



Effetti dell' inquinamento atmosferico sui bambini

21 ottobre 2023, Sansepolco (AR)

Giacomo Toffol – Laura Reali

ISDE

Associazione Culturale Pediatri

gitoffol@gmail.com

Secondo l' Organizzazione Mondiale della Sanità (1)

- Il 93% dei bambini vive in ambienti con livelli di inquinamento dell'aria superiori a quelli raccomandati dall'OMS
- Nel 2016 circa 543 000 morti in bambini sotto i 5 anni erano attribuibili all'inquinamento dell'aria
- Le conseguenze della esposizione dei bambini, possono portare a malattie che durano tutta la vita
- I bambini sono più suscettibili degli adulti agli effetti dell'inquinamento atmosferico



AIR POLLUTION AND
CHILD HEALTH

Prescribing clean air

SUMMARY



WHO IS MOST IMPACTED BY AIR POLLUTION?

Children
Pneumonia is the leading cause of death in children under five years of age. Air pollution is a major risk factor.

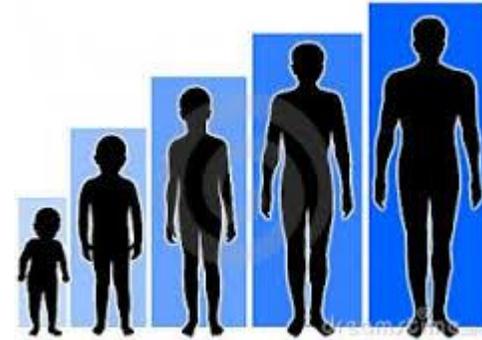
Women
Women working in smoky kitchens are exposed to high levels of household air pollution.

Outdoor workers
People who work outdoors, such as street vendors and traffic officers, are affected by air pollution.

CLEAN AIR FOR HEALTH #AirPollution

Fattori biologici, comportamentali e ambientali che rendono i bambini più suscettibili

1. Finestre di suscettibilità
2. Metabolismo immaturo
3. Maggiore esposizione
4. Bioaccumulazione intergenerazionale

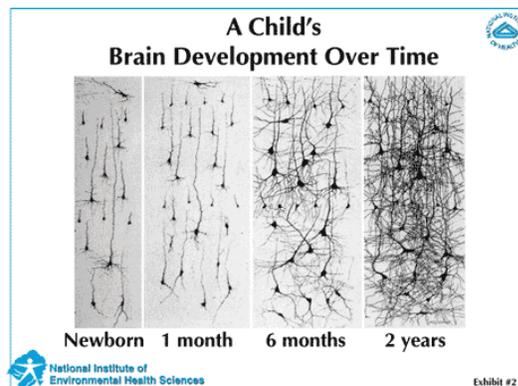


1) Finestre di suscettibilità

- Durante il ciclo vitale ogni organismo attraversa delle fasi con diversa suscettibilità agli stimoli esterni.
- Le fasi di maggior suscettibilità agli eventi sono quelle con maggior velocità di crescita di organi e tessuti .
- Periodo fetale e primi anni di vita
- Periodo di sviluppo puberale

Età di maggior suscettibilità

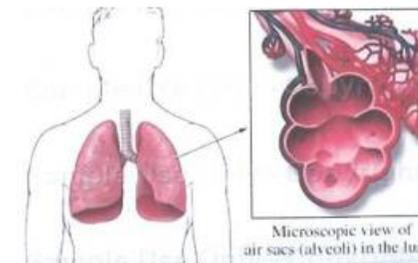
- Nell' embrione: rapido sviluppo di cellule e organi
(mutazioni ed anomalie congenite)
- Nel primo anno di vita: sviluppo del Sistema Nervoso Centrale
(danni neurologici permanenti)
- Nei primi 5 anni di vita: sviluppo alveoli polmonari
(patologie respiratorie)



Lo sviluppo del polmone

L'85% degli alveoli si sviluppa e si moltiplica dopo la nascita fino all'età di 5 - 6 anni.

