

Plastica un enorme danno ambientale e per la salute umana: una campagna nazionale di prevenzione

Maria Grazia Petronio e tutto il gruppo di lavoro

BRIAN-YURASITS

Abstract

Da molti anni i materiali di plastica sono presenti nelle nostre attività quotidiane e rappresentano una quota consistente dei rifiuti prodotti o abbandonati, che causano inquinamento ambientale con contaminazione del mare, del suolo e dell'aria. I frammenti più piccoli, definiti microplastiche (MP) e nanoplastiche (NP), penetrano nell'organismo con l'aria che respiriamo, con gli alimenti che consumiamo, con l'acqua e le bevande in bottiglia di plastica, per contatto con tessuti sintetici, con giocattoli di plastica, con cosmetici. Gli impatti sulla salute si verificano in ogni fase del ciclo di vita della plastica, dall'estrazione di carbone, petrolio e gas, all'uso dei prodotti, al processo di riciclaggio, fino allo smaltimento finale. Il problema dei rischi legati alla presenza della plastica nell'ambiente, comprese le conseguenze per la salute umana, è ormai all'attenzione di tutti gli organismi scientifici, sia ambientali sia sanitari, del mondo intero.

Se consideriamo sia i trasporti che le attività domestiche, i cittadini generano almeno tre quarti (77%) dei rilasci di MP, il resto è generato dalle industrie (1). L'informazione dei cittadini pertanto è fondamentale se si vuole prevenire l'esposizione alle MNP. I medici di medicina generale, i pediatri e tutti gli specialisti che operano sul territorio ed in ambito ospedaliero, rappresentano una formidabile rete di prevenzione che può raggiungere tutti i cittadini. I medici possono direttamente fornire informazioni, consigli e prescrizioni, volti a ridurre il contatto con la plastica specialmente nei primi anni di vita. L'acquisizione della consapevolezza dei possibili danni derivanti dalla plastica da parte dei medici è, dunque, il primo dei passaggi per una più ampia diffusione dell'informazione di tutta la comunità.

Questa consapevolezza, avvalorata da diversi studi scientifici e dalla costante osservazione del fenomeno, è ciò che ha portato l'Associazione Italiana Medici per l'Ambiente ISDE-Italia e la Rete dei Medici Sentinella (RIMSA) a dar vita ad un gruppo di lavoro multidisciplinare cui hanno aderito, fin dall'inizio, la Federazione Italiana Medici di Medicina Generale (FIMMG), l'Associazione Medici Endocrinologi (AME), l'Associazione Culturale Pediatri (ACP), la Federazione Italiana Medici Pediatri (FIMP), la Società Italiana di Pediatria (SIP), la Federazione delle Associazioni dei Dirigenti Ospedalieri Internisti (FADOI), Choosing Wisely Italy, la Facoltà di Scienze dell'alimentazione Università di Scienze gastronomiche di Pollenzo, le associazione Plastic Free e Verdenti.

Numero monografico

Introduzione

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.

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 sub-letali su tutti gli organismi acquatici, dai grandi mammiferi al plancton, mediante intrappolamento, fame, annegamento, lacerazione dei tessuti interni, soffocamento e ipossia, stress fisiologico ed esiti tossicologici (2).

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.

Una volta immessa nell'ambiente la plastica può degradarsi e frammentarsi in piccolissime particelle definite **micro-** (<5 mm) e **nano-** (<0,1 µm) plastiche secondarie.

Oltre che dalla degradazione degli oggetti e dei frammenti di plastica più grandi le micro- e le nano- plastiche (MNP) possono essere appositamente fabbricate per essere aggiunte in alcuni prodotti di consumo, come ad es. cosmetici (dentifrici, *scrub* etc.), paste

abrasive, carta e derivati, packaging e fertilizzanti. In questo caso sono definite come microplastiche primarie.

La plastica è composta da 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 cancerogene, neurotossiche e interferenti endocrine, come ftalati, bisfenoli, sostanze per- e poli-fluoroalchiliche (PFAS), ritardanti di fiamma bromurati e ritardanti di fiamma organofosfati (2).

Altre sostanze possono essere aggiunte come **coadiuvanti** di produzione, catalizzatori e reagenti e poi ci sono le **sostanze non aggiunte intenzionalmente** (NIAS) che includono impurità presenti nelle materie prime e/o negli additivi, sottoprodotti della produzione di polimeri, prodotti di degradazione e trasformazione, contaminanti provenienti da macchinari e/o introdotti nel riciclaggio (2).

Infine, le microplastiche possono agire come vettori (effetto "cavallo di Troia") di altri contaminanti, come PCB (policlorobifenili), PBDE (polibromodifenileteri), IPA (idrocarburi policiclici aromatici), DDT, diossine, sostanze note per essere tossiche per la riproduzione, interferenti endocrine, cancerogene; ma anche metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio), antibiotici e batteri.

Le vie di esposizione per l'uomo sono l'ingestione, l'inalazione e il contatto con la cute.

Sperimentalmente, le microplastiche, sono in grado di attraversare le barriere epiteliali dei polmoni e dell'intestino, con profili di assorbimento specifici e generalmente con crescente efficienza di assorbimento al diminuire della dimensione delle particelle. L'esposizione continuativa per tutta la vita e la lunga persistenza ne favoriscono l'accumulo nei tessuti e negli organi.

