

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

La recente approvazione della legge “Nature Restoration Law”* da parte dell’Unione Europea rappresenta un intervento essenziale per contrastare il drastico declino della biodiversità in Europa, dove oltre l’80% degli habitat si trova in condizioni precarie. Questa legge si propone di ripristinare gli ecosistemi degradati su scala continentale, contribuendo al contempo agli obiettivi climatici dell’UE. Il ripristino della natura non solo promuove la biodiversità, ma offre anche servizi ecosistemici cruciali come la purificazione dell’acqua e dell’aria, l’impollinazione delle colture e la protezione contro le inondazioni. Entro il 2030, la legge prevede di restaurare il 20% delle aree terrestri e marine dell’UE, estendendo questo obiettivo a tutti gli ecosistemi bisognosi entro il 2050. La legge include obiettivi vincolanti per la biodiversità, la resilienza agli eventi naturali e la cattura del carbonio. La normativa mira anche ad aumentare le aree verdi urbane e migliorare la salute pubblica. Restaurare la natura non solo migliora la biodiversità, ma apporta anche benefici tangibili alla salute umana e al benessere delle comunità. E quest’ultimo aspetto è proprio quello che emerge da alcuni articoli che segnaliamo in questo numero di ambiente e salute sui benefici per la salute degli spazi verdi. 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 marzo e aprile 2024.

The recent approval of the Nature Restoration Law by the European Union is an essential intervention to counter the drastic decline of biodiversity across Europe, where more than 80 percent of habitats are in a precarious condition. This law aims to restore degraded ecosystems on a continental scale while contributing to the EU’s climate goals. Restoring nature not only promotes biodiversity, but also provides crucial ecosystem services such as water and air purification, crop pollination, and flood protection. By 2030, the law calls for restoring 20 percent of the EU’s terrestrial and marine areas, extending this goal to all ecosystems in need by 2050. The law includes binding targets for biodiversity, resilience to natural events, and carbon capture. The legislation also aims to increase urban green areas and improve public health. Restoring nature not only improves biodiversity, but also brings tangible benefits to human health and community well-being. And the latter is precisely what emerges from some of the articles we report in this issue of Environment and Health on the health benefits of green spaces. In this journal we continue to summarize the main articles published in the monitored journals, all articles and editorials deemed worthy of attention. This issue is based on the systematic monitoring of publications in March and April 2024.

* Nature restoration law: Council gives final green light - Consilium ([europa.eu](https://www.consilium.europa.eu))



“Una breve vita, un grande amore” - Concorso fotografico “Noi siamo la Natura”, 2023

Ambiente e Salute News

Indice

:: Cambiamento climatico

1. Impatto dei cambiamenti climatici sui servizi sanitari nei paesi a basso e medio reddito: una revisione sistematica e analisi tematica

:: Inquinamento atmosferico

1. Esposizione infantile all'inquinamento outdoor e funzione cognitiva e motoria nei bambini di sei coorti europee
2. Esposizione a lungo termine al PM_{2.5} e rischio di malattia di Kawasaki nei bambini: uno studio di coorte longitudinale
3. Esposizione al particolato fine in epoca intrauterina e postnatale precoce e insorgenza di rinite allergica infantile
4. Esposizione all'inquinamento atmosferico prenatale e metilazione del DNA. Uno studio prospettico neonatale
5. Contenuto di metalli pesanti nel particolato aerodisperso e valutazione del rischio per la salute
6. Esposizione prenatale al particolato fine e ai suoi componenti chimici e rinite allergica nei bambini: effetto modificante degli acidi grassi polinsaturi
7. ► L'esposizione all'ozono nel periodo estivo ha ripercussioni sulla salute dei bambini anche a livelli inferiori alla soglia di sicurezza
8. Inquinamento atmosferico indoor e outdoor ed eczema atopico in età prescolare
9. Esposizione al traffico, stress ossidativo e disturbo dello spettro autistico
10. Esposizione prenatale al PM_{2.5} da fumo di incendio boschivo e nascite pre-termine
11. L'esposizione al fumo passivo di tabacco nel periodo prenatale o nella prima infanzia aumenta il rischio di obesità

:: Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

1. Esposizione a sostanze perfluoroalchiliche e cambiamenti della densità minerale ossea negli adolescenti e nei giovani adulti: uno studio multi-coorte
2. PFAS e concentrazione di cortisolo nei capelli degli adolescenti: lo studio HOME
3. ► Effetti dei prodotti farmaceutici e dei prodotti per la cura della persona sullo sviluppo puberale: evidenze su uomo e animali (vedi approfondimento)
4. Consumo di pesce: benefici per la salute
5. Apporto di selenio e mercurio con il consumo di pesce in gravidanza
6. Il consumo di pesce materno è associato a un miglioramento del livello di selenio: implicazioni per la salute del bambino
7. Esposizione a 6PPD-chinone, un contaminante emergente, su BMI, influenza e diarrea nei bambini
8. Esposizione a una miscela di metalli prenatali e sviluppo cognitivo del bambino
9. Esposizione infantile a sostanze chimiche ambientali e ADHD. Lo studio CHARGE
10. Esposizione prenatale a Idrocarburi policiclici aromatici e asma all'età di 8-9 anni in uno studio longitudinale
11. Effetto dei fattori ambientali e socioeconomici sulla concentrazione di piombo nel sangue nella prima infanzia
12. Esposizione a metalli pesanti e diabete mellito gestazionale: revisione sistematica e metanalisi
13. I metalli nel sangue nella prima infanzia possono influenzare lo sviluppo cognitivo
14. Esposizione continua a interferenti endocrini quali gli ftalati e i plastificanti alternativi nei pazienti delle terapie intensive neonatali
15. Correlazione tra bisfenolo A, F e S e livelli di adiponectina/leptina
16. L'inquinamento da plastica può favorire l'emergere e la diffusione di nuove malattie zoonotiche?

:: Campi elettromagnetici

1. Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza: un'analisi comparativa delle linee guida internazionali, nazionali e regionali

:: Ambienti naturali

1. Biodiversità e salute umana: una rassegna esplorativa ed esempi di collegamenti poco rappresentati
2. Spazi verdi urbani e pressione sanguigna nei bambini cinesi
3. Comportamento pro-ambientale, connessione con la natura e approvazione di norme pro-ambientali nei giovani: relazioni longitudinali
4. ► Spazi verdi urbani e sviluppo comportamentale e cognitivo nei bambini. impatto sulla salute del Piano "Eixos Verds" di Barcellona

:: Psicologia ambientale

1. Efficacia dell'inclusione dei bambini negli appelli ambientalisti

:: Miscellanea

1. Valutazione ambientale delle diete: panoramica e indicazioni sulla scelta degli indicatori

:: Approfondimenti

- Effetti dei prodotti farmaceutici e dei prodotti per la cura della persona sullo sviluppo puberale: evidenze su uomo e animali (approfondimento di Mara Tommasi)

► Articoli in evidenza

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

Cosa aggiungono questi studi: indicazioni pratiche

- **Manteniamo alta l'attenzione nei confronti dell'inquinamento atmosferico.** Si conferma che l'esposizione durante la gravidanza può avere effetti a lungo termine sulla salute dei neonati, modificando il loro DNA, e che questi cambiamenti possono persistere fino al primo anno di vita e influire sullo sviluppo del bambino. Una sua componente, il particolato fine, può influenzare anche lo sviluppo del sistema immunitario e respiratorio in modo da aumentare la suscettibilità alla rinite allergica, e assieme al biossido d'azoto (NO₂), può influenzare negativamente le funzioni cognitive e motorie fini dei bambini. Sempre l'ozono inoltre può aumentare il rischio di problemi di salute (asma, allergie, disturbi dell'orecchio) nei bambini, anche per concentrazioni inferiori ai limiti di sicurezza attualmente stabiliti. È sempre più necessario rivedere gli standard di qualità dell'aria per garantire una maggiore protezione della salute dei bambini. Ricordiamo infine che tutti questi effetti sono aggravati dalle temperature estreme.
- **L'esposizione a metalli pesanti** quali piombo e mercurio può avere effetti negativi duraturi sul QI e sulle funzioni cognitive. Anche altre sostanze chimiche ambientali come fenoli, parabeni, ftalati e pesticidi organofosfati, possono incidere sullo sviluppo neurologico, associandosi a sintomi di ADHD nei bambini, specialmente in quelli con disturbo dello spettro autistico (ASD). È necessario ridurre l'esposizione a tutte le sostanze chimiche per proteggere lo sviluppo cerebrale dei bambini.
- Segnaliamo una ulteriore fonte di preoccupazione legata ai **rifiuti plastici**. Essi possono diventare un rifugio per batteri e virus, aumentandone la sopravvivenza e la diffusione. Gli animali selvatici che ingeriscono plastica contaminata possono diventare vettori di questi patogeni, contribuendo alla loro trasmissione agli esseri umani.
- Sono necessari degli standard globalmente accettati per definire i rischi a lungo termine e i valori soglia di tolleranza per **l'esposizione ai campi elettromagnetici**. È auspicabile fissare un limite di riferimento accettato a livello mondiale, che attualmente manca.
- Sull'alimentazione: ricordiamo che diete ricche di alimenti biologici hanno minori impatti negativi sulla biodiversità e l'inquinamento chimico, e sono più sostenibili rispetto a quelle convenzionali. Ricordiamo ancora, anche se non è una novità, che l'assunzione di pesce, anche grazie al suo contenuto in Selenio, è importante per la salute dei bambini.
- **Si conferma che l'aumento delle aree verdi** è associato a miglioramenti nella salute mentale e nella memoria di lavoro dei bambini, oltre a una riduzione dei sintomi di iperattività e disattenzione. Gli spazi verdi urbani sono importanti anche per la salute cardiovascolare dei bambini. La promozione e l'integrazione di spazi verdi nelle aree urbane possono rappresentare una strategia efficace per la prevenzione delle malattie cardiovascolari fin dalla giovane età.

Cambiamento climatico

1. Impatto dei cambiamenti climatici sui servizi sanitari nei paesi a basso e medio reddito: una revisione sistematica e analisi tematica

L'obiettivo di questo studio è stato valutare l'impatto dei cambiamenti climatici sui servizi sanitari attraverso una revisione sistematica della letteratura, utilizzando un approccio di analisi

tematica. La ricerca è stata condotta l'8 febbraio 2022 utilizzando i database di ricerca Embase e PubMed. Sono stati inclusi studi scientifici peer-reviewed pubblicati in inglese dal 2012 al 2022, che hanno descritto almeno un rapporto riguardante l'impatto dei cambiamenti climatici sui servizi sanitari nei paesi a medio e basso reddito (LMIC). Gli studi sono stati organizzati in base alle loro caratteristiche chiave, che includevano la data di pubblicazione, l'obiettivo, il metodo, i limiti, i partecipanti e gli aspetti geografici. Lo strumento di valutazione mista (MMAT) è stato utilizzato per valutare il rischio di bias negli studi inclusi. Ventitré studi sono stati inclusi in questa revisione. I servizi sanitari sono definiti dagli autori come l'arte e la scienza di prevenire le malattie, prolungare la vita e promuovere la salute attraverso la fornitura organizzata di cure mediche e gli autori hanno valutato l'impatto secondo il quadro degli elementi costitutivi dell'OMS per la costruzione di sistemi sanitari resilienti al clima, in modo da rafforzare il sistema sanitario di un paese in modi diversi, con la finalità di migliorare la salute, l'efficienza, la reattività e la protezione dai rischi sociali e finanziari. Cinque aree dei servizi sanitari che si allineano con il quadro di questi elementi costitutivi dell'OMS sono state colpite dai cambiamenti climatici: (1) erogazione dei servizi, (2) risorse umane, (3) risorse finanziarie, (4) prodotti e tecnologie sanitarie, e (5) leadership e gestione organizzativa. Tuttavia, la ricerca sull'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi di informazione sanitaria (facente parte del quadro degli elementi costitutivi dell'OMS) non è stata inserita nello studio. Gli effetti climatici sono stati divisi in tre temi: effetti meteorologici, eventi meteorologici estremi e generali. La ricerca in questo studio ha rilevato che il cambiamento climatico ha avuto un impatto negativo su una varietà di servizi sanitari, e prevalentemente sull'erogazione dei servizi. Il quadro degli elementi costitutivi definiti dall'OMS per costruire dei sistemi sanitari resilienti ha fornito una lente utile attraverso cui rivedere i servizi sanitari. Gli autori suggeriscono che sarebbero preziose ulteriori ricerche sull'impatto dei cambiamenti climatici sui sistemi di informazione sanitaria, così come l'ulteriore istruzione e cambiamenti politici responsabili per contribuire a costruire la resilienza dei servizi sanitari colpiti dai cambiamenti climatici.