Alla nascita 50 milioni di alveoli
A 8 anni 400 - 600 milioni di alveoli



(Baraldi E. La spirometria del bambino in ambulatorio. Padova 2004)

2) Immaturità metabolica

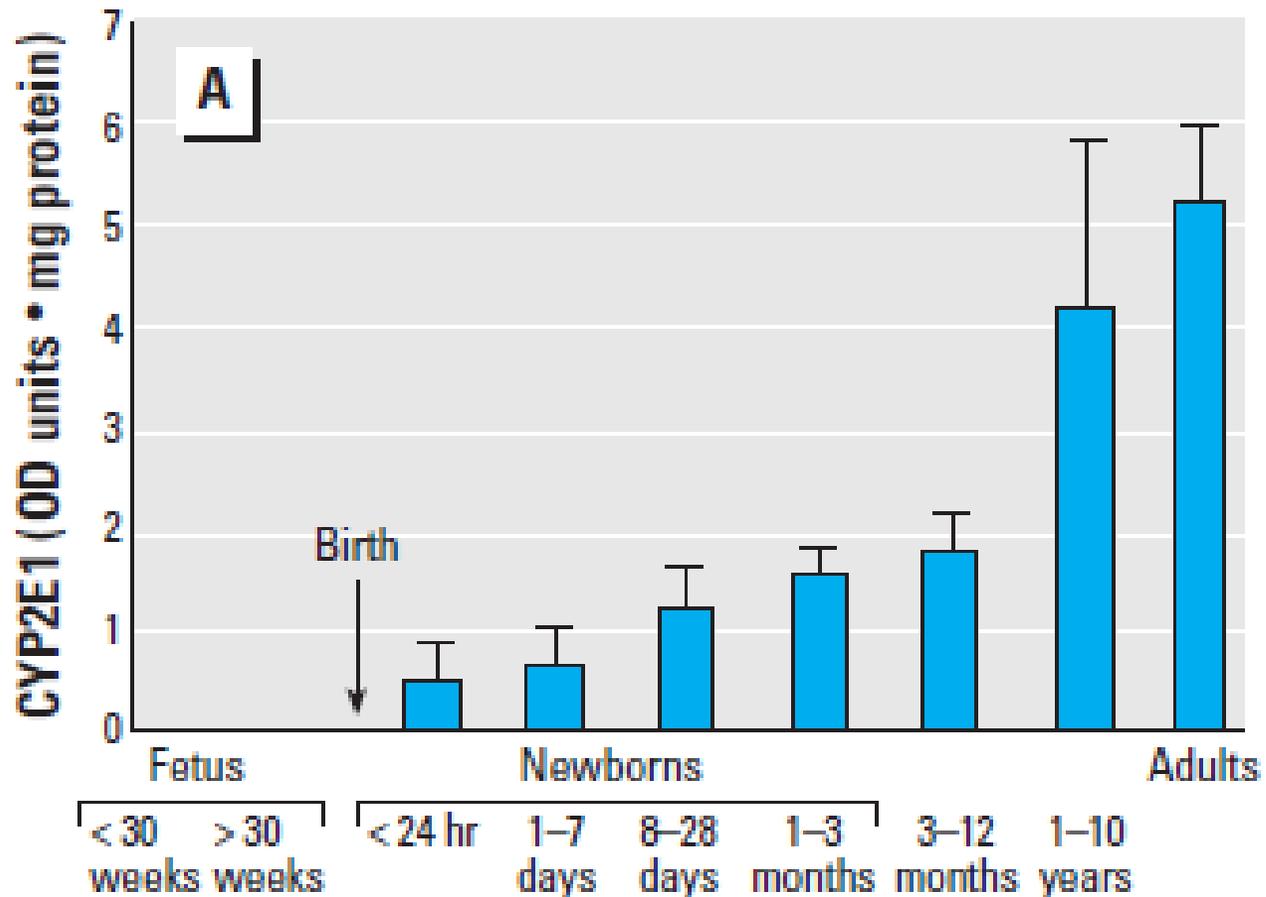
La capacità di metabolizzare ed eliminare sostanze chimiche è generalmente più bassa durante la vita fetale e nei primi mesi postnatali.

La maggior parte degli enzimi noti ha livelli molto bassi nel feto.⁽²⁾

L'attività enzimatica inizia ad aumentare alla fine della gestazione o subito dopo la nascita, raggiungendo livelli simili a quelli dell'individuo adulto

- dopo poche settimane (es. citocromo CYP3A4/5),
- dopo pochi mesi (es. glucuronidasi)
- o anche dopo anni dalla nascita (es. citocromi CYP1A2 e CYP2E1)

Esempio di metabolismo immaturo: il citocromo CYP2E1



Il CYP2E1, isoenzima del citocromo P450 a livello epatico, è coinvolto nella trasformazione del benzene, dell'etanolo, e delle nitrosamine.

3) Maggiore esposizione

I bambini hanno una maggior esposizione agli inquinanti perché:

Hanno una aspettativa di vita maggiore e quindi più tempo più tempo per contaminarsi e sviluppare malattie croniche che necessitano di molti anni per manifestarsi (es. carcinoma polmonare, tumori della pelle, melanoma, carcinoma della vagina).