Assunzione per via alimentare (vedi anche in questo numero articolo *La plastica negli alimenti*)

L'assunzione con gli alimenti rappresenta una delle principali vie di esposizione e può aumentare con malnutrizione, diete ricche di acidi grassi e di zuccheri a base di fruttosio (alterazione del microbioma con aumento della permeabilità) (3).

Le particelle possono raggiungere il sistema gastrointestinale attraverso alimenti contaminati o attraverso la clearance mucociliare (catarro) dopo inalazione.

Microplastiche sono state segnalate in prodotti alimentari, come cozze, pesce, ortaggi, frutta, sale da cucina, zucchero, miele, bibite, birra, acqua in bottiglia, tè, polvere domestica caduta durante i pasti.

Il gruppo di lavoro dei Laboratori di Igiene, ambiente ed alimenti del Dipartimento "G.F. Ingrassia", dell'Università di Catania, ha stimato la dose giornaliera di particelle ingerite per consumo di acqua minerale imbottigliata in PET, sia effervescente che naturale, in 1.531.524 per Kg di peso corporeo al giorno per gli adulti, corrispondente a 40.1 mg per Kg di peso corporeo al giorno, e 3.350.208 per Kg di peso corporeo al giorno per i bambini (particelle < 10 micron), corrispondenti a 87.8 mg

per Kg di peso corporeo al giorno (Zucarello et al., 2019) (4).

Uno studio che ha analizzato tre tra le più popolari acque minerali vendute negli USA ha rilevato che la concentrazione di nanoplastiche è quella prevalente (90%) rispetto alle microplastiche e che tra i polimeri più rappresentati ci sono: PET (polietilene tereftalato), PA (poliammide) - che, secondo gli autori, potrebbe provenire dai filtri utilizzati nelle aziende prima dell'imbottigliamento proprio per cercare di eliminare le nano e microplastiche- PS (polistirene), PVC (polivinilcloruro) e PMMA (polimetilmetacrilato) (5).

Il confezionamento di cibi e bevande in contenitori/bottiglie di plastica costituisce dunque una rilevante fonte di MNP. È documentata una maggiore escrezione urinaria di ftalati e bisfenolo A dopo una dieta con cibi in scatola o confezionati in plastica, 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 (6). Lo studio PERSUADED ha dimostrato in un campione italiano di bambini 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 bisfenolo A (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 (7).

Assunzione per inalazione (vedi anche in questo numero articoli *La plastica*

nell'aria outdoor e indoor e La plastica nei tessuti)

Le MNP possono essere rilasciate nell'atmosfera da una serie di fonti, tra cui lo spandimento del compost, i fanghi delle acque reflue, gli pneumatici, i tessuti e le vernici, e possono essere trasportate dalle correnti eoliche anche molto lontano dal luogo di produzione. Numerose MP sono state rilevate nell'atmosfera in varie forme (fibre, frammenti, pellicole) e includono polietilene (PE), poliestere e poliuretani (PUR).

Una fonte rilevante è rappresentata dall'usura degli pneumatici (TWP), soprattutto dai veicoli più pesanti come i SUV.

Gli studi sulle MP nei fiumi vicino ai loro estuari in mare hanno dimostrato che TWP può rappresentare fino al 30%, o addirittura il 50% dell'intero carico di MP nel Nord EU e si stima che TWP sia il più comune inquinante microplastico sulla Terra (8).

Inoltre, a differenza di altre MP, per le quali vengono applicate o pianificate azioni per la riduzione/eliminazione, questo tipo di inquinamento è destinato ad aumentare nel futuro.

In un ambiente urbano, le MP sono state trovate in tutti i campioni di aria, con tassi di deposizione che vanno da 575 a 1.008 MP/m²/giorno, la maggior parte (92%) delle MP erano fibrose con 15 diversi polimeri a base petrolchimica identificati (9).

In diversi studi le MP fibrose sono risultate essere la stragrande maggioranza della plastica trovata in atmosfera, corroborando l'ipotesi che la stragrande maggioranza delle MP atmosferiche possa provenire da tessuti sintetici (9, 10).

La produzione di fibre tessili in plasti-

ca è aumentata di oltre 6% all'anno e costituisce il 16% della produzione di plastica. Le fibre vengono perse dall'abbigliamento per usura e lavaggio (1.900 fibre per lavaggio per 1 indumento) (9). Le indagini preliminari hanno accertato che le microfibre di plastica disperse nell'aria negli ambienti urbani hanno un diametro compreso tra 200 µm e 600 µm, sono respirabili e abbastanza piccole da penetrare profondamente nel polmone umano, dove si accumulano.

Sono state evidenziate concentrazioni outdoor/indoor rispettivamente pari a 0,3 – 18 particelle per m³ e 0,4 – 56,5 particelle per m³ (comprese le dimensioni inalabili).

Le fibre di polipropilene (PP) e PET erano le più abbondanti.

Una recente revisione (11) che include pubblicazioni che misurano la dose o la concentrazione di MP nell'aria e in studi tossicologici sull'uomo e sugli animali mostra, in accordo con studi precedenti, che le MP hanno in media concentrazioni più elevate nell'aria interna rispetto a quella esterna. Nello stesso studio esposizioni per inalazione di MP differivano tra i gruppi di età, con i neonati che avevano i valori di dose calcolati più alti per tutte le località, seguiti da bambini in età prescolare, bambini in età di scuola media, donne incinte, adolescenti e adulti non in gravidanza.

