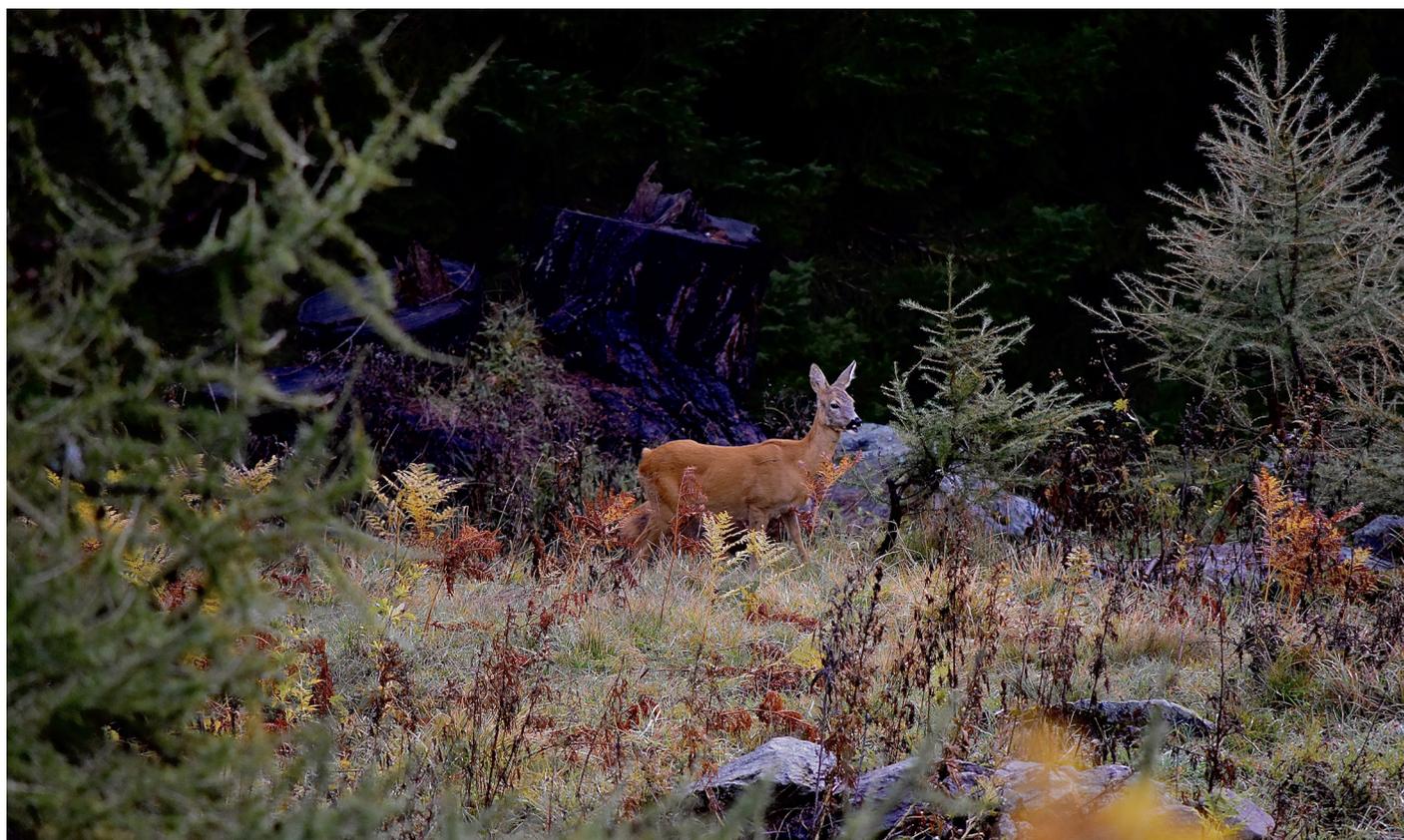


*A cura di Giacomo Toffol e Vincenza Briscioli  
Gruppo ACP Pediatri per Un Mondo Possibile*

Il 25 luglio, il Segretario Generale delle Nazioni Unite, Antonio Guterres, in conferenza stampa ha sottolineato l'urgenza e la pericolosità crescente delle temperature estreme, ormai divenute una realtà sempre più comune a livello globale. Nella penultima settimana di luglio, sono stati registrati i tre giorni più caldi mai documentati, un chiaro indicatore dell'intensificazione del riscaldamento globale che sta colpendo tutte le regioni del pianeta. Guterres ha sottolineato come la crisi climatica stia provocando un aumento delle ondate di calore mortali, con temperature che in alcune aree superano i 50 gradi Celsius, con gravi ripercussioni sulla salute pubblica, sull'economia e sulle disuguaglianze sociali. Ha quindi lanciato un appello globale per affrontare questa sfida in modo coordinato e immediato, concentrandosi su quattro priorità: la protezione delle persone più vulnerabili, la tutela dei lavoratori esposti a condizioni di calore estremo, il rafforzamento della resilienza di economie e società attraverso l'uso di dati e scienza, e l'affrontare alla radice la crisi climatica, riducendo l'uso di combustibili fossili e accelerando la transizione verso energie rinnovabili. Guterres ha infine ribadito la necessità di un'azione congiunta da parte di governi, settore privato e comunità internazionali per prevenire un ulteriore aggravarsi della situazione climatica. Emerge anche da alcuni articoli che segnaliamo in questo numero di ambiente e salute la necessità di azioni congiunte globali, che coinvolgano le comunità con l'adozione di misure preventive rigorose a tutela della salute infantile a lungo termine. In questa rivista continuiamo a riassumere sinteticamente i principali articoli pubblicati nelle riviste monitorate, tutti gli articoli e gli editoriali ritenuti degni di attenzione vengono elencati divisi per argomento, con un sintetico commento. Questo numero si basa sul controllo sistematico delle pubblicazioni di maggio e giugno 2024.

During the press conference on extreme heat held on July 25, United Nations Secretary-General António Guterres underscored the urgency and growing danger posed by intensifying extreme temperatures, now a global reality. He highlighted how the hottest three days ever recorded occurred during the penultimate week of July, a clear indicator of the rapid global warming affecting all countries on the planet. Guterres emphasized that the climate crisis is increasing deadly heatwaves, with temperatures exceeding 50 degrees Celsius in various parts of the world, leading to severe consequences for public health, the economy, and social inequalities. The Secretary-General issued a global call to address this challenge immediately and in a coordinated manner, focusing on four priorities: protecting the most vulnerable, enhancing protections for workers exposed to extreme heat, boosting the resilience of economies and societies through the use of data and science, and reducing fossil fuels while increasing the transition to renewable energy. He concluded by stating that governments, businesses, and international communities must work together to prevent further exacerbation of the climate crisis. In this issue of "Environmental and Health," several articles have highlighted the importance of global joint actions, engaging communities, and adopting stringent preventive measures to protect long-term childhood health. We continue to summarize the main articles published in the monitored journals, all articles and editorials deemed worthy of attention are listed divided by topic, with a brief commentary. This issue is based on the systematic monitoring of publications in May and June 2024.



*"I colori autunnali" - Concorso fotografico "Noi siamo la Natura", 2023*

# Ambiente e Salute News

## Indice

### :: Cambiamento climatico

1. Interazione tra il cambiamento climatico e l'inquinamento atmosferico. Proiezione della mortalità attribuibile al particolato ambientale sotto i 5 anni in Asia meridionale
2. Ondate di calore e visite al pronto soccorso nel primo anno di vita. L'eterogeneità delle definizioni è ancora un problema
3. Cambiamenti climatici e salute dei bambini: costruire un futuro sano per ogni bambino (vedi approfondimento)

### :: Inquinamento atmosferico

1. Veicoli elettrici e salute: Una revisione esplorativa
2. Inquinamento atmosferico e rischio/ gravità dell'apnea ostruttiva del sonno: una revisione sistematica e metanalisi
3. Esposizione prenatale all'inquinamento atmosferico, metilazione del DNA placentare e potenziali effetti sugli esiti alla nascita: un'analisi di tre coorti prospettiche
4. Particelle ultrafini emesse dall'aviazione e salute respiratoria dei bambini
5. Esposizione prenatale a miscele di inquinanti atmosferici e peso alla nascita
6. Esposizione all'inquinamento durante i primi mille giorni e regolazione della lunghezza dei telomeri. Una revisione

### :: Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

1. Esposizione agli interferenti endocrini e grasso corporeo. Lo studio SELMA
2. Regolamentare i "forever chemicals": il concetto di uso essenziale e l'importanza dei dati sociali
3. Esposizione prenatale ai pesticidi di uso corrente e neurosviluppo dei bambini a un anno di età
4. Sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) e crescita fetale: uno studio nazionale basato sui registri PFAS nell'acqua potabile
5. Esposizione prenatale a sostanze per- e polifluoroalchiliche e problemi comportamentali
6. Variazione del trascrittoma placentare associata alla stagione, alla posizione e all'esposizione a piretroidi nelle donne thailandesi impegnate nel lavoro agricolo
7. Esposizione fetale a bisfenolo e ftalati e crescita nella prima infanzia
8. Esposizione ai parabeni e sviluppo neurologico nei bambini
9. Emissioni di microplastiche nelle cucine: una revisione (vedi approfondimento)
10. Nano e microplastiche. potenziali rischi per la salute umana
11. "Raggruppamento per sostanze chimiche": un nuovo metodo di valutazione degli inquinanti chimici e della vulnerabilità sociale in bambini e adolescenti

### :: Ambienti naturali

1. Esposizione alla natura nella gestione dell'ADHD nell'infanzia. Una revisione sistematica
2. Verde residenziale e incidenza dell'asma infantile in una coorte canadese
3. Composizione e configurazione degli spazi verdi e rinite allergica in età prescolare

### :: Psicologia ambientale

1. Percezione e rappresentazione della natura e sue implicazioni ai fini della transizione ecologica. Una revisione sistematica
2. Interventi che promuovono comportamenti pro-ambientali nei bambini: una metanalisi e un programma di ricerca
3. Eco-ansia e ansia climatica legate all'esposizione indiretta: Una revisione esplorativa della letteratura empirica
4. Agire in base a ciò che sentiamo: quali risposte emotive alla crisi climatica motivano l'azione per il clima
5. Solastalgia e stagione degli incendi estivi australiani

### :: Miscellanea

1. Il ruolo della biodiversità nello sviluppo dell'asma e della sensibilizzazione

- allergica. Una revisione delle conoscenze attuali
2. Analisi dell'esposoma dal periodo pre-concepimento nello sviluppo di eczema atopico, rinite e respiro sibilante nei bambini piccoli
3. Esposizione ambientale e salute infantile in Cina

### :: Approfondimenti

- Emissioni di microplastiche nelle cucine: una revisione (a cura di Annamaria Sapuppo)
- Cambiamenti climatici e salute dei bambini: costruire un futuro sano per ogni bambino (a cura di Angela Pasinato, Elena Uga)

### Riviste monitorate

- .. American Journal of Public Health
- .. American Journal of Respiratory and Critical Care medicine
- .. American Journal of Epidemiology
- .. Archives of Diseases in Childhood
- .. Brain & Development
- .. British Medical Journal
- .. Child: Care, Health and Development
- .. Environmental and Health
- .. Environmental Health Perspectives
- .. Environmental International
- .. Environmental Pollution
- .. Environmental Research
- .. Environmental Sciences Europe
- .. European Journal of Epidemiology
- .. International Journal of Environmental Research and Public Health
- .. International Journal of Epidemiology
- .. JAMA (Journal of American Medical Association)
- .. JAMA Pediatrics
- .. Journal of Environmental Psychology
- .. Journal of Epidemiology and Community Health
- .. Journal of Pediatrics
- .. NeuroToxicology
- .. Neurotoxicology and Teratology
- .. New England Journal of Medicine
- .. Pediatrics
- .. The Lancet

### Revisione delle riviste e testi a cura di:

Vincenza Briscioli, Laura Brusadin, Sabrina Bulgarelli, Maria Francesca Manusia, Ilaria Mariotti, Federico Marolla, Angela Pasinato, Sabrina Persia, Laura Reali, Maria Francesca Romano, Annamaria Sapuppo, Vittorio Scoppola, Laura Todesco, Mara Tommasi, Giacomo Toffol, Elena Uga, Anna Valori.

### Pediatri per Un Mondo Possibile

Gruppo di studio sulle patologie correlate all'inquinamento ambientale dell'Associazione Culturale Pediatri (ACP)  
mail: [pump@acp.it](mailto:pump@acp.it)

### Cosa aggiungono questi studi: indicazioni pratiche

- L'esposizione prenatale a sostanze chimiche come PFAS, interferenti endocrini, bisfenoli, ftalati e pesticidi può avere significativi effetti negativi sulla salute e lo sviluppo dei bambini, aumentando il rischio di obesità, problemi comportamentali, e disturbi neuromotori. È essenziale integrare i dati sociali nel processo decisionale per regolamentare efficacemente queste sostanze, coinvolgendo le comunità e adottando misure preventive rigorose per proteggere la salute infantile a lungo termine e promuovere la sostenibilità ambientale.
- L'inquinamento atmosferico, incluso quello derivante dalle emissioni del traffico, dell'aviazione e dell'industria, ha un impatto significativo sulla salute, in particolare per i bambini e le donne in gravidanza. È cruciale adottare politiche più rigorose per ridurre l'esposizione a questi inquinanti, proteggendo così la gravidanza e la salute respiratoria e prevenendo l'invecchiamento precoce delle cellule. Inoltre, l'adozione su larga scala di veicoli elettrici potrebbe offrire importanti benefici per la salute pubblica, migliorando la qualità dell'aria e riducendo lo stress ambientale.
- Le microplastiche rappresentano un rischio significativo per la salute umana a causa del loro potenziale citotossico e genotossico. Sono necessaria regolamentazioni più severe e soluzioni biodegradabili per ridurre l'esposizione a queste particelle. A livello domestico, adottare pratiche come l'uso di utensili non plastici e la sostituzione regolare degli utensili può contribuire in modo significativo a proteggere la salute, riducendo l'ingestione di microplastiche.
- La transizione ecologica deve considerare la natura non solo come un'entità fisica, ma anche come una costruzione socio-culturale, integrando le diverse visioni per promuovere giustizia ambientale e sostenibilità. Vivere vicino a spazi verdi e incorporare la natura negli ambienti educativi può migliorare significativamente la salute respiratoria e lo sviluppo cognitivo dei bambini. Inoltre, educare i giovani a comportamenti pro-ambientali fin dall'infanzia e affrontare l'eco-ansia in modo costruttivo sono passi fondamentali per garantire un futuro sostenibile e migliorare la qualità della vita delle prossime generazioni.