° Naser K. Et al: *The Impact of Climate Change on Health Services in Low- and Middle-Income Countries: A Systematised Review and Thematic Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2024; 21(4):434

Inquinamento atmosferico

1. Esposizione infantile all'inquinamento outdoor e funzione cognitiva e motoria nei bambini di sei coorti europee

Questo studio fornisce ulteriori evidenze sull'impatto negativo dell'inquinamento atmosferico sulle funzioni cognitive e motorie nei bambini. Gli autori discutono i possibili meccanismi con cui l'inquinamento atmosferico può influenzare lo sviluppo cognitivo e motorio nei bambini, tra cui l'infiammazione sistemica e lo stress ossidativo. L'importanza di ridurre l'esposizione all'inquinamento atmosferico nei bambini è sottolineata come un passo cruciale per promuovere uno sviluppo sano. L'esposizione all'inquinamento atmosferico durante l'infanzia è stata collegata ad effetti negativi sullo sviluppo cognitivo e sulla fun-

zione motoria. Tuttavia, esistono poche evidenze sulle possibili associazioni tra questi esiti per la salute e l'esposizione all'inquinamento atmosferico in diversi microambienti come casa, scuola o durante il pendolarismo. Gli autori di questo lavoro si sono dati l'obiettivo di analizzare queste possibili associazioni in sei diverse coorti europee (sono stati arruolati 1.301 bambini fra i 6 e gli 11 anni), non riscontrando associazioni significative. Sono state stimate le concentrazioni medie di inquinanti atmosferici esterni (NO_2 , $\text{PM}_{2.5}$) in diversi microambienti (casa, scuola e spostamenti), per un anno prima della valutazione dei risultati. La funzione attentiva, la flessibilità cognitiva, l'intelligenza non verbale e la funzione motoria fine sono state valutate utilizzando rispettivamente l'“Attention Network Test”, il test A e B “Trail Making”, il test delle matrici progressive colorate di Raven e il test del finger tapping. Nell'analisi aggregata delle varie coorti è emersa un'elevata correlazione ($r_s = 0.9$) tra livelli di esposizione all'inquinamento atmosferico a casa e a scuola e sviluppo della funzione motoria e cognitiva. Tuttavia, l'analisi coorte per coorte ha rivelato una significatività che va da bassa a moderata. Altro dato interessante emerso è che i livelli di esposizione all'inquinamento atmosferico durante il pendolarismo sono risultati più alti che a casa o a scuola. Gli autori concludono come ricerche future dovrebbero includere una valutazione dell'esposizione più dettagliata, considerando misurazioni individuali dell'esposizione e il tempo trascorso nei diversi ambienti.

° Alan Domínguez et al. Childhood exposure to outdoor air pollution in different microenvironments and cognitive and fine motor function in children from six European cohorts, *Environmental Research*, Volume 247, 2024, 118174, ISSN 0013-9351.

2. Esposizione a lungo termine al $\text{PM}_{2.5}$ e rischio di malattia di Kawasaki nei bambini: uno studio di coorte longitudinale

In questo studio di coorte basato sulla popolazione di una intera nazione, l'esposizione a lungo termine al $\text{PM}_{2.5}$ durante l'infanzia è stata associata a un aumento dell'incidenza di malattia Kawasaki (KD) nei bambini. Basandosi su studi precedenti che suggeriscono che l'inquinamento atmosferico sia un potenziale fattore di rischio per la malattia di Kawasaki (KD), gli autori hanno esaminato l'associazione tra l'esposizione a lungo termine al $\text{PM}_{2.5}$ durante l'infanzia e il rischio di KD. Lo studio è stato condotto sulla popolazione della Corea del Sud e ha incluso più di centomila nati dal 2002 al 2019, di età pari o inferiore a cinque anni. Del totale di 134.634 individui, 1.220 hanno ricevuto una nuova diagnosi di KD e hanno necessitato di terapia con immunoglobuline per via endovenosa durante il periodo di studio. La concentrazione media annuale di $\text{PM}_{2.5}$ a cui è stata esposta l'intera coorte era di $28.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Deviazione Standard 2.9). Per ogni aumento di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella concentrazione annuale di $\text{PM}_{2.5}$, il rapporto di rischio di KD era 1.21 (IC 95% 1.05–1.39).

° Hanna Kim et al. Association between long-term $\text{PM}_{2.5}$ exposure and risk of Kawasaki disease in children: A nationwide longitudinal cohort study, *Environmental Research*, Volume 244, 2024, 117823, ISSN 0013-9351.

3. Esposizione al particolato fine in epoca intrauterina e postnatale precoce e insorgenza di rinite allergica infantile

I risultati di questo studio suggeriscono che il particolato fine

può influenzare lo sviluppo del sistema immunitario e respiratorio in modo da aumentare la suscettibilità alla rinite allergica fornendo così evidenze a sostegno dell'ipotesi che l'esposizione al particolato fine in epoca intrauterina e postnatale precoce aumenti il rischio di questa patologia. Lo studio ha indagato le possibili associazioni tra le esposizioni al particolato fine (PM_1 , $\text{PM}_{1-2.5}$, $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{2.5-10}$ e PM_{10}) in utero e nel primo anno di vita e la rinite allergica includendo 29.286 bambini in età prescolare (3-6 anni) in sette grandi città cinesi nel periodo 2019-2020. Sono stati utilizzati modelli spazio-temporali basati sull'apprendimento automatico per stimare l'esposizione al particolato fine con risoluzione di $1 \times 1 \text{ km}$. Sono stati utilizzati modelli logistici misti multipli per valutare i rapporti di probabilità (OR) e gli intervalli di confidenza al 95% (CI) della rinite allergica infantile associata a un aumento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nell'esposizione all'inquinamento da particolato durante il periodo intrauterino e il primo anno di vita. Dei 29.286 bambini valutati, 3.652 (pari al 12.5%) hanno sviluppato una rinite allergica. Le concentrazioni medie di PM_1 durante il periodo intrauterino e il primo anno di vita sono state rispettivamente di $36.3 \pm 8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $33.1 \pm 6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'esposizione a PM_1 e $\text{PM}_{2.5}$ durante la gravidanza e il primo anno di vita è stata associata a un aumento del rischio di rinite allergica nei bambini, e le stime dell'OR erano più elevate per ogni aumento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in PM_1 rispetto a $\text{PM}_{2.5}$. Non sono state osservate associazioni tra la rinite allergica e l'esposizione pre- e post-natale a $\text{PM}_{1-2.5}$. Nell'analisi stratificata per trimestri la rinite allergica infantile è stata associata solo all'esposizione a PM_1 , $\text{PM}_{2.5}$, e PM_{10} , durante il terzo trimestre di gravidanza. L'analisi di sottogruppo ha suggerito associazioni più forti tra PM e rinite allergica tra i bambini più giovani (<5 anni) e nati in inverno.

° Yachen Li et al. Intrauterine and early postnatal exposures to sub-micron particulate matter and childhood allergic rhinitis: A multicity cross-sectional study in China, *Environmental Research*, Volume 247, 2024, 118165, ISSN 0013-9351.

4. Esposizione all'inquinamento atmosferico prenatale e metilazione del DNA. Uno studio prospettico neonatale

È ormai ben documentato che l'esposizione all'inquinamento atmosferico prenatale altera la metilazione del DNA (DNAm) e questo può influire sulla salute a lungo termine. Non è chiaro se le alterazioni del DNAm presenti alla nascita persistano nella prima infanzia. Identificare i cambiamenti persistenti del DNAm fornirebbe una maggiore comprensione dei meccanismi molecolari che contribuiscono all'associazione dell'esposizione all'inquinamento atmosferico prenatale con le malattie atopiche (asma, respiro sibilante, marcia atopica). I risultati del presente studio suggeriscono che l'esposizione prenatale all'inquinamento atmosferico altera la metilazione (effetto epigenetico caratterizzato dall'aggiunta di un gruppo metilico in posizione 5' di una citosina CpG) del DNA, potenzialmente in modo specifico per il sesso, e che i cambiamenti del DNAm nella maggior parte delle regioni del DNA persistono nella prima infanzia. Per la prima volta si dimostra che il primo anno di vita rimane un periodo sensibile all'esposizione, con conseguenti alterazioni del DNAm postnatali-specifiche. Le osservazioni forniscono un ulteriore supporto ai cambiamenti che si verificano nelle vie cellulari relative allo sviluppo polmonare precoce. Questa conoscenza contribuisce alla comprensione dei percorsi molecolari che possono essere alterati dall'esposizione all'inquinamento atmosferico pre-

coce e influenzano gli esiti della salute infantile. Questo studio ha esaminato le differenze del DNAm associate all'esposizione al biossido di azoto (NO₂, una misura surrogata dell'inquinamento atmosferico correlato al traffico) prenatale, alla nascita e all'età di un anno e ha esaminato il loro ruolo nella malattia atopica. Gli autori si sono concentrati sulle regioni che mostrano differenze persistenti di DNAm dalla nascita al primo anno di età e regioni unicamente associate all'esposizione postnatale. I microarray misuravano il DNAm alla nascita e all'età di un anno per un sottoinsieme di popolazione proveniente dallo studio longitudinale Canadian Health Infant Longitudinal Development (CHILD). Sono state identificate differenze individuali e regionali del DNAm associate all'esposizione prenatale al NO₂ (n= 128) e la loro persistenza all'età di un anno è stata studiata utilizzando modelli di effetti misti lineari (n=124). Sono state isolate le differenze di DNAm postnatale specifiche (n=125) ed è stata misurata la loro associazione con NO₂ nel primo anno di vita. La mediazione causale ha studiato se le differenze di DNAm mediassero le associazioni tra NO₂ e l'età di un anno con malattie atopiche. Alla nascita (n=128), 18 regioni di DNAm sono state associate a NO₂, con diverse correlazione con i geni HOX (HOXA4 e HOXA5, sono importanti per lo sviluppo polmonare e hanno anche ruoli nella differenziazione delle cellule immunitarie). Alcune di queste regioni sono state specificamente identificate nei maschi (n=73), ma non nelle femmine (n=55). L'effetto del NO₂ prenatale attraverso i CpG all'interno delle regioni alterate persisteva ad un anno di età. Non sono stati identificati effetti di mediazione significativi. Le analisi stratificate per sesso hanno identificato alterazioni del DNAm postnatale. Le differenze della metilazione del DNA nel sangue del cordone ombelicale associate al NO₂ prenatale persistevano almeno per il primo anno di vita nei partecipanti CHILD. Alcune differenze possono rappresentare alterazioni sesso specifiche, anche se per gli autori è necessaria la replicazione in coorti più grandi. È comunque risultato evidente che il primo periodo postnatale rimane una finestra sensibile alle perturbazioni del DNA metilato.

° Lee S. et al: *Persistent DNA Methylation Changes across the First Year of Life and Prenatal NO₂ Exposure in a Canadian Prospective Birth Study*. *Environ Health Perspect.* 2024 Apr;132(4):47004. doi: 10.1289/EHP13034. Epub 2024 Apr 4. PMID: 38573328.

5. Contenuto di metalli pesanti nel particolato aerodisperso e valutazione del rischio per la salute

I risultati ottenuti da questo studio hanno indicato che il rischio cancerogeno e non cancerogeno causato dai metalli pesanti nei campioni di PM₁₀ analizzati potrebbe essere considerato irrilevante. L'indagine si è focalizzata sulla determinazione nel particolato aerodisperso PM₁₀ del contenuto di tre metalli pesanti (Ni, Pb e Cd) per quattro siti di campionamento selezionati che coprivano l'intera regione Calabria e sulla valutazione degli effetti sulla salute di bambini e adulti. I risultati ottenuti hanno mostrato che la concentrazione media annua dei tre metalli indagati diminuisce nell'ordine Ni > Pb > Cd e che i valori di concentrazione sono inferiori ai valori limite riportati nella normativa italiana in tutti i casi, escludendo quindi la presenza di Cd, Ni e Pb come inquinanti nei campioni analizzati. Il rischio per la salute è stato valutato attraverso il calcolo dell'indice di pericolosità e il calcolo dell'indice di rischio totale di cancro, ed entrambi gli

indici erano inferiori ai limiti di sicurezza, indicando quindi rischi trascurabili per la salute. Nel dettaglio è stato raccolto mensilmente un pacchetto di filtri (con dischi di quarzo) per ogni sito di campionamento per un periodo di un anno (2016); i dati sul contenuto dei tre metalli sono stati ottenuti mediante misure di spettrometria di massa al plasma. La concentrazione media di PM₁₀ nell'aria esterna per l'intero periodo è stata di circa 20 µg·m⁻³ in tutti i siti di campionamento (inferiore al valore soglia di 40 µg·m⁻³ fissato dalla normativa italiana); in tutti i campioni analizzati le concentrazioni di metalli sono risultate inferiori ai valori limite riportati dalla normativa italiana (cioè 5 ng·m⁻³ per Cd, 20 ng·m⁻³ per Ni e 0.5 µg·m⁻³ per Pb), escludendo quindi la presenza di questi metalli pesanti come inquinanti nei campioni di PM₁₀ analizzati.