A parità di peso corporeo hanno maggiori scambi con l'esterno.

Differenze bambino- adulto negli scambi con l'ambiente

	Bambino < 1 aa	Adulto	Ratio
Aria	0.44m³/kg-die	0.19m³/kg/die	2.3
Liquidi	161 g/kg- die	33.5 g/kg/die	4.8
Cibo	140 g/kg- die	23 g/kg/die	6.1

3) Maggiore esposizione

Hanno maggior contatto con il suolo (gattonano, portano spesso gli oggetti alla bocca...)

Sono più bassi e l'aria che respirano contiene, per effetto della gravità, un maggior numero di inquinanti.

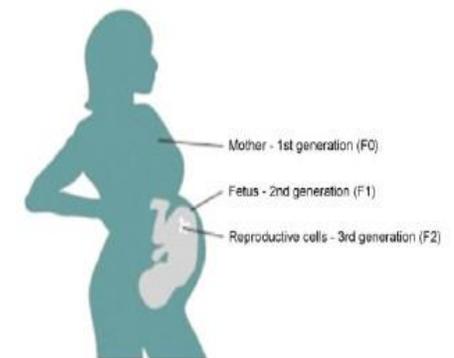


4) Bioaccumulazione intergenerazionale

- Molti chimici sono trasmessi da madre a figlio:

Pesticidi, combustibili fossili, sottoprodotti chimici, ritardanti di fiamma, metalli pesanti e composti organici volatili possono essere trasmessi attraverso la placenta e mediante l'allattamento. ⁽⁴⁾

- L'esposizione ambientale può avere effetti epigenetici e determinare alterazioni che si manifestano nelle generazioni successive



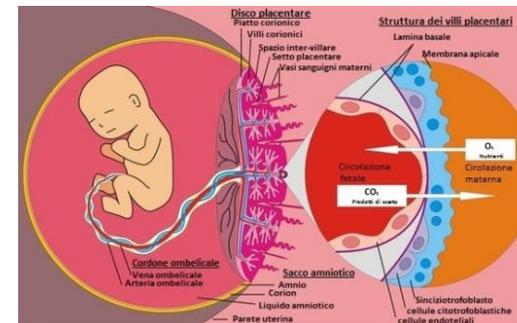
Effetti sulla salute nel periodo neonatale

- in particolare per l'esposizione materna a

PM, SO₂, NO_x, O₃ e CO

- Iperensione in gravidanza
- basso peso alla nascita
- parto prematuro
- Natimortalità

- ipertensione gravidica e ipossia cronica della placenta



Effetti sulla salute

Acuti

- legati a rapide variazioni dell'esposizione: (incrementi della concentrazione giornaliera degli inquinanti), con latenza breve (0 – 5 giorni dall'esposizione)



Studi di serie temporali o crossover

• Cronici

- associati ad esposizioni prolungate nel tempo (medie annuali dell'inquinante) che si manifestano a lunga distanza dall'esposizione (da 1 a 10 + anni)



Studi di coorte

Effetti sulla salute per esposizione acuta

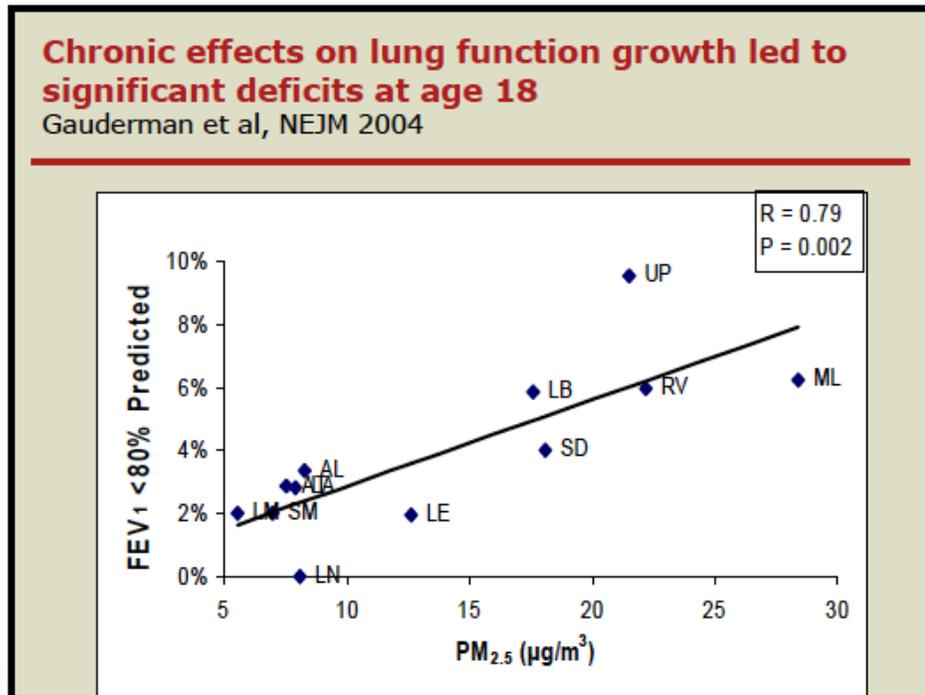
- Aumento infezioni di alte e basse vie respiratorie
- Aumento dei ricoveri per asma
- Aumento mortalità dell'1.66%, tre volte di più che nella popolazione generale (5)



