

Tutta la plastica che non vediamo

Rapporto sulla
presenza delle micro
e nanoplastiche
nel corpo umano



Il presente Executive Summary è stato predisposto e presentato in occasione del *Planetary Health Festival: Il Festival Italiano della Salute Planetaria* che si svolge a Verona dal 3 al 5 ottobre 2024.

VERA Studio ringrazia la società Healtival del gruppo EDRA e il Comune di Verona per aver voluto ospitare l'evento di presentazione del Rapporto all'interno del programma del Festival.

Tutti i diritti di proprietà intellettuale del presente Rapporto sono riservati e ad uso esclusivo degli autori e di VERA Studio.
È libera la diffusione dei dati del Rapporto esclusivamente per scopi didattici o informativi, citando la fonte. Sono vietati tutti gli altri utilizzi da parte di terzi, salvo il preventivo consenso di VERA Studio e del Prof. Raffaele Marfella.

Progetto grafico: Marianna Rossi
Grafici: rielaborazione di VERA Studio
In copertina: FlyD @ Unsplash

Per informazioni: info@verastudio.it

EXECUTIVE SUMMARY

Tutta la plastica che non vediamo

Rapporto sulla presenza delle micro e nanoplastiche nel corpo umano



a cura di

- **Prof. Raffaele Marfella**
Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche Avanzate (DAMSS),
Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli
- **Prof. Pasquale Iovino**
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Biologiche
e Farmaceutiche (DISTABIF), Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli
- **Dott. Francesco Prattichizzo**
RCCS MultiMedica, Polo Scientifico e Tecnologico

La presenza di plastiche nell'ambiente è un fenomeno allarmante e di dimensioni globali. Solo nel 2023, il mondo ha prodotto 400.3 milioni di tonnellate di plastica e si stima che la tendenza all'aumento continuerà fino al 2050, con una produzione globale che potrebbe salire fino a 25 miliardi di tonnellate.

Di fatti, la plastica è preferita per le eccellenti proprietà inerti, durevoli, leggere e resistenti alla corrosione. Tuttavia, **le sue proprietà, che la rendono così utile, sono le stesse che la rendono una minaccia persistente per l'ambiente.**

La crescita esponenziale della produzione globale di plastica ha determinato parallelamente un **aumento dei rifiuti plastici**, gran parte dei quali **non vengono adeguatamente gestiti**. Il rilascio di plastica nell'ambiente ne comporta la degradazione e l'alterazione causata da vari processi ambientali, generando microplastiche (MPs, < 5 mm) e nanoplastiche (NPs, < 1000 nm), collettivamente chiamate micro-nanoplastiche (MNP).

Data questa esposizione progressivamente crescente, studiosi da tutto il mondo stanno ora cercando di esplorare sia il possibile accumulo di queste MNP nell'uomo che la loro potenziale pericolosità in termini di salute. Vista la mancanza, nella letteratura esistente, di una meta-analisi che riporti tutte le evidenze recenti relative all'accumulo di MNP negli organi umani, il presente Rapporto intende quindi:

- ◆ sintetizzare le possibili fonti di esposizione di MNP per l'essere umano;
- ◆ sistematizzare tutti gli studi scientifici che evidenziano la presenza di MNP in organi umani nonché descrivere le tipologie di MNP ed eventuali associazioni patologiche.

A tal fine, la ricerca ha utilizzato fonti e database che costituiscono dei punti di riferimento nell'ambito della ricerca sulla letteratura scientifica (PubMed, Prospero e Cochrane).