° Caridi F et al: *Heavy Metals Content and Health Risk Assessment in Airborne Particulate from the Calabria Region, Southern Italy*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2024, 21, 426. doi: 10.3390/ijerph21040426. PMID: 38673337; PMCID: PMC11050358

6. Esposizione prenatale al particolato fine e ai suoi componenti chimici e rinite allergica nei bambini: effetto modificante degli acidi grassi polinsaturi

Lo studio ha confermato l'esistenza di una associazione tra esposizione prenatale a PM_{2.5} e rinite allergica nei bambini, e ha inoltre documentato come i livelli materni di acidi grassi polinsaturi (PUFA) abbiano un effetto modificante su tale associazione. Gli acidi grassi polinsaturi hanno mostrato di avere un effetto protettivo verso i rischi da esposizione al particolato fine di diametro <2.5 µm (PM_{2.5}); tuttavia ci sono poche evidenze riguardo la salute respiratoria, specialmente delle donne in gravidanza e della loro prole. Lo studio presentato è uno studio prospettico di coorte neonatale, che ha coinvolto 657 coppie madre/figlio nella città di Guangzhou, in Cina, reclutate tra il 2017 e il 2018 durante la gravidanza. Obiettivo dello studio è stato investigare l'associazione tra l'esposizione prenatale al PM_{2.5} e la rinite allergica nei bambini, ed esplorare l'effetto modificante esercitato dai livelli di PUFA negli eritrociti materni. Per ciascuna donna è stata stimata l'esposizione al PM_{2.5} e le sue componenti (carbonio nero (BC), composti organici (OM), solfato (SO₄), nitrati (NO₃), ammonio (NH₄)) sulla base della residenza ed è stato misurato il livello di PUFA negli eritrociti tramite cromatografia gassosa; la diagnosi di rinite allergica e i sintomi associati a rinite allergica sono stati valutati entro i 2 anni di età. L'esposizione al PM_{2.5} e i suoi componenti (in particolare il BC, prodotto dal traffico di veicoli) nel corso della gravidanza è risultata correlata con il rischio di sviluppare la rinite allergica e i sintomi associati a causa dell'effetto tossico di tali sostanze durante la fase di sviluppo della mucosa nasale e dell'immunità mucosale. I livelli di PUFA (in particolare livelli elevati di acido docosapentenoico e livelli bassi di acido linoleico) attenuano l'effetto di associazione tra PM_{2.5} e rinite allergica, grazie alla loro azione antiossidante. Questo studio ha implicazioni importanti sia per i programmi di controllo di qualità dell'aria (rispetto all'importanza di limitare soprattutto le fonti di BC) sia per gli interventi preventivi in gravidanza (ottimizzazione dell'assunzione di PUFA).

° Chen Y et al: *The Associations of Prenatal Exposure to Fine Particulate Matter and Its Chemical Components with Allergic Rhinitis in Children and the Modification Effect of Polyunsaturated Fatty Acids: A Birth Cohort Study*. *Environ Health Perspect.* 2024 Apr;132(4):47010.

doi: 10.1289/EHP13524. Epub 2024 Apr 17. PMID: 38630604; PMCID: PMC11060513.

7. ► L'esposizione all'ozono nel periodo estivo ha ripercussioni sulla salute dei bambini anche a livelli inferiori alla soglia di sicurezza

Un ampio studio case-crossover americano ha investigato l'associazione tra esposizione all'ozono (O_3) a tutti i livelli, inclusi quelli inferiori al livello massimo giornaliero della media mobile di 8 ore fissato a 70 ppb (parts per billion), e le ripercussioni sulla salute dei bambini. Lo studio, condotto tra il 2004 e il 2015, ha incrociato i database dei pronto soccorso (PS) di 42 ospedali pediatrici in 27 stati americani con i livelli di O_3 rilevati. Dall'analisi di circa 28 milioni di visite, è emerso che, nella stagione estiva, il rischio generale di accesso al PS per qualsiasi causa aumenta all'aumentare dei livelli di O_3 , calcolati per incrementi di 10 ppb registrati nei tre giorni precedenti la visita (rischio relativo [RR]: 0.3% [IC 95%: 0.2%, 0.4%]). Sono state analizzate singolarmente diverse cause, selezionando le patologie potenzialmente causate dall' O_3 tramite meccanismi ossidativi o infiammatori, tenendo in considerazione la vulnerabilità delle mucose e la fisiologia dei bambini. Le patologie analizzate includevano disturbi respiratori, asma, infezioni respiratorie, allergie e disturbi dell'orecchio. Per alcune di queste condizioni è emersa una correlazione tra rischio e livelli di O_3 : allergie (RR 4.1% [IC 95%: 2.5%, 5.7%]), disturbi dell'orecchio (RR 0.8% [IC 95%: 0.3%, 1.3%]) e asma (RR 1.3% [IC 95%: 0.8%, 1.9%]). Questa associazione persiste anche quando l'analisi viene condotta per livelli di O_3 inferiori agli attuali limiti di legge americani (70 ppb). Anche in questa fascia, ritenuta sicura, l'aumento dei livelli di O_3 è associato a un maggior rischio di accesso in PS per qualsiasi causa, allergie, asma o disturbi dell'orecchio. Qualora questi risultati fossero confermati da ulteriori studi, potrebbe essere necessario riconsiderare gli attuali limiti di legge, ridefinendoli per proteggere meglio le fasce di popolazione più vulnerabili, come i bambini.

° Stowell JD et al: Warm season ambient ozone and children's health in the USA. *International Journal of Epidemiology*, 2024 Feb 14;53(2). doi: 10.1093/ije/dyae035. PMID: 38553030; PMCID: PMC10980558.

8. Inquinamento atmosferico indoor e outdoor ed eczema atopico in età prescolare

Lo studio ha evidenziato che l'eczema atopico è associato all'esposizione a fonti di inquinamento dell'aria esterna e interna. Oggetto dello studio è stato indagare l'associazione tra fonti di inquinamento atmosferico esterno e interno ed eczema atopico tra i bambini in età prescolare in Sud Africa mediante un progetto trasversale, collegato allo studio internazionale dell'asma e delle allergie nel protocollo di fase III dell'infanzia (ISAAC). Una popolazione totale di 1.844 bambini in età prescolare di età pari o inferiore a 7 anni ha partecipato allo studio; 1.840 sono stati inclusi nell'analisi finale dei dati. I dati sono stati analizzati utilizzando l'analisi di regressione logistica multilivello. La prevalenza di pregresso l'eczema (EE) e di eczema in atto (ES) è stata rispettivamente del 11.9% e del 13.3%. L'uso di fuochi (paraffina, legno o carbone) per cucinare e riscaldare ha aumentato la probabilità di EE (OR= inferiore a 1.63; IC 95%: 0.76-3.52) e di ES (OR= 1.94; IC 95%: 1.00-3.74). L'esposizione al fumo di tabacco ambientale (ETS) a casa ha aumentato la probabilità di EE (OR =1.66; IC 95%: 1.08-2.55) e degli ES attuali (OR=1.611; IC 95%:

1.07-2.43). Il fumo di madri o caregivers ha aumentato la probabilità di EE (OR =1.50; IC 95%: 0.86- 2.62) e di ES (OR = 1.23; IC 95%: 0.71-2.13). L'uso di materiali da costruzione compositi nelle case ha aumentato la probabilità di EE e il ferro zincato ha aumentato significativamente la probabilità degli ES. La frequenza dei camion che passavano vicino alle residenze dei bambini nei giorni feriali è risultata associata a EE e ad ES, con un'associazione significativa osservata quando i camion transitavano nelle strade vicino alle residenze per quasi tutto il giorno.

° Bhuda, M. et al: Association between Outdoor and Indoor Air Pollution Sources and Atopic Eczema among Preschool Children in South Africa. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2024, 21, 326.

9. Esposizione al traffico, stress ossidativo e disturbo dello spettro autistico

Questo lavoro conferma come l'esposizione a componenti del $PM_{2.5}$ legati al traffico possa essere tossica per il cervello in via di sviluppo. In questo lavoro gli autori hanno studiato le associazioni tra l'esposizione durante la gravidanza e l'infanzia a specifici componenti del $PM_{2.5}$ legati al traffico veicolare e la comparsa di disturbi dello spettro autistico (ASD). In particolare i risultati di questo studio suggeriscono come l'esposizione alle componenti metalliche del $PM_{2.5}$, legate all'usura dei freni, sia associata alla diagnosi di ASD in una coorte di 444.651 bambini, nati nel sud della California tra il 2016 e il 2019. Per valutare l'esposizione sono state valutate le componenti metalliche di $PM_{2.5}$ legate all'esposizione al traffico quali Bario [Ba] come indicatore di polvere di usura dei freni e zinco [Zn] come indicatore di usura dei pneumatici; nerocarbone [BC] e i marcatori di potenziale di stress ossidativo (formazione di radicali idrossilici OPOH, attività ditiotreitolo OPDTT e specie reattive dell'ossigeno (ROS)). L'analisi dei risultati ha mostrato un'associazione fra l'esposizione al marcatore dell'usura dei freni (Ba) e la comparsa di ASD (ORper IQR = 1.29, IC 95%: 1.24, 1.34). Si è riscontrata inoltre un'associazione fra marcatori di potenziale stress ossidativo ed esposizione a tutte le componenti di $PM_{2.5}$ valutate [l'associazione più forte è emersa con la formazione di ROS (ORper IQR = 1.22, IC 95%: 1.18, 1.25)]. La massa complessiva di $PM_{2.5}$ è risultata correlata all'ASD nei bambini ispanici e neri, ma non nei bambini bianchi, mentre i marcatori $PM_{2.5}$ ed il potenziale stress ossidativo (OSP) hanno aumentato il rischio di ASD in tutti i gruppi. Nei quartieri con status socioeconomico più basso le associazioni con ASD sono risultate più forti per tutti gli inquinanti esaminati rispetto alle aree con stato socioeconomico migliore. Questi risultati evidenziano la necessità di ridurre l'inquinamento atmosferico specifico da $PM_{2.5}$ legato al traffico e di sviluppare strategie mirate di protezione della salute pubblica soprattutto in popolazioni vulnerabili.

° Karl O'Sharkey et al: Associations between brake and tire wear-related $PM_{2.5}$ metal components, particulate oxidative stress potential, and autism spectrum disorder in Southern California, *Environment International*, Volume 185, 2024, 108573, ISSN 0160-4120.

10. Esposizione prenatale al $PM_{2.5}$ da fumo di incendio boschivo e nascite pretermine

Lo studio ha evidenziato che un'esposizione media più elevata a $PM_{2.5}$ derivato da incendi boschivi durante la gravidanza, in

qualsiasi trimestre, è associata ad una probabilità più elevata di parto pretermine. Le stime più forti sono state osservate nel secondo e terzo trimestre. A oggi non sono ancora perfettamente noti gli effetti dell'esposizione al fumo derivato dagli incendi sulle nascite premature, ma studi precedenti hanno dimostrato che il rischio di nascita pretermine è sensibile alle esposizioni prenatali all'inquinamento ambientale, compreso il particolato fine < 2.5 µm (PM_{2.5}) e gli idrocarburi policiclici aromatici, un sottoprodotto della combustione. Inoltre, gli studi hanno dimostrato che l'esposizione a livelli elevati di PM_{2.5} nel secondo e terzo trimestre sono più critici per quanto riguarda il rischio di parto pretermine. Il presente studio ha valutato le associazioni tra l'esposizione prenatale al fumo degli incendi boschivi e il rischio di parto pretermine. È stata considerata una coorte composta da tutti i nati vivi in California concepiti tra il 1° gennaio 2007 e il 31 dicembre 2018. I dati dei bambini arruolati comprendevano informazioni su razza/etnia, istruzione, abitudine al fumo, indirizzo di residenza ed età della madre. È stato quindi geocodificato l'indirizzo di residenza della madre. L'Agenzia per la protezione dell'ambiente degli Stati Uniti (EPA) ha fornito le concentrazioni giornaliere di PM_{2.5} nell'ambiente con e senza emissioni di incendi boschivi che sono state simulate utilizzando il modello comunitario multiscala di qualità dell'aria (CMAQ).