Oltre che dalle attività produttive e dalla degradazione degli oggetti di plastica nell'ambiente, le microplastiche possono essere generate, soprattutto in ambiente indoor, da semplici attività della vita quotidiana come sforbiciare, strappare con le mani, tagliare con coltelli, torcere manualmente, o semplicemente aprire oggetti di plastica (taglieri, contenitori, sacchetti, pellicole, nastri, tazze, capsule, bottiglie etc.).

Numero monografico

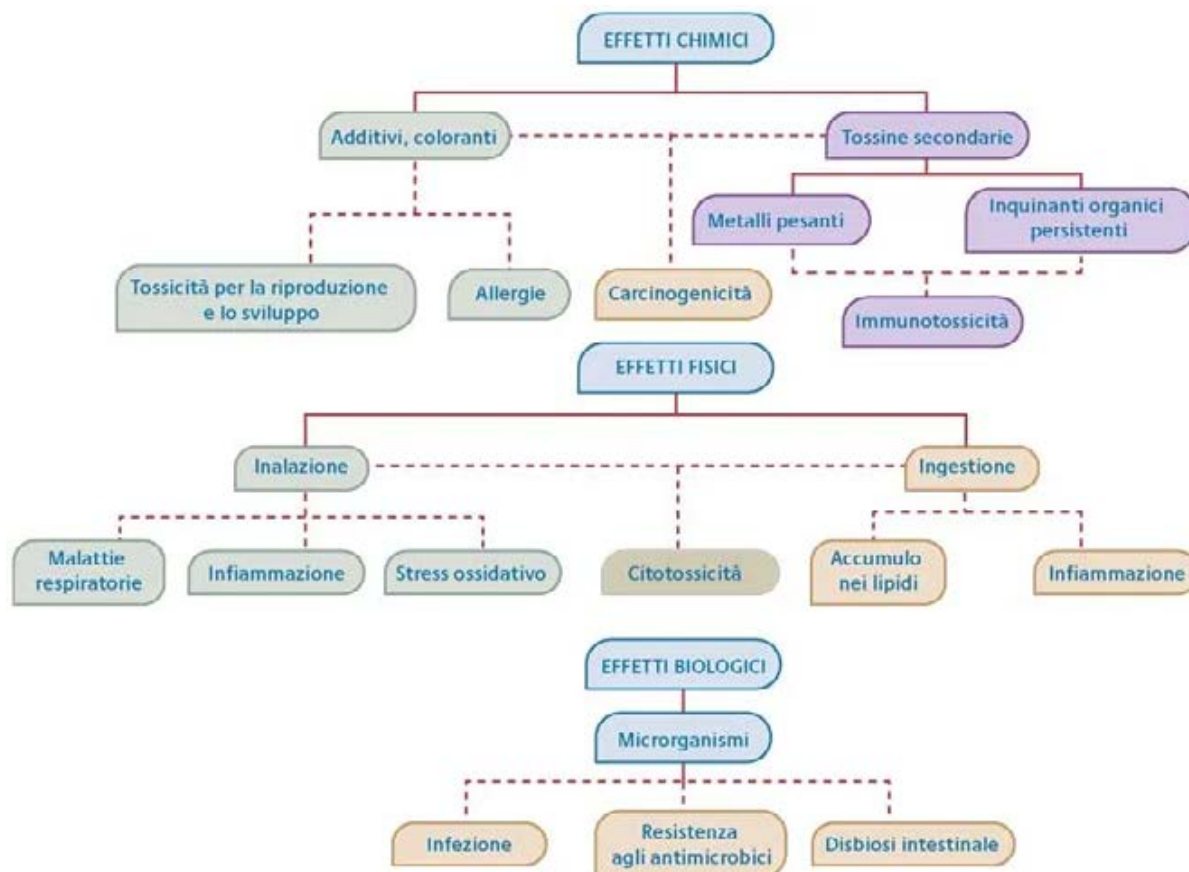


Fig. 1: Potenziali effetti sulla salute umana delle microplastiche. Le linee punteggiate rappresentano l'attuale ricerca speculativa Fonte <https://medicoe-paziente.it/2024/microplastiche-nellambiente-crescono-le-evidenze-sui-rischi-per-la-salute/>

Un recente studio ha rivelato che questi processi possono comportare un rilascio di microfibre pari 0,46–250 microplastiche/cm (12).

Assunzione attraverso la cute

Le nanoplastiche (<100 nm) possono attraversare la barriera dermica. Questa via è rilevante nel caso di utilizzo di cosmetici ed è stata documentata anche nel caso di persone che maneggiano i rifiuti delle spiagge. Possono passare attraverso la pelle sia i monomeri sia gli additivi della plastica, come il bisfenolo A, gli ftalati, i composti perfluoroalchilici (9). Le nanoparticelle di ossido di

zinc e ossido di titanio sono quelle più comunemente utilizzate in creme solari, unguenti, cura dei piedi e altri cosmetici (13).

I livelli complessivi di esposizione e gli impatti sulla salute per penetrazione delle nanoparticelle attraverso la pelle rimangono ancora incerti.

Effetti sulla salute umana

(vedi anche in questo numero *Parte II I meccanismi di danno*)

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

- **Effetti fisici:** Le microplastiche possono essere all'origine di uno stress

ossidativo a causa della loro elevata area superficiale e del rilascio di specie ossidanti adsorbite sulla loro superficie (ad esempio metalli) o di specie reattive dell'ossigeno durante la risposta infiammatoria. La citotossicità è il risultato della tossicità delle particelle, dello stress ossidativo e dell'infiammazione (3).