Le microplastiche sono categorizzate in primarie (rilasciate direttamente nell'ambiente sotto forma di piccole particelle) e secondarie (originarie dalla degradazione di oggetti di plastica più grandi in frammenti più piccoli rilasciati nell'ambiente attraverso processi fisici, chimici o biologici). A causa della loro degradazione, le fonti delle microplastiche secondarie sono difficili da rintracciare e rappresentano pertanto un **problema globale** in quanto rientrano tra gli inquinanti pericolosi. L'aumento del consumo di prodotti in plastica e la persistente natura delle microplastiche rende inevitabile l'esposizione dell'uomo a tali sostanze, sollevando gravi preoccupazioni per le minacce alla salute umana. Sono molteplici i tipi di esposizione dell'uomo alle MNP. Tra queste, **la presenza di microplastiche negli alimenti destinati all'uomo, nell'acqua potabi-**



le, nelle bevande e nei contenitori di plastica fornisce una prova diretta dell'esposizione umana alle microplastiche attraverso l'assunzione alimentare quotidiana. Tale esposizione deriva principalmente da due fonti: MNP presenti negli alimenti e nell'acqua potabile e MNP rilasciati dai contenitori di plastica utilizzati per conservare cibo e acqua. Nel primo caso, sono state rilevate microplastiche in condimenti e alimenti, come sale da cucina, zucchero, miele, carne di pollo e verdure. Allo stesso modo, MNP sono state rilevate in varie fonti di acqua potabile, tra cui acqua in bottiglia, acqua di rubinetto e in alcune bevande come birra, latte e vino bianco. Un significativo studio ha esaminato 14 campioni di latte confezionato concludendo che la contaminazione da microplastiche nel latte molto probabilmente avviene durante la lavorazione del latte piuttosto che attraverso l'imballaggio.

Anche i **contenitori di plastica** utilizzati per conservare cibo e acqua generano MNP. Studi recenti hanno infatti dimostrato che MNP vengono rilasciate da imballaggi in plastica per acqua e bevande, biberon, bicchieri di plastica, contenitori da asporto e contenitori di plastica riutilizzabili. Uno studio ha addirittura rilevato che **un contenitore di plastica può rilasciare miliardi di MNP se riscaldato in un microonde** per un massimo di 3 minuti, portando a quantità più elevate di MNP rilasciate rispetto alla refrigerazione o allo stoccaggio a temperatura ambiente.



FIGURA 1

Esempio di rilascio di microplastiche e nanoplastiche in seguito al riscaldamento di un contenitore di polipropilene tramite microonde.