° Sally Picciotto et al: *Pregnancy exposure to PM2.5 from wildland fire smoke and preterm birth in California*, *Environment International*, Volume 186, 2024, 108583, ISSN 0160-4120.

11. Esposizione al fumo passivo di tabacco nel periodo prenatale o nella prima infanzia e rischio di obesità

Precedenti studi hanno valutato i potenziali meccanismi alla base di questa associazione: alcune sostanze chimiche presenti nel fumo passivo, tra cui gli idrocarburi policiclici aromatici e la nitrosamina4, possono attraversare la placenta e influenzare i neuropeptidi ipotalamici e l'amigdala, i quali svolgono un ruolo centrale nella regolazione emotiva e nella reattività alla ricompensa. Inoltre, la nicotina influenza la percezione del gusto e dell'olfatto, andando quindi a interferire con l'appetito e le preferenze alimentari del bambino. Pertanto, i bambini esposti a fumo passivo durante la gestazione o la prima infanzia possono mostrare comportamenti alimentari più obesogeni, come una minore sensibilità alla sazietà e una maggiore reattività emotiva al cibo, con conseguente aumento del rischio di malattie cardiometaboliche in età adolescenziale e adulta. L'obiettivo di questo studio era valutare le associazioni tra esposizione al fumo passivo prenatale e nella prima infanzia e comportamenti alimentari degli adolescenti. È stato preso in considerazione un campione di 207 donne in gravidanza e relativi bambini. È stato quindi eseguito il dosaggio della cotinina sierica della madre in epoca prenatale e successivamente del bambino durante la prima infanzia. Questi valori sono stati correlati con i comportamenti alimentari dei bambini all'età di 12 anni, valutati attraverso un questionario. I risultati non hanno evidenziato una correlazione statisticamente significativa tra le misurazioni della cotinina e i comportamenti alimentari degli adolescenti. Tuttavia, nelle femmine, la cotinina prenatale era associata a una maggiore reattività alimentare e a una minore reattività alla sazietà; nei maschi, la cotinina prenatale e postnatale era correlata a una minore reattività alimentare. Per altri comportamenti alimentari non è stata riscontrata alcuna modifica significativa dei comportamen-

ti in base al sesso o alla finestra di esposizione. In conclusione, questo studio non ha trovato una correlazione significativa tra l'esposizione prenatale e nella prima infanzia e il comportamento alimentare durante l'adolescenza, tuttavia, il sesso biologico sembra avere un'influenza su tali correlazioni.

° Mourino, N. et al. *Early life exposure to secondhand tobacco smoke and eating behaviors at age 12 years*. *Environmental Health*, 23, 37 (2024).

Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

1. Esposizione a sostanze perfluoroalchiliche e cambiamenti della densità minerale ossea negli adolescenti e nei giovani adulti: uno studio multi-coorte

Questo studio fornisce prove robuste dell'associazione tra l'esposizione a PFAS e la riduzione della densità minerale ossea (BMD) negli adolescenti e nei giovani adulti. Le politiche pubbliche dovrebbero mirare a ridurre l'esposizione alle PFAS, in particolare nelle popolazioni vulnerabili, per proteggere la salute ossea e prevenire future complicazioni. Le sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS) possono compromettere lo sviluppo osseo nell'adolescenza, influenzando sulla salute delle ossa per tutta la vita. L'obiettivo dello studio è esaminare le associazioni di singole PFAS e miscele di PFAS con cambiamenti nel tempo della densità minerale ossea (BMD) in una coorte di adolescenti ispanici (etnia ad alto rischio di osteoporosi in età adulta) ed esaminare l'applicabilità dei risultati in una coorte di giovani adulti di etnia mista (58.4% ispanico). Sono stati inclusi in questo studio adolescenti in sovrappeso/obesi provenienti dallo studio sugli adolescenti latini a rischio di diabete di tipo 2 (SOLAR; n = 304; follow-up medio = 1.4 anni) e giovani adulti del Southern California Children's Health Study (CHS; n = 137; follow-up medio = 4.1 anni). Le PFAS plasmatiche sono state misurate all'inizio dello studio e sono state eseguite densitometrie ossee all'inizio e al follow-up per misurare la BMD. Sono state stimate associazioni longitudinali tra BMD e cinque PFAS e tra BMD e la miscela di PFAS. Negli adolescenti SOLAR, l'acido perfluorooctansolfonico (PFOS) plasmatico basale era associato a cambiamenti longitudinali nella BMD. Ogni raddoppio del PFOS è stato associato ad una differenza media di -0.003 g/cm² di variazione della BMD del tronco per anno nel corso del follow up (IC 95%: -0.005, -0.0002). Le associazioni con PFOS persistevano anche nei giovani adulti dello studio CHS, dove ogni raddoppio del PFOS plasmatico era associato a una differenza media di -0.032 g/cm² nella BMD totale basale (IC 95% -0.062, -0.003), sebbene le associazioni longitudinali non fossero significative. Non sono state trovate associazioni di altre PFAS con BMD; le associazioni della miscela PFAS con gli esiti della BMD erano principalmente negative sebbene non significative. L'esposizione al PFOS è stata associata a una BMD inferiore nell'adolescenza e nella giovane età adulta, periodi importanti per lo sviluppo osseo, che potrebbero avere implicazioni sulla futura salute delle ossa e sul rischio di osteoporosi in età adulta.

° Emily Beglarian et al. *Exposure to perfluoroalkyl substances and longitudinal changes in bone mineral density in adolescents and young adults*

ts: A multi-cohort study, *Environmental Research*, Volume 244, 2024, 117611, ISSN 0013-9351.

2. PFAS e concentrazione di cortisolo nei capelli degli adolescenti: lo studio HOME

I risultati degli studi tossicologici ad oggi indicano che gli ftalati e le sostanze per-/polifluoroalchiliche (PFAS), entrambe interferenti endocrini (IE), possono alterare il funzionamento dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA). In questo lavoro gli autori hanno valutato le possibili associazioni tra il riscontro di metaboliti degli ftalati urinari e PFAS sierici durante la gravidanza e nell'infanzia e, come marker integrativo, le concentrazioni di cortisolo nei capelli degli adolescenti (pg/mg) all'età di 12 anni (n = 205 coppie madre-figlio; Cincinnati, Ohio; arruolati nel 2003-2006). I risultati hanno evidenziato come un aumento di un quartile in tutti i metaboliti degli ftalati nel siero dei bambini fosse associato a un aumento del 35% del livello di cortisolo nei capelli degli adolescenti (miscela di ftalati $\psi = 0.13$; intervallo di confidenza al 95%: 0.03, 0.22). Non sono invece emerse correlazioni fra la presenza di metaboliti degli ftalati durante la gravidanza e le concentrazioni di cortisolo nei capelli degli adolescenti. In conclusione questi risultati supportano l'ipotesi che l'esposizione agli ftalati possa alterare l'omeostasi dell'asse HPA. Questo dato potrebbe spiegare la relazione evidenziata in letteratura fra l'esposizione agli ftalati nella prima infanzia con il rischio cardiometabolico ed esiti neurocomportamentali avversi. Sono indispensabili quindi altre ricerche per capire come le esposizioni a ftalati e PFAS unite a fattori di stress psicosociali interagiscano per influenzare l'omeostasi dell'asse HPA.

° Clara G Sears et al: Evaluating Mixtures of Urinary Phthalate Metabolites and Serum Per-/Polyfluoroalkyl Substances in Relation to Adolescent Hair Cortisol: The HOME Study, *American Journal of Epidemiology*, Volume 193, Issue 3, March 2024, Pages 454–468.

3. ► Effetti dei prodotti farmaceutici e dei prodotti per la cura della persona sullo sviluppo puberale: evidenze su uomo e animali (vedi approfondimento)

Questo studio fornisce evidenze significative sull'impatto potenziale dei prodotti farmaceutici e per la cura della persona (PPCP) sullo sviluppo puberale. È essenziale promuovere una maggiore consapevolezza sui rischi associati ai PPCP e sviluppare strategie di mitigazione per proteggere la salute dei giovani. I PPCP comprendono un'ampia gamma di farmaci, prodotti per la cura personale e prodotti chimici per la casa. La sicurezza dei PPCP è diventata una preoccupazione crescente negli ultimi decenni a causa della loro presenza onnipresente nell'ambiente e dei potenziali rischi per la salute umana.

° Linping Wang et al. Effects of pharmaceutical and personal care products on pubertal development: Evidence from human and animal studies, *Environmental Pollution*, Volume 346, 2024, 123533, ISSN 0269-7491.

4. Consumo di pesce: benefici per la salute

Lo studio Seychelles Child Development (SCDS) iniziato nel 1986 ha esaminato gli effetti sullo sviluppo neurologico dei bambini del metilmercurio (MeHg) assunto attraverso il consumo di

pesce. Nel 2000 si è ampliato per includere gli effetti degli acidi grassi omega-3 e di altri nutrienti nel pesce. La preoccupazione per la sicurezza del consumo di pesce è sorta oltre 50 anni fa dopo i due avvelenamenti industriali a Minamata e Niigata, in Giappone, legati all'assunzione di pesce e dopo un episodio in Iraq legato al consumo di cereali di semi trattati. In quegli episodi la contaminazione da mercurio era molto alta, oltre 100 volte i livelli normali e si ebbero chiari effetti negativi sulla salute; a Minamata, le donne incinte che erano asintomatiche o con pochi sintomi hanno dato alla luce bambini con anomalie dello sviluppo neurologico. Questa sensibilità fetale era particolarmente preoccupante poiché era noto che tutti i pesci contengono livelli di fondo di MeHg, che acquisiscono attraverso processi biologici naturali. Per più motivi, determinare il grado di esposizione al MeHg che potrebbe causare danni è stato un compito lungo e complesso. Il consumo di pesce ha importanti benefici per la salute, principalmente perché fornisce proteine, calorie e molti nutrienti importanti per lo sviluppo e la funzione del cervello, oltre a fornire una fonte primaria di nutrizione per oltre 3 miliardi di persone a livello globale (FAO, 2022). In particolare, i pesci sono la principale fonte umana per gli acidi grassi polinsaturi omega-3 che sono una componente importante del cervello umano e sono essenziali per il normale sviluppo e funzione del cervello. Il corpo umano non può sintetizzare quantità adeguate di questi importanti acidi grassi, che devono essere forniti da fonti esterne. Limitare il consumo di pesce emettendo avvisi contro specie specifiche ha comportato confusione con il risultato che le donne incinte hanno ridotto il consumo complessivo di pesce. L'autore conclude che grazie a studi come quelli delle Seychelles, oggi si può fornire un quadro coerente a proposito del consumo di pesce, che può sostituire le limitazioni precauzionali che sono state sviluppate precedentemente.

° Jean Golding, Fish consumption benefits health, *NeuroToxicology*, Volume 101, 2024, Pages 132-133, ISSN 0161-813X.