- **Effetti chimici:** dovuti alla cessione di sostanze chimiche contenute nella plastica (additivi aggiunti in fase di produzione, per conferire alla plastica alcune proprietà: antiossidanti, plastificanti, stabilizzanti al calore e ai raggi UV, ritardanti di fiamma,

Numero monografico

coloranti, riempitivi, tensioattivi e biocidi; coadiuvanti di produzione, catalizzatori e reagenti; prodotti di degradazione dei polimeri plastici; sostanze aggiunte non intenzionalmente, come sottoprodotti di reazione e altre impurità; altre sostanze già presenti nell'ambiente, che si adsorbono sulle micro- e nanoparticelle e vengono da queste veicolate all'interno del nostro organismo, fenomeno noto come "effetto cavallo di Troia).

- **Effetti biologici:** attraverso la capacità che hanno i batteri di organizzarsi in strutture dette biofilm che sono delle aggregazioni di microrganismi che formano sottili pellicole capaci di aderire a vari materiali, tra cui la plastica. Circa il 60% delle infezioni microbiche è associato alla formazione di biofilm e batteri resistenti agli antibiotici sono in quantità 100-150 volte più presenti nel biofilm rispetto a quelli presenti nell'acqua. Le microplastiche possono "consegnare" microrganismi ai tessuti e proteggerli dal sistema immunitario favorendo le infezioni.

Negli ultimi anni è aumentata la pubblicazione di articoli scientifici che dimostrano la presenza di MNP nei tessuti umani, nella placenta, nel tessuto cardiaco dei bambini, nelle urine, nelle feci, nello sperma, nel latte materno, nell'intestino, nei testicoli, nell'ovaio e nel torrente ematico da dove possono essere trasportate in tutti gli organi. Microplastiche sono state identificate in tutte le regioni dei polmoni umani utilizzando la microscopia IR (14). Se già c'era consapevolezza dei danni provocati dalla plastica in tutte le fasi del ciclo di vita, questi studi hanno di fatto

accresciuto la preoccupazione per la salute, soprattutto quella dei bambini, da parte del mondo scientifico e dei medici in particolare, e ci hanno spinti ad approfondire l'argomento al fine di individuare possibili azioni volte a ridurre l'esposizione, quindi a fare prevenzione primaria dei possibili danni per la salute umana.

Gli effetti legati all'accumulo (fisico) di queste particelle nell'organismo umano non sono ancora del tutto conosciuti, uno studio recente (Marfella et al., 2024) ha dimostrato come i pazienti con MNP nella placca aterosclerotica carotidea, seguiti per 34 mesi, avevano un rischio più elevato di infarto miocardico, ictus o morte per qualsiasi causa rispetto a quelli in cui non erano state rilevate particelle di plastica nella placca (15).

Una recente revisione sistematica sulla presenza di **microplastiche nel tessuto riproduttivo umano** e la loro associazione con l'esposizione ambientale ha messo in evidenza che due studi hanno evidenziato associazioni tra **fattori legati allo stile di vita** (assunzione giornaliera di acqua, uso di detergenti o dentifricio, acqua in bottiglia e cibo da asporto) e **microplastiche placentari**; uno studio ha riportato associazioni tra microplastiche nel **meconio** e ridotta diversità del microbiota ed un altro studio ha evidenziato che i livelli di microplastica nella **placenta** erano correlati con il peso alla nascita ridotto e con i punteggi Apgar a 1 minuto (16).

Alcuni danni erano noti da tempo, basti pensare ad es. alle sostanze con potenzialità di interferenza endocrina che le bottiglie di plastica possono cedere all'acqua in esse contenuta o a quelle che i giocattoli di plastica possono rilasciare nelle mani o nella bocca dei bambini.

La plastica può contenere **uno o più IE**, come ad es. i polibromurati difenileteri, gli ftalati, i bisfenoli e le sostanze perfluoroalchiliche e polifluoroalchiliche (PFAS), l'attività estrogenica dell'acqua minerale in bottiglie di PET ad es. era stata dimostrata da Pinto e Reali già nel 2009 (17) e da Wagner e Oehlmann nel 2011 (18).

Lo stesso vale per altri contenitori di plastica o rivestimenti in plastica delle lattine. Oggi, che siamo ormai in grado di "contare" le particelle di plastica disperse nell'acqua e nei diversi tipi di alimenti, non possiamo più far finta che il problema non esista, dobbiamo agire al più presto.

Le sostanze chimiche ad interferenza endocrina utilizzate nella produzione della plastica, una volta penetrate nell'organismo, simulano, contrastano o modulano l'azione degli ormoni e possono causare effetti avversi sulla salute di chi è direttamente esposto ma anche, in alcuni casi, della sua progenie (effetti trans-generazionali). In particolare possono avere effetti negativi sulla salute riproduttiva femminile (endometriosi, fibromi, interferenze con lo sviluppo puberale, la fecondità, la fertilità, la menopausa) e maschile (riduzione qualità dello sperma, disgenesi testicolare). Forti evidenze supportano l'associazione tra esposizione ad IE e deficit cognitivi e comportamentali nell'essere umano (per esposizioni durante lo sviluppo), aumento dei tumori endocrini (seno, endometrio, prostata, ovaio, tiroide), riduzione della densità minerale ossea e aumento del rischio di fratture (per esposizione a sostanze organiche persistenti, POP), disordini metabolici (obesità, disturbi del metabolismo glucidico e lipidico, fegato grasso), infiammazione sistemica cronica, disfunzioni

Numero monografico

immunologiche.

