

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

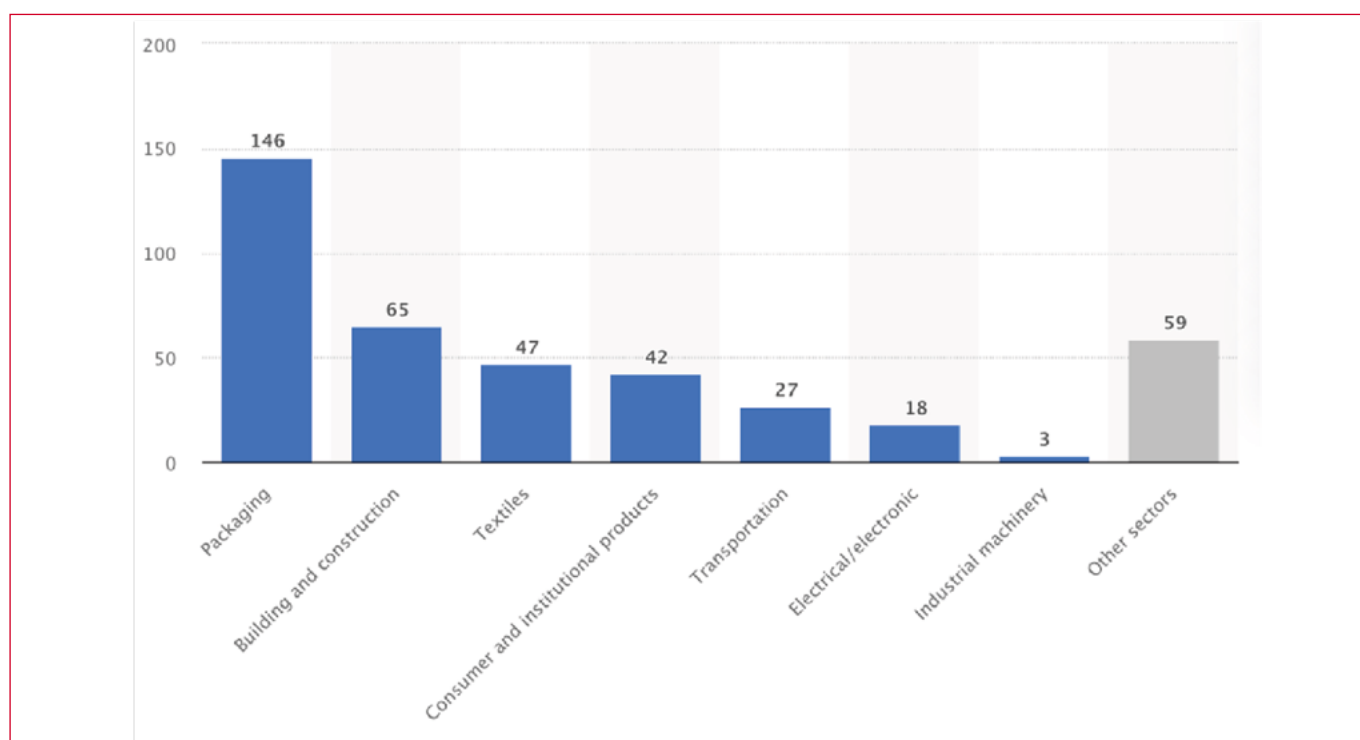


OPEN ACCESS

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>.

