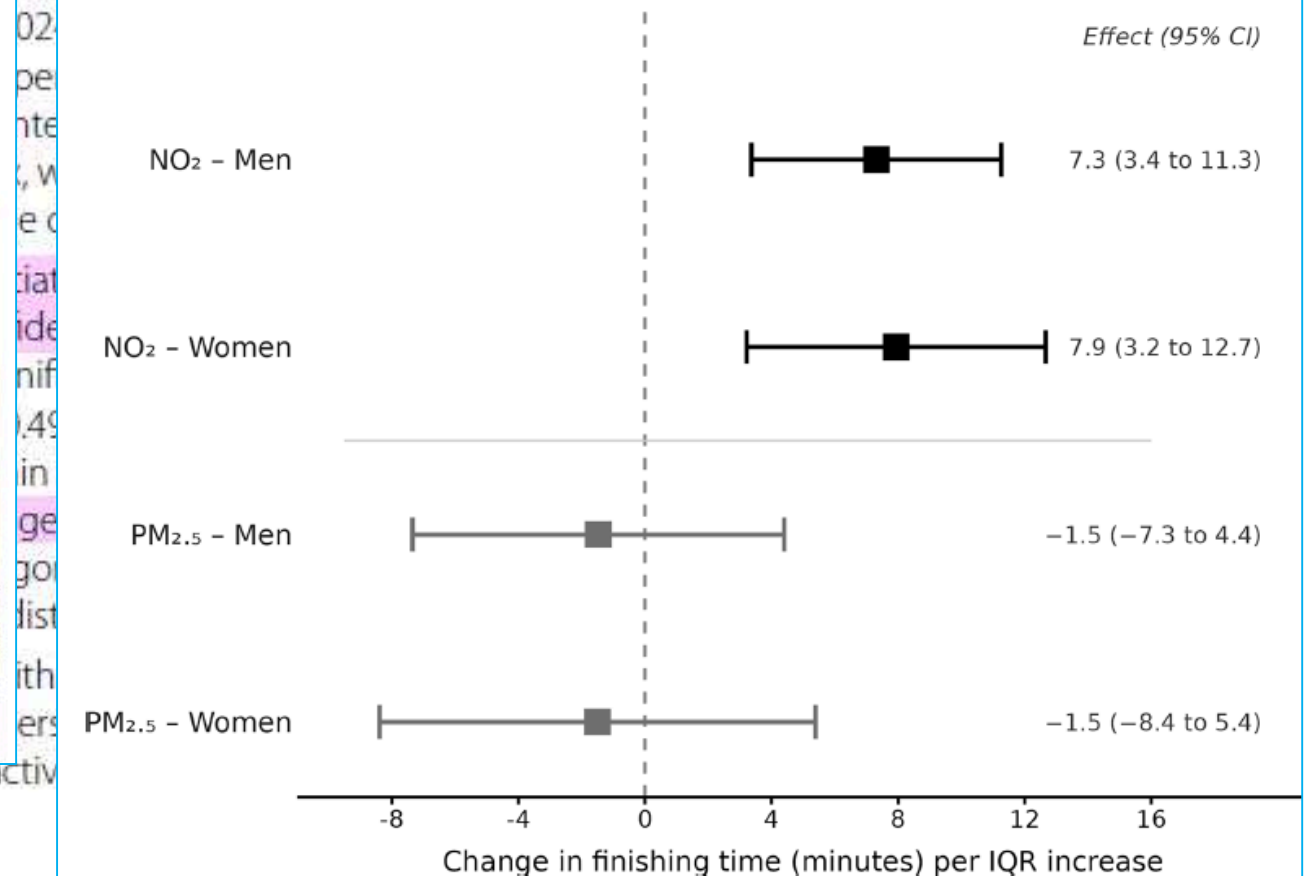
Dodaj do ulubionych

Źródło: Sports Medicine, PAP

Metr w dymie, minuta w plecy



Marathon Majors (Berlin, Boston, Chicago, London, New York, Tokyo)



SYSTEMATIC REVIEW

Open Access

The odds of developing asthma and wheeze among children and adolescents exposed to particulate matter: a systematic review and meta-analysis

Awoke Keleb^{1*}, Eyob Tilahun Abeje³, Chala Daba^{1,2}, Abel Endawkie³, Yawkal Tsega⁵, Giziew Abere⁴, Yimer Mamaye⁶ and Anmut Endalkachew Bezie⁶

Abstract

Background Exposure to air pollution specifically particulate matter causes significant health risk to children which increases their susceptibility to respiratory diseases.