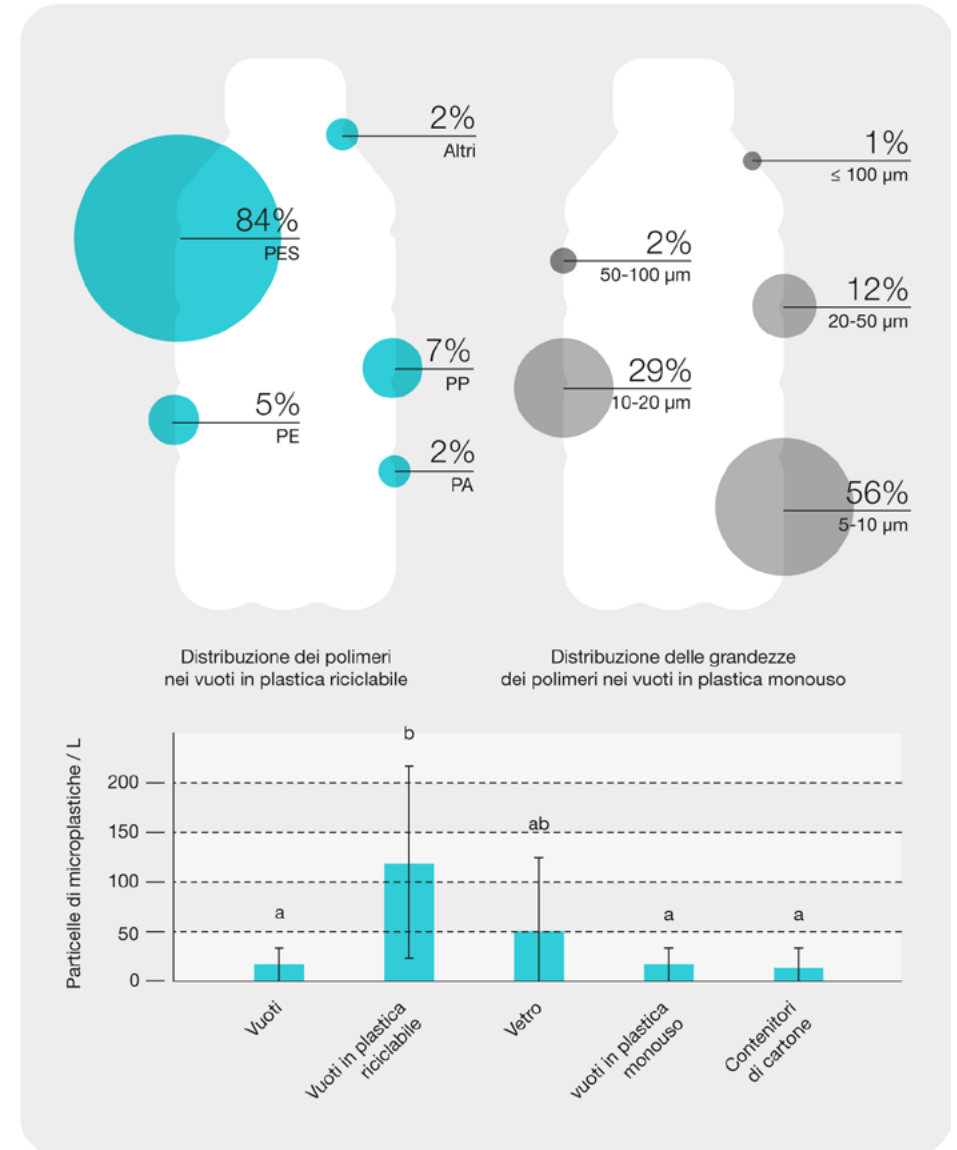


FIGURA 2

Analisi delle microplastiche nell'acqua.

I **materiali tessili** sono **una delle fonti primarie di inquinamento da microplastiche** e la procedura di **lavaggio** è di gran lunga il modo più significativo con cui i prodotti tessili rilasciano fibre microplastiche (MPF).

In un recente studio è stato riscontrato che **il poliestere riciclato rilascia più MPF rispetto al poliestere vergine nelle stesse condizioni** (1193 MPF contro 908 MPF). Secondo i ricercatori, sebbene inizialmente sia considerato una soluzione vantaggiosa per l'ambiente, il poliestere riciclato può quindi diventare dannoso per l'ambiente stesso. Inoltre, è stato dimostrato che **la procedura di prelavaggio rilascia molte più MPF rispetto alle procedure di lavaggio e risciacquo** e che solo evitando questa procedura si potrebbe ridurre drasticamente la quantità di MPF rilasciate durante il lavaggio di prodotti tessili (**FIGURA 3**).

Un'altra via di assorbimento delle microplastiche è rappresentata dall'esposizione cutanea a vari inquinanti ambientali, ma anche al **contatto diretto tra la pelle e le microfibre degli indumenti**, nonché le microsfele presenti nei **prodotti per la cura personale come i prodotti per la pulizia cutanea e il dentifricio**.

