

Ambiente e Salute *News* n.13 gennaio-febbraio 2022

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

La terra non aspetta. Questo il tema della giornata mondiale della terra che è stata appena celebrata (22 Aprile) mobilitando milioni di persone in tutto il mondo. Anche questa rubrica vuole ricordare questo evento sottolineando quanta sia la strada ancora da compiere per garantire un ambiente salubre per tutti. Per salvare la Terra e per salvarSi è necessario mettere in pratica un tema caro ai pediatri, ovvero il “prendersi cura”. L’umanità deve iniziare a prendersi cura della Terra agendo nel quotidiano, ma pensando poi di attuare azioni che coinvolgono l’intera collettività, azioni che stimolino i decisori politici a legiferare nell’ottica del “prendersi cura”, ottica che sottende una responsabilità individuale e collettiva insieme. Dai numerosi articoli recensiti e riassunti in questo numero si evidenzia come molti siano ancora i rischi per la salute dei bambini, a partire già dal periodo prenatale, e come sia importante mettere in atto anche delle strategie individuali per ridurre i rischi. Da questo numero metteremo in risalto in uno specifico box le indicazioni pratiche che ogni medico e ogni persona che si occupa della salute dei bambini e del mondo può mettere in pratica e diffondere. Come nei numeri precedenti vengono riassunti 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 Gennaio e Febbraio 2022.

Environment and health

The earth does not wait. This is the world earth day theme which has just been celebrated (April 22) by mobilizing millions of people all over the world. This column also wants to remember this event by underlining how far is still the way to go in order to guarantee a healthy environment for all. To save the Earth and to save oneself it is necessary to put into practice a theme dear to paediatricians: “taking care”. Humanity must begin to take care of the Earth by acting on a daily basis, but at the same time thinking of implementing actions that involve the entire community, actions that stimulate political decision-makers to legislate with a “taking care” perspective that underlies both individual and collective responsibility. From the numerous articles reviewed and summarized in this issue, it is highlighted that there are still many risks to children's health, starting from the prenatal period, and how important it is to implement individual strategies to reduce the risks. Starting from this issue we will highlight in a specific box the practical indications that every doctor and every person who deals with the health of children and of the world can put into practice and disseminate. As in the previous issues, the main articles published in the monitored journals are summarized. All articles and editorials deemed worthy of attention are listed divided by topic, with a concise comment. This issue is based on the systematic monitoring of January and February 2022 publications.



La fotografia di questo numero è stata concessa dagli organizzatori del concorso fotografico "Noi siamo la natura"

Ambiente e Salute News

Indice

:: Cambiamento climatico

1. ▶ Accessi ai pronto soccorso pediatrici negli ospedali americani durante la stagione estiva
2. Salute infantile e danno economico dovute agli incendi boschivi in Portogallo nel 2017

:: Inquinamento atmosferico

1. Esposizione materna al particolato fine oltre il primo trimestre e anomalie di inserzione del cordone ombelicale
2. Risultati dal progetto ELEFANT: Esposizione materna a particolato fine in periodo preconcezionale e durante la gravidanza e rischio di neonato SGA e LGA
3. Relazione longitudinale tra particolato, controllo metabolico e grave ipoglicemia in bambini ed adolescenti affetti da diabete tipo 1
4. ▶ Concentrazione di NO₂ urbano e asma pediatrica
5. Esposizione al PM_{2.5} durante la gravidanza e crescita fetale in Massachusetts
6. Esposizione all'inquinamento atmosferico materno ed infantile e salute mentale/sviluppo psicomotorio nei bambini. Uno studio australiano
7. Esposizione indoor al PM_{2.5} e ai metalli: impatto sulla salute nei bambini in età prescolare
8. Gli effetti dell'inquinamento atmosferico da traffico nelle e intorno alle scuole sulla funzione esecutiva e sul rendimento scolastico nei bambini: una revisione

:: Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

1. Consensus italiana sulla gestione clinica e terapeutica della 'Sensibilità chimica multipla' (MCS, Multiple Chemical Sensitivity)
2. ▶ Concentrazioni anticorpali contro tetano e difterite in bambini della Groenlandia vaccinati tra i 7 ed i 12 anni esposti a PFAS con la dieta
3. Esposizione dei bambini a nano e microplastiche. Cosa sappiamo. (Approfondimento)
4. ▶ Pesticidi neonicotinoidi nel liquido cerebrospinale dei bambini
5. Esposizione infantile ai perclorati e ai clorati presenti nel latte materno, latte di formula, alimenti per l'infanzia
6. Esposizione agli ftalati e rischio di sovrappeso e obesità: uno studio caso controllo in Cina

:: Rumore

1. Rumore da mezzi di trasporto e sonno nel primo anno di vita. Uno studio longitudinale

:: Ambienti naturali

1. Frequentazione di spazi verdi nella prima infanzia e sviluppo cognitivo

:: Psicologia ambientale

1. ▶ Quando e come gli atteggiamenti favorevoli all'ambiente si trasformano in comportamenti: il ruolo dei costi, dei benefici e dell'autocontrollo
2. Si possono rompere le abitudini con nuovi comportamenti? Fare il bucato con sapone biodegradabile
3. Gratitudine verso la natura: teoria della sua concettualizzazione, metodologia ed effetti sul comportamento pro-ambiente
4. ▶ Conoscenza, potenziale percepito e fiducia quali determinanti dei comportamenti a basso ed alto impatto ambientale

:: Miscellanea

1. Esposizioni ambientali e cardiopatie congenite (approfondimento)
2. Uscire dalla crisi: come la ricerca socio ecologica, ambientale e evolutiva sia necessaria per evitare il rischio di future pandemie
3. Valutazione degli effetti / eventi avversi legati al consumo di alimenti geneticamente modificati: una revisione sistematica di studi sugli animali e sull'uomo

:: Approfondimenti

- Esposizione dei bambini a nano e microplastiche. Cosa sappiamo
- Esposizioni ambientali e cardiopatie congenite

▶ 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
 .. The Lancet
 .. NeuroToxicology
 .. Neurotoxicology and Teratology
 .. New England Journal of Medicine
 .. Pediatrics

Revisione delle riviste e testi a cura di:

Angela Biolchini, Luisa Bonsembiante, Vincenza Briccioli, Laura Brusadin, Sabrina Bulgarelli, Elena Caneva, Ilaria Mariotti, Federico Marolla, Aurelio Nova, Angela Pasinato, Giuseppe Primavera, Laura Reali, Annamaria Sapuppo, Laura Todesco, Giacomo Toffol, Elena Uga, Anna Valori, Luisella Zanino.

Pediatrati 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

- Durante la gravidanza è auspicabile ridurre l'esposizione all'inquinamento atmosferico. Nuovi studi recensiti in questo numero confermano che l'esposizione a particolato fine (PM_{2.5}) durante la gravidanza è un fattore di rischio per esiti avversi alla nascita, tra cui nascite pretermine e nascita di bambini piccoli per età gestazionale.
- È importante ridurre al massimo l'esposizione dei bambini piccoli ai prodotti plastici, soprattutto quelli che stanno a contatto con i cibi e le bevande. Una revisione recente conferma che l'assorbimento di micro e nano plastiche nei primi mesi di vita attraverso la dieta può essere molto elevato ed avere conseguenze sulla salute potenzialmente pericolose.
- È importante informare le persone sulle potenzialità dei cambiamenti individuali utili a ridurre le emissioni di gas serra e quindi mitigare il surriscaldamento del pianeta. Una più accurata percezione della potenzialità di mitigazione che i diversi comportamenti possono avere può infatti aiutare i consumatori a ridurre le emissioni, ad esempio mediante il passaggio ad una dieta più sostenibile per l'ambiente, come dimostrato da uno studio svizzero.

Cambiamento climatico

1. ▶ Accessi ai pronto soccorso pediatrici negli ospedali americani durante la stagione estiva.

Le esposizioni a temperature elevate stanno incrementando con il cambiamento del clima. Sono ben documentati gli effetti sulla salute nella popolazione adulta, ma i rischi sulla popolazione pediatrica non sono ben caratterizzati. Gli autori hanno quindi esaminato l'associazione tra alte temperature (da maggio a settembre) e le cause specifiche delle visite nei dipartimenti di emergenza (ED) di bambini ed adolescenti in USA. Questo studio multicentrico su serie temporali ha valutato i dati amministrativi di 3.8 milioni di accessi in ED (popolazione d'età inferiore o eguale ai 18 anni provenienti da 47 ospedali USA, dati raccolti tra il 2016-2018). La temperatura massima giornaliera era stata stimata nella contea dell'ospedale usando un modello spazio temporale. Gli autori hanno utilizzato modelli non lineari (quasi- Poisson) per stimare l'associazione giornaliera massima della temperatura ed il rischio relativo (RR) di visita in ED con aggiustamento temporale. Ed hanno successivamente utilizzato un modello meta-analitico ad effetti casuali per stimare l'associazione cumulativa complessiva. I picchi di caldo erano associati con un rischio relativo di accessi in ED per tutte le cause pari a 1.17 (95% CI: 1.12, 1.21) rispetto alla temperatura minima di morbilità specifica dell'ospedale. Le associazioni erano più evidenti per le visite dovute a malattie correlate al calore quali disidratazione e disturbi elettrolitici (RR=1.83; 95% CI: 1.31, 2.57), enterite batterica (1.35; 95% CI: 1.02, 1.79), otiti medie ed esterne (1.30; 95% CI: 1.11, 1.52). È noto che sia le enteriti di origine batterica, che le otiti possono essere causate da batteri Gram-negativi, che in alcuni contesti sono maggiormente diffusi nei mesi estivi. Nel complesso gli autori hanno stimato che le temperature

al di sopra della temperatura minima di morbilità erano correlate con un 11.8% delle visite in ED per qualsiasi causa e con un 31% di malattie correlate al caldo. I risultati di questo studio offrono importanti suggerimenti per i pediatri: in primo luogo i bambini e gli adolescenti possono presentarsi durante o dopo giornate calde con una varietà di disturbi, che potrebbero non essere intuitivamente collegati al calore, comprese lesioni, infezioni e malattie dell'apparato digerente; in secondo luogo, sebbene le elevate temperature erano fortemente associate alle visite al pronto soccorso durante lo stesso giorno, permaneva però un elevato rischio di visite a ED anche nei giorni successivi (2-3 giorni), sono infatti noti da tempo gli effetti ritardati del calore negli adulti e nei bambini. In terzo luogo, le associazioni tra i giorni ad elevate temperature e la visita al ED non erano limitate ai giorni più caldi ma, piuttosto, erano evidenti in una gamma di temperature della stagione calda. Gli autori hanno osservato un'associazione approssimativamente lineare per le visite ED per tutte le cause rispetto a un'associazione che è cresciuta non linearmente ma in modo più repentino a temperature più elevate per malattie legate al calore ed otite media ed esterna. Questo deve essere preso in considerazione dai pediatri che si prendono cura della salute infantile. I risultati di questo studio devono essere interpretati considerando i continui cambiamenti del clima, la crescente evidenza che il calore rappresenti un rischio sostanziale per i bambini sottolinea la necessità di misure di adattamento più aggressive e suggerisce che il continuo cambiamento climatico avrà importanti implicazioni per la salute e il benessere dei bambini negli anni a venire.

