

# ilmedicopediatra

Periodico della Federazione Italiana Medici Pediatri



*Un futuro per il  
pianeta:  
cominciamo dai  
più piccoli*

Plastiche e microplastiche: un problema  
politico, economico e sanitario

Le sostanze chimiche di sintesi

Un inquinamento ambientale emergente: i  
farmaci

L'ambiente che fa male ai bambini: che  
cosa possono fare i Pediatri?

Quanto è utile in Pediatria di famiglia  
raccolgere un'anamnesi ambientale?

4 2023



PACINI  
EDITORE  
MEDICINA

## Editoriale del Presidente

- 1 A. D'Avino

## Editoriale del Direttore

- 2 A. Ballestrazzi

## Attualità

- 3 **Plastiche e microplastiche: un problema politico, economico e sanitario**  
Alessandro Svelato, Alessandra Gulotta, Caterina De Luca, Antonio Ragusa
- 10 **Le sostanze chimiche di sintesi: conseguenze ambientali di prodotti strategici per la vita moderna**  
Vitalia Murgia
- 18 **Un inquinamento ambientale emergente: i farmaci**  
Sergio Bernasconi
- 26 **L'ambiente che fa male ai bambini: che cosa possono fare i Pediatri? ...Incominciamo dalla plastica**  
Annamaria Moschetti
- 35 **Quanto è utile in pediatria di famiglia raccogliere un'anamnesi ambientale?**  
Vitalia Murgia, Mara Tommasi, Vito Romanelli, Stefania Russo

## Approfondimenti e notizie

- 44 **Sistema immunitario e infezioni dell'età evolutiva: il ruolo della vitamina D**  
Gabriele Renzetti, Angelo Pietrobelli

## News

- 51 **Corso di Medici in Africa**

### DIRETTORE ESECUTIVO

Antonio D'Avino

### DIRETTORE EDITORIALE

Alessandro Ballestrazzi

### DIRETTORE RESPONSABILE

Eleonora Mancini

### COMITATO DI REDAZIONE

Alessandro Ballestrazzi  
Lucia Peccaris  
Roberto Sacchetti  
Giovanni Semprini  
Immacolata La Bella

### CONTATTI

[ilmedicopediatra@fimp.pro](mailto:ilmedicopediatra@fimp.pro)

### FIMP - SEGRETERIA NAZIONALE

Antonio D'Avino, Presidente  
Luigi Nigri, Vice Presidente  
Nicola Roberto Caputo, Vice Presidente  
Domenico Careddu, Segretario Organizzazione  
Osama Al Jamal, Segretario Tesoreria  
Giuseppe Di Mauro, Segretario Attività Scientifiche e Etiche  
Paolo Felice, Vicesegretario Organizzazione  
Silvia Zecca, Vice Segretario Tesoreria  
Antonella Antonelli, Segretario Attività previdenziali e assicurative  
Giovanni Cerimoniale, Segretario Presidenza

### © COPYRIGHT BY

Federazione Italiana Medici Pediatri  
Via Parigi 11, 00161 Roma

### EDIZIONE

Pacini Editore Srl, Via A. Gherardesca 1  
56121 Pisa • [www.pacinieditore.it](http://www.pacinieditore.it)

### DIVISIONE PACINI EDITORE MEDICINA

Fabio Paponcini • Business Unit Manager  
Tel. 050 31 30 218 • [fpaponcini@pacinieditore.it](mailto:fpaponcini@pacinieditore.it)  
Alessandra Crosato • Account Manager  
Tel. 050 31 30 239 • [acrosato@pacinieditore.it](mailto:acrosato@pacinieditore.it)  
Francesca Gori • Business Development & Scientific Editorial Manager  
[fgori@pacinieditore.it](mailto:fgori@pacinieditore.it)  
Manuela Mori • Digital Publishing & Advertising  
Tel. 050 31 30 217 • [mmori@pacinieditore.it](mailto:mmori@pacinieditore.it)

### REDAZIONE

Valentina Barberi  
Tel. 050 31 30 285 • [vbarberi@pacinieditore.it](mailto:vbarberi@pacinieditore.it)

### GRAFICA E IMPAGINAZIONE

Massimo Arcidiacono  
Tel. 050 31 30 231 • [marcidiacono@pacinieditore.it](mailto:marcidiacono@pacinieditore.it)

### STAMPA

Industrie Grafiche Pacini • Pisa

**A.N.E.S.**  
ASSOCIAZIONE NAZIONALE  
EDITORIA PERIODICA SPECIALIZZATA



PACINI  
EDITORE  
MEDICINA

# Nuovo sito dedicato a ilmedicopediatra rivista ufficiale fimp

Federazione  
Italiana  
Medici *Pediatr*i

[www.ilmedicopediatra-rivistafimp.it](http://www.ilmedicopediatra-rivistafimp.it)

## ilmedicopediatra

Periodico della Federazione Italiana Medici Pediatrici



Home | Ultimo Fascicolo | Archivio | La Rivista | Comitato Editoriale | Norme Per Autori | Contatti | Video Gallery

Cerca



rivista ufficiale F.I.M.P.  
trimestrale

#### DIRETTORE ESECUTIVO

Paolo Biasci

#### DIRETTORE RESPONSABILE

Valdo Flori

#### COMITATO DIRETTIVO

Paolo Biasci, Luigi Nigri, Antonio D'Avino, Costantino Gobbi

### FIMP 1-2023 online

In questo numero:

Editoriale del Direttore  
Alessandro Ballestrazzi

FIMP e Previdenza: un'opportunità informativa per tutti gli iscritti  
Antonello Antonelli

Dalla laurea alla pensione. La guida completa per i medici di medicina generale - 2a parte

Le Guide del Giornale della Previdenza - Enpam

La tecnologia digitale in Pediatria ovvero come promuoverne un uso giudizioso nei bambini

Giovanni Cerimoniale, Emanuela Malorgio, Flavia Ceschin, Giovanni Vitali Rosati, Paolo Becherucci, G Ragni, Grazia Minardo, Paolo Brambilla, Silvia Gambotto, Gaetano Bottaro, Pier Luigi Tucci

Una rara lussazione posteriore di spalla nel bambino  
Salvatore Bonfiglio, Alessandro Famoso

News

[VAI al fascicolo FIMP 1-2023](#)

### In evidenza

#### Editoriale del Presidente

Antonio D'Avino

## ilmedico pediatra

Periodico della Federazione Italiana Medici Pediatrici

**Aggiornamenti Flash**

### Il pediatra di famiglia e i disturbi del neurosviluppo

Leucodistrofia Metacromatica

Identificazione precoce dell'atrofia muscolare spinale (SMA): il progetto BE SMARt

Il Riconoscimento Precoce Della Distrofia Muscolare Duchenne

Focus su Distrofia Muscolare di Duchenne e Ipotonia

Ipotonia, il video tutorial DELLA FIMP

**PACINI EDITORE MEDICINA**

ilmedicopediatra 2023;32(4):1

# Editoriale del Presidente



Antonio D'Avino

È con grande piacere che apro, come di consueto, questo numero de Il Medico Pediatra con alcune considerazioni di carattere generale, sia politico che sindacale. Siamo al passaggio di testimone tra il 2023 e il 2024 e come sempre in questi casi si traggono i consuntivi e si formulano progetti per il futuro.

L'anno appena trascorso – e colgo l'occasione per augurare un felice anno nuovo a voi e alle vostre famiglie – è stato caratterizzato da un'attività sindacale e culturale particolarmente intensa. Se da un lato abbiamo appena avviato le trattative per il rinnovo del triennio 2019-2021, dall'altro e proprio in previsione della ripresa delle trattative, si è cercato con successo di intessere quelle relazioni con la politica e gli amministratori che sono necessarie per stabilire la necessaria intesa senza inutili contrapposizioni che è la condizione necessaria per avviare trattative proficue e finalizzate a risultati utili per l'intera categoria. Innumerevoli sono stati gli incontri a cui abbiamo partecipato e che sono serviti a realizzare questo obiettivo. Il nostro obiettivo è quello di concludere rapidamente questa negoziazione per passare alla fase successiva, cioè le trattative per il triennio contrattuale 2022-2024, che sarà il fulcro di un effettivo cambiamento in positivo della proiezione della Pediatria di Famiglia sul territorio e che dovrebbe vedere, tra le altre cose, anche la mobilitazione di risorse finalizzate a questo scopo.

Ci attende dunque un anno complesso ma che abbiamo preparato non solo all'esterno, ma anche e soprattutto al nostro interno con un lavoro sindacale, che a ragion veduta e con orgoglio posso definire come senza soste.

Sul piano culturale dobbiamo tener conto del grande successo del Congresso Scientifico Nazionale di Giardini Naxos, egregiamente sostenuto dal board scientifico, del successo riconosciuto da più parti, anche al di fuori della Fimp, dei webinar Il martedì è Fimp, che hanno visto la partecipazione di centinaia di pediatri, e di tutte quelle iniziative culturali organizzate dagli organi della Federazione – e ricordo a questo punto il grande lavoro svolto dai referenti delle aree tematiche – che hanno rimesso al centro la professionalità e la voglia di fare dei pediatri di famiglia italiani.

Nel 2024 proseguiremo su questa strada e, come già anticipato a Giardini Naxos, il XVIII° Congresso Scientifico Nazionale si terrà a Rimini dal 26 a 29 settembre 2024. Ma non c'è solamente il congresso e per il nuovo anno è previsto un fiorire di nuove iniziative, di cui vi terremo puntualmente informati. Augurandovi nuovamente un felice e proficuo 2024, anche a nome della Segreteria Nazionale, vi lascio alla lettura di questo nuovo numero della nostra rivista, anch'essa uno strumento fondamentale di cultura e aggiornamento professionale.

## Corrispondenza

Antonio D'Avino  
presidente@fimp.pro

**How to cite this article:** D'Avino A. Editoriale del Presidente. Il Medico Pediatra 2023;32(4):1.

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

ilmedicopediatra 2023;32(4):2

# Editoriale del Direttore



Alessandro Ballestrazzi

Care colleghe e cari colleghi, nell'associarmi agli auguri del Presidente D'Avino per il nuovo anno, sono lieto di presentarvi questo nuovo numero della nostra rivista, l'ultimo del 2023 ma che arriva un po' in ritardo per via dell'accavallarsi delle feste. Come potete vedere, è quasi interamente dedicato a temi di natura ambientale. In questo momento, in cui la sorte stessa del pianeta sembra essere messa in dubbio dal cambiamento climatico con le sue conseguenze sulle società umane, carestie, scarsità di materie prime e di acqua, migrazioni e guerre, è più che mai necessario che chi occupa posizioni di responsabilità nella società si faccia carico, ognuno per la parte che gli compete, delle azioni necessarie per mitigare e arrestare questa deriva, che altrimenti avrà conseguenze drammatiche per tutti noi.

Noi pediatri svolgiamo un ruolo prezioso nell'educare le famiglie e i bambini ai corretti stili di vita e i corretti stili di vita sono anche quelli che prevedono un uso adeguato delle risorse rinnovabili e non rinnovabili e anche, e soprattutto, quelli che comprendono un uso non pericoloso per la salute di tali risorse, soprattutto per quanto riguarda i più piccoli. Per questo motivo, gran parte del numero è dedicato alla plastica, ai rischi che corriamo in seguito a un'eccessiva o immotivata esposizione, e ai modi per proteggere i nostri bambini dai rischi conseguenti.

Un altro tema che ci è sembrato interessante e che viene trattato in modo innovativo è il destino degli antibiotici e dei farmaci una volta smaltiti. Non si tratta di rifiuti qualunque, ma di sostanze che permangono attive nell'ambiente per molto tempo: una ragione di più per prescrivere in modo oculato e responsabile.

Infine, per ultimo ma non da ultimo, un articolo sulla presenza delle microplastiche nella placenta umana da parte del gruppo che per primo ha descritto questo nuovo e potenzialmente gravissimo aspetto dell'emergenza ambientale. In questo numero trovate inoltre il "Documento informativo della Campagna nazionale di prevenzione dei rischi per la salute da esposizione alla plastica", a cui ha partecipato anche FIMP.

Completa questo numero un articolo sulla vitamina D, argomento quanto mai attuale, considerate le continue novità che riguardano questa molecola che riveste funzioni che vanno ben oltre quelle note fino a qualche tempo fa.

Ringrazio veramente di cuore l'Area tematica Fimp che si occupa di problemi ambientali, senza il cui contributo questo numero non sarebbe stato possibile. È la dimostrazione che i pediatri della Fimp fanno cultura, la fanno bene e la fanno nell'ottica singolare e insostituibile della pediatria di famiglia. Nessuno meglio di noi sa come interagire con le famiglie per il benessere dei nostri bambini non solo per quanto riguarda la loro salute, ma anche e soprattutto per quanto riguarda il loro futuro.

Buona lettura e ancora una volta buon 2024.

## Corrispondenza

Alessandro Ballestrazzi  
alessandroballestrazzi@gmail.com

**How to cite this article:** Ballestrazzi A. Editoriale del Direttore. Il Medico Pediatra 2023;32(4):2.

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

ilmedicopediatra 2023;32(4):3-9;  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-21

# Plastiche e microplastiche: un problema politico, economico e sanitario

Alessandro Svelato<sup>1</sup>, Alessandra Gulotta<sup>2</sup>, Caterina De Luca<sup>1</sup>,  
Antonio Ragusa<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> UOC Patologia Ostetrica, Ospedale Isola Tiberina, Gemelli Isola, Roma; <sup>2</sup> Clinica Ginecologica e Ostetrica, Dipartimento di Medicina, Chirurgia e Farmacia, Università di Sassari, Sassari; <sup>3</sup> Campus Biomedico Universitario, Roma; <sup>4</sup> UOC di Ostetricia e Ginecologia, Ospedale Maggiore, Bologna

## I numeri della plastica

Le materie plastiche sono utilizzate in un'ampia varietà di prodotti e hanno completamente sostituito altri materiali come il legno, il metallo e il vetro, in precedenza utilizzati per applicazioni ora interamente dominate dalla plastica.

Come materiale prodotto e impiegato al mondo la plastica è al terzo posto, dopo il cemento e l'acciaio; i primi due materiali sono principalmente usati per costruire abitazioni, mentre, il più grande mercato della plastica è l'imballaggio, un'attività la cui crescita è stata accelerata dal passaggio globale dai contenitori riutilizzabili a quelli monouso.

Questo ha generato un drammatico e imponente mercato dell'effimero, un mercato dove la vita media del prodotto è pari a quella del tempo necessario per scartarlo (Fig. 1).

La quantità di plastica prodotta nel mondo nell'ultimo secolo è cresciuta vertiginosamente; si è passati da un volume annuo di circa 2 milioni di tonnellate negli anni Cinquanta ai 368 milioni di tonnellate prodotte nel 2019 (Fig. 2) <sup>1</sup>.

Gli scienziati hanno calcolato che da quando è iniziata la produzione di massa, sono stati creati in tutto il mondo 7,8 bilioni di tonnellate di plastica vergine, e circa la metà di essi è stata prodotta solo negli ultimi 13 anni (Fig. 3) <sup>2</sup>.

Nel 2015, sono stati prodotti circa 6300 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, di cui meno del 10% è stato riciclato, il 12% è stato incenerito e il 79% è stato accumulato nelle discariche o nell'ambiente naturale.

## Corrispondenza

Alessandro Svelato  
alessandrosvelato@gmail.com

**How to cite this article:** Svelato A, Gulotta A, De Luca C, et al. Plastiche e microplastiche: un problema politico, economico e sanitario. Il Medico Pediatra 2023;32(4):3-9. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-21>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri

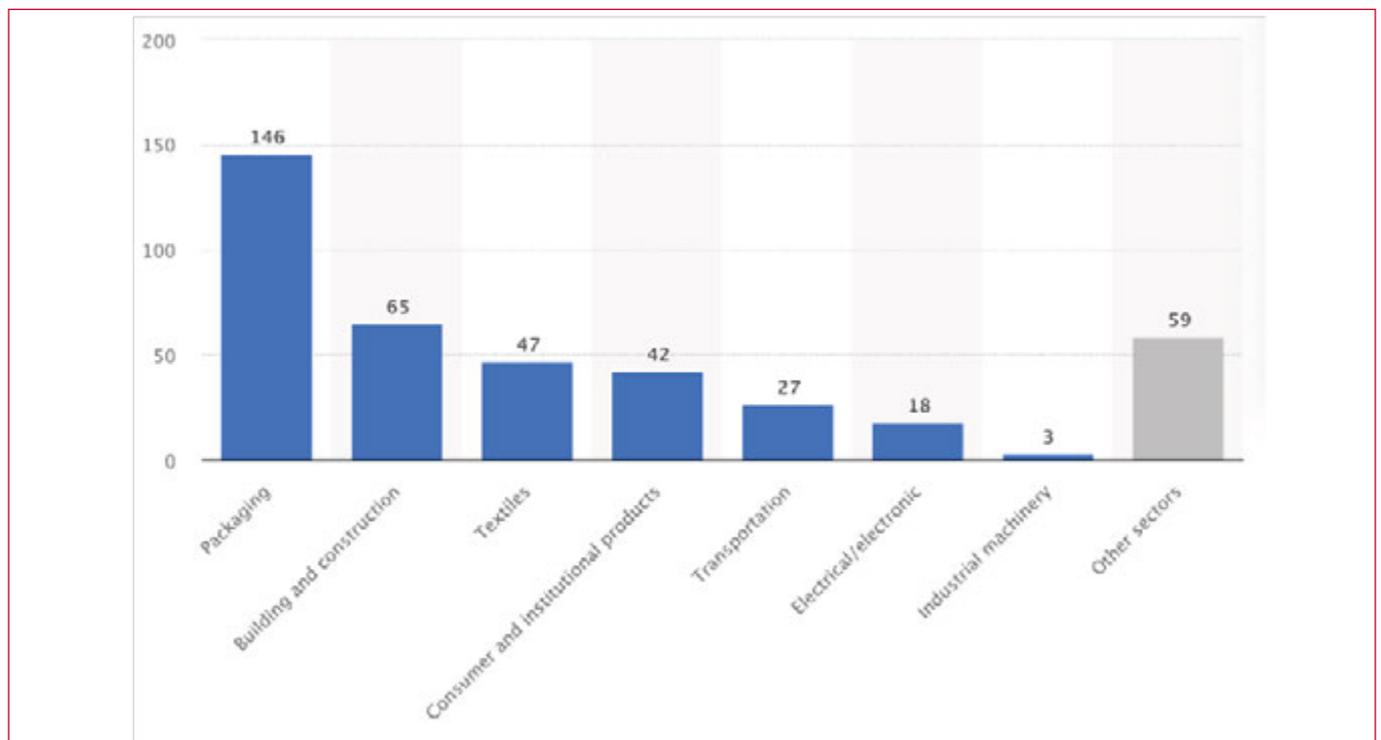


OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

**FIGURA 1.**

Produzione di plastica nel mondo nel 2017 per settore industriale (in milioni di tonnellate).



Ogni anno 8 milioni di tonnellate di plastica finiscono negli oceani, utilizzando come via preferenziale i fiumi, che ne trasportano l'80%, mentre il restante 20% proviene dalle navi commerciali, che perdono il loro carico, dai pescherecci, soprattutto quelli industriali, che abbandonano le reti sintetiche in mare, e in parte anche dalle navi da crociera <sup>3,4</sup>.

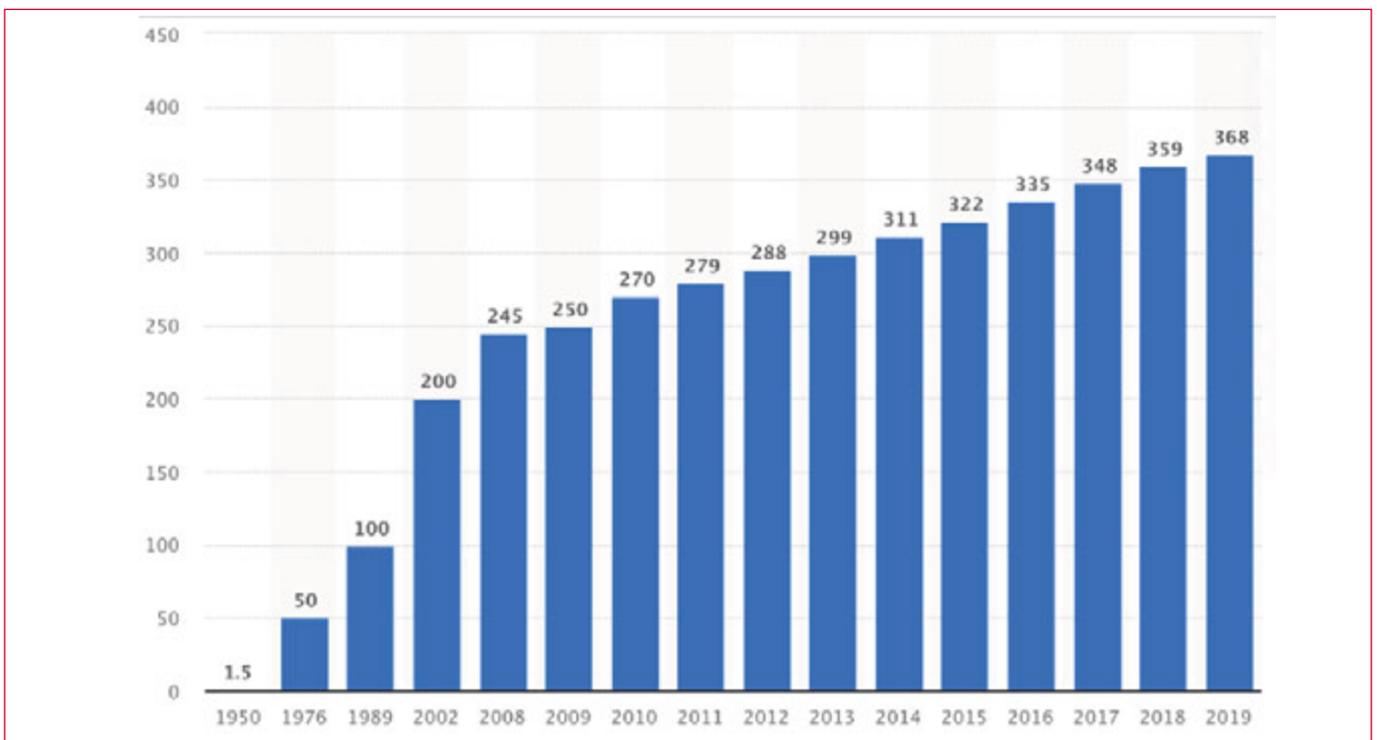
Per dare un'idea pratica della reale proporzione di questi numeri, è come se ogni 30 secondi un camion della nettezza urbana pieno di spazzatura riversasse il suo contenuto nel mare.

Se le attuali tendenze di produzione e gestione dei rifiuti continueranno, si stima che entro il 2050 finiranno in discarica o nell'ambiente naturale circa 12.000 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica.

La plastica nei fiumi e negli oceani non è solo quella che si vede in superficie, ma anche e soprattutto quella che non si vede: circa il 40% di essa, infatti, galleggia,

mentre il 26% si arena lungo le coste e più del 34% si deposita nei fondali <sup>4</sup>. La plastica si decompone dopo una quantità di anni difficilmente stimabile e comunque lunghissima: circa 600 anni per le reti da pesca; 450 anni per i pannolini usa e getta e per le bottiglie di plastica, 20 anni per buste o involucri in plastica e più di 5 anni per le cicche di sigaretta.

A causa della complessità di comportamento delle correnti marine, la plastica che si deposita in mare ha formato nel tempo delle "isole". La prima isola, di cui si conosce l'esistenza dalla fine degli anni Settanta, è situata a nord dell'Oceano Pacifico, tra gli Stati Uniti e il Giappone: la *Pacific Trash Vortex* o *North Pacific Gyre* o *Great Pacific Garbage Patch*. Questa "isola di plastica" ha un'estensione che varia tra i 700.000 e i 1.6 milioni di km<sup>2</sup>, occupa il 5,6% della superficie dell'Oceano Pacifico, al suo interno è stata rilevata la presenza di microplastiche fino a 2 km di profondi-

**FIGURA 2.****Produzione di plastica mondiale dal 1950 al 2019 (in milioni di tonnellate) <sup>1</sup>.**

tà. Nel corso dei decenni se ne sono formate almeno altre quattro e sono tutte localizzate in prossimità dei vortici delle correnti marine: la *South Pacific Gyre*, la *North Atlantic Gyre*, la *South Atlantic Gyre* e la *Indian Ocean Gyre*.

La plastica è ovunque. Non solo in fondo al mare, nella Fossa delle Marianne, il punto più profondo della Terra, ma anche in cima alla montagna più alta del pianeta l'Everest <sup>5</sup>. I ricercatori hanno trovato microplastiche persino in 19 siti esaminati sul monte Everest, dove era presente in tutti i campioni di neve e in poco meno della metà dei campioni di acqua, con una media di 30 particelle per litro campionato <sup>5</sup>. In base al fatto che la concentrazione di microplastiche era più elevata nella zona del campo base, e cioè dove gravitano la maggior parte dei turisti, e in base al tipo di plastica rilevata (poliestere, acrilico, nylon e polipropilene), si pensa che essa derivi dagli indumenti e

dall'equipaggiamento degli scalatori. Tuttavia, secondo i ricercatori, non può essere escluso il trasferimento atmosferico.

### Le microplastiche

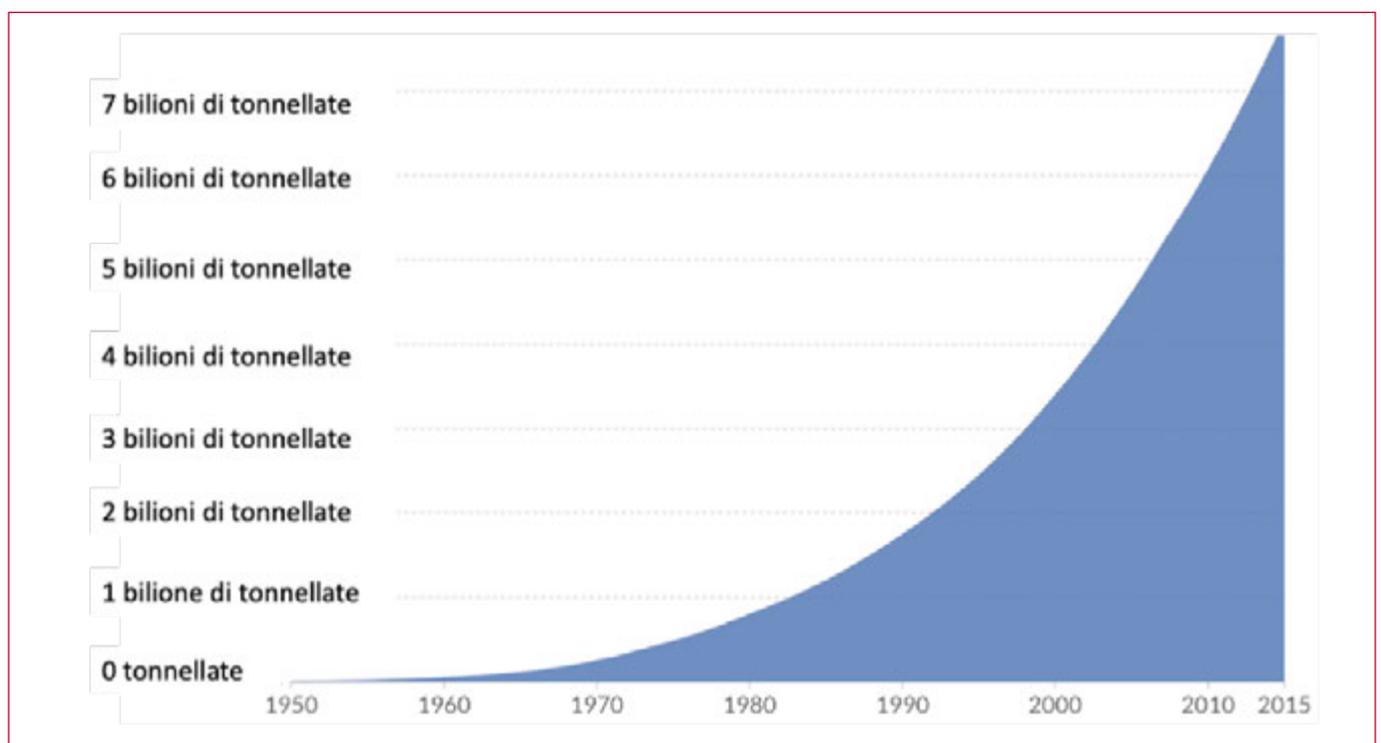
Non esiste una normativa internazionale che definisca cosa sono le microplastiche <sup>6</sup>. La loro precisa caratterizzazione dovrebbe basarsi su cinque parametri di indagine:

1. composizione;
2. stato fisico;
3. taglia;
4. solubilità;
5. degradabilità.