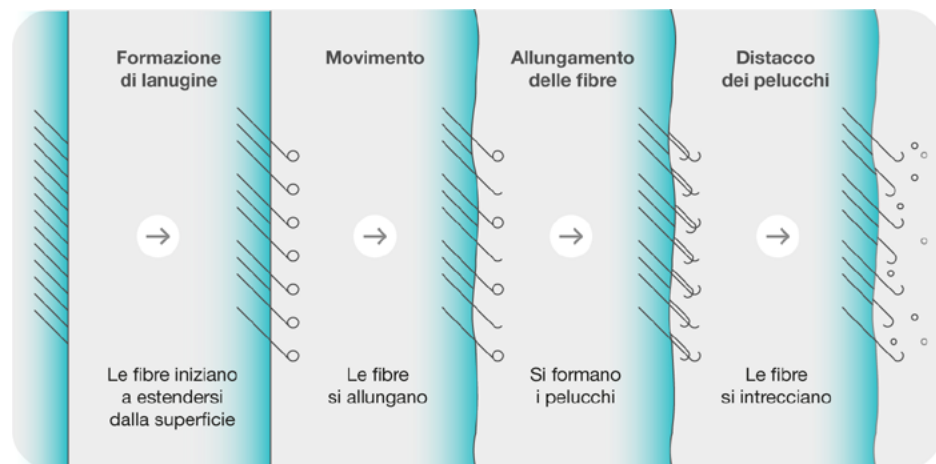


FIGURA 3 Il processo di formazione e rilascio di microfibre durante il lavaggio dei tessuti.

In sintesi, un numero consistente di evidenze documenta la presenza diffusa di MNP in diversi ambiti ambientali e la scoperta di MNP in alimenti e bevande, nonché nelle particelle trasportate dall'aria, sta ora stimolando lo studio del potenziale impatto di queste particelle sulla salute umana.

Da una ricerca sistematica degli articoli scientifici che riportano evidenza di accumulo di MNP in campioni derivanti da tessuti umani, il rapporto riassume i dati risultanti da un totale di **1032 pazienti con le condizioni più disparate**, per lo più sane ma anche con patologie molto diverse tra loro. Il Rapporto evidenzia che praticamente **ogni organo umano può accumulare alcune forme di MNP**.

La maggior parte degli studi che hanno dimostrato la presenza di MNP in diversi organi non ha trovato prove di un legame o di un'associazione con un fenotipo patologico. Pertanto, le prove disponibili sono insufficienti per ipotizzare un ruolo patogeno chiaro e generale per le MNP.

Con l'eccezione delle patologie cardiovascolari, solo tre studi hanno trovato un'associazione trasversale tra la presenza di MNP e una malattia:

- ◆ le MNP erano rilevabili in pazienti con malattia cirrotica ma non in fegati sani;
- ◆ l'abbondanza di MNP in campioni di feci era più elevata in pazienti con malattia infiammatoria intestinale rispetto a soggetti senza questa condizione;
- ◆ un possibile legame tra la presenza di MNP e la restrizione di crescita intrauterina, in altre parole con la nascita di bambini più piccoli.

In ambito cardiovascolare invece, si vanno progressivamente accumulando prove di associazione tra presenza di MNP e patologie cardiovascolari.

Difatti, un recente manoscritto ha trovato evidenza di una serie di MNP nei trombi di una coorte eterogenea di 30 pazienti sottoposti a trombectomia per ictus ischemico, infarto del miocardio o trombosi venosa profonda.

In questo caso, la concentrazione di MNP è stata associata alla gravità della malattia, con livelli di D-dimero (Nota: marcatore di severità di trombosi) che erano più alti nei pazienti con evidenza di MNP rispetto a quelli senza, suggerendo un'associazione trasversale con la gravità del fenomeno trombotico.

Lo studio condotto dai ricercatori che hanno curato il presente Rapporto, e pubblicato sulla prestigiosa rivista New England Journal of Medicine, ha quantificato le MNP specificamente nelle placche carotidee asportate da 257 pazienti sottoposti a endarterectomia carotidea e seguiti per 3 anni per monitorare l'incidenza di infarto miocardico, ictus e mortalità per tutte le cause, conclu-

do che i **pazienti in cui sono state rilevate MNP all'interno dell'ateroma presentavano un rischio maggiore di avere un evento rispetto a quelli in cui queste sostanze non sono state rilevate**, un risultato che rappresenta la **prima prova di un'associazione prospettica tra MNP e l'incidenza di una patologia**.

Facendo un confronto tra i lavori che utilizzavano la stessa tecnologia per il dosaggio di MNP, è stato osservato che **le concentrazioni più alte** delle stesse sono state riscontrate in organi quali **cervello, placenta, ed albero cardiovascolare**. Per dare un'idea, la **concentrazione rilevata dei livelli di MNP** in un cervello di medio peso di un adulto era corrispondente all'equivalente **circa di un terzo di una bottiglia d'acqua di plastica da 1,5 Lt** (FIGURA 4).