° Aaron S. Et al. Warm Season and Emergency Department Visits to U.S. Children's Hospitals Environmental Health Perspectives 130:1 2022, CID: 017001

2. Salute infantile e danno economico dovute agli incendi boschivi in Portogallo nel 2017

Gli incendi boschivi possono rilasciare notevoli quantità di contaminanti tossici che contribuiscono ad una riduzione della qualità dell'aria e possono determinare gravi rischi per la salute. L'obiettivo dello studio è stato quello di comprendere gli effetti sulla salute dei bambini di incendi accaduti nel 2017 in Portogallo rispetto al 2016. È stato stimato l'impatto dell'esposizione a lungo termine delle concentrazioni di PM₁₀ e al NO₂ associate agli incendi boschivi sulla mortalità post natale, sulla prevalenza delle bronchiti e sulle riacutizzazioni di episodi asmatici con relativi costi associati. L'eccesso di carico sanitario nei bambini attribuibile al PM₁₀ e al NO₂ è stato calcolato in base ai RR del OMS (HRAPIE). Le emissioni legate agli incendi sono state ottenute dal FINN (Fire Inventory di NCAR). I risultati ottenuti indicano che il fumo degli incendi ha un impatto negativo sulla funzionalità polmonare dei bambini (esposizione al PM₁₀ casi 648 nel 2017 rispetto a 320 nel 2016; esposizione al NO₂ 40 casi nel 2017 rispetto a 24 casi del 2016) e sulla mortalità post natale (esposizione al PM₁₀ da 0.2 a 0.4 decessi). I costi sono aumentati nel 2017 di circa 1 milione di euro per tutti gli indicatori sanitari valutati rispetto al 2016.

° Barbosa JV et al. Health and Economic Burden of the 2017 Portuguese Extreme Wildland Fires on Children. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022; 19(1):593

Inquinamento atmosferico

1. Esposizione materna al particolato fine oltre il primo trimestre e anomalie di inserzione del cordone ombelicale

Si ritiene che l'esposizione al particolato fine ($PM_{2.5}$) all'inizio della gravidanza potrebbe essere correlata ad una inserzione anomala del cordone ombelicale, tra le possibili anomalie dell'impianto placentare. In questo studio è stata analizzata l'associazione tra l'esposizione al $PM_{2.5}$ totale e ai suoi componenti chimici nel primo trimestre e anomalie nell'inserzione del cordone ombelicale, che potrebbe comportare esiti avversi alla nascita. Dal database della rete del registro perinatale giapponese, sono stati raccolti i dati su 83.708 donne che hanno partorito in 39 ospedali in 23 aree di Tokyo (2013–2015), analizzando il $PM_{2.5}$ mediante filtro e misurando le concentrazioni giornaliere di componenti di carbonio e ioni; sono state poi calcolate le concentrazioni medie nel primo trimestre (0–13 settimane di gestazione) per ciascuna donna, utilizzando un modello di regressione logistica multilivello per stimare gli odds ratio (OR) in relazione all'anomala inserzione del cordone. Tra le 83.708 donne (età media al parto = 33.7 anni), la frequenza di inserimento anomalo del cordone ombelicale era del 4.5%, la concentrazione mediana [intervallo interquartile (IQR)] del $PM_{2.5}$ totale era di 16.1 (3.61) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il OR per IQR per $PM_{2.5}$ totale era 1.14 (intervallo di confidenza 95% = 1.06–1.23). Nei modelli totali aggiustati per $PM_{2.5}$, carbonio totale, carbonio organico, nitrato, ammonio e cloruro erano positivamente associati ad un'inserzione anomala. Il carbonio organico era costantemente associato a tipi specifici di inserzione anomala ("inserimento marginale o velamentoso del cordone"), mentre il nitrato mostrava una tendenza minore verso quest'associazione. In conclusione, l'esposizione al $PM_{2.5}$ totale e ad alcuni dei suoi componenti nel primo trimestre avrebbe aumentato la probabilità di un'inserzione anomala del cordone ombelicale.

° Michikawa T. Et al (2022). Maternal exposure to fine particulate matter over the first trimester and umbilical cord insertion abnormalities. *International journal of epidemiology*, 51(1), 191–201.

2. Risultati dal progetto ELEFANT: Esposizione materna a particolato fine in periodo preconcezionale e durante la gestazione e rischio di neonato SGA e LGA

Il Progetto ELEFANT, iniziato nel 2015, segue una coorte di residenti a Tianjin (4a municipalità cinese) con lo scopo di valutare l'impatto dell'esposizione a vari fattori ambientali sulla salute nelle diverse fasi della vita. Baby ELEFANT è parte di tale programma e segue circa 49.000 coppie mamma bambino. Lo studio riguarda 10.916 di queste coppie in cui viene valutata l'associazione tra esposizione al $PM_{2.5}$, a partire già dal periodo pre concezionale, e rischio di neonato piccolo per età gestazionale (SGA) e grande per età gestazionale (LGA). In un altro studio, citato dagli autori, sarebbe stata rilevata una associazione tra esposizione materna al particolato e stato infiammatorio uterino con ripercussione sull'esito della gravidanza. Peculiarità dello studio è quella di distinguere l'esposizione in periodi settimanali a partire dalla 12a settimana prima del concepimento sino al termine della gravidanza. Dall'analisi dei dati raccolti, tenuto conto dei possibili confondenti, emerge una associazione positiva tra

aumento di esposizione materna al $PM_{2.5}$, calcolato in incrementi di 10 mcg/m^3 , e rischio sia di neonato SGA che LGA. Sono individuate alcune finestre di maggior suscettibilità. In particolare per quanto riguarda il rischio di un neonato SGA l'associazione si osserva soprattutto tra la 1a e 9a settimana prima del concepimento e la 1a e 2a settimana di gravidanza (SG), con l'associazione più forte nella 5a settimana preconcezionale (HR 1.06; IC 95% 1.03–1.09). Per la condizione di LGA si riscontra una associazione positiva per tutte le 12 settimane del periodo preconcezionale indagato e nelle prime 5 settimane di gravidanza ($p > 0.05$), con l'associazione più forte nella 7a settimana prima del concepimento (HR, 1.10; IC 95%, 1.08–1.12). Lo studio è quindi una ulteriore conferma delle conseguenze dell'inquinamento atmosferico sul prodotto del concepimento ed in più sottolinea l'importanza dello stato di salute e dello stile di vita della donna nel periodo preconcezionale.

° Chen, J., et al (2022). Weekly-specific ambient fine particulate matter exposures before and during pregnancy were associated with risks of small for gestational age and large for gestational age: results from Project ELEFANT. *International journal of epidemiology*, 51(1), 202–212

3. Relazione longitudinale tra particolato, controllo metabolico e grave ipoglicemia in bambini ed adolescenti affetti da diabete tipo 1

Studio tedesco che ha voluto esplorare la possibile correlazione dell'esposizione all'inquinamento atmosferico (PM_{10} e $PM_{2.5}$) con la salute dei pazienti diabetici (diabete di tipo 1: T1D) misurando la media annuale dell'emoglobina glicosilata (HbA1c), la dose giornaliera di insulina e il numero di crisi ipoglicemiche gravi. Sono stati studiati i dati dal 2009 al 2018 relativi ad un'ampia coorte, ben 44.383 soggetti di età inferiore a 21 anni affetti da T1D (377 centri diabetologici). Le figure sono esaustive: all'aumentare della concentrazione nell'aria di PM_{10} e $PM_{2.5}$ aumenta l'HbA1c e diminuisce leggermente la dose impiegata di insulina (significatività statistica tra il primo quartile di soggetti esposti a basso inquinamento e il quarto quartile di soggetti esposti a maggiore inquinamento). HbA1c media PM_{10} (Q1: 7.96% [IC 95%: 7.95–7.98], Q4: 8.03% [8.02–8.05], valore $p < 0,001$) e con $PM_{2.5}$ (Q1: 7.97% [7.95–7.99], quarto trimestre: 8.02% [8.01–8.04], $p < 0,001$). Le variazioni della dose giornaliera di insulina erano inversamente correlate al PM (PM_{10} e $PM_{2.5}$: Q1 0.85 UI/kg [0.84–0.85], Q4: 0.83 UI/kg [0.82–0.83], $p < 0.001$). Il dato più significativo sottolineato dagli autori è quello relativo alle crisi ipoglicemiche e al coma ipoglicemico. Dal primo all'ultimo quartile di pazienti esposti a PM_{10} i quadri di severa ipoglicemia sono passati da una media di 11.2/100 anni paziente (PY) [IC 95%: 10.9–11.5] a 15.3/100 PY [IC 95%: 14.9–15.7], $p < 0.001$. Dal primo all'ultimo quartile di pazienti esposti a $PM_{2.5}$ i quadri di severa ipoglicemia sono passati da una media di 9.9 eventi/100 PY [IC 95%: 9.6–10.2] a 14.2 [IC 95%: 13.9–14.6], $p < 0.001$. Dal primo all'ultimo quartile di pazienti esposti a PM_{10} i quadri di coma ipoglicemico sono passati da una media di 1.9/100 PY [IC 95%: 1.8–2.0] a 3.0/100 PY [IC 95%: 2.9–3.1], $p < 0.001$. Dal primo all'ultimo quartile di pazienti esposti a $PM_{2.5}$ i quadri di coma ipoglicemico sono passati da una media di 1.9 eventi/100 PY [IC 95%: 1.8–2.0] a 2.7 [IC 95%: 2.5–2.8], $p < 0.001$. Criticità maggiori dello studio: i dati relativi a PM_{10} e $PM_{2.5}$ erano associati al codice postale e non all'abitazione del paziente. Gli autori con-

cludono che i loro risultati confermano l'azione pro infiammatoria del particolato urbano, che entra in causa nel peggioramento del controllo del diabete di tipo 1 nei pazienti di giovane età.

° Lanzinger, S. Et al (2022). Longitudinal relationship of particulate matter and metabolic control and severe hypoglycaemia in children and adolescents with type 1 diabetes. *Environmental research*, 203, 111859

4. ► Concentrazione di NO₂ urbano e asma pediatrica

Il biossido di azoto (NO₂), un componente degli ossidi di azoto, è un inquinante atmosferico pervasivo precursore del particolato fine (PM_{2.5}) e dell'ozono a livello del suolo, che sono i principali contributori alla mortalità correlata all'inquinamento atmosferico. NO₂ è stato associato anche a esiti avversi diretti per la salute, tra cui l'esacerbazione dell'asma e, secondo studi epidemiologici recenti, l'insorgenza di nuovi casi di asma nei bambini. Le fonti di questo inquinante includono le emissioni del traffico (compresi i veicoli pesanti, medi e leggeri, la navigazione e l'aviazione), le centrali elettriche, la produzione industriale e l'agricoltura. Un recente studio pubblicato su *Lancet* ha stimato in 1.85 milioni (intervallo di incertezza del 95% 0.93-2.80 milioni) i nuovi casi di asma pediatrica attribuibili a NO₂ a livello globale nel 2019. Due terzi di essi si sono verificati nelle aree urbane (1.22 milioni di casi; 95% UI 0.60-1.8 milioni), dove la concentrazione di NO₂ è maggiore rispetto alle zone rurali. Questi valori corrispondono a circa l'8.5% (95% UI 4.3-12.8%) di tutta l'incidenza stimata di asma pediatrica. Nonostante le incertezze e limitazioni che accompagnano sempre questi studi, i risultati mostrano l'importante influenza dell'inquinamento atmosferico correlato alla combustione sulla salute dei bambini nelle città di tutto il mondo. Nei luoghi che hanno programmi efficaci di gestione della qualità dell'aria (ad esempio, negli Stati Uniti e in Europa), le concentrazioni di NO₂ hanno avuto una tendenza al ribasso per decenni, con benefici per la salute respiratoria dei bambini. Anche con questi miglioramenti tuttavia le concentrazioni attuali di NO₂ contribuiscono in modo sostanziale all'incidenza dell'asma pediatrica, evidenziando che la mitigazione dell'inquinamento atmosferico dovrebbe essere un elemento cruciale delle strategie di salute pubblica per i bambini.