Richard Thompson, nel 2004 ha coniato il termine microplastiche per descrivere le particelle di plastica più piccole di 5 millimetri di diametro <sup>7</sup>. Da quel momento gli scienziati hanno trovato microplastiche ovunque

**FIGURA 3.**

Produzione globale cumulativa di materie plastiche, dal 1950 al 2015 (da Geyer et al., 2017, mod.)<sup>2</sup>.



abbiano eseguito verifiche: negli oceani profondi; nella neve artica, nel ghiaccio antartico, nei crostacei, nel sale da cucina, nell'acqua potabile, nella birra, nell'aria, nella pioggia, sulle montagne e in città, sostenendo che le particelle si muovono tra il mare e la terra e secondo quanto riferito da Albert Koelmans, scienziato ambientale dell'Università di Wageningen nei Paesi Bassi, adulti e bambini potrebbero ingerire o inalare fino a oltre 100.000 granelli di microplastica ogni giorno. In particolare, soprattutto le particelle più piccole, chiamate nanoplastiche (dalle dimensioni inferiori a 1 micrometro) preoccupano i ricercatori, poiché potrebbero essere in grado di entrare all'interno della cellula e creare potenziali danni.

Le microplastiche si distinguono in primarie o secondarie<sup>8</sup>. Le primarie sono prodotte intenzionalmente per scopi industriali, tramite estrusione o macinazione e possono essere aggiunte ai prodotti (es. dentifrici,

smalti per unghie, creme solari, scrub, gel da bagno), oppure originarsi nell'uso o nel mantenimento di altri materiali, come nel caso degli pneumatici o del lavaggio dei tessuti sintetici. Le microplastiche secondarie provengono invece dalla progressiva degradazione che i rifiuti di plastica dispersi nell'ambiente subiscono a causa di processi foto- e termo-ossidativi e di abrasione meccanica. Le microplastiche secondarie sono presenti in misura molto maggiore nell'ambiente rispetto alle microplastiche primarie; tuttavia, entrambi i tipi rappresentano un serio problema per il nostro pianeta<sup>9</sup>.

Le microplastiche possono essere trasferite dall'ambiente all'uomo per inalazione, per ingestione e, in misura minore, per contatto cutaneo. Tutti i dati di letteratura suggeriscono un'esposizione umana non trascurabile alle microplastiche attraverso le vie sopramenzionate. Mediamente assumiamo con gli alimenti almeno

50.000 particelle di microplastica all'anno e ne respiriamo altrettante <sup>10</sup>.

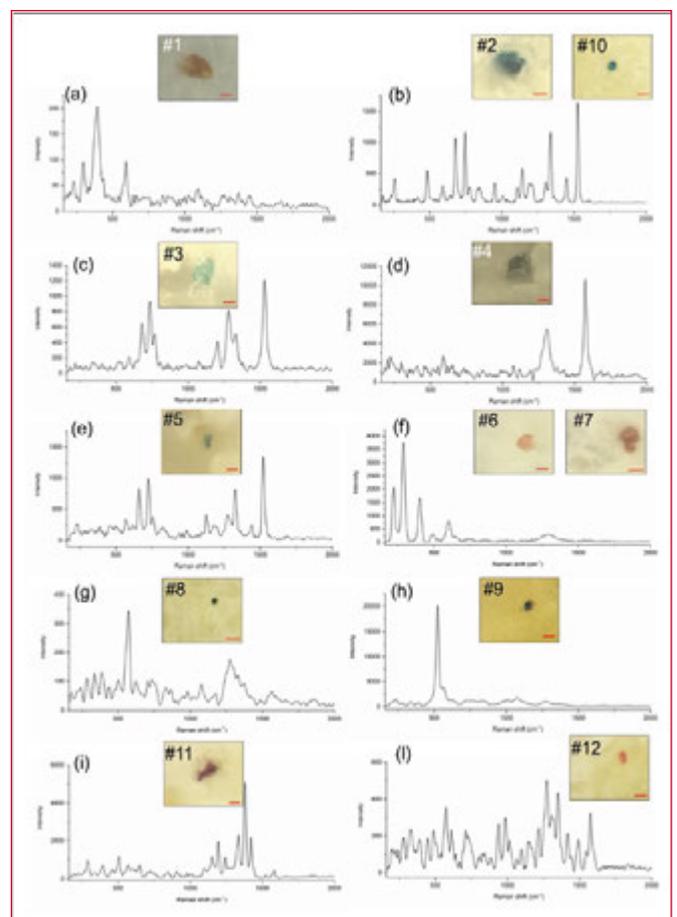
Ci sono diverse segnalazioni della presenza di microplastiche nel cibo <sup>11</sup> (in particolare nei frutti di mare e nel sale marino) <sup>12</sup> e nell'acqua potabile <sup>13</sup>. Sono state rilevate microplastiche nel tratto gastrointestinale di animali marini <sup>14</sup> e anche nell'intestino umano <sup>15</sup>. All'interno dei tessuti, esse sono considerate corpi estranei dall'organismo ospite e in quanto tali innescano immuno reazioni locali. Inoltre, le microplastiche, possono rappresentare un vettore per altre sostanze chimiche, come inquinanti ambientali e additivi plastici, i cui effetti nocivi sono ben noti <sup>16</sup>. Si tratta spesso dei cosiddetti interferenti endocrini, cioè di una sostanza o una miscela esogena di sostanze che altera la funzione o le funzioni del sistema endocrino e, di conseguenza, danneggia la salute di un organismo intatto e della sua prole <sup>17</sup>.

Il nostro gruppo di ricerca ha condotto il primo studio, che rivela la presenza di microplastiche pigmentate e, in generale, di particelle artificiali nella placenta umana <sup>18</sup>. Una delle cose più difficili nell'ambito del nostro studio è stato riuscire a prelevare le placente senza contaminarle con la plastica esterna. Quando abbiamo delineato il cosiddetto protocollo *Plastic free*, ci siamo veramente e definitivamente resi conto di quanto pervicace sia la presenza della plastica nel nostro mondo. Nel nostro studio sono state analizzate, mediante microspettroscopia Raman, sei placente umane per valutare la presenza di microplastiche. In totale, in 4 delle 6 placente analizzate, sono stati trovati 12 frammenti di microplastiche (di dimensioni variabili da 5 a 10 µm), di forma sferica o irregolare (5 nel lato fetale, 4 nel lato materno e 3 nelle membrane amniocoriali) (Fig. 4).

Tutte le microplastiche sono state caratterizzate in termini di morfologia e composizione chimica ed è emerso che tutte erano pigmentate. È stato possibile identificare solo i pigmenti, che sono utilizzati in genere per rivestimenti artificiali, vernici, adesivi, cerotti, cosmetici e prodotti per la cura della persona. Per questo stu-

**FIGURA 4.**

**Le 12 microparticelle trovate nelle placente umane.**



dio sono state analizzate piccole porzioni di placenta (~23 g rispetto a un peso totale della placenta di ~600 g), lasciando ipotizzare che il numero di microplastiche all'interno dell'intera placenta sia molto più alto. Le particelle che abbiamo identificato misuravano intorno ai 10 micron, a eccezione di due frammenti più piccoli, di circa 5 micron. Si tratta di valori compatibili con un possibile trasporto nel corpo attraverso il sangue materno. In tre casi su dodici siamo stati capaci di identificare il polimero vero e proprio, e cioè il polipropilene. Negli altri casi, l'identificazione e la tipizzazione non è stata possibile, perché le particelle erano rivestite di sostanze che ne impedivano la visio-

ne corretta al microscopio. Una ricerca successiva alla nostra ha confermato la presenza di microplastiche nella placenta e anche nel meconio <sup>19</sup>.

Una volta penetrate, le microplastiche possono diffondersi nella circolazione generale per assorbimento o diffusione cellulare e raggiungere così qualsiasi organo, compresa la placenta, determinando una risposta infiammatoria nei tessuti circostanti, per esempio l'attivazione immunitaria dei macrofagi e la produzione di citochine, sostanze che determinano e sostengono l'infiammazione nel corpo umano. Le microplastiche possono alterare diverse vie di regolazione cellulare, per esempio i meccanismi immunitari.

In uno studio successivo abbiamo ricercato la presenza delle microplastiche nel latte materno <sup>20</sup>. Abbiamo arruolato 34 donne e mediante microspettroscopia Raman, abbiamo dimostrato per la prima volta la presenza di microplastiche in 26 dei 34 campioni raccolti. Nonostante questa scoperta, riteniamo doveroso incoraggiare l'allattamento materno, in quanto i vantaggi di esso sono indiscutibili e sicuramente maggiori rispetto all'impiego del latte artificiale, anche quest'ultimo contaminato dalla presenza di microplastiche <sup>21</sup>. Inoltre, l'allattamento artificiale necessita l'utilizzo di strumenti che per la maggior parte sono composti da materiale plastico.

In un recente studio, mediante l'utilizzo del microscopio elettronico a scansione e a trasmissione, abbiamo osservato la presenza di microplastiche all'interno delle cellule e in particolare a livello delle cellule del sinciziotrofoblasto e abbiamo osservato un sovvertimento archistutturale degli organuli intracitoplasmatici <sup>22</sup>.

Negli animali vi sono molte conferme dell'effetto tossico della plastica. Uno studio recente dimostra che la somministrazione materna di nanoplastiche di polistirene (PSNP) durante la gestazione e l'allattamento, ha alterato il funzionamento del sistema nervoso centrale (SNC), la composizione delle cellule neurali e l'istologia cerebrale nella progenie dei topi <sup>23</sup>. Allo stesso modo, difetti molecolari e funzionali indotti da PSNP sono stati osservati anche nelle cellule del SNC

coltivate in vitro <sup>23</sup>. Infine, gli autori hanno dimostrato che lo sviluppo anormale del cervello causato dall'esposizione ad alte concentrazioni di PSNP provoca deficit neurofisiologici e cognitivi, in modo specifico per genere <sup>23</sup>. I topi trattati con microplastiche di polipropilene del diametro di 5,0 µm per quattro settimane subiscono un danneggiamento della struttura e della funzione del fegato e dei mitocondri, aumentano i livelli di aspartato aminotransferasi, alanina aminotransferasi, fosfatasi alcalina e lattato deidrogenasi <sup>24</sup>.

Le informazioni disponibili in *A Review of Human Exposure to Microplastics and Insights Into Microplastics as Obesogens* <sup>25</sup> suggeriscono infatti che l'inalazione di aria e l'ingestione di acqua potabile imbottigliata in plastica siano le principali fonti di esposizione alle microplastiche. Si stanno accumulando prove che biberon e dispositivi medici possano contribuire all'esposizione alle microplastiche nei neonati e nei bambini. Gli studi di biomonitoraggio delle feci umane, del feto e della placenta forniscono prove dirette dell'esposizione alle microplastiche nei neonati e nei bambini. È stato riportato che microplastiche di dimensioni < 20 µm possono penetrare negli organi e microplastiche < 10 µm possono penetrare attraverso le membrane cellulari e attraversare la barriera placentare nell'uomo e negli animali da laboratorio. Dunque, sebbene una volta la plastica fosse percepita come materiale inerte, l'esposizione a microplastiche negli animali da laboratorio è collegata a varie forme di infiammazione, risposta immunologica, disturbi endocrini, alterazione del metabolismo lipidico ed energetico. L'esposizione alle plastiche in sé è una preoccupazione, ma queste possono inoltre essere fonte di esposizione ad additivi e altre sostanze tossiche come ftalati, bisfenoli e organostagni che provocano stress ossidativo, citotossicità, immunotossicità, alterazione della funzionalità tiroidea e dell'adipogenesi. In studi su animali da laboratorio, l'esposizione materna alle microplastiche ha alterato il metabolismo energetico e lipidico nella prole e nelle generazioni successive. In concomitanza con l'aumento globale della produzione di plastica, la prevalenza

di sovrappeso e obesità nelle popolazioni umane è aumentata negli ultimi cinquant'anni e vi sono prove a sostegno dell'ipotesi che le microplastiche e i loro additivi siano potenziali obesogeni e possano avere effetti multigenerazionali o transgenerazionali.

Il problema della plastica è cogente e necessita di un rimedio rapido, ma valido nel lungo termine. Gli sforzi dovranno essere soprattutto politici.

La politica dovrà impegnarsi a regolamentare soprattutto la produzione, che deve essere assolutamente diminuita e anche il riciclo, che però non può rappresentare la soluzione principale. La soluzione principale è la riduzione della produzione mondiale di plastica. Naturalmente non si può contare sull'autoregolamentazione da parte delle aziende, che tese come sono a un unico obiettivo, che è quello del profitto, non possono autoregolarsi. Vi è la necessità di una forte spinta dell'opinione pubblica, che agisca dal basso e che influenzi le scelte politiche.

Qualsiasi strategia metteremo in opera al fine di risolvere un problema "complesso" come quello della plastica sarà necessario integrarla in un profondo cambiamento culturale, che dovrà coinvolgere tutte le numerose figure sociali, politiche e industriali.

## Bibliografia

- 1 <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950>
- 2 Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv* 2017;3:E1700782.
- 3 Pabortsava K, Lampitt RS. High concentrations of plastic hidden beneath the surface of the Atlantic Ocean. *Nat Commun* 2020;11(1):4073.
- 4 Meijer LJ, Van Emmerik T, Van Der Ent R, et al. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Sci Adv* 2021;7:eaaz5803.
- 5 <https://www.abc.net.au/news/science/2020-11-21/mount-everest-microplastic-pollution-summit/12903600>
- 6 Verschoor A, de Poorter L, Dröge R, et al. Emission of microplastics and potential mitigation measures. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, 2016 [Internet] (<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0026.pdf> [citato 4 gennaio 2024]).
- 7 Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, et al. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 2004;304:838-838.
- 8 Browne MA. Sources and Pathways of Microplastics to Habitats. In: Bergmann M et al. *Marine Anthropogenic Litter* 2015, pp. 229-244.
- 9 Peng L, Fu D, Qi H, et al. Micro- and nano-plastics in marine environment: source, distribution and threats – a review. *Science of The Total Environment* 2020;698:134254.
- 10 Cox KD, Covernton GA, Davies HL, et al. Human consumption of microplastics. *Environ Sci Technol* 2019;53:7068-7074.
- 11 Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante BRBO, et al. Marine microplastic debris: an emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin* 2018;133:336-348.
- 12 Kosuth M, Mason SA, Wattenberg EV. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS One* 2018;13:E0194970.
- 13 Schymanski D, Goldbeck C, Humpf HU, et al. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research* 2018;129:154-162.
- 14 Deng Y, Zhang Y, Lemos B, et al. Tissue accumulation of microplastics in mice and bio-marker responses suggest widespread health risks of exposure. *Sci Rep* 2017;7:46687.
- 15 Schwabl P, Köppel S, Königshofer P, et al. Detection of Various microplastics in human stool: a prospective case series. *Ann Intern Med* 2019;171:453-457.
- 16 EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFS2 [Internet] 2016;14 (<https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2016.4501> [citato 14 gennaio 2024]).
- 17 [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/policies/endocrine-disruptors\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/policies/endocrine-disruptors_en)
- 18 Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, et al. Plasticenta: first evidence of microplastics in human placenta. *Environment International* 2021;146:106274.
- 19 Braun T, Ehrlich L, Henrich W, et al. Detection of microplastic in human placenta and meconium in a clinical setting. *Pharmaceutics* 2021;13:921.
- 20 Ragusa A, Notarstefano V, Svelato A, et al. Raman Microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. *Polymers* 2022;14:2700.
- 21 Zhang Q, Liu L, Jiang Y, et al. Microplastics in infant milk powder. *Environmental Pollution* 2023;323:121225.
- 22 Ragusa A, Matta M, Cristiano L, et al. Deeply in plasticenta: presence of microplastics in the intracellular compartment of human placentas. *IJERPH* 2022;19:11593.
- 23 Jeong B, Baek JY, Koo J, et al. Maternal exposure to polystyrene nanoplastics causes brain abnormalities in progeny. *Journal of Hazardous Materials* 2022;426:127815.
- 24 Mu Y, Sun J, Li Z, et al. Activation of pyroptosis and ferroptosis is involved in the hepatotoxicity induced by polystyrene microplastics in mice. *Chemosphere* 2022;291:132944.
- 25 Kannan K, Vimalkumar K. A review of human exposure to microplastics and insights into microplastics as obesogens. *Front Endocrinol* 2021;12:724989.

ilmedicopediatra 2023;32(4):10-17;  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-18

# Le sostanze chimiche di sintesi: conseguenze ambientali di prodotti strategici per la vita moderna

Vitalia Murgia

*Pediatra, Associazione medici per l'Ambiente ISDE Italia*

## Introduzione

Parlando di contaminazione da sostanze chimiche, a molti vengono in mente le ciminiere delle industrie chimiche, o lo spargimento di pesticidi nei campi o l'inquinamento dell'aria da particolato (PM). In realtà, siamo esposti a un cocktail di sostanze chimiche, perché molti prodotti con cui entriamo in contatto quotidianamente, come i tessuti che rivestono le nostre poltrone, i prodotti per la pulizia della casa e per l'igiene, i giocattoli per bambini, il cibo che mangiamo e l'acqua che beviamo contengono composti chimici pericolosi in caso di esposizione cronica.

Ogni anno vengono prodotti milioni di tonnellate di sostanze chimiche, e la maggior parte di esse è pericolosa. La produzione chimica globale è quasi raddoppiata negli ultimi 20 anni: tra il 2000 e il 2017, la capacità produttiva dell'industria chimica globale è passata da 1,2 a 2,3 miliardi di tonnellate. L'Europa è il secondo produttore di prodotti chimici al mondo<sup>1</sup>. Il 73% di tutte le sostanze chimiche prodotte annualmente in Europa è pericoloso per la salute umana e/o per l'ambiente<sup>2</sup>, e questa percentuale rappresenta 220 milioni di tonnellate di sostanze chimiche<sup>3</sup>. Man mano che l'industria e i suoi mercati sono cresciuti, è aumentato anche il commercio internazionale di sostanze chimiche di sintesi, ad esempio, il valore delle esportazioni di prodotti chimici dalla Cina è aumentato del 15% dal 2013. Le sostanze chimiche si trovano ormai quasi ovunque. L'industria chimica è la seconda più grande industria manifatturiera al mondo, con vendite globali che hanno totalizzato 5,68 trilioni di dollari nel 2017. Si prevede che il valore dell'industria chimi-

## Corrispondenza

Vitalia Murgia  
vitalia.murgia@gmail.com

**How to cite this article:** Murgia V. Le sostanze chimiche di sintesi: conseguenze ambientali di prodotti strategici per la vita moderna. Il Medico Pediatra 2023;32(4):10-17. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-18>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

ca globale raddoppierà entro il 2030<sup>4</sup>. Insomma, i prodotti chimici fanno parte della nostra esistenza e hanno contribuito sicuramente a rendere più comoda la nostra quotidianità, a migliorare la nostra salute (farmaci) e la sicurezza alimentare, ma sono comunque una medaglia a due facce. Margot Wallström (ex vicepresidente della Commissione europea e tra i fautori della normativa Europea REACH, che mira a rendere più sicuro l'uso delle sostanze chimiche), ha affermato che: "le sostanze chimiche sono sia una benedizione che una maledizione". Molti esperti sono d'accordo nel sostenere che la transizione ecologica non possa essere realizzata senza eliminare le sostanze chimiche pericolose dai nostri prodotti e dalla nostra vita quotidiana.

Purtroppo, sostanze chimiche dannose come i PFAS, la cui tossicità era nota alle industrie produttrici da almeno 40 anni, hanno continuato a essere riversate nell'ambiente in quantità rilevanti, creando un problema globale di contaminazione di difficile soluzione.

La produzione dell'UE-27 di sostanze chimiche pericolose per la salute è stata di 209 milioni di tonnellate nel 2019, di cui 33 milioni di tonnellate di sostanze cancerogene, mutagene e tossiche per la riproduzione (CMR). A queste si sommano altri 95 milioni di tonnellate di sostanze tossiche per l'ambiente. Sempre nell'UE, le vendite di pesticidi sono state stimate a circa 355.000 tonnellate nel 2021<sup>5</sup>. Nel 2019 sono state prodotte in Europa quasi 58 milioni di tonnellate di plastica, a fronte di un riciclo nel 2018 di soli 9,4 milioni di tonnellate<sup>6</sup>.

A tutto ciò si deve sommare, globalmente, anche il carico dovuto alle emissioni e ai rifiuti in fase produttiva. Nella produzione di farmaci, ad esempio, vengono generati da 25 a oltre 100 kg di emissioni e rifiuti per ogni kg di prodotto<sup>7</sup>.

Il documento sulla Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 sostiene che: "...l'inquinamento è una delle principali cause della perdita di biodiversità ed è dannoso per la nostra salute e l'ambiente...La biodiversità è in sofferenza: il rilascio di nutrienti, pe-

sticidi, prodotti farmaceutici, sostanze chimiche pericolose, con le acque reflue urbane e industriali e altri rifiuti, tra cui quelli dispersi nell'ambiente e le materie plastiche, sono tutte pressioni che occorre decisamente ridurre<sup>8</sup>".

Le sostanze chimiche pericolose diffuse nell'aria, nell'acqua, negli alimenti, nei beni di consumo e negli ambienti lavorativi hanno la potenzialità di causare una vasta gamma di malattie, compresi il cancro, le malformazioni fetali, le patologie dell'apparato respiratorio, endocrino, cardiovascolare e urinario, così come disturbi dello sviluppo neurologico e immunitario.

Queste affermazioni, tratte da un recente documento dell'Organizzazione Mondiale della Salute<sup>9</sup>, forniscono il contesto scientifico che sottolinea la serietà del problema che il mondo si trova ad affrontare. Le prospettive oltre il 2020 sono incerte per una serie di ragioni: si prevede che la produzione mondiale di sostanze chimiche aumenterà e sarà perciò più comune una maggiore esposizione; l'esigenza di riciclare le risorse e un'economia circolare può mantenere le popolazioni esposte all'eredità di sostanze chimiche nei prodotti riciclati; l'aumento degli allagamenti da esondazioni dovuti ai cambiamenti climatici può mobilitare di nuovo le sostanze chimiche depositate<sup>10</sup>.

A tutto ciò si aggiunge il fatto che delle molte migliaia di sostanze chimiche riversate nell'ambiente, la maggior parte non è stata testata adeguatamente dal punto di vista della sicurezza e, tra quelle studiate, relativamente poche sono state confermate come sicure per il feto e il bambino. Delle circa 4.500 sostanze chimiche considerate prioritarie dall'ECHA, circa 3.000 sono all'interno di una "zona grigia" e non hanno informazioni sufficienti per decidere sui rischi che comportano. Insomma, si può/deve fare molto per cambiare questa situazione e i medici, in particolare i pediatri, devono essere fortemente coinvolti nel cambiamento. Vista la vastità dell'argomento, verranno affrontati solo alcuni dei numerosissimi inquinanti chimici che possono influire negativamente sulla salute del bambino.

## Quali contaminanti influiscono maggiormente sulla salute dei bambini?

Tra i principali contaminanti tossici cui i bambini possono essere esposti cronicamente troviamo: alcuni metalli, come piombo, mercurio, arsenico; i cosiddetti inquinanti organici persistenti (POP) come policlorodibenzo-p-diossine (PCDD); i policlorobifenili (PCB), le sostanze perfluoroalchiliche (es. PFOS, PFOA, PFNA e PFHxS); alcuni pesticidi (erbicidi, insetticidi, fungicidi e rodenticidi). I POP sono soggetti a un trattato globale, la Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti, di cui l'UE è firmataria. Altre sostanze che meritano particolare attenzione sono solventi e composti organici volatili (COV), idrocarburi policiclici aromatici, inquinanti atmosferici chimici e il PM. Alcune sostanze sono preoccupanti, perché particolarmente presenti nell'aria interna (abitazioni, scuole, uffici) in cui si soggiorna per oltre l'80% del tempo, tra questi: benzene, formaldeide, naftalene, biossido di azoto, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), tricloroetilene e tetracloroetilene<sup>11</sup>. Tra i contaminanti dell'acqua considerati di "preoccupazione emergente" troviamo le sostanze perfluoroalchiliche (PFAS), le nanoplastiche, i farmaci, le sostanze plastificanti (ftalati e bisfenolo A), l'acrilamide e i parabeni. Un totale di 312 sostanze chimiche viene classificato come "neurotossici dello sviluppo", cioè potenzialmente dannose per il cervello in via di sviluppo. In Europa, si stima che quasi 1,9 milioni di bambini nascano ogni anno con livelli di mercurio superiori ai valori raccomandati, con effetti permanenti sull'apprendimento e sullo sviluppo cerebrale. Nonostante i livelli di piombo ematico nei bambini si siano ridotti in maniera importante in seguito alla eliminazione del piombo dalla benzina, la tossicità del piombo avrebbe causato una perdita totale stimata di 23 milioni di punti QI in una coorte (da 0 a 5 anni) di bambini statunitensi analizzata nel 2011<sup>12</sup>.

Neurotossici, appartenenti a diverse categorie come pesticidi, sostanze chimiche industriali e contaminanti alimentari, sono state oggetto di studio nel progetto

DENAMIC (*Developmental neurotoxicity assessment of blends in children*), finanziato dall'Unione Europea. Il progetto si è concentrato sugli effetti neurotossici nei bambini di miscele a bassa concentrazione di biocidi (pesticidi, fungicidi, erbicidi) e inquinanti ambientali comuni, valutati con studi sperimentali. Gli esperimenti su roditori hanno dimostrato che l'esposizione precoce a tali sostanze comporta effetti persistenti sul comportamento, sulla cognizione e sull'attività motoria. I ricercatori hanno analizzato tempi di esposizione, finestre critiche durante lo sviluppo neuronale e le conseguenze sulla suscettibilità. Inoltre, hanno identificato i percorsi molecolari responsabili di alcuni comportamenti osservati e degli effetti cognitivi. È stato confermato che l'esposizione a una combinazione di sostanze chimiche, ognuna entro i limiti ritenuti non tossici, può causare tossicità per lo sviluppo neurologico. Le sostanze che interferiscono con il sistema endocrino (interferenti o distruttori endocrini), per es. il bisfenolo A, un additivo della plastica, presentano un rischio elevato, in quanto influenzano il sistema ormonale umano, causando effetti sullo sviluppo, la riproduzione, il sistema immunitario e altri aspetti della salute. La Figura 1 illustra le possibili fonti di interferenti endocrini nell'ambiente. L'aggiornamento (del 1° dicembre 2023) della pagina web della IARC sulle *Monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans* riporta 128 sostanze chimiche nel Gruppo 1, quello che comprende le sostanze sicuramente cancerogene per l'uomo; altre 95 nel gruppo 2A dei probabili cancerogeni per l'uomo, e ulteriori 323 nel gruppo 2B dei probabili cancerogeni per l'uomo. L'acido perfluoroottansolfonico (PFOS) è stato inserito nel Gruppo 2B come possibile cancerogeno per l'uomo.