Objectives This review aimed to pool the association between particulate matter exposure and childhood asthma and wheeze among children and adolescents.

Methods This review included observational study articles retrieved from electronic data bases such as PubMed, Google Scholar, Hinari, Science Direct, and Semantic Scholar from 1996 to June 17, 2024. Data were extracted and analyzed using Microsoft Excel 16 and STATA version 17, respectively. Joanna Briggs Institute evaluation criteria and I² test statistics were used for quality and heterogeneity assessment, respectively.

Results Forty seven studies with a total of 417,874 of children and adolescents met the inclusion criteria. The pooled odd ratio (OR) of the association between Particulate Matter with a diameter of 10 micrometers or less (PM10) and Particulate Matter with a diameter of 2.5 micrometers or less (PM2.5) with asthma were 1.04 (95% CI: 1.03–1.06, $p < 0.001$) with significant extreme heterogeneity ($I^2 = 82.7\%$, $p < 0.001$) and 1.05 (95% CI 1.04–1.07, $p < 0.001$) with high heterogeneity ($I^2 = 80.6\%$, $p < 0.001$) among the included studies, respectively. The overall pooled estimate indicates a statistically significant association between PM10 and wheeze, with OR of 1.06 (95% CI: 1.05, 1.07) and moderate heterogeneity among included studies ($I^2 = 57.5\%$, $p < 0.007$) where as more association was observed between PM2.5 and wheeze with OR of 1.15. (95% CI: 1.10, 1.20) with an ($I^2 = 72.8\%$, $p < 0.001$).

Conclusion The findings of this systematic review and meta-analysis demonstrated a statistically significant association between exposure to both PM10 and PM2.5 and the occurrence of asthma and wheezing in children and adolescents. Both PM10 and PM2.5 are associated with increased odds of asthma and wheezing, with PM2.5 showing a stronger relationship. The significant levels of heterogeneity observed suggest variations across studies, which may

częstości chorób alergicznych

ka alergii i astmy 3 – 4 x (okolice Los Angeles)

z narażeniem na **NO_x** (OR 1,08–1,32),
) lub **SO₂** (OR 1,26–1,29) - 4 907 dzieci,
h miast francuskich (Penard – Morand i wsp.

o 14% (dzieci do lat 12)

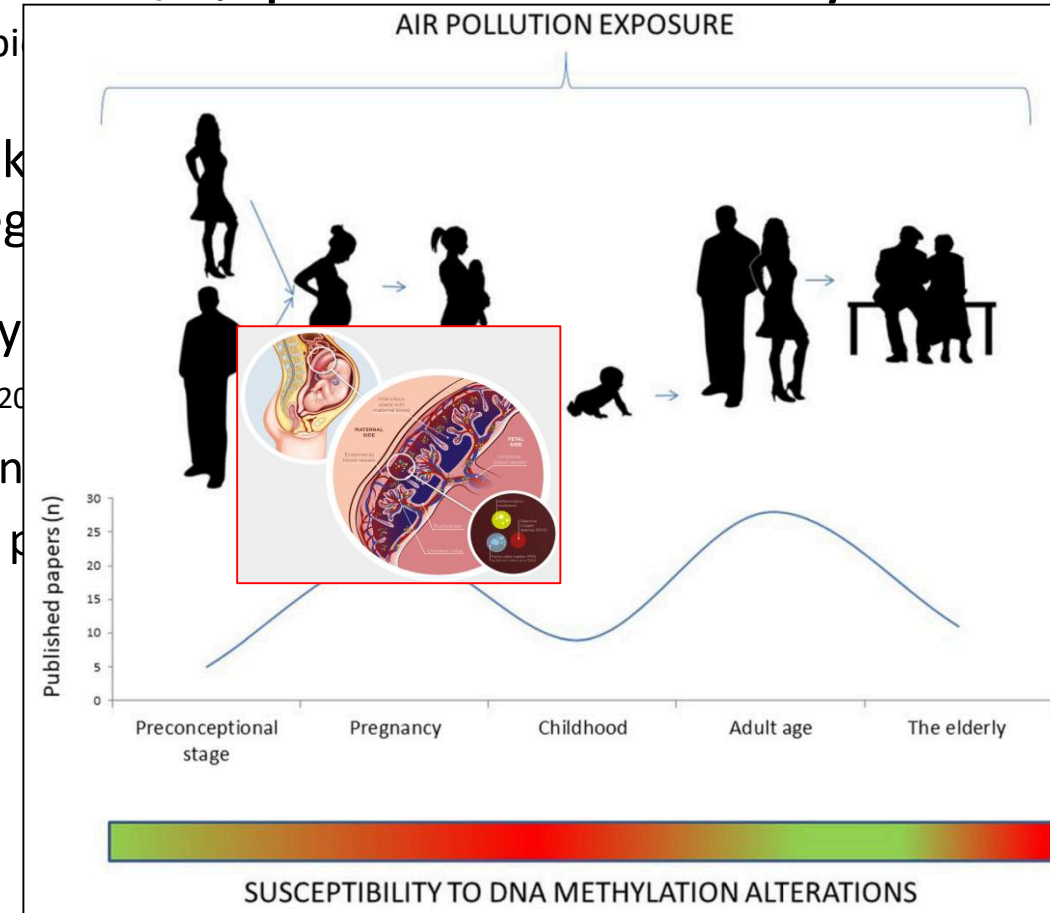
lergeny wziewne i pokarmowe.