° ANENBERG, Susan C., et al. Long-term trends in urban NO₂ concentrations and associated paediatric asthma incidence: estimates from global datasets. *The Lancet Planetary Health*, 2022, 6.1: e49-e58

5. Esposizione al PM_{2.5} durante la gravidanza e crescita fetale in Massachusetts

Studi precedenti hanno esaminato l'associazione tra il particolato fine (PM ≤ 2.5 μm in diametro aerodinamico pari a PM_{2.5} μm) e la crescita fetale con una risoluzione temporale e spaziale limitata. In questo studio gli autori hanno esaminato l'associazione all'esposizione al PM_{2.5} durante la gravidanza e la crescita fetale (utilizzando dati ecografici e peso alla nascita) in una coorte di donne ottenuta da dati registrati presso il centro medico Beth Israel Deaconess nella parte orientale del Massachusetts, USA. Hanno utilizzato i dati ecografici (diametro biparietale (BPD), circonferenza cranica, lunghezza del femore, circonferenza addominale (AC) ed il peso alla nascita) provenienti da 9.446 donne in gravidanza raccolti tra il 2011 ed il 2016. Hanno utilizzato modelli lineari misti per esaminare le associazioni tra il PM_{2.5} in

due finestre di esposizione (le prime 16 settimane di gestazione e l'esposizione cumulativa fino alla valutazione della crescita fetale) con scansioni anatomiche (misure ecografiche inferiore alle 24 settimane), scansioni di crescita (misure ecografiche ≥ a 24 settimane), e il peso alla nascita. Vi è poi stato un aggiustamento dei diversi fattori confondenti (caratteristiche sociodemografiche, tendenze nel lungo periodo temporale e variazioni temperature stagionali). I risultati hanno mostrato che una più elevata esposizione al PM_{2.5} nelle prime 16 settimane era associata a misure di crescita fetale più piccola, l'associazione era particolarmente forte per BPD, AC e peso neonatale. Queste associazioni hanno implicazioni per la salute durante l'infanzia e per lo sviluppo cognitivo. Le analisi che esaminavano l'esposizione cumulativa al PM_{2.5} hanno evidenziato associazioni più deboli. In sintesi una maggiore esposizione gestazionale al PM_{2.5} è stata associata a misure di crescita fetale più piccole, a livelli inferiori dello standard nazionale attuale. I risultati di questo lavoro hanno implicazioni di politica sanitaria suggerendo che si debba concentrare gli sforzi sulla riduzione del particolato fine, anche al di sotto dei livelli che attualmente sono considerati sicuri.

° Michael Leung et al. HYPERLINK "<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/abs/10.1289/EHP9824>"- Exposure to PM_{2.5} during Pregnancy and Fetal Growth in Eastern Massachusetts, USA
Environmental Health Perspectives 130:1 CID: 017004

6. Esposizione all'inquinamento atmosferico materno ed infantile e salute mentale/ sviluppo psicomotorio nei bambini. Uno studio australiano

Gli autori partono dal presupposto che l'esposizione precoce all'inquinamento atmosferico sia negativamente associata al neuro sviluppo dei bambini. Lo studio longitudinale che disegnano ha l'obiettivo di esplorare il ruolo di più periodi di esposizione al particolato ambientale con diametro < 2.5 μm (PM_{2.5}) e biossido di azoto (NO₂) sulle emozioni, sui comportamenti e sullo sviluppo precoce nei bambini fino ai 13 anni. Sono stati utilizzati i dati ricavati dallo studio Mothers and their Children's Health (MatCH), a loro volta estrapolati nel 2016/17 da uno studio longitudinale prospettico (Australian Longitudinal Study on Women's Health). Le stime annuali (dal 1996) dei livelli di esposizione a PM_{2.5} e NO₂ sono state ottenute da un modello LUR (land use regression) che prende in considerazione le caratteristiche ambientali e di emissioni dell'aria. La residenza materna in prossimità delle strade è stata utilizzata come misura dell'esposizione all'inquinamento atmosferico legato al traffico. Gli esiti riscontrati nei bambini sono stati problemi emotivi e comportamentali e ritardo nello sviluppo della comunicazione e delle capacità motorie, valutati con appositi questionari. I risultati hanno evidenziato come i bambini con un'esposizione moderata o alta a PM_{2.5} rispetto a chi risultava con una bassa esposizione, avevano maggiori probabilità di problemi emotivi, comportamentali e ritardo motorio. L'esposizione dei bambini a livelli moderati di PM_{2.5} (5.9-7,1 μg/m³) è risultata associata a una probabilità 1.27 maggiore (intervallo di confidenza 95% 1.03, 1.57) di sviluppare problemi emotivi/comportamentali. Associazioni simili sono state inoltre riscontrate per livelli di esposizione moderata a PM_{2.5} nel primo anno di vita solo in un modello a due inquinanti (anche con NO₂) (OR: 1.30; 1.05, 1.60). Tuttavia, non sono emerse prove sufficienti per suggerire che l'esposizione a NO₂ o la residenza entro 200 m dalle strade principali fosse associata

a problemi emotivi/comportamentali o a ritardo dello sviluppo. In conclusione gli autori hanno trovato alcune evidenze isolate di un'associazione fra l'esposizione nell'infanzia al $PM_{2.5}$ e sviluppo di problemi emotivi/comportamentali e ritardo nelle capacità motorie, ma la maggior parte delle associazioni non è risultata significativa. Ciò ovviamente giustifica la necessità di ulteriori studi sull'argomento.

° Ahmed, S. M. Et al (2022). *Maternal and Childhood Ambient Air Pollution Exposure and Mental Health Symptoms and Psychomotor Development in Children: An Australian Population-Based Longitudinal Study*. *Environment international*, 158, 107003

7. Esposizione indoor al $PM_{2.5}$ e ai metalli: impatto sulla salute nei bambini in età prescolare

Gli autori per comprendere meglio la relazione tra la salute dei bambini e la qualità dell'aria indoor hanno misurato le concentrazioni di particolato fine ($PM_{2.5}$) e 11 metalli (arsenico, cadmio, cromo, rame, ferro, manganese, nichel, piombo, antimonio, selenio e zinco) da campioni di aria prelevati sia durante l'inverno che in primavera in locali indoor di asili dell'area urbana e rurale della regione dell'Alta Slesia, Polonia, caratterizzata dall'uso di combustibili fossili per fini energetici. Le stime relative all'inhalazione da parte dei bambini di questi inquinanti e gli effetti sulla salute sono stati valutati separatamente per $PM_{2.5}$ e metalli. Per stimare potenziali impatti sulla salute dei bambini conseguenti all'esposizione a $PM_{2.5}$ e componenti metallici, sono stati combinati i tassi di assunzione cumulativi con modelli dose-risposta basati su funzioni. I risultati mostrano come l'impatto sulla salute dei bambini misurato in DALY (la somma degli anni di vita persi per mortalità prematura (Years of Life Lost -YLLs) e degli anni di vita vissuti in condizioni di salute non ottimale o di disabilità) conseguente all'esposizione dei bambini a $PM_{2.5}$ era di 7.5 min/anno, corrispondente a 14 μ DALY/anno, con una confidenza del 95% e un intervallo (CI): 0.3–164 min/anno, valore circa 10 volte inferiore agli impatti cumulativi dell'esposizione se si considerano i componenti metallici nella frazione $PM_{2.5}$ dell'aria indoor (mediana 76 min/anno; CI: 0.2–4.5 \times 103 min/anno). L'impatto maggiore sulla salute legato all'esposizione ai metalli è risultato causato dall'esposizione al cromo esavalente. Il rischio sia per lo sviluppo di cancro che per gli effetti non cancerosi per il cromo esavalente è risultato di 55 min/anno, corrispondenti a 104 μ DALY/anno, con IC: da 0.5 a 8.0 \times 104 min/anno. L'impatto sulla salute dei bambini è risultato variabile in base alla stagione e alla collocazione dell'asilo in siti urbani o rurali. Lo studio dimostra la necessità di prendere in considerazione la qualità dell'aria negli ambienti interni per valutare l'impatto sulla salute dei bambini e può aiutare a prendere decisioni importanti per ottenere la riduzione della presenza di tali sostanze e il miglioramento della qualità dell'aria indoor.

° Mainka, A., & Fantke, P. (2022). *Preschool children health impacts from indoor exposure to $PM_{2.5}$ and metals*. *Environment international*, 160, 107062

8. Gli effetti dell'inquinamento atmosferico da traffico nelle e intorno alle scuole sulla funzione esecutiva e sul rendimento scolastico nei bambini: una revisione

Questa recensione riassume la letteratura esistente che studia il

rapporto tra i livelli di inquinamento atmosferico legati al traffico dentro e intorno alle scuole e il funzionamento esecutivo nei bambini in età scolare. È stata condotta una ricerca elettronica utilizzando i database dei set di dati Web of Science, Scopus e Education Literature (febbraio 2020). Gli articoli così trovati sono stati valutati in termini qualitativi. Gli autori hanno incluso 9 studi (pubblicati in 13 articoli). I risultati suggeriscono che il particolato interno ed esterno con un diametro di 2.5 μ m o meno ($PM_{2.5}$) influenza negativamente la funzione esecutiva e il rendimento scolastico e che il biossido di azoto (NO_2) interno ed esterno influisce negativamente sulla memoria di lavoro. Le prove degli effetti del particolato con un diametro di 10 μ m o meno (PM_{10}) sono limitate, ma suggeriscono potenziali effetti negativi ad ampio raggio sull'attenzione, sul ragionamento e sui punteggi dei test accademici. L'inquinamento atmosferico dentro e intorno alle scuole influenza la funzione esecutiva e sembra ostacolare la traiettoria di sviluppo della memoria di lavoro. Sono necessarie ulteriori ricerche per stabilire l'entità di questi effetti, la loro riproducibilità, le conseguenze per gli effetti futuri ed il loro ruolo all'interno del più ampio contesto dello sviluppo cognitivo

° Gartland N, Aljofi HE, Dienes K, Munford LA, Theakston AL, van Tongeren M. *The Effects of Traffic Air Pollution in and around Schools on Executive Function and Academic Performance in Children: A Rapid Review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(2):749

Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche

1. Concentrazioni anticorpali contro tetano e difterite in bambini della Groenlandia vaccinati tra i 7 ed i 12 anni esposti a PFAS con la dieta

Nei paesi dell'Artico le popolazioni sono esposte a diverse sostanze chimiche ambientali attraverso la dieta ricca di pesce; l'obiettivo degli autori di questo studio è stato quello di esaminare l'associazione tra l'esposizione dei bambini della Groenlandia a contaminanti ambientali e la loro concentrazione di anticorpi vaccinali contro la difterite e il tetano dopo la vaccinazione come indice di competenza immunologica. Lo studio ha incluso dati di un totale di 338 bambini groenlandesi di età tra 7 e 12 anni, esaminati nel periodo 2012-2015. Per ogni bambino è stato determinato il titolo anticorpale contro difterite e tetano e la presenza di contaminanti ematici (PFAS, PCB e mercurio totale). Inoltre, per un sottogruppo i contaminanti ambientali sono stati determinati anche su campioni di sangue della gravidanza. L'associazione tra esposizione ambientale e probabilità di avere concentrazioni di anticorpi al di sotto del livello protettivo è stata valutata con modelli di regressione lineare e logistica. Ogni aumento di 1 ng/mL delle concentrazioni sieriche di acido perfluoroesano solfonico (PFHxS) e acido perfluorottano solfonico (PFOS) è stato associato a una diminuzione rispettivamente del 78% (IC 95%: 25–94%) e del 9% (IC 95%: 2–16%) nelle concentrazioni di anticorpi difterici (l'esposizione ai PCB e a tutti i PFAS risulta quindi associata a una probabilità notevolmente aumentata di avere concentrazioni di anticorpi difterici al di sotto del livello protettivo). Inoltre per ogni aumento di 1 ng/mL delle concentrazioni sieriche di PFHxS, PFOS, acido perfluorononanoico (PFNA) e acido per-

fluorodecanoico (PFDA), le probabilità di non avere livelli protettivi di anticorpi contro la difterite erano aumentate 6,44 volte (IC 95%: 1.51–27.36), 1.14 volte (IC 95%: 1.04–1.26), 1.96 volte (IC 95%: 1.07–3.60) e 5.08 volte (IC 95%: 1.32–19.51), rispettivamente. Non sono state osservate invece associazioni coerenti tra contaminazione materna e la concentrazione di anticorpi vaccinali. Gli Autori concludono come una maggiore esposizione alle sostanze chimiche ambientali nella popolazione artica (esposta tramite il consumo di pesce) sia associata a una diminuzione della concentrazione di anticorpi post vaccinazione e quindi determini una maggiore probabilità di non essere protetti contro la difterite nella popolazione adeguatamente vaccinata. La prevenzione dell'esposizione ai contaminanti nelle popolazioni Arctiche dovrebbe quindi basarsi su avvisi riguardanti i rischi della dieta, ma diventano prioritari sforzi internazionali per ridurre l'uso e la diffusione di contaminanti chimici immuno-tossici per fornire un vantaggio sulla protezione immunologica post vaccinale sul lungo termine.

° Timmermann C.A.G et al. Concentrations of tetanus and diphtheria antibodies in vaccinated Greenlandic children aged 7–12 years exposed to marine pollutants, a cross sectional study, *Environmental Research*, Volume 203, 2022, 111712, ISSN 0013-9351

2. ► Esposizione dei bambini a nano e microplastiche. Cosa sappiamo. (vedi approfondimento)

Gli effetti sulla salute dell'esposizione a nano e microplastiche (NMP) (nanoplastiche: da 1 a < 1000nm; microplastiche: da 1 a < 1000 µm) rimangono in gran parte non indagati o sconosciuti. Ad oggi, solo una manciata di studi hanno misurato queste esposizioni su scala umana, arrivando a risultati estremamente diversi. Le stime più recenti variano da poche centinaia a centinaia di migliaia di particelle/die, dimostrando come su questo aspetto fondamentale mancano ad oggi informazioni sicure. Per valutare lo stato delle conoscenze gli autori di questo articolo hanno effettuato ad Aprile 2021 una ricerca bibliografica su Web of Science e Scopus. Tra i risultati più importanti segnaliamo che le microplastiche sono state scoperte nella placenta umana, nel meconio e nelle feci infantili, ma le fonti di queste plastiche risultano difficili da rintracciare. I contaminanti chimici possono essere trasferiti da madre a figlio anche attraverso l'allattamento al seno ma il grado in cui le NMP possono essere trasferite mediante allattamento non è noto. Anche gli impatti sulla salute delle particelle di plastica rimangono poco compresi e complicati dal fatto che le particelle di plastica possono fungere da vettori per un gruppo diversificato di sostanze chimiche altrettanto nocive. Gli autori dello studio concludono in base a quanto già noto che sarebbe fondamentale l'utilizzo del principio di precauzione per guidare l'approccio dei responsabili politici alle NMP e alla salute dei bambini. Le famiglie dovrebbero inoltre adottare misure precauzionali atte a ridurre il rischio quali la riduzione del contatto con la plastica degli alimenti per i bambini, la pulizia regolare a umido della casa e la scelta di prodotti per la cura personale e di materiali da costruzione più sicuri.

° SRIPADA, Kam, et al. A Children's Health Perspective on Nano-and Microplastics. *Environmental Health Perspectives*, 2022, 130.1: 015001

3. Pesticidi neonicotinoidi nel liquido cerebrospinale dei bambini

L'esposizione cronica ai pesticidi è stata correlata allo sviluppo di vari disturbi neurologici, tumori solidi del sistema cerebrale oppure leucemie, specialmente per le fasce di popolazione più vulnerabili ovvero donne in gravidanza e bambini. Per questo motivo nel 2017 i relatori delle Nazioni Unite hanno chiesto un nuovo trattato globale per regolamentare ed eliminare gradualmente l'uso di pesticidi pericolosi in agricoltura. Tra i pesticidi, sono particolarmente studiati i neonicotinoidi (NN), sostanze neurotossiche che si legano ai recettori nicotinici dell'acetilcolina (nAChRs). Essi sono la classe di insetticidi più utilizzata in tutto il mondo. Negli esseri umani i neonicotinoidi (NN) sono stati associati a basso peso alla nascita, malformazioni congenite, disturbo dello spettro autistico, perdita di memoria e tremori. Da studi tossicologici sappiamo che i neonicotinoidi (NN) hanno un effetto citotossico, genotossico, epatotossico, ematotossico, nefrotossico e potenzialmente immunotossico. L'obiettivo di questo studio è stato valutare se i NN erano presenti nel liquido cerebrospinale dei bambini, rappresentando in questo modo un potenziale pericolo per il sistema nervoso centrale, e secondariamente sviluppare un protocollo analitico per misurare la NN nel liquido cerebrospinale infantile. I NN sono stati analizzati in campioni di liquido cerebrospinale, sangue e urina di 14 bambini con età media 8 anni trattati per leucemie e linfomi e punture lombari terapeutiche con metodo cromatografico e spettrometrico. Tutti i campioni di liquido cerebrospinale e plasma sono risultati positivi per almeno un NN. Nove campioni di liquido cerebrospinale e 13 di plasma contenevano più di un NN. Tutti i campioni di urine tranne uno sono risultati positivi per almeno un NN. È stata trovata una relazione lineare statisticamente significativa tra concentrazioni di NN in plasma e urina e concentrazioni di N-desmetil-acetamiprid nel liquido cerebrospinale. I dati dello studio suggeriscono che la contaminazione da più NN non rappresenta un pericolo solo per l'ambiente o la fauna, ma potenzialmente anche per i bambini.

° LAUBSCHER, Bernard, et al. Multiple neonicotinoids in children's cerebro-spinal fluid, plasma, and urine. *Environmental Health*, 2022, 21.1: 1-9

4. Esposizione infantile ai perclorati e ai clorati presenti nel latte materno, latte di formula, alimenti per l'infanzia

I perclorati e i clorati sono inquinanti onnipresenti in vari tipi di alimenti, acqua potabile e comparti ambientali. La loro ubiquità ha sollevato grandi preoccupazioni a causa dei loro potenziali effetti negativi sulla funzionalità della tiroide umana. L'assunzione di clorati e perclorati con la dieta è considerata la via predominante per l'esposizione umana, tuttavia, i dati sull'esposizione umana a queste sostanze chimiche in letteratura rimangono limitati, in particolare se consideriamo una popolazione vulnerabile come i bambini. Gli autori in questo studio prendono in considerazione 62 campioni di latte materno, 53 campioni di formula per lattanti, 88 campioni di cibo supplementare per l'infanzia e 50 campioni di acqua di rubinetto raccolti nel sud della Cina misurando i livelli di perclorati e clorati. Gli inquinanti in oggetto sono stati rilevati in oltre il 90% dei campioni valutati. Le concentrazioni mediane di perclorato sono risultate rispettivamente di 0.65 µg/L, 0.61 µg/kg, 0.56 µg/kg e 1.18 µg/L, mentre

le concentrazioni mediane di clorato erano 1.73 µg/L, 2.48 µg/kg, 2.67 µg/kg mentre non era rilevabile nei campioni di acqua. Una valutazione del rischio per la salute riguardo all'esposizione al perclorato e al clorato negli alimenti per l'infanzia campionati nello studio non sembrerebbe aumentare il rischio di effetti negativi sulla salute (tenendo sempre in considerazione che le soglie di rischio sono stimate su adulti). A conoscenza degli autori, questo è il primo studio che indaga simultaneamente l'esposizione al perclorato e clorato in bambini cinesi attraverso l'assunzione di cibo e, anche se i livelli riscontrati sono risultati inferiori alle soglie di tossicità, la presenza di questi inquinanti potenzialmente tireotossici nel latte materno e negli alimenti per lattanti (nonché nell'acqua per quanto riguarda i perclorati) non può che essere uno spunto di riflessione e uno stimolo per ulteriori studi.