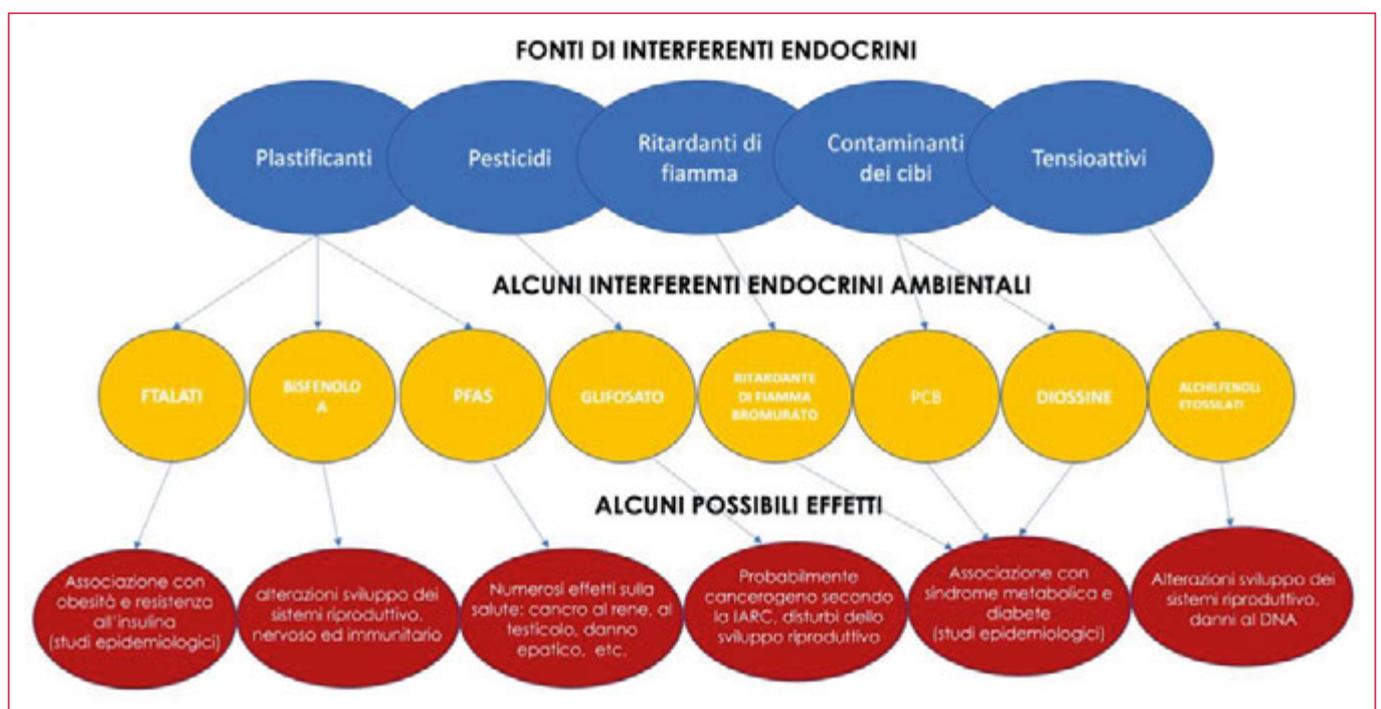
Sostanze chimiche industriali, compresi noti agenti cancerogeni e loro residui, sono state rilevate nel sangue e nei tessuti di tutte le popolazioni, compresi i nati e i bambini e nel latte materno.

## La particolare suscettibilità dei bambini ai contaminanti chimici

L'età pediatrica, che comprende tutte le fasi dello svi-

FIGURA 1.

Possibili fonti di interferenti endocrini ambientali e alcuni loro effetti sul metabolismo e sulla salute. PFAS; sostanze per-poli fluoroalchiliche; PCB; policlorobifenili (Dioxin-like e Non dioxin-like) (da: Murgia, 2021, mod.)<sup>11</sup>.



luppo – fetale, neonatale (0-1 mese), prima infanzia (infanti 1-23 mesi), seconda infanzia (bambini 2-12 anni) e adolescenza (12-18 anni) – si caratterizza per una maggiore suscettibilità ai contaminanti ambientali e spesso presenta un rischio più elevato di danni da contaminazione ambientale rispetto alla popolazione adulta. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), le ragioni alla base della diversa suscettibilità dei bambini possono essere suddivise in tre categorie principali:

- **Fisiologia di Sviluppo Dinamica:** i bambini presentano una fisiologia di sviluppo dinamica, il che significa che possono essere esposti a livelli più elevati di inquinanti atmosferici, idrici e alimentari. In confronto agli adulti, i bambini hanno bisogno di un maggiore apporto energetico per la crescita e lo sviluppo e ciò comporta una maggiore richiesta di ossigeno, di alimenti e di acqua per unità di

peso corporeo. Pertanto, il loro contatto e il rischio di assorbimento di sostanze tossiche saranno maggiori di 2-3 volte rispetto agli adulti per quanto riguarda i cibi e di 5-7 volte per quanto riguarda l'acqua. Le esposizioni sono gestite dai sistemi immaturi del bambino in modo significativamente diverso rispetto ai sistemi maturi dell'adulto. Inoltre, le funzioni fisiologiche e le strutture anatomiche del bambino maturano, si differenziano e si sviluppano in fasi conosciute come "finestre di sviluppo". Queste "finestre critiche di vulnerabilità" rendono i bambini più suscettibili alle sostanze capaci di alterare la normale funzione e struttura dell'organismo in crescita.

- **Esposizione Differenziata ai Rischi Ambientali:** I bambini sono spesso esposti a rischi ambientali in modi diversi, talvolta specifici per le varie fasi dello sviluppo, rispetto alla popolazione adulta.

Siccome tendono a mettere oggetti in bocca e giocano di più sul pavimento sono più vicini a superfici potenzialmente contaminate. Nel microambiente del pavimento e del terreno sono esposti a un mix complesso di sostanze contaminanti inclusi i pesticidi, che derivano da numerose fonti come l'aria atmosferica, particelle e varie fonti indoor. Alcuni gas tossici sono più pesanti dell'aria e dello strato vicino al pavimento e perciò si depositano al suolo (es. pesticidi aerosolizzati, monossido di carbonio, vapore di mercurio, e radon).

- **Aspettativa di Vita Prolungata:** I bambini hanno un'aspettativa di vita più lunga, consentendo agli effetti di una sostanza tossica con un periodo di latenza prolungato di manifestarsi nel tempo. Inoltre, i bambini hanno più tempo per convivere con un danno tossico, il che potrebbe tradursi in un carico maggiore di malattie e disabilità derivanti da tali esposizioni.

## Contaminazione chimica e problemi del neurosviluppo

Nell'arco degli ultimi 12 anni, si è assistito a un notevole e in alcuni aspetti drammatico aumento della prevalenza delle sindromi dello spettro autistico. Secondo dati provenienti dagli Stati Uniti, la prevalenza del disturbo dello spettro autistico nella classe di età di 8 anni è passata da 1 bambino su 150 negli anni 2000-2002 a 1 bambino su 54 nel 2016<sup>13</sup>. Questo fenomeno è così significativo da non poter essere attribuito esclusivamente a una maggiore consapevolezza dei pediatri sul problema e all'incremento delle capacità diagnostiche dei medici<sup>14</sup>.

Ricerche condotte presso il Children's Hospital di Los Angeles e l'Università della California hanno individuato evidenze che collegano la residenza in prossimità di un'autostrada a un aumento del rischio di autismo. Le donne con elevata esposizione agli ftalati durante la gravidanza riportano più frequentemente comportamenti disturbati nei loro figli. Cinque sostanze chimiche industriali sono state identificate come attendibili neurotossici dello sviluppo: piombo, metilmercurio, arsenico, PCB e

toluene. Inoltre, 201 sostanze chimiche sono state segnalate come cause di lesioni al sistema nervoso negli adulti, principalmente legate a esposizioni professionali, incidenti, avvelenamenti o tentativi di suicidio. Oltre 1000 sostanze chimiche sono state identificate come neurotossiche negli animali da laboratorio<sup>15</sup>.

Ci sono evidenze che i meccanismi epigenetici, per es. la metilazione del DNA, svolgono un ruolo significativo nell'eziologia dei disturbi dello spettro autistico combinando fattori genetici e ambientali che disregolano i processi di sviluppo neurologico<sup>16</sup>. Non tutto è chiaro in questo campo. Sarebbe utile un ulteriore approfondimento sulle finestre critiche di vulnerabilità dello sviluppo neurologico e una valutazione dell'adeguatezza dei modelli attuali per la valutazione degli impatti da multiple esposizioni chimiche (rischio cumulativo). Approcci che permetterebbero di migliorare la comprensione del ruolo dei fattori ambientali nell'eziologia del disturbo dello spettro autistico<sup>16</sup>.

## Il piombo: un neurotossico dello sviluppo

I bambini al di sotto dei cinque anni sono particolarmente vulnerabili all'avvelenamento da piombo, principalmente a causa delle peculiarità specificate più sopra. I livelli ematici di piombo tendono ad aumentare rapidamente tra i 6 e i 12 mesi di età, raggiungendo spesso il picco tra i 18 e i 36 mesi. I bambini assorbono una percentuale più elevata del piombo ingerito rispetto agli adulti, con un tasso di assorbimento gastrointestinale che può arrivare al 53%. Il sistema nervoso dei bambini è ancora in via di sviluppo, la barriera ematoencefalica non è ancora del tutto impermeabile, questo e la suscettibilità descritta in precedenza giustificano la loro particolare vulnerabilità alla neurotossicità del piombo. L'esposizione al piombo può compromettere fenomeni cruciali per il neurosviluppo, come la divisione cellulare, la migrazione, la sinaptogenesi e la maturazione delle sinapsi. La neurotossicità del piombo può essere amplificata dalla contemporanea esposizione ad altri neurotossici. Vivere in prossimità di siti industriali e zone contaminate comporta un aumentato rischio di esposizione al piombo. Studi condotti in aree

fortemente inquinate, come Taranto, hanno evidenziato che l'esposizione al piombo e la distanza dalle fonti industriali sono correlate a impatti cognitivi negativi, specialmente nei bambini provenienti da famiglie socialmente svantaggiate. I risultati di questi studi indicano che, in condizioni socioeconomiche svantaggiate, anche basse concentrazioni di piombo nel sangue possono influire negativamente sullo sviluppo neurocognitivo<sup>17</sup>. Un ambiente abitativo e familiare sfavorevole può amplificare la tossicità dell'esposizione chimica, con un impatto più pronunciato nelle comunità già vulnerabili. I livelli ematici di piombo sono risultati associati a problemi sociali e comportamento aggressivo, mentre quelli urinari di arsenico a depressione ansiosa, disturbi somatici e problemi di attenzione. Il declinare delle concentrazioni di metalli pesanti con l'aumentare della distanza dal sito industriale conferma l'importanza della fonte di contaminazione industriale. La sinergia tra differenti agenti inquinanti può intensificare gli impatti dell'esposizione, come nel caso di piombo e arsenico<sup>18</sup>, evidenziando l'importanza, in ambito tossicologico, di valutare anche la complessità delle miscele tossiche presenti nell'ambiente, anziché limitarsi a fissare limiti di sicurezza per singoli agenti isolati. L'esposizione prenatale al piombo può determinare impatti negativi sullo sviluppo neurologico del bambino, indipendentemente dai livelli di piombo nel sangue dopo la nascita. Al fine di assicurare la sicurezza dei bambini, è cruciale ridurre in modo significativo la presenza di piombo nell'ambiente, sia per i piccoli già nati che per coloro in attesa di nascere. L'esposizione al piombo, persino a concentrazioni inferiori a 5 µg/dL (50 ppb), emerge come un fattore causale per il declino delle capacità intellettuali, risultati scolastici inferiori, tassi più elevati di disturbi neurocomportamentali come l'iperattività e il deficit di attenzione, nonché una riduzione del peso alla nascita nei neonati. L'*American Academy of Pediatrics* sostiene che esistono prove concrete che la tossicità da piombo costituisce uno dei principali fattori di rischio per lo sviluppo di comportamenti antisociali, tra cui disturbi della condotta, delinquenza e comportamenti criminali. È

tuttavia cruciale riconoscere che tali problematiche sono influenzate anche da vari altri fattori<sup>12</sup>.

Esistono evidenze crescenti del legame tra disturbi del neurosviluppo e l'esposizione a varie classi di sostanze chimiche come i ritardanti di fiamma, le sostanze plastificanti e gli interferenti endocrini. Il metilmercurio, noto per la sua neurotossicità, è stato associato allo sviluppo dell'epilessia e a disabilità intellettuale<sup>19</sup>.

## Il danno generale alla salute dell'uomo e dell'ambiente

Nel report *The Public Health Impact Of Chemicals: Knowns And Unknowns*, l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che il numero complessivo di decessi dovuti all'effetto diretto di sostanze chimiche, note e sconosciute, presenti nell'ambiente, sia di circa 1.900.000 all'anno. Inoltre, l'inquinamento chimico contribuisce alla perdita di 47.235.972 *Disability-Adjusted Life Years* (DALYs), che rappresentano la somma degli anni persi per disabilità (YLD) e degli anni di vita persi per mortalità prematura. Gli agenti cancerogeni professionali sarebbero la causa del 2-8% di tutti i tumori e il 14% dei tumori polmonari sarebbe attribuibile a inquinamento atmosferico ambientale, il 17% all'inquinamento atmosferico domestico, il 2% al fumo passivo e il 7% agli agenti cancerogeni professionali. Un caso particolare è quello del Veneto colpito dal più grande sversamento industriale di PFAS d'Europa, sostanze ritenute pericolosamente tossiche anche dall'*European Environment Agency* (EEA), con contaminazione diffusa nelle falde acquifere sotterranee, nelle acque superficiali e in quelle potabili che ha interessato anche i terreni, le colture (molti vegetali), alcuni prodotti animali, le uova e altri cibi. Il biocumulo delle PFAS raggiunge livelli elevatissimi nelle popolazioni venete residenti nelle aree di contaminazione più elevata. Inoltre, sempre in quell'area, sono stati osservati livelli di mortalità più elevati per alcune cause di morte, possibilmente associati all'esposizione a PFAS, nei comuni contaminati rispetto a quelli non contaminati con status socioeconomico e abitudini al fumo simili<sup>20</sup>. Anche gli ecosistemi e gli animali che li

abitano risentono, a volte pesantemente, dell'inquinamento chimico con danno acuto e cronico. I danni da contaminazione chimica dell'ambiente non si limitano alle esposizioni acute e ai problemi che si manifestano a breve termine. Gli effetti delle esposizioni croniche a lungo termine e di basso livello possono essere ugualmente deleteri, e purtroppo sono molto meno facili da correlare con le sostanze chimiche che li provocano. Nel valutare il peso dell'inquinamento chimico sull'ambiente non si può non accennare, anche solo brevemente, agli oneri sociali ed economici che esso determina. Un comitato di scienziati ha stimato che i costi sanitari nella EU derivanti dall'esposizione ai soli interferenti endocrini siano in media di 157 miliardi di euro all'anno che corrispondono ad almeno l'1,23% del PIL del continente<sup>21</sup>. La perdita di quoziente intellettivo (QI) da sola contribuirebbe al peso complessivo con 32-184 miliardi di euro. È stato dimostrato, infatti, che quasi tutti i neonati potrebbero perdere alcuni punti di QI a causa dell'esposizione (principalmente) prenatale agli interferenti endocrini. Questa stima interessa solo la perdita indiretta, cioè la perdita di reddito dovuta a un QI inferiore, e quindi non rappresenta le spese effettive sanitarie e sociali come quelle per farmaci e trattamenti<sup>22</sup>.

## Conclusioni

È evidente che per risolvere alla radice questo problema occorre lavorare secondo una logica One Health, riconoscendo che la salute degli esseri umani, degli animali domestici e selvatici, delle piante e dell'ambiente in generale (compresi gli ecosistemi) sono strettamente collegati e interdipendenti. La soluzione va perciò cercata con un approccio integrato e unificante che miri a bilanciare e ottimizzare in modo sostenibile la salute delle persone, degli animali e degli ecosistemi. È fondamentale agire in un'ottica di prevenzione primaria riducendo all'origine il peso ambientale delle sostanze chimiche. Aziende, istituzioni, organizzazioni e individui, ognuno per la propria parte, devono giocare un ruolo chiave con scelte mirate nelle pratiche di produzione, nelle modalità di smaltimento, nelle regolamentazioni e nei comportamenti di consumo. Le

loro azioni devono avere un impatto diretto o indiretto sulla produzione e sulla sostenibilità delle sostanze chimiche. È sempre più evidente che la progettazione e l'adozione di prodotti chimici più sicuri, insieme a processi di produzione sostenibili, sono essenziali per ridurre le emissioni lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti chimici e dei manufatti che li contengono, compresi i processi di riutilizzo, riciclaggio e smaltimento. Occorre intervenire molto più velocemente con percorsi di bonifica dei numerosissimi siti contaminati. Infine, se vogliamo preservare la salute delle future generazioni di bambini, noi pediatri dobbiamo diventare protagonisti della richiesta di cambiamento. Possiamo fare molto per orientare comportamenti e scelte più sicure da parte dei genitori e per influire sulle decisioni dei politici e delle istituzioni.

## Bibliografia

- CEPIC 2023. Facts and figures of the european chemical industry (<https://cefic.org/a-pillar-of-the-european-economy/facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry/profile>).
- Eurostat 2022. Chemicals production and consumption statistics ([https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Chemicals\\_production\\_and\\_consumption\\_statistics#Total\\_production\\_of\\_chemicals](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Chemicals_production_and_consumption_statistics#Total_production_of_chemicals)).
- Lenquist A. Transitioning the chemical market. Field Actions Science Reports [Online] 2022 (Special Issue);24. Online since 07 October 2022, connection on 09 November 2022 (<http://journals.openedition.org/factsreports/6949>).
- UNEP, Global Chemicals Outlook II: from legacies to innovative solutions, 2019. See also: OECD, Saving Costs in Chemical Management, 2019.
- Eurostat 2023. Agri-environmental indicator – consumption of pesticides ([c.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_consumption\\_of\\_pesticides&stable=1](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_consumption_of_pesticides&stable=1)).
- PlasticsEurope 2020. Plastics – the facts 2020 an analysis of European plastics production, demand and waste data ([https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics\\_the\\_facts-WEB-2020\\_versionJun21\\_final.pdf](https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics_the_facts-WEB-2020_versionJun21_final.pdf)).
- Sheldon RA. The E factor 25 years on: the rise of green chemistry and sustainability. Green Chem 2017;19:18-43.
- Commissione EU 2020. Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380>).
- World Health Organization Regional Office for Europe. Fact sheets on sustainable development goals: health targets. Hazardous Chemicals (<https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2017-2372-42127-58020>).
- EEA 2018. European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/airs/2018/environment-and-health/production-of-hazardous-chemicals>).
- Murgia V. Inquinamento da sostanze chimiche: dimensioni del problema e conseguenze sulla salute umana. Il Cesalpino 2021/54 - Ambiente e salute (<https://www.omceoar.it/archivio-edizioni-pdf>).
- AAP 2016. Council on Environmental Health. Prevention of childhood lead toxicity. Pediatrics 2016;138:E20161493. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1493> Erratum in: Pediatrics 2017;140: Erratum in: Pediatrics 2020 Jun.

- <sup>13</sup> Maenner MJ, Shaw KA, Baio J, et al. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years — autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2016. *MMWR Surveill Summ* 2020;69(SS-4):1-12 (<https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/ss/pdfs/ss6904a1-H.pdf>).
- <sup>14</sup> Baio J, Wiggins L, Christensen DL, et al. Prevalence of autism spectrum disorder among children aged 8 years - autism and developmental disabilities monitoring network, 11 sites, United States, 2014. *MMWR Surveill Summ* 2018;67:1-23.
- <sup>15</sup> Grandjean P, Landrigan PJ. Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *Lancet Neurol* 2014;13:330-338.
- <sup>16</sup> Bölte S, Girdler S, Marschik PB. The contribution of environmental exposure to the etiology of autism spectrum disorder. *Cell Mol Life Sci* 2019;76:1275-1297. <https://doi.org/10.1007/s00018-018-2988-4>
- <sup>17</sup> Lucchini RG, Guazzetti S, Renzetti S, et al. Neurocognitive impact of metal exposure and social stressors among schoolchildren in Taranto, Italy. *Environ Health* 2019;18:67. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0505-3>
- <sup>18</sup> Renzetti S, Cagna G, Calza S, et al. The effects of the exposure to neurotoxic elements on Italian schoolchildren behavior. *Sci Rep* 2021;11:9898. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88969-z>
- <sup>19</sup> WHO 2017. Don't pollute my future! The impact of the environment on children's health. © World Health Organization 2017 (<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254678/WHO-FWC-IHE-17.01-eng.pdf?sequence=1>).
- <sup>20</sup> Mastrantonio M, Bai E, Uccelli R, et al. Drinking water contamination from perfluoroalkyl substances (PFAS): an ecological mortality study in the Veneto Region, Italy. *Eur J Public Health* 2018;28:180-185.
- <sup>21</sup> Trasande L, Zoeller RT, Hass U, et al. Estimating burden and disease costs of exposure to endocrine-disrupting chemicals in the European union. *J Clin Endocrinol Metab* 2015;100:1245-1255. <https://doi.org/10.1210/jc.2014-4324>
- <sup>22</sup> Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Toxicology Division, University of Utrecht. Health costs that may be associated with endocrine disrupting chemicals, 2016 ([https://www.uu.nl/sites/default/files/rijk\\_et\\_al\\_2016\\_-\\_report\\_iras\\_-\\_health\\_cost\\_associated\\_with\\_edcs\\_3.pdf](https://www.uu.nl/sites/default/files/rijk_et_al_2016_-_report_iras_-_health_cost_associated_with_edcs_3.pdf)).

ilmedicopediatra 2023;32(4):18-25;  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-16

# Un inquinamento ambientale emergente: i farmaci

Sergio Bernasconi

Microbiome Research Hub, Università degli Studi di Parma

## Riassunto

Numerosi studi hanno documentato l'ampia diffusione ambientale dei prodotti farmaceutici (PF), intesi sia come farmaci originali sia come loro metaboliti o prodotti di trasformazione. In Europa essi provengono soprattutto dai sistemi di depurazione che, nella maggior parte dei casi, non riescono a eliminarli completamente, per cui vengono rilasciati nelle acque di effluvio. La loro presenza è stata rilevata sia nelle acque di superficie sia in quelle di profondità. Si trovano anche nei terreni, perché le acque di depurazione e i fanghi vengono spesso utilizzati per uso agricolo. L'ambiente acquatico ne viene coinvolto e tracce di PF sono rintracciabili in varie specie di animali marittimi e fluviali. Da ciò emerge sempre maggiore la preoccupazione che anche la salute umana possa essere danneggiata. In particolare, l'attenzione delle ricerche è posta sul ruolo che i PF possono svolgere nel determinare antibiotico-resistenza in vari batteri. Vi può essere inoltre un ruolo sinergico con gli interferenti endocrini dannosi per l'uomo sia per la co-presenza negli stessi ambienti, sia per la possibilità che anche farmaci di uso comune svolgano un'azione di interferenza endocrina. È pertanto necessario che venga potenziata una comune azione di contrasto a questo tipo di inquinamento, che inizi dalla formulazione di farmaci non dannosi all'ambiente e coinvolga la popolazione in generale, e i sanitari in particolare, in un'opera di educazione all'uso corretto delle terapie farmacologiche.

## Corrispondenza

Sergio Bernasconi

sbernasconi3@gmail.com

**How to cite this article:** Bernasconi S. Un inquinamento ambientale emergente: i farmaci. Il Medico Pediatra 2023;32(4):18-25. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-16>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

**Parole chiave:** farmaci dispersi nell'ambiente, rischi per la salute

## Introduzione

Una particolare attenzione è stata posta negli ultimi anni ai cosiddetti

ti contaminanti emergenti (*Emerging Contaminants*, ECs) un termine utilizzato per la prima volta dai ricercatori per definire inquinanti che venivano riscontrati sempre più frequentemente nei corsi d'acqua, anche se in quantità molto basse <sup>1</sup> e successivamente usato per indicare sostanze chimiche non regolamentate, ossia non sottoposte a monitoraggio di routine o a controlli di emissione, ma solo sotto osservazione ai fini di una futura regolamentazione. Si può trattare di prodotti sintetizzati di recente o conosciuti da anni <sup>2</sup>. Tra gli ECs, oltre a composti per l'igiene e la cura personale, per materiale di costruzione edile, per la protezione delle piante e per l'uso come biocidi o pesticidi, si rilevano varie categorie di prodotti farmaceutici (PF). È stato calcolato che siano circa 4000 le sostanze farmacologicamente attive attualmente utilizzate a livello mondiale <sup>3</sup> ed è previsto in futuro un netto aumento del loro consumo riconducibile a vari fattori quali:

- 1) l'inserimento nelle farmacopee di nuovi PF;
- 2) l'incremento nell'uso di quelli attualmente utilizzati per le maggiori disponibilità economiche in varie aree geografiche continentali e per l'invecchiamento della popolazione, con conseguente incremento delle malattie croniche (cardiovascolari, oncologiche, neurodegenerative);
- 3) la non corretta utilizzazione (abuso e autoprescrizione).

A dimostrazione della necessità da un lato di meglio approfondire le nostre conoscenze sui possibili rischi ecologici e sanitari connessi agli ECs e dall'altro di sensibilizzare i cittadini dell'UE, il Parlamento europeo ha recentemente emesso la Risoluzione "Approccio strategico riguardo all'impatto ambientale dei farmaci" con cui "invita gli Stati membri e la Commissione a promuovere formazioni per gli operatori sanitari, inclusi veterinari, medici e farmacisti e campagne di sensibilizzazione per i pazienti su un uso accorto dei farmaci, quali gli antimicrobici, gli antidepressivi o i liquidi di contrasto; invita gli attori della catena di approvvigionamento farmaceutico a contribuire a fornire

a pazienti e allevatori informazioni adeguate sulle possibili ripercussioni negative sull'ambiente di uno smaltimento scorretto dei farmaci; chiede che l'etichettatura delle confezioni preveda un pittogramma adeguato che informi i consumatori su come smaltire correttamente i medicinali inutilizzati" <sup>4</sup>.

## Provenienza

Le fonti di provenienza dei PF presenti nell'ambiente sono diverse e coinvolgono le fasi che vanno dalla produzione all'utilizzo nell'uomo e/o nell'animale fino allo smaltimento. In base a un'indagine svolta in vari paesi europei è stata fornita un'informazione articolata sulle modalità di dispersione (vedi Tabella I).