5. Apporto di selenio e mercurio con il consumo di pesce in gravidanza

Alcune agenzie sanitarie hanno diffuso degli avvisi di precauzione per le donne incinte sulla base della presenza di metilmercurio (MeHg) nel pesce che può essere dannoso per il feto in via di sviluppo. Il pesce, tuttavia, è una ricca fonte di selenio (Se) e altri nutrienti essenziali per il normale sviluppo del cervello. Si ritiene inoltre che il selenio abbia un ruolo chiave nell'alleviare la tossicità del MeHg. Sono state stimate le assunzioni dietetiche di Se e MeHg e i rapporti molari dietetici Se:Hg del pesce consumato in una coorte di donne in gravidanza che presentavano un alto consumo di pesce, in cui non sono state segnalate associazioni avverse tra consumo di pesce ed esiti. Sono stati utilizzati i dati dietetici raccolti nell'ambito della coorte (2) Seychelles Child Development Study Nutrition (n = 1.419). In questa coorte il 98% delle partecipanti ha consumato pesce, con un'assunzione media di 106.2 g al giorno. L'assunzione giornaliera di Se dal consumo di pesce è stata di 61.6 μg /giorno, all'interno dell'intervallo raccomandato durante la gravidanza. Il rapporto molare Se:Hg medio nella dieta era di 6. Questi risultati dimostrano che il consumo di pesce espone le donne incinte delle Seychelles a una maggiore assunzione di Se rispetto al MeHg. Sulla base di questi risultati, il consumo di pesce, in particolare il pesce con rapporti Se:Hg

superiori a 1, può aiutare le donne in gravidanza a raggiungere un'assunzione ottimale di Se nella dieta, che può proteggere dalla tossicità di MeHg.

° Maria Wesolowska et al: *Dietary selenium and mercury intakes from fish consumption during pregnancy: Seychelles Child Development Study Nutrition Cohort 2, NeuroToxicology, Volume 101, 2024, Pages 1-5, ISSN 0161-813X.*

6. Il consumo di pesce materno è associato a un miglioramento del livello di selenio: implicazioni per la salute del bambino

Il selenio (Se) è necessario per la sintesi della selenocisteina (Sec), un amminoacido espresso nei siti attivi degli enzimi dipendenti dal Se, con funzioni essenziali nello sviluppo fetale, nelle attività cerebrali, nel metabolismo degli ormoni tiroidei, nella regolazione del calcio e per prevenire i danni ossidativi. Esposizioni a metilmercurio (CH₃Hg) tuttavia, inibiscono irreversibilmente queste attività enzimatiche, compromettendo la sintesi di Sec. Poiché il cervello fetale manca di riserve di Se, è molto più vulnerabile alle esposizioni a CH₃Hg rispetto ai cervelli adulti, pertanto l'esposizione materna a CH₃Hg presente nei frutti di mare potrebbe compromettere lo sviluppo neurologico del bambino. Tuttavia, le varietà tipiche di pesce oceanico contengono molto più Se che CH₃Hg, riducendo il rischio di danni fetali. Per valutare questa ipotesi, sono stati raccolti campioni di sangue del cordone ombelicale e di tessuto placentare dopo il parto di una coorte di 100 bambini nati a Oahu, Hawaii. I sondaggi sulla frequenza alimentare dell'ultimo mese di gravidanza della madre hanno identificato gruppi con nessun (0 g/sett), basso (0-12 g/sett) o alto (12 + g/sett) livello di consumo di pesce oceanico. Il consumo di pesce da parte della madre ha aumentato i contenuti di Hg nei tessuti fetali e ha fatto sì che circa il 34% dei campioni di sangue del cordone ombelicale superasse il livello di riferimento EPA Hg di 5.8 ppb (0.029 µM). Tuttavia, le concentrazioni di Se in questi tessuti erano alte ed il consumo di pesce oceanico ha fatto aumentare il Se del sangue del cordone ombelicale circa 9.4 volte più velocemente del Hg. Pertanto, questo studio supporta l'ipotesi che il consumo materno di varietà tipiche di pesce oceanico fornisca quantità di Se sufficienti a proteggere contro le perdite di Se dipendenti da Hg.

° Nicholas V.C. Ralston, et al: *Maternal seafood consumption is associated with improved selenium status: Implications for child health, NeuroToxicology, Volume 101, 2024, Pages 26-35, ISSN 0161-813X.*

7. Esposizione a 6PPD-chinone, un contaminante emergente, su BMI, influenza e diarrea nei bambini

Il 6PPD-chinone è un prodotto della degradazione del 6PPD, un antiossidante comunemente utilizzato nelle gomme dei pneumatici. Recentemente, il 6PPD-chinone è stato identificato come un contaminante ambientale emergente con potenziali effetti sulla salute umana. Questo studio mira a esaminare l'associazione tra l'esposizione al 6PPD-chinone e il BMI (Indice di Massa Corporea), l'influenza e la diarrea nei bambini. L'esposizione al 6PPD-chinone ha attirato molta attenzione a causa della sua diffusa presenza e potenziale tossicità. Tuttavia, le caratteristiche di distribuzione del 6PPD-chinone nella polvere proveniente dalle aree di riciclaggio dei rifiuti elettronici e i rischi per la salute dei bambini correlati sono ancora poco chiari. Durante il periodo

2019-2021, sono stati raccolti un totale di 183 campioni di polveri da strade (n = 40), abitazioni (n = 91), e asili (n = 52) a Guiyu (popolazione esposta ai rifiuti elettronici) e Haojiang (popolazione di riferimento). I risultati hanno evidenziato che le concentrazioni di 6PPD-chinone nella polvere degli asili e delle abitazioni nel gruppo esposto erano significativamente più elevate rispetto al gruppo di riferimento (P < 0.001). Questi risultati indicano che i rifiuti elettronici potrebbero costituire un'altra fonte potenziale di 6PPD-chinone, oltre agli pneumatici in gomma. Il rischio di esposizione al 6PPD-chinone nei bambini è stato valutato attraverso l'assunzione giornaliera. L'assunzione giornaliera di 6PPD-chinone è stata calcolata per 925 bambini utilizzando la concentrazione di 6PPD-chinone nella polvere degli asili. Si è constatato che l'assunzione giornaliera di 6PPD-chinone per ingestione era approssimativamente di cinque ordini di grandezza superiore rispetto all'assunzione per inalazione. I bambini nel gruppo esposto presentavano un rischio di esposizione maggiore al 6PPD-chinone rispetto al gruppo di riferimento. Un'assunzione giornaliera più elevata di 6PPD-chinone dalla polvere degli asili era associata a un indice di massa corporea (BMI) più basso e a una frequenza più elevata di influenza e diarrea nei bambini.

° Zhuxia Zhang et al: *Association between 6PPD-quinone exposure and BMI, influenza, and diarrhea in children, Environmental Research, Volume 247, 2024, 118201, ISSN 0013-9351.*

8. Esposizione a una miscela di metalli prenatale e sviluppo cognitivo del bambino

Gli epidemiologi autori di questo lavoro hanno applicato una nuova modalità di analisi della regressione (HBWQS) per combinare i dati di 3 siti degli Stati Uniti Nord Orientali al fine di valutare le possibili associazioni tra l'esposizione prenatale ai metalli e il funzionamento cognitivo durante l'infanzia. I dati sono stati ricavati da 326 diadi madre-bambino arruolate fra il 2013 e il 2020 in uno studio di coorte (PRISM) fra New York e Boston, e fra il 2012 e il 2019 da un altro studio di coorte (FTDL) con sede nella Virginia settentrionale. La miscela di metalli dosati nelle urine in gravidanza comprendeva arsenico, cadmio, manganese, piombo e antimonio. Il funzionamento cognitivo è stato valutato nei bambini di età compresa tra 3 e 11 anni utilizzando la "Health Toolbox Cognition Battery". La regressione HBWQS ha evidenziato un'associazione negativa tra dosaggio dei metalli urinari da miscela metallica e il punteggio cognitivo della prima infanzia nella coorte PRISM di New York ($\beta = -3.67$, intervallo di credibilità 95% (CrI): -7.61, -0.01) e FTDL ($\beta = -3.76$, 95% CrI: -7.66, -0.24) e un andamento simile nel campione PRISM di Boston ($\beta = -3.24$, 95% CrI: -6.77, 0.144). Questo lavoro in conclusione ha dimostrato l'utilità dello sviluppo di nuovi metodi per combinare i dati di più studi tenendo conto dell'eterogeneità dei siti di esposizione, evidenziando un'associazione tra l'esposizione prenatale a miscele di metalli e gli esiti dello sviluppo neurologico nei bambini di 2 popolazioni sociodemograficamente diverse. L'esposizione ai metalli è un problema di salute pubblica globale, poiché milioni di persone sono esposte ad arsenico, cadmio, manganese, piombo e antimonio tramite fonti naturali e antropiche (come fumo di sigaretta, pesticidi, scarichi fognari, fertilizzanti, rifiuti industriali). Identificare e ridurre le principali fonti di esposizione ai metalli durante la gravidanza può essere un utile strumento per aiutare a ottimizzare lo svilup-

po neurocognitivo nei bambini.

° Maria José Rosa et al: Integrating Data Across Multiple Sites in the Northeastern United States to Examine Associations Between a Prenatal Metal Mixture and Child Cognition, *American Journal of Epidemiology*, Volume 193, Issue 4, April 2024, Pages 606–616.

9. Esposizione infantile a sostanze chimiche ambientali e ADHD. Lo studio CHARGE

Sebbene la letteratura sull'esposizione infantile a sostanze chimiche ambientali e la loro associazione con i sintomi del disturbo da deficit di attenzione/iperattività (ADHD) sia abbondante, pochi studi hanno considerato la presenza nelle urine di una miscela di più classi chimiche. Utilizzando questo parametro, gli autori dello studio hanno esaminato le possibili associazioni tra l'esposizione concomitante a miscele di sostanze chimiche e l'insorgenza di sintomi di ADHD in bambini con diagnosi di disturbo dello spettro autistico (ASD), ritardo dello sviluppo (DD) e sviluppo tipico (TD), rilevando in alcuni casi punteggi di ADHD più elevati. Sono stati arruolati 549 bambini californiani di età compresa tra 2 e 5 anni appartenenti allo studio caso-controllo CHARGE, ai quali è stata somministrata la Checklist ABC (Aberrant Behavior Checklist). Questo studio si è concentrato sulla sottoscala IV della checklist (iperattività/mancanza di compliance) nei suoi due sottodomini (iperattività/impulsività, disattenzione). Sono state quantificate a livello urinario 62 sostanze chimiche appartenenti a quattro classi (fenoli/parabeni, ftalati, pesticidi organofosfati, oligoelementi), 43 di esse. Rilevate in oltre il 70% dei campioni, sono state valutate per indagare la loro possibile associazione con sintomi di ADHD. I risultati hanno mostrato che la presenza a livello urinario di una miscela di metaboliti degli ftalati (di-2- etilesil ftalato (DEHP) e mono-2-etilftalato (MHPP)) era associata a punteggi di iperattività/mancanza di compliance più elevati (CR=1.10; 2.5, 97.5 percentile: 1.00, 1.21), in particolare per il sottodominio iperattività/impulsività (CR mediano=1.09; 2.5, 97.5° percentile: 1.00, 1.25). Questa associazione è emersa nei bambini con ASD, ma non tra quelli con TD o DD. Inoltre, tra i bambini con ASD, si è osservato un risultato analogo per una miscela complessiva di tutte le sostanze chimiche analizzate. Sono indispensabili future indagini che valutino la correlazione tra la comparsa di sintomi di ADHD e l'esposizione a un numero maggiore di sostanze chimiche, esaminando le possibili fonti di esposizione nel mondo reale.

° Jiwon Oh, Kyoungmi Kim, et al: Early childhood exposure to environmental phenols and parabens, phthalates, organophosphate pesticides, and trace elements in association with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms in the CHARGE study. *Environmental Health*, 23 (27), 2024.

10. Esposizione prenatale a Idrocarburi policiclici aromatici e asma all'età di 8-9 anni in uno studio longitudinale

In questo ampio studio non sono emerse prove evidenti di associazione tra metaboliti degli idrocarburi policiclici aromatici (OH-PAH) ed asma infantile, ma sono state identificate prove borderline del diverso effetto dell'esposizione agli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sulla base del sesso del bambino. La letteratura ad oggi suggerisce che l'esposizione prenatale agli IPA possa indurre la comparsa di respiro sibilante o asma nei bambini in età prescolare. Tuttavia, l'impatto dell'esposizione prenatale agli IPA su asma e wheezing in età scolare rimangono

no poco chiari. In questo lavoro gli autori hanno studiato questa possibile associazione in ambienti socio-demografici diversi in una coorte statunitense di 1.081 diadi mamma-bambino di 8-9 anni (ECHO PATHWAYS), non trovando prove evidenti di un'associazione tra esposizione prenatale agli IPA e comparsa di asma infantile all'età di 8-9 anni. Le concentrazioni di IPA monoidrossilati urinari materni e dei loro metaboliti (OH-PAH) sono state misurate a metà della gravidanza. La prevalenza dell'asma nella popolazione studiata è risultata del 10%. Sono emerse prove limitate di associazione tra le concentrazioni di OH-PAH in gravidanza e lo sviluppo di asma o wheezing in età scolare, sebbene si sia riscontrata una relazione (non significativa) tra esposizione prenatale a 1/9- idrossifenantrene e comparsa di asma e wheezing persistente tra le ragazze, e un'associazione inversa per l'esposizione a 1-idrossinatalene più forte tra i ragazzi. Sono fondamentali ricerche future sul potenziale impatto specifico dell'esposizione prenatale agli IPA a seconda del sesso sulla salute delle vie aeree durante l'infanzia.

