



ISDE - Associazione Medici per l'Ambiente

# Medici di famiglia e inquinamento ambientale: dall'acquisizione di competenze all'educazione dei pazienti



*Passoni*  
EDITORE

## Presentazione

**L'**uomo e gli ecosistemi sono colpiti pesantemente dall'inquinamento ambientale, che spesso è la prima causa delle malattie non trasmissibili e il motivo di aggravamento di numerose patologie.

*La salvaguardia della salute passa necessariamente attraverso la salvaguardia dell'ambiente. In questo i medici hanno un ruolo importante: nel patrocinare la salute dell'ambiente e delle persone e nella diffusione delle conoscenze e delle pratiche virtuose per limitare l'evoluzione negativa di questi fenomeni. Per prepararsi ad agire in senso ecologico nella professione e a comunicare adeguatamente