(Vedi anche in questo numero articolo *Microplastiche e interferenza con il sistema endocrino*)

Numerosi interferenti endocrini hanno anche la preoccupante caratteristica di agire a concentrazioni molto basse, di essere persistenti nell'ambiente, di trasmettersi in alcuni casi attraverso la catena alimentare e di essere bio-accumulabili nell'essere umano.

L'uomo e l'ambiente si trovano, dunque, ad affrontare una crisi latente legata al bioaccumulo di diversi IE che agiscono contemporaneamente, con effetto sommatario sugli organismi viventi, anche se la dose della singola sostanza potrebbe sembrare non significativa.

IE come gli ftalati sono stati ritrovati, in una recente indagine negli USA, nella gran parte degli alimenti analizzati e i bisfenoli nel 79%, benché in quantità inferiori ai limiti (19). E un altro studio (20) sempre negli USA ha affermato che l'uso quotidiano di plastica è la principale causa di esposizione a sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino, stimando in 250 miliardi di dollari (pari all'1,2% del PIL USA), solo nel 2018, i costi delle malattie dovute alla plastica, che percorrono l'intero corso della vita, dalla nascita pretermine, all'obesità, alle malattie cardiache, al cancro.

E sono soprattutto i bambini a subire le maggiori conseguenze di un'esposizione destinata a durare a lungo. Le esposizioni nei primi anni di vita alle sostanze chimiche associate alla plastica aumentano il rischio di molteplici malattie non trasmissibili più avanti nella vita.

Un recente studio (21) pubblicato sulla rivista *Molecular Psychiatry* ha trovato associazione tra concentrazioni gestazionali più elevate di monoetil ftalato (mEP, metabolita del dietil ftalato) e

volumi inferiori di materia grigia totale a 10 anni di età, sia nei ragazzi che nelle ragazze. Nello stesso studio concentrazioni urinarie materne più elevate durante la gravidanza di acido monoisobutilftalico (mIBP, metabolita del diisobutilftalato, DIBP), sono state associate a dimensioni più piccole della sostanza bianca solo nelle ragazze.

E anche relativamente al quoziente intellettivo le ultime evidenze confermano i dati già emersi in studi precedenti che avevano associato le concentrazioni urinarie prenatali materne di ftalati ad un QI non verbale inferiore all'età di 6 anni. Lo studio sopra citato svela che l'associazione persiste all'età di 14 anni, dimostrando che l'impatto dell'esposizione agli ftalati continua fino all'adolescenza, e stima che il 18% dell'effetto totale dell'esposizione agli ftalati in gravidanza sul QI infantile potrebbe essere spiegato da cambiamenti nei volumi della materia grigia sia nei ragazzi che nelle ragazze (22).

Le microplastiche possono provocare lesioni infiammatorie ed hanno la capacità di traslocare dal sistema circolatorio ai tessuti soprattutto durante l'infiammazione, a causa dell'aumentata permeabilità delle barriere epiteliali. L'incapacità del sistema immunitario di rimuovere le particelle sintetiche può portare a infiammazioni croniche e aumentare il rischio di neoplasie (23).

Diversi studi in vitro e in vivo sugli animali hanno dimostrato che le MP possono interrompere l'omeostasi energetica e del metabolismo, la risposta immunitaria e indurre neurotossicità. Inoltre, le microplastiche possono rilasciare i loro costituenti, contaminanti adsorbiti e organismi patogeni.

Le **nanoplastiche** costituiscono il principale motivo di incertezza nella valu-

tazione del rischio, perché ne resta difficile la misurazione in cellule e tessuti, tuttavia le recenti conoscenze indicano una notevole capacità di entrare nella cellula e di concentrarsi a livello intracellulare, con effetti diretti di interferenza metabolica.

Le nanoplastiche sono altamente eterogenee nelle proprietà fisiche e nella composizione, essendo prodotte dal degrado di rifiuti di vari tipi di plastica. Esistono studi che mostrano un elevato potenziale per bioaccumulo e biomagnificazione lungo la catena alimentare marina. Rispetto alle microplastiche, hanno una maggiore mobilità nei tessuti degli organismi viventi e il loro maggiore rapporto superficie/volume aumenta la potenziale concentrazione di sostanze chimiche dannose che possono adsorbire e veicolare nell'organismo (3).

I dati disponibili mostrano che le nanoparticelle, una volta ingerite, possono passare dall'intestino al sistema circolatorio e generare una risposta immunitaria. In un esperimento di laboratorio si è osservato che le MNP sono in grado di passare dalle alghe ai pesci, entrare nel cervello e stimolare disturbi del comportamento (3).

Recentemente elementi nanometrici sono stati anche collegati a cambiamenti nelle proteine cerebrali associate a certi tipi di demenza, inclusa la malattia di Parkinson (23) e altri studi hanno osservato che gli effetti infiammatori sulla microflora intestinale possono alterare l'assorbimento di nutrienti e avere ricadute su tutti gli apparati.

Come le più recenti revisioni sottolineano c'è urgente bisogno di ulteriori ricerche e dati sperimentali per comprendere meglio l'entità dei rischi per la salute umana da esposizione a NP (3, 2).



³ <https://www.isde.it/progetto-plastica/>

La campagna nazionale di prevenzione dei rischi per la salute da esposizione alla plastica³

La campagna nazionale di prevenzione dei danni alla salute da esposizione alla plastica ha l'obiettivo di diffondere le evidenze scientifiche relative ai rischi ambientali e sanitari legati alla presenza della plastica nell'ambiente, alle modalità di penetrazione e diffusione nell'organismo delle microplastiche (MP, dimensioni <5 mm), delle nanoplastiche (NP, dimensione <0,1 µm) e delle altre sostanze in esse contenute.