## Cambiamento climatico

### 1. Interazione tra il cambiamento climatico e l'inquinamento atmosferico. Proiezione della mortalità attribuibile al particolato ambientale sotto i 5 anni in Asia meridionale

Questo studio esamina l'interazione tra il cambiamento climatico e l'inquinamento atmosferico, focalizzandosi in particolare sull'impatto del particolato fine ( $PM_{2.5}$ ) sulla mortalità infantile sotto i cinque anni in Asia meridionale. Utilizzando modelli climatici avanzati e dati epidemiologici, gli autori proiettano i tassi di mortalità attribuibili all'esposizione a  $PM_{2.5}$  nei prossimi decenni. Afganistan, Bangladesh, Bhutan, India, Maldive, Nepal, Pakistan e Sri Lanka hanno presentato un significativo aumento di concentrazione di  $PM_{2.5}$  a causa dell'urbanizzazione non pianificata, della rapida industrializzazione e dell'uso di combustibile fossile. Il cambiamento climatico influenza l'inquinamento da  $PM_{2.5}$ , rappresenta una sfida importante per il futuro di que-

ste popolazioni. Ricavando da precedenti revisioni il livello di rischio di concentrazione teorico minimo del  $PM_{2.5}$ , gli autori hanno collegato questa funzione di rischio alle concentrazioni annuali di  $PM_{2.5}$  ricavate da modelli atmosferici per proiettare la mortalità sotto i 5 anni dal 2010 al 2049 in 7 scenari di mitigazione del cambiamento climatico. I due scenari principali erano rappresentati da: "End-of-Pipe (EoP) only", dove i dispositivi per rimuovere SLCP [Short-Lived Climate Pollutants (Metano-Ozono troposferico-Carbonio nero-Idrofluorocarburi)] sarebbero installati direttamente alle fonti di emissione a valle dei processi produttivi; e da "EoP and 2°C target", dove gli scenari EoP venivano implementati a misure per limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C. I risultati hanno mostrato che, nel periodo 2010-2014, circa 306.8 mila decessi sotto i 5 anni attribuibili al  $PM_{2.5}$  si sono verificati nell'Asia meridionale nello scenario di riferimento. Si prevede che il numero di decessi aumenterà nel 2045-2049 del 36.6 % nello stesso scenario e di 7.7 % nello scenario in cui le misure EoP sarebbero parzialmente attuate dai paesi in via di sviluppo (EoPmid). La diminuzione più significativa (81.2%) si verificherebbe nello scenario in cui le misure EoP sarebbero pienamente rafforzate insieme alle misure per raggiungere l'obiettivo di 2°C (EoP-maxCCSBLD) in tutta l'Asia meridionale. Questo studio sebbene con alcuni limiti rappresenta un riferimento per i governi per attuare delle politiche di salute pubblica a favore del sostegno ambientale.

° Anita WM et al: Interplay of Climate Change and Air Pollution-Projection of the under-5 mortality attributable to ambient particulate matter ( $PM_{2.5}$ ) in South Asia. *Environ Res.* 2024 May 1;248:118292. doi: 10.1016/j.envres.2024.118292. Epub 2024 Jan 22. PMID: 38266897.

### 2. Ondate di calore e visite al pronto soccorso nel primo anno di vita. L'eterogeneità delle definizioni è ancora un problema

L'eterogeneità nelle definizioni di ondata di calore può influire sulle politiche di salute pubblica e sulla capacità di mitigare i rischi per i neonati. Gli autori sottolineano la necessità di sviluppare definizioni più precise e coerenti che tengano conto delle vulnerabilità specifiche dei gruppi ad alto rischio, come i neonati pretermine. Questo potrebbe migliorare le strategie di prevenzione e risposta durante i periodi di calore estremo. L'obiettivo di questo lavoro è stato di valutare la relazione tra 30 diverse definizioni di ondate di calore (diversificate per livelli di temperatura, soglia e durata in giorni) e gli accessi al pronto soccorso (ED) nei bambini nel primo anno di vita, popolazione particolarmente a rischio. Gli autori hanno anche esaminato come questa relazione si modificasse in caso di nascita pretermine e a seconda delle caratteristiche demografiche dei bambini, con l'obiettivo di identificare eventuali disparità nell'accesso alle cure. Gli impatti delle ondate di calore sono stati valutati analizzando gli accessi al pronto soccorso nel primo anno di vita ( $n = 228.250$ ) nella stagione calda (maggio-ottobre) e diversificandone gli effetti in base allo stato di nascita pretermine, all'età, a sesso, razza/etnia, istruzione e costo dell'accesso. La popolazione inclusa in questo studio proveniva dal registro californiano "Study of Outcomes in Mothers and Infants (SOMI)". I risultati hanno evidenziato come i neonati presentassero un aumento del rischio di accesso in pronto soccorso in caso di ondate di calore, indipendentemente dalla definizione utilizzata. La definizione che considerava una durata dell'ondata di calore di 3 giorni e il 99° percentile della temperatura minima ha mostrato un rischio

di accesso più alto (AOR: 1.14; IC al 95%:1.05–1.23) per la popolazione totale. I neonati a termine sono stati maggiormente colpiti da alcune ondate di calore rispetto ai neonati prematuri, così come i neonati con madri con un livello di istruzione inferiore. In conclusione, questo studio fornisce informazioni importanti sugli esiti avversi per la salute in epoca neonatale a seconda delle diverse definizioni delle ondate di calore e aiuta a identificare i neonati più suscettibili a questi impatti, con importanti implicazioni sui possibili interventi.

° Anaïs Teyton et al: Disparities in the impact of heat wave definitions on emergency department visits during the first year of life among preterm and full-term infants in California, *Environmental Research*, Volume 248, 2024, 118299, ISSN 0013-9351.

### 3. Cambiamenti climatici e salute dei bambini: costruire un futuro sano per ogni bambino (vedi approfondimento)

L'American Academy of Pediatrics (AAP) ha emanato un altro policy statement sul cambiamento climatico, dopo quello del 2007, considerando questa data uno spartiacque nella medicina, riconoscendo che i pediatri devono prendersi cura del pianeta per prendersi cura dei bambini. Il cambiamento climatico provoca profondi cambiamenti nella temperatura, nelle precipitazioni e negli ecosistemi. Questi effetti sui sistemi terrestri compromettono la qualità dell'aria e dell'acqua, aumentano l'insicurezza alimentare, modificano l'incidenza delle malattie infettive, intensificano le stagioni delle allergie e provocano incendi e uragani più devastanti e ondate di calore più pericolose e frequenti. La salute fisica e mentale dei bambini è minacciata da tutto questo. Questi impatti espongono e amplificano le disuguaglianze esistenti e creano un'ingiustizia intergenerazionale senza precedenti. In poche parole quello che sottolinea la dichiarazione politica è che “le politiche che riducono la dipendenza dai combustibili fossili e promuovono un'aria più pulita, facilitano gli spostamenti a piedi e in bicicletta, incoraggiano diete più sostenibili, aumentano l'accesso alla natura e sviluppano comunità più connesse portano a guadagni immediati nella salute e nell'equità infantile e costruiscono le basi affinché generazioni di bambini possano prosperare”.

## Inquinamento atmosferico

### 1. Veicoli elettrici e salute: Una revisione esplorativa

La revisione ha evidenziato numerosi vantaggi per la salute pubblica derivanti dall'uso di veicoli elettrici. Uno dei principali benefici è la significativa riduzione dell'inquinamento atmosferico locale. L'adozione su larga scala di veicoli elettrici può portare a un miglioramento della qualità dell'aria nelle aree urbane e a una riduzione delle malattie respiratorie. Un altro aspetto positivo dei veicoli elettrici è la diminuzione dell'inquinamento acustico. Questo può avere effetti benefici sulla salute mentale e sul benessere generale della popolazione, riducendo lo stress e migliorando la qualità della vita nelle città. La revisione ha incluso studi che hanno osservato l'associazione tra veicoli elettrici (EV) o ibridi e gli esiti sanitari. La maggior parte degli studi ha esaminato la sostituzione di veicoli a combustione interna (ICEV) con veicoli elettrici. Gli esiti sanitari più comuni esaminati hanno

incluso la mortalità prematura, le spese mediche monetizzate e la mortalità monetizzata. Solo uno studio osservazionale ha misurato i cambiamenti nella salute associati alla transizione verso veicoli elettrici o ibridi, mostrando una riduzione del 3.2% nei tassi di visite al pronto soccorso per asma in California. Gli altri articoli inclusi hanno modellato i possibili cambiamenti sanitari futuri o passati con l'elettrificazione dei veicoli, quantificando le variazioni nelle emissioni e utilizzando funzioni di risposta alla concentrazione pubblicate in precedenza per stimare i casi prevenuti di esiti sanitari attribuibili a queste modifiche.

° Pennington AF et al.: Electric vehicles and health: A scoping review. *Environ Res.* 2024 Jun 15;251(Pt 2):118697. doi: 10.1016/j.envres.2024.118697. Epub 2024 Mar 16.

### 2. Inquinamento atmosferico e rischio/ gravità dell'apnea ostruttiva del sonno: una revisione sistematica e metanalisi

Molti studi hanno riscontrato una relazione tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico e livelli elevati dell'Indice di Apnea-Ipopnea (AHI), indicando una correlazione tra inquinamento atmosferico e gravità dell'Apnea ostruttiva del sonno (OSA). I risultati di questa revisione suggeriscono che gli inquinanti atmosferici, in particolare il NO<sub>2</sub>, potrebbero giocare un ruolo nell'aggravare il rischio e la gravità dell'OSA, sebbene le prove non siano definitive. La presente revisione sistematica e meta-analisi è stata condotta selezionando gli studi più significativi emersi da una ricerca bibliografica su PubMed, EMBASE e Web of Science fino al 10 gennaio 2024. I criteri di selezione includevano studi che coinvolgevano partecipanti con OSA o a rischio di svilupparla, con valutazioni quantitative dell'inquinamento atmosferico. Le meta-analisi, utilizzando modelli a effetti casuali, hanno calcolato gli odds ratio combinati per il rischio di OSA associato all'esposizione a particolato fine (PM<sub>2.5</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). Sono stati inclusi dodici studi, quattro dei quali sono stati analizzati nella meta-analisi. L'esposizione a PM<sub>2.5</sub> ha mostrato un OR combinato di 0.987 (IC 95%: 0.836–1,138), indicando un impatto non sostanziale sul rischio di OSA. Al contrario, l'esposizione a NO<sub>2</sub> è stata collegata a un OR combinato di 1,095 (IC 95%: 0.920–1,270), suggerendo un aumento non significativo del rischio. Sono necessari studi più ampi e dettagliati per confermare queste associazioni e per indirizzare le future politiche di salute pubblica e gli approcci clinici per affrontare l'OSA in contesti di elevati livelli di inquinamento atmosferico.

° Alrahbeni T. et al. Association of air pollution with risk and severity of obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Neurotoxicology.* 2024 May;102:106-113. doi: 10.1016/j.neuro.2024.04.005. Epub 2024 Apr 17. PMID: 38636605.

### 3. Esposizione prenatale all'inquinamento atmosferico, metilazione del DNA placentare e potenziali effetti sugli esiti alla nascita: un'analisi di tre coorti prospettiche

L'esposizione all'inquinamento atmosferico in gravidanza (PAPE, Pregnancy Air Pollution Exposure) è stata collegata a un'ampia gamma di esiti avversi alla nascita e nell'infanzia, ma scarsi sono i dati sulla sua influenza sull'epigenoma placentare. Questo studio ha identificato modificazioni significative, anche se di entità limitata, della metilazione del DNA (DNAm) placentare indotte dagli inquinanti atmosferici (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>),

che potrebbero causare alterazioni nell'espressione genica e nella crescita fetale. In questo studio sono state analizzate tre coorti prospettiche madre-figlio di quattro regioni francesi. Sono state analizzate un totale di 1.539 coppie madre-figlio; la metilazione del DNA placentare è stata misurata utilizzando Illumina BeadChips. Sono stati utilizzati modelli convalidati spazio-temporali per stimare l'esposizione agli inquinanti atmosferici ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ) per ogni trimestre di gravidanza presso l'indirizzo di residenza materna. L'esposizione mediana agli inquinanti atmosferici durante l'intera gravidanza è stata di  $19.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per  $\text{NO}_2$ ,  $18.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per  $\text{PM}_{10}$  e  $12.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per  $\text{PM}_{2.5}$ . È stato condotto uno studio di associazione a livello di epigenoma per identificare i siti e le regioni 5'-C-fosfato-G-3' (CpG) differenzialmente metilati (array Infinium HumanMethylationEPIC BeadChip), comprese le alterazioni sesso-specifiche. Sono stati identificati 4 CpG e 28 regioni associate a PAPE nella popolazione totale, 469 CpG e 87 regioni nei neonati maschi e 150 CpG e 66 regioni nei neonati femmine. Più del 30% dei CpG identificati erano correlati a uno (o più) esiti alla nascita. Le 28 regioni associate a PAPE si sovrapponevano con geni imprintati (4 geni) ed erano associate al neurosviluppo (9 geni), al sistema immunitario (7 geni) e al metabolismo (5 geni). La maggior parte delle associazioni sono state osservate nel terzo trimestre per le bambine (134 su 150 CpG) e durante tutta la gravidanza (281 su 469 CpG) e nel primo trimestre (237 su 469 CpG) per i neonati maschi. Per l'intera gravidanza, il 18% dei CpG più significativi (valore p di  $<0.001$ ) erano specifici per  $\text{NO}_2$  e il 7% erano specifici per il  $\text{PM}_{2.5}$  e  $\text{PM}_{10}$  e il 21-50% era specifico per le concentrazioni di esposizione nel primo o terzo trimestre. Questo studio mostra effetti costanti dei tre inquinanti atmosferici sul metiloma placentare, identifica le finestre di maggiore sensibilità dell'epigenoma placentare (la gravidanza precoce nei neonati maschi e la gravidanza tardiva nei neonati femmine) e fornisce informazioni sui meccanismi molecolari attraverso i quali PAPE potrebbe disregolare la programmazione della crescita fetale e avere un ruolo nelle alterazioni neuro-cardio-metaboliche a lungo termine.