Effetti dell'esposizione cronica

Alterazione della funzionalità polmonare (6,7)

- l'esposizione all'inquinamento atmosferico danneggia la funzionalità polmonare dei bambini e ne ostacola la crescita, anche a bassi livelli di esposizione.

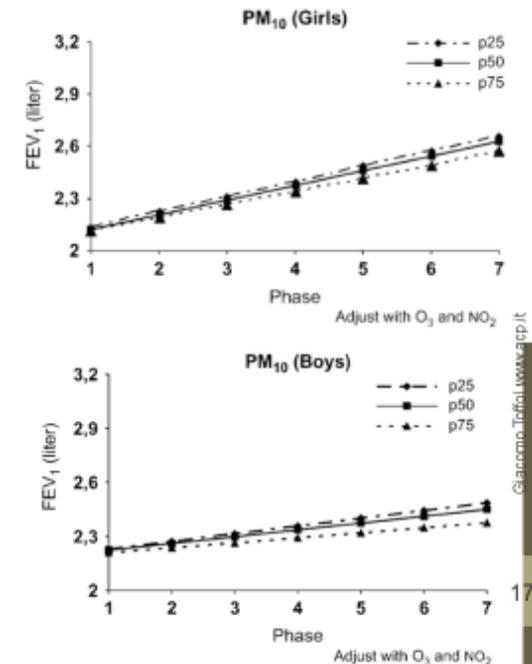


Funzionalità polmonare

Studio di coorte prospettico
Esposizione a
PM₁₀, NO₂ e O₃.
3170 alunni non asmatici
spirometrie per 3 anni

deficit di crescita di
FVC e FEV₁

Lung Function Growth in Children with Long-Term
Exposure to Air Pollutants in Mexico City
Am J Respir Crit Care Med Vol 176, pp 377-384, 2007



Effetti dell'esposizione cronica

Asma ⁽⁸⁾

- gli agenti inquinanti respirati esacerbano l'asma infantile.
- l'esposizione agli inquinanti dell'aria aumenta il rischio di sviluppare asma nei bambini

Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study.

McConnell R. The Lancet 2002; 359: 386-391

	Low ozone communities		High ozone communities	
	N (incidence)*	RR (95% CI)	N (incidence)*	RR (95% CI)
Number of sports played				
0	58 (0.027)	1.0	46 (0.018)	1.0
1	50 (0.033)	1.3 (0.9-1.9)	40 (0.021)	1.3 (0.8-2.0)
2	20 (0.023)	0.8 (0.5-1.4)	16 (0.020)	1.3 (0.7-2.3)
≥3	9 (0.019)	0.8 (0.4-1.6)	20 (0.050)	3.3 (1.9-5.8)

N=number of cases of asthma; RR=relative risk, adjusted for ethnic origin, and for stratified baseline hazards by sex and age group. *Denominator=person-years of follow-up.

Effetti dell'esposizione cronica

Cancro

- C'è una sostanziale evidenza che l'esposizione all'inquinamento dovuto a traffico sia associato con incremento del rischio di leucemia infantile. ⁽⁹⁾
- Negli adulti: Esistono prove sufficienti che l'inquinamento atmosferico e il particolato siano cancerogeni per gli esseri umani. (sufficient evidence) ⁽¹⁰⁾
- IARC-Monografia n. 109 «Ambient air pollution». 2013
- Per ogni incremento di 10 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ di PM 10 presenti nell'aria aumenta il rischio di tumore al polmone di circa il 22%. ⁽¹¹⁾