Le conclusioni dello studio in questione riportano testualmente che *“il parallelismo tra i dati attuali che mostrano una tendenza all'aumento delle concentrazioni di MNP nel cervello con l'aumento esponenziale della presenza ambientale di microplastiche e l'aumento dei tassi globali di malattia di Alzheimer e demenze correlate corrette per età, dato il ruolo potenziale delle nanoplastiche anioniche nell'aggregazione delle proteine, aggiunge urgenza alla comprensione degli impatti dei MNP sulla salute umana”*.

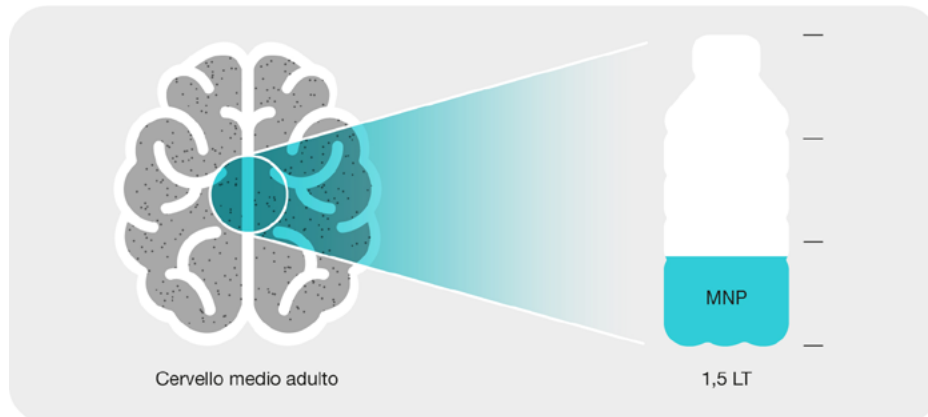


FIGURA 4 Elaborazione visiva della concentrazione di MNP rilevati nel cervello dallo studio di Schymanski, D. et al. (2018) *Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water*.

Per cercare di comprendere quali tipi di plastica vengono riscontrati più frequentemente nei tessuti umani, e quindi potenzialmente quali sono quelli più pericolosi, abbiamo incrociato le MNP presenti in 4 diversi sistemi fisiologici mediante diagramma di Venn (FIGURA 5).