° BROSÉUS L. et al. Placental DNA methylation signatures of prenatal air pollution exposure and potential effects on birth outcomes: an analysis of three prospective cohorts. *The Lancet Planetary Health*, 2024, 8.5: e297-e308.

#### 4. Particelle ultrafini emesse dall'aviazione e salute respiratoria dei bambini

È noto come l'aviazione sia causa di concentrazioni elevate di polveri sottili (Particle Number Concentrations, PNC) nelle aree circostanti i principali aeroporti. La distribuzione granulometrica e la composizione di queste particelle differiscono da quelle del traffico veicolare. L'obiettivo di questo studio è stato di valutare gli effetti a lungo termine delle particelle ultrafini (UFP) correlate all'aviazione a sud dell'aeroporto di Schiphol (Amsterdam) sulla salute respiratoria dei bambini. Sono state effettuate misurazioni settimanali della spirometria e dell'ossido nitrico espirato (eNO) in un gruppo scolastico di 161 bambini e in un ulteriore gruppo di bambini asmatici ( $n = 19$ ), che invece ha eseguito la spirometria quotidianamente e registrato i sintomi respiratori. Le concentrazioni orarie di frazioni di varia dimensione di PNC e di Black Carbon (BC) sono state misurate in tre cortili scolastici, stimando le concentrazioni di particelle emesse dall'aviazione e differenziandole da quelle legate al traffico veico-

lare con un modello di dispersione. Le concentrazioni di PNC20, che approssimano le UFP relative all'aviazione, non sono risultate correlate con quelle del BC e delle PNC50-100 (che derivano invece principalmente il traffico motorizzato), confermando la separazione delle PNC derivate dall'aviazione dalle altre fonti di emissione. I risultati non hanno evidenziato alcuna associazione significativa tra le concentrazioni dei vari inquinanti atmosferici e gli esiti delle spirometrie e dell'eNO. I livelli dei principali inquinanti atmosferici sono invece risultati significativamente associati ad un aumento di vari sintomi respiratori e anche il valore di UFP relative all'aviazione è risultato associato positivamente con questi sintomi. In conclusione, le concentrazioni atmosferiche di PNC di diverse dimensioni emesse dall'aviazione e da altre fonti sono risultate associate in modo indipendente ad un aumento dei sintomi respiratori e dell'uso di broncodilatatori nei bambini che vivono vicino a un grande aeroporto, mentre non sono state osservate associazioni tra concentrazioni di UFP correlate all'aviazione e funzionalità polmonare.

° Esther S. Lenssen et al: Beyond the Runway: Respiratory health effects of ultrafine particles from aviation in children, *Environment International*, Volume 188, 2024, 108759, ISSN 0160-4120.

#### 5. Esposizione prenatale a miscele di inquinanti atmosferici e peso alla nascita

Questo studio ha analizzato l'associazione tra l'esposizione prenatale all'inquinamento atmosferico e il peso alla nascita, al fine di indagare le associazioni, interazioni ed effetti non lineari di una miscela di 5 inquinanti sul peso alla nascita. È stata valutata una coorte (Upstate KIDS) di 4.959 diadi madre-bambino con neonati nati tra il 2008 e il 2010, residenti nello Stato di New York (esclusa New York City). I dati sull'inquinamento atmosferico sono stati ottenuti dal sistema di modellizzazione della qualità dell'aria multiscala comunitaria (CMAQ) dell'EPA. In questo studio sono state prese in considerazione  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$  (somma di  $\text{NO} + \text{NO}_2$ ),  $\text{SO}_2$  e CO. L'esposizione all'inquinamento atmosferico è stata calcolata per sei finestre durante la gravidanza: 14 giorni dopo il concepimento (C14), i tre trimestri (T1, T2, T3), i 14 giorni prima della nascita (B14) e l'intera gravidanza (WP). I risultati hanno evidenziato che i partecipanti a questo studio sono stati esposti a concentrazioni di PM relativamente basse (mediana di  $\text{PM}_{10}$ :  $12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mediana di  $\text{PM}_{2.5}$ :  $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rispetto alle linee guida annuali EPA e OMS. Il livello medio di esposizione per  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  e CO era rispettivamente di 28.9, 7.9, 2.2 e 147.3 parti per miliardo (ppb). Circa il 5% della popolazione in studio ( $n = 230$ ) è stata esposta a concentrazioni di  $\text{PM}_{2.5}$  durante la gravidanza che superavano la linea guida annuale dell'EPA di  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Un aumento dell'esposizione a  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{NO}_x$  e CO era associato a un peso alla nascita significativamente inferiore in tutte le finestre di esposizione. Una maggiore esposizione di  $\text{PM}_{2.5}$  è stata associata ad un peso alla nascita significativamente inferiore in ciascuna finestra di esposizione, ad eccezione del terzo trimestre. L'esposizione a  $\text{SO}_2$  nel primo trimestre era associata ad un peso alla nascita significativamente inferiore. Al contrario, l'esposizione all' $\text{O}_3$  all'inizio della gestazione (C14), nei primi due trimestri e durante l'intera gravidanza è stata associata a un peso alla nascita significativamente più elevato. I risultati dei modelli di regressione lineare hanno identificato le due settimane che precedono la nascita (B14) come la finestra di esposizione più importante. Nel complesso, questo studio forn-

sce la prova che le attuali politiche pubbliche volte a migliorare la qualità dell'aria non sono sufficienti a proteggere le popolazioni vulnerabili, come le donne in gravidanza ed i bambini. Anche livelli di  $PM_{2.5}$  inferiori agli standard EPA e OMS possono avere un impatto negativo sul peso alla nascita. Punti di forza dello studio sono stati l'aver esaminato l'effetto di miscele complesse che meglio rappresentano l'esposizione reale e l'utilizzo di una coorte ben caratterizzata che consente un'analisi dettagliata delle associazioni tra esposizione e esiti neonatali. I limiti sono la complessità della determinazione di esposizione a miscele di inquinanti e l'incertezza della stima, oltre al fatto che i risultati potrebbero non essere direttamente applicabili ad altre popolazioni esposte ad una differente composizione di inquinanti.

° Ian R. Trees et al: Prenatal exposure to air pollutant mixtures and birthweight in the upstate KIDS cohort, *Environment International*, Volume 187, 2024, 108692, ISSN 0160-4120.

## 6. Esposizione all'inquinamento durante i primi mille giorni e regolazione della lunghezza dei telomeri. Una revisione

La revisione esplora l'impatto dell'esposizione all'inquinamento ambientale nei primi mille giorni di vita (dal concepimento ai primi due anni) sulla regolazione della lunghezza dei telomeri. Gli autori evidenziano come l'esposizione precoce all'inquinamento possa portare ad un'accelerazione dell'accorciamento dei telomeri, un processo associato all'invecchiamento cellulare, e ad un aumento del rischio di malattie croniche. La lunghezza del telomero (TL) è un biomarcatore per la senescenza cellulare e l'erosione del TL è predittiva del rischio di malattie legate all'età; la TL è geneticamente determinata alla nascita ma è suscettibile di modifiche attraverso meccanismi epigenetici come gli stress ossidativi dovuti ad agenti inquinanti in grado di attraversare la barriera placentare. Gli autori hanno effettuato una revisione della letteratura seguendo le linee guida PRISMA per le revisioni sistematiche. Su quasi 1.000 lavori, ne sono stati selezionati 32, tutti pubblicati dopo il 2013. Dodici studi hanno analizzato l'associazione tra TL ed inquinanti atmosferici, con risultati non sempre concordanti; l'esposizione a  $PM_{2.5}$  è risultata dannosa in 6 studi su 7. Tredici studi hanno analizzato l'esposizione a metalli tossici (misurazione nel sangue cordonale o nelle urine) riscontrando anche in questo caso risultati contrastanti; arsenico, bario, cadmio, piombo e tallio sono risultati più volte, ma non sempre, associati a riduzione di TL. In alcuni studi sono stati considerati i livelli di agenti antiossidanti tra cui zinco, selenio, magnesio, folati,  $\beta$ -carotene e vitamine A, C, D identificandone la capacità protettiva. Sette studi hanno studiato l'esposizione a sostanze chimiche riscontrando l'associazione quasi sempre negativa dell'esposizione ai principali agenti perfluoroalchilici (PFOS, PFDA, PFESA). Le conclusioni tratte sono: a) la maggioranza degli studi evidenzia una direzione negativa su TL dell'esposizione agli inquinanti ambientali e che, anche quando la direzione è inversa e particolarmente evidente, è segno di uno stress e quindi di una minaccia per la salute futura; b) il secondo semestre è una finestra sensibile, forse per il progressivo assottigliamento della barriera placentare; c) le differenze tra i sessi non permettono di ipotizzare né un effetto ossidativo dell'esposizione fetale al testosterone così come l'effetto antiossidante degli estrogeni; d) alcuni ricercatori ipotizzano un effetto protettivo di alcune sostanze antiossidanti non confermate da altri, aspetto

che necessita di studi più approfonditi.

° Pili MP et al: Exposure to pollution during the first thousand days and telomere length regulation: A literature review. *Environ Res.* 2024 May 15;249:118323. doi: 10.1016/j.envres.2024.118323. Epub 2024 Feb 7. PMID: 38336161.

## Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

### 1. Esposizione agli interferenti endocrini e grasso corporeo. Lo studio SELMA

Lo studio ha concluso che vi è una relazione significativa tra l'esposizione a miscele di interferenti endocrini (EDC) durante la gravidanza e l'aumento del grasso corporeo nei bambini a 7 anni. Le esposizioni prenatali a specifici EDC possono influenzare il metabolismo e lo sviluppo del tessuto adiposo nei bambini. I risultati sottolineano l'importanza di monitorare e ridurre l'esposizione in gravidanza agli EDC per prevenire effetti negativi a lungo termine sulla salute dei bambini. Alcune sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino (gli endocrine-disrupting chemicals o EDC) sono state denominate "obesogene" in quanto hanno il potenziale di alterare la regolazione dell'equilibrio energetico e promuovere il numero di adipociti e l'accumulo di grasso. Questo studio valuta l'associazione, considerando gli effetti specifici per sesso, tra l'esposizione prenatale ad una miscela di EDC e il grasso corporeo dei bambini a 7 anni di età. Un totale di 26 EDC è stato valutato in campioni di urina e siero durante il primo trimestre di gravidanza e nel periodo post-natale in 737 coppie madre-figlio partecipanti allo studio svedese SELMA (Swedish Environmental Longitudinal, Mother and child, Asthma and allergy). Un indicatore del "grasso corporeo complessivo" dei bambini è stato calcolato, basandosi su indice di massa corporea, percentuale di grasso corporeo, circonferenza vita e plicometria misurati a 7 anni di età. Una maggiore esposizione prenatale a una miscela di EDC è stata associata a un maggiore grasso corporeo nei maschi, rispetto che nelle femmine. Le sostanze chimiche più coinvolte includono i bisfenoli, ftalati, PFAS, PAH e pesticidi.

° Svensson K et al: EDC mixtures during pregnancy and body fat at 7 years of age in a Swedish cohort, theSELMA study. *Environ Res.* 2024 May 1;248:118293. doi: 10.1016/j.envres.2024.118293.