Effetti dell'esposizione cronica

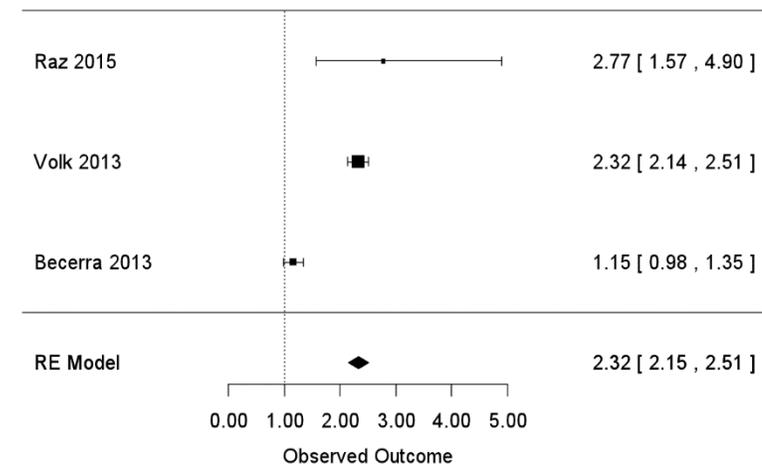
Neurosviluppo

- L'esposizione prenatale e postnatale all'inquinamento atmosferico possono influenzare negativamente il neurosviluppo, portare a risultati inferiori nei test cognitivi e influenzare lo sviluppo di disturbi comportamentali come i disturbi dello spettro autistico e il disturbo da deficit di attenzione e iperattività. ⁽¹²⁾

RESEARCH ARTICLE

A Systematic Review and Meta-Analysis of Multiple Airborne Pollutants and Autism Spectrum Disorder

Juleen Lam^{1*}, Patrice Sutton², Amy Kalkbrenner³, Gayle Windham⁴, Alycia Halladay^{5,6}, Erica Koustas⁷, Cindy Lawler⁸, Lisette Davidson⁹, Natalyn Daniels¹⁰, Craig Newschaffer¹¹, Tracey Woodruff¹²



Effetti dell'esposizione cronica

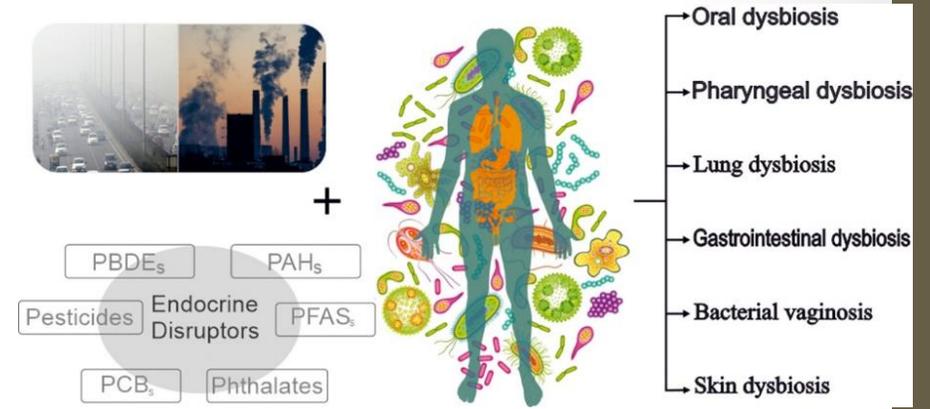
Molti inquinanti atmosferici sono interferenti endocrini

- POPs (inquinanti organici persistenti): diossine
- Idrocarburi policiclici aromatici: benzo(a)pirene
- Metalli e metalloidi: piombo

Tra gli effetti possibili:

- Infertilità, riduzione del numero di spermatozoi
- Disturbi della pubertà
- Tumori ormono- dipendenti (testicolo, seno, prostata)
- Difetti congeniti, criptorchidismo e ipospadia
- Alterazioni delle funzioni intellettuali e del funzionamento del SNC

L'esposizione agli inquinanti può modificare la ricchezza e la composizione del microbioma intestinale