Prevede in primis un coinvolgimento dei medici con l'obiettivo di informarli e sensibilizzarli su questa tematica, affinché possano, a loro volta, trasferire ai pazienti le informazioni necessarie, amplificando gli effetti della campagna stessa.

Se consideriamo sia i trasporti che le attività domestiche i cittadini generano almeno tre quarti (77%) dei rilasci di MP, il resto è generato dalle industrie. La maggior parte di questi rilasci si verifica durante la fase di utilizzo dei prodotti. L'informazione dei cittadini è quindi fondamentale se si vuole ridurre l'esposizione alle MNP. I medici di medicina generale, i pediatri e tutti gli specialisti, che operano sul territorio ed in ambito ospedaliero, rappresentano una formidabile rete di prevenzione che può

raggiungere tutti i cittadini.

Obiettivo prioritario della campagna è, dunque, la formazione dei medici, i quali possono agire direttamente tramite prescrizioni e consigli utili a ridurre l'esposizione, specialmente nei primi anni di vita dei pazienti, o indirettamente, informando i pazienti sulle vie di esposizione e i rischi che possono derivare da un uso continuativo di prodotti in plastica o contenenti microplastiche. Si tratta di messaggi semplici ma che possono avere un importante effetto sui comportamenti proprio in quanto suggeriti dalla comunità medica. Se il medico sa consigliare, spiegando alle mamme perché è meglio non usare biberon di plastica o utensili e giochi di plastica, allora si instaura una catena di comportamenti virtuosi che hanno effetti benefici sulla salute del bambino e su tutta la famiglia. A questo scopo è stato redatto un documento informativo che contiene una serie di consigli, utili ad acquisire informazioni sulle abitudini dei pazienti e a suggerire soluzioni alternative all'uso della plastica.

Oltre al documento informativo è stato pubblicato un poster che i medici possono scaricare dalla pagina web della campagna <https://www.isde.it/progetto-plastica/> ed esporre nel proprio studio.

Il manifesto, disegnato dagli studenti dell'Accademia d'Arte e Design Leonetto Cappiello di Firenze, coinvolti attivamente nel progetto, riassume in maniera chiara le informazioni necessarie sulle vie di esposizione e sui rischi per la salute e fornisce molte indicazioni pratiche su come evitare o ridurre l'esposizione. Nel poster è presente un QR code tramite il quale i pazienti possono collegarsi direttamente alla pagina web, accedere a tutte le informazioni e scaricare i materiali di interesse.

Il secondo obiettivo è il coinvolgimento dei farmacisti. Anche per le farmacie è stato redatto uno specifico poster da esporre per informare gli utenti.

I farmacisti verranno altresì coinvolti in un progetto specifico, in collaborazione con Apoteca Natura, che consiste in una campagna informativa dedicata precipuamente alle scuole primarie, con la redazione di un opuscolo per i più piccoli e una lezione svolta proprio dal farmacista aderente alla rete Apoteca, in collaborazione con i medici del gruppo di lavoro, laddove presenti, o delle sezioni locali di ISDE.

Per tutti gli operatori sanitari è stato, inoltre, organizzato uno specifico corso di formazione FAD con ECM, che approfondisce i vari aspetti del problema plastica.

Le scuole e le strutture sportive rap-

Decalogo per i medici

- 1) Consigliare l'acqua del rubinetto e sconsigliare l'acqua e le bevande in bottiglie di plastica ed in lattine rivestite di plastica.
- 2) Consigliare di evitare cibi che abbiano avuto contatto con la plastica (per esempio suggerire lo yogurt in vetro, formaggi affettati sul momento etc.), pellicole e strumenti da cucina in plastica come per esempio coppe, insalatiere, piatti, cucchiaini, frullatori.
- 3) 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, ed invitandoli a scegliere vestiti e tessuti per l'arredo della casa di fibre naturali e senza prodotti sintetici o impermeabilizzanti/antimacchia, che contengono PFAS.
- 4) 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.
- 5) 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. Suggestire 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 "plastica free" aiuterà la comunicazione.
- 6) Consigliare di utilizzare vernici naturali; di aerare gli ambienti e soprattutto di pulire mobili e pavimenti con uno 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, preferendo quelli naturali per es. a base di aceto, limone e bicarbonato.
- 7) Sconsigliare l'uso di fragranze, profumi e candele profumate per la casa perché possono contenere ftalati.
- 8) Per quanto riguarda i cosmetici consigliare la lettura delle etichette e promuovere l'uso di saponi (meglio solidi), creme, detersivi etc. a base di prodotti naturali e privi almeno di parabeni, polietilene, polimetilmetacrilato, nylon-poliammide, polietilene tereftalato, oli minerali, silicone e di particelle plastiche primarie (presenti negli scrub sintetici e cosmetici simili).
- 9) Consigliare 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).
- 10) Informare sul corretto smaltimento dei rifiuti plastici e sui danni derivanti dall'abbandono nell'ambiente.

presentano l'altro target della campagna e anche per loro sono stati redatti manifesti ad hoc e sono in preparazione specifiche attività.