### 2. Regolamentare i "forever chemicals": il concetto di uso essenziale e l'importanza dei dati sociali

Le sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) rappresentano una vasta classe di sostanze chimiche sintetiche note per la loro persistenza, mobilità e tossicità (PMT). Data l'estesa varietà di PFAS e il loro potenziale danno, un approccio normativo basato su singole sostanze è impraticabile. Questo documento sostiene il concetto di Uso Essenziale (Essential Use Concept, EUC), un quadro precauzionale in cui qualsiasi sostanza chimica è presunta dannosa a meno che non si dimostri essenziale per la salute, la sicurezza o il funzionamento della società e priva di alternative praticabili. L'attuazione efficace dell'EUC richiede l'integrazione

di prospettive sociali più ampie nel processo decisionale, in particolare quelle delle popolazioni vulnerabili. Questo documento delinea un quadro preliminare e un'agenda di ricerca per incorporare i dati sociali nella regolamentazione dei PFAS. Le sostanze chimiche artificiali offrono benefici significativi, ma comportano rischi per la salute umana e ambientale. Gli approcci normativi tradizionali basati sul rischio, che bilanciano i benefici di una sostanza chimica con i suoi rischi, spesso non sono sufficienti per sostanze PMT come i PFAS. Gli sforzi normativi attuali, come la Strategia dell'UE per la Sostenibilità delle Sostanze Chimiche (CSS), evidenziano l'impraticabilità delle valutazioni del rischio basate su singole sostanze. Alcuni ricercatori propongono un divieto di classe, in linea con il principio di precauzione, che chiede di agire per ridurre il danno potenziale anche in presenza di incertezze scientifiche. Questo documento propone un'agenda di ricerca per incorporare i dati sociali nella regolamentazione dei PFAS, includendo metodi qualitativi e quantitativi. Gli aspetti chiave includono: comprendere le percezioni e le preferenze sul rischio della società; coinvolgere diversi stakeholder attraverso gruppi di cittadini e comunicazione scientifica; sviluppare meccanismi per raggiungere un consenso sociale sugli usi essenziali. Si sottolinea inoltre l'importanza di supportare un pubblico informato e impegnato nel processo decisionale. I dati sociali, che comprendono le percezioni, le valutazioni, le intenzioni e le azioni di individui e comunità, forniscono preziose informazioni su cosa costituisce un uso essenziale; raccogliere ed integrare queste prospettive può migliorare la partecipazione pubblica nelle decisioni normative e incorporare i dati sociali nel processo decisionale sull'uso essenziale dei PFAS permette agli esperti di avere una visione più completa e informata delle percezioni e delle preferenze della società. Questo approccio non solo migliora la qualità delle decisioni normative, ma promuove anche una maggiore partecipazione e accettazione pubblica delle politiche adottate.

° Sull. E. et al: [Regulating “forever chemicals”: social data are necessary for the successful implementation of the essential use concept](#). *Environmental Sciences Europe*, 36(111).

### 3. Esposizione prenatale ai pesticidi di uso corrente e neurosviluppo dei bambini a un anno di età

Lo studio ha evidenziato che l'esposizione prenatale a pesticidi di uso comune può influenzare lo sviluppo neurologico dei bambini a 1 anno di età ed alcuni effetti possono essere sesso-specifici. In questo studio sono state valutate le associazioni tra l'esposizione prenatale ai pesticidi e lo sviluppo neurologico nei bambini di 1 anno della coorte di nascita Infants' Environmental Health (ISA). Si tratta di una coorte di bambini di un'area rurale in Costa Rica con grandi piantagioni di banane esposta a pesticidi usati in agricoltura (mancozeb, pirimetanile, clorpirifos), o nei pascoli (2.4D) o nei programmi di controllo dei vettori (piretroidi sintetici). Per determinare l'esposizione prenatale ai pesticidi, sono stati misurati i biomarcatori di pirimetanile, clorpirifos, piretroidi sintetici e 2.4-D (Acido 2.4-diclorofenossiacetico) in campioni di urina in 355 donne, 1-3 volte durante la gravidanza, nel periodo da marzo 2010 a giugno 2011. Un anno dopo il parto, è stato valutato lo sviluppo neurologico dei bambini con la Bayley Scales of Infant and Toddler Development 3rd edition (BSID-III). Sono state valutate le associazioni tra esposizioni e

sviluppo neurologico utilizzando modelli di regressione lineare per singola sostanza aggiustati per possibili fattori confondenti (istruzione materna, parità, sesso, età gestazionale alla nascita, età del bambino, HOME-score, luogo di valutazione, biomarcatori di mancozeb). Concentrazioni urinarie più elevate di 2.4-D prenatale erano associate a livelli inferiori di linguaggio e abilità motorie in tutti i bambini. Inoltre, una maggiore esposizione al clorpirifos (misurata come 3,5,6-tricloro-2-piridinolo urinario (TCPy)) è stata associata a punteggi cognitivi e motori più bassi tra i maschi, ma non tra le femmine. Infine, un pirimetanile più alto è stato associato a minori capacità linguistiche tra le femmine, ma non tra i maschi. L'esposizione prenatale a pesticidi di uso comune può influenzare lo sviluppo neurologico dei bambini a 1 anno di età e alcuni effetti possono essere sesso-specifici.

° Conejo-Bolaños, D., et al. (2024). [Prenatal current-use pesticide exposure and children's neurodevelopment at one year of age in the Infants' Environmental Health \(ISA\) birth cohort, Costa](#). *Environmental Research*, 249, 118222.

### 4. Sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) e crescita fetale: uno studio nazionale basato sui registri PFAS nell'acqua potabile

Lo studio evidenzia una preoccupante associazione tra l'esposizione a PFAS e una crescita fetale ridotta. Lo studio di coorte ha valutato le associazioni dell'esposizione materna stimata alla somma (PFAS4) di acido perfluorooottansolfonico (PFOS), acido perfluorooottanoico (PFOA), acido perfluorononanoico (PFNA) e acido perfluoroesansolfonico (PFHxS) con il peso alla nascita, nonché il rischio di feto piccolo per l'età gestazionale (SGA) e grande per l'età gestazionale (LGA). Sono state incluse tutte le nascite in Svezia durante il periodo 2012-2018 da madri residenti da almeno 4 anni prima del parto in località servite da acqua potabile municipale, dove sono state misurate le concentrazioni di PFAS nell'acqua grezza e potabile. Sono stati stimati i livelli ematici materni cumulativi di PFAS4 durante la gravidanza riportandoli alla concentrazione di PFAS nell'acqua municipale e alle concentrazioni sieriche totali dei singoli PFAS per l'anno in Svezia. Tra i 248.804 neonati singoli inclusi, è stata osservata un'associazione tra la somma di PFAS4 - in particolare PFOS - con un aumento del rischio di LGA, ma non con il rischio di nascita SGA né associazioni con il peso alla nascita (95% CI: 1.01-1.16). Punti di forza sono la natura nazionale dello studio che offre una vasta popolazione di riferimento, migliorando la generalizzabilità dei risultati oltre all'utilizzo di dati di registri nazionali che ha permesso una raccolta sistematica e precisa delle informazioni relative all'esposizione e agli esiti della crescita fetale. I limiti sono relativi alle stime dell'esposizione a PFAS attraverso l'acqua potabile, che possono introdurre incertezze rispetto a misurazioni dirette di PFAS nei soggetti studiati e possibili fattori confondenti ambientali o comportamentali che non siano stati completamente esclusi. Le limitazioni legate alla valutazione dell'esposizione richiedono ancora cautela nell'interpretazione di questi dati.

° Sävje-Söderbergh M et al: [Per- and polyfluoroalkyl substances \(PFAS\) and fetal growth: A nation-wide register-based study on PFAS in drinking water](#). *Environ Int*. 2024 May;187:108727. doi: 10.1016/j.envint.2024.108727. Epub 2024 May 8. PMID: 38735074.

## 5. Esposizione prenatale a sostanze per- e polifluoroalchiliche e problemi comportamentali

Questo studio ha dimostrato che l'esposizione prenatale ad alcuni PFAS potrebbe aumentare i problemi comportamentali dei bambini a 3 anni di età. Tuttavia, secondo gli autori questi risultati dovrebbero essere interpretati con cautela perché si sono basati sui dati di una coorte con una maggiore probabilità familiare di ASD e quindi con maggiori problemi comportamentali. In questo studio è stata esaminata l'esposizione prenatale ai PFAS in associazione con problemi comportamentali infantili. Sono state studiate 177 coppie madre-figlio di MARBLES (Markers of Autism Risk in Babies - Learning Early Signs), una coorte con elevata probabilità familiare di disturbo dello spettro autistico (ASD). Si tratta di donne in gravidanza che hanno un figlio con ASD. Sono stati quantificati nove PFAS nel siero materno (1-3 campioni per madre) raccolti dal 1° al 3° trimestre di gravidanza nel periodo tra il 2009 e il 2015 in California (USA). I problemi comportamentali dei bambini sono stati valutati all'età di 3 anni utilizzando la Child Behavior Checklist (CBCL), sviluppata per testare vari problemi comportamentali dei bambini. Sono state esaminate le associazioni dei punteggi CBCL con le singole concentrazioni di PFAS e con la loro miscela. Concentrazioni più elevate di perfluorononanoato prenatale (PFNA) sono state associate a punteggi più elevati di problemi esternalizzanti [ $\beta = 0.16$ , IC 95% (0.01, 0.32)] e comportamento aggressivo [ $\beta = 0.17$  (0.01, 0.32)]. PFNA più elevati, perfluorottano sulfonato (PFOS) e perfluorodecanoato (PFDA) sono stati associati a punteggi più elevati di problemi di sonno [ $\beta = 0.34$  (0.15, 0.54) per PFNA,  $\beta = 0.20$  (0.02, 0.37) per PFOS e  $\beta = 0.19$  (0.00, 0.37) per PFDA]. Non sono state osservate associazioni significative per i bambini con uno sviluppo tipico, mentre PFOS, PFNA e PFDA sono stati associati a diversi problemi comportamentali tra i bambini con diagnosi di ASD o altri problemi di sviluppo neurologico. L'esposizione a una miscela di PFAS è stata associata a punteggi più elevati di problemi di sonno e comportamento aggressivo, principalmente contribuito da PFNA e PFDA.

° Jeong Weon Choi et al: Prenatal exposure to per- and polyfluoroalkyl substances and child behavioral problems *Environ Res*, 2024; 251(Pt 1):118511.

## 6. Variazione del trascrittoma placentare associata alla stagione, alla posizione e all'esposizione a piretroidi nelle donne thailandesi impegnate nel lavoro agricolo

Lo studio ha identificato un legame tra l'esposizione prenatale ai piretroidi e gli effetti negativi sulla salute nei primi anni di vita, sottolineando l'importanza di comprendere come questi composti chimici influenzino la funzione placentare; ha evidenziato inoltre che l'impatto dell'esposizione ai piretroidi sul trascrittoma placentare varia in base alla stagione e al luogo, suggerendo che i fattori ambientali e temporali giocano un ruolo significativo. I risultati sottolineano la relazione tra l'esposizione ai piretroidi e i cambiamenti nella funzione placentare, che possono avere implicazioni per lo sviluppo fetale e gli esiti sulla salute. Lo studio ha reclutato donne incinte impegnate nel lavoro agricolo provenienti da due distretti agricoli nella provincia di Chiang Mai in Thailandia tra il 2017 e il 2019 (Studio SAWASDEE). Questa coorte è stata prevalentemente esposta alla cipermetrina (tipo II), insieme a piretroidi come la ciflutrina (tipo II) e la permetrina

(tipo I). In 253 partecipanti, i metaboliti piretroidi urinari materni, l'acido 3-fenossibenzoico (PBA), l'acido cis-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carbossilico (CDCCA) e l'acido carbossilico trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano (TDCCA) sono stati misurati all'inizio, a metà e alla fine della gravidanza e aggiustati per la creatinina urinaria. Il trascrittoma placentare è stato analizzato utilizzando RNA-Seq (il trascrittoma è l'insieme completo di tutte le molecole di RNA trascritte da un genoma in una cellula o in un gruppo di cellule in un dato momento; il che include sia l'RNA messaggero (mRNA), che codifica per le proteine, sia gli RNA non codificanti, che svolgono ruoli regolatori e strutturali). La somma dell'esposizione ai metaboliti è stata calcolata aggregando le concentrazioni medie del particolare metabolita in ogni trimestre per ogni partecipante. Quindi, sono stati costruiti modelli di regressione lineare generalizzata per ogni somma cumulativa di esposizione ai metaboliti, comprendente tutti i geni identificati. Sono stati identificati i geni espressi diversamente (DEG) associati alla somma di ciascun metabolita durante la gravidanza, nonché quelli associati al luogo di residenza e alla stagione di nascita. Sono state eseguite analisi per esaminare i potenziali meccanismi associati ai DEG. In particolare, i livelli di TDCCA e CDCCA hanno raggiunto il picco alla fine della gravidanza, con differenze regionali significative. L'analisi dell'espressione genica placentare non ha mostrato DEG associati a singoli metaboliti. Sono stati identificati 251 DEG legati al luogo di residenza collegati alla risposta immunitaria e alle vie di fosforilazione ossidativa, mentre la stagione di nascita è stata associata a 2.585 DEG, rappresentati nelle vie relative alla fibrosi e al metabolismo. Infine, l'analisi dei fattori di trascrizione ha identificato 226 e 282 fattori di trascrizione associati rispettivamente a luogo di residenza e alla stagione, correlati alla proliferazione cellulare, alla differenziazione e al sistema immunitario. Queste alterazioni possono avere implicazioni significative per lo sviluppo fetale e altri processi patologici, evidenziando l'importanza di monitorare le esposizioni ambientali durante la gravidanza.

° Wang, Y., Hermetz, K., Burt, A., & Kennedy, E. M. (2024). Placental transcriptome variation associated with season, location, and urinary prenatal pyrethroid metabolites of Thai farm-working women. *Environmental Pollution*, 349, 123873.