° Li, M, et al (2022). *Perchlorate and chlorate in breast milk, infant formulas, baby supplementary food and the implications for infant exposure*. *Environment international*, 158, 106939

5. ► Esposizione agli ftalati e rischio di sovrappeso e obesità: uno studio caso controllo in Cina

In campo internazionale si assiste a un crescente interesse per lo studio di interferenti endocrini che potrebbero avere un ruolo nell'epidemia di obesità a cui assistiamo, ma esistono pochi studi sull'associazione fra l'esposizione agli ftalati (PAE) con lo sviluppo di sovrappeso e l'obesità infantile. Gli autori hanno quindi condotto uno studio caso-controllo utilizzando una coorte prospettica di 2.298 bambini cinesi (nella città di Xiamen) di età compresa tra 7 e 13 anni da ottobre 2017 a ottobre 2020. Dopo la prima valutazione 829 bambini sono stati seguiti al follow up (5 visite totali) e di questi è stata raccolta l'urina per la misurazione di sette metaboliti PAEs (MMP, MEP, MBP, MiBP, MEH, MEOHP e MEHHP). I bambini sono stati assegnati al gruppo dei casi (sovrappeso e obesità) o al gruppo dei controlli (peso normale), utilizzando le curve di crescita dell'OMS. I tassi di rilevamento dei bambini per ciascun metabolita PAEs sono risultati del 99.4% per MMP, del 99.4% per MEP, del 99.8% per MBP, del 54.5% per MEHP, dell'84.4% per MEOHP, del 99.9% per MEHHP e del 97.2% per MiBP. La media geometrica delle concentrazioni di PAE, MMP, MEP, MBP, MEHP, MEHHP e MiBP è risultata rispettivamente di 310.085, 34.658, 9.127, 166.347, 7.043, 3.400, 18.571 e 24.093 (ng/ml). La concentrazione totale di PAE totali e quella singola dei sette metaboliti è risultata positivamente associata ai punteggi BMI-z score, ed è risultata più elevata nel gruppo dei casi rispetto a quello dei due gruppi di controllo in ciascuna visita di follow-up. La forza delle associazioni tra esposizione a PAE e sovrappeso e obesità è inoltre risultata specifica per il sesso: il rischio di sovrappeso e obesità è risultato associato all'esposizione a PAE con una relazione dose-risposta, in particolare nelle ragazze. Data l'epidemia di obesità in corso in bambini e adolescenti in Cina (e non solo), i risultati di questo studio forniscono nuove ulteriori prove per esplorare questa opzione come ulteriore meccanismo potenziale per lo sviluppo dell'obesità. Diventa quindi importante rafforzare il messaggio sulla necessità di limitare l'esposizione dei prodotti contenenti PAE tra la popolazione infantile

° Dong, Y, et al. (2022). *Effect of childhood phthalates exposure on the risk of overweight and obesity: A nested case-control study in China*. *Environment international*, 158, 106886

Rumore

1. Rumore da mezzi di trasporto e sonno nel primo anno di vita. Uno studio longitudinale

Durante l'infanzia un sonno adeguato è fondamentale per lo sviluppo fisico e neuro cognitivo. È noto come, sia negli adulti che nei bambini, l'esposizione notturna al rumore sia associata a disturbi del sonno. Tuttavia, non è nota la misura in cui il sonno dei bambini sia influenzato e da cosa. Gli autori di questo lavoro hanno indagato la relazione tra rumore notturno legato ai mezzi di trasporto e comportamento abituale del sonno durante il primo anno di vita. È stata valutata in 144 neonati sani (63 femmine), l'esposizione a rumore notturno a cui erano esposti (ad es. strada, ferrovia ed aereo) modellato sui singoli luoghi di residenza dei bambini. Usando l'actimetria (la misurazione tramite un accelerometro applicato alla caviglia dei movimenti del corpo), gli autori hanno monitorato il pattern di movimento notturno dei bambini per 11 giorni a 3, 6 e 12 mesi di età e ne hanno derivato le caratteristiche di durata, attività e variabilità del sonno notturno, associandole poi all'esposizione ai rumori. I risultati dello studio hanno mostrato come il sonno nei bambini durante il primo anno di vita sia relativamente robusto rispetto al disturbo esterno dovuto al rumore notturno dei mezzi di trasporto. Tuttavia, in particolare nei bambini figli unici, un aumento del rumore notturno da mezzi di trasporto sembrerebbe ridurre la durata del sonno. Ciò suggerisce che un ambiente abitualmente rumoroso può modulare la suscettibilità individuale agli effetti negativi del rumore sul sonno e che l'inquinamento acustico è una possibile variabile in grado di influenzare la modalità di sonno dei bambini.

° Christine Blume et al. *Association of transportation noise with sleep during the first year of life: A longitudinal study*, *Environmental Research*, Volume 203, 2022, 111776, ISSN 0013-9351

Ambienti naturali

1. Frequentazione di spazi verdi nella prima infanzia e sviluppo cognitivo

L'associazione tra la frequentazione di spazi verdi nella prima infanzia e lo sviluppo cognitivo del bambino è studiata in letteratura, ma non ancora ben compresa. Gli autori di questo studio hanno esaminato la possibile associazione fra esposizione al verde nella prima infanzia e sviluppo cognitivo utilizzando i dati del Progetto Viva (n = 857) dal 1999 al 2010. Il Progetto "VIVA" è una coorte prenatale che ha arruolato donne in gravidanza nel periodo 1999-2002 presso l'Atrius Harvard Vanguard Medical Associates nel Massachusetts orientale e poi valutato il neurosviluppo dopo la nascita a circa 3 e 8 anni. È stato stimato il verde residenziale alla nascita e poi circa a 3 e 8 anni utilizzando immagini satellitari con risoluzione di 30 m. Per valutare lo sviluppo cognitivo sono stati somministrati questionari standardizzati sull'intelligenza verbale e non verbale, sulle capacità visivo-motorie e sulla memoria visiva. L'analisi di possibili associazioni fra presenza di verde residenziale nella prima infanzia e sviluppo cognitivo intorno agli 8 anni di vita sono state adattate per età, sesso, razza, reddito, quartiere, stato socioeconomico,

intelligenza materna e livello di istruzione dei genitori. Dai risultati sono emerse relazioni non lineari fra l'esposizione al verde residenziale nella prima infanzia e lo sviluppo cognitivo a 8 anni, con risultati variabili. I risultati sembrerebbero suggerire come l'esposizione al verde nella prima infanzia sia associata a una migliore memoria visiva a 8 anni, dato invariato anche dopo l'aggiustamento per i fattori confondenti sopra citati. In questo studio non si è rilevata nessun'altra associazione tra esposizione al verde residenziale e sviluppo cognitivo.

° JIMENEZ, Marcia P., et al. Early-Life Exposure to Green Space and Mid-Childhood Cognition in the Project Viva Cohort, Massachusetts. *American Journal of Epidemiology*, 2022, 191.1: 115-125

Psicologia ambientale

1. ► Quando e come gli atteggiamenti favorevoli all'ambiente si trasformano in comportamenti: il ruolo dei costi, dei benefici e dell'autocontrollo

Una parte significativa delle emissioni che contribuiscono all'innalzamento della CO₂ è legata a scelte energetiche individuali, che quindi richiedono dei cambiamenti rapidi e drastici dello stile di vita delle persone. Nonostante ciò la ricerca ambientale non ha dedicato molta attenzione alla complessità che sta alla base del processo decisionale pro ambiente del singolo individuo. Infatti anche se vi è un forte consenso circa il ruolo dell'uomo nell'aver determinato il cambiamento climatico, molte persone non riescono a mettere in pratica ciò che dicono in termini di azioni pro ambiente e la domanda di come superare questo divario rimane ancora senza risposta. Al fine di colmare questa lacuna gli autori di questa ricerca hanno fornito ulteriori elementi conoscitivi sui fattori motivazionali e strutturali alla base dei comportamenti pro ambiente. In primo luogo gli autori si sono affidati ad un nuovo compito che consentiva di quantificare e sperimentare le conseguenze sia a livello ambientale che a livello finanziario, consentendo di riprodurre in una situazione controllata il divario tra l'atteggiamento e l'azione pro ambiente e di dimostrare che il divario è sensibile a fattori legati a singole situazioni. Da un lato gli autori hanno avuto l'obiettivo di verificare la ben nota ipotesi del basso costo (ovvero le persone sono ben contente di mantenere comportamenti pro ambiente quando questi hanno bassi costi per loro), dall'altro hanno cercato di capire se le persone erano disposte ad assumere atteggiamenti pro ambiente quando si rendevano conto dell'elevato beneficio ambientale associato a tale comportamento. Ed infine il loro obiettivo era comprendere e dimostrare che le persone con alti livelli di auto controllo si comportavano coerentemente con gli atteggiamenti pro ambiente rispetto alle persone con basso livello di auto controllo. Lo studio condotto con un numero di partecipanti pari a 1.536, a cui sono stati proposti diversi compiti decisionali che avevano conseguenze sull'ambiente, ha evidenziato che gli atteggiamenti pro ambiente sono predittivi dei comportamenti pro-ambiente quando i costi sono bassi o i benefici per l'ambiente sono elevati. Ha inoltre dimostrato che l'autocontrollo aiuta le persone ad agire mantenendo una coerente azione e suggerendo così che l'autocontrollo è un elemento cruciale per proteggere gli obiettivi pro ambiente di lungo termine; infine gli autori suggeriscono che nelle strategie di mitigazione si tenga in considerazione la

complessità motivazionale e strutturale associata alle decisioni pro ambiente.

° Annika M. Wyss et al. When and how pro-environmental attitudes turn into behavior: The role of costs, benefits, and self-control, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 79, 2022, 101748, ISSN 0272-4944

2. Si possono rompere le abitudini con nuovi comportamenti? Fare il bucato con sapone biodegradabile

Questo studio ha cercato di valutare se l'impegno in un comportamento nuovo e insolito, come fare il bucato con noci di sapone biodegradabili, possa interrompere l'abitudine ecologicamente dannosa di usare l'ammorbidente. Lo studio è stato condotto con un lungo esperimento sul campo in cui assistenti ricercatori hanno effettuato visite domiciliari a 183 soggetti inclusi nello studio in quattro occasioni (t0-t3). Secondo il disegno dello studio sono stati effettuati due tipi di intervento: un intervento contestuale (ricevere noci di sapone o meno) e un messaggio persuasivo (utilizzando due tipi diversi di strategie: strategia alfa, volta a persuadere le persone verso un obiettivo concentrandosi sulla sua attrattiva, ad esempio il fatto che le noci siano ecologiche, oppure strategia omega, che mira ad eliminare o ridurre nelle persone la riluttanza al cambiamento con frasi del tipo "non ci crederai, ma..."). I partecipanti sono stati suddivisi in 5 gruppi: con noci e messaggio persuasivo alfa, con noci e messaggio persuasivo omega, senza noci e messaggio persuasivo alfa, senza noci e messaggio persuasivo omega e controlli. I risultati hanno mostrato come le tecniche di persuasione da sole non fossero sufficienti a indurre le persone a usare le noci di sapone. Ricevere noci di sapone insieme a messaggi alfa si sono dimostrati i metodi più efficaci per incoraggiare la riduzione nell'utilizzo dell'ammorbidente, effetto che si è prolungato per almeno due mesi. Gli autori concludono come il coinvolgimento in comportamenti nuovi e insoliti possa aiutare a interrompere vecchi schemi comportamentali talora dannosi.