Tra le fonti principali è indicato il sistema di depurazione a cui giungono gli scarichi domestici, ospedalieri, industriali e quelli provenienti da allevamenti animali. Per quanto riguarda l'origine umana va tenuto presente che i PF utilizzati, in percentuale variabile dal 10 al 90%, vengono eliminati dal nostro organismo o immo­dificati sotto forma di porzioni o di metaboliti <sup>5</sup> e riversati nel sistema fognario. Per esempio, il 25% della carbamazepina non viene assorbito a livello intestinale, ma eliminato nelle feci e il 2-3% con le urine <sup>6</sup>. Gli impianti di depurazione convenzionali sono però in grado di estrarre solo una percentuale (differente per le varie tipologie) dei PF che a essi giungono dal sistema fognario, anche con variabilità stagionali, e non riescono quindi a impedire la diffusione ambientale tramite le proprie acque reflue <sup>7</sup>.

Per esempio, è stato riscontrato che può essere rimosso il 50% di propanololo e solo il 16% di carbamazepina <sup>8</sup>. Si stanno studiando sistemi tecnologici per migliorare l'efficienza di depurazione <sup>9,10</sup>, ma le soluzioni finora proposte non sono completamente soddisfacenti oltre a essere molto costose <sup>11</sup> e, di conseguenza, difficilmente applicabili su scala mondiale anche considerando che in ampie zone dell'Asia, dell'Africa e dell'America Latina i sistemi di depurazione tradizionali, con i limiti sopraccitati, sono presenti in percentuali molto basse, variabili dal 20 al 50% <sup>11</sup>. Nel sistema fognario vengono riversa-

**TABELLA I.****Principali fonti di diffusione ambientale dei PF (Approccio strategico dell'Unione europea riguardo all'impatto ambientale dei farmaci-Bruxelles, 11.3.2019 COM(2019) 128 final).**

*La diffusione dei farmaci nell'ambiente avviene principalmente attraverso:*

- lo scarico di effluenti provenienti dagli impianti di trattamento di acque reflue urbane (acque di scarico) contenenti farmaci escreti e farmaci inutilizzati gettati nel lavabo o nel gabinetto, nonostante l'esistenza di sistemi di raccolta;
- lo spandimento degli effluenti di allevamento; e
- l'acquacoltura, nell'ambito della quale i farmaci vengono spesso somministrati insieme ai mangimi.

*Tra le altre fonti si possono citare:*

- lo scarico di effluenti provenienti da impianti di produzione (soprattutto al di fuori dell'Unione);
- lo spandimento di fanghi di depurazione contenenti, ad esempio, farmaci eliminati dalle acque reflue;
- il pascolo del bestiame;
- la cura degli animali da compagnia;
- lo smaltimento improprio in discarica di farmaci inutilizzati e di rifiuti contaminati.

**TABELLA II.****Percentuale di persone intervistate in Stati UE e non UE che utilizza/non utilizza la raccolta specifica per farmaci (da Rogowska et al., 2019. mod.)<sup>8</sup>.**

Paese	% di intervistati che elimina i PF non più utilizzati riversandoli nel gabinetto o mescolandoli ai rifiuti generici	% di intervistati che riporta i PF alle farmacie per la raccolta speciale
Portogallo		69
Svezia		43
Gran Bretagna		21,8
Serbia		4
Lituania		3
Cipro	92,4	
Ghana	80	
Polonia	68	
Arabia Saudita	62,9	
Hong Kong	53,9	

ti inoltre anche i farmaci non utilizzati e/o scaduti. Nella Tabella II sono indicate le percentuali di persone intervistate in vari paesi, a cui è stato chiesto di specificare le modalità con cui eliminano i PF a uso domiciliare non più utilizzati. Va tenuto presente, per quanto riguarda gli Stati membri della UE, che le direttive centrali hanno da molti anni stabilito che ogni Stato deve organizzare uno specifico sistema di raccolta, in particolare presso le farmacie.

Tra i sistemi con cui i PF vengono diffusi nell'ambiente, come ricordato nella Tabella I, vi è anche l'utilizzazione di acqua e fanghi di depurazione. Poiché è stato calcolato che in Europa circa il 70% dei reflussi dei depuratori viene impiegato come irrigazione agricola<sup>12</sup> ne consegue che vi può essere una contaminazione dei terreni e un possibile passaggio dei PF nei prodotti agricoli<sup>13</sup>.

## Diffusione ambientale

Oltre al suolo <sup>14</sup> e, in particolare, quello a uso agricolo con la conseguente possibilità che, attraverso i prodotti alimentari (in particolare, frutta e verdura), i PF arrivino all'uomo <sup>15</sup>, l'ambiente più studiato è quello delle acque superficiali e profonde.

Wilkinson et al. <sup>16</sup> (Wilkinson) hanno valutato 1052 campioni di acqua provenienti da 258 fiumi di 104 paesi rappresentanti tutti i continenti e corrispondenti a un'area di circa 500 milioni di abitanti e hanno concluso che in oltre il 25% delle località la presenza di PF può costituire un fattore di rischio per l'ambiente e/o per la salute umana. I PF possono essere presenti anche nelle acque di profondità, da cui proviene il 60% circa dell'acqua potabile utilizzata nei paesi UE (il rimanente 40% deriva dalle acque superficiali o da altre fonti).

Analisi eseguite in Francia sull'acqua potabile hanno riscontrato la presenza di 25 dei 52 PF testati. L'acido salicilico era quello più frequentemente presente ma piccole quantità di carbamazepina e atenololo erano dosabili in un terzo circa dei campioni <sup>17</sup>. In una regione della Catalogna sono stati riscontrati livelli dosabili di undici antibiotici nelle acque profonde <sup>18</sup>.

Nelle acque marine di tutto il mondo è stata evidenziata la presenza di circa 300 PF appartenenti alle varie classi farmacologiche in concentrazioni variabili da pochi ng/L fino a 100 µ/L <sup>19</sup>. La loro persistenza nell'ambiente è influenzata da molte variabili fisico-chimiche, ma il continuo rilascio conferisce loro un comportamento che è stato definito di pseudo-persistenza <sup>19</sup>.

## Quali PF?

Nella Tabella III sono indicati i PF più frequentemente ritrovati a livello ambientale. A dimostrazione di come l'uso di nuovi PF e/o l'aumentato impiego di PF già noti aumenti la contaminazione ambientale, nella recente e attuale epidemia da COVID-19 è stata riscontrata la presenza nelle acque di superficie sia di Desametazone sia dell'antivirale Remdesivir <sup>20</sup>, i due farmaci maggiormente utilizzati a scopo terapeutico.

## Impatto sugli ecosistemi

L'attenzione dei ricercatori si è focalizzata soprattutto sull'ecosistema marino <sup>21</sup>, poiché nelle acque dei fiumi, degli estuari e lungo le coste convergono molte delle sostanze contaminanti prodotte dalle attività umane <sup>22</sup> e praticamente non esiste ecosistema marino che non ne sia coinvolto <sup>23</sup>. PF originali o loro prodotti di trasformazione (derivati dalla degradazione e/o dalla metabolizzazione e di cui non conosciamo ancora esattamente la potenziale tossicità <sup>24</sup> e che vengono

### TABELLA III.

#### Farmaci di maggior riscontro nell'ambiente secondo la Letteratura internazionale.

Ibuprofene, acido acetilsalicilico, acetaminofene

Diazepam

Sulfametoxazolo, tetraciline, trimetoprim, eritromicina, claritromicina, ciprofloxacina, lincomicina, clindamicina

Fluoxetina

Carbamazepina

Atenolo, sartani, propranololo

Estrone, estriolo, 17 beta-estradiolo

17 beta-etinilestradiolo

Clofibrato, benzafibrato

### TABELLA IV.

#### Esempi di classi farmacologiche ritrovate in specie acquatiche (da Carter et al., 2019, mod.) <sup>25</sup>.

Classe farmacologica
Analgesici
Antibiotici
Antidepressivi
Antidiabetici
Antiepilettici
Antiipertensivi
Antiinfiammatori
Antineoplastici
Antipsicotici
Antivirali

compresi nella denominazione di ingredienti farmaceutici attivi (*Active Pharmaceuticals substances, APIs*) sono stati trovati in varie specie di animali marini (vedi Tabella IV).

Particolare interesse rivestono recenti studi che dimostrano nei pesci alterazioni comportamentali dovute a farmaci antipsicotici <sup>26</sup>.

Tali fenomeni vengono spiegati dal fatto che questi animali condividono con l'uomo molti neurotrasmettitori. Monoamine quali la serotonina, la dopamina e la norepinefrina si ritrovano infatti sia nei vertebrati, sia in molti invertebrati quali insetti, anfibi e pesci <sup>27</sup>.

Attualmente risulta difficile determinare con esattezza quale sia l'effettivo rischio tossicologico nei vari ecosistemi; è necessario approfondire le ricerche tenendo conto delle molte variabili che possono entrare in gioco quali, per esempio, i diversi meccanismi di bio-accumulazione (condizionati da pH, concentrazione di ossigeno e salinità), il ruolo delle miscele di contaminanti, le caratteristiche fisico chimiche dei vari ambientali naturali e quelle biologiche degli animali che li abitano <sup>28</sup>. Per esempio, i pesci onnivori accumulano una maggiore varietà di PF delle diverse categorie rispetto ai co-abitanti pesci carnivori e insettivori <sup>29</sup>. Non va inoltre dimenticato che evidenziare i possibili danni può richiedere un lungo periodo di osservazione di un determinato habitat o naturale o ricostruito in laboratorio, perché i PF sono presenti a basse dosi per cui è difficile evidenziare un danno acuto, perché questo si può evidenziare a distanza di tempo.

### Rischi per la salute umana

L'ampia diffusione ambientale dei PF induce a valutare i possibili effetti sulla salute umana. Le attuali conoscenze non ci permettono di giungere a conclusioni definitive, ma l'attenzione è stata posta in particolare sul ruolo che i PF dispersi nell'ambiente possono svolgere nel creare popolazioni batteriche antibiotico-resistenti. Dallo studio degli effluenti dei sistemi di depurazione ospedalieri e cittadini è emerso che spesso si crea un'ideale piattaforma per la coesistenza e l'interazione tra

antibiotici, batteri e geni di resistenza (ARGs). Questi ultimi possono essere trasmessi in maniera orizzontale da un batterio a un altro con meccanismi di coniugazione, transduzione o trasformazione <sup>30</sup>.

Va infine ricordato che tra gli inquinanti chimici potenzialmente dannosi per la salute umana vi sono gli interferenti endocrini (EDCs), sostanze chimiche nella maggior parte dei casi di produzione industriale, in grado sia di interferire sulla normale omeostasi di vari sistemi endocrini (steroidogenesi per esempio), sia di contribuire alla patogenesi di malattie metaboliche e cardiovascolari <sup>31-33</sup>. Si può ipotizzare che si crei un'interazione tra PF e EDCs, poiché le due categorie di sostanze sono spesso presenti nello stesso ambiente <sup>34</sup> e poiché, inoltre, vari PF sono in grado di agire su recettori specifici nucleari e interferire quindi sui processi di crescita, di fertilità e di sviluppo del sistema nervoso centrale <sup>35</sup> particolarmente nel periodo fetale <sup>36</sup>.

### Conclusioni e prospettive future

L'indubbia, ampia dispersione ambientale degli APIs e la loro potenziale tossicità sia su vari ecosistemi sia sull'uomo (anche con i limiti conoscitivi a cui si è accennato) hanno stimolato una serie di azioni atte a raggiungere una migliore conoscenza del fenomeno, ai fini di eliminarlo o per lo meno contenerlo quanto più possibile.

Alcuni esempi che riguardano la produzione industriale di farmaci, la legislazione, lo sviluppo delle tecnologie e della ricerca e il richiamo alla responsabilità sia generale sia di particolari categorie di operatori, ci offrono un'idea delle direzioni intraprese.

Per quanto riguarda la produzione industriale, si cerca di dare sempre maggior impulso ai cosiddetti Greener Concepts, i cui capisaldi sono sintetizzati nella Tabella V <sup>37</sup>.

A livello legislativo, la Commissione europea <sup>38</sup> ha pubblicato alla fine del 2020 un documento, in cui si propone una nuova strategia per ridurre l'impatto ambientale, basata su cinque punti fondamentali:

- innovare per ottenere sostanze chimiche sicure e sostenibili nell'UE;

**TABELLA V.**

**Greener concepts per la scoperta e lo sviluppo di ingredienti farmacologicamente attivi con minore impatto sull'ambiente dopo il loro uso da parte dei pazienti (da Moermond et al., 2022, mod.)<sup>37</sup>.**

<b>G</b> ood practice for patients	Il benessere del paziente è prioritario. Le medicine devono essere sicure ed efficaci
<b>R</b> educe off-target effects	Gli APIs devono avere un'azione specifica e vi deve essere un ampio margine tra effetti farmacologici e side effects
<b>E</b> xposure reduction via less emissions	Minori emissioni dopo l'uso, per esempio con impiego di prodotti a basse dosi, personalizzati e con migliori sistemi di rilascio
<b>E</b> nvironmental (bio) degradability	Gli APIs non devono persistere nell'ambiente ed essere trasformati in molecole non persistenti nei sistemi di depurazione o nell'ambiente naturale
<b>N</b> o PBT (persistent, bioaccumulative as well as toxic) substances	Vanno eliminate le sostanze che tendono ad accumularsi nei vari passaggi della catena del cibo
<b>E</b> ffect reduction: avoid undesirable moieties	Alcuni farmaci contengono frazioni molecolari (quali i PFAS: sostanze perfluoroalchinate) di per sé stesse potenzialmente tossiche. Vanno eliminate, se non assolutamente indispensabili
<b>R</b> isk and hazard mitigation	Nel caso si preveda che gli APIs possano essere dannosi all'ambiente è necessario studiare ulteriori forme di mitigazione del rischio

**TABELLA VI.**

**Raccomandazioni da seguire nella pratica medica per ridurre e prevenire l'inquinamento da farmaci.**

Evitare le prescrizioni dubbie  
 Partecipare a momenti formativi per medici e loro staff  
 Contribuire al miglioramento degli standard di igiene e di organizzazione in ospedale  
 Informare i pazienti per evitare la dispersione di farmaci nel gabinetto o nel lavabo  
 Implementare la restituzione in farmacia dei farmaci scaduti e/o non utilizzati  
 Cercare di utilizzare farmaci meno dannosi per l'ambiente  
 Limitare al necessario l'uso di antibiotici  
 Agire sulla prevenzione delle malattie e, dove possibile, utilizzare terapie non farmacologiche  
 Prescrivere confezioni ridotte e rapportate al ciclo di cura  
 Ricordare ai pazienti di acquistare farmaci da banco solo se necessario e a non fare scorte eccessive poi non utilizzate

- rafforzare il quadro giuridico dell'UE, per affrontare preoccupazioni urgenti in materia di ambiente e di salute;
- semplificare e consolidare le misure per migliorare il quadro giuridico;
- costruire una base di conoscenze completa sulle sostanze chimiche;
- dare l'esempio di una corretta gestione globale delle sostanze chimiche.

A livello tecnologico è in atto un'ampia serie di ricerche per stabilire quale possa essere il sistema di

depurazione più efficace ed economicamente sostenibile<sup>39</sup>.

A livello di ricerca è utile che si formino gruppi multidisciplinari di ricercatori, che si stabiliscano modelli sperimentali condivisi che permettano il paragone tra i risultati delle varie ricerche, che si condivida una modalità di calcolo del rischio sia per l'ambiente sia per la salute umana.

Una riflessione particolare merita infine il fondamentale ruolo che il personale sanitario e i farmacisti dovrebbero svolgere. Poiché molti di loro non hanno

avuto una formazione specifica su questa problematica né durante il corso di laurea, né nella formazione e aggiornamento post-laurea<sup>40-42</sup>, sarebbe utile stimolare le autorità accademiche e sanitarie a includere nei percorsi formativi problematiche connesse al rapporto tra salute e ambiente con particolare attenzione, in questo caso, all'inquinamento farmacologico. A livello operativo, nella comune pratica professionale, alcune raccomandazioni sono state formulate da vari Organismi internazionali (vedi Tabella VI) e tra gli strumenti utilizzabili a livello informativo va ricordata la *wise list* farmacologica di Stoccolma, ampiamente consultata dai medici svedesi<sup>43</sup>.

## Bibliografia

- 1 Maddela NR, Ramakrishnan B, Kakarla D, et al. Major contaminants of emerging concern in soils: a perspective on potential health risks. *RSC Adv* 2022;12:12396-12415.
- 2 Dulio V, van Bavel B, Brorström-Lundén E, et al. Emerging pollutants in the EU: 10 years of NORMAN in support of environmental policies and regulations. *Environ Sci Eur* 2018;30:5-18.
- 3 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Pharmaceutical residues in freshwater hazards and policy responses (Available from: <https://www.oecd.org/publications/pharmaceutical-residues-in-freshwater-c936f42d-en.htm> [cited 8 October 2020]).
- 4 Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea. Approccio strategico riguardo all'impatto ambientale dei farmaci. C385/59 del 22.9.2021.
- 5 Zuccato E, Castiglioni S, Fanelli R. Identification of the pharmaceuticals for human use contaminating the Italian aquatic environment. *J Hazard Mater* 2005;122:205-209.
- 6 Mohapatra DP, Brar SK, Tyagi RD, et al. Analysis and advanced oxidation treatment of a persistent pharmaceutical compound in wastewater and wastewater sludge-carbamazepine. *Sci Total Environ* 2014;1:58-75.
- 7 Krzeminski P, Tomei MC, Karaolia P, et al. Performance of secondary wastewater treatment methods for the removal of contaminants of emerging concern implicated in crop uptake and antibiotic resistance spread: a review. *Sci Total Environ* 2019;15:1052-1081.
- 8 Rogowska J, Zimmermann A, Muszyńska A, et al. Pharmaceutical household waste practices: preliminary findings from a case study in Poland. *Environ Manage* 2019;64:97-106.
- 9 Zhang H, Wang XC, Zheng Y, et al. Removal of pharmaceutical active compounds in wastewater by constructed wetlands: performance and mechanisms. *J Environ Manage* 2023;1:116478.
- 10 Caravaca M, Vicente-Martínez Y, Soto-Meca A, et al. Total removal of amoxicillin from water using magnetic core nanoparticles functionalized with silver. *Environ Res* 2022;211:113091.
- 11 Mezzelani M, Gorbi S, Regoli F. Pharmaceuticals in the aquatic environments: Evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. *Mar Environ Res* 2018;140:41-60.
- 12 Sato T, Qadir M, Yamamoto S, et al. Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Manag* 2013;130:1-13.
- 13 Ben Mordechay E, Mordehay V, Tarchitzky J, et al. Fate of contaminants of emerging concern in the reclaimed wastewater-soil-plant continuum. *Sci Total Environ* 2022;20:153574.
- 14 Snow DD, Cassada DA, Biswas S, et al. Detection, occurrence, and fate of emerging contaminants in agricultural environments. *Water Environ Res* 2019;91:1103-1113.
- 15 Shi Q, Xiong Y, Kaur P, et al. Contaminants of emerging concerns in recycled water: fate and risks in agroecosystems. *Sci Total Environ* 2022;25:152527.
- 16 Wilkinson JL, Boxall ABA, Kolpin DW, et al. Pharmaceutical pollution of the world's rivers. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2022;119:E2113947119.
- 17 Vulliet E, Cren-Olivé C. Screening of pharmaceuticals and hormones at the regional scale, in surface and groundwaters intended to human consumption. *Environ Pollut* 2011;159:2929-2934.
- 18 Boy-Roura M, Mas-Pla J, Petrovic M, et al. Towards the understanding of antibiotic occurrence and transport in groundwater: findings from the Baix Fluvià Alluvial Aquifer (NE Catalonia, Spain). *Sci Total Environ* 2018;612:1387-1406.
- 19 Mezzelani M, Gorbi S, Regoli F. Pharmaceuticals in the aquatic environments: evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. *Mar Environ Res* 2018;140:41-60.
- 20 Desgens-Martin V, Keller AA. COVID-19 treatment agents: do they pose an environmental risk? *ACS ES&T Water* 2021;1:1555-1565.
- 21 Mezzelani M, Regoli F. The biological effects of pharmaceuticals in the marine environment. *Ann Rev Mar Sci* 2022;3:105-128.
- 22 Hans WP. Evolving Paradigms and challenges in estuarine and coastal eutrophication dynamics in a culturally and climatically stressed world. *Estuaries Coasts* 2014;37:243-258.
- 23 Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, et al. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 2008;319:948-952.
- 24 Maculewicz J, Kowalska D, Świacka K, et al. Transformation products of pharmaceuticals in the environment: Their fate, (eco)toxicity and bioaccumulation potential. *Sci Total Environ* 2022;802:149916.
- 25 Carter LJ, Chefetz B, Abdeen Z, et al. Emerging investigator series: towards a framework for establishing the impacts of pharmaceuticals in wastewater irrigation systems on agro-ecosystems and human health. *Environ Sci Process Impacts* 2019;21:605-622.
- 26 Sehonova P, Svobodova Z, Dolezelova P, et al. Effects of waterborne antidepressants on non-target animals living in the aquatic environment: a review. *Sci Total Environ* 2018;631-632:789-794.
- 27 Argaluz J, Domingo-Echaburu S, Orive G, et al. Environmental pollution with psychiatric drugs. *World J Psychiatry* 2021;11:791-804.
- 28 Jesus F, Tremblay LA. Key challenges to the effective management of pollutants in water and sediment. *Toxics* 2022;27:219.
- 29 Huerta B, Rodriguez-Mozaz S, Lazorchak J, et al. Presence of pharmaceuticals in fish collected from urban rivers in the US EPA 2008-2009 National Rivers and Streams Assessment. *Sci Total Environ* 2018;634:542-549.
- 30 Mutuku C, Gazdag Z, Melegh S. Occurrence of antibiotics and bacterial resistance genes in wastewater: resistance mechanisms and antimicrobial resistance control approaches. *World J Microbiol Biotechnol* 2022;38:152.
- 31 Bernasconi S. Interferenti endocrini e salute del bambino: interrogativi aperti e ruolo del pediatra. *Area pediatrica* 2022;23:6-13. <https://doi.org/10.1725/3778.37632>
- 32 Iughetti L, Lucaccioni L, Street ME, et al. Clinical expression of endocrine disruptors in children. *Curr Opin Pediatr* 2020;32:554-559.
- 33 Street ME, Angelini S, Bernasconi S, et al. Current knowledge on Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs) from animal biology to humans, from pregnancy to adulthood: highlights from a national Italian meeting. *Int J Mol Sci* 2018;2:1647.

- <sup>34</sup> Shi Q, Xiong Y, Kaur P, et al. Contaminants of emerging concerns in recycled water: fate and risks in agroecosystems. *Sci Total Environ* 2022;25;814:152527.
- <sup>35</sup> Wee SY, Aris AZ. Endocrine disrupting compounds in drinking water supply system and human health risk implication. *Environ Int* 2017;106:207-233.
- <sup>36</sup> Street ME, Bernasconi S. Endocrine disrupting chemicals inhuman fetal growth. *Int J Mol Sci* 2020;21:1430-1441.
- <sup>37</sup> Moermond CTA, Puhlmann N, Brown AR, et al. GREENER pharmaceuticals for more sustainable healthcare. *Environ Sci Technol Lett* 2022;13:699-705.
- <sup>38</sup> Communication COM/2020/667: chemicals strategy for sustainability towards a toxic-free environment.
- <sup>39</sup> Dos Santos CR, Lebron YAR, Moreira VR, et al. Biodegradability, environmental risk assessment and ecological footprint in wastewater technologies for pharmaceutically active compounds removal. *Bioresour Technol* 2022;343:126150.
- <sup>40</sup> Becker A, Tawk R, Kirov G, et al. Physician training relate to environmental hazards near ash superfund sites. *Eur J Environ Public Health* 2021;5:EM0086.
- <sup>41</sup> Sammut Bartolo N, Azzopardi LM, Serracino-Inglott A. Pharmaceuticals and the environment. *Early Hum Dev* 2021;155:105218.
- <sup>42</sup> Bernasconi S, Levy C, Cohen R, et al. Climate change and environmental pollution induced risks on children's health: are pediatricians prepared to meet the challenge? *J Pediatr* 2021;238:346-347.
- <sup>43</sup> Eriksen J, Ovesjö ML, Vallin M, et al. Primary care physicians report high trust in and usefulness of the Stockholm drug and therapeutic committee's list of recommended essential medicines (the 'Wise List'). *Eur J Clin Pharmacol* 2018;74:131-138.

ilmedicopediatra 2023;32(4):26-35;  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-17

# L'ambiente che fa male ai bambini: che cosa possono fare i Pediatri? ...Incominciamo dalla plastica

Annamaria Moschetti

*Pediatra, referente per ACP del Gruppo di lavoro della "Campagna nazionale per la prevenzione dei rischi per la salute da esposizione alla plastica"*

## Corrispondenza

Annamaria Moschetti  
cetra4@alice.it

**How to cite this article:** Moschetti A. L'ambiente che fa male ai bambini: che cosa possono fare i Pediatri? ...Incominciamo dalla plastica. Il Medico Pediatra 2023;32(4):26-35. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-17>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Se noi osserviamo la qualità della vita per come si è evoluta negli ultimi decenni non possiamo che constatare come sia migliorata, così come documenta il Rapporto sullo Sviluppo Umano (HDR) redatto dall'ONU. L'HDR è una misura sintetica nelle dimensioni chiave dello sviluppo umano: la salute, valutata in base all'aspettativa di vita alla nascita, l'istruzione della popolazione, il tenore di vita valutato dal reddito nazionale lordo pro capite. L'HDR ha mostrato una crescita costante anche se in misura diversa nelle diverse regioni del mondo con una deflessione registrata solo in occasione degli anni della pandemia da COVID.

Per quanto riguarda l'Italia, inoltre, l'Istat ha documentato, dall'inizio del 1900, un costante incremento della durata della vita, eccezion fatta per il periodo delle due guerre mondiali, e un crollo dei tassi di mortalità infantile sotto i 5 anni dalla fine dell'800. Alla fine dell'800 i bambini morivano principalmente a causa di malattie infettive, che sono state sconfitte grazie alla scoperta degli antibiotici, delle vaccinazioni e di migliorate condizioni di vita.

Questi risultati sono frutto delle importanti trasformazioni avvenute con l'industrializzazione e lo sviluppo delle scienze, che hanno caratterizzato l'epoca definita "Antropocene". L'Antropocene è la nuova era geologica nella quale viviamo, caratterizzata dalla forte manipolazione da parte dell'uomo dell'ambiente naturale, che ha comportato un uso massiccio di terre fertili, combustibili fossili, foreste, minerali, ma con una conseguente

produzione di emissioni in atmosfera e di rifiuti solidi e liquidi. Se da un lato questa imponente azione umana ha portato al miglioramento descritto nelle condizioni di vita, dall'altro lato si è registrata l'immissione di circa 120.000 sostanze chimiche sul mercato, di molte non sono note le caratteristiche, né hanno mai subito una valutazione di sicurezza. L'inquinamento da sostanze chimiche è inoltre uno dei fattori che ha inciso e amplificato i cambiamenti climatici, la perdita di biodiversità e il degrado degli ecosistemi.