## 7. Esposizione fetale a bisfenolo e ftalati e crescita nella prima infanzia

Lo studio ha riscontrato che l'esposizione a bisfenolo e ftalati durante la gravidanza potrebbe alterare i modelli di crescita infantile, con potenziali rischi per lo sviluppo di obesità e altre malattie metaboliche in età avanzata. È noto in letteratura come l'esposizione durante la gravidanza a sostanze chimiche che fungono da interferenti endocrini, come bisfenoli e ftalati, possa alterare lo sviluppo fetale e influenzare la crescita nelle prime fasi della vita. Gli autori di questo lavoro hanno ipotizzato che l'esposizione a bisfenolo e ftalati possa essere associata ad alterazioni della massa grassa e al BMI nei primi 4 anni di vita. In 1.091 coppie madre-bambino, arruolati da una coorte di nascita della città di New York, sono stati misurati i livelli urinari materni di bisfenoli e ftalati in tre momenti della gravidanza e i dati sono stati correlati al peso, all'altezza e allo spessore del tripite e della plica sottoscapolare all'età di 1, 2, 3 e 4 anni. I risultati hanno evidenziato come a concentrazioni urinarie più elevate di bisfenoli e ftalati

nel secondo trimestre di gravidanza si associasse un maggior peso del bambino alla nascita e a 4 anni di età, mentre la concentrazione urinaria specifica di mono-(2-carbossimetil) ftalato più alta a metà gravidanza correlasse con un peso del bambino più elevato a 3 anni e quella di alcuni ftalati specifici ad alto peso molecolare (di-2-etilesil ftalato, mono-(2-etil-5-carbox-yptentil) ftalato, mono-(2-carbossimetil) ftalato e mono-(2-etilesil) ftalato) correlasse con un maggior peso a 4 anni. Le concentrazioni urinarie a metà gravidanza di ftalato ad alto peso molecolare, di-2-etilesil ftalato, mono-(2-etil-5-carboxipentil) ftalato, di mono-(2-etil-5-idrossiesil) ftalato e di mono-2(etil-5-ossoesil) ftalato sono invece risultate associate a un BMI più elevato nei bambini a 4 anni di età. Per gli spessori delle pliche cutanee non sono state osservate associazioni significative. Gli autori concludono come questi risultati siano un'ulteriore prova del ruolo di interferenti endocrini di bisfenoli e ftalati durante la vita prenatale.

° Sophia M. Blaauwendraad et al: Fetal bisphenol and phthalate exposure and early childhood growth in a New York City birth cohort, *Environment International*, Volume 187, 2024, 108726, ISSN 0160-4120.

## 8. Esposizione ai parabeni e sviluppo neurologico nei bambini

I parabeni sono un gruppo di sostanze comunemente utilizzate come conservanti antimicrobici. La loro possibile neurotossicità nei bambini è ancora controversa. Questo studio ha evidenziato la possibile associazione tra l'esposizione ai parabeni e lo sviluppo neurologico dei bambini, con particolare attenzione alla differenza di genere. I dati sono tratti da uno studio di follow-up a lungo termine sulla popolazione taiwanese (Taiwan Birth Panel Study II (TBPS II)) da cui sono stati reclutati 446 bambini di età compresa tra 6 e 8 anni. Le concentrazioni di parabeni (metilparaben (MP), etilparaben (EP), propilparaben (PP) e butilparaben (BP)) sono state misurate nelle urine. Lo sviluppo neurologico è stato valutato utilizzando il Conners Kiddie Continuous Performance Test 2nd Edition (K-CPT 2), che valuta il deficit di attenzione fra i 4 e i 7 anni. Dai risultati è emersa un'associazione tra concentrazione urinaria di parabeni e prestazioni neuroevolutive non marcate, ma distinguibile in base al sesso femminile. Nell'analisi dei singoli parabeni elevate concentrazioni di PP sono risultate associate a livelli più elevati di Punteggi K-CPT 2 tra le ragazze. L'associazione complessiva tra concentrazione urinarie di parabeni e disturbi dello sviluppo neurologico dei bambini in questa coorte non è quindi risultata forte, ma è stata evidenziata una differenza di genere: nello specifico le ragazze con livelli PP elevati hanno mostrato punteggi di K-CPT 2 più elevati, sono quindi necessari ulteriori studi per meglio chiarire quest'associazione.

° Chia-Jung Tung et al: Association between parabens exposure and neurodevelopment in children, *Environment International*, Volume 188, 2024, 108671, ISSN 0160-4120.

## 9. Emissioni di microplastiche nelle cucine: una revisione (vedi approfondimento)

L'intensificazione dell'inquinamento da microplastiche (MP), particelle di plastica più piccole di 5 mm, è emersa come un'importante sfida ambientale, con profonde implicazioni globali. La

presenza di MP in una moltitudine di mezzi ambientali, come l'atmosfera, il suolo e gli oceani, si estende agli oggetti di uso comune (abbigliamento, cosmetici e articoli di plastica monouso, ecc.), culminando nell'ingestione e bioaccumulo nell'uomo e nell'animale attraverso cibo, acqua e aria. Gli studi stimano un "consumo giornaliero" significativo di MP, che può causare vari problemi di salute, come disfunzioni metaboliche, neurotossicità e problemi cardiovascolari. In ambito domestico, le cucine sono diventate importanti epicentri per l'inquinamento da MP: utensili da cucina, come padelle antiaderenti rivestite, taglieri di plastica e utensili monouso, rilasciano particelle di MP, che possono poi essere ingerite insieme al cibo. Gli utensili da cucina in plastica, come i taglieri, sono una fonte significativa di MP a causa dei danni meccanici che subiscono, come crepe e abrasioni, durante l'uso.

° Liu Y et al: A systematic review of microplastics emissions in kitchens: Understanding the links with diseases in daily life. *Environ Int.* 2024 Jun;188:108740. doi: 10.1016/j.envint.2024.108740. Epub 2024 May 11. PMID: 38749117.

## 10. Nano e microplastiche. potenziali rischi per la salute umana

I risultati dello studio suggeriscono l'importanza di regolamentazioni più severe e una maggiore consapevolezza pubblica riguardo all'inquinamento da plastica e alla sua gestione, per proteggere la salute umana da potenziali rischi. Dalla frammentazione della plastica derivano le microplastiche (dimensioni comprese tra 1 µm e 5 mm), mentre le nanoplastiche hanno dimensioni inferiori a 1 µm, derivano dalla ulteriore frammentazione e da nanomateriali ingegnerizzati di dimensioni comprese tra 1 nm (dimensione della molecola degli aminoacidi) e 100 nm (0.1 µm, dimensioni dei virus). Gli AA, consapevoli che gli studi disponibili sono soprattutto di tipo retrospettivo, in grado quindi di suggerire ipotesi di rischio, hanno deciso di considerare nella loro revisione anche studi in vitro mediante una metodologia di ricerca bibliografica con parole chiave su PubMed, senza seguire la rigidità delle revisioni sistematiche. Hanno selezionato oltre 1.200 lavori scientifici. L'articolo è abbastanza sintetico, con alcune immagini utili; sotto l'aspetto pediatrico viene sottolineato che il neonato è a maggior rischio di esposizione rispetto all'adulto e che sono state ritrovate microplastiche nel latte materno e a livello placentare. Gli AA concludono che la letteratura attuale non evidenzia in modo conclusivo gli effetti dannosi della plastica sulla salute umana, né ne conferma la sicurezza, essendo ipotizzati, in base agli studi su cellule umane, effetti di citotossicità, genotossicità, infiammazione, apoptosi e stress ossidativo.

° Ewa Winiarska et al: The potential impact of nano- and microplastics on human health: Understanding human health risks., *Environmental Research*, Volume 251, Part 2, 2024, 118535, ISSN 0013-9351.

## 11. "Raggruppamento per sostanze chimiche": un nuovo metodo di valutazione degli inquinanti chimici e della vulnerabilità sociale in bambini e adolescenti

L'articolo esplora l'interazione tra l'esposizione ad inquinanti chimici e la vulnerabilità sociale nei bambini e adolescenti. Utilizzando tecniche di clustering, gli autori cercano di identificare gruppi specifici di sostanze chimiche che, quando presenti in

combinazione, possono avere effetti più pronunciati sulla salute dei giovani in contesti di alta vulnerabilità sociale. Lo studio applica metodi statistici avanzati per raggruppare diversi inquinanti chimici e analizza come questi gruppi interagiscono con fattori di vulnerabilità sociale, come il reddito familiare, l'accesso a cure mediche, e l'ambiente domestico. I dati sono stati raccolti da un ampio campione di bambini e adolescenti esposti a varie sostanze chimiche nel loro ambiente quotidiano. Sono quindi stati esaminati diversi cluster di inquinamento atmosferico tra 697 giovani di età compresa tra 6 e 19 anni con vulnerabilità sociale (National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2015-2016). È stata considerata l'esposizione a 34 inquinanti chimici atmosferici misurati nelle urine. Sono stati identificati 3 raggruppamenti nel campione esaminato: esposizione chimica bassa, media e alta. I cluster di inquinamento atmosferico individuati hanno rivelato differenze significative nelle concentrazioni medie tra i gruppi per 31 sostanze con una distinzione minima nei profili delle miscele. I punteggi SVI (Social Vulnerability Index, score utilizzato per valutare la vulnerabilità sociale) differivano significativamente tra i 3 gruppi ( $P = 0.002$ ) e con ogni aumento di punto nel loro SVI, le probabilità che un bambino fosse assegnato al gruppo con la più alta esposizione chimica aumentavano del 11.55% (IC 95%: 1.02–1.31). I risultati mostrano che determinati cluster di inquinanti chimici sono strettamente correlati con effetti negativi sulla salute, in particolare nei bambini che vivono in condizioni di maggiore vulnerabilità sociale. Si evidenzia quindi l'importanza di considerare non solo l'esposizione a singoli inquinanti, ma anche l'effetto combinato di più sostanze chimiche, in particolare in popolazioni già a rischio. L'articolo conclude che il raggruppamento per sostanze chimiche è un approccio utile per comprendere meglio l'impatto dell'esposizione ambientale sulla salute dei giovani in contesti vulnerabili. I limiti dello studio includono: la possibile generalizzazione limitata dei risultati a causa della dimensione del campione e della specificità del contesto socio-economico esaminato; l'uso di tecniche di clustering per analizzare l'esposizione a sostanze chimiche può introdurre complessità interpretative, poiché le interazioni tra diversi inquinanti e fattori sociali potrebbero non essere completamente comprese. Infine, lo studio è osservazionale, il che limita la capacità di stabilire una causalità diretta tra l'esposizione a inquinanti chimici e gli effetti sulla salute dei bambini e adolescenti.

° Carin Molchan et al: [Clustering by chemicals: A novel examination of chemical pollutants and social vulnerability in children and adolescents](#), *Environmental Research*, Volume 250, 2024, 118456, ISSN 0013-9351.

## Ambienti naturali

### 1. Esposizione alla natura nella gestione dell'ADHD nell'infanzia. Una revisione sistematica

Questo studio è una revisione sistematica della letteratura sulle prove esistenti degli effetti dell'esposizione alla natura in bambini e adolescenti affetti da Deficit di Attenzione e Iperattività (ADHD). Nonostante l'eterogeneità degli articoli inclusi nella revisione, tutti gli studi hanno riportato una associazione tra l'esposizione alla natura e una riduzione delle diagnosi di ADHD o della gravità dei sintomi. Sono stati consultati quattro databa-

se elettronici (PubMed, PsycINFO, Embase e Web of Science) e sono stati ricercati studi quantitativi pubblicati entro la fine di Marzo 2021; dei 996 studi presenti nelle banche dati, 7 sono stati inclusi nello studio. I partecipanti erano bambini in età pre-scolare e scolare con una diagnosi formale di ADHD. Sono stati inclusi gli studi che misuravano l'ADHD a livello di popolazione (diagnosi di prevalenza) o a livello individuale (misurando la gravità dei sintomi) e che valutavano un qualche tipo di esposizione alla natura (foreste, parchi, spazi verdi, giardini), misurato empiricamente con parametri oggettivi (misurazioni di tele-rilevamento) o soggettivi (questionari standardizzati). Gli studi che hanno quantificato la natura in base alle immagini satellitari hanno riportato fattori potenzialmente protettivi e/o curativi nei confronti dell'ADHD di una maggiore densità di vegetazione, riportando costantemente che le aree con una maggiore densità di vegetazione erano associate a minori casi di sintomi dell'ADHD. Uno studio ha scoperto che i bambini che risiedevano nelle aree rurali avevano meno probabilità di sviluppare l'ADHD. Due studi hanno trovato che i bambini si concentravano meglio quando erano esposti agli ambienti naturali rispetto a quelli costruiti. Dal punto di vista neurobiologico l'esposizione alla natura riduce i livelli di cortisolo e influenza positivamente la corteccia prefrontale, coinvolta nelle funzioni esecutive. Gli autori concludono che l'esposizione alla natura dovrebbe essere implementata come approccio aggiuntivo ai trattamenti standard nella gestione dell'ADHD in bambini e adolescenti.

° Hood M. et al. [Maddison Hood and Oliver Baumann Could Nature Contribute to the Management of ADHD in Children? A Systematic Review](#) *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2024, 21, 736.

### 2. Verde residenziale e incidenza dell'asma infantile in una coorte canadese

Questo studio esamina l'associazione tra il verde residenziale e l'incidenza dell'asma infantile in Ontario, Canada. Utilizzando dati di una coorte di popolazione, i ricercatori hanno analizzato l'effetto degli spazi verdi vicino alle residenze dei bambini sull'insorgenza dell'asma. Questo studio retrospettivo di coorte ha incluso 982.131 nascite singole in Ontario, Canada, tra il 2006 e il 2013. Come parametri di esposizione sono stati considerati: il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) e il Green View Index (GVI). Gli indici di esposizione al verde sono stati assegnati alla gravidanza, durante il primo anno di vita e ponderati nel tempo dalla nascita fino alla fine del follow-up. Le diagnosi longitudinali di asma sono state determinate utilizzando dati amministrativi sanitari. NDVI e GVI sono stati correlati all'insorgenza di asma in diversi periodi di esposizione (fino ai 12 anni) aggiustando per diversi fattori di rischio, come per esempio la presenza di inquinamento atmosferico. Tra i risultati dello studio si evidenzia un effetto confondente tra presenza di  $\text{NO}_2$ , esposizione al verde ed insorgenza di asma in tutti i periodi di esposizione ( $\text{HR} = 0.99$ ; 95% CI = 0.99–1.01). Vivere in un'abitazione vicino al verde con un aumento dell'intervallo di interquartile di 0.08 dell'NDVI durante l'infanzia riduce il rischio di asma nei bambini di età compresa tra 7 e 12 anni del 14% ( $\text{HR} = 0.86$ , 95% CI: 0.79–0.95). Sono state notate differenze stagionali nell'associazione tra verde e asma. In conclusione le esposizioni ambientali hanno diverse finestre di suscettibilità al rischio di asma con un potenziale effetto avverso soprattutto in gravidanza. Vivere in prossimità di spazi verdi riduce il rischio di asma

nei bambini tra i 7 e i 12 anni e nei bambini nati in primavera ed estate. Politiche urbane che promuovono la creazione e il mantenimento di spazi verdi possono contribuire significativamente alla salute respiratoria dei bambini.