) → ↑ ryzyko astmy o 20% (przegląd 19

ania świstów wydechowych (OR
arażonych na dym tytoniowy w okresie
van der Voort i wsp. 2012; 4 634 holenderskich dzieci

Czynniki modyfikujące efekt narażenia

- Wiek (zmiany wrażliwości)
- Uprzednie uszkodzenie nabłonka (np. wskutek infekcji) / przewlekłe choroby [układu oddechowego (astma, POChP, CF, ILD; stan po przeszczepieniu, cukrzyca, stan przedrdgawkowy, ...]
 - Odsłonięcie błony podstawnej → ułatwione przenikanie
 - Obniżenie sprawności klirensu → przedłużone zaleganie
 - Zwiększona podatność na nadkażenia
 - Utrata nabłonkowych mechanizmów enzymatycznych
 - Zwiększone uwalnianie cytokin po ekspozycji (Hackett 2011)
- Narażenie wewnątrz pomieszczeń (dym tytoniowy)
- Czynniki osobnicze: odmienności anatomiczne, otyłość, polimorfizmy (np. *cSHMT*, *FGB*)
- Przyjmowane leki
- Warunki pogodowe (wilgotność powietrza, ...)
- Dieta (podaż antyoksydantów)
- Status ekonomiczny
- Płeć?? Czynniki etniczne??



Dzieci cechuje **zwiększona wrażliwość** na czynniki szkodliwe, w szczególności zanieczyszczenia powietrza

- Krótsze i węższe drogi oddechowe (łatwiejsza depozycja)
- Niedojrzałość
 - Układ oddechowy w trakcie rozwoju (do ~3–8. roku życia)
 - Niedojrzałość układu immunologicznego (⇒ większa częstość/ciężkość infekcji)
 - Niedojrzałe systemy detoksykacji
- Większa wentylacja minutowa w przeliczeniu na kg masy ciała w porównaniu z dorosłymi
- ⇒ **większa depozycja:**
 - na kg masy ciała
 - na jednostkę powierzchni
 - na jednostkę objętości
- Zachowanie:
 - Drogi oddechowe nisko
 - Częste oddychanie przez usta (zwłaszcza w schorzeniach górnych dróg oddechowych oraz podczas wysiłku)
 - nieskuteczna filtracja cząstek w przewodach nosowych ⇒ wzrost depozycji cząstek w dolnych drogach oddechowych
 - Znaczna aktywność fizyczna
 - Dużo czasu na zewnątrz (część dzieci)
- **Długi prognozowany czas przeżycia** (możliwość wystąpienia niekorzystnych efektów nawet po wielu latach od ekspozycji)