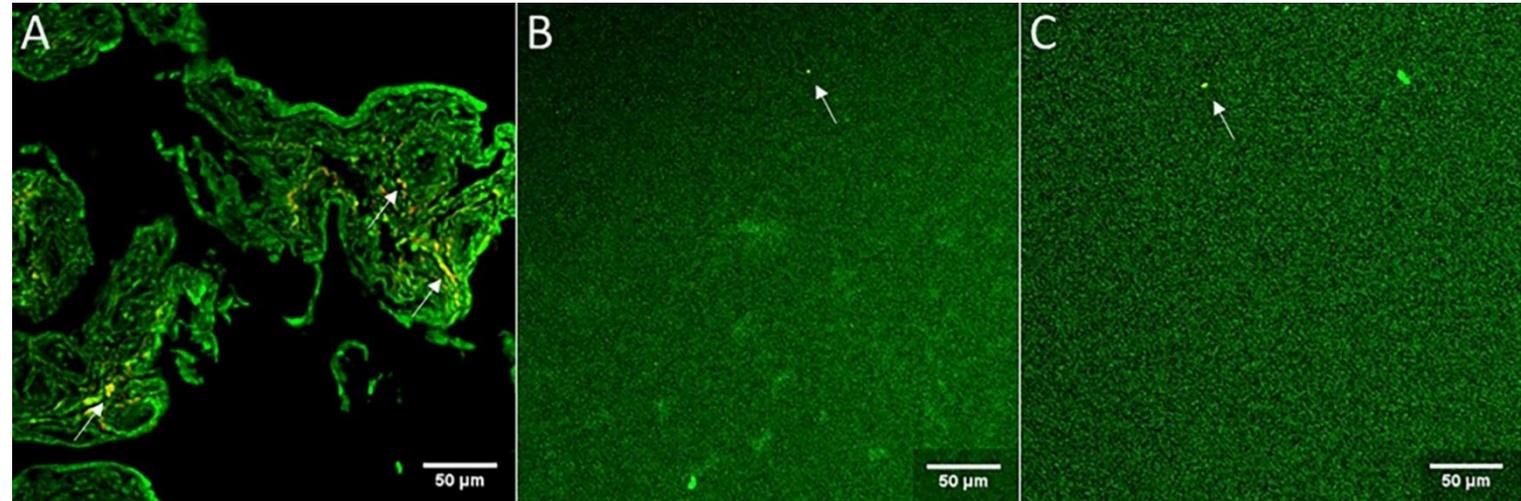


Particelle di Black Carbon in

A . tessuto placentare

B . sangue del cordone ombelicale

C . urina.



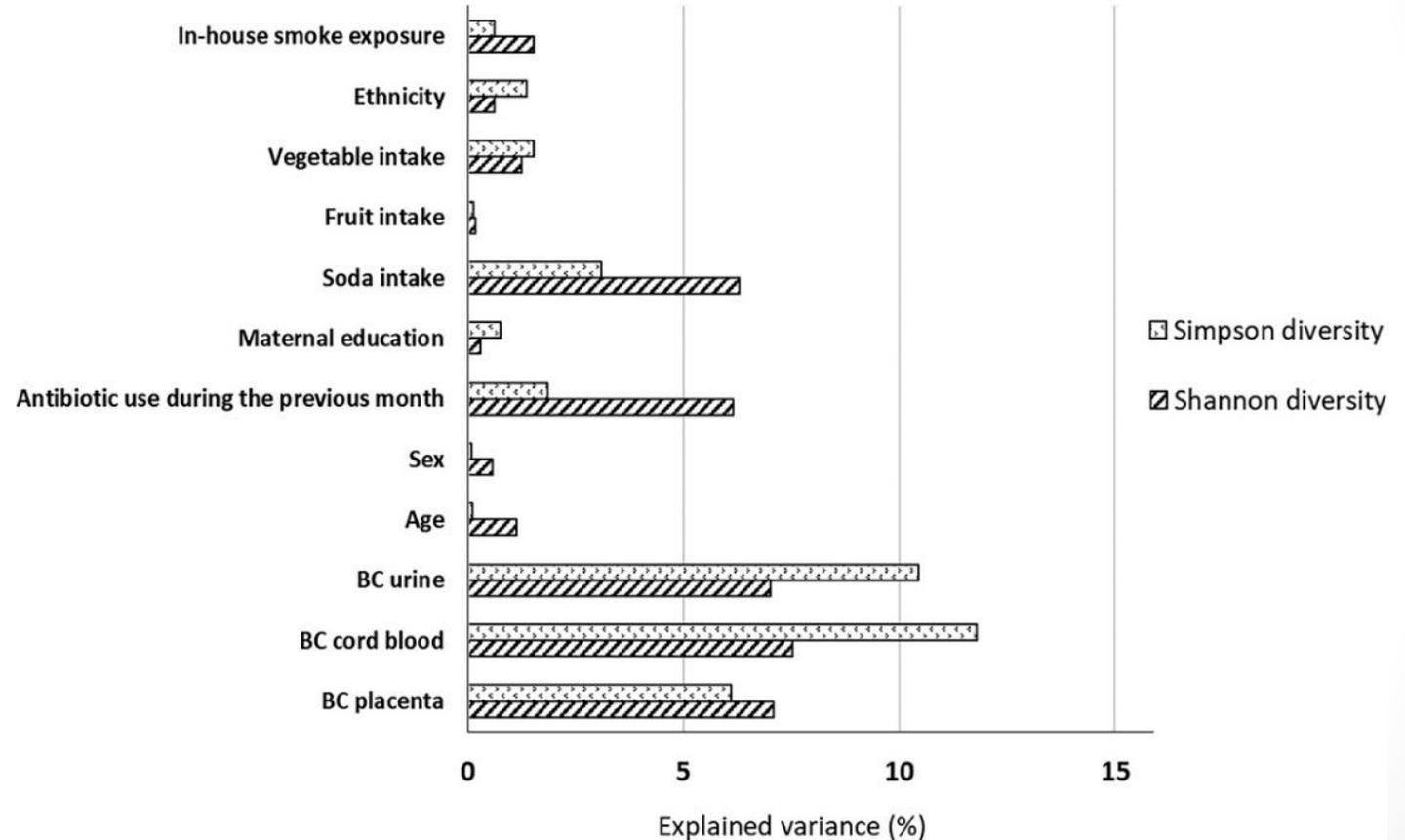
VAN PEE, Thessa, et al. Accumulation of Black Carbon Particles in Placenta, Cord Blood, and Childhood Urine in Association with the Intestinal Microbiome Diversity and Composition in Four-to Six-Year-Old Children in the ENVIR ON AGE Birth Cohort. *Environmental Health Perspectives*, 2023, 131.1: 017010.