° Mansouri R et al: Residential surrounding greenness and the incidence of childhood asthma: Findings from a population-based cohort in Ontario, Canada. *Environ Res.* 2024 May 15;249:118316. doi: 10.1016/j.envres.2024.118316. Epub 2024 Jan 30. PMID: 38301756.

### 3. Composizione e configurazione degli spazi verdi e rinite allergica in età prescolare

Ci sono pochi studi in letteratura che valutino l'associazione tra la composizione e la configurazione degli spazi verde e l'insorgenza di rinite allergica (AR) nei bambini. In questo studio trasversale multicentrico, condotto in 7 città della Cina continentale tra il 2019 e il 2020, è stata valutata questa associazione reclutando 36.867 bambini in età prescolare e raccogliendo informazioni sui sintomi dell'AR e sui dati demografici tramite questionario. L'esposizione al verde residenziale è stata stimata mediante l'Indice di differenza della vegetazione (NDVI, buffer 1.000 m). La tipologia di composizione del verde è stata suddivisa in 3 categorie principali: foreste, prati, arbusti. È stata inoltre stimata l'esposizione quotidiana al particolato ambientale ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$ ) con una risoluzione spaziale di 1 km × 1 km. La prevalenza dell'AR auto-riferita nei bambini arruolati è risultata del 33.1%. La presenza di spazi verdi di categoria "foresta" (OR: 0.92, intervallo confidenziale al 95% (CI): 0.88–0.97), e "foresta a chiazze" (OR: 0.93, IC 95%: 0.89–0.98) ha dato esito ad un'associazione significativamente negativa con la comparsa di sintomi di AR. Le associazioni sono risultate parzialmente mediate dai valori dei PM. Anche l'età e la durata dell'allattamento esclusivo erano potenziali modificatori di questo effetto. I risultati di questo studio hanno evidenziato come la configurazione e la composizione degli spazi verdi nei dintorni della residenza siano significativamente correlati con la comparsa di sintomi di AR in età prescolare. In particolare, la composizione "foresta" e la configurazione "a chiazze", sono risultate associate ad una minore prevalenza dei sintomi dell'AR, con una parziale mediazione dall'inquinamento atmosferico. Questi risultati mostrano come la pianificazione del verde urbano sia importante per la promozione della salute pubblica, in particolare per ridurre il rischio di AR nei bambini, incentivando la costruzione di più grandi parchi forestali urbani o ampliando i parchi forestali già esistenti.

° Han Chen et al: Greenness and its composition and configuration in association with allergic rhinitis in preschool children, *Environmental Research*, Volume 251, Part 2, 2024, 118627, ISSN 0013-9351, *Environmental Research* Volume 250 (2024) 118456.

## Psicologia ambientale

### 1. Percezione e rappresentazione della natura e sue implicazioni ai fini della transizione ecologica. Una revisione sistematica

Gli autori evidenziano come la comprensione socioculturale della natura influenzi le politiche ecologiche e sottolineano la necessità di riconoscere la natura come una costruzione socioculturale

per promuovere un cambiamento ecologico. Le percezioni e le rappresentazioni della natura sono influenzate da fattori sociali, culturali e storici, rendendo la natura non una realtà oggettiva, ma un'entità profondamente intrecciata con la cognizione e i comportamenti sociali umani. Per gli autori comprendere ciò è cruciale al fine di una transizione ecologica equa e sostenibile. La revisione sistematica ha categorizzato 161 studi empirici in tre principali categorie: opposizione, dominazione e interdipendenze. Queste categorie riflettono le diverse conoscenze, dinamiche di potere, culture e contesti, e mirano a scoprire come le società concettualizzano, spiegano e interagiscono con la natura, influenzando le relazioni società-natura e le transizioni ecologiche. L'analisi ha identificato tre principali rappresentazioni della natura:

- 1) Natura contro società (opposizione): la natura è vista come un'entità separata e spesso in conflitto con la società.
- 2) Natura subordinata alla società (dominazione): la natura è integrata nella società ma vista come subordinata, controllabile e sfruttabile.
- 3) Natura unita alla società (interdipendenza): la natura è vista come interdipendente con la società, formando una rete integrata di vita. La pluralità di rappresentazioni della natura pone questioni critiche su come formulare politiche ambientali che siano inclusive e sostenibili. La sfida principale risiede nel riconoscere e valorizzare queste diverse visioni, integrandole in un quadro comune che promuova la giustizia ambientale e la sostenibilità. Gli autori sottolineano come le percezioni dominanti, spesso influenzate da gruppi di potere, possano perpetuare ingiustizie ambientali e disuguaglianze sociali. Ad esempio, la visione della natura come subordinata alla società ha storicamente sostenuto pratiche estrattive e industriali che hanno devastato ecosistemi e comunità vulnerabili. Al contrario, le percezioni di interdipendenza promuovono un approccio più sostenibile e rispettoso, ma richiedono un cambiamento radicale nelle strutture di potere e nei modelli economici. La revisione suggerisce che riconoscere e valorizzare la diversità e la pluralità delle percezioni della natura può arricchire le politiche ecologiche e sfidare i sistemi socio-politici ed economici esistenti. Guardando al futuro, l'articolo invita a una riflessione profonda su come possiamo muoverci verso una transizione ecologica che abbracci questa pluralità di visioni. La chiave potrebbe risiedere nell'integrazione delle conoscenze indigene e locali con la scienza moderna, creando un dialogo continuo che valorizzi le diverse esperienze e conoscenze. Immaginiamo un mondo in cui le politiche ambientali siano modellate non solo da dati scientifici, ma anche dalle storie e dalle esperienze delle comunità locali. Un mondo in cui ogni decisione tenga conto dell'interdipendenza tra uomo e natura, riconoscendo che la nostra sopravvivenza è intrinsecamente legata alla salute degli ecosistemi che ci circondano. Il viaggio attraverso le percezioni plurali della natura ci mostra che la strada verso una transizione ecologica sostenibile è complessa; è quindi importante includere le percezioni e rappresentazioni plurali della natura nel dibattito ecologico, poiché queste influenzano direttamente la possibilità di transizioni ecologiche eque e sostenibili.

° Vidal, D. G. Et al: (2024). Natures instead of nature-plural perceptions and representations of nature and its challenges for ecological transition: a systematic review of scientific production. *Environmental Sciences Europe*, 36(108).

## 2. Interventi che promuovono comportamenti pro-ambientali nei bambini: una meta-analisi e un programma di ricerca

È noto come gli adulti siano resistenti ai tentativi di cambiamento dei loro comportamenti in direzione pro-ambientale (PEB) e gli autori di questo lavoro si chiedono come possano essere promossi questi comportamenti nei bambini. Questo articolo esamina le ricerche su interventi volti a promuovere PEB nei bambini, analizzando 65 studi che includono misurazioni quantitative dei PEB e valutano l'efficacia degli interventi. Nel considerare gli interventi rilevanti sono state incluse a priori due categorie ampiamente studiate: gli interventi di educazione ambientale e l'influenza sociale. Sono in aggiunta emerse dagli studi due ulteriori categorie di interventi: le scuole eco-attive e gli interventi basati su processi additivi (cioè basati su una combinazione di interventi diversi). La metanalisi ha evidenziato che complessivamente questi interventi aumentano i PEB tra i bambini (Hedges'  $g = 0.53$ ), producendo effetti di maggiore entità quando è stato misurato oggettivamente il comportamento, anche se gli studi con una misurazione oggettiva dei PEB sono risultati particolarmente scarsi in letteratura; ha inoltre evidenziato come l'efficacia degli interventi diminuisce con l'aumentare dell'età dei bambini e che gli interventi all'aperto hanno mostrato maggiori effetti rispetto a quelli al chiuso. Viene quindi in conclusione proposto dagli autori un programma di ricerca che si basi su conoscenze teoriche e diversificazione metodologica, che valuti il comportamento reale e non solo quello auto-riferito, con interventi che inizino precocemente nei processi di socializzazione dei bambini.

° Świątkowski W et al. Interventions promoting pro-environmental behaviors in children: A meta-analysis and a research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 2024; 96, 102295. doi:10.1016/j.jenvp.2024.102295.

## 3. Eco-ansia e ansia climatica legate all'esposizione indiretta: Una revisione esplorativa della letteratura empirica

Questo documento offre una panoramica dettagliata su un fenomeno emergente che colpisce sempre più persone in tutto il mondo, ovvero l'ansia climatica o eco-ansia. L'ansia climatica è un campo di ricerca in rapida espansione, con un'urgente necessità di ulteriori studi per comprendere meglio le sue implicazioni e sviluppare strategie efficaci di intervento. Questa revisione ha esaminato la letteratura scientifica disponibile per comprendere meglio questo fenomeno. Gli autori hanno analizzato 90 studi pubblicati tra il 2000 e il 2023, principalmente provenienti da Europa, Nord America e Australasia. La maggior parte sono stati pubblicati dopo il 2020, indicando un crescente interesse accademico verso questo tema. La maggior parte degli studi identificati è di natura quantitativa e si concentra sulla creazione di strumenti di misurazione dell'ansia climatica, come la Climate Change Anxiety Scale (CCAS) e la Hogg Eco-anxiety Scale (HEAS). Questi strumenti sono stati validati attraverso numerosi studi e contribuiscono a standardizzare la misurazione di questo nuovo tipo di ansia. Gli studi qualitativi e misti, sebbene meno numerosi, hanno offerto approfondimenti sulle esperienze di specifici gruppi, come attivisti, scienziati, bambini e giovani adulti. Le popolazioni studiate variano notevolmente, con una predominanza di ricerche condotte su campioni europei e nordamericani. Tuttavia, c'è una crescente attenzione verso studi condotti

in paesi non occidentali, riconoscendo l'importanza di comprendere l'ansia climatica in contesti culturali diversi. La revisione ha identificato alcuni studi che propongono e valutano interventi, principalmente attraverso approcci di gruppo e basati sull'educazione climatica. Questi interventi mirano a trasformare l'ansia in azioni positive e a sviluppare la resilienza attraverso esercizi di mindfulness, performance teatrali e attività fisiche. Gli autori sottolineano l'importanza di continuare a monitorare l'evoluzione di questo fenomeno, esplorando sia gli impatti diretti che indiretti del cambiamento climatico sulla salute mentale. Per impatti diretti si intendono le risposte psicologiche derivanti dall'esposizione immediata e fisica a eventi climatici estremi o disastri naturali, mentre gli impatti indiretti sono quelli che derivano dalla consapevolezza delle minacce climatiche ottenuta attraverso l'informazione e il discorso pubblico, senza aver sperimentato direttamente un evento climatico estremo. Comprendere come le risposte emotive al cambiamento climatico possano essere incanalate verso azioni positive è fondamentale per affrontare le sfide ambientali globali e promuovere il benessere psicologico.

° Jarrett, J. et al. (2024). Eco-anxiety and climate-anxiety linked to indirect exposure: A scoping review of empirical research. *Journal of Environmental Psychology*, 96, 102326.

## 4. Agire in base a ciò che sentiamo: quali risposte emotive alla crisi climatica motivano l'azione per il clima

Lo studio ha sottolineato l'importanza delle emozioni nella lotta contro la crisi climatica, suggerendo che agire in base a ciò che sentiamo potrebbe essere una chiave per un futuro sostenibile. Ha indagato come le risposte emotive alla crisi climatica possano influenzare i comportamenti pro-ambientali. La ricerca ha coinvolto soggetti di 6 paesi europei (Regno Unito, Germania, Austria, Svezia, Francia, Ungheria) e dagli Stati Uniti, fornendo una panoramica comparativa (1.307 partecipanti da 6 paesi europei e 1.040 partecipanti dagli Stati Uniti). I partecipanti hanno completato questionari online che misuravano le loro emozioni riguardanti la crisi climatica, le strategie di regolazione emotiva utilizzate e i comportamenti pro-ambientali. Le emozioni considerate includevano ansia, speranza, colpa, rabbia, tristezza e motivazione. Le strategie di regolazione emotiva analizzate comprendevano la ruminazione, la riformulazione cognitiva, la distrazione, la rassegnazione, l'evitamento, il biasimo verso gli altri e l'accettazione. È stata confermata l'associazione tra emozioni negative intense e comportamenti pro-ambientali: le persone che provano emozioni più forti riguardo alla crisi climatica tendono a impegnarsi di più in azioni pro-ambientali. La ruminazione è un processo cognitivo in cui una persona pensa ripetutamente a determinati pensieri o situazioni, spesso negativi, nel contesto della crisi climatica. Questo può significare pensare continuamente ai problemi legati al cambiamento climatico e alle sue conseguenze; la ruminazione media la relazione tra emozioni negative e comportamenti pro-ambientali in entrambi i campioni. Le emozioni negative portano a una maggiore ruminazione, che a sua volta aumenta la probabilità di impegnarsi in comportamenti pro-ambientali. La riformulazione cognitiva (ovvero cambiare il modo in cui si pensa a una situazione per alterarne l'impatto emotivo) e il biasimo (ovvero attribuire la colpa per una situazione negativa ad altri, piuttosto che assumersene la responsabilità) verso altri moderano la forza e la direzione della relazione tra le emozioni

negative e i comportamenti pro-ambientali. La riformulazione cognitiva tende a rafforzare questa relazione, mentre il biasimo verso altri tende a indebolirla nei partecipanti europei. L'analisi dei profili latenti ha identificato diversi gruppi di risposte emotive: un gruppo con emozioni climatiche intense era più propenso a intraprendere azioni pro-ambientali rispetto a un gruppo con poche o nessuna emozione climatica. Le emozioni intense, sia positive che negative, giocano un ruolo cruciale nella motivazione all'azione pro-ambientale. Le strategie di regolazione emotiva possono aiutare a gestire queste emozioni, sostenendo il benessere psicologico e mantenendo alto l'impegno ambientale. Educare le persone a come gestire costruttivamente le loro emozioni legate al clima può potenziare l'azione pro-ambientale. Gli interventi che insegnano strategie di regolazione emotiva possono trasformare le emozioni negative in azioni positive per il clima.