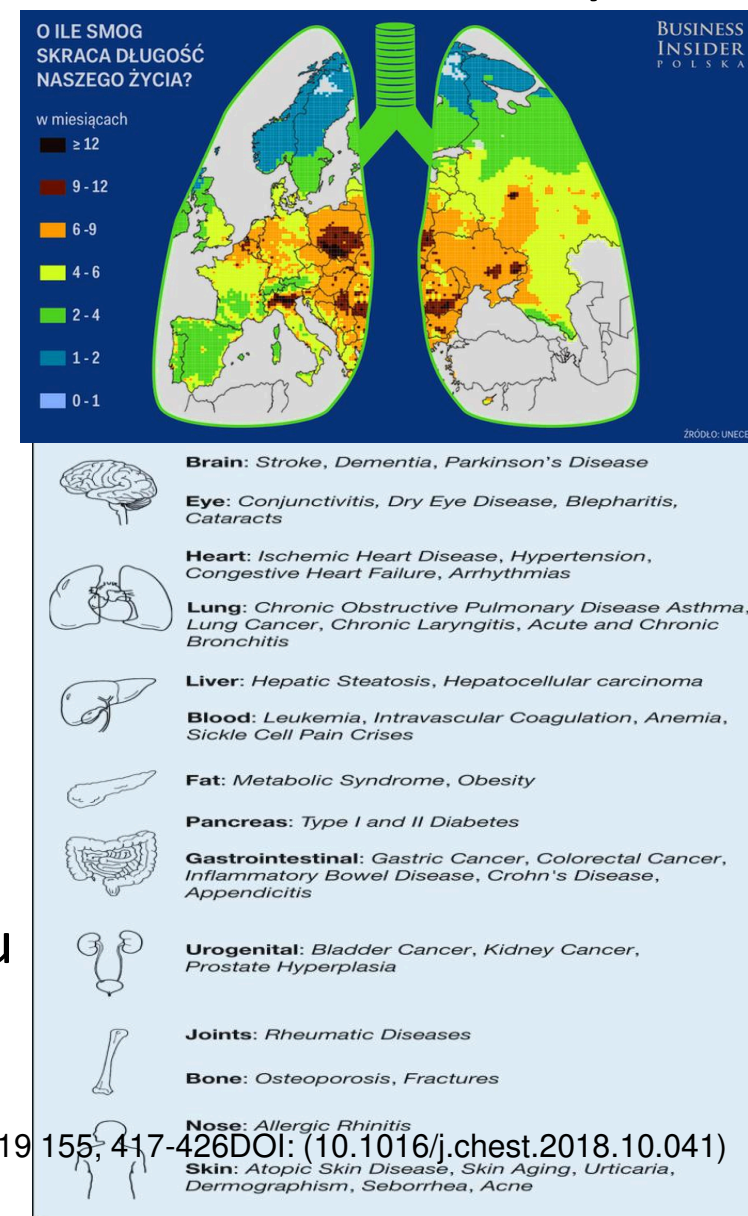
Early Environments, Lasting Effects: Air Pollution, Microbes, and Respiratory Infection Risk in Children

Olivia H. Rice¹ | Lisa A. Miller^{1,2} 

SKŁADOWE ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA		POCHODZENIE	SKUTKI DLA ORGANIZMU
Pyły zawieszone	bardzo grube (średnica > 10 µm)	<ul style="list-style-type: none"> prace mechaniczne (np. budownictwo, rozbiórki) 	<ul style="list-style-type: none"> depozycja: jama nosowa - są zagrożeniem dla osób przebywających w pobliżu źródła emisji
	grube (średnica ≤ 10 µm) PM 10 drobne (średnica ≤ 2,5 µm) PM 2,5	<ul style="list-style-type: none"> drobiny mineralne (spalanie paliw, prace konstrukcyjne - np. wyburzanie) drobiny biologiczne (pyłki roślin, zarodniki grzybów) 	<ul style="list-style-type: none"> depozycja: górne i dolne drogi oddechowe im mniejsza średnica tym głębiej wnikają usuwane przez kaszel i ruch rzęsek fagocytoza i utylizacja
	ultradrobne PM_{0,1} (średnica ≤ 0,1 µm)	<ul style="list-style-type: none"> spalanie drewna i paliw kopalnych prace rolne procesy przemysłowe 	
		<ul style="list-style-type: none"> spalanie 	<ul style="list-style-type: none"> przenikają ściany pęcherzyków → krwioobieg → narządy odległe
Nieorganiczne substancje gazowe	SO_x tlenki siarki (najistotniejszy SO₂)	<ul style="list-style-type: none"> spalanie zanieczyszczonych siarką paliw (węgiel, paliwa płynne) 	wysoka rozpuszczalność błyskawiczne wchłanianie przez śluzówki górnych dróg oddechowych
	NO_x tlenki azotu (NO₂ – najistotniejszy; marker zanieczyszczeń wynikających z ruchu drogowego)	<ul style="list-style-type: none"> spalanie paliw płynnych (zwłaszcza silnikowych) 	słaba rozpuszczalność górne i dolne drogi oddechowe
	ozon (O₃)	Reakcje fotochemiczne produktów spalania $NO_x/CO/VOC + UV \Rightarrow O_3$	niska rozpuszczalność górne i dolne drogi oddechowe stres oksydacyjny
	tlenki węgla (CO₂ i CO)	CO - efekty swoiste	
Związki organiczne	węglowodory aromatyczne (m.in. dioksyny, benzen, benzo(a)piren, naftalen, aldehydy)	ZANIECZYSZCZENIA TOKSYCZNE (działanie rakotwórcze i teratogenne)	