° Sherris, A.R. et al Prenatal polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and asthma at age 8–9 years in a multi-site longitudinal study. *Environ Health* 23, 26 (2024).

11. Effetto dei fattori ambientali e socioeconomici sulla concentrazione di piombo nel sangue nella prima infanzia

Questo studio analizza la prevalenza di livelli elevati di piombo nel sangue (BLL) nei bambini residenti nell'area metropolitana di Chicago tra il 2019 ed il 2021, collegandoli a fattori socioeconomici, ambientali e razziali. I test di Wilcoxon e le regressioni del modello additivo generalizzato (GAM) hanno identificato le difficoltà economiche, riflesse nel reddito pro capite e nei tassi di disoccupazione, come un contributo significativo all'aumento dei tassi di avvelenamento da piombo (LP). Inoltre, i tassi di LP sono correlati all'età media degli edifici, in particolare dopo il divieto di verniciatura al piombo del 1978. Lo studio esplora ulteriormente gli effetti della temperatura superficiale terrestre (LST) sull'LP, scoprendo che l'LST notturno più elevato, indicativo degli effetti dell'isola di calore urbana, è correlato all'aumento dell'LP. Questa scoperta acquista ulteriore significato nel contesto del cambiamento climatico attuale: l'aumento delle temperature associato all'espansione dei territori urbani favorirà un aumento dei tassi di LP su scala globale. L'analisi della disparità razziale ha rivelato che le popolazioni nere e ispaniche/latine affrontano tassi di LP più elevati, principalmente a causa della disoccupazione e delle abitazioni più vecchie. Lo studio sottolinea la necessità di strategie mirate di salute pubblica per affrontare queste disparità, sottolineando la necessità di interventi che soddisfino le sfide uniche di queste comunità a rischio.

° Lee, J.; Hu, M. Effect of Environmental and Socioeconomic Factors on Increased Early Childhood Blood Lead Levels: A Case Study in Chicago. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2024, 21, 383.

12. Esposizione a metalli pesanti e diabete mellito gestazionale: revisione sistematica e metanalisi

Questo studio ha intrapreso la prima revisione sistematica e la metanalisi di studi osservazionali riguardanti l'associazione tra l'esposizione ad elementi potenzialmente tossici (PTE) ed il diabete mellito gestazionale (GDM). Negli ultimi due decenni,

c'è stato un aumento globale della prevalenza di GDM, che ha raggiunto il 16.7% nel 2021. Gli elementi potenzialmente tossici sono cadmio (Cd), arsenico (As), mercurio (Hg), antimonio (Sb) e piombo (Pb), che possono essere ingeriti attraverso cibo e acqua contaminati, assorbiti attraverso la pelle, o inalati dall'aria inquinata con associazione con esiti negativi della gravidanza e del parto. Gli articoli sono stati cercati in Scopus, PubMed e Web of Science fino al 6 novembre 2023. La metanalisi delle stime di associazione è stata eseguita utilizzando la metanalisi degli effetti casuali. La regressione di Egger è stata impiegata per valutare il bias di pubblicazione. Sono stati inclusi nella revisione 16 articoli (n = 116.728 partecipanti) di cui 11 idonei per la metanalisi. La valutazione della qualità ha classificato cinque studi (31%) come eccellenti, nove studi (56%) come buoni e due studi (13%) come adeguati. Gli alti livelli materni di mercurio (Hg) durante la gravidanza sono stati associati ad un aumentato rischio di GDM (per ogni aumento di un quartile di Hg: 1.20, 95% CI 1.8, 1.31), mentre i livelli sierici di cadmio (Cd) durante il secondo trimestre sono stati associati a un rischio inferiore di GDM (per ogni aumento di un quartile di Cd: 0.76, IC 95% 0.65, 0.87). Inoltre, l'esposizione a piombo (Pb) non è stata associata a un rischio più elevato di GDM. La revisione e la meta-analisi sottolineano la possibile influenza negativa dell'esposizione al Hg sul GDM.

° Lefta, R.M. et al: *A systematic review and meta-analysis of the association between exposure to potentially toxic elements and gestational diabetes mellitus*. *Environ Sci Eur* 36, 49 (2024).

13. I metalli nel sangue nella prima infanzia possono influenzare lo sviluppo cognitivo

Un recente studio ha esaminato come i livelli di metalli nel sangue dei bambini a 3 anni possano influenzare il loro sviluppo cognitivo all'età di 8 anni. La ricerca fa parte del Project Viva, un ampio studio condotto a Boston, Massachusetts. Dei 2.128 bambini inizialmente coinvolti, 349 sono stati inclusi in questa analisi. Gli scienziati hanno misurato i livelli di 9 metalli essenziali, come cobalto, cromo e zinco, e 16 metalli non essenziali, come piombo, mercurio e arsenico. I risultati hanno mostrato che livelli più alti di piombo nel sangue a 3 anni sono associati a una peggiore funzione visivo-motoria e a un vocabolario recettivo più limitato. In altre parole, i bambini con più piombo nel sangue tendevano a ottenere punteggi più bassi nei test che misurano queste capacità. Queste associazioni erano meno evidenti quando i bambini sono stati valutati a 8 anni. Il piombo è noto per la sua neurotossicità, anche a livelli relativamente bassi. Gli autori dello studio suggeriscono che il contesto socio-economico elevato della coorte studiata potrebbe avere un ruolo protettivo, aiutando a mitigare gli effetti negativi del piombo sullo sviluppo del cervello. Lo studio non ha trovato associazioni significative tra altri metalli e lo sviluppo cognitivo. Tuttavia, i ricercatori sottolineano l'importanza di continuare a monitorare e ridurre l'esposizione ai metalli pesanti nei bambini per promuovere un sano sviluppo cognitivo.

° Ruwan Thilakarathne et al: *Cross-sectional and prospective associations of early childhood circulating metals with early and mid-childhood cognition in the Project Viva cohort*, *Environmental Research*, Volume 246, 2024, 118068, ISSN 0013-9351.

14. Esposizione continua ad interferenti endocrini quali gli ftalati e i plastificanti alternativi nei pazienti delle terapie intensive neonatali

La ricerca ha evidenziato che i neonati pretermine sarebbero esposti ai ftalati durante il ricovero nelle unità di terapia intensiva (NICH), nonostante il Regolamento sui Dispositivi Medici della UE. A causa dell'azione come interferente endocrino, l'utilizzo del di-(2-etilesil) ftalato (DEHP), un plastificante impiegato per "ammorbidire" i dispositivi medici in plastica, è stato limitato dal Regolamento sui Dispositivi Medici dell'UE (EU MDR 2017/745) e gradualmente sostituito da plastificanti alternativi. Da giugno 2020 ad agosto 2022, sono stati raccolti ripetutamente campioni di urina (n = 1.070) da neonati prematuri (n = 132, 4-10 campioni per paziente) nati a <31 settimane di età gestazionale e/o con un peso alla nascita < 1.500 g presso l'Ospedale Universitario di Anversa, in Belgio. Sono stati inclusi anche neonati a termine per il gruppo di controllo (n = 21, 1 campione per paziente). I metaboliti degli ftalati e dei plastificanti alternativi, di-(2-etilesil)-adipato (DEHA), di-(2-etilesil)-tereftalato (DEHT) e di-isononilestere di cicloesano-1,2-dicarbossilico (DINCH), sono stati analizzati mediante cromatografia liquida accoppiata a spettrometria di massa in tandem. I metaboliti degli ftalati sono stati rilevati in quasi tutti i campioni di urina. I metaboliti dei plastificanti alternativi hanno avuto frequenze di rilevamento comprese tra il 30% e il 95%. Le concentrazioni urinarie dei metaboliti degli ftalati erano significativamente più elevate nei neonati prematuri rispetto ai neonati di controllo (p = 0.023). L'esposizione nelle unità di terapia intensiva a dispositivi di supporto respiratorio ed emoderivati ha evidenziato concentrazioni aumentate di metaboliti degli ftalati (p < 0.001). L'assunzione stimata di ftalati ha superato i livelli senza effetto derivati dagli animali (DNEL) nel 10% dei campioni, con valori massimi che raggiungono 24 volte il DNEL. Il 29% dei neonati prematuri ha avuto almeno una volta un'assunzione stimata di ftalati superiore al DNEL. Inoltre, l'esposizione ai plastificanti alternativi sta aumentando, non essendo al momento regolamentata e non si hanno ancora conoscenze sufficienti sul loro profilo di rischio.

° Lucas Panneel et al: *Ongoing exposure to endocrine disrupting phthalates and alternative plasticizers in neonatal intensive care unit patients*, *Environment International*, Volume 186, 2024, 108605, ISSN 0160-4120.

15. Correlazione tra bisfenolo A, F e S e livelli di adiponectina/leptina

Lo studio ha evidenziato che una maggiore esposizione a BPS e BPF sembra essere associata a una maggiore massa grassa e concentrazione di leptina, a una minore adiponectina sierica e a un minore rapporto A/L nei bambini. Questi risultati suggeriscono potenziali effetti avversi dei sostituti del BPA sull'adiposità e sulle adipochine. La ricerca ha valutato la correlazione tra esposizione a BPS e BPF e aumentata adiposità in bambini di 6 e 8 anni, nonché la correlazione con i livelli di adiponectina, leptina e rapporto A/L. Sono stati inclusi un totale di 561 bambini di età di 6 e 8 anni, valutati presso l'ospedale pediatrico dell'Università nazionale di Seul nel periodo 2015-2019. Sono stati quindi raccolti i parametri antropometrici tra cui peso, altezza, BMI, % di massa grassa. Tutti i genitori hanno completato un questionario con domande relative ad età gestazionale, peso alla nascita, anamnesi familiare, stato socio-economico, attività fisica e apporti nutri-

zionali. Sono stati quindi misurati i livelli urinari di bisfenolo A (BPA), bisfenolo S (BPS) e di bisfenolo F (BPF) e i livelli sierici di adiponectina e di leptina. I livelli di BPS sono stati classificati in tre gruppi (non rilevati, metà inferiore e metà superiore di quelli rilevati) e i livelli di BPF sono stati classificati in due gruppi (non rilevati e rilevati). Il gruppo di bambini con BPS urinario classificato nella metà superiore aveva un punteggio z BMI più elevato ($\beta = 0.160$, $P = 0.044$), una massa grassa più elevata ($\beta = 0.104$, $P < 0.001$), una concentrazione di adiponectina inferiore ($\beta = -0.069$, $P < 0.001$), una concentrazione di leptina più elevata ($\beta = 0.360$, $P < 0.001$) e rapporto A/L inferiore ($\beta = -0.428$, $P < 0.001$) rispetto al gruppo con BPS non rilevato. Il gruppo con BPF urinario rilevato aveva una massa grassa più elevata ($\beta = 0.074$, $P < 0.001$), una concentrazione di adiponectina più bassa ($\beta = -0.069$, $P < 0.001$), una concentrazione di leptina più elevata ($\beta = 0.360$, $P < 0.001$) e un rapporto A/L inferiore ($\beta = -0.428$, $P < 0.001$) rispetto al gruppo non rilevato. I livelli di BPA non hanno mostrato associazioni coerenti con i risultati, ad eccezione di associazioni isolate di BPA all'età di 6 anni con un punteggio z BMI più elevato all'età di 6 anni ($P = 0.016$) e leptina all'età di 8 anni ($P = 0.021$).

° Lee HJ et al: Relationship of bisphenol A substitutes bisphenol F and bisphenol S with adiponectin/leptin ratio among children from the environment and development of children cohort. *Environ Int.* 2024 Mar;185:108564. doi: 10.1016/j.envint.2024.108564. Epub 2024 Mar 5. PMID: 38467088.