Ciò che è importante considerare da parte dei medici è che se la contaminazione chimica modifica l'ambiente, contemporaneamente modifica anche l'organismo umano che con l'ambiente è in intima connessione, perché ogni essere vivente beve, mangia e respira e dunque introduce in sé le componenti dell'ambiente naturale nel quale vive e ciò vale soprattutto per i bambini che mangiano, bevono, respirano più degli adulti e hanno, fino ai tre anni circa, un'attitudine al comportamento bocca-mano che li espone maggiormente al contatto con la polvere e il suolo<sup>8</sup>. In conseguenza di questa interconnessione stretta tra gli esseri viventi e l'ambiente nel quale vivono, ogni trasformazione dell'ambiente naturale si riflette inevitabilmente in una "trasformazione" dell'ambiente interno dell'organismo.

Ed è così che nell'Antropocene gli esseri umani hanno visto l'emergenza e la crescita di patologie definite "ambiente correlate" e all'entusiasmo per i progressi determinati dalla industrializzazione e ai relativi benefici, è seguita la constatazione di danni alla salute e alla vita determinati dagli interventi sull'ambiente naturale, e in particolare dalla contaminazione chimica. La gestione delle sostanze chimiche ha determinato impatti inaccettabili per la salute umana e per il pianeta; l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stimato che le malattie correlate all'esposizione alle sostanze chimiche abbiano provocato 2 milioni di morti solo nel 2019<sup>9,10</sup>.

Paradigmatico e istruttivo il caso di Taranto che vede il suo ambiente naturale, particolarmente fecondo e

ricco, trasformato a partire dalla metà del XX secolo da una massiccia industrializzazione che prometteva, con i toni entusiastici di quel secolo, uno sviluppo economico a trazione industriale del territorio e che contribuì a fornire, con l'insediamento nel 1964 della più grande acciaieria d'Europa, l'acciaio per il boom economico italiano. Taranto verrà inclusa nel 1986 tra le aree a elevato rischio ambientale e nel 1998 (L. 426-1998), per l'entità della contaminazione ambientale e il rischio sanitario conseguente alla industrializzazione del territorio, tra i Siti di Interesse Nazionale per le Bonifiche (SIN)<sup>11</sup>, ospitando oltre all'impianto siderurgico un'area portuale, un impianto petrolchimico e discariche.

L'impianto siderurgico tarantino, a ciclo integrale, che ha prodotto acciaio a partire dal carbone e quindi bruciando fonti fossili, ha ampiamente contaminato l'ambiente oltre ad aver immesso grandi quantità di CO<sub>2</sub> in atmosfera. Le indagini di biomonitoraggio hanno evidenziato il passaggio nell'organismo degli animali, in specie le pecore, di diossine attribuite all'impianto siderurgico. Nel latte materno delle donne tarantine è stato evidenziato un eccesso di diossine rispetto a un campione di controllo della provincia e, soprattutto, la presenza di un furano marker dell'industria metallurgica, il 2,3,4,7,8-P5CDF<sup>12</sup>. Nei quartieri più prossimi all'area industriale, la popolazione più anziana perisce in diretto rapporto con la produzione industriale e la conseguente immissione di polveri a essa riferite<sup>13</sup> (Fig. 1). Gli studi epidemiologici hanno dimostrato il nesso di causa-effetto tra emissioni riferite all'impianto siderurgico e morte e malattia nella popolazione e, in generale, un eccesso di tumori nella popolazione e in quella infantile<sup>14</sup>.

L'immissione di sostanze chimiche nell'ambiente naturale a opera delle attività industriali inevitabilmente e prevedibilmente contamina l'ambiente e, di conseguenza, le sostanze chimiche immesse nell'ambiente contaminano gli esseri umani che in quell'ambiente mangiano, bevono, respirano, hanno contatti cutanei; e sempre inevitabilmente le sostanze chimiche interferiscono con

la biologia naturale, esplicando la loro azione patogena. Prevedibilmente. Inevitabilmente.

E così i pesticidi in agricoltura, se da un lato assicurano un maggiore raccolto e una maggiore disponibilità di prodotti agricoli, dall'altra li contaminano e contaminano l'aria, la terra e le acque delle falde superficiali e profonde, inevitabilmente contaminando gli esseri umani che vivono vicino i campi irrorati<sup>15</sup> o che si alimentano con prodotti agricoli che sono stati irrorati<sup>16</sup>. Questo contatto anomalo inevitabilmente interferisce col normale funzionamento dell'organismo ed espone al rischio di malattie<sup>17,18</sup>.

Gli studi effettuati sul territorio italiano evidenziano in maniera didattica l'importanza della contaminazione ambientale nel determinare lo stato di salute nella popolazione<sup>19</sup>. Infatti, pur in presenza di uno stile di vita sano caratterizzato da basso consumo di carne, bassi livelli di obesità, ridotta abitudine al fumo e buon livello socioculturale – tutti fattori protettivi della salute umana – la contaminazione ambientale risulta essere da sola il fattore determinante nel causare un eccesso di cancro. La qualità dell'aria è al primo posto per importanza per quanto riguarda il tasso medio di mortalità per cancro, seguita dal vivere nei siti da bonificare, nelle aree urbane e dalla densità dei veicoli a motore. Prevedibilmente, lo stato di salute di bambini e adolescenti che vivono nei SIN (1.160.000 soggetti, di età compresa tra 0-19 anni) risulta compromesso, facendo registrare un eccesso nell'incidenza di cancro; un eccesso di ricoveri e, in 7 su 15 SIN coperti da registro sulle malformazioni congenite, un eccesso di malformazioni congenite<sup>20</sup>. Come precisano gli autori, se "Non tutte le morti e i casi di tumore osservati in eccesso sono attribuibili all'esposizione a una o più fonti di inquinamento presenti, o che sono state presenti nei siti, le attuali conoscenze sul profilo tossicologico dei contaminanti presenti nell'aria, nei suoli, nell'acqua di falda e nella catena alimentare fanno presumere che l'esposizione ambientale a essi possa aver giocato un ruolo causale o concausale nell'occorrenza di una parte di questi eccessi".

Poiché molte sostanze inquinanti sono neurotossiche per esposizione in gravidanza, dobbiamo aspettarci nei siti inquinati un eccesso di patologie del neurosviluppo<sup>21-27</sup>. È peraltro dimostrato un eccesso di disturbi dello spettro della schizofrenia e ansia e depressione in adulti esposti al PM<sup>28</sup> e questo non può non rappresentare un rischio per lo sviluppo infantile dei bambini figli di madri esposte, e in generale di genitori esposti. Prevedibilmente, pur in assenza di un dimostrato collegamento a una specifica sorgente, nei bambini tarantini arsenico urinario, il cadmio e il manganese dei capelli sono risultati correlati alla distanza della residenza del bambini dall'area industriale, ed è stata riscontrata una riduzione di 15 punti di QI nei bambini che vivono più vicini all'area industriale e anche un maggior rischio di disturbi del neurosviluppo<sup>29,30</sup>.

Esiste una inevitabilità del contatto che va tenuta presente quando si introduce anche una sola molecola chimica nell'ambiente, e questa acquisita consapevolezza, nel tempo in cui viviamo, deve informare le politiche industriali e quelle di politica sanitaria che devono essere rigorosamente orientate dal principio di precauzione. Plausibilmente, avere trascurato questo aspetto ha determinato o concorso a determinare i danni all'ambiente e alla salute che hanno caratterizzato il periodo della industrializzazione.

Così Papa Francesco nella enciclica "Laudato si'": "Mentre l'umanità del periodo post-industriale sarà forse ricordata come una delle più irresponsabili della storia, c'è da augurarsi che l'umanità degli inizi del XXI secolo possa essere ricordata per aver assunto con generosità le proprie gravi responsabilità".

## La plastica

La plastica merita una attenzione particolare per l'enorme diffusione, per la scarsa percezione presso la popolazione del rischio per la salute connesso al suo uso, per la efficacia di azioni educative volte alla riduzione dell'uso e quindi per l'importanza del ruolo del pediatra. La plastica è una materia di nuova sintesi e sconosciuta in natura. I primi materiali plastici furono sintetizzati

nell'800, ma l'enorme espansione della sua produzione è avvenuta dalla seconda metà del XX secolo favorita da quattro fattori: a) l'ampia disponibilità della materia prima (infatti oltre il 98% della plastica è prodotta da carbonio fossile: carbone, petrolio e gas); b) la duttilità della plastica, che si presta a molti usi risultando utile e particolarmente versatile; c) lo sviluppo dei trasporti e il commercio a distanza, con la conseguente necessità del confezionamento delle merci; e d) la diffusione dei prodotti usa e getta che rappresentano il segmento in più rapida crescita della produzione di plastica, includendo la "fast fashion", la moda usa e getta favorita dall'espansione dei tessuti di materiale sintetico.

La plastica, sconosciuta in natura, non è biodegradabile e si è accumulata progressivamente nell'ambiente sotto forma di rifiuti che hanno creato isole nei mari, contaminato acque profonde e ghiacciai, invaso le spiagge e creato discariche sulla terra. La plastica sia con l'uso (come avviene con l'erosione degli pneumatici dei veicoli in moto), che per l'azione delle forze naturali (se abbandonata in ambiente) si sbriciola ed è presente sotto forma di microplastiche (frammenti di dimensione < 5 mm) e nanoplastiche (frammenti da 1 a 100 nanometri) nei mari, in atmosfera, nel suolo e nella polvere delle abitazioni. Le materie plastiche che compongono gli abiti e le materie tessili in generale, allo stesso modo, si disperdono sotto forma di microfibre nelle acque di lavaggio e in atmosfera e nella polvere delle abitazioni con l'uso; allo stesso modo si disperdono in ambiente le microfibre contenute nei filtri delle sigarette abbandonati.

A causa della predetta inevitabilità del contatto degli organismi viventi con la materia dell'ambiente esterno, anche le microplastiche sono intercettate dall'organismo umano<sup>31</sup> e microplastiche sono state reperite nei polmoni<sup>32</sup>, nelle urine<sup>33</sup>, nelle feci<sup>34</sup>, nello sperma e nei testicoli<sup>35</sup>, nella placenta<sup>36</sup>, nel latte materno<sup>37</sup>, nel sangue umano<sup>38</sup>. Gli esseri umani ne vengono in contatto tramite la respirazione, per via alimentare, per via cutanea e per via transplacentare<sup>39,40</sup>.

Le materie plastiche sono costituite da una ossatura polimerica a base di carbonio, che racchiude sostanze chimiche incorporate nei polimeri per trasmettere proprietà specifiche come colore, flessibilità, stabilità, idrorepellenza, ritardo di fiamma e resistenza ai raggi ultravioletti. Queste sostanze aggiunte includono agenti cancerogeni, neurotossici e interferenti endocrini come ftalati, bisfenoli, sostanze per- e polifluoroalchiliche (PFAS), ritardanti di fiamma. Queste sostanze chimiche aggiunte possono filtrare dal polimero nell'ambiente circostante, migrare nel suolo, nelle acque superficiali, nei sedimenti, nell'aria indoor e negli alimenti durante le fasi di lavorazione, confezionamento e stoccaggio, portando a un'esposizione umana diffusa: questo meccanismo va sotto il nome di "lisciviazione". Di fatto le particelle di plastica forniscono un "serbatoio" durevole per la lisciviazione chimica nei tessuti e nei fluidi corporei delle sostanze che contengono<sup>41</sup>. Inoltre le microplastiche sono tutte in grado di assorbire sostanze chimiche dall'ambiente come PCB (policlorobifenili) PBDE (polibromodifenileteri) e IPA (idrocarburi policiclici aromatici), sostanze note per essere tossiche per la riproduzione, interferenti endocrine, cancerogene; ma anche metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio) e batteri. Inoltre, è stato segnalato come le bottiglie in PET riciclate tendono a rilasciare un maggior quantitativo di bisfenolo A (BPA) e antimonio<sup>42</sup> e ci sono prove crescenti di una possibile contaminazione di materiali riciclati prodotti in plastica e che la plastica riciclata sia suscettibile di rilasciare un maggior numero di sostanze chimiche<sup>43,44</sup>.

A causa della lisciviazione di sostanze dalla plastica, il confezionamento di cibi e bevande in plastica costituisce un possibile rischio per il passaggio di queste sostanze in cibi e bevande<sup>45</sup>. È documentata una maggiore escrezione urinaria di ftalati e bisfenolo A dopo una dieta con cibi in scatola o confezionati in plastica<sup>46,47</sup>, una maggiore presenza di bisfenolo A nel latte materno di donne che consumavano bevande calde in bicchieri di plastica e maggiore



escrezione urinaria di bisfenolo A in lattanti allattati al seno da donne che assumevano yogurt in contenitori di plastica <sup>48</sup>.

Lo studio PERSUADED <sup>49</sup> ha dimostrato in un campione di bambini italiano tra 4-11 anni una eliminazione urinaria di ftalati nel 100% del campione e di bisfenolo A nel 76% del campione. L'uso frequente di plastica monouso e l'uso prolungato e quotidiano di giochi in plastica nei bambini sono i principali fattori associati a livelli maggiori di BPA e ftalati nei bambini dai 4 ai 6 anni; la quantità di plastificanti è maggiormente presente nei cibi che sono a contatto con le pellicole protettive.

1. Tanto premesso è indispensabile che i pediatri intervengano attivamente, consigliando ai genitori

semplici pratiche per ridurre nella vita quotidiana l'esposizione agli inquinanti, in generale, e in particolare alla plastica. Si assume che la sensibilizzazione capillare dei genitori possa diventare fattore di promozione di scelte sociali e politiche, che necessariamente devono affiancare l'azione individuale a livello delle comunità.

2. È necessario, a causa della documentata possibile presenza nella polvere di casa di inquinanti e microplastiche, suggerire la pulizia degli ambienti interni della casa e delle superfici dei mobili con straccio umido usando, laddove possibile, un aspirapolvere con filtro Hepa. Moquette e tappeti andrebbero evitati per la loro capacità di accumulo di polvere e perché spesso, essi stessi

- di fibra sintetica, possono liberare con l'uso microfibre.
3. Per ridurre l'inhalazione di microfibre, gli indumenti della famiglia – e rigorosamente quelli dei bambini – nonché i tessuti come le coperte, le tende e i rivestimenti tessili dei mobili è necessario che siano di materiali naturali come cotone, lino, lana. È utile insegnare alle famiglie a controllare sempre l'etichetta degli abiti prima dell'acquisto, mostrando dove cercarla e come leggerla.
  4. Bambole, peluche e giocattoli devono essere preferibilmente in materiali naturali come stoffa, legno, metallo. Questo suggerimento deve essere categorico nel periodo 0-3 anni, quando è prevalente il comportamento bocca-mano. Deve essere promosso il gioco libero all'aria aperta con i coetanei, come fattore di promozione della salute psicofisica dei bambini. Deve essere promossa la lettura sin dalle prime epoche della vita.
  5. Deve essere sconsigliato il contatto del cibo con qualsiasi tipo di plastica, sia essa quella dei contenitori, che quella delle pellicole. È da sconsigliare altresì l'uso di acqua e bevande contenute in bottiglia di plastica. Ai genitori va consigliato l'uso di biberon in vetro.
  6. Parlando di alimentazione è opportuno ricordare ai genitori di privilegiare alimenti vegetali provenienti da agricoltura biologica, così come prodotti animali (uova latte carni) della medesima provenienza; questa scelta riduce il contatto alimentare con i pesticidi e, favorendo le coltivazioni biologiche, migliora la salute degli agricoltori, la qualità dell'aria dei centri agricoli, riducendo la deriva dei pesticidi e la qualità dell'acqua delle falde.
  7. È utile suggerire l'acquisto di alimenti e prodotti per la pulizia sfusi ([www.sfusitalia.it](http://www.sfusitalia.it)) e di usare borse di stoffa per gli acquisti.
  8. Le abitazioni devono essere arieggiate per limitare la concentrazione di inquinanti che si producono nella casa e migliorare la qualità dell'aria indoor, e il pediatra deve promuovere la mobilità pedonale e l'uso delle biciclette e per contribuire a migliorare l'aria outdoor e promuovere l'attività fisica.
  9. Gli ambulatori dei pediatri, soprattutto negli spazi riservati ai bambini, devono essere liberi da plastica, essere corredati di giochi di materiali alternativi e libri adatti a ogni fascia di età. Gli stessi contenitori e gli arredi devono essere in materiali naturali, in modo da creare un contesto visivamente educativo e di forte impatto.
  10. È importante che i singoli pediatri aderiscano alla "Campagna nazionale per la prevenzione dei rischi per la salute da esposizione alla plastica" promossa da Associazione Medici per l'Ambiente- ISDE Italia e Rete Italiana Medici Sentinella, in collaborazione con Federazione Italiana Medici di Medicina Generale (FIMMG), Associazione Medici Endocrinologi (AME), Associazione Culturale Pediatri (ACP), Federazione Italiana medici pediatri (FIMP), Società Italiana di Pediatria (SIP), Federazione delle Associazioni dei Dirigenti Ospedalieri Internisti (FADOI), Choosing Wisely Italy e Facoltà di Scienze dell'Alimentazione Università di Pollenzo (CN), Plastic free, con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE). L'adesione può essere comunicata inviando una e-mail a: [isde@isde.it](mailto:isde@isde.it). Per ambulatori pediatrici sono disponibili i poster prodotti dal Gruppo Nazionale Plastica e liberamente scaricabili al sito <https://www.isde.it/progetto-plastica>. L'adesione dei singoli pediatri alla campagna plastica può essere fatta inviando una e-mail a: [isde@isde.it](mailto:isde@isde.it).

#### Bibliografia

- <sup>1</sup> Rapporto sullo sviluppo umano 2021-22. Rapporti sullo sviluppo umano ([undp.org](http://undp.org)).
- <sup>2</sup> Indice di Sviluppo Umano. Rapporti sullo sviluppo umano ([undp.org](http://undp.org)).
- <sup>3</sup> La mortalità dei bambini ieri e oggi in Italia ([istat.it](http://istat.it)).
- <sup>4</sup> Working Group on the 'Anthropocene'. Subcommission on quaternary stratigraphy.
- <sup>5</sup> Le sostanze chimiche e la sostenibilità ambientale: lacune conoscitive e criticità normative. ISPRA (ing. Piero Paris).
- <sup>6</sup> Deziel NC, Nuckols JR, Jones RR, et al. Comparison of industrial emissions and carpet dust concentrations of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in a multi-center U.S. study. *Sci Total Environ* 2017;580:1276-1286. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.090>

- 7 Reduction of hazardous chemicals in Swedish preschool dust through article substitution actions. PubMed (nih.gov).
- 8 Zhu L, Hajeb P, Fauser P, et al. Endocrine disrupting chemicals in indoor dust: a review of temporal and spatial trends, and human exposure. *Sci Total Environ* 2023;874:162374. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162374>
- 9 The public health impact of chemicals: knowns and unknowns (who.int).
- 10 WHO-HEP-ECH-EHD-21.01-eng.pdf
- 11 Siti di interesse nazionale (SIN) - Italiano (isprambiente.gov.it).
- 12 Istituto Superiore di Sanità. Dipartimento Ambiente e Salute. Contratto di ricerca tra Istituto Superiore di Sanità e ILVA S.p.a. in Amministrazione straordinaria. "Studio di monitoraggio di policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF), e policlorobifenili (PCB) nel latte materno di donne di Taranto e Provincia" (31/7/2015-13/7/2018) Relazione Scientifica Conclusiva a cura di Elena De Felip, Roberto Miniero, Anna Maria Ingelido, aprile 2019.
- 13 Leogrande S, Alessandrini ER, Stafoggia M, et al. Industrial air pollution and mortality in the Taranto area. Southern Italy: a difference-in-differences approach. *Environ Int* 2019;132:105030.
- 14 SENTIERI. Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto. *E&P* 2023;47(Suppl 1).
- 15 Tamaro CM, Smith MN, Workman T, et al. Characterization of organophosphate pesticides in urine and home environment dust in an agricultural community. *Biomarkers* 2018;23:174-187. <https://doi.org/10.1080/1354750X.2017.1395080>
- 16 Lu C, Toepel K, Irish R, et al. Organic diets significantly lower children's dietary exposure to organophosphorus pesticides. *Environ Health Perspect* 2006;114:260-263. <https://doi.org/10.1289/ehp.8418>
- 17 Cavalier H, Trasande L, Porta M. Esposizioni a pesticidi e rischio di cancro: valutazione delle recenti evidenze epidemiologiche nell'uomo e percorsi futuri. *Int J Cancro* 2023;152:879-912. <https://doi.org/10.1002/ijc.34300>
- 18 Esposizione ai pesticidi alimentari e malattie non trasmissibili e mortalità: una revisione sistematica di studi prospettici tra gli adulti. PubMed (nih.gov).
- 19 Gatti RC, Di Paola A, Monaco A, et al. The spatial association between environmental pollution and long-term cancer mortality in Italy. *Sci Total Environ* 2022.
- 20 Zona A, Iavarone I, Comba P, et al.; Gruppo di lavoro SENTIERI; Gruppo di lavoro AIRTUM-SENTIERI; Gruppo di lavoro Malformazioni congenite-SENTIERI. SENTIERI: studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto [SENTIERI: Epidemiological Study of Residents in National Priority Contaminated Sites. Fifth Report]. *Epidemiol Prev* 2019;43(Suppl 1):1-208. Italian. <https://doi.org/10.19191/EP19.2-3.S1.032>. Erratum in: *Epidemiol Prev* 2019;43:219.
- 21 Rossignol DA, Genuis SJ, Frye RE. Environmental toxicants and autism spectrum disorders: a systematic review. *Transl Psychiatry* 2014;4:E360.
- 22 Wang L, Tang S, Wu S, et al. Maternal exposure to pesticides and risk of autism spectrum disorders in offspring: a meta-analysis. *J Autism Dev Disord* 2022;52:1640-1651.
- 23 Imbriani G, Panico A, Grassi T, et al. Early-life exposure to environmental air pollution and autism spectrum disorder: a review of available evidence. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:1204.
- 24 Moosa A, Shu H, Sarachana T, et al. Are endocrine disrupting compounds environmental risk factors for autism spectrum disorder?. *HormBehav* 2018;101:13-21.
- 25 Drwal E. Review: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) — Action on placental function and health risks in future life of newborns. *Toxicology* 2019;411:133-142. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2018.10.003>
- 26 Autism spectrum disorder prevalence and proximity to industrial facilities releasing arsenic, lead or mercury - PubMed (nih.gov).
- 27 Association between heavy metals exposure (cadmium, lead, arsenic, mercury) and child autistic disorder: a systematic review and meta-analysis. PubMed (nih.gov).
- 28 Nobile F, Forastiere A, Michelozzi P, et al. Long-term exposure to air pollution and incidence of mental disorders. A large longitudinal cohort study of adults within an urban area. *Environ Int* 2023;181:108302. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108302>
- 29 Lucchini RG, Guazzetti S, Renzetti S, et al. Neurocognitive impact of metal exposure and social stressors among schoolchildren in Taranto, Italy. *Environ Health* 2019;18:67. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0505-3>
- 30 Renzetti S, Cagna G, Calza S, et al. The effects of the exposure to neurotoxic elements on Italian schoolchildren behavior. *Sci Rep* 2021;11:9898. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88969-z>
- 31 Cox KD, Covernton GA, Davies HL, et al. Human consumption of microplastics. *Environ Sci Technol* 2019;53:7068-7074. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517>
- 32 Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, et al. Detection of microplastics in human lung tissue using  $\mu$ FTIR spectroscopy. *Sci Total Environ* 2022;831:154907.
- 33 Pironi C, Notarstefano V, Ricciardi M, et al. First evidence of microplastics in human urine, a preliminary study of intake in the human body. *Toxics* 2023;11:40. <https://doi.org/10.3390/toxics1101004>
- 34 Schwabl P, Köppel S, Königshofer P, et al. Rilevamento di varie microplastiche nelle feci umane: una serie di casi prospettici. *Ann Intern Med* 2019;171:453-457. <https://doi.org/10.7326/M19-0618>
- 35 Zhao Q, Zhu L, Weng J, et al. Detection and characterization of microplastics in the human testis and semen. *Sci Total Environ* 2023;877:162713. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162713>
- 36 Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, et al. Placenta: first evidence of microplastics in human placenta. *Environ Int* 2021;146:106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- 37 Ragusa A, Notarstefano V, Svelato A, et al. Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. *Polymers (Basel)* 2022;14:2700. <https://doi.org/10.3390/polym14132700>
- 38 Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, et al. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int* 2022;163:107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- 39 Yee MS-L, Hii L-W, Looi CK, et al. Impact of microplastics and nanoplastics on human health. *Nanomaterials (Basel)* 2021;11:496.
- 40 EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*. Wiley Online Library, 2016.
- 41 Landrigan PJ, Raps H, Cropper M, et al. La Commissione Minderoo-Monaco sulla plastica e la salute umana. *Ann Glob Salute* 2023;89:23.
- 42 Gerasimidou S, Lanska P, Hahladakis JN, et al. Unpacking the complexity of the PET drink bottles value chain: a chemicals perspective. *J Hazard Mater* 2022;430:128410. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128410>
- 43 Chibwe L, De Silva AO, Spencer C, et al. Target and nontarget screening of organic chemicals and metals in recycled plastic materials. *Environ Sci Technol* 2023;57:3380-3390. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07254>
- 44 Lowe CN, Phillips KA, Favela KA, et al. Caratterizzazione chimica di prodotti di consumo riciclati utilizzando l'analisi di screening dei sospetti. *Scienze e tecnologie ambientali* 2021;55:11375-11387. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01907>
- 45 Muzeza C, Ngole-Jeme V, Msagati TAM. The Mechanisms of plastic food-packaging monomers' migration into food matrix and the implications on human health. *Foods* 2023;12:3364. <https://doi.org/10.3390/foods12183364>
- 46 Rudel RA, Gray JM, Engel CL, et al. Food packaging and bisphenol A and bis(2-ethy-

- hexyl) phthalate exposure: findings from a dietary intervention. *Environ Health Perspect* 2011;119:914-920. <https://doi.org/10.1289/ehp.1003170>
- <sup>47</sup> Pacyga DC, Sathyanarayana S, Strakovsky RS. Dietary predictors of phthalate and bisphenol exposures in pregnant women. *Adv Nutr* 2019;10:803-815. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz029>
- <sup>48</sup> Sayici IU, Simsek Orhon F, Topçu S, et al. Preliminary study on bisphenol A levels and possible exposure history of mother and exclusively breastfed infant pairs. *Eur J Pediatr* 2019;178:541-550. <https://doi.org/10.1007/s00431-019-03329-4>
- <sup>49</sup> Progetto PERSUADED. Piattaforma delle conoscenze - buone pratiche per ambiente e il clima (minambiente.it).

---

*Di seguito è riportato il “Documento informativo della Campagna nazionale di prevenzione dei rischi per la salute da esposizione alla plastica”, curato dalla Dr.ssa Stefania Russo per conto di FIMP.*



## CAMPAGNA NAZIONALE DI PREVENZIONE DEI RISCHI PER LA SALUTE DA ESPOSIZIONE ALLA PLASTICA

# DOCUMENTO INFORMATIVO

La plastica è responsabile di danni significativi alla salute umana, all'economia e all'ambiente. Questi danni si verificano in ogni fase del suo ciclo di vita, dall'estrazione di carbone, petrolio e gas (che sono le principali materie prime nel 98% dei materiali plastici), al processo di riciclaggio, fino allo smaltimento finale nell'ambiente.

I **polimeri sintetici** più comuni sono il polietilene (PE), il polipropilene (PP), il polistirene (PS), il polivinilcloruro (PVC) e il polietilene tereftalato (PET). I frammenti plastici sono classificati in base alla loro dimensione in: **mega-** (> 1 m), **macro-** (<1 m), **meso-** (<2,5 cm), **micro-** (<5 mm) e **nano-** (<0,1 µm) plastiche.