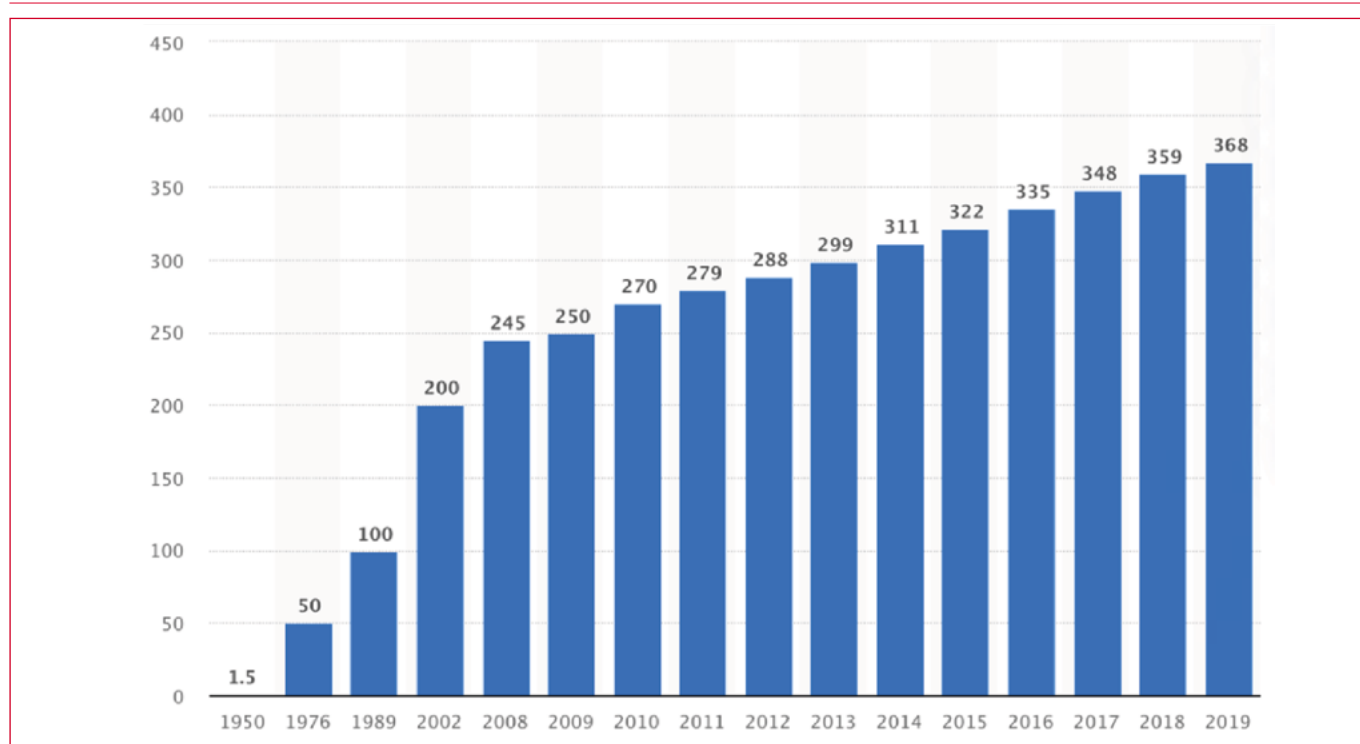
Per dare un'idea pratica della reale proporzione di questi numeri, è come se ogni 30 secondi un camion della nettezza urbana pieno di spazzatura riversasse il suo contenuto nel mare.