° Katarzyna Byrka et al. Doing laundry with biodegradable soap nuts: Can rare and novel behaviors break bad habitual patterns? *Journal of Environmental Psychology*, Volume 79, 2022, 101730, ISSN 0272-4944

3. Gratitudine verso la natura: teoria della sua concettualizzazione, metodologia ed effetti sul comportamento pro-ambiente

La gratitudine verso la natura per i suoi generosi benefici per l'uomo è un tema comune nelle storie personali e nei rituali culturali, ma questa esperienza emotiva è stata raramente studiata e compresa scientificamente in ambito psicologico. L'autore di questo lavoro cerca di colmare questa lacuna presentando una "teoria della gratitudine alla natura". L'autore parte dalla revisione di quattro studi correlazionali (metodologia di ricerca che in psicologia è volta a indagare la misura in cui due determinati eventi o categorie di eventi sono in relazione tra loro) e di due studi sperimentali che in un certo qual modo supportano la sua teoria e cerca di dimostrare scientificamente come la gratitudine nei confronti della natura possa essere concettualizzata come una forma di gratitudine innescata dai benefici che la natura stessa offre all'uomo. Questo sarebbe supportato da tre ragioni. Innanzitutto, in tutti i lavori esaminati i resoconti aneddotici si ri-

feriscono ad una esperienza che coinvolge l'attribuzione di alcuni benefici alla natura. In secondo luogo, la gratitudine innescata dal beneficio tipicamente motiva la sua esistenza attraverso la reciprocità verso il benefattore, mentre la gratitudine generalizzata no. Terzo, la gratitudine si innesca tipicamente in situazioni che coinvolgono benefici ricevuti, ad esempio, da un'altra persona. Negli studi in cui si è tentata una manipolazione sperimentale della gratitudine nei confronti della natura questa ha avuto qualche effetto comportamentale, ma non robusto. La teoria di Kim-Pong Tam offre quindi nuove intuizioni sulla comprensione delle relazioni degli esseri umani con la natura e possibili risposte alle problematiche ambientali. Sottolineando come l'uomo sia grato alla natura e quindi propenso a rispettarla quando ne comprende i benefici e quali possano essere le potenziali direzioni per l'educazione e la comunicazione in ambito ambientale.

° Kim-Pong Tam. *Gratitude to nature: Presenting a theory of its conceptualization, measurement, and effects on pro-environmental behavior.* *Journal of Environmental Psychology*, Volume 79, 2022, 101754, ISSN 0272-4944

4. ► **Conoscenza, potenziale percepito e fiducia quali determinanti dei comportamenti a basso ed alto impatto ambientale**

Per ridurre l'effetto serra sono necessari cambiamenti nei modelli di consumo delle famiglie verso vie alternative con basse emissioni di carbonio. Una più accurata percezione della potenzialità di mitigazione che i diversi comportamenti possono avere potrebbe aiutare i consumatori a ridurre le emissioni. In questa ricerca gli autori hanno esaminato come i partecipanti valutino correttamente il potenziale di mitigazione dei diversi comportamenti e lo hanno fatto su un campione di 547 partecipanti svizzeri (52% di sesso femminile, età media 46 anni, livello di istruzione universitario 23% del campione, 21% con formazione professionale superiore, 45% diplomati, 5% con formazione superiore completa ed il 2% con scuola dell'obbligo). Hanno così evidenziato che il potenziale di mitigazione di certi comportamenti quali il passaggio ad una dieta più sostenibile è sottostimato, mentre è sopravvalutato il potenziale di mitigazione di altri comportamenti quale l'installazione di lampadine più efficienti. I partecipanti hanno correttamente giudicato che ridurre l'uso dell'auto o evitare voli transatlantici ha un forte aspetto sul potenziale di mitigazione. Dalla differenziazione tra i comportamenti ad alto e basso impatto gli autori hanno trovato che più alti livelli di conoscenza oggettiva prevedevano l'intenzione di impegnarsi in comportamenti di mitigazione ad alto impatto rispetto a comportamenti associati ad un basso impatto ambientale, questo significa che è importante educare le persone sul potenziale di riduzione delle emissioni legate ai comportamenti ad alto impatto ambientale. Hanno riscontrato differenze di genere con le donne maggiormente inclini alla riduzione del consumo di carne rispetto agli uomini e anche differenze tra persone con orientamento politico di sinistra, che mostravano una maggiore conoscenza oggettiva dell'impatto potenziale di mitigazione dei comportamenti rispetto a persone con orientamento politico di destra, soprattutto per i comportamenti ad alto impatto. Inoltre più alto era il potenziale di mitigazione percepito, più alti i livelli di fiducia negli scienziati del clima ed una minore percezione dello sforzo prevedevano la volontà di impegnarsi sia in comportamenti ad alto che a basso impatto ambientale. Gli autori suggeriscono che gli scienziati, vista la fiducia riposta in loro, dovrebbero concentrarsi in termini

di comunicazione al pubblico sui comportamenti il cui potenziale di mitigazione è sottovalutato quali ad esempio il passaggio ad una dieta più sostenibile per l'ambiente. Infine gli autori hanno rilevato che i partecipanti con una forte fiducia nelle azioni del governo erano meno disposti ad assumere comportamenti a basso impatto ambientale, una possibile spiegazione è stata che riponendo fiducia nelle azioni governative ritenevano le proprie ridondanti; questo però non si è evidenziato nei comportamenti con alto impatto ambientale. Questo dato è in contrasto con studi precedenti e per questo motivo gli autori suggeriscono di esplorare meglio nelle ricerche future quali siano le circostanze in cui la fiducia nelle istituzioni politiche diminuisce o accresce la volontà di adottare comportamenti a favore dell'ambiente. Il limite di questo studio è che ha valutato la propensione ad adottare quel dato comportamento a favore dell'ambiente e non il reale comportamento, gli studi futuri dovrebbero concentrarsi sulla valutazione dei comportamenti reali.

° Viktoria Cologna et al. *Knowledge, perceived potential and trust as determinants of low- and high-impact pro-environmental behaviours.* *Journal of Environmental Psychology*, Volume 79, 2022, 101741, ISSN 0272-4944

Miscellanea

1. ► **Esposizioni ambientali e cardiopatie congenite (vedi approfondimento)**

La cardiopatia congenita (Congenital Heart Disease, CHD) è l'anomalia congenita più comune al mondo, colpisce da 8 a 12 bambini ogni 1.000 nascite a livello globale e causa oltre il 40% dei decessi prenatali. Le sue cause rimangono principalmente sconosciute, solo il 15% dei casi di CHD hanno una determinata causa genetica, e si ipotizza che il 30% dei casi siano associati a fattori ambientali, (alta temperatura, radiazioni, rumori forti, farmaci e fattori biologici, come virus, batteri e parassiti). È stato dimostrato che i fattori ambientali presenti nell'utero dalla seconda alla terza settimana dopo la fecondazione possono influire sullo sviluppo fetale, portando ad anomalie cardiache. Questo studio presenta un aggiornamento delle conoscenze esplorando la complessa relazione tra genetica ed esposizioni ambientali, fondamentale per comprendere la natura multifattoriale dello sviluppo della cardiopatia congenita. Gli autori esaminano in modo ampio e qualitativo l'attuale letteratura sulle esposizioni prenatali materne e paterne e la loro associazione con la CHD. Propongono di utilizzare l'esposoma, come complemento ambientale del genoma, per rivedere tutte le esposizioni ambientali prenatali interne ed esterne e identificare il potenziamento o l'alleviamento della sinergia tra le esposizioni.

° Boyd, R., McMullen, H., Beqaj, H., & Kalfa, D. (2022). *Environmental Exposures and Congenital Heart Disease.* *Pediatrics*, 149(1), e2021052151

2. **Uscire dalla crisi: come la ricerca socio ecologica, ambientale e evolutiva sia necessaria per evitare il rischio di future pandemie**

L'implementazione degli approcci One-Health (1) / Eco-Health (2) / Planetary-Health (3) è stata da più parti identificata come

chiave per affrontare le forti interconnessioni tra rischio di pandemie, cambiamenti climatici e perdita di biodiversità e per sviluppare e implementare soluzioni a queste crisi interconnesse. In risposta ai molteplici appelli degli scienziati su questo argomento, gli autori si sono posti sette quesiti e riflessioni riguardanti COVID-19 e malattie infettive emergenti (EID), basandosi su una possibile efficace integrazione di ambiente, ecologia, evoluzione e scienze sociali per anticipare e mitigare meglio le EID. Le esigenze di ricerca proposte riguardano l'ecologia sociale delle infezioni considerando gli agenti patogeni, la loro evoluzione, i determinanti della suscettibilità dell'uomo e degli animali alle infezioni e i fattori umani ed ecologici che accelerano l'emergenza di malattie infettive. I temi affrontati sono stati 1) L'ecologia sociale della SARS-CoV-2 e degli altri agenti patogeni; 2) L'evoluzione e la diffusione di SARS-CoV-2; 3) I determinanti della tolleranza/resistenza e diffusione di SARS-CoV-2 nell'uomo e nelle popolazioni animali; 4) I fattori umani ed ecologici che possono accelerare l'insorgenza di malattie infettive; 5) Le possibili soluzioni all'insorgenza di pandemie e gli approcci alle crisi interconnesse basati sulla natura; 6) Le questioni etiche e filosofiche relative al rapporto tra uomo e natura e le possibili evoluzioni legate al cambiamento; 7) I meccanismi per l'attuazione di profondi cambiamenti per salvaguardare l'ambiente e la salute umana e per ridurre i rischi futuri di EID. In conclusione, per garantire lo sviluppo di ricerche multidisciplinari, interdisciplinari, intersettoriali in modo da rispondere a domande emergenti in relazione al rischio di pandemia correlato al cambiamento ambientale, gli autori propongono la creazione di una rete scientifica e strategica internazionale di scienziati e portatori di interessi volta a collaborare e lavorare per la prevenzione, la preparazione e la risposta al potenziale EID. Gli sforzi di ricerca dovranno poi essere tradotti in soluzioni congiunte per proteggere e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità e salvaguardare la salute umana, anche da potenziali EID. Per raggiungere questi ambiziosi obiettivi a lungo termine, l'istituzione di una rete scientifica e strategica internazionale per la prevenzione, preparazione e risposta agli EID potrebbe aprire la strada a promuovere la necessaria collaborazione trans disciplinare e intersettoriale. Questo lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto della Comunità Europea HERA (www.HERRResearchEU.eu), che mira a definire le priorità per un'agenda di ricerca su ambiente, clima e salute in l'Unione Europea adottando un approccio sistemico di fronte al cambiamento ambientale globale.

1. Studio della connessione fra salute umana e salute animale, in genere dei vertebrati
2. Studio in generale dei fenomeni connessi alla biodiversità considerando anche invertebrati, batteri e virus
3. Approccio antropocentrico, che si concentra sullo studio delle minacce alla salute e al benessere del genere umano e sulla sostenibilità dell'intera civiltà umana.