Podsumujmy: zanieczyszczenia a układ oddechowy

- Wyzwalają / nasilają **dolegliwości** (kaszel, świsty)
- Zwiększają **podatność na infekcje**
- Wyzwalają **zaostrzenia** chorób przewlekłych (zwłaszcza astmy)
- **Prowadzą do obniżenia wskaźników czynności układu oddechowego**
- U narażonych w przyszłości można obawiać się wzrostu zachorowalności na POChP, nowotwory (*adeonocarcinoma*), choroby alergiczne (NO₂ i inne składniki spalin)
- Dzieci cechuje zwiększona wrażliwość na zanieczyszczenia powietrza
- Wieloletnia ekspozycja zwiększa ryzyko negatywnego wpływu zanieczyszczeń na stan innych układów – krążenia, nerwowego, itd.



Dean E. Schraufnagel i wsp. Air Pollution and Noncommunicable Diseases. CHEST 2019; 155: 417-426 DOI: (10.1016/j.chest.2018.10.041)

PM_{2.5}, O₃ and survival gains from China's clean air actions among patients with lung cancer: a 20-year registry-based cohort study in Beijing

 Lei Yang^{1, 2, 3},  Ning Kang⁴,  Tao Xue^{4, 5}, Ning Wang¹, Shuo Liu¹, Huichao Li¹, Xi Zhang¹, Lili Cao¹, Xiaolin Ma³, Shaohua Ma⁶, Jiafu Ji⁷,  Tong Zhu⁸

Results Both PM_{2.5} and O₃ were associated with increased HRs of 1.111 for PM_{2.5} (95% CI 1.083 to 1.140) and 1.011 for O₃ per 10 µg/m³ increase. A significant multiplicative interaction was observed between PM_{2.5} and O₃. Significant positive interactions mainly occurring at 2022, reductions in pre-diagnosis PM_{2.5} exposure were associated with 1.1 deaths and a 7.8-month increase in 5-year EEL. However, approximately 40% of these benefits.

Zgromadzone dane wykazały, że oba czynniki niezależnie pogarszają rokowanie chorych: każdy wzrost stężenia pyłów PM_{2.5} o 10 mikrogramów na metr sześcienny wiązał się z 11-procentowym wzrostem ryzyka zgonu, a identyczny przyrost stężenia ozonu podnosił to ryzyko o niespełna 12 proc. Co kluczowe, oba zanieczyszczenia wzajemnie potęgowały swoje szkodliwe działanie, szczególnie przy wysokich stężeniach ozonu przekraczających 105 mikrogramów na metr sześcienny. W latach 2016–2022 spadek narażenia na pyły PM_{2.5} pozwolił uniknąć ponad 13 tys. przedwczesnych zgonów i wydłużył oczekiwaną 5-letnią długość życia pacjentów średnio o niemal 8 miesięcy, jednak równoczesny wzrost stężenia ozonu oraz jego toksyczna interakcja z pyłami zniwelowały około 40 proc. tych korzyści.

Związki narażenia na zanieczyszczenia powietrza z chorobami układu oddechowego

Prawdopodobieństwo związków przyczynowo - skutkowych **bardzo wysokie:**

- **Wyzwalanie objawów** (wzrost chorobowości) przez działanie drażniące
 - Zaostrzenia chorób przewlekłych (w tym hospitalizacje)
- **Podatność na infekcje**
- **Wzrost umieralności**
- **Niektóre nowotwory** (np. gruczolakorak)