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

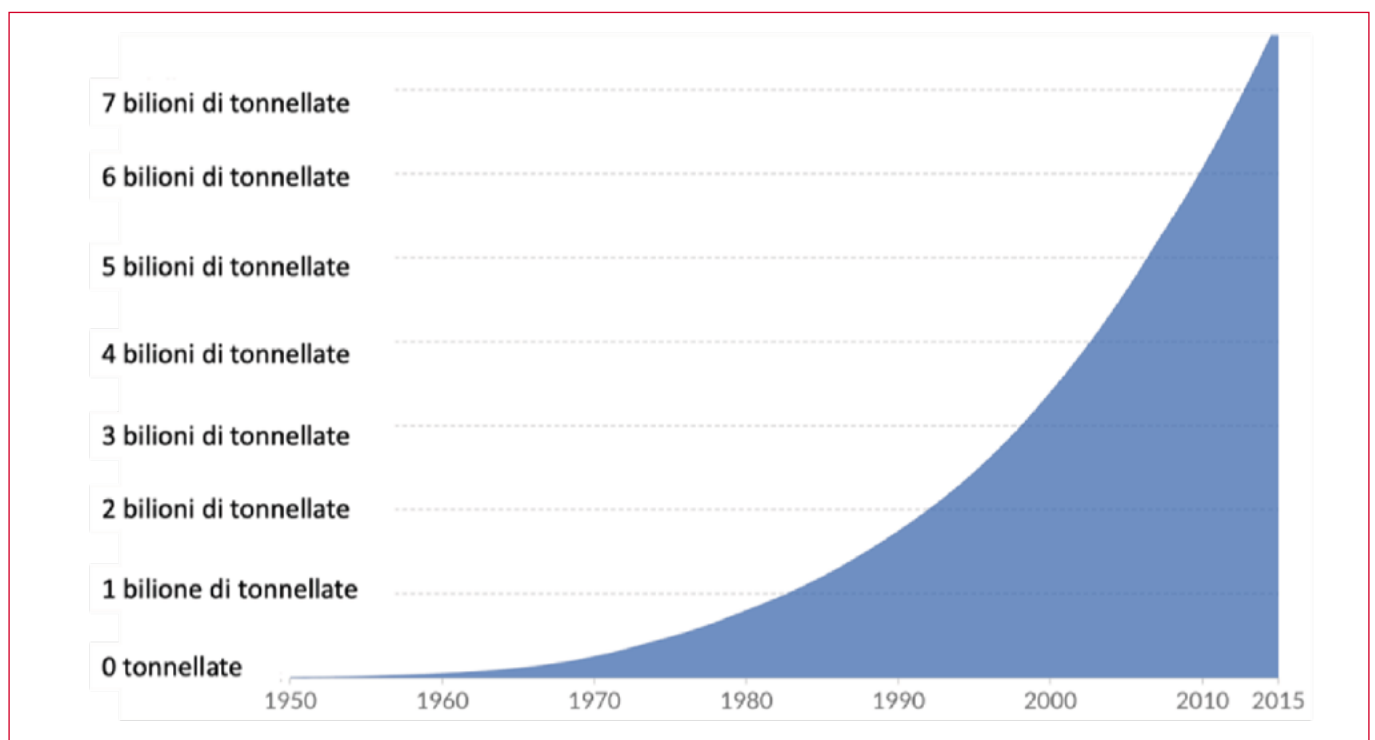
Non esiste una normativa internazionale che definisca cosa sono le microplastiche <sup>6</sup>. La loro precisa caratterizzazione dovrebbe basarsi su cinque parametri di indagine:

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>.

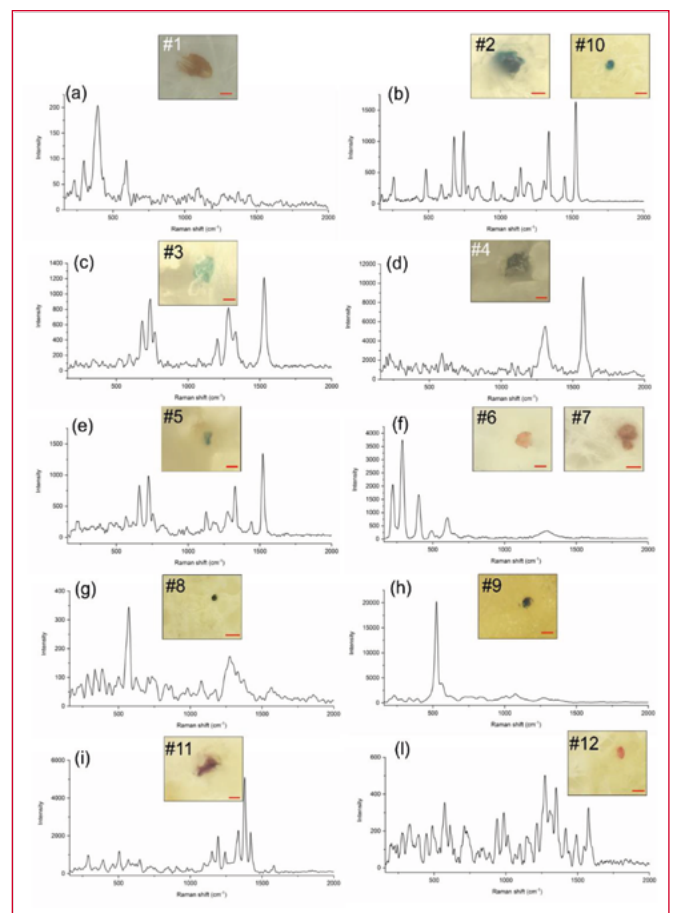
Ci sono diverse segnalazioni della presenza di microplastiche nel cibo <sup>11</sup> (in particolare nei frutti di mare e nel sale marino) <sup>12</sup> e nell'acqua potabile <sup>13</sup>. Sono state rilevate microplastiche nel tratto gastrointestinale di animali marini <sup>14</sup> e anche nell'intestino 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  $\mu\text{m}$ ), 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.