MOUSAVI, Sayed Esmail, et al. Air pollution and endocrine disruptors induce human microbiome imbalances: A systematic review of recent evidence and possible biological mechanisms. *Science of The Total Environment*, 2022, 816: 151654.

L'esposizione agli inquinanti può modificare la ricchezza e la composizione del microbioma intestinale

Gli indici di diversità batterica sono inversamente associati sia all'esposizione prenatale che all'esposizione postnatale. (13,14)

Tale modificazione potrebbe aumentare l'incidenza di molte patologie.



Cosa possiamo fare

HANNO SOTTOSCRITTO E ADERITO AL DOCUMENTO DI CONSENSO:

Associazione Culturale
Pediatri (ACP)



Federazione Italiana
Medici Pediatri (FIMP)



Ambiente e primi 1000 giorni



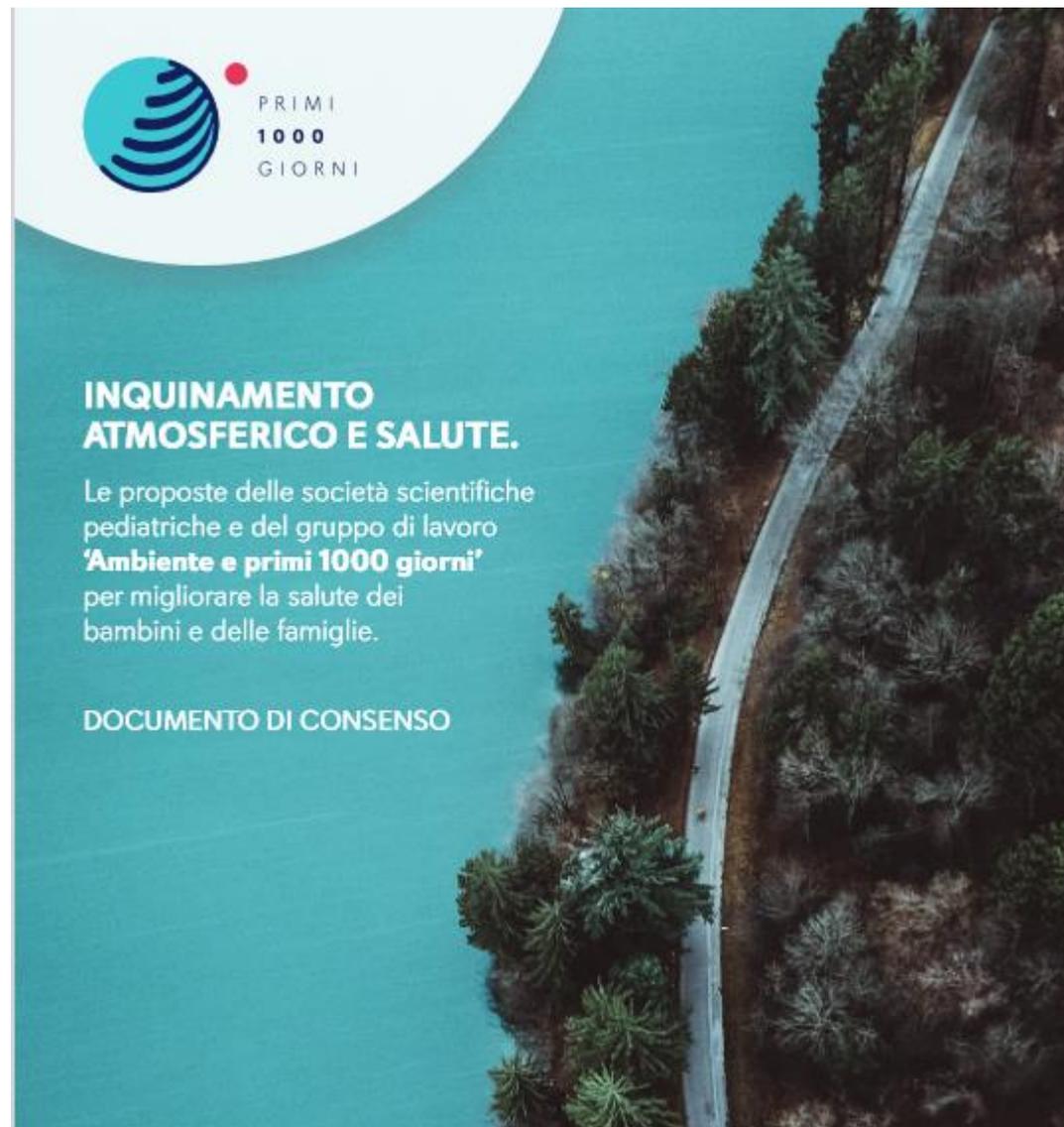
Società Italiana di
Medicina Perinatale (SIMP)