Le schede di approfondimento

Sono state redatte delle schede di approfondimento che riguardano gli aspetti salienti dell'impatto della plastica sulla salute. Sono disponibili sulla pagina web della Campagna quelle concernenti: l'acqua in bottiglie di plastica, i contenitori per alimenti, l'interferenza endocrina, i composti perfluoroalchili-

ci (PFAS), i primi mille giorni di vita, i SUV, l'attività sanitaria, le cure odontoiatriche, l'abbigliamento e i tessuti, i cosmetici, i giochi e i giocattoli, la fertilità maschile e femminile e la salute riproduttiva, altre sono in preparazione. Le schede informative possono essere scaricate liberamente ed utilizzate da medici, farmacisti, insegnanti, cittadini.

Le adesioni

Ad oggi ben 39 Ordini Provinciali dei Medici hanno aderito attivamente alla Campagna, scrivendo a tutti gli iscritti

o pubblicando le informazioni relative alla Campagna sui propri organi di informazione. Registriamo anche l'adesione dell'Ordine dei Biologi Emilia Romagna e Marche, dell'ASL di Viterbo, del Centro Etica Ambientale di Parma, dell'Istituto Sviluppo umano di Arezzo e di Società e Associazioni scientifiche mediche, tra cui la SIMI, la S.It.I., la SIR, l'AAIITO, l'ADI, la S.I.A.A.T.I.P., l'AIE, la SIN, la SICuPP, la SICI e l'Associazione Medici Cattolici Italiani. Oltre a numerose Associazioni della società civile, insegnanti e

singoli cittadini.

Conclusioni

Il crescente consumo di plastica sta portando ad una crescente esposizione da parte degli esseri umani mentre gli studi scientifici documentano la presenza inquietante di MNP in tutti i tessuti umani ed effetti negativi salute degli esseri viventi sono ormai noti da anni benché ancora non sia possibile definire con esattezza l'entità del rischio.

La prevenzione dell'esposizione alla plastica deve dunque diventare un obiettivo primario di salute pubblica e i medici devono essere formati per poter informare i pazienti e contribuire a ridurre il consumo di plastica nell'attività sanitaria (vedi in questo numero articolo "Suggerimenti per ridurre il consumo di plastica in medicina").

Al contempo i provvedimenti normativi devono limitare la dilagante produzione di oggetti di plastica, vietare l'uso di MNP nei cosmetici e in generale nei prodotti di consumo e vietare l'uso di sostanze pericolose nel processo produttivo della plastica.

La campagna nazionale di prevenzione dei danni da esposizione alla plastica è la prima sistematica iniziativa a livello nazionale rivolta ai medici e ai pazienti e la sua estensione alle scuole mira ad informare in maniera capillare tutte le cittadine e i cittadini affinché difendano sé stessi e i loro bambini dall'esposizione alla plastica, riducano l'inquinamento ambientale e sostengano iniziative pubbliche e private che si prefiggono una riduzione dell'uso della plastica.

Bibliografia

- 1) Moschetti AM, Sapuppo AM, Toffol G, Uga E. Inquinamento da microplastiche e salute: cosa ne sappiamo e cosa può fare il pediatra. *Quaderniacp Anno. 2023, Volume. 30, N. 2, Pag. 81-83. DOI: 10.53141/QACP.2023.81-83.* Boucher, Julien & Friot, Damien. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. 10.2305/IUCN.CH.2017.01.en.
- 2) United Nations Environment Programme (2021). From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi. Stubbins et al., *Plastics in the Earth system Science* 373, 51–55 (2021) 2 July 2021 <http://science.sciencemag.org/>
- 3) Joana Correia Prata, João P. da Costa, Isabel Lopes, Armando C. Duarte, Teresa Rocha-Santos, Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects, *Science of The Total Environment, Volume 702, 2020, 134455, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>.*
- 4) Zuccarello P, Ferrante M, et al. Exposure to microplastics (<10 mm) associated to plastic bottles mineral water consumption: The first quantitative study. *Water Research* 157 (2019) 365-371
- 5) Quian N, Gao X, Lang X end Min W. Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy. *January 8, 2024 121 (3) e2300582121 <https://doi.org/10.1073/pnas.2300582121>*
- 6) 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>. 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>. Sayıcı 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>
- 7) https://www.iss.it/documenti/20126/0/riassunto_progetto.pdf/8d9f12c2-9380-fdc8-8f9e-f7a608b-426cb?t=1637837384628
- 8) Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z. et al. Il trasporto atmosferico è una delle principali vie di trasporto delle microplastiche verso le regioni remote. *Nat Commun* 11, 3381 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>
- 9) Landrigan PJ et al.. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *AnnGlobHealth.* 2023 Mar 21;89(1):23. doi: 10.5334/aogh.4056. Erratum in: *AnnGlobHealth.* 2023 Oct 11;89(1):71. doi: 10.5334/aogh.4331. PMID: 36969097; PMCID: PMC10038118.
- 10) Boccia P, Mondellini S, Mauro S, Zanelato M, Parolini M, Sturchio E. Potential Effects of Environmental and Occupational Exposure to Microplastics: An Overview of Air Contamination. *Toxics.* 2024 Apr 28;12(5):320. doi: 10.3390/toxics12050320. PMID: 38787098; PMCID: PMC11125735.
- 11) Eberhard, T., Casillas, G., Zarus, GM et al. Systematic review of microplastics and nanoplastics in indoor and outdoor air: identifying a framework and data needs for quantifying human inhalation exposures. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 34, 185–196 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41370-023-00634-x>
- 12) Sobhani, Z., Lei, Y., Tang, Y. et al. Microplastics generated when opening plastic packaging. *Sci Rep* 10, 4841 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61146-4>
- 13) Landsiedel R, Ma-Hock L, Van Ravenzwaay B, Schulz M, Wiench K, Champ S, Schulte S, Wohlleben W, Oesch F. Gene toxicity studies on titanium dioxide and zinc oxide nanomaterials used for UV-protection in cosmetic formulations. *Nanotoxicology.* 2010 Dec;4:364-81. doi: 10.3109/17435390.2010.506694. PMID: 20925445. Subramaniam VD, Prasad SV, Banerjee A, Gopinath M, Murugesan R, Marotta F, Sun XF, Pathak S. Health hazards of nanoparticles: understanding the toxicity mechanism of nanosized ZnO in cosmetic products. *Drug Chem Toxicol.* 2019 Jan;42(1):84-93. doi: 10.1080/01480545.2018.1491987. Epub 2018 Aug 13. PMID: 30103634.
- 14) Leslie H A et al. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood, *Environment International, Volume 163, 2022. Jenner LC, Rotchell JM, Bennett RT, et al. Detection of microplastics in human lung tissue using μFTIR spectroscopy. Sci Total Environ* 2022;831:154907. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, et al. Placenta: first evidence of microplastics in human placenta. *Environ Int* 2021;146:106274.
- 15) R. Marfella, F. Prattichizzo, C. Sardu, G. Fulgenzi, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events, *N Engl J Med* 2024;390:900-10.
- 16) Exposure to microplastics and human reproductive outcomes: A systematic review