Le **microplastiche primarie** sono fabbricate appositamente per svolgere una funzione specifica e aggiunte volontariamente in comuni prodotti di consumo quali ad es. cosmetici (dentifrici, scrub etc.), paste abrasive, carta e derivati, packaging, fertilizzanti etc.

Le **microplastiche secondarie** sono frammenti derivanti dall'usura di frammenti più grandi soprattutto per esposizione ad agenti climatici e ambientali. Infatti, quando la plastica entra nell'ambiente è esposta a processi fisici (ad es. foto-ossidazione, usura meccanica), chimici (idrolisi, ossidazione) e biologici (catalisi enzimatica) che la riducono in pezzi più piccoli, alterando le proprietà del materiale e formando **micro-** e **nano-**plastiche (MNP). Tali processi possono rendere la plastica più reattiva e incline ad ulteriore degradazione.

È ampiamente dimostrata la diffusione della plastica in tutti gli ambienti.

**Nell'ambiente acquatico** rappresenta la frazione più grande, dannosa e persistente (85%) di tutti i rifiuti, causa danni agli ecosistemi marini ed ha effetti letali e subletali su tutti gli organismi acquatici, dai grandi mammiferi al plancton, mediante intrappolamento, fame, anegamento, lacerazione dei tessuti interni, soffocamento e ipossia, stress fisiologico ed esiti tossicologici. **Nei suoli** può alterare la struttura, l'idrologia, la stabilità ed i cicli biogeochimici, compresa la produzione agroalimentare e il ciclo dei nutrienti.

**Nell'atmosfera** si possono trovare micro e nano plastiche (in particolare quelle da 50 µm), la deposizione è elevata vicino a fonti urbane e industriali, ma la bassa densità rispetto alla polvere naturale ne facilita il trasporto a lungo raggio. È stato anche sottolineato il possibile ruolo delle microplastiche **come vettori per la diffusione ambientale di ceppi batterici antibiotico-resistenti**.

## SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE ASSOCIATE ALLA PLASTICA

La **plastica è composta da polimeri** che sono il risultato di reazioni di polimerizzazione che avvengono tra singole unità chiamate **monomeri**. Molti monomeri sono **tossici** e **alcuni cancerogeni certi** come il cloruro di vinile e l'1,3 butadiene, o cancerogeni possibili, come lo stirene.

Nei polimeri vengono poi incorporate **migliaia di sostanze chimiche** (additivi) per conferire loro proprietà specifiche come colore, stabilità, flessibilità, idrorepellenza, ritardo di fiamma, resistenza ai raggi ultravioletti.

Molte di queste sostanze sono altamente tossiche, cancerogene, neurotossiche e interferenti endocrine come ftalati, bisfenoli, sostanze per- e poli-fluoroalchiliche (PFAS), ritardanti di fiamma bromurati e ritardanti di fiamma organofosfati. Ad es. gli **ftalati** -tra cui il **bisfenolo A** (BPA)- rappresentano fino all'80% del volume totale di plastificante nel PVC.

Gli **alchilfenoli** e gli **additivi perfluorurati** (composti PFAS) sono ampiamente utilizzati come impermeabilizzanti.

Va inoltre tenuto presente che le micro e nanoplastiche hanno una natura lipofila (ovvero una maggiore affinità con i grassi) che può favorire il loro assorbimento e accumulo negli organismi viventi dove possono agire come vettori (effetto "cavallo di Troia") di altri contaminanti (policlorobifenili-PCB, DDT, Idrocarburi policiclici aromatici-IPA, antibiotici, metalli, esaclorobenzene e diossine), che successivamente vengono rilasciati nell'ambiente o nell'organismo, e di organismi patogeni dannosi per l'uomo e per gli animali.

## PLASTICA E SALUTE

A grandi linee i principali rischi per la salute derivano a) dagli interferenti endocrini utilizzati come additivi nelle plastiche b) dagli effetti infiammatori e teratogeni derivanti dall'esposizione a microplastiche.

### > INTERFERENTI ENDOCRINI CEDUTI DALLE PLASTICHE

Gli interferenti endocrini sono un gruppo di sostanze eterogenee (pesticidi, diossine, ritardanti di fiamma) che danneggiano la salute alterando l'equilibrio ormonale. Sono una delle priorità per il programma Europeo REACH sulla identificazione e restrizione delle sostanze "particolarmente preoccupanti" per diversi motivi: la molteplicità di bersagli, la particolare suscettibilità dell'organismo in via di sviluppo (feto, bambino) e gli effetti insidiosi dovuti non tanto ad una diretta tossicità quanto ad un'erronea programmazione della rete di segnali rappresentata dal sistema endocrino.

Tra gli interferenti endocrini grande importanza, anche per la presenza diffusa e pervasiva, ricoprono gli **ftalati** (utilizzati nelle plastiche morbide, come il PVC) e i **bisfenoli** (utilizzati nelle plastiche rigide come il policarbonato, nelle resine epossidiche e nei rivestimenti di scatolette per alimenti).

Data l'importanza di queste sostanze per le plastiche a contatto con gli alimenti, le valutazioni più aggiornate degli effetti sulla salute sono state effettuate dall'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare. Tra gli **ftalati** sono identificati come interferenti endocrini il BBP, DBP, DEHP, DBP e DINP. Il meccanismo primario è la interazione con i recettori PPAR con effetti a cascata sulla sintesi degli ormoni steroidei: gli studi sperimentali ed epidemiologici mostrano un ampio ventaglio di effetti sull'immunità (aumentato rischio di reazioni allergiche) e sul metabolismo (aumentato rischio di diabete, obesità, steatosi non-alcolica). L'effetto "critico" (osservabile ai livelli di esposizione subcronica) è l'inibizione della fertilità maschile (danno alla produzione e qualità dello sperma) il cui effetto si osserva nell'adulto ma che è una conseguenza a lungo termine di un'esposizione in utero con ridotta sintesi di testosterone fetale.

Il **bisfenolo A**, con azione "simil-estrogenica", ha effetti negativi sulla riproduzione maschile e femminile. In studi sperimentali ed epidemiologici ha mostrato un ampio e preoccupante spettro di effetti a lungo termine in seguito ad esposizione durante lo sviluppo pre- e post-natale, tra cui alterazioni neurocomportamentali, aumentato rischio di obesità e di tumore mammario. L'ultima e recentissima valutazione di EFSA (aprile 2023) ha identificato come aspetto critico l'aumentato rischio di reazioni infiammatorie e di autoimmunità. Analoghi del bisfenolo A, come il bisfenolo S, sono stati proposti come "alternativa" ma si sono dimostrati altrettanto pericolosi, con effetti in particolare sul metabolismo (ad es. predisposizione all'obesità).

La tossicità di ftalati e bisfenoli fa sì che in Unione Europea vengano considerati "sostanze altamente preoccupanti" e quindi sottoposti a drastiche limitazioni d'uso (già esistenti in specifici settori, ad es. divieto del bisfenolo A nei biberon in plastica, limitazioni degli ftalati nei giocattoli e pellicole a contatto con gli alimenti). La nuova "Dose Giornaliera Tollerabile" del bisfenolo A di 0,2 nanogrammi (miliardesimi di grammo) per chilogrammo di peso corporeo al giorno preclude in pratica qualunque uso nei materiali a contatto con gli alimenti. Tuttavia la contaminazione ambientale da ftalati e bisfenoli dovuta alla pervasiva presenza dei rifiuti di plastica rimane pressante.

### > MICROPLASTICHE NELL'ORGANISMO

Le microplastiche possono entrare nel corpo umano attraverso il consumo di alimenti, l'inalazione e l'assorbimento attraverso la pelle e accumularsi negli organi, inclusa la placenta. In generale la via alimentare (acqua, vegetali, sale, pesce, miele etc.) appare la via di esposizione più importante.

A grandi linee, gli effetti sulla salute possono essere distinti in

- **effetto "cavallo di Troia":** le microplastiche veicolano all'interno dei tessuti e delle cellule sostanze chimiche tossiche e microrganismi patogeni.
- **effetti infiammatori:** effetti sulla microflora intestinale che possono alterare l'assorbimento di nutrienti e avere ricadute su tutti gli apparati. La frazione assorbita può accumularsi lentamente negli organi e indurre fenomeni infiammatori cronici. L'osservazione di microplastiche nel tessuto placentare depone per un rischio per la gravidanza e per il feto.

Infine le **nanoplastiche** costituiscono il principale motivo di incertezza nella valutazione del rischio, perché non resta difficile la misurazione in cellule e tessuti: le recenti conoscenze indicano una notevole capacità di entrare nella cellula e di concentrarsi a livello intracellulare, con effetti diretti di interferenza metabolica.

## PLASTICA E SALUTE IN ETÀ PEDIATRICA

La presenza di Interferenti Endocrini è stata ampiamente dimostrata in età evolutiva a livello ematico, urinario e nel cordone ombelicale, a testimonianza di un passaggio transplacentare di queste sostanze. Essi possono contribuire alla promozione di effetti teratogeni su base endocrina (disgenesia testicolare caratterizzata da ipospadia, criptorchidismo, diminuzione della fertilità, maggior rischio di carcinoma testicolare in situ etc.). Più recentemente è stata dimostrata un'azione "obesogena", favorente la resistenza insulinica e l'insorgenza di diabete di tipo 2. Nei primi 1000 giorni di vita è stata documentata un'interferenza sui meccanismi regolanti la neurogenesi, per cui è stata proposta la definizione di "Endocrine and Nervous Disruptors". A livello clinico ne può conseguire sia un ritardo cognitivo e del linguaggio sia un contributo allo sviluppo di manifestazioni che rientrano nello spettro dell'autismo.

## MICROPLASTICHE NEGLI ALIMENTI

Uno studio dell'Università di Catania ha determinato la presenza di microplastiche in ortaggi (carote, patate, lattuga e broccoli) e frutta (mele e pere) sia di filiera biologica che industriale. In particolare, le particelle più piccole (1,51  $\mu\text{m}$ ) sono state identificate nelle carote mentre le più grandi (2,52  $\mu\text{m}$ ) nella lattuga. Tra i vegetali più "inquinati" troviamo la frutta (mela, pera) in quanto il complesso reticolo vascolare immagazzina e concentra grandi quantità di microplastiche. Nel caso dei vegetali la contaminazione da plastica avviene tramite gli apparati radicali per estrazione diretta dal suolo contaminato, spesso additivato di fanghi di depurazione usati come ammendanti, che rappresentano peraltro la maggiore sorgente di microplastiche nel suolo.

Pur tuttavia, **l'esposizione umana maggiore avviene mediante il consumo di acqua minerale imbottigliata in plastica PET**. Infatti, l'Università di Catania per la prima volta ha stimato la reale EDI (assunzione giornaliera stimata) da consumo di acqua minerale imbottigliata in PET, sia effervescente che naturale, **con dosi giornaliere di esposizione che arrivano addirittura a 1.531.524 particelle per Kg peso corporeo al giorno per gli adulti e 3.350.208 particelle per Kg peso corporeo al giorno per i bambini**, rispettivamente equivalenti a 40,1  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{peso corporeo}/\text{giorno}$  e 87,8  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{peso corporeo}/\text{giorno}$ . I bambini sono dunque quelli più esposti, di conseguenza una dieta molto varia e **il consumo di acque di rubinetto rispetto a quelle minerali** dovrebbero sempre essere consigliate quali strumenti di prevenzione dell'esposizione.

Un'altra fonte alimentare rilevante è l'assunzione di carni di pesci contaminati con particelle di plastica.

La bibliografia è disponibile su richiesta

## INFORMAZIONI UTILI DA DARE AI PAZIENTI PER RIDURRE L'ESPOSIZIONE

Le famiglie generano direttamente attraverso le loro attività circa tre quarti (77%) dei rilasci di MP, il resto è generato dalle attività economiche. La maggior parte di questi rilasci domestici si verifica durante la fase di utilizzo dei prodotti (49%) e il resto (28%) durante la manutenzione. L'informazione delle famiglie pertanto è fondamentale per promuovere la salute di adulti e bambini ma anche la salute globale. L'acquisizione della consapevolezza dei possibili danni derivanti dalla plastica è il primo dei passaggi necessari per i medici di medicina generale/pediatri e specialisti che possono a loro volta sensibilizzare le famiglie.

Un esempio pratico di sensibilizzazione da parte dei medici può essere la creazione di **ambulatori "plastic free"** (a partire dai giochi messi a disposizione dei bimbi in sala d'attesa e dalle suppellettili). Questa misura testimonierebbe, attraverso l'esempio, la reale possibilità di compiere scelte salutari e renderebbe più credibile la campagna informativa.

È, inoltre, opportuno chiedere ai pazienti quali sono le loro abitudini e **suggerire soluzioni alternative all'uso della plastica, tra queste si ritengono necessarie le seguenti prescrizioni (o consigli):**

- Prescrivere insieme al latte adattato, quando necessario, il biberon di vetro o di acciaio e l'uso di acqua minerale in bottiglia di vetro scuro. Consigliare di evitare paracapezzoli e coppette protettive in plastica.
- Prescrivere insieme alle norme per il sonno sicuro l'uso di biancheria da letto esclusivamente di fibre naturali e vietare la presenza nel letto del bambino di peluches e bambole di materiale plastico. Suggerire di evitare tali giocattoli nella vita quotidiana almeno fino ai tre anni di vita, quando è prevalente il comportamento bocca-mano, e possibilmente anche in seguito. La presenza nella sala d'attesa di uno spazio giochi "plastic free" aiuterà la comunicazione.
- Sconsigliare di bere l'acqua in bottiglie di plastica e consigliare quella del rubinetto.
- Ricordare, al momento dello svezzamento, di evitare cibi che abbiano avuto contatto con la plastica (per esempio suggerire lo yogurt in vetro, formaggi affettati sul momento etc.) e di non utilizzare (o sostituire gradualmente) pellicole e strumenti da cucina in plastica come per esempio coppe, insalatiere, piatti, cucchiaini, frullatori.
- Aiutare i pazienti ad acquisire confidenza con la lettura dell'etichetta degli abiti e dei tessuti, ricordando che ogni abito ne è fornito obbligatoriamente per legge, e invitandoli a scegliere vestiti e tessuti per l'arredo della casa di fibre naturali e senza prodotti impermeabilizzanti/antimacchia che contengono PFAS.
- Ricordare la necessità di utilizzare vernici naturali; di aerare gli ambienti e soprattutto di pulire mobili e pavimenti con lo straccio umido per ridurre il rischio di inalazione e ingestione della polvere di casa, soprattutto se presenti bambini piccoli; di evitare l'uso di tappeti e moquettes; di ridurre i prodotti chimici per la pulizia degli ambienti e delle suppellettili, orientando verso quelli naturali per es. a base di aceto, limone e bicarbonato.
- Sconsigliare l'uso di fragranze, profumi e candele profumate per la casa che possono contenere ftalati.
- Per quanto riguarda i cosmetici, il medico dovrebbe consigliare la lettura delle etichette e promuovere l'uso di saponi, creme e detersivi a base di prodotti naturali e privi di parabeni e di particelle plastiche primarie (presenti negli scrub sintetici e cosmetici simili).
- in ogni occasione va promosso lo spostamento a piedi o in bicicletta e la riduzione dell'uso dell'automobile (l'usura degli pneumatici è una delle principali fonti della plastica in ambiente).
- Il medico dovrebbe altresì aiutare a comprendere come fare correttamente lo smaltimento dei rifiuti plastici.



PER APPROFONDIMENTI E ALTRI MATERIALI VISITA IL SITO: [WWW.ISDE.IT/PROGETTO-PLASTICA/](http://WWW.ISDE.IT/PROGETTO-PLASTICA/)

PER CONOSCERE IL GRUPPO DI LAVORO: [HTTPS://WWW.ISDE.IT/WP-CONTENT/UPLOADS/2023/09/GRUPPO-DI-LAVORO-E-COLLABORATORI\\_DEF-1.PDF](https://www.isde.it/wp-content/uploads/2023/09/GRUPPO-DI-LAVORO-E-COLLABORATORI_DEF-1.PDF)

ilmedicopediatra 2023;32(4):36-44;  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-19

# Quanto è utile in pediatria di famiglia raccogliere un'anamnesi ambientale?

Vitalia Murgia<sup>1</sup>, Mara Tommasi<sup>2</sup>, Vito Romanelli<sup>2</sup>, Stefania Russo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Giunta Esecutiva Nazionale Associazione Medici per l'ambiente ISDE Italia;

<sup>2</sup>Area Ambiente e Salute FIMP; <sup>3</sup>Coordinamento Area Ambiente e Salute FIMP

## Introduzione

Tradizionalmente, i pediatri hanno tenuto in considerazione soprattutto l'influenza dell'ambiente sociale come determinanti della salute e dello sviluppo dei bambini. Molto minore attenzione viene data all'ambiente fisico anche se i bambini respirano, bevono e si alimentano, sono esposti al caldo/freddo, alla luce, al rumore e alle sostanze chimiche pericolose proprio in questo ambiente<sup>1</sup>. L'UNICEF definisce il contesto in cui vive il bambino all'interno di un quadro multilivello, che ha il bambino al centro. In questo senso la salute fisica, il benessere mentale e le abilità del bambino sono influenzati dal mondo del bambino, dal mondo intorno al bambino e dal mondo in generale. Le evidenze delle associazioni tra l'ambiente fisico, la salute dei bambini e l'insorgenza di malattie si sono notevolmente accresciute dalla fine del XX secolo e nel XXI secolo<sup>2</sup>.

Nell'ultimo decennio è cresciuta significativamente la mole di evidenze scientifiche che collegano i fattori ambientali a molte malattie infantili, in particolare a quelle "non diffusibili", cioè a malattie caratterizzate da un'origine multifattoriale che spesso sono il risultato di combinazioni complesse di fattori genetici, comportamentali, ambientali e metabolici. Il feto, il bambino e l'adolescente possono essere esposti a pericoli ambientali durante periodi critici di crescita e sviluppo, definiti "finestre di suscettibilità". Queste esposizioni possono non solo causare malattie pediatriche, ma anche influenzare la salute nell'età adulta. Vari fattori di rischio chimici, fisici e biologici rappresentano minacce alla salute e allo

## Corrispondenza

Stefania Russo

russostef.ped@tiscali.it

**How to cite this article:** Murgia V, Tommasi M, Romanelli V, et al. Quanto è utile in pediatria di famiglia raccogliere un'anamnesi ambientale? Il Medico Pediatra 2023;32(4):36-44. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-19>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

sviluppo dei bambini, e richiedono una identificazione precoce e una documentazione appropriata delle fonti di esposizione <sup>3</sup>.

Oggi i bambini vivono in un ambiente profondamente diverso rispetto a quello di qualche generazione fa, caratterizzato, tra l'altro, da sfide globali come l'industrializzazione, la globalizzazione degli scambi commerciali, la rapida crescita della popolazione urbana, il consumo insostenibile delle risorse naturali, un traffico veicolare e aereo in continuo sviluppo, l'aumento della produzione e dell'utilizzo di sostanze chimiche che generano pericolosi rifiuti tossici, la necessità del loro smaltimento e la difficoltà, talora l'impossibilità, di uscire da un circolo vizioso di contaminazione <sup>4</sup>.

L'emergere di rischi aggiuntivi, come l'azione sull'organismo dei cosiddetti interferenti endocrini <sup>5,6</sup> e il riscaldamento globale con le variazioni climatiche che ne conseguono, il pericolo di infezioni emergenti e riemergenti <sup>7</sup> e la resistenza agli antibiotici <sup>8</sup>, complicano il panorama.

Diversi rischi ambientali coesistono nei luoghi dove i bambini trascorrono la maggior parte del loro tempo: case, scuole, parchi giochi, palestre e quartieri. Gli effetti delle esposizioni ambientali precoci possono manifestarsi clinicamente come danno acuto ma più spesso in seguito, contribuendo all'insorgere di condizioni come l'asma, la bronchite cronica o il cancro. Di fronte alle crescenti preoccupazioni per la salute e l'ambiente, unite alla domanda sempre maggiore da parte delle associazioni cittadini di consulenze ambientali da parte dei professionisti sanitari, è un vero problema che queste tematiche vengano raramente insegnate nei percorsi di formazione per le professioni sanitarie.

In generale, gli operatori sanitari mancano della formazione e delle conoscenze necessarie per il riconoscimento clinico, la gestione e la prevenzione delle malattie legate all'ambiente. Incorporare la formazione sulla salute ambientale nei programmi di studio pre e post-service di tutte le professioni sanitarie è senza dubbio una delle soluzioni efficaci ai fini della preven-

zione dei danni a lungo termine causati dal degrado ambientale <sup>9</sup>. È un percorso che richiede tempi lunghi di attuazione e pertanto è imprescindibile trovare soluzioni e strumenti più immediati e applicabili nella pratica quotidiana delle professioni sanitarie. Una di queste soluzioni consiste nell'implementare l'anamnesi personale con una scheda per la definizione della Storia ambientale del bambino o, come abbiamo preferito chiamarla nel nostro percorso di lavoro collettivo che descriveremo più avanti nel testo, con una scheda di Anamnesi ambientale (AA): uno strumento per i pediatri di famiglia.

I professionisti della salute: medici di assistenza sanitaria primaria, infermieri, farmacisti possono svolgere un ruolo cruciale nell'identificare e valutare i pericoli ambientali per i bambini. I pediatri di famiglia, soprattutto, sono in una posizione unica per riconoscere i rischi ed educare su questi argomenti i genitori, gli insegnanti e la comunità, specialmente nelle aree di elevata esposizione ai contaminanti e nelle popolazioni a basse condizioni socioeconomiche e marginalizzate. Attraverso un'attenta valutazione della storia delle possibili esposizioni a rischi ambientali, il medico di assistenza primaria può svolgere un ruolo cruciale nel rilevare, trattare e prevenire le malattie causate dall'esposizione all'ambiente inquinato <sup>10</sup>.

La valutazione delle potenziali esposizioni di un bambino e dei possibili rischi per la salute correlati deve riguardare tutti i fattori fisici, chimici e biologici esterni a una persona e tutti i fattori correlati, che possono interagire con quelli ambientali per aggravare gli effetti della esposizione all'inquinante/i.

### **I prerequisiti di conoscenza per raccogliere una anamnesi ambientale accurata**

Gli operatori sanitari in prima linea, coloro che affrontano regolarmente le problematiche legate alla salute dei bambini, hanno ruoli e responsabilità specifici nella registrazione dei dati ambientali e sanitari. Devono anche essere in grado di supportare i genitori nelle scelte più salubri per il loro bambino. Abbiamo tratto da un modulo della Organizzazione Mondiale della

Sanità, pubblicato di recente nella sua terza edizione <sup>11</sup>, alcune indicazioni su ciò che gli operatori sanitari dovrebbero essere in grado di fare, arricchendole con contributi del nostro gruppo. Le competenze cognitive indispensabili alla raccolta di una buona anamnesi ambientale dovrebbero essere:

- riconoscere gli effetti clinici, subclinici e i potenziali fattori di rischio ambientale sulla salute dei bambini. Ciò richiede la capacità di identificare l'esposizione potenziale ad agenti chimici, fisici e biologici e riconoscerne gli effetti sulla salute e sullo sviluppo dei bambini;
- comprendere i meccanismi d'azione: imparare come i fattori di rischio ambientale causano o innescano diverse malattie (ad esempio, respiratorie, gastrointestinali o neurologiche) o come possono essere collegati a problemi di sviluppo o a potenziali effetti riproduttivi, endocrini e neurocomportamentali;
- Conoscere la peculiare suscettibilità del bambino al rischio ambientale e le finestre di età in cui la suscettibilità è maggiore;
- raccogliere una storia di esposizione dettagliata: porre le domande giuste e registrare le informazioni in un luogo appropriato (la cartella clinica informatizzata);
- contribuire alla ricerca e alla generazione di conoscenza: i dati sull'ambiente e la salute che sono stati raccolti, elaborati e analizzati forniscono informazioni preziose per colmare le lacune di conoscenza e contribuire alla ricerca;
- conoscere quali consigli è utile dare ai genitori per evitare/limitare l'esposizione del bambino ai rischi ambientali e per ridurre i pericoli per la salute.

Tutta questa conoscenza consentirà di erogare cure primarie più efficaci per il bambino, di supportare la famiglia sull'adozione di comportamenti più adeguati a limitare il rischio ambientale; potrebbe anche migliorare la qualità della sorveglianza sanitaria nell'area in cui opera il pediatra e contribuire alla prevenzione delle malattie correlate all'ambiente.

## **I bilanci di salute: un momento privilegiato per raccogliere l'anamnesi ambientale**

Quando porre domande sull'ambiente? Le domande dell'anamnesi possono essere poste nelle visite per nuovi pazienti, durante i bilanci di salute o durante le visite per malattie con cause ambientali note o potenziali. Ad esempio, in presenza di ripetute esacerbazioni di asma bronchiale in periodi di aumento della concentrazione del particolato, o a riniti croniche in aree contaminate, non si dovrebbe automaticamente pensare solo al ruolo eziologico dei virus e all'allergia. In caso di patologia, le domande sull'ambiente sono appropriate anche quando i sintomi sono insoliti, persistenti o quando più persone nella casa (o nell'ambiente di cura, scuola, ecc.) presentano sintomi simili <sup>12</sup>.

I bilanci di salute sono un elemento chiave dell'assistenza sanitaria pediatrica per neonati, bambini e adolescenti <sup>12,13</sup> e possono offrire al pediatra di famiglia l'opportunità di informarsi sull'ambiente circostante il bambino, fornire ai genitori linee guida anticipatorie su come prevenire o ridurre le esposizioni, dare indicazioni su come rendere più sicuro e salubre l'ambiente in cui vive il bambino.

Il rilevamento della AA consente ai pediatri di famiglia di inserire nella cartella clinica le informazioni rilevanti delle condizioni ambientali, dei comportamenti e dei fattori di rischio più seri per la salute del singolo paziente. Permette anche di identificare e valutare l'esposizione dei bambini alle minacce ambientali nei diversi luoghi in cui trascorrono il tempo: casa, scuola, parco giochi o addirittura sul luogo di lavoro o in piccole industrie artigianali, perché spesso i genitori sono costretti a tenere con sé i bambini mentre lavorano.

Le domande da porre sono tante e in linea di massima tra i molteplici aspetti dovrebbero interessare: le condizioni lavorative della madre o del padre che possano avere influito sulla salute del bambino già nel periodo precedente il concepimento o in periodo embrionario-fetale; le caratteristiche della casa/scuola/parco giochi; la preparazione e conservazione dei cibi e la loro provenienza, l'approvvigionamento idrico, la pos-

sibile esposizione a pesticidi e altri contaminanti tipici outdoor, e a quelli indoor (fumo, piombo, disinfettanti, ecc.); la vicinanza della abitazione e/o della scuola a discariche, industrie inquinanti, inceneritori, strade di elevato traffico; l'abituale utilizzo di apparecchiature elettroniche, i prodotti per l'igiene, i dermatologici e molto altro. L'acquisizione di queste informazioni insieme ad altri dati migliora la capacità di identificare, valutare e seguire i bambini potenzialmente esposti a rischi, consentendo di consigliare ai genitori misure per limitare l'esposizione, laddove possibile. La raccolta dati contribuisce alla creazione di una base di evidenze necessarie per la programmazione di interventi. Nel complesso, il momento della raccolta dell'anamnesi ambientale fornisce un'opportunità di interazione più stretta tra il pediatra di famiglia e i genitori, che può contribuire a una migliore conoscenza anche dei problemi della comunità in cui il bambino vive <sup>11</sup>.