° Kovács, L. N. Et al: (2024). *Acting as we feel: Which emotional responses to the climate crisis motivate climate action.* *Journal of Environmental Psychology*, 96, 102327. doi:10.1016/j.jenvp.2024.102327.

### 5. Solastalgia e stagione degli incendi estivi australiani

Il concetto di solastalgia, introdotto da Albrecht nel 2005, si riferisce al dolore psicologico causato dai cambiamenti ambientali avversi nel proprio ambiente familiare. Questa ricerca si concentra sulla solastalgia vissuta dalle comunità australiane colpite dai devastanti incendi boschivi durante l'estate del 2019-2020. La solastalgia non è classificabile come disturbo mentale, ma si associa a sintomi di condizioni come la depressione, l'ansia e disturbi da stress post-traumatico (PTSD). Questo sentimento di dolore e perdita è amplificato dalla percezione di impotenza e dalla sensazione di tradimento da parte di coloro che avrebbero dovuto proteggere l'ambiente. Gli autori hanno utilizzato una metodologia mista quantitativa e qualitativa: nello studio qualitativo, le esperienze di solastalgia sono state esplorate attraverso interviste con i residenti delle aree colpite dagli incendi, mentre nello studio quantitativo hanno valutato l'entità della solastalgia e la sua relazione con vari fattori psicologici e demografici tramite un sondaggio. Dai dati qualitativi si è rivelato che i partecipanti utilizzavano indizi ambientali (che potevano essere visivi, sonori, olfattivi o basati su altre percezioni sensoriali) per comprendere il rischio imminente e sviluppavano solastalgia anticipatoria in previsione di futuri cambiamenti ambientali. Il senso di tradimento era comune tra i partecipanti, che sentivano che le autorità non avevano ascoltato le preoccupazioni della comunità. Dall'analisi quantitativa si è evidenziato che la solastalgia era più alta tra coloro che attribuivano l'intensità degli incendi al cambiamento climatico e alla siccità. È stata osservata una forte correlazione tra solastalgia e PTSD, suggerendo che la solastalgia è accentuata tra coloro che hanno subito traumi passati legati all'ambiente. Le persone anziane erano più colpite dalla solastalgia rispetto ai giovani, probabilmente a causa del loro legame più lungo con il luogo e della percezione che l'ambiente non sarebbe tornato come prima. Lo stress finanziario e il livello di istruzione erano anch'essi correlati con livelli più alti di solastalgia. La sensazione di perdita e impotenza può essere mitigata da una maggiore partecipazione delle comunità nella gestione ambientale. Questo studio sottolinea l'importanza di proteggere e preservare le aree naturali per sostenere il benessere psicologico delle persone e sottolinea l'importanza del coinvolgimento delle comunità locali nelle decisioni di gestione ambientale al fine di contribuire

a ridurre l'impatto psicologico della solastalgia.

° Stanley, S. K. Et al: (2024). *Solastalgia following the Australian summer of bushfires: Qualitative and quantitative insights about environmental distress and recovery.* *Journal of Environmental Psychology*, 95, 102273.

## Miscellanea

### 1. Il ruolo della biodiversità nello sviluppo dell'asma e della sensibilizzazione allergica. Una revisione delle conoscenze attuali

Si tratta di una revisione che ha cercato di riassumere le prove disponibili sul ruolo del microbiota sia ambientale che interno all'organismo umano nello sviluppo di asma, respiro sibilante e sensibilizzazione allergica. Sono stati identificati degli studi che hanno evidenziato un effetto protettivo della biodiversità ambientale ma le prove relative alla biodiversità del microbiota umano sono inconsistenti. L'importante declino della biodiversità in atto sul nostro pianeta desta preoccupazione in quanto può portare a una serie di possibili conseguenze negative per la popolazione umana, tra cui l'emergere di nuove zoonosi e un aumento di malattie infiammatorie croniche secondario ad una perturbazione del microbiota sia ambientale sia interno al nostro organismo. Molti scienziati, da più di 10 anni, ipotizzano che la perdita di biodiversità porti anche a disfunzioni del sistema immunitario e aumenti il rischio di malattie infiammatorie croniche. Prove crescenti suggeriscono che la diversità del microbiota umano può influenzare il rischio di asma e allergie. I cambiamenti nello sviluppo del microbiota, evidenziati da una bassa diversità del microbiota intestinale e delle vie aeree nell'infanzia, sono stati associati allo sviluppo di atopia e asma più avanti nella vita, anche se gli studi ad oggi non sono conclusivi. Gli autori di questo studio hanno condotto una ricerca sistematica su SciVerse Scopus, PubMed MEDLINE e Web of Science per identificare studi umani rilevanti che valutassero le relazioni tra la biodiversità microbica esterna ed interna e il rischio di asma, respiro sibilante o sensibilizzazione allergica. Sono stati selezionati gli studi condotti su esseri umani e pubblicati in inglese con le seguenti caratteristiche: a) studio randomizzato controllato originale o studio epidemiologico (di coorte, caso-controllo o studio trasversale); b) presenza di dati sulle relazioni biodiversità esterna e/o interna e rischio di asma, respiro sibilante e/o sensibilizzazione allergica. Nella revisione finale sono stati inclusi 82 studi di cui 57 hanno coinvolto esclusivamente bambini ed adolescenti. 29 di essi hanno riportato un effetto protettivo della biodiversità esterna. Non sono state invece evidenziate prove chiare sul ruolo della biodiversità del microbiota umano nello sviluppo di queste patologie. Gli autori ritengono necessari ulteriori studi per chiarire meglio le dinamiche di queste possibili correlazioni.

° PACIÈNCIA, Inès, et al. *The Role of Biodiversity in the Development of Asthma and Allergic Sensitization: A State-of-the-Science Review.* *Environmental Health Perspectives*, 2024, 132.6: 066001.

### 2. Analisi dell'esposoma dal periodo pre-concepimento nello sviluppo di eczema atopico, rinite e respiro sibilante nei bambini piccoli

I risultati dello studio hanno importanti implicazioni per la sa-

lute pubblica e la prevenzione delle malattie. Identificare i fattori di rischio ambientali e genetici precoci può aiutare a sviluppare strategie di intervento personalizzate per prevenire lo sviluppo di condizioni atopiche nei bambini. L'approccio basato sull'apprendimento automatico (ovvero utilizzando quella branca dell'intelligenza artificiale che utilizza algoritmi e modelli statistici per analizzare e trarre inferenze da modelli complessi nei dati) offre un potente strumento per l'analisi dell'esposoma. Ad oggi le ricerche su eczema atopico, rinite e wheezing considerano un numero limitato di fattori di rischio. Questo studio ha utilizzato un approccio di apprendimento automatico per esplorare l'esposoma a partire dalla fase di concepimento. Lo studio ha combinato i dati di due coorti di nascita asiatiche multietniche: GUSTO (Growing up in Singapore Towards healthy Outcomes, 1.247 donne nel primo trimestre di gravidanza) e S-PRESTO (Singapore Pre conception Study of long term Maternal and child outcomes, 1.039 donne che avevano deciso di concepire). Le informazioni sono state raccolte tramite questionari su demografia, stile di vita e sviluppo delle allergie infantili. I prelievi di micronutrienti, metaboliti e citochine sono stati eseguiti alla ventiseiesima settimana di gestazione e da cordone ombelicale alla nascita. Lo studio ha incluso 1.151 coppie madre-figlio. Eczema atopico, rinite e wheezing in età precoce sono probabilmente programmate tramite meccanismo infiammatorio in utero dagli esposomi di concepimento e di gravidanza. Il consumo di alcol durante il concepimento e i sintomi depressivi materni durante la gravidanza aumentano il rischio di eczema e rinite. Alti livelli di neopterin (molecola appartenente alla classe delle pteridine e marker biologico di attivazione del sistema immunitario) nel sangue materno e di dimetilglicina (intermedio nel metabolismo della colina e dell'acido folico che partecipa alla sintesi di diversi importanti composti biologici e svolge un ruolo nella metilazione, e secondo alcuni studi sembra in grado di migliorare la risposta del sistema immunitario) nel sangue del bambino sono protettivi nei confronti di episodi di wheezing precoci. Le infezioni precoci dopo la nascita sono correlate allo sviluppo di eczema atopico e rinite. In conclusione gli esposomi nel concepimento e nel periodo prenatale possono determinare lo sviluppo di eczema atopico, rinite e wheezing. Ridurre il consumo di alcol materno e supportare la salute mentale materna durante la gravidanza può prevenire queste condizioni promuovendo un ambiente prenatale ottimale. Ricerche future su esposizioni ambientali durante il concepimento saranno utili per comprendere i primi precursori dello sviluppo delle malattie nei bambini.

° Dong Y et al. *A machine-learning exploration of the exposome from preconception in early childhood atopic eczema, rhinitis and wheeze development.* *Environ Res.* 2024 Jun 1;250:118523. doi: 10.1016/j.envres.2024.118523. Epub 2024 Feb 19. PMID: 38382664.

### 3. Esposizione ambientale e salute infantile in Cina

Nel 2017 l'OMS ha stimato che i rischi ambientali rappresentano il 25% del carico totale di malattie e che la loro riduzione potrebbe prevenire ogni anno la morte di 1 bambino su 4 sotto i 5 anni d'età. La Cina, che ospita un quinto della popolazione mondiale, ha sperimentato negli ultimi decenni una rapida crescita economica, con conseguente aumento della produzione di sostanze chimiche sintetiche e contaminanti rilasciati nell'ambiente.

Gli autori di questa review si sono posti lo scopo di fornire una panoramica epidemiologica attuale dei contaminanti chimici ambientali a cui sono più comunemente esposti i bambini cinesi e riassumere le loro potenziali associazioni con malattie infantili note o sospettate di origine ambientale al fine di prevenirle.

° Ding G et al: *Environmental exposure and child health in China.* *Environ Int.* 2024 May;187:108722. doi:0.1016/j.envint.2024.108722. Epub 2024 May 7. PMID: 38733765.

## Approfondimenti

### Emissioni di microplastiche nelle cucine: una revisione

A cura di *Annamaria Sapuppo*

L'intensificazione dell'inquinamento da microplastiche (MP), particelle di plastica più piccole di 5 mm, è emersa come una importante sfida ambientale, con profonde implicazioni globali. La presenza di MP in una moltitudine di mezzi ambientali, come l'atmosfera, il suolo e gli oceani, si estende agli oggetti di uso comune (abbigliamento, cosmetici e articoli di plastica monouso, ecc.), culminando nell'ingestione e bioaccumulo nell'uomo e nell'animale attraverso cibo, acqua e aria. Gli studi stimano un "consumo giornaliero" significativo di MP, che può causare vari problemi di salute, come disfunzioni metaboliche, neurotossicità e problemi cardiovascolari. In ambito domestico, le cucine sono diventate importanti epicentri per l'inquinamento da MP: utensili da cucina, come padelle antiaderenti rivestite, taglieri di plastica e utensili monouso, rilasciano particelle di MP, che possono poi essere ingerite insieme al cibo. Gli utensili da cucina in plastica, come i taglieri, sono una fonte significativa di MP a causa dei danni meccanici che subiscono, come crepe e abrasioni, durante l'uso. La frammentazione delle superfici plastiche aumenta l'area superficiale, rendendo il materiale più vulnerabile all'intrusione chimica e accelerando l'invecchiamento, che favorisce ulteriormente il rilascio di MP. Pertanto, si raccomanda di usare utensili non plastici, come vetro o metallo, e di sostituire regolarmente quelli usurati per ridurre al minimo il rilascio di MP. I bollitori di plastica sono un'altra fonte di MP, con il rilascio che aumenta durante il processo di ebollizione. Allo stesso modo, i contenitori per alimenti sono particolarmente suscettibili alla temperatura durante l'uso, che può portare al rilascio di piccole particelle di plastica nel cibo. Diverse analisi hanno mostrato che circa 3-29 MP sono rilasciati da ciascun contenitore di plastica; in base alla presenza di MP in diversi contenitori per cibo da asporto, si stima che ogni persona possa ingerire tra 145 e 5.520 particelle di MP per ogni 5-10 ordini di cibo da asporto. Inoltre, è stato osservato che le temperature elevate aumentano il rilascio di MP da contenitori in plastica durante il riscaldamento al microonde, mentre temperature più basse rendono la plastica più fragile e suscettibile al rilascio di MP. Infine, il pH del contenuto ha dimostrato di influenzare la quantità di MP rilasciati, con condizioni acide o alcaline che aumentano il rilascio rispetto alle condizioni neutre. Anche gli utensili usati per il lavaggio delle stoviglie possono rilasciare MP. Ad esempio, le spugne per piatti possono rilasciare fino a 200 particelle di MPs quando utilizzate per pulire, mentre le lavastoviglie possono rilasciare fino a 1.468 particelle