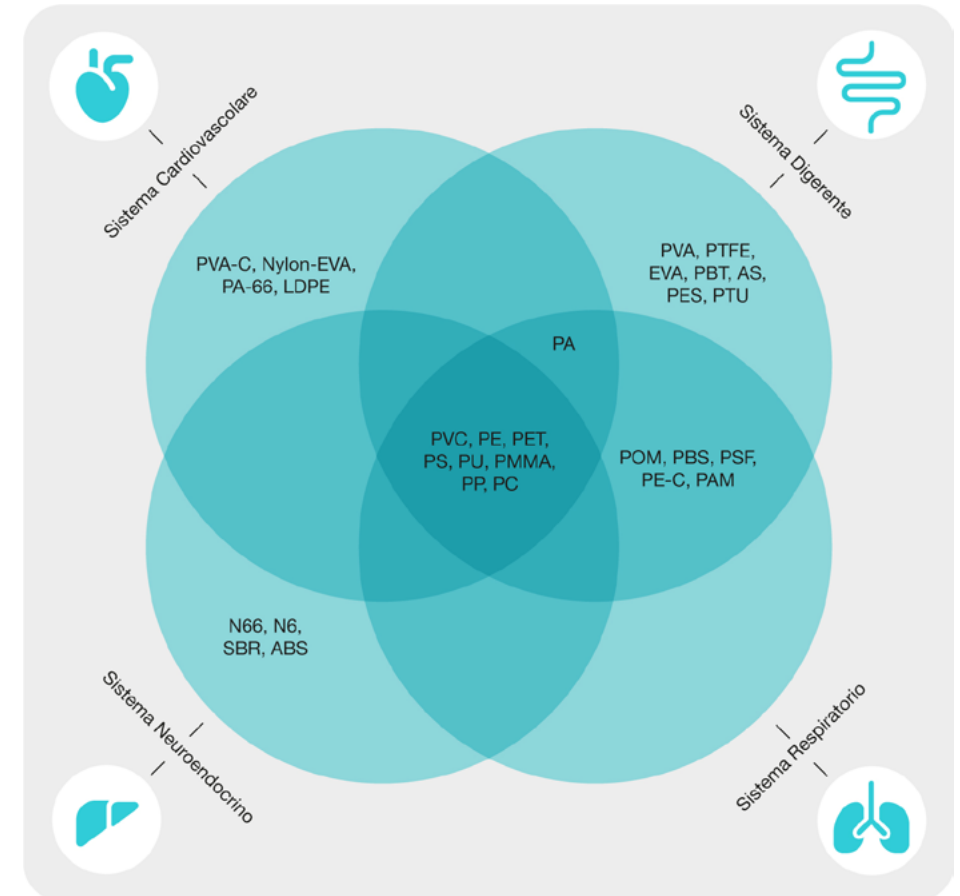


FIGURA 5 Diagramma di Venn che rappresenta graficamente le MNP comuni tra i sistemi cardiovascolare, digerente, respiratorio e neuroendocrino.

Le MNP maggiormente rilevate sono quelle con la più ampia gamma di applicazioni nella vita quotidiana. In effetti, **la maggior parte dei contenitori per alimenti, liquidi o cosmetici, così come le tubature dell'acqua, sono fatti di queste plastiche, rendendo difficile distinguere e quantificare i contributi di molteplici e diverse fonti di potenziale esposizione.**

In sintesi, lo studio, basato su un'analisi sistematica esclusivamente degli studi scientifici condotti con metodi accreditati e riconosciuti dalla comunità scientifica internazionale, evidenzia che:

- 1 → Le possibili fonti di esposizione dell'uomo alle microplastiche sono molteplici, essendo queste presenti nell'aria (sia interna che ambientale), nelle bevande in bottiglia, nel cibo (molteplici tipi, soprattutto confezionati), e nei prodotti dermatologici;
- 2 → Si stima un'assunzione annuale che va da 15 a 287 grammi per persona, considerando le possibili esposizioni di cui sopra (FIGURA 6);
- 3 → **Le micro-nanoplastiche sono state identificate in praticamente tutti gli organi umani**, con concentrazioni particolarmente elevate nel cervello, nella placenta e nel sistema cardiovascolare;
- 4 → Le plastiche identificate nei tessuti umani sono di forma e tipo vario e le donne sembrerebbero presentare concentrazioni maggiori, per lo meno in alcuni organi;
- 5 → La presenza di MNP è stata alcune volte associata in modo trasversale a specifiche patologie quali malattia infiammatoria intestinale o cirrosi epatica;
- 6 → **La presenza di MNP nel sistema cardiovascolare è associata ad un aumentato rischio del composito di infarti, ictus o mortalità per ogni causa;**
- 7 → **Le plastiche più comunemente identificate nei tessuti umani sono quelle utilizzate per produrre centinaia di prodotti di uso comune, quali contenitori alimentari per cibo e bevande ma anche prodotti per la casa e per l'edilizia.**

L'esposizione ad agenti chimici è via via sempre più riconosciuta come un possibile fattore causale nella patogenesi di diverse condizioni, quali tumori e patologie cardiovascolari. Mentre solide prove meccanicistiche ed epidemiologiche supportano il ruolo causale di diversi inquinanti quali l'inquinamento atmosferico (e.g. PM 2,5) ed alcuni prodotti chimici, rimangono sostanziali lacune per quanto riguarda la plastica e le sostanze correlate. Recentemente, un'analisi