° Destoumieux-Garzón, et al (2022). *Getting out of crises: Environmental, social-ecological and evolutionary research is needed to avoid future risks of pandemics*. *Environment international*, 158, 106915

3. ► Valutazione degli effetti / eventi avversi legati al consumo di alimenti geneticamente modificati: una revisione sistematica di studi sugli animali e sull'uomo

Gli Autori hanno condotto una revisione sistematica degli studi

sugli effetti/eventi avversi correlati al consumo di alimenti geneticamente modificati nell'ottica della sicurezza alimentare e per eventuali ricerche future. Hanno visionato 7 banche date elettroniche dal 1° gennaio 1983 al 11 luglio 2020 ricercando studi in vivo su animali e uomo in termini di incidenza di effetti/eventi avversi e consumo di alimenti geneticamente modificati (GM). Due autori indipendentemente hanno identificato gli studi ammissibili, la qualità degli stessi, il tema dello studio, le caratteristiche della popolazione coinvolta nello studio, il tipo di esposizione, i risultati ed i dettagli degli eventi/effetti avversi. Gli autori hanno usato il test del Chi-quadro per comparare i tassi di segnalazione di eventi avversi in articoli finanziati dai produttori di alimenti GM o dal settore governativo o non finanziati. I criteri di inclusione sono stati soddisfatti per uno studio cross over nell'uomo e 203 studi sugli animali provenienti da 179 articoli. La qualità dello studio è stata definita con un alto rischio di bias. Nello studio sull'uomo sono state osservate malattie lievi (infezioni vie respiratorie, urinarie, cefalea, epistassi). In 16 studi sugli animali sono riportati il 59.46% degli eventi avversi gravi. Non sono state riscontrate differenze significative dal punto di vista statistico negli articoli finanziati dall'industria del settore GM rispetto al settore governativo o agli articoli che non erano stati finanziati. Gli autori hanno identificato 21 eventi avversi gravi negli studi sugli animali, che potrebbero essere correlati al cibo GM di cui 7 coinvolgevano mais, soia e riso, tutti regolarmente registrati e approvati in quelle regioni/stati. Gli eventi avversi segnalati negli studi sugli animali con possibile rapporto con alimenti GM erano correlati ad un aumento della mortalità, del cancro, dell'infertilità o ad un rallentamento delle reazioni di risposta ed ad anomalie d'organo, gli autori sottolineano la necessità di studi di coorte sul lungo termine per poter comprendere meglio questo tipo di eventi e la loro correlazione con il cibo GM, oltre che studi su popolazione umana e suggeriscono di apporre sulle confezioni di cibo l'etichetta che l'alimento è GM in modo che il consumatore possa scegliere.

° Shen, C. et al. *Evaluation of adverse effects/events of genetically modified food consumption: a systematic review of animal and human studies*. *Environ Sci Eur*34,8 (2022)

Approfondimenti

Esposizione dei bambini a nano e microplastiche. Cosa sappiamo

a cura di *Giacomo Toffol*

Gli esseri umani sono costantemente esposti alle nano e microplastiche (NMP), che derivano dalla degradazione nell'ambiente di tutti i prodotti plastici, durante la loro produzione, l'uso e lo smaltimento. Recentemente, le microplastiche sono state scoperte nella placenta umana, nel meconio e nelle feci infantili. Eppure gli impatti dell'esposizione alle particelle di plastica durante i periodi di maggior vulnerabilità come la gravidanza e l'infanzia sono quasi del tutto sconosciuti. Ad oggi, solo una manciata di studi hanno misurato queste esposizioni su scala umana, arrivando a risultati estremamente diversi. Le stime più recenti variano da poche centinaia a centinaia di migliaia di particelle/die, dimostrando come su questo aspetto fondamentale manca-

no ad oggi informazioni sicure. Poco si sa anche dei potenziali effetti delle NMP sulla salute umana. Nel 2019, una revisione sistematica da parte dell'Autorità norvegese per la sicurezza alimentare ha rilevato solo tre studi rilevanti per la salute umana e ha concluso che era impossibile valutare i rischi per la salute delle NMP. Ciò rispecchia le precedenti valutazioni dell'Autorità europea per la sicurezza alimentare e dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura. La gravidanza e l'infanzia sono importanti finestre di vulnerabilità alle sostanze tossiche ambientali. Le esposizioni precoci a sostanze chimiche pericolose, anche in piccole quantità, possono avere un impatto sulla salute umana per l'intera durata della vita. Tuttavia, pochissime ricerche sulle NMP hanno analizzato le esposizioni precoci. Per valutare lo stato delle conoscenze gli autori di questo articolo hanno effettuato ad Aprile 2021 una ricerca bibliografica su Web of Science e Scopus (criteri di inclusione: studi primari su esseri umani o altri mammiferi, nonché articoli di revisione e meta-analisi che includevano NMP in termini di tossicità, pericolo o esposizione). La ricerca ha portato ad identificare ed analizzare 44 articoli, di cui 37 erano articoli di ricerca primari. Gli studi inclusi sono stati pubblicati tra il 1991 e il 2021, con oltre la metà pubblicati nel 2019 o successivamente. Negli articoli di ricerca, l'argomento più comune era l'esposizione a microplastiche, prevalentemente quantificate nell'aria o nei frutti di mare. Solo uno studio si è concentrato su una fonte di esposizione specifica per il bambino, i biberon di plastica. Tutte le altre stime dell'esposizione per i bambini si basavano su ipotesi generiche, quali ad esempio il consumo di alcuni cibi.

Vie di esposizione

Le materie plastiche sono inevitabili per bambini, neonati e donne incinte in tutto il mondo. La presenza di microplastiche è stata prevalentemente studiata nell'aria, negli alimenti e nelle bevande ma le esposizioni precoci attraverso la placenta e il latte materno non sono ancora state studiate in modo dettagliato. Le microplastiche sono state scoperte nella placenta umana, nel meconio e nelle feci infantili, ma le fonti di queste plastiche risultano difficili da rintracciare. Le microplastiche sono state rilevate in una ampia varietà di alimenti come il pesce, i frutti di mare, il sale, così come nei materiali a contatto con gli alimenti, nell'acqua potabile, nell'aria interna e in quella ambiente. L'assorbimento di NMP da queste fonti in utero e nell'infanzia deve ancora essere studiato. I più piccoli tra i prodotti di degradazione della plastica (<100 µm), possono essere inalati, ma solo quelli con dimensione inferiore a 10 micron possono raggiungere gli alveoli, e la presenza di fibre sintetiche e NMP così piccole negli ambienti non è stata ancora studiata. Le sostanze tossiche a cui una madre è esposta possono passare al feto per via transplacentare durante la gravidanza. Una recente ricerca ha evidenziato la presenza di particelle di microplastica di dimensioni comprese tra 5 e 10 micron nella placenta umana, sia sul lato fetale che materno, nonché sulle membrane corioamniotiche. Tuttavia, la via del trasferimento di NMP nel corpo, nel flusso sanguigno e quindi nella placenta è ancora sconosciuta. I contaminanti chimici possono essere trasferiti da madre a figlio anche attraverso l'allattamento al seno ma il grado in cui le NMP possono essere trasferite mediante allattamento non è noto. Un'ulteriore via di esposizione è l'ingestione. Un bambino può ingerire la polvere contenente NMP nel suo ambiente domestico, come anche da giocattoli e tessuti di plastica che possono essere leccati e ma-

sticati. Anche gli imballaggi in plastica di alimenti per bambini e biberon devono essere considerati potenziali fonti di NMP. Quando agitati con acqua tiepida, i biberon di plastica rilasciano fino a 16 milioni di particelle di microplastiche per litro e la sterilizzazione e l'uso di acqua ad alta temperatura ne aumentano ulteriormente il rilascio. Infine, sebbene la ricerca abbia suggerito una bassa probabilità di esposizione cutanea alle NMP date le proprietà superficiali delle particelle di plastica e le eccellenti proprietà di barriera della pelle adulta non è noto quanto possa essere vulnerabile la pelle dei bambini

Tossicologia

Anche gli impatti sulla salute delle particelle di plastica rimangono poco compresi. Esistono solo pochi studi che hanno utilizzato modelli animali. Un piccolo numero di studi sugli animali ha messo in evidenza effetti tossicologici delle NMP sul metabolismo, l'equilibrio immunitario materno-fetale e il microbioma, nonché un'induzione dello stress ossidativo e dell'infiammazione. A rendere ancora più difficili questi studi c'è anche il fatto che le particelle di plastica possono servire come vettori di miscele di sostanze chimiche assorbite su di esse, che ne possono potenziare i possibili effetti nocivi. Gli autori di questa ricerca bibliografica hanno identificato solo uno studio epidemiologico sugli effetti sulla salute a seguito dell'esposizione a NMP nei bambini in un contesto molto particolare. È stato studiato in un ambiente scolastico uno smalto per pavimenti in copolimero acrilato-stirene che ha iniziato a polverizzare dopo che strati di smalto si sono staccati e trasformati in polvere. Gli adolescenti della scuola hanno riportato irritazione agli occhi e alle vie aeree inferiori. L'analisi chimica ha confermato la presenza di monomeri acrilati, che potrebbero essere trasportati su particelle di polvere respirabile del pavimento. Più abbondanti sono in letteratura i dati sulla salute dei lavoratori delle industrie delle materie plastiche. L'esposizione professionale a fibre di plastica e polvere ha causato ad esempio sintomi respiratori e compromissione della funzione polmonare. Le interazioni tra NMP e altre sostanze chimiche rendono impossibile valutare gli impatti sulla salute delle esposizioni alla plastica studiando solo le NMP. Le particelle di plastica possono fungere da vettori per un gruppo diversificato di sostanze chimiche sia utilizzate nella produzione di plastica come ftalati, bisfenoli e ritardanti di fiamma bromurati, sia come sostanze chimiche assorbite nella plastica dall'ambiente [idrocarburi policiclici aromatici (IPA), pesticidi organoclorurati e bifenili policlorurati (PCB)]. Le particelle di plastica possono anche contenere o accumulare metalli come cadmio, zinco, nichel e piombo, aggiunti come coloranti, biocidi o stabilizzanti. Complessivamente, ciò si traduce in un'esposizione a un cocktail di sostanze chimiche e particelle che rimane in gran parte non quantificato e non caratterizzato.

Le dimensioni del problema nei diversi contesti di vita

I NMP sono contaminanti di interesse emergente che non sono ancora soggetti a un'ampia valutazione del rischio o regolamentazione a livello internazionale. Si stima che il 79% di tutti i rifiuti di plastica prodotti si sia accumulato in discariche o disperso nell'ambiente naturale, mentre il 12% è stato incenerito e solo il 9% riciclato (Nazioni Unite 2021). Le politiche normative per le materie plastiche differiscono drasticamente da un paese all'altro e ciò introduce una grande variabilità nell'esposizione dei bambini. I bambini che vivono in comunità costiere nei paesi in via di

sviluppo sono ad esempio probabili destinatari dell'inquinamento NMP marino e atmosferico generato altrove. I rifiuti pericolosi, come le apparecchiature elettriche ed elettroniche scartate (rifiuti elettronici), esportati dai paesi ad alto reddito nei paesi in via di sviluppo per il riciclaggio o il trattamento dei rifiuti sono una grande fonte di NMP e una grave minaccia per la salute pubblica dei bambini di queste zone. Il consumo di alimenti altamente trasformati continua ad aumentare a livello globale, causando un aumento dell'esposizione dei bambini ai materiali di plastica utilizzati durante tutto il processo di produzione, comprese le attrezzature per la lavorazione degli alimenti, gli imballaggi alimentari e i contenitori monouso. Anche il mercato globale dei biberon si sta espandendo e le bottiglie di plastica dominano ancora questo mercato e sono una fonte nota di NMP.

Le azioni possibili

Date le incognite che circondano il rischio di esposizioni e gli effetti delle NMP in gravidanza e nell'infanzia, sarebbe fondamentale l'utilizzo del principio di precauzione per guidare l'approccio dei responsabili politici alle NMP e alla salute dei bambini. Dovrebbero essere adottate misure adeguate e proporzionate per ridurre l'esposizione dei bambini alle NMP anche senza una conoscenza completa della portata del rischio. Nel frattempo le famiglie dovrebbero adottare misure precauzionali atte a ridurre il rischio quali la riduzione del contatto con la plastica degli alimenti per i bambini, la pulizia regolare a umido della casa e la scelta di prodotti per la cura personale e di materiali da costruzione più sicuri.