Prawdopodobieństwo związków przyczynowo - skutkowych **umiarkowane:**

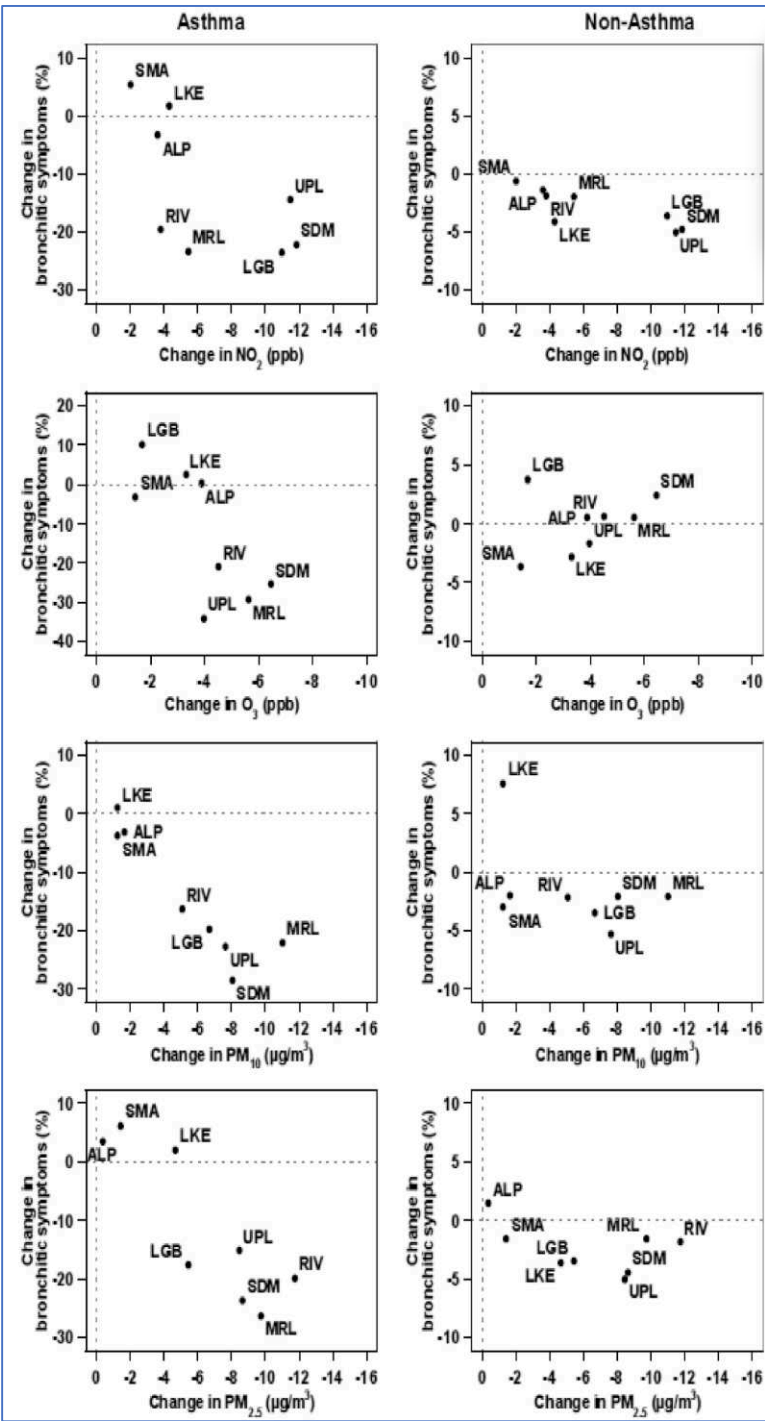
- Nasilanie stanu zapalnego
- Obniżona czynność płuc
- Wzrost zachorowalności na astmę i POChP

Prawdopodobieństwo związków przyczynowo - skutkowych **mierne:**

- Spowalnianie tempa wzrastania układu oddechowego
- Nasilenie reaktywności oskrzeli i odpowiedzi na alergen

Association of Changes in Air Quality with Bronchitic Symptoms in Children in California, 1993–2012

Berhane K JAMA 2016



3 kohorty dzieci z Płd. Kalifornii,
n=4602, 5 – 18 lat
Analiza występowania objawów
przewlekłego zapalenia oskrzeli (kaszlu
>3 m-cy) i zmian stężenia zanieczyszczeń

Redukcja zanieczyszczeń
wiązała się ze zmniejszeniem
częstości kaszlu – znacznie
większą wśród dzieci z astmą



Dziękuję za
uwagę



To jest Steven Spielberg. Steven jest
zdeklarowanym aktywistą klimatycznym



Jego prywatny odrzutowiec emituje
więcej CO₂ podczas jednego lotu niż
twój samochód przez całe twoje życie,
ale Steven uważa, że twój samochód
powoduje zmiany klimatu