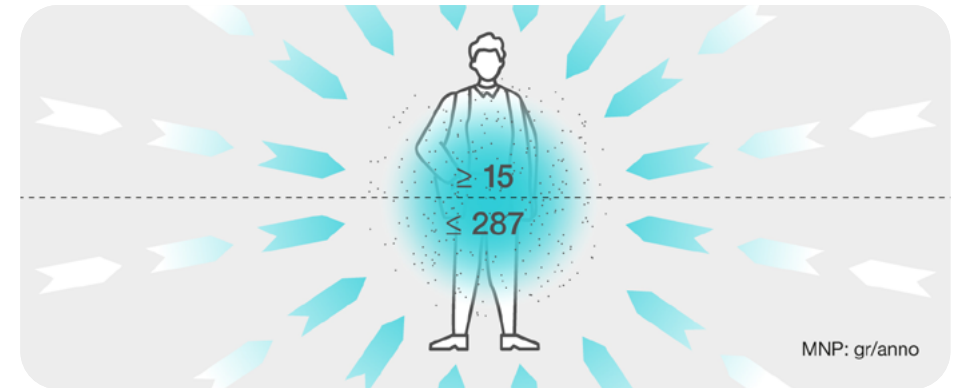


FIGURA 6 Elaborazione visiva della stima dell'assunzione annuale di MNP per persona.

dettagliata e firmata da importanti scienziati nel settore ha invitato a prestare attenzione ai possibili effetti dell'inquinamento della plastica sulla salute. Si ritiene che la produzione e lo smaltimento improprio dei rifiuti di plastica abbiano un impatto sulla salute umana a più livelli, non solo per i possibili effetti indotti dalle MNP ma anche per il consumo di materie prime, i costi economici, e l'inquinamento multilivello associato. Le sostanze chimiche plastificanti, come ad esempio il bisfenolo A ed altri additivi, sono già state collegate a una serie di malattie mentre la produzione di plastica può anche influire sulla salute umana e sullo sviluppo di patologie cardiovascolari attraverso molteplici vie indirette.

Dati recenti suggeriscono che le MNP si accumulano nei tessuti umani e potrebbero rappresentare possibili fattori di rischio per alcune patologie, in particolare quelle cardiovascolari. Data la complessità dell'argomento, è necessario uno sforzo di ricerca multidisciplinare dedicato per ottenere maggiori informazioni sul ruolo delle MNP in queste ed eventualmente altre malattie. È necessaria una vasta gamma di figure professionali con competenze diverse per comprendere ogni aspetto della catena avviata dall'inquinamento da plastica. È facile prevedere che l'uso coordinato di più tecnologie in studi su larga scala e investimenti economici coerenti attraverso schemi di finanziamento dedicati forniranno le informazioni necessarie sull'argomento. Nel frattempo, i Governi e le altre parti interessate non dovrebbero ignorare le prove già disponibili e do-

vrebbero cercare di massimizzare gli sforzi in corso volti a ridurre la produzione di plastica. Ciò si tradurrebbe in un beneficio per il pianeta e, forse, anche per la salute umana.

Le materie plastiche sono una concreta minaccia per la salute dell'uomo. Oltre alla possibile pericolosità delle microplastiche e sebbene permangano lacune nella conoscenza dei danni della plastica nel suo complesso e incertezze sulla loro piena entità, le prove oggi disponibili suggeriscono che questi impatti sono potenzialmente grandi, soprattutto per quanto riguarda le patologie cardiovascolari. Realisticamente, **in assenza di un intervento urgente ed efficace su scala globale sulla produzione di plastica e sullo stile di vita delle persone, questo impatto è destinato ad aumentare di gravità.** Quindi, è necessario porre un freno all'aumento sconsiderato della produzione di plastica e, in particolare, alla produzione di una gamma sempre più ampia di prodotti di plastica non necessari. Allo stesso modo, anche in attesa di prove scientifiche definitive, è moralmente imperativo diffondere questa conoscenza tra i consumatori, in modo da incoraggiarli ad adeguare i relativi comportamenti e stili di vita. In altre parole, le prove disponibili sono sufficienti a suggerire, in base alla scienza e al buon senso, di minimizzare l'esposizione di ognuno di noi a fonti di inquinamento da plastica. In definitiva, l'inquinamento da plastica richiede dunque una risposta globale e coordinata, con azioni da parte di governi, aziende e cittadini per mitigare i suoi effetti e proteggere l'ambiente per le future generazioni. La letteratura attuale non evidenzia in modo definitivo gli effetti dannosi della plastica sulla salute umana, né ne conferma la sicurezza. La collaborazione tra vari settori scientifici, tra cui tossicologia, scienze ambientali, medicina e salute pubblica, è essenziale per una comprensione olistica dell'impatto multiforme della plastica.