per ciclo di lavaggio. Anche i detersivi per lavastoviglie contengono MPs. Altre fonti di MPs includono sacchetti di nylon per alimenti, sacchetti non tessuti, sacchetti per caffè e tè in plastica, e pellicola trasparente per alimenti. La migrazione delle MPs dai cibi è diventata quindi una preoccupazione sanitaria pubblica sempre più urgente, in quanto l'assunzione alimentare è emersa come principale via di esposizione umana alle MPs. L'acqua potabile, sia dal rubinetto che in bottiglia, è una fonte significativa di MPs. Studi hanno mostrato che la concentrazione di MPs nell'acqua del rubinetto varia globalmente, con valori che vanno da  $0.9 \pm 1.3$  a  $440 \pm 275$  particelle/L. Anche l'acqua in bottiglia non è esente da questa contaminazione, con concentrazioni che vanno da  $2.1 \pm 5.0$  a  $317 \pm 257$  particelle/L. Pesci e molluschi rappresentano un'altra fonte maggiore, poiché questi organismi ingeriscono MPs presenti nell'acqua. Ciò porta all'accumulo di MPs nei loro corpi, che possono essere trasferiti agli umani al momento del consumo. Per i prodotti a base di carne, uno studio focalizzato sul pollo confezionato in plastica ha rivelato concentrazioni di MPs che vanno da 4.0 a 18.7 particelle/kg. Inoltre, le MPs possono essere assorbite dalle piante dal suolo contaminato, influenzando i raccolti e quindi entrando nella dieta delle persone. Anche i condimenti non sono immuni a questa contaminazione, con MPs rilevate nel sale ( $8-102$  particelle/kg), così come nello zucchero ( $343.7 \pm 32.08$  particelle/kg) e nel miele ( $670 \pm 150$  particelle/kg). Le analisi statistiche precedenti suggeriscono che gli individui possono ingerire tra 39.000 e 52.000 particelle di MPs annualmente attraverso la catena di approvvigionamento alimentare. L'interazione tra le pratiche di cottura e il livello di MPs negli ingredienti alimentari è una questione complessa e intricata. La ricerca ha dimostrato che diversi metodi di cottura possono influenzare significativamente i livelli di MPs nel cibo. Ad esempio, l'abbondanza media di MPs nei cibi preparati arrostando, friggendo, cuocendo a vapore, bollendo, saltando in padella e infornando era rispettivamente di 1.140, 1.180, 1.550, 677, 433 e 59.7 particelle/kg. Andando a valutare gli effetti sulla salute umana, l'esposizione alle MPs può portare all'insorgenza di importanti disturbi, a cominciare dalla composizione del microbiota, con una diminuzione dei Bacteroidetes ed un aumento degli Actinobacteria, cui si aggiungono il danno alla barriera mucosa e le alterate risposte immunitarie ed infiammatorie che ne conseguono. Le MPs, percepite come corpi estranei, provocano una serie di risposte immunitarie atipiche, come immunosoppressione ed attivazione di reazioni infiammatorie anomale, che possono portare ad una diminuzione della resistenza alle malattie e a un aumento della suscettibilità alle infezioni. Inoltre, l'esposizione prolungata all'acqua contenente MPs potrebbe risultare in un'alterata funzione a carico della milza e un decremento nel numero di cellule T CD8, suggerendo una soppressione immunitaria. L'accumulo di MPs è anche responsabile di alterazioni nel metabolismo energetico, in particolare disturbi nel metabolismo dei carboidrati e dei lipidi, ma anche degli aminoacidi, degli acidi biliari e dei neurotrasmettitori. L'esposizione materna alle MPs durante la gravidanza può influenzare il metabolismo del colesterolo e dei lipidi placentari e fetali, rallentando lo sviluppo fetale e indicando la natura transgenerazionale di tale tossicità metabolica. A tal proposito, ricordiamo che durante la produzione di materiali plastici, vengono regolarmente incorporati diversi additivi chimici, tra cui plastificanti, antiossidanti e ritardanti di fiamma. Alcuni di questi composti sono classificati come interferenti en-

docrini, che influenzano negativamente la sintesi, la secrezione, il trasporto e il metabolismo ormonale, portando a disturbi nel sistema endocrino, come anomalie nella secrezione tiroidea e nell'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi, influenzando negativamente i processi di sviluppo e regolazione del sistema riproduttivo. L'esposizione alle MPs può anche disturbare l'equilibrio delicato del metabolismo di glucosio e lipidi, in particolare nel fegato, portando a livelli elevati di zucchero nel sangue. La tossicità delle MPs è attribuita alla loro capacità di indurre stress ossidativo, un fattore chiave nella promozione della resistenza all'insulina. Infine, le MPs sono sempre più riconosciute come potenziali contributori allo sviluppo del cancro. In sintesi, questa revisione ha valutato criticamente le principali fonti di contaminazione da MPs nell'ambiente domestico, sottolineandone la prevalenza in oggetti comuni, inclusi cibo, acqua ed utensili da cucina, evidenziando la necessità imperativa di mitigare l'esposizione alle MPs nell'interesse della salute umana e della conservazione ecologica.

° Liu Y et al: A systematic review of microplastics emissions in kitchens: Understanding the links with diseases in daily life. *Environ Int.* 2024 Jun;188:108740. doi: 10.1016/j.envint.2024.108740. Epub 2024 May 11. PMID: 38749117

### **Cambiamenti climatici e salute dei bambini: costruire un futuro sano per ogni bambino**

A cura di *Angela Pasinato, Elena Uga*

L'American Academy of Pediatrics (AAP) ha emanato un altro policy statement sul cambiamento climatico, dopo quello del 2007, considerando questa data uno spartiacque nella medicina, riconoscendo che i pediatri devono prendersi cura del pianeta per prendersi cura dei bambini. Il cambiamento climatico provoca profondi cambiamenti nella temperatura, nelle precipitazioni e negli ecosistemi. Questi effetti sui sistemi terrestri compromettono la qualità dell'aria e dell'acqua, aumentano l'insicurezza alimentare, modificano l'incidenza delle malattie infettive, intensificano le stagioni delle allergie e provocano incendi e uragani più devastanti e ondate di calore più pericolose e frequenti. La salute fisica e mentale dei bambini è minacciata da tutto questo. Questi impatti spongono e amplificano le disuguaglianze esistenti e creano un'ingiustizia intergenerazionale senza precedenti. In poche parole quello che sottolinea la dichiarazione politica è che "le politiche che riducono la dipendenza dai combustibili fossili e promuovono un'aria più pulita, facilitano gli spostamenti a piedi e in bicicletta, incoraggiano diete più sostenibili, aumentano l'accesso alla natura e sviluppano comunità più connesse portano a guadagni immediati nella salute e nell'equità infantile e costruiscono le basi affinché generazioni di bambini possano prosperare." Questa dichiarazione politica affronta 3 argomenti: 1. La salute fisica e mentale dei bambini è minacciata dal cambiamento climatico attraverso i suoi effetti su temperatura, precipitazioni, condizioni meteorologiche estreme (ad esempio, ondate di calore, incendi boschivi); sconvolgimenti ecologici; e sconvolgimenti della comunità. 2. Il cambiamento climatico grava in modo sproporzionato sui bambini nei gruppi socialmente svantaggiati. Il cambiamento climatico espone e amplifica le disuguaglianze esistenti e crea un'ingiustizia intergenerazionale.

le senza precedenti. 3. Le soluzioni al cambiamento climatico, avanzate attraverso il lavoro collaborativo di pediatri, sistemi sanitari, comunità, aziende e governi, forniscono un nuovo quadro per la promozione della salute infantile. La maggior parte delle emissioni di gas serra del mondo è dovuta alla combustione dei combustibili fossili (produzione elettrica, industria, trasporto).

### Cosa dovrebbero fare i pediatri

1. Parlare dei cambiamenti climatici nella loro pratica clinica.
2. Mettere a punto programmi di studio sul clima nelle facoltà di medicina e nelle scuole di specialità.
3. Ridurre le emissioni di carbonio nel settore sanitario.
4. Fungerne da modello nella comunità personale e professionale.
5. Sostenere localmente a livello nazionale e internazionale politiche di promozione energetica a zero emissioni di carbonio ed essere attenti alla giustizia climatica.
6. Portare la voce dei bambini alle coalizioni che lavorano per affrontare il cambiamento climatico.

### Cosa dovrebbe fare il Governo

1. Promuovere l'efficienza energetica e la produzione di energia rinnovabile a livello federale, statale e locale.
2. Incentivare il trasporto su ruota, una delle principali fonti di emissione di gas serra, verso le zero emissioni di carbonio.
3. Promuovere diete più a base vegetale.
4. Aumentare gli spazi verdi urbani.
5. I percorsi sicuri per camminare e andare in bicicletta e l'accesso al trasporto pubblico.
6. Incentivare il settore sanitario per l'efficienza energetica.
7. Incentivare la ricerca e le misure di adattamento, mitigazione e resilienza della salute pubblica.
8. Coinvolgere attivamente le comunità colpite dagli eventi estremi del cambiamento climatico.
9. Infine promuovere globalmente azioni di decarbonizzazione.

### Provvedimenti utili

Migliorare l'accesso e la sicurezza dell'andare in bicicletta, camminare e altre modalità di trasporto attivo possono promuovere BMI più sani e una migliore forma fisica cardiorespiratoria. Gli spazi verdi urbani, ad esempio, possono ridurre l'effetto isola di calore urbano. Le aree delle città che hanno più superfici scure assorbono più calore e diventano più calde di quelle più verdi. Piantare alberi, giardini sui tetti e altre aree verdi in queste aree può ridurre l'esposizione al calore. L'esposizione agli spazi verdi è stata anche associata a profondi benefici per la salute mentale dei bambini. Una alimentazione con predominanza dei vegetali, in particolare verdure, cereali integrali e frutta, contribuisce a una minore impronta di carbonio rispetto alla dieta obesogena media che tende ad avere elevate quantità di zuccheri lavorati e carni. La produzione alimentare è responsabile di circa il 10% delle emissioni di gas serra negli Stati Uniti. Circa la metà di queste emissioni deriva dall'applicazione di fertilizzanti a base di azoto al suolo e un altro quarto proviene dal bestiame ruminante, principalmente mucche. Le emissioni medie di gas serra per la produzione di carne bovina a livello globale sono 4.5 volte superiori a quelle del formaggio, 8.7 volte superiori a quelle del pollame, 25 volte superiori rispetto al tofu e 167 volte superiori a quelle della frutta secca. Un passaggio dalle diete attuali a diete ricche di alimenti di origine vegetale e povere di alimenti di origine animale ridurrebbe ulteriormente le fonti di inquinamento

e promuoverebbe la salute.

° AHDOOT, S., et al. Council on Environmental Health and Climate Change; Council on Children and Disasters; Section on Pediatric Pulmonology and Sleep Medicine; Section on Minority Health, Equity, and Inclusion. Climate change and children's health: building a healthy future for every child. *Pediatrics*, 2024, 153.3: e2023065504. *Pediatrics*. 2024 Mar 1;153(3):e2023065505. doi: 10.1542/peds.2023-065505. PMID: 38374808.

### Box

#### Temperatura

L'esposizione al calore può avere diversi effetti sulla salute infantile:

- l'esposizione materna al calore è associata a esiti avversi del parto, tra cui il parto pretermine;
- i neonati sono a rischio particolarmente elevato di mortalità correlata al calore;
- i bambini che si esercitano all'aperto nei mesi estivi sono ad alto rischio di malattie correlate al calore;
- meno spazi verdi e più superfici costruite contribuiscono a un maggiore assorbimento del calore e a temperature più elevate all'interno delle città, noto come effetto "isola di calore urbana". Vari gradi di copertura arborea e la densità edilizia possono causare variazioni delle temperature all'interno di una singola area urbana fino a 7.4°C.

#### Eventi meteorologici estremi

I danni di tali eventi si estendono ben oltre i rischi immediati. Gli eventi di inondazione comportano una maggiore esposizione dei bambini a sostanze tossiche. La siccità provoca stagioni calde più lunghe e più temperature estreme favoriscono il rischio di incendi. L'esposizione al fumo degli incendi è una causa consolidata di effetti sulla salute respiratoria.

Il particolato inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>) proveniente dal fumo degli incendi è fino a 10 volte più dannoso per la salute respiratoria dei bambini rispetto al PM<sub>2.5</sub> proveniente da altre fonti. L'esposizione al fumo degli incendi è stata associata anche ad esiti avversi alla nascita, tra cui parto pretermine e riduzione del peso alla nascita.

#### Effetti diretti sulla salute

*Vie respiratorie.* L'aumento della concentrazione atmosferica di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), l'aumento della temperatura e le stagioni precoci stanno causando un anticipo e un'intensificazione della stagione delle allergie ai pollini. L'inizio molto precoce della primavera è stato associato a un aumento dei ricoveri ospedalieri per asma. L'inquinamento atmosferico correlato ai combustibili fossili contribuisce ad asma, ipertensione e disturbi neurocognitivi.

*Alimentazione.* L'elevata CO<sub>2</sub> può ridurre il contenuto di ferro, proteine e zinco delle piante aumentando così il rischio di carenza di nutrienti. La crescita delle colture può essere messa a rischio.

*Malattie mediate da patogeni.* L'aumento della temperatura è stato associato all'espansione dell'areale, alla diffusione delle malattie e all'incidenza precoce delle malattie trasmesse dai vettori, tra cui infezioni trasmesse da zanzare come la dengue e la chikungunya e le infezioni trasmesse dalle zecche, come la malattia di Lyme e le rickettsiosi del gruppo della febbre maculata. Le temperature elevate sono state anche associate a un'incidenza maggiore di malattia mani-piedi-bocca mediata da enterovirus, malattie causate da Escherichia coli, da Salmonella, da Campylobacter, e da Vibrio.