16. L'inquinamento da plastica può favorire l'emergere e la diffusione di nuove malattie zoonotiche?

Questo studio evidenzia la necessità di ulteriori ricerche per chiarire il ruolo dell'inquinamento da plastica nell'emergere di nuove malattie zoonotiche. La riduzione dell'inquinamento da plastica e la gestione dei rifiuti sono cruciali per mitigare i potenziali rischi per la salute pubblica. L'inquinamento da plastica è un problema ambientale globale che colpisce gli ecosistemi marini e terrestri. Recentemente, l'attenzione si è concentrata sui potenziali effetti dell'inquinamento da plastica sulla salute umana e animale, incluso il ruolo della plastica come vettore per agenti patogeni che possono causare malattie zoonotiche. La letteratura ha dimostrato come, una volta nell'ambiente, la plastica venga rapidamente colonizzata dal biofilm microbico (il cosiddetto "plastifero"), che spesso include agenti patogeni microbici potenzialmente dannosi (compresi agenti patogeni di natura zoonotica). In questo lavoro si esamina criticamente il potenziale che ha la diffusione di plastica nell'ambiente nel facilitare l'evoluzione di nuovi ceppi patogeni di microrganismi e il conseguente ruolo dell'inquinamento da plastiche nel ciclo di diffusione di agenti patogeni zoonotici. Gli autori evidenziano come i dati a supporto del ruolo del plastifero per la sopravvivenza e la diffusione di agenti patogeni per l'uomo sia in rapido aumento, ma è poco compreso come possa facilitare l'evoluzione di nuovi agenti patogeni zoonotici in grado di adattarsi al cambiamento ambientale. Il primo passo necessario per quantificare questo potenziale ruolo sta nel comprendere i tassi di transfer genetico tra i microrganismi con potenziale zoonotico residenti nel plastifero, in particolare se esposti a fattori di stress legati al cambiamento climatico come l'aumento delle temperature, della salinità, dell'esposizione ai raggi UV, delle inondazioni e della siccità. Con l'aumento delle segnalazioni di inquinamento

da plastica in luoghi altamente antropizzati esiste un potenziale maggiore di diffusione di malattia nella popolazione umana. I governi e le aziende devono quindi dare priorità alla gestione dei rifiuti di plastica come tutela della salute umana, includendo il miglioramento dell'educazione sui rischi associati e attraverso l'attuazione di pratiche di allevamento degli animali attente a ridurre l'interazione tra rifiuti animali e umani.

° Ormsby MJ et al: Can plastic pollution drive the emergence and dissemination of novel zoonotic diseases? *Environ Res.* 2024 Apr 1;246:118172. doi: 10.1016/j.envres.2024.118172. Epub 2024 Jan 12. PMID: 38220083.

Campi elettromagnetici

1. Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza: un'analisi comparativa delle linee guida internazionali, nazionali e regionali

In questo documento gli autori hanno presentato una panoramica mondiale e un'analisi dei limiti esistenti per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici (RF-EMF). Diversi paesi hanno stabilito i livelli di esposizione di riferimento ispirandosi alle raccomandazioni della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti (ICNIRP), dell'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) e della Federal Communications Commission (FCC) statunitense. Questi livelli si basano, ovviamente, anche sul principio di precauzione. Gli autori segnalano inoltre i limiti di esposizione adottati in alcuni paesi o regioni [Canada, Italia, Polonia, Svizzera, Cina, Russia, Francia e regioni del Belgio (Bruxelles, Fiandre, Vallonia)] dove i limiti sono molto inferiori rispetto agli standard internazionali. I limiti sono stati poi confrontati con un insieme selezionato di misurazioni in situ, dimostrando chiaramente che i valori misurati sono solitamente molto bassi rispetto agli standard internazionali, ma talora sono leggermente più alti se si utilizzano i limiti indicati dai paesi più "attenti". Sulla base di questa osservazione e del ragionevole presupposto che la sensibilità delle persone ai campi elettromagnetici (CEM) sia la stessa ovunque, gli autori propongono di stabilire un limite di riferimento mondiale, applicabile in tutti i paesi. Inoltre la ricerca dovrà continuare a produrre dati di misurazione che dimostrino i livelli di esposizione a cui siamo realmente esposti in modo da fornire alle organizzazioni che hanno prodotto le linee guida argomenti per determinare limiti accettabili. Nelle misurazioni di questo studio non sono mai stati superati i limiti di riferimento di esposizione ai CEM per il grande pubblico.

° Ramirez-Vazquez R et al. Personal exposure to radiofrequency electromagnetic fields: A comparative analysis of international, national, and regional guidelines. *Environ Res.* 2024 Apr 1;246:118124. doi: 10.1016/j.envres.2024.118124. Epub 2024 Jan 8. PMID: 38199478.

Ambienti naturali

1. Biodiversità e salute umana: una rassegna esplorativa ed esempi di collegamenti poco rappresentati

Questa rassegna evidenzia l'importanza di una maggiore inte-

grazie a studi sulla biodiversità e ricerche sulla salute umana. Approfondire la comprensione di questi collegamenti può portare a migliori strategie di conservazione e politiche sanitarie che promuovono il benessere umano e la sostenibilità ambientale. Prove crescenti in letteratura supportano la correlazione tra esposizione ad ambienti naturali (come gli spazi verdi e blu) e la salute umana. Le possibili correlazioni specifiche tra la presenza di biodiversità all'interno dei diversi ambienti naturali e salute sono ad oggi meno chiare. In questa review gli autori hanno cercato di mappare le correlazioni tra biodiversità e salute umana riassumendone i livelli di evidenza e considerando l'impatto sulla salute di condizioni specifiche come l'asse ambiente-microbioma-salute, valutando le zone di buffering ambientale* e il loro impatto sull'inquinamento atmosferico e fornendo esempi di tre correlazioni poco rappresentate o minimamente rappresentate in letteratura: (1) biodiversità e salute delle popolazioni indigene, (2) biodiversità ed equità sociale urbana e (3) biodiversità e COVID-19. Gli autori hanno osservato un livello moderato di prove a sostegno della correlazione fra microbiota ambientale e salute umana e un livello di evidenza medio-alto a sostegno della correlazione positiva fra salute umana ed esposizione ad ambienti naturali (ad esempio, spazi verdi). Questi risultati sono stati osservati sia in termini di salute umana, sia di riduzione dello stress, sia di miglioramento del benessere e della coesione sociale. In conclusione, questa revisione fornisce una valutazione completa delle evidenze attuali a sostegno della correlazione tra biodiversità e salute umana, sottolineando la necessità di studi più mirati che incorporino parametri specifici di Biodiversità. Inoltre gli esempi presi in considerazione di correlazioni poco rappresentate in letteratura evidenziano il ruolo fondamentale della biodiversità e della sua perdita nella situazione sociale delle popolazioni urbane, nella diffusione di malattie contagiose come il covid 19 e nella sovranità e nei mezzi di sussistenza dei popoli indigeni. Gli autori sottolineano l'importanza di considerare la biodiversità come un fattore chiave per la salute pubblica. Le politiche di conservazione e gestione ambientale dovrebbero integrare considerazioni sulla salute umana per massimizzare i benefici. È necessario promuovere una maggiore consapevolezza e ricerca sulle connessioni meno esplorate tra biodiversità e salute umana.

*Aree designate utilizzate per proteggere ambienti naturali (ad es. zone umide, riserve naturali) da pressioni esterne negative.

° Jake M. Robinson et al. Biodiversity and human health: A scoping review and examples of underrepresented linkages, *Environmental Research*, Volume 246, 2024, 118115, ISSN 0013-9351.

2. Spazi verdi urbani e pressione sanguigna nei bambini cinesi

Questo studio fornisce prove significative dell'importanza degli spazi verdi urbani per la salute cardiovascolare dei bambini. La promozione e l'integrazione di spazi verdi nelle aree urbane possono rappresentare una strategia efficace per la prevenzione delle malattie cardiovascolari fin dalla giovane età. I risultati hanno suggerito che gli spazi verdi ambientali sono associati a livelli di pressione arteriosa (PA) più bassi e a un rischio ridotto di pre-ipertensione e ipertensione nei bambini delle scuole cinesi, particolarmente tra i bambini di basso status socioeconomico. L'obiettivo di questo studio è stato valutare l'associazione tra l'esposizione agli spazi verdi urbani e la PA nei bambini delle scuole

primarie cinesi. È uno studio di coorte prospettico che ha utilizzato i dati del progetto COHERENCE (Children's Growth Environment, Lifestyle, Physical, and Mental Health Development) a Guangzhou, in Cina. Lo studio ha incluso 164.853 bambini delle scuole primarie, a partire dall'anno accademico 2016/17 fino al 2019/20. Lo stato di pre-ipertensione e ipertensione è stato rispettivamente definito con PA sopra il 90° percentile e inferiore al 95° percentile, e al 95° percentile o superiore. L'associazione tra il verde circostante e il rischio di pre-ipertensione/ipertensione, è stata esaminata utilizzando modelli lineari ad effetti misti e il modello di rischi proporzionali di Cox. I risultati hanno mostrato che la PA sistolica e diastolica media è aumentata di 0.48 e 0.42 deviazioni standard, rispettivamente, durante i 3 anni di follow-up. Sono stati identificati 23.225 nuovi casi di pre-ipertensione e 35.067 di ipertensione.

° Wen-Wen Bao et al. Urban greenspaces and child blood pressure in China: Evidence from a large population-based cohort study, *Environmental Research*, Volume 244, 2024, 117943, ISSN 0013-9351.

3. Comportamento pro-ambientale, connessione con la natura e approvazione di norme pro-ambientali nei giovani: relazioni longitudinali

Questo studio è degno di nota in quanto dimostra relazioni longitudinali a favore dell'ambiente nel comportamento degli adolescenti mai documentate prima: in primis si sono trovate differenze di comportamento con l'età, che supportano il concetto di plasticità nello sviluppo di comportamenti pro-ambientali e dei costrutti correlati. In secondo luogo lo studio fornisce la prova che la valorizzazione positiva della natura e l'approvazione di norme ambientali sono importanti motivatori a favore dei comportamenti pro-ambiente. Come ultimo dato è emerso che il comportamento pro-ambientale può avere un feedback positivo sull'approvazione di norme a favore dell'ambiente, diventando parte di un processo di rinforzo che potenzialmente supporta lo stesso comportamento nel corso della vita di una persona e può portare alla formazione di una forte identità ambientale. Lo scopo della ricerca è stato indagare il cambiamento nel comportamento pro-ambientale dall'inizio dall'adolescenza fino alla prima età adulta. È stato utilizzato un disegno di studio incrociato in cui due coorti di adolescenti canadesi (ragazzi da 12 a 14 anni, n = 220, 110 femmine e ragazzi da 18 a 20 anni, n = 390, 305 femmine) sono stati seguiti longitudinalmente nell'arco di quattro anni con tre fasi di raccolta dati utilizzando la scala Rasch. I risultati hanno dimostrato un cambiamento non lineare in entrambe le coorti: il comportamento pro-ambientale, la connessione con la natura e l'approvazione delle norme pro-ambientali sono aumentate significativamente nei primi due anni di studio, mentre in seguito questo aumento si è stabilizzato. Le analisi crociate hanno dimostrato come la connessione con la natura e l'approvazione di norme pro-ambientali prevedevano reciprocamente la messa in atto di comportamenti pro-ambientali, evidenziando in entrambe le coorti un percorso dominante che va dal comportamento pro-ambiente all'approvazione delle norme. È inoltre emerso come gli adolescenti e i giovani adulti continuino ad impegnarsi in comportamenti pro-ambientali e tendano sempre più ad approvare norme a favore dell'ambiente.

° Tobias Krettenauer et al: Pro-environmental behaviour, connectedness with nature, and the endorsement of pro-environmental norms

in youth: Longitudinal relations. *Journal of Environmental Psychology*, Volume 94,2024,102256,ISSN 0272-4944.