### Il percorso di costruzione della scheda di anamnesi ambientale per il pediatra di famiglia

Alla fine del 2018, su input della Associazione Medici per l'Ambiente ISDE-Italia, è iniziato un percorso di approfondimento sulla importanza della AA e sulla sua rilevanza per la prevenzione del danno ambientale nei bambini italiani.

Durante un'intera sessione di lavoro di gruppo in un corso promosso dall'Area Ambiente e Salute della Federazione Italiana Medici Pediatri (FIMP), è stata esaminata e perfezionata una scheda sintetica di anamnesi ambientale. Tale scheda era stata sviluppata da ISDE Italia, che ha un rapporto di collaborazione con l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), prendendo spunto dalla Green Page dell'OMS <sup>14</sup> e da altri esempi di schede specificamente dedicati ai bambini <sup>13,15,16</sup>.

Questo lavoro si colloca all'interno di un percorso formativo incentrato sull'inquinamento ambientale e sui rischi correlati per la popolazione pediatrica. L'obiettivo è aumentare la consapevolezza della pediatria di famiglia riguardo ai nuovi rischi per la salute dei bambini

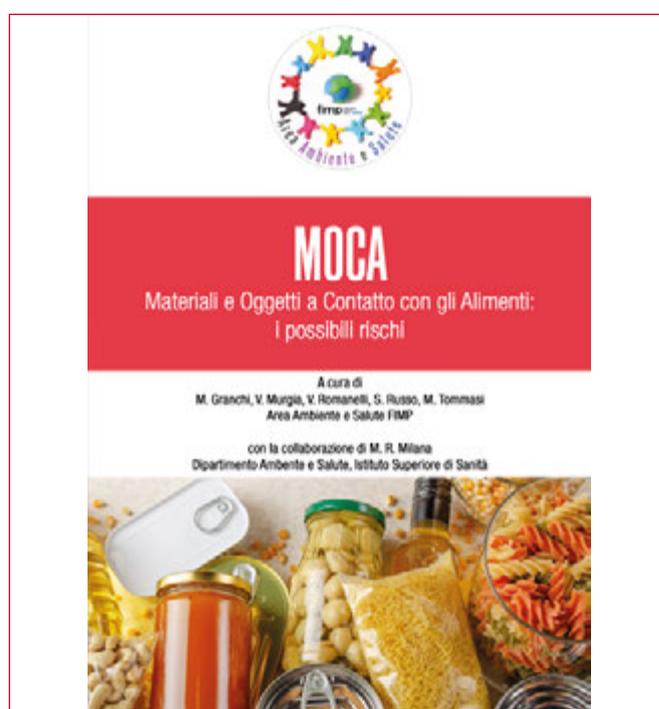
**FIGURA 1.**

I poster per lo studio pediatrico con indicazioni per i genitori su alcuni aspetti rilevanti dei rischi ambientali (<https://fimp.pro/index.php/articoli-correlati-ambiente-e-salute?start=10>).



**FIGURA 2.**

Fascicolo di approfondimento sui MOCA.



e affrontare, anche in età pediatrica, la "transizione" epidemiologica legata all'inquinamento ambientale. Questo percorso, interrotto a causa della pandemia, è stato finalmente ripreso. Quello che viene descritto in questo articolo è il risultato dell'analisi e revisione della

iniziale scheda di anamnesi condotta durante le varie sessioni di lavoro, la più recente delle quali è stata all'interno di un corso ISDE-FIMP svoltosi lo scorso giugno. La riflessione si è accompagnata a un percorso graduale di formazione (corsi in presenza e webinar) e di sviluppo e approfondimento di conoscenze su temi legati all'ambiente. Sono stati anche creati materiali per la "cattura" dell'attenzione dei genitori (poster per lo studio medico su argomenti di rilievo per il rischio ambientale) e fascicoli di approfondimento utili ai pediatri per dialogare con i genitori sugli argomenti dei poster. Lo scopo era di sviluppare una maggiore competenza dei pediatri sull'argomento e di migliorare l'interazione con i genitori riguardo ai problemi legati all'inquinamento. I materiali (Figg. 1-2) sono disponibili sul sito web della FIMP (Fimp.pro)<sup>17</sup>.

Per quanto riguarda le domande da porre ai genitori, abbiamo lavorato a lungo per definire, innanzitutto, quali ambiti indagare, tenendo bene in mente che l'anamnesi ambientale è una componente fondamentale di una storia anamnestica pediatrica completa, ed è sia uno strumento (un insieme di domande) di raccolta di informazioni, sia un'opportunità di interazione con i genitori e di erogazione di interventi di educazione sanitaria. Abbiamo tenuto presente che le domande dell'Anamnesi ambientale devono essere adattate per ricomprendere i rischi tipici della situazione locale, e che sono diversi a seconda che il bambino viva in un paese industrializzato o a basso livello socioeconomico. Devono quindi variare a seconda dell'area geografica, del clima, del livello di industrializzazione dell'area, delle infrastrutture presenti nel territorio (strade a elevato traffico, aeroporti, porti, ecc.), dello stato socioeconomico e della presenza di aree verdi salubri in cui giocare. L'indagine dovrebbe focalizzarsi sulle principali minacce ambientali nei luoghi in cui i bambini trascorrono la maggior parte del loro tempo e sui comportamenti a rischio. Ci siamo quindi orientati a indagare i più comuni fattori di rischio e i possibili comportamenti che accentuano le possibilità di esposizione ai fattori di rischio, tenendo presente che l'espo-

sizione ambientale coinvolge spesso molteplici agenti e condizioni.

Altri fattori importanti che dovrebbero emergere comunque anche dall'anamnesi generale sono la suscettibilità genetica del bambino, come una storia familiare di allergie o cancro; i fattori psicosociali ed economici, dato che le esposizioni possono essere più frequenti o gravi in ambienti degradati (povertà culturale o economica), dove può esserci una maggiore ignoranza riguardo ai potenziali rischi o la mancanza di mezzi per implementare soluzioni. Una casa di vecchia costruzione e senza regolare manutenzione può rappresentare un fattore di rischio importante per il bambino. Il connubio tra degrado ambientale e contaminazione chimica elevata dell'area in cui il bambino vive potenzia l'effetto negativo delle condizioni socioeconomiche disagiate. Si veda l'esempio di Taranto, dove il carico di sofferenza dei minori, legato al grave inquinamento industriale, si riflette anche sulle capacità cognitive e comportamentali dei bambini. L'esposizione al piombo ha causato effetti negativi sullo sviluppo neurocognitivo anche a livelli di piombo nel sangue molto bassi in bambini con stato socioeconomico basso. Le concentrazioni di metalli pesanti dei bambini decrescevano all'aumentare della distanza dal sito industriale<sup>18</sup>. Anche le interazioni tra diversi contaminanti, in questo caso piombo e arsenico, amplificano gli effetti dell'esposizione anche a bassi livelli di inquinante<sup>19</sup>.

Le aree di indagine che abbiamo deciso di inserire nella scheda di anamnesi ambientale, tra le tante, includono l'età e la preoccupazione dei genitori per eventuali pericoli ambientali nell'area geografica in cui vivono; la professione dei genitori; l'esposizione dei genitori nel periodo pre- e post-concepimento a fattori ambientali di rischio per il prodotto del concepimento; le condizioni della casa e la sua età; l'esposizione al fumo passivo; l'esposizione ai fornelli a gas o stufa a legno; l'esposizione dietetica (metodi di cucinare, eventuale utilizzo di cibo biologico, ecc.); il tipo di giocattoli; l'utilizzo di dispositivi elettronici da parte dei genitori e dei bambini (per quanto tempo eventualmente).

**TABELLA I.**

**Bilanci di salute e Anamnesi ambientale.**

Le età dei bilanci di salute sono tratte dall'ACN 2022 PLS estratto allegato 10 Progetto salute infanzia con aggiunta della visita del primo mese per la presa in carico del bambino. Il pediatra, a seconda delle risposte dei genitori, deciderà se e quanto approfondire l'anamnesi anche per aspetti che, per quel bilancio di salute, non sono previsti dalla tabella. I vari ambiti, se non rilevati nel bilancio precedente, vanno valutati al successivo incontro. Eventuali aspetti critici emersi vanno re-indagati non solo ai bilanci successivi, ma anche in occasione di visite per problemi di salute.

<b>Tappe: presa in carico e bilanci di salute</b>	<b>Ambito di indagine</b>	<b>Aspetti da indagare e linee guida anticipatorie</b>	<b>Strumenti</b>
Presa in carico	<b>Famiglia:</b> indagare la presenza di fattori di rischio in ambito familiare; allattamento	<b>Attività lavorativa dei genitori</b> (pre- e post-concepimento), <b>Assunzione farmaci in gravidanza, abitudini</b> (fumo, alcol, ecc.). <b>Conservazione latte</b> materno e materiale del biberon	Poster materiali a contatto con gli alimenti (MOCA)
2-3 mesi	<b>Ambiente di vita outdoor e indoor</b>	<b>Casa</b> (età, condizioni di mantenimento, tipo di riscaldamento) <b>Fonti di inquinamento outdoor:</b> vicinanza ad aree industriali contaminate, a infrastrutture stradali di elevato traffico, aeroporti), consapevolezza pericoli ambientali nell'area di residenza, asilo nido <b>Fonti di inquinamento indoor</b>	Poster sui rischi dell'inquinamento indoor Poster su risparmio energetico
5-7 mesi	<b>Abitudini alimentari</b> <b>Acqua</b>	Tipo di alimentazione complementare; Abitudini alimentari della famiglia (utilizzo di cibi preconfezionati, consumo di cibi biologici, tipo di acqua, materiali delle stoviglie, contenitori degli alimenti e bevande)	Poster sulla qualità e il risparmio dell'acqua Poster materiali a contatto con gli alimenti (MOCA)
10-14 mesi	<b>Uso dei giocattoli</b>	Tipologia di giocattoli, certificazioni secondo le normative	Poster giocattoli sicuri Poster riduzione consumo e riciclo plastica
20 -28 mesi	Uso di dispositivi elettronici	Dispositivi elettronici (rete wi-fi, vicinanza al bambino) Uso di tablet o cellulari	Poster uso corretto dispositivi elettronici
30-42 mesi	<b>Abitudini alimentari</b>	Dieta (consumo frutta, verdura, spuntini, bevande zuccherate, eccessivo consumo di cibi preconfezionati, ecc.)	Leaflet su proprietà salutistiche di frutta e verdura (intervento su stress ossidativo)
5-6 anni	<b>Uso di dispositivi elettronici</b>	Tempo trascorso con dispositivi elettronici (tablet/cellulare, play station, giochi elettronici in genere)	Poster uso corretto dispositivi elettronici

Dall'anamnesi ambientale possono scaturire anche:  
a) richieste di informazioni-discussioni con colleghi su casi simili o osservazioni (es. in ISDE Italia sono attive due chat dedicate solo a questi scambi di expertise);  
b) contatti con professionisti o istituzioni che possono

avere informazioni sulla situazione osservata; informazioni per le autorità responsabili sulle situazioni osservate; c) contatti propositivi per decisori politici e autorità a livello locale, regionale e nazionale. Le informazioni provenienti da una storia ambientale pos-

sono contribuire a prevenire o mitigare esposizioni pericolose.

Le domande dovrebbero tenere conto dell'età e dello stadio di sviluppo del bambino; infatti, l'esposizione a diversi fattori di rischio può essere accentuata da alcuni comportamenti caratteristici, come gattonare, azioni "mano a bocca".

Per questo motivo abbiamo tentato di definire in quali dei bilanci di salute sia opportuno porre le varie domande, che in più di un caso potrebbero essere indagate nuovamente in bilanci di salute successivi. L'occasione è utile anche per dispensare ai genitori delle raccomandazioni relative a eventuali criticità individuate o consigli su come evitare pericoli prevedibili, facendo riferimento anche ai materiali di cui abbiamo parlato in precedenza.

Siamo consapevoli che la nostra scheda non è esaustiva per quanto attiene agli innumerevoli aspetti che andrebbero indagati. Nella scelta si è cercato di tenere conto del tempo necessario al completamento dell'anamnesi e di privilegiare gli aspetti più rilevanti e gli ambiti in cui è maggiormente possibile l'attività di prevenzione del rischio da parte del pediatra di famiglia.

### **I vantaggi di un uso generalizzato della scheda di anamnesi ambientale**

Il primo a giovarsene sarebbe il pediatra di famiglia, perché l'adozione di una scheda di anamnesi accompagnata a un percorso di formazione a un suo corretto utilizzo farebbe accrescere le sue conoscenze sul bambino e sulla famiglia, sui problemi dell'ambiente in genere e gli permetterebbe di acquisire consapevolezza sulle questioni ambientali locali.

L'informatizzazione della scheda e il suo auspicabile inserimento nelle varie cartelle cliniche informatizzate, utilizzate dai pediatri di famiglia, permetterebbe di creare database di monitoraggio dei problemi di salute ambientale tra la popolazione di bambini seguiti dal singolo pediatra, ma anche nella popolazione pediatrica generale. Perché ciò sia possibile occorre la condivisione di un linguaggio comune, cioè una comprensione condivisa dei termini, che potrebbe essere

raggiunta anche grazie alla creazione di un glossario completo. Il linguaggio comune permetterebbe una maggiore comunicazione tra i pediatri e la condivisione di esperienze di riflessione sui fenomeni e analisi dei fattori di rischio, che riguardano la comunità in cui il singolo pediatra opera. La raccolta standardizzata dei dati potrebbe consentire la loro comparabilità, facilitando studi di ricerca cooperativi e pubblicazioni scientifiche.

L'utilizzo dell'anamnesi ambientale potrebbe permettere di raggiungere alcuni obiettivi importanti, ne citiamo solo alcuni:

- promuovere un'alimentazione più sana: segnalando la necessità di evitare alimenti noti per contenere sostanze nocive provenienti dall'ambiente, e indicando la scelta di consumare abitualmente cibi freschi non confezionati in contenitori che possono rilasciare sostanze tossiche e che sono anche inquinanti per l'ambiente;
- garantire una buona qualità dell'aria indoor facendo sì che i genitori evitino di fumare in casa (ma anche fuori), garantiscano una buona ventilazione, riducano l'uso di stufe e camini e di prodotti chimici aggressivi;
- ridurre l'esposizione del bambino a dispositivi elettronici: limitare il tempo trascorso davanti a schermi e dispositivi elettronici, poiché alcuni studi suggeriscono che l'esposizione prolungata potrebbe avere impatti sulla salute dei bambini;
- scegliere giocattoli sicuri e privi di sostanze tossiche contaminanti.

### **Gli ostacoli alla diffusione della scheda di anamnesi ambientale**

Esistono anche diversi ostacoli che possono impedire un'ampia diffusione delle varie schede ambientali fino a ora implementate in esperienze a livello internazionale. Tra questi, la mancanza di consapevolezza della sua importanza tra gli operatori sanitari, la formazione insufficiente per affrontare il discorso con i genitori, la sensazione di "essere impotenti" di fronte a pericoli ambientali derivanti da fonti di esposizione esterne

alla casa del bambino; i vincoli temporali (è un pezzo di attività che non è previsto nella routine quotidiana e che può far "saltare" gli equilibri tra i diversi carichi di lavoro); il sovraccarico di lavoro negli ambulatori dei pediatri di famiglia in particolari momenti dell'anno e, in ultimo, anche l'assenza di motivazione che può essere fortemente influenzata dalla scarsa conoscenza della rilevanza dei rischi derivanti dalle esposizioni ambientali e dalla limitata capacità o possibilità di intervenire clinicamente in alcune malattie legate all'ambiente (ad esempio, ozono e asma), o nel limitare la contaminazione ambientale.

Le domande potrebbero essere poste ai genitori anche da personale di studio specificamente formato, che dovrebbe poi riferire al pediatra gli eventuali aspetti critici da discutere con i genitori.

## Conclusioni

Ci proponiamo di proseguire il nostro percorso con alcune iniziative pilota di utilizzo della scheda di Anamnesi ambientale, che speriamo di mettere in campo al più presto. Il lavoro di armonizzazione di una scheda di anamnesi ambientale pediatrica, la sua adozione e diffusione emergono come strategie critiche nell'ambito degli sforzi globali per salvaguardare la salute dei bambini. Standardizzando le metodologie di raccolta dati, adottando un linguaggio comune e utilizzando la cartella clinica informatizzata per inserire le informazioni raccolte, i pediatri di famiglia possono: a) singolarmente migliorare la comprensione dei problemi di salute del bambino e intervenire con misure di contenimento dell'esposizione ai fattori di rischio; b) come categoria rafforzare la loro capacità collettiva di comprendere, affrontare e mitigare l'impatto dei fattori ambientali sul benessere dei bambini. La condivisione e l'utilizzo della scheda deve essere preceduto e accompagnato da percorsi di formazione di tipo generale sui rischi per la salute del bambino legati alle esposizioni ai vari fattori di rischio ambientale, e specifici sui vari aspetti affrontati nella scheda di anamnesi stessa.

Un approccio di tipo collaborativo ampio, allargato anche ad altri operatori sanitari che si prendono cura

dei bambini nell'utilizzo della scheda, potrebbe dare origine a un fronte unificato nel perseguire l'obiettivo di una migliore salute ambientale pediatrica, e contribuire a stabilire anche le basi per un futuro più sano e sostenibile per i bambini di tutto il mondo.

## Pediatri di famiglia che hanno partecipato ai gruppi di lavoro:

Ottavio Balducci, Marisa Bobbio, Massimo Branca, Eleonora Bruno, Donatella Calvi, Renato Cicchiello, Lorella Ciferri, Amalia Degano, Elisabetta D'Amato, Immacolata Fariello, Maria Teresa Fonte, Priene Galvao, Marco Granchi, Giuseppe Gregori, Melina Haber, Yvonne Leiter, Maria Pia Libè, Alessandro Marini, Laura Martinati, Edoardo Marullo Reedz, Laura Matteucci, Anna Maria Moschetti, Athina Nussiopulos, Maria Angela Ometto, Angela Pasinato, Salvatore Patania, Maria Pirozzi, Lucia Poggese, Roberto Sacchetti, Fabiola Salvetti, Maria Lucia Santoro, Graziella Sapia, Fabio Severi, Maria Filomena Valentino, Viviana Varani, Leo Venturelli, Maria Concetta Zinna.

## Bibliografia

- 1 UNICEF Office of Research. Places and spaces: environments and children's well-being. Innocenti Report Card 17. UNICEF Office of Research. Innocenti, Florence, 2022.
- 2 WHO 2017. Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: World Health Organization, 2017 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/254677/>, visitato il 2-12-2023).
- 3 Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 2018;391:462-512.
- 4 UNEP 2019. United Nations Environment Programme. Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions (<https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>, visitato il 15-11-2023).
- 5 Cargnelutti F, Di Nisio A, Foresta C. Effects of endocrine disruptors on fetal testis development, male puberty, and transition age. *Endocrine* 2021;72:358-374. <https://doi.org/10.1007/s12020-020-02436-9>.
- 6 EEA 2012. European Environment Agency. The impacts of endocrine disruptors on wildlife, people and their environments. The Weybridge+15 (1996-2011) report (<https://www.eea.europa.eu/publications/the-impacts-of-endocrine-disruptors>, visitato il 18-11-2023).
- 7 Petronio MG, Murgia V, Lauriola P, et al. Pandemie, inquinamento e crisi del clima. In: Petronio MG, ed. Ambiente e salute. Conoscere i fattori di rischio per prevenire le malattie infettive e cronico-degenerative. Sansepolcro (AR): Aboca Edizioni 2020.
- 8 ECDC, EFSA, EMA, OECD 2022. Antimicrobial resistance in the EU/EEA - a one health response (<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/antimicrobial-resistance-policy-brief-2022.pdf>, visitato il 2-12-2023).
- 9 McCurdy LE, Roberts J, Rogers B, et al. Incorporating environmental health into pediatric medical and nursing education. *Environ Health Perspect* 2004;112:1755-1760. <https://doi.org/10.1289/ehp.7166>

- <sup>10</sup> ATSDR 2019. Case Studies in environmental medicine taking an exposure history ([https://www.atsdr.cdc.gov/csem/exp/history/docs/exposure\\_history.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/csem/exp/history/docs/exposure_history.pdf)).
- <sup>11</sup> WHO 2023. The paediatric environmental history: a tool for health care providers (<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HEP-ECH-CHE-23.12>).
- <sup>12</sup> American Academy of Pediatrics (AAP 2023). Taking an environmental history (HealthyEnv\_TakingEnvHistory.pdf)
- <sup>13</sup> Balk SJ. Environmental history-taking. Children's Environmental Health Network, 2014.
- <sup>14</sup> WHO 2017. The paediatric environmental history: green page (<https://www.who.int/publications/m/item/children-s-environmental-record-green-page>).
- <sup>15</sup> Ortega García JA, Ferrís I, Tortajada J. Hoja verde exploratoria. Unidad de Salud Medioambiental Pediátrica, Murcia, España; 2012 (<http://pehsu.org/wp/>). Ortega García JA, Ferrís I, Tortajada J, Sánchez Solís de Querol M. Editores: Muñoz Calvo MT, Hidalgo Vicario MI, Clemente Pollán J, 4ª ed. *Pediatría Extrahospitalaria*. Madrid: Ergon 2008.
- <sup>16</sup> NEEF 2023. Pediatric environmental history form (PedEnvHistoryForm\_complete.pdf).
- <sup>17</sup> Fimp.pro. Articoli correlati ambiente e salute (<https://fimp.pro/index.php/articoli-correlati-ambiente-e-salute?start=10>).
- <sup>18</sup> Lucchini RG, Guazzetti S, Renzetti S. Neurocognitive impact of metal exposure and social stressors among schoolchildren in Taranto, Italy. *Environ Health* 2019;18:67. <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0505-3>
- <sup>19</sup> Renzetti S, Cagna G, Calza S, et al. The effects of the exposure to neurotoxic elements on Italian schoolchildren behavior. *Sci Rep* 2021;11:9898. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88969-z>

ilmedicopediatra 2023;32(4):45-51  
doi: 10.36179/2611-5212-2023-20

# Sistema immunitario e infezioni dell'età evolutiva: il ruolo della vitamina D

Gabriele Renzetti<sup>1</sup>, Angelo Pietrobelli<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ULSS 9 Scaligera, Verona; <sup>2</sup> Clinica Pediatrica, UOS I Primi 1000 Giorni di Vita, Ospedale della Donna e del Bambino, Università degli Studi di Verona;

<sup>3</sup> Pennington Biomedical Research Center, Baton Rouge, LA, USA

## Introduzione

Malgrado i progressi tecnologici e scientifici in campo medico, anche nell'epoca attuale le infezioni del tratto respiratorio continuano a interessare comunemente i bambini e rimangono una delle principali cause di morbilità e mortalità del periodo infantile in tutto il mondo <sup>1,2</sup>.

Di fatto, i bambini, in particolare durante i primi 6 anni di vita, vanno incontro a ripetuti episodi di infezione respiratoria che hanno un considerevole impatto sulla stessa qualità di vita, causando importanti problemi alla famiglia, alla società e al sistema sanitario <sup>3</sup>.

## Agenti eziologici delle infezioni respiratorie infantili

I principali agenti patogeni che determinano le infezioni respiratorie sono virus (come il virus respiratorio sinciziale, il rinovirus e il virus dell'influenza) <sup>4</sup>. Sebbene i virus siano spesso gli unici agenti causali di infezioni del tratto respiratorio, le sovra-infezioni batteriche si verificano con una discreta frequenza. In effetti, le infezioni batteriche si osservano fino al 60% dei pazienti quando i sintomi di infezione del tratto respiratorio durano per 10 giorni o più <sup>5</sup>.

I patogeni respiratori batterici più diffusi sono: *Streptococcus pneumoniae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* e *Streptococcus pyogenes* <sup>6</sup>.

Vi è inoltre evidenza di un effetto sinergico, quasi di collaborazione, tra virus e batteri nella patogenesi delle infezioni respiratorie <sup>7</sup>, esempio è il sinergismo tra virus influenzali e *S. pneumoniae* <sup>6</sup>.

Sebbene l'infezione da virus influenzale possa essere di per sé fatale, la mortalità aumenta drasticamente con una sovra-infezione batterica <sup>6</sup>.

### Corrispondenza:

Gabriele Renzetti

gabriele.renzetti@yahoo.it

### Conflitto di interessi:

Gli Autori dichiarano nessun conflitto di interessi.

**How to cite this article:** Renzetti G, Pietrobelli A. Sistema immunitario e infezioni dell'età evolutiva: il ruolo della vitamina D. Il Medico Pediatra 2023;32(4):45-51. <https://doi.org/10.36179/2611-5212-2023-20>

© Copyright by Federazione Italiana Medici Pediatri



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

## Fattori di rischio immunologico infantile per infezioni respiratorie

La predisposizione dell'età evolutiva alle infezioni del tratto respiratorio è legata da un lato all'imaturità della branca immunitaria innata e dall'altro alla verginità del sistema immunitario che non si è ancora confrontato con agenti patogeni <sup>8</sup>.

Inoltre, la recidiva degli episodi infettivi risulta causata dall'assenza di un *pool* di cellule di memoria.

Infatti, solo dopo la scomparsa iniziale degli anticorpi materni trasferiti attraverso il tessuto placentare e col latte materno, le infezioni dei primi anni di vita permettono al sistema immunitario di formare un *pool* di cellule di memoria (linfociti T e B) che impedirà la reinfezione con i comuni patogeni batterici e virali <sup>9</sup>.

## Ruolo della vitamina D nelle infezioni respiratorie

Tra i fattori responsabili dell'aumentata incidenza di infezioni respiratorie nel periodo infantile, negli ultimi anni ha acquisito notevole rilevanza il ruolo svolto dalla carenza di vitamina D <sup>1</sup>.

In generale, la vitamina D esiste come vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferolo) e sotto forma di vitamina D<sub>3</sub> (colecalciferolo) e può essere assunta con il consumo di tonno, salmone o pesce azzurro, o attraverso l'assunzione di alimenti come fegato, uovo o cereali e lattici fortificati, o sintetizzata mediante l'azione cutanea della radiazione ultravioletta B, cioè con l'esposizione della cute al sole <sup>1</sup>.

La sintesi cutanea della vitamina D che è la responsabile principale dello stato vitaminico D, contribuendo per l'80-90% al livello individuale, dipende tuttavia da diversi fattori. Per esempio, individui con carnagione scura hanno livelli più elevati del pigmento melanina e mostrano una ridotta capacità di sintesi cutanea della vitamina D dopo esposizione solare.

La popolazione a rischio di livelli carenziali di vitamina D include soggetti con bassi livelli di esposizione al sole e coloro che presentano una condizione di malassorbimento lipidico. Anche coloro che risiedono nelle latitudini più settentrionali, così come i pazienti costretti

a casa, e le donne che indossano lunghe vesti o copricapo per motivazioni religiose manifestano un rischio maggiore di carenza <sup>1</sup>.

Sia la vitamina D ingerita che quella sintetizzata nella cute sono metabolicamente inattive e necessitano di processi di attivazione enzimatica. Nel fegato il colecalciferolo è convertito a 25-idrossicolecalciferolo [25(OH)D], anche noto come calcidiolo, mentre l'ergocalciferolo è convertito in 25-idrossiergocalciferolo.

Infine, nel rene una parte del calcidiolo è trasformato in calcitriolo anche noto come 1,25-diidrossivitamin D<sub>3</sub>, 1,25(OH)<sub>2</sub>D.