- Hunt K, Davies A, Fraser A, Burden C, Howell A, Buckley K, Harding S, Bakhbaki D. BJOG. 2024 Apr;131(5):675-683. doi: 10.1111/1471-0528.17756. Epub 2024 Jan 29. PMID: 38287142.
- 17) Pinto B e Reali D. Screening of estrogen-like activity of mineral water stored in PET bottles. International Journal of Hygiene and Environmental Health, Volume 212, Issue 2, 2009, Pages 228-232, ISSN 1438-4639.
- 18) Wagner M, Oehlmann J. Endocrine disruptors in bottled mineral water: estrogenic activity in the E-Screen. J Steroid Biochem Mol Biol. 2011 Oct;127(1-2):128-35. doi: 10.1016/j.jsbmb.2010.10.007. Epub 2010 Nov 2. PMID: 21050888.
- 19) <https://www.consumerreports.org/health/food-contaminants/the-plastic-chemicals-hiding-in-your-food-a7358224781/>
- 20) Trasande L, Krithivasan R, Park K, Obsekov V, Belliveau M. Chemicals Used in Plastic Materials: An Estimate of the Attributable Disease Burden and Costs in the United States. J Endocr Soc. 2024 Jan 11;8(2):bvad163. doi: 10.1210/endo/bvad163. Erratum in: J Endocr Soc. 2024 Feb 14;8(3):bvae019. PMID: 38213907; PMCI.
- 21) Ghassabian A, Van den Dries M, Trasande L et al. Prenatal exposure to common plasticizers: a longitudinal study on phthalates, brain volumetric measures, and IQ in youth. Mol Psychiatry. 2023 Aug 29. doi: 10.1038/s41380-023-02225-6. Epub ahead of print. PMID: 37644173.
- Ejaredar M, Nyanza EC, Ten Eycke K, Dewey D. Phthalate exposure and childrens neurodevelopment: A systematic review. Environ Res. 2015 Oct;142:51-60. doi: 10.1016/j.envres.2015.06.014. Epub 2015 Jun 20. PMID: 26101203 Review.
- 22) Ejaredar M, Nyanza EC, Ten Eycke K, Dewey D. Phthalate exposure and childrens neurodevelopment: A systematic review. Environ Res. 2015 Oct;142:51-60. doi: 10.1016/j.envres.2015.06.014. Epub 2015 Jun 20. PMID: 26101203.
- 23) Liu z, Sokratian A, Duda AM, Xu E, West AB. Anionic nanoplastic contaminants promote Parkinson's disease-associated α -synuclein aggregation. Science advances 17 nov 2023 Vol 9, Issue 46. DOI: 10.1126/sciadv.adi8716

Maria Grazia Petronio
Coordinatrice Campagna nazionale di prevenzione dei danni alla salute da esposizione alla plastica.
Medico specialista in Igiene e Medicina preventiva, Epidemiologia e Sanità pubblica, e Nefrologia.
Vicepresidente International Society the Doctors for Environment ISDE-Italia.

Il gruppo di lavoro:
Sergio Bernasconi, Tiziano Caprara (rappresentante VERDENTI),
Gea Conti Olivieri,
Vincenzo Cordiano,
Renato Cozzi,
Margherita Ferrante, Pietro Forghieri,
Claudio Gianotti, Paolo Lauriola (rappresentante RIMSA),
Claudio Lupo, Tommasa Maio (rappresentante FIMMG),
Alberto Mantovani,
Simonetta Marucci (rappresentate AME),
Maria Teresa Maurello,
Annamaria Moschetti (rappresentante ACP),
Vitalia Murgia,
Antonio Ragusa, Roberta Re (rappresentante FADOI),
Laura Reali, Francesco Romizi,
Stefania Russo (rappresentante FIMP e SIP),
Gianluca Santia, Marco Talluri,
Bartolomeo Terzano, Mara Tommasi,
Maria Filomena
Valentino, Sandra Vernerio (rappresentante Choosing Wisely Italy).