° SRIPADA, Kam, et al. *A Children's Health Perspective on Nano-and Microplastics. Environmental Health Perspectives, 2022, 130.1: 015001*

Esposizioni ambientali e cardiopatie congenite

a cura di *Angela Pasinato*

La cardiopatia congenita (Congenital Heart Disease, CHD) è l'anomalia congenita più comune al mondo, colpisce da 8 a 12 bambini ogni 1000 nascite a livello globale e causa oltre il 40% dei decessi prenatali. Le sue cause rimangono principalmente sconosciute, solo il 15% dei casi di CHD hanno una determinata causa genetica, e si ipotizza che il 30% dei casi siano associati a fattori ambientali, (alta temperatura, radiazioni, rumori forti, farmaci e fattori biologici, come virus, batteri e parassiti). È stato dimostrato che i fattori ambientali presenti nell'utero dalla seconda alla terza settimana dopo la fecondazione possono influire sullo sviluppo fetale, portando ad anomalie cardiache. Questo studio presenta un aggiornamento delle conoscenze esplorando la complessa relazione tra genetica ed esposizioni ambientali, fondamentale per comprendere la natura multifattoriale dello sviluppo della cardiopatia congenita. Gli autori esaminano in modo ampio e qualitativo l'attuale letteratura sulle esposizioni prenatali materne e paterne e la loro associazione con la CHD. Propongono di utilizzare l'esposoma, come complemento ambientale del genoma, per rivedere tutte le esposizioni ambientali prenatali interne ed esterne e identificare il potenziamento o l'alleviamento della sinergia tra le esposizioni. Gli autori hanno eseguito una ricerca bibliografica in PubMed utilizzando i termini di ricerca "esposoma", "esposizione ambientale", "malattie cardiache congenite" e "difetto cardiaco congenito". I criteri di

inclusione erano studi caso-controllo o basati sulla popolazione, revisioni sistematiche e meta-analisi che esaminavano le associazioni tra esposizioni materne o paterne e l'incidenza complessiva di CHD o di un sottotipo specifico di CHD. Gli articoli sono stati inizialmente selezionati per titolo e abstract; gli articoli preliminarmente idonei sono stati letti in completamento dai revisori per la conferma dell'idoneità. Gli articoli inclusi sono stati pubblicati tra gennaio 1970 e dicembre 2019. Nel 2005, Wild ha coniato il termine "esposoma" come concetto innovativo che include l'esposizione ambientale e le concomitanti risposte biologiche nel corso della vita, a sottolineare l'importanza dello studio dell'esposizione ambientale nel suo complesso rispetto agli effetti sulla salute. Un esposoma completo esiste solo in teoria e include una cronologia completa dell'esposizione ambientale (compresi i fattori dello stile di vita) dal periodo prenatale in poi.

Ci sono 3 domini dell'esposoma:

- I fattori interni sono caratteristiche intrinseche che sono uniche per un individuo, come l'età, la fisiologia e la genetica che influenzano la suscettibilità alle influenze ambientali.
- I fattori esterni specifici includono dieta, occupazione, uso di farmaci ed esposizioni biologiche e fisiche.
- I fattori esterni generali sono costrutti sociali più ampi, come lo stato economico sociale, il livello di istruzione e il quartiere in cui si vive.

Sono stati esaminati diversi fattori di esposizioni esterne generali e specifiche relative alla CHD al fine di identificare le aree che giustificano ulteriori studi per la revisione di potenziali meccanismi che possano spiegare l'insorgenza di CHD.

Stagionalità

È stato dimostrato che la sindrome del cuore sinistro ipoplastico (HLHS) e la coartazione dell'aorta (CoA) mostrano una stagionalità nell'incidenza.

Per HLHS i mesi di picco di nascita sono quelli estivi, mentre per CoA sono i mesi di aprile e maggio, ma anche altri mesi. Probabilmente sono implicati molteplici fattori ambientali diversi legati alla stagione come variazioni nella nutrizione, esposizione alla luce UV e infezioni virali stagionali.

Farmaci materni

I risultati sono stati in gran parte incoerenti e non riproducibili. Diverse classi di farmaci sono state studiate come potenziali agenti causali di CHD: antipertensivi, antinfettivi, insulina, farmaci per la fertilità, FANS, anticonvulsivanti, antidepressivi e altre classi di farmaci psicotropi. Il potenziale confondente dovuto alla malattia materna sottostante e il rischio di malattia non trattata rende l'uso dei farmaci materni una esposizione ideale per essere studiata.

Consumo materno di alcol, tabacco e droghe illecite

La letteratura è stata ampiamente incoerente e la maggior parte delle associazioni positive è stata nella migliore delle ipotesi moderata. Sono state notate associazioni dose-risposta relative all'uso di tabacco e marijuana, consumo di alcol, consumo concomitante di alcol e tabacco, nonché fumo contemporaneo anche del futuro padre. Viene sottolineata l'importanza di misurare la totalità di questi tipi di esposizione prenatale attraverso un quadro esposimetrico globale piuttosto che come singola esposizione.

Malattia materna

Molta attenzione è stata prestata alla correlazione tra malattia materna cronica e acuta e CHD. Sono state implicate nell'incidenza di CHD diverse malattie acute e croniche: obesità, diabete mellito (DM) di tipo I o II, ipertensione, malattie febbrili acute, disturbi della tiroide, squilibri metabolici (come iperlipidemia o iperomocisteinemia), malattie del tessuto connettivo e disturbi della salute mentale. Anche l'obesità materna ha una relazione dose-risposta con CHD; mancano studi che esaminino l'effetto sinergico dell'obesità con diabete, ipertensione e altri squilibri metabolici o endocrini. La maggior parte degli studi sulla malattia materna non ha differenziato tra malattia trattata e non trattata, oscurando ulteriormente la relazione tra uso di farmaci, cambiamenti fisiopatologici dovuti alla malattia e incidenza di CHD.

Esposizione materna all'inquinamento atmosferico

Sono stati associati alla CHD, il monossido di carbonio, l'anidride solforosa, l'ossido nitrico e i particolati, specialmente associati alle dimensioni più piccole: particolato < 10 nm di diametro (PM₁₀) e/o PM_{2.5}. La valutazione dell'esposizione è variabile dalla posizione di residenza materna alla valutazione di test biologici che si basano sulla misurazione diretta dei livelli di esposizione attraverso campionamento placentare e del cordone ombelicale (studio della esposizione al fumo di carbone e di tabacco).

Esposizione materna a metalli, sostanze chimiche e/o tossine

L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che il 25% dei disturbi congeniti possa essere attribuito all'esposizione all'inquinamento ambientale. L'esposizione materna ai metalli pesanti, piombo, nichel, arsenico, cadmio e manganese, oltre che ai pesticidi e a solventi chimici organici è stata associata all'incidenza di CHD. Sembra che livelli diversi di esposizione possano conferire un rischio a tipi specifici di CHD. È stata notata una forte interazione sinergica tra l'esposizione all'arsenico e al cadmio, conferendo un'associazione nove volte positiva con CHD, ciò sottolineando l'importanza di studiare il grado e l'interazione delle esposizioni ambientali.

Fattori paterni

Anche l'esposizione paterna a metalli pesanti (lavori di saldatura, neo ramo dei gioielli, sverniciatura) a radiazioni ionizzanti, a farmaci, tabacco, marijuana e vino correla con l'incidenza di CHD nella loro prole.

Identificazione del rischio

Data la natura ampia ed eterogenea delle esposizioni ambientali che sono state studiate, la comprensione di quali fattori di rischio siano i più comuni e potenzialmente modificabili diventa fondamentale. Ecco i più significativi:

1. Il binge drinking in tandem con l'uso di sigarette (odds ratio [OR] 12.65, intervallo di confidenza al 95% [CI] 3.54–45.25);
2. Il diabete materno (OR 6.75 [IC 95% 1.85–24.58]);
3. l'esposizione materna a farmaci, comprese le nitrofurantoini (odds ratio aggiustato [OR] 4.2, IC 95% 1.9–9.1), 13 benzodiazepine (OR 5.4, IC 95% 1.5–19.11);
4. l'esposizione a un doppio inibitore selettivo della ricaptazione della serotonina (SSRI) (OR 4.7, IC 95% 1.74–12.7).

La maggior parte di questi fattori di rischio è modificabile con interventi perinatali, tra cui la perdita di peso e l'eliminazione

delle tossine note, come tabacco e alcol. Il quadro clinico è meno chiaro quando si differenzia tra il rischio di malattia materna e il rischio di farmaci materni per la gestione della malattia.

Commento

Gli autori hanno esaminato in modo ampio e qualitativo l'attuale letteratura sulle esposizioni prenatali materne e paterne e la loro associazione con la CHD. Hanno proposto di utilizzare l'esposoma, come complemento ambientale del genoma, per rivedere tutte le esposizioni ambientali prenatali interne ed esterne e identificare il potenziamento o l'alleviamento della sinergia tra le esposizioni. Infine sono stati suggeriti percorsi meccanicistici attraverso i quali la suscettibilità allo sviluppo delle CHD può essere indotta dalle esposizioni ambientali prenatali, inclusa l'interazione tra lo sviluppo placentare e cardiaco e la vascolarizzazione interna e la morfologia placentare nelle prime fasi della gravidanza. Si ipotizza un rapporto diretto tra sviluppo placentare e sviluppo cardiaco nelle primissime fasi della gravidanza, un fenomeno chiamato "asse cuore-placentare", che indica uno sviluppo parallelo sia della placenta che del cuore attraverso l'uso di geni e percorsi molecolari comuni, anche se gli esatti meccanismi rimangono sconosciuti. Qualsiasi fattore che possa modificare l'espressione genetica o il percorso molecolare come malattie materne, ingestione di farmaci, esposizione a sostanze chimiche e tossine ambientali e squilibri nutrizionali può svolgere un ruolo nell'interruzione di questi percorsi. Gli autori hanno evidenziato due vie implicate come aventi un'importanza chiave sia nello sviluppo placentare che cardiaco: sono la via Wnt/b-catenina, importante meccanismo di traduzione del segnale cellulare, e la via del metabolismo dei folati. Se l'insulto avviene durante la terza settimana dopo il concepimento vi possono essere alterazioni del segnale intercellulare tale da condurre ad alterazioni della placenta e a difetti cardiaci e valvolari. Finora l'approccio di studio delle esposizioni è stato eseguito non tenendo conto della totalità e della sinergia delle esposizioni materne e paterne. Esistono molteplici aree in cui questi fattori possono influenzare sinergicamente la corretta vascolarizzazione placentare e la successiva crescita e sviluppo fetale. La complessità intrinseca e le risorse necessarie per generare un tale modello completo di "esposoma" sono state delle barriere per la comprensione dei meccanismi che contribuiscono all'incidenza della CHD. Saranno necessari continui progressi nella creazione di una banca di dati da studi epidemiologici per rendere significativi i progressi nello sviluppo di questo modello.

° BOYD, Rebekah, et al. *Environmental Exposures and Congenital Heart Disease. Pediatrics*, 2022, 149.1