Il calcitriolo circola nel torrente ematico come ormone e regola numerosi meccanismi mediante l'interazione con il recettore della vitamina D.

Oltre che nel rene, il calcitriolo è anche prodotto in tessuti come il muscolo liscio dei vasi, le cellule intestinali, i monociti, le cellule dendritiche e i linfociti B <sup>1</sup>.

Negli ultimi anni numerosi studi indicano un'associazione statisticamente significativa tra deficit vitaminico e infezioni del tratto respiratorio <sup>10</sup>.

A tale riguardo non bisogna trascurare che si stima che a livello globale la carenza di vitamina D affligga il 30% della popolazione pediatrica e il 60% della popolazione adulta <sup>11</sup>.

## Concordanza tra ipovitaminosi D e picco delle infezioni respiratorie

Occorre sottolineare che la concordanza temporale tra il picco invernale delle infezioni respiratorie e il picco di ipovitaminosi D sembra riportare l'importanza di mantenere livelli adeguati di vitamina D nella riduzione del rischio di episodi infettivi <sup>12</sup>.

## Livelli di riferimento ematici della vitamina D

Relativamente ai valori di riferimento ematici della vitamina D deve essere puntualizzato che in generale viene definita deficienza di vitamina D una condizione con livello ematico inferiore a 20 ng/ml, insufficienza una concentrazione tra i 20 e i 30 ng/ml e ottimale

una concentrazione di almeno 30 ng/ml, necessaria per ottenere tutti i benefici per la salute <sup>1</sup>.

### Interazione della vitamina D con il suo recettore citosolico

Gli effetti generati dalla vitamina D sono il risultato della sua interazione con un recettore citosolico, denominato recettore della vitamina D (VDR). Il VDR ha distribuzione ubiquitaria e questo spiega il considerevole pleiotropismo della vitamina D. Una volta sintetizzata, la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  lega il VDR e successivamente penetra nel nucleo della cellula, dove agisce come un fattore di trascrizione attivato dal suo ligando e facilita l'espressione genica. Il gene del VDR, localizzato sul cromosoma 12, specificatamente nella regione 12q13.1, presenta numerosi polimorfismi.

Il polimorfismo del recettore della vitamina D condiziona una differente responsività nei confronti della supplementazione con vitamina D. Sono pertanto auspicabili studi che spieghino e approfondiscano i meccanismi con i quali delle modificazioni genetiche a livello del VDR possano determinare un aumentato rischio di sviluppare malattie del tratto respiratorio durante l'età infantile, nella prospettiva di interventi clinici e terapeutici sempre più mirati e personalizzati <sup>1</sup>.

### Azioni generali della vitamina D sul sistema immunitario

La vitamina D ha delle importanti influenze sia sul sistema immunitario innato che su quello adattivo e regola i processi infiammatori <sup>1</sup>.

La maggioranza delle cellule del sistema immunitario esprime il recettore per la vitamina D, in particolare dopo la loro attivazione <sup>1</sup>.

Dal punto di vista fisiopatologico, la protezione dalle infezioni esercitata dalla vitamina D può contare non solo sull'espressione del recettore della vitamina D (VDR) in molte delle cellule del sistema immunitario sia innato sia adattivo, ma anche sul fatto che alcune cellule, in particolare i macrofagi e le cellule dendritiche, dispongono degli enzimi che consentono di tra-

sformare i precursori in vitamina D attiva, capace di agire in modalità autocrina e paracrina.

Ad oggi, le evidenze scientifiche mostrano che la vitamina D promuove l'attivazione del sistema immunitario innato, stabilizza il sistema immunitario adattivo, e svolge una funzione protettiva, omeostatica e antinfiammatoria <sup>13-15</sup>.

### Azioni della vitamina D sul sistema immunitario innato

La vitamina D ha la capacità di aumentare la produzione di  $\beta$ -defensina in numerosi tipi cellulari (comprese le cellule del sistema immunitario e i cheratinociti) e di incrementare significativamente la produzione di catelicidina: in entrambi i casi si tratta di peptidi antimicrobici dotati di una naturale attività antivirale, che possiedono anche una funzione immunomodulatoria. In particolare, in merito all'immunità innata – che funge da prima barriera di difesa nei confronti di patogeni – in caso di infezione i monociti e i macrofagi, stimolati dai segnali indotti dai recettori *toll-like* e dall'esposizione a citochine infiammatorie come l'interferone gamma (IFN- $\gamma$ ), esprimono alti livelli dell'enzima CYP27B1 che converte la 25-idrossivitamina D [ $25(\text{OH})\text{D}$ ] in  $1,25$ -diidrossivitamina D [ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ].

Quest'ultima aumenta l'attività antimicrobica dei macrofagi e dei monociti in modo autocrino mediante il segnale indotto dall'eterodimero VDR-RXR, che a sua volta stimola la produzione di catelicidina antimicrobica LL-37.

La catelicidina agisce anche contro i batteri e i funghi alterando le membrane microbiche ed è dotata anche di proprietà antivirali.

La  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ , inoltre, controlla la differenziazione e le funzioni delle cellule che presentano l'antigene rendendole più immature e più tollerogeniche. Questo riduce la presentazione dell'antigene e la produzione di interleuchina-12 (IL-12), aumentando la produzione di IL-10, una citochina tollerogenica. La  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  sopprime anche l'espressione di recettori *toll-like* sui monociti e inibisce la produzione di citochine infiammatorie come IL-2, IL-6 e IL-17 <sup>20</sup>.

## Azioni della vitamina D sul sistema immunitario adattivo

A livello dell'immunità adattiva, la vitamina D stimola la produzione di citochine antinfiammatorie e inibisce la produzione di citochine infiammatorie, modulando la risposta immunitaria da uno stato pro-infiammatorio a uno stato tollerogenico, inducendo una maggiore tolleranza delle cellule dendritiche, sopprimendo i linfociti Th17 e incrementando i linfociti T regolatori per determinare uno spiccato effetto antinfiammatorio. Nel dettaglio, la  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  sopprime la proliferazione dei linfociti T, controlla la produzione di citochine e regola la differenziazione con diversi effetti sui sottogruppi delle cellule T. Promuove quindi il viraggio dal profilo cellulare Th1 e Th17 al profilo Th2 sopprimendo l'espressione di citochine Th1 (IL-2, IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ ) e Th17 (IL-17, IL-21) e inducendo

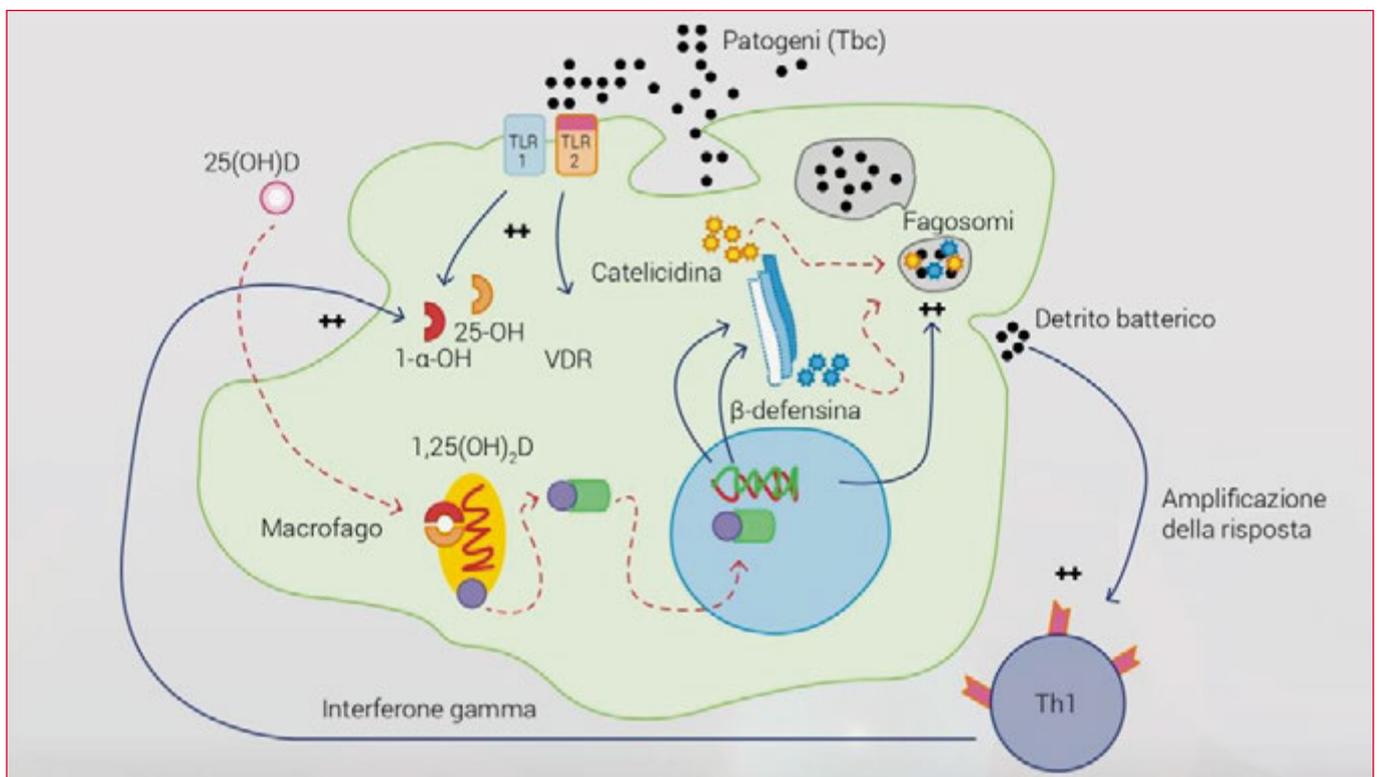
l'espressione di citochine Th2 (IL-4, IL-5, IL-9, IL-13). La  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  può anche promuovere la differenziazione delle cellule regolatorie T (Treg) sia direttamente sia indirettamente, tramite l'interazione con le cellule che presentano l'antigene, con soppressione dello stato pro-infiammatorio (questo effetto antinfiammatorio viene ritenuto importante nella protezione contro le malattie autoimmuni).

La  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ , inoltre, inibisce l'attivazione delle cellule B indotta da citochine agendo sulle cellule T-helper, promuovendo la produzione di citochine antinfiammatorie IL-10 e CCR10 direttamente dalle cellule B e sopprimendo la differenziazione da cellule B mature a plasmacellule e lo switch di classe delle cellule B della memoria<sup>20</sup>.

Nelle Figure 1 e 2 vengono schematizzati rispettivamente i meccanismi antibatterici della vitamina D e gli effetti sul sistema immunitario adattivo.

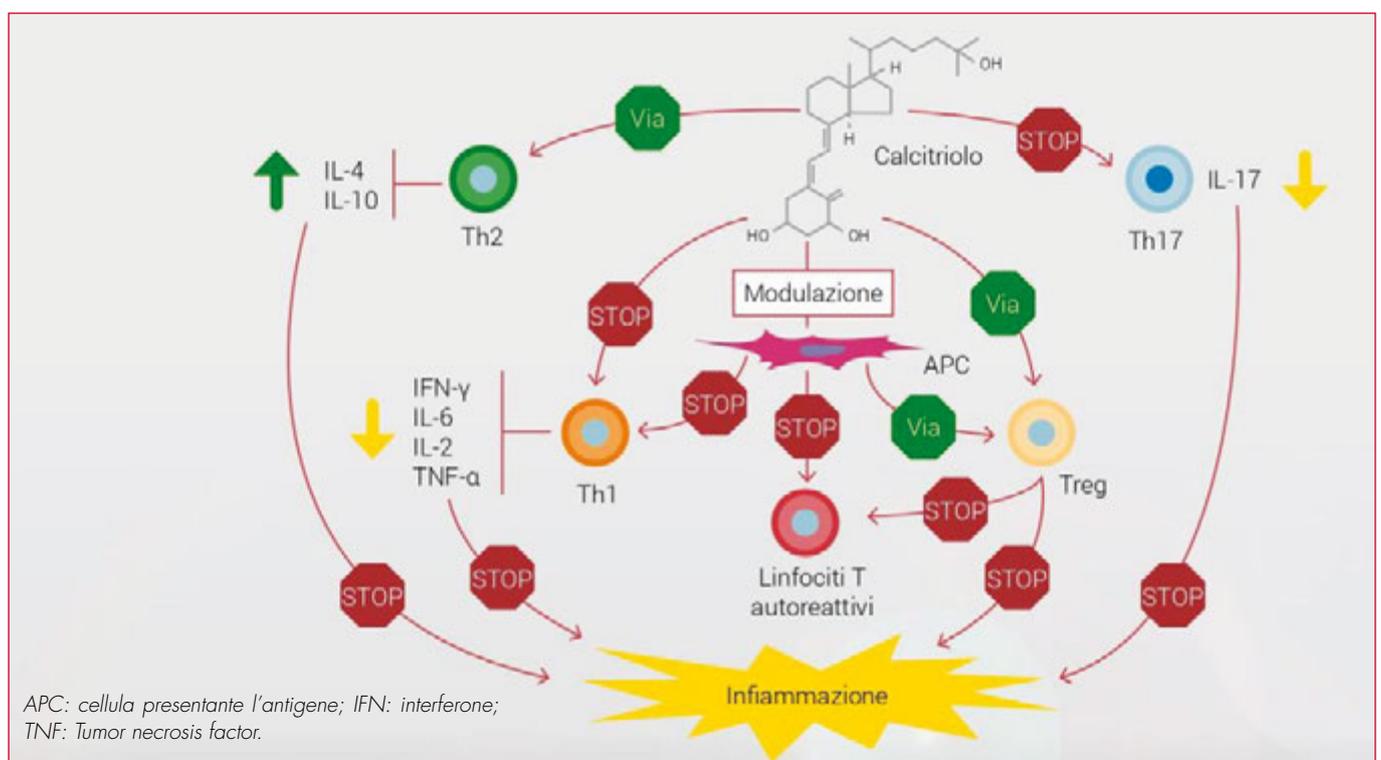
### FIGURA 1.

Meccanismi dell'attività antibatterica della vitamina D. Concessione di Mondo Pediatrico. Figura tratta da FAD ECM 2022. La vitamina D che non ti aspetti: passato, presente e futuro della vitamina del sole.



**FIGURA 2.**

Effetti della vitamina D sul sistema immunitario adattivo. Concessione di Mondo Pediatrico. Figura tratta da FAD ECM 2022. La vitamina D che non ti aspetti: passato, presente e futuro della vitamina del sole.

**Vitamina D e tubercolosi**

Una tra le iniziali osservazioni della possibile attività antimicrobica della vitamina D è derivata dalla constatazione di un incremento della frequenza di tubercolosi in uno specifico gruppo di pazienti indiani residenti a Londra, affetti da ipovitaminosi D<sup>1</sup>. Il preciso meccanismo con il quale la vitamina D protegge dalla tubercolosi è ancora oggetto di studio, tuttavia alcuni modelli sperimentali hanno determinato che l'esposizione alla vitamina D induce la produzione di specie reattive dell'ossigeno e del nitrogeno che inattivano gli enzimi metallo-proteinasi della matrice, implicati nell'eziopatogenesi della cavitazione polmonare.

Pertanto, la vitamina D sembra inibire i processi di danno tissutale indotti dalle metallo-proteinasi, inoltre induce la sintesi del peptide antimicrobico catelicidina

che promuove la rimozione del micobatterio della tubercolosi attraverso un processo di autofagia<sup>1</sup>.

**Vitamina D e otite media acuta**

L'otite media acuta risulta molto frequente nella popolazione pediatrica poiché interessa circa il 50% dei bambini nel primo anno di vita. Studi recenti documentano che i soggetti che presentano un deficit di vitamina D corrono un rischio maggiore di andare incontro a otite media rispetto ai soggetti con livelli normali di vitamina D. Invece nei soggetti carenti la supplementazione con vitamina D mostra un'azione protettiva<sup>1</sup>.

**Vitamina D e faringotonsillite acuta**

La faringotonsillite acuta è una delle cause più frequenti di visite ospedaliere durante l'infanzia. La maggior parte degli agenti eziologici sono di natura virale, tuttavia tra i patogeni batterici spicca lo *S. pyogenes*

per la sua capacità di determinare delle complicanze reumatiche. Sebbene non vi siano molte evidenze scientifiche sugli effetti della vitamina D nei confronti degli episodi di faringotonsillite, alcuni studi documentano che un livello adeguato di vitamina D può avere un ruolo preventivo inibendo la formazione dei biofilm batterici <sup>1</sup>.

## Vitamina D e COVID-19

La recente epidemia causata dal COVID-19 ha suscitato un notevole interesse da parte della comunità scientifica nei confronti di un possibile ruolo della vitamina D in questa patologia.

La supplementazione con vitamina D è ancora un argomento discusso dalla comunità scientifica.

La letteratura ha evidenziato che potrebbe esistere un'associazione tra la vitamina D e i seguenti fattori:

1. l'andamento stagionale: l'epidemia di SARS-CoV-2 è iniziata d'inverno nell'emisfero settentrionale e sia il numero di casi sia il numero di decessi sono stati inferiori in estate, specialmente in Europa, mentre il tasso di infezioni è tornato ad aumentare nuovamente in luglio, agosto e settembre in varie nazioni europee, mostrando pertanto un andamento inverso rispetto all'esposizione ai raggi UVB e alla produzione di vitamina D;
2. gli afro-americani e gli ispanici a causa dell'iperpigmentazione cutanea e dei ridotti livelli di vitamina D mostrano un maggior numero di decessi rispetto alla popolazione americana ed europea;
3. gran parte delle conseguenze provocate dal COVID-19 sembra correlata alla tempesta citochinica che si manifesta con iperinfiammazione e danno tissutale;
4. il sistema immunitario appare fuori controllo durante l'infezione grave da COVID-19.

A sostegno di quanto riportato, gli studi mostrano che la vitamina D esercita varie funzioni fisiologiche nei soggetti affetti da COVID-19:

1. inattivazione mediante induzione di peptidi antimicrobici;
2. riduzione di citochine pro infiammatorie;

3. riduzione della disfunzione endoteliale;

4. riduzione della MMP-9;

5. riduzione della tempesta citochinica innescata dalla bradichinina <sup>20</sup>.

## Vitamina D e infezioni del tratto respiratorio inferiore

Mantenere un livello adeguato di vitamina D nei soggetti carenti appare protettivo nei confronti del rischio di sviluppare infezioni respiratorie e diminuisce il rischio di *wheezing* virale, con notevole riduzione dei costi legati alle ospedalizzazioni, in particolar modo durante il periodo invernale <sup>17,18</sup>.

Nel primo anno di vita la bronchiolite, causata principalmente dal virus respiratorio sinciziale (RSV), è una frequente causa di ricovero. Alcune osservazioni scientifiche provenienti da modelli sperimentali di laboratorio documentano che la vitamina D riduce la risposta infiammatoria delle cellule epiteliali respiratorie durante l'infezione da RSV.

Il corpo delle evidenze scientifiche ad oggi disponibile sembra pertanto supportare l'importanza di una supplementazione adeguata durante la gestazione e il periodo neonatale al fine di evitare quadri carenziali e preservare l'integrità dell'apparato respiratorio <sup>1</sup>.

## Effetti causati dalla carenza di vitamina D sulle infezioni respiratorie

Mentre mantenere un livello adeguato di vitamina D nei soggetti carenti riduce il rischio di sviluppo delle comuni infezioni infantili, una condizione di ipovitaminosi D espone a una maggiore probabilità di accesso al pronto soccorso per episodi infettivi <sup>19</sup>.

## Profilo di sicurezza della supplementazione con vitamina D

La supplementazione con vitamina D appare sicura in età pediatrica. Infatti, anche se viene definita ipervitaminosi D uno stato con una concentrazione di 25(OH)D superiore a 100 ng/ml, i sintomi dell'intossicazione si manifestano solo con concentrazioni superiori a 150 ng/ml <sup>1</sup>.

## Responsabilità del pediatra nella situazione epidemiologica attuale

Alla luce di quanto detto, e tenendo in conto gli stili di vita attuali che prediligono scolarizzazione anticipata e molto tempo trascorso al chiuso con possibili esposizioni infettive, diventa fondamentale, nel periodo invernale, durante il quale si ha un aumentato rischio di infezioni, concentrarsi sul mantenimento di un livello adeguato di vitamina D<sup>8</sup>.

Rimane comunque una responsabilità ineludibile del pediatra prendere in carico la clinica di ogni bambino, valutando eventuali situazioni di carenza, al fine di garantire una supplementazione adeguata e personalizzata che risponda alle esigenze individuali del singolo paziente<sup>8</sup>.

## Conclusioni

Sebbene occorrono ulteriori trial clinici al fine di avviare schemi di impiego personalizzati, l'evitamento di quadri carenziali mediante la supplementazione con livelli adeguati potrebbe rappresentare un possibile strumento per la riduzione del rischio di sviluppo delle comuni malattie respiratorie pediatriche.

Prevenire la carenza di vitamina D è meglio che trattarla.

## TAKE HOME MESSAGES

1. Le infezioni del tratto respiratorio costituiscono una delle cause di morbidità e letalità più rilevanti dell'età pediatrica.
2. Il deficit di vitamina D interessa circa il 30% della popolazione pediatrica, incrementando la frequenza e la gravità delle infezioni del tratto respiratorio.
3. La vitamina D presenta azioni antivirali e antibatteriche, promuove l'attivazione del sistema immunitario innato, stabilizza il sistema immunitario adattivo e svolge una funzione protettiva, omeostatica e antinfiammatoria.
4. La supplementazione con vitamina D appare un mezzo sicuro ed efficace per prevenire dei quadri carenziali.

## Bibliografia

- 1 Esposito S, Lelii M. Vitamin D and respiratory tract infections in childhood. *BMC Infect Dis* 2015;15:487. <https://doi.org/10.1186/s12879-015-1196-1>
- 2 Schaad UB, Esposito S, Razi CH. Diagnosis and management of recurrent respiratory tract infections in children: a practical guide. *Arch Pediatr Infect Dis* 2016;4:e31039. <https://doi.org/10.5812/pedinfect.31039>
- 3 Esposito S, Jones MH, Feleszko W, et al. Prevention of new respiratory episodes in children with recurrent respiratory infections: an expert consensus statement. *Microorganisms* 2020;8:1810. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111810>
- 4 Khattab A, Shaheen M, Kamel T, et al. Burden of pediatric influenza A virus infection post swine-flu H1N1 pandemic in Egypt. *Asian Pac J Trop Med* 2013;6:693-698. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60120-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60120-0)
- 5 Salami A, Dellepiane M, Crippa B, et al. Sulphurous water inhalations in the prophylaxis of recurrent upper respiratory tract infections. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72:1717-1722. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2008.08.014>
- 6 McCullers JA. Insights into the interaction between influenza virus and pneumococcus. *Clin Microbiol Rev* 2006;19:571-582. <https://doi.org/10.1128/CMR.00058-05>
- 7 Bosch AA, Biesbroek G, Trzcinski K, et al. Viral and bacterial interactions in the upper respiratory tract. *PLoS Pathog* 2013;9:e1003057. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003057>
- 8 Renzetti G, Pietrobelli A. Vitamina D e immunità nell'età evolutiva. *Mondo Pediatrico* gennaio-febbraio 2021;8(1).
- 9 Aranburu A, Piano Mortari E, Baban A, et al. Human B-cell memory is shaped by age- and tissue-specific T-independent and GC-dependent events. *Eur J Immunol* 2017;47:327-344. <https://doi.org/10.1002/eji.201646642>
- 10 Najada AS, Habashneh MS, Khader M. The frequency of nutritional rickets among hospitalized infants and its relation to respiratory diseases. *J Trop Pediatr* 2004;50:364-368. <https://doi.org/10.1093/tropej/50.6.364>
- 11 Dalle Carbonare L, Valenti MT, Del Forno F, et al. Vitamin D: daily vs. monthly use in children and elderly-what is going on? *Nutrients* 2017;9:652. <https://doi.org/10.3390/nu9070652>
- 12 Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1080S-1086S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.1080S>
- 13 Siddiqui M, Manansala JS, Abdulrahman HA, et al. Immune modulatory effects of vitamin D on viral infections. *Nutrients* 2020;12:2879. <https://doi.org/10.3390/nu12092879>
- 14 Prietl B, Treiber G, Pieber TR, Amrein K. Vitamin D and immune function. *Nutrients* 2013;5:2502-2521. <https://doi.org/10.3390/nu5072502>
- 15 Mailhot G, White JH. Vitamin D and immunity in infants and children. *Nutrients* 2020;12:1233. <https://doi.org/10.3390/nu12051233>
- 16 Saggese G, Vierucci F, Prodam F, et al. Vitamin D in pediatric age: consensus of the Italian Pediatric Society and the Italian Society of Preventive and Social Pediatrics, jointly with the Italian Federation of Pediatricians. *Ital J Pediatr* 2018;44:51. <https://doi.org/10.1186/s13052-018-0488>
- 17 Martineau AR, Jolliffe DA, Greenberg L, et al. Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: individual participant data meta-analysis. *Health Technol Assess* 2019;23:1-44. <https://doi.org/10.3310/hta23020>
- 18 Singh N, Kamble D, Mahantshetti NS. Effect of vitamin D supplementation in the prevention of recurrent pneumonia in under-five children. *Indian J Pediatr* 2019;86:1105-1111. <https://doi.org/10.1007/s12098-019-03025-z>
- 19 Jensen ME, Ducharme FM, Alos N, et al. Vitamin D in the prevention of exacerbations of asthma in preschoolers (DIVA): protocol for a multicentre randomised placebo-controlled triple-blind trial. *BMJ Open* 2019;9:e033075. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033075>
- 20 Pietrobelli A, Renzetti G. La vitamina D che non ti aspetti: passato, presente e futuro della vitamina del sole. *Corso ECM FAD* 2022.

Corso di Medici in Africa

# Corso di ostetricia per profani: assistenza al parto fisiologico e distocico cosa fare... e cosa non fare



Genova, Centro di Simulazione, 8 marzo 2024

Con il patrocinio di



Il corso, riservato a medici, infermieri e ostetriche, si terrà l'8 gennaio 2024 (numero minimo per attivazione corso 12 partecipanti) presso il modernissimo Centro di Simulazione Universitario di Genova (Simav)

Si tratta di una giornata di simulazione ostetrica con manichini, che riproducono fedelmente il parto vaginale.

Obiettivo formativo: fornire le basi di assistenza ostetrica a personale sanitario inesperto in ostetricia, in situazioni extra-ospedaliere o in paesi a basse risorse.

Il corso è accreditato per medici chirurghi (discipline: tutte le discipline), infermieri e ostetriche e assegna n. 10,9 crediti formativi.

Il costo dell'iscrizione è di Euro 150 (entro il 25 gennaio) ed Euro 180 (dopo il 25 gennaio)



Per le iscrizioni al corso e ulteriori informazioni contattare:

MEDICI IN AFRICA OdV

Tel. 349 8124324 da lunedì a venerdì, ore 09.45/13.45

oppure scrivere una mail a: [mediciinafrica@unige.it](mailto:mediciinafrica@unige.it) o [segreteria@mediciinafrica.it](mailto:segreteria@mediciinafrica.it)



**fimp** Federazione  
Italiana Medici *Pediatr*i

## **XVIII CONGRESSO NAZIONALE**

**Rimini, 26-29 settembre 2024**

**“IL PEDIATRA DI FAMIGLIA,  
una scelta di fiducia  
per le sfide del futuro”**