4. ► Spazi verdi urbani e sviluppo comportamentale e cognitivo nei bambini. Impatto sulla salute del Piano "Eixos Verds" di Barcellona

A Barcellona è in fase di realizzazione il Piano "Eixos Verds" per aumentare il verde nelle strade e nei quartieri. Si prevede che almeno una strada su tre diventerà un corridoio verde, creando una rete pedonale che potrebbe passare dal 16% al 67% dello spazio pubblico. Il progetto include infrastrutture pedonali e ciclabili, campi da gioco, attrezzature sportive e per il tempo libero, con l'obiettivo di migliorare le dinamiche urbane di coesione sociale (quali interazione sociale, cultura, tempo libero, espressione e impegno civico), aumentare le opportunità di attività fisica, incrementare la biodiversità, oltre a ridurre l'inquinamento atmosferico, il calore e il rumore urbano. Gli autori di questo articolo hanno utilizzato dati di letteratura che stimano le modifiche degli indicatori di salute mentale dei bambini in conseguenza dell'esposizione ad aree verdi considerando solo la fascia d'età 7-10 anni (circa 55.000 bambini censiti nel 2015). Sovrapponendo la densità abitativa dei bambini con l'implementazione di aree verdi, che aumenterebbero del 6.9%, è stato stimato un miglioramento nei punteggi delle difficoltà totali (diminuzione del 5%; IC al 95%: 0-15%) e dell'iperattività/disattenzione (diminuzione del 6%; IC al 95%: 0-17%) valutati con il questionario SDQ. Si prevede inoltre che i punteggi della memoria di lavoro e della memoria di lavoro superiore aumentino rispettivamente del 4% e del 5%, sulla base del test n-back computerizzato, mentre il punteggio di disattenzione potrebbe essere ridotto dell'1%, sulla base del test di attenzione computerizzato (ANT). Gli autori concludono che il greening urbano come strumento di pianificazione può migliorare lo sviluppo comportamentale e cognitivo dei bambini nelle città. I metodi e i risultati del loro studio sono applicabili a molte città in tutto il mondo e ci si possono aspettare risultati simili per i bambini derivanti da interventi di greening urbano nella vita reale.

° Jet Opbroek et al: Urban green spaces and behavioral and cognitive development in children: A health impact assessment of the Barcelona "Eixos Verds" Plan (Green Axis Plan), *Environmental Research*, Volume 244, 2024, 117909, ISSN 0013-9351.

Psicologia ambientale

1. Efficacia dell'inclusione dei bambini negli appelli ambientalisti

Questo lavoro suggerisce come sia necessario capire meglio quando possa essere utile l'inclusione dei bambini nelle campagne ambientaliste. Le organizzazioni ambientaliste potrebbero infatti voler evitare di includere i bambini nelle loro campagne, a meno che non riescano a identificare quali siano i contesti particolari in cui questi messaggi non gli si ritorcano contro. Nonostante molte campagne ambientaliste mettano i bambini al centro dell'attenzione, l'efficacia dell'inclusione dei bambini in questi appelli non è dimostrata. Gli autori di questo studio hanno analizzato questa problematica attraverso quattro sondaggi online (N = 2.200 inglesi adulti), in cui i partecipanti hanno valutato

una campagna già esistente di Friends of the Earth e altre campagne ambientaliste simili con al centro i bambini. Sono state considerate le donazioni effettuate a "Friends of the Earth" come misura di risultato comportamentale. I risultati hanno forse inaspettatamente mostrato che dare importanza ai bambini nelle campagne ambientaliste ha dato come esito donazioni economicamente inferiori rispetto alle campagne "standard" di Friends of the Earth: questo effetto è stato parzialmente spiegato dalla minore persuasività degli argomenti nel testo specifico della campagna. Sebbene questi risultati non dipendessero dall'età e dal sesso dei partecipanti, altre caratteristiche demografiche come la genitorialità potrebbero svolgere un ruolo (ad es. non è stato valutato se i genitori non fossero favorevoli all'uso dei bambini nelle campagne ambientaliste o se invece la presenza di bambini li motivasse). Anche l'orientamento politico e il contesto culturale potrebbero essere variabili da prendere in considerazione in futuri studi. Inoltre per questo studio è stato selezionato un appello ambientalista (una richiesta di donazione una tantum) che poco impatta sulla quotidianità delle persone, mentre potrebbe essere utile testare in maniera analoga campagne che richiedono cambiamenti più drastici nella vita delle persone (ad es. cambiamento della dieta, trasporti). In conclusione questo lavoro suggerisce come sia necessario capire meglio quando possa essere utile l'inclusione dei bambini nelle campagne ambientaliste. Le organizzazioni ambientaliste potrebbero infatti voler evitare di includere i bambini nelle loro campagne a meno che non riescano a identificare quali siano i contesti particolari in cui questi messaggi non gli si ritorcano contro.

° Lukas J. Wolf et al.: What about the children? The effectiveness of including children in environmental appeals, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 94,2024,102195, ISSN 0272-4944.

Miscellanea

1. Valutazione ambientale delle diete: panoramica e indicazioni sulla scelta degli indicatori

Quando si selezionano indicatori per la valutazione ambientale delle diete, vengono generalmente scelti quelli consolidati, come quelli relativi al cambiamento climatico, all'uso di acqua e suolo. In questa ricerca, gli autori esaminano un insieme più ampio di indicatori, poiché gli indicatori tradizionali non sempre riescono a cogliere l'impatto ambientale complessivo delle diete sulla biodiversità. Sono stati identificati vecchi e nuovi indicatori attraverso sette revisioni sistematiche, e sono stati coinvolti esperti per formulare raccomandazioni. Per classificare gli indicatori è stato applicato il framework DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response), sviluppato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, che consente di analizzare in modo strutturato i tipi di indicatori secondo una catena causa-effetto. Le prestazioni ambientali degli alimenti sono solitamente quantificate utilizzando indicatori di impatto intermedio nel ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA), come indicatori di pressione, di stato e di impatto, ma anche indicatori di impatto finale (Environmental Footprint Assessment, EFA), che mirano a quantificare l'impatto effettivo in termini di danni agli ecosistemi o alla salute umana. In questo studio vengono analizzati i seguenti indicatori: il cambiamento climatico, la modifica del sistema terrestre, il consumo di acqua

blu, i flussi biogeochimici (ovvero l'impronta di azoto, fosforo e le acque grigie), il carico di aerosol atmosferico, l'integrità della biosfera, gli impatti sulle risorse naturali (in particolare lo sfruttamento degli stock ittici selvatici, i danni ai fondali marini e la perdita di copertura forestale), la distruzione dello strato di ozono e nuove entità (come le emissioni di particolato fine, l'inquinamento chimico da pesticidi e antibiotici veterinari, la contaminazione da micro e nanoplastiche, il degrado del suolo, il consumo di energia). Gli alimenti nelle diete provengono comunemente da diverse località a livello globale, con effetti che variano a seconda delle condizioni specifiche del sito e delle pratiche di gestione; identificare l'origine esatta o il sistema di produzione per la moltitudine degli alimenti e degli ingredienti disponibili è spesso difficile, ma importante. Utilizzando questi nuovi indicatori, una dieta ricca di alimenti biologici, caratterizzati da effetti meno dannosi sulla biodiversità, un minore contributo all'inquinamento chimico e una migliore fertilità del suolo, potrebbe ottenere risultati più favorevoli in una valutazione ambientale rispetto a una dieta con alimenti convenzionali. La promozione di diete sane e sostenibili è una necessità urgente e la valutazione della sostenibilità delle diete dovrebbe includere la sostenibilità ambientale.

° Ylva Ran et al: *Environmental assessment of diets: overview and guidance on indicator choice*. *The Lancet Planetary Health*, Vol 8, March 2024.

Approfondimenti

Effetti dei prodotti farmaceutici e dei prodotti per la cura della persona sullo sviluppo puberale: evidenze su uomo ed animali

A cura di *Mara Tommasi*

Questo studio fornisce evidenze significative sull'impatto potenziale dei prodotti farmaceutici e per la cura della persona (PPCP) sullo sviluppo puberale. È essenziale promuovere una maggiore consapevolezza sui rischi associati ai PPCP e sviluppare strategie di mitigazione per proteggere la salute dei giovani. I PPCP comprendono un'ampia gamma di farmaci, prodotti per la cura personale e prodotti chimici per la casa. La sicurezza dei PPCP è diventata una preoccupazione crescente negli ultimi decenni a causa della loro presenza onnipresente nell'ambiente e dei poten-

ziali rischi per la salute umana. Sono stati esaminati studi epidemiologici e sperimentali per valutare l'associazione tra l'esposizione ai PPCP e le alterazioni dello sviluppo puberale. Le fonti di esposizione considerate includono farmaci, cosmetici, prodotti per l'igiene personale e altri composti correlati. Gli studi sugli esseri umani hanno incluso valutazioni longitudinali e trasversali, mentre gli studi sugli animali hanno coinvolto esperimenti controllati per analizzare i meccanismi sottostanti. I PPCP sono stati rilevati in vari campioni biologici umani, compresi quelli di bambini e adolescenti, a concentrazioni che vanno da diversi ng/L a diverse migliaia di µg/L. Studi epidemiologici hanno mostrato associazioni tra l'esposizione ai PPCP e i cambiamenti nei tempi della pubertà nei bambini e negli adolescenti. Ad esempio uno studio trasversale con dosaggio di vari antibiotici in 227 ragazze e 590 maschi in Cina ha evidenziato che le concentrazioni urinarie di tetracicline e chinolonici in bambini con pubertà precoce erano significativamente più elevate rispetto a quelli con pubertà normale. Uno studio su maschi con epilessia trattati in Egitto con farmaci antiepilettici ha evidenziato un ritardo puberale. Uno studio danese ha evidenziato che l'assunzione di paracetamolo in gravidanza, almeno una volta, ha dato nelle figlie femmine un lieve anticipo dei parametri puberali, ma non nei maschi. L'esposizione a DES (dietilstilbestrolo) in gravidanza ha dato anticipo del menarca nelle figlie femmine in due studi. Uno studio di coorte danese su 15.800 bambini ha evidenziato che l'assunzione in gravidanza di contraccettivi con DES ha dato anticipo dei parametri puberali sia nei maschi che nelle femmine. Tra i prodotti per la cura della persona effetti sulla pubertà sono stati attribuiti a triclorosan (sia di anticipo che di ritardo puberale solo nelle femmine), a parabenici (pubertà precoce in entrambi i sessi), a benzofenone e EHMC/OD-PABA, presenti in schermi solari (sia di anticipo che di ritardo puberale). Gli studi sugli animali hanno dimostrato che l'esposizione ai PPCP provoca un'insorgenza puberale avanzata o ritardata. I meccanismi attraverso i quali i PPCP regolano lo sviluppo puberale includono l'alterazione delle reti ipotalamiche di kisspeptina e GnRH, l'alterazione degli ormoni steroidei e la modulazione della funzione metabolica e dell'epigenetica. Nelle tabelle sottostanti sono sintetizzati gli effetti dei farmaci sulla pubertà e dei prodotti per la cura della persona e della casa negli studi sull'uomo.

° Linping Wang et al. *Effects of pharmaceutical and personal care products on pubertal development: Evidence from human and animal studies*, *Environmental Pollution*, Volume 346, 2024, 123533, ISSN 0269-7491.

CLASSIFICAZIONE	FARMACO	POPOLAZIONE	EFFETTO SULLA PUBERTÀ
Antibiotici	Tetracicline, Fluorochinolonici	1.027 studenti (Cina)	Pubertà precoce
Farmaci psicotropi	Carbamazepina, Fenitoina, Valproato	130 maschi con epilessia (Egitto)	Pubertà ritardata
FANS	Paracetamolo (assunto in gravidanza)	15.822 bambini (Danimarca)	Menarca precoce nelle femmine
Estrogeni sintetici	Contraccettivi orali (assunti in gravidanza) Dietilstilbestrolo	15.800 bambini (Danimarca)	Lieve anticipo puberale
		4.015 figlie esposte (USA)	Menarca precoce
		33.501 (USA e PortoRico)	

PRODOTTO	POPOLAZIONE	EFFETTI
Triclorosan (microbicides)	1.151 bambine (USA) 1.239 bambine (USA) 200 bambine (Cile) 179 bambine e 159 bambini(USA)	Ritardo puberale Telarca precoce Menarca precoce in sovrappeso Menarca precoce Nessun effetto sui maschi
Parabeni (conservanti in vari prodotti)	1.239 bambine (USA) 179 bambine e 159 bambini (USA)	Pubertà precoce Pubertà precoce in femmine e maschi
BP-3 (Benzofenone) (filtro UV)	1.051 bambine 1.239 bambine (USA) 200 bambine (Cile) 379 bambine (USA) 277 bambini (Cina)	Telarca ritardato Menarca precoce Lieve effetto sulla pubertà Ritardo puberale
EHMC/OD-PABA (schermi solari)	244 bambine e 277 bambini (Cina)	EHMC: ritardo puberale nei maschi OD-PABA: pubertà precoce nelle femmine