Per mitigare l'esposizione alle MNP, si dovrebbero attuare strategie preventive, tra cui la riduzione dell'utilizzo di prodotti in plastica, optando per prodotti con un imballaggio minimo in plastica o priva di essa e dando priorità a materiali alternativi nel consumo quotidiano.

Nonostante ciò, le evidenze scientifiche finora rilevate sull'esposizione umana alle MNP forniscono chiare indicazioni su quali siano i principali e più urgenti ambiti di intervento, i quali necessitano di un'azione decisa non solo da parte dei governi, ma anche del cittadino. Il presente Rapporto suggerisce infatti come semplici abitudini della vita quotidiana, se adottate dalla collettività, pos-

sono portare ad enormi vantaggi in termini di minore esposizione dell'uomo alle microplastiche e minore dispersione di plastica nell'ambiente. A titolo esemplificativo, l'esposizione a tali sostanze può essere notevolmente ridotta:

- ◆ limitando l'utilizzo di contenitori di bevande ed alimenti in plastica;
- ◆ non scaldando gli alimenti al microonde in contenitori di plastica;
- ◆ evitando l'utilizzo della modalità di prelavaggio degli indumenti;
- ◆ evitando l'utilizzo di indumenti sintetici, in particolare quelli in poliestere riciclato.

A tal proposito, è utile notare come il Governo francese già nel 2020 abbia previsto l'obbligo, dal 2025, di dotare le lavatrici con un apposito filtro in grado di catturare tali sostanze, rappresentando un importante e utile esempio di intervento governativo per rendere più sostenibili le attività quotidiane di ogni cittadino.

Communicate  Engage

ELENCO DEGLI ACRONIMI

μ-FTIR / Micro spettroscopia ad infrarossi a trasformata di Fourier

ABS / Acrilonitrile-butadiene-stirene

AS / Acrilonitrile-stirene

EVA / Etilene vinilacetato

HDPE / Polietilene ad alta densità

LD-IR / Spettroscopia laser a infrarossi diretti

LDPE / Polietilene a bassa densità

N6 / Nylon 6

Nylon-EVA / Nylon etilene-vinilacetato

PA / Poliammide

PA66/N66 / Nylon 66

PAM / Poliacrilammide

PBS / Polibutilene succinato

PBT / Polibutilene tereftalato

PC / Policarbonato

PE / Polietilene

PE-C / Polietilene clorurato

PES / Polietere solfone

PET / Polietilene tereftalato

PMMA / Polimetilmetacrilato

POM / Poliossimetilene

PP / Polipropilene

PS / Polistirene

PSF / Polisolfone

PTFE / Politetrafluoroetilene

PU / Poliuretano

PVC / Cloruro di polivinile

PVA / Alcool polivinilico

PVAc / Acetato di polivinile

Py-GC/MS / Pirolisi-gascromatografia-spettrometria di massa

SBR / Gomma stirene-butadiene

SEM / Microscopia elettronica a scansione

TPU / Poliuretano termoplastico



Roma

Viale Bruno Buozzi, 60 - 00197

T. +39 06 45 55 21 02

M. +39 347 50 57 621

E. info@verastudio.it

W. www.verastudio.it