Società Italiana di
Neonatologia (SIN)



Società Italiana
di Pediatria (SIP)



Grazie per l'attenzione

Bibliografia essenziale

1. Air pollution and Child Health: prescribing clean air. World Health Organization. 2018. <https://www.who.int/publications/i/item/air-pollution-and-child-health>
2. FELTER, Susan P., et al. Assessment of health risks resulting from early-life exposures: Are current chemical toxicity testing protocols and risk assessment methods adequate?. *Critical reviews in toxicology*, 2015, 45.3: 219-244.
3. GUZELIAN, Philip S.; HENRY, Carol J.; OLIN, Stephen S. Similarities and differences between children and adults. ILSI Press/International Life Sciences Institute, 1992.
4. Walkowiak J et al. Environmental exposure to polychlorinated biphenyls and quality of the home environment: effects on psychodevelopment in early childhood. *Lancet*. 2001 Nov 10;358(9293):1602-7.
5. VALENT, Francesca, et al. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe. *The Lancet*, 2004, 363.9426: 2032-2039.
6. GAUDERMAN, W. James, et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *New England Journal of Medicine*, 2004, 351.11: 1057-1067.
7. ROJAS-MARTINEZ, Rosalba, et al. Lung function growth in children with long-term exposure to air pollutants in Mexico City. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 2007, 176.4: 377-384.
8. MCCONNELL, Rob, et al. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *The Lancet*, 2002, 359.9304: 386-391.
9. FILIPPINI, Tommaso, et al. Association between outdoor air pollution and childhood leukemia: a systematic review and dose–response meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 2019, 127.4: 046002.
10. Outdoor Air Pollution IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 109
11. Raaschou-Nielsen O, Andersen ZJ, Beelen R et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol* 2013 Aug;14(9):813-22. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70279-1
12. LAM, Juleen, et al. A systematic review and meta-analysis of multiple airborne pollutants and autism spectrum disorder. *PloS one*, 2016, 11.9: e0161851.
13. VAN PEE, Thessa, et al. Accumulation of Black Carbon Particles in Placenta, Cord Blood, and Childhood Urine in Association with the Intestinal Microbiome Diversity and Composition in Four-to Six-Year-Old Children in the ENVIR ON AGE Birth Cohort. *Environmental Health Perspectives*, 2023, 131.1: 017010.
14. MOUSAVI, Sayed Esmaeil, et al. Air pollution and endocrine disruptors induce human microbiome imbalances: A systematic review of recent evidence and possible biological mechanisms. *Science of The Total Environment*, 2022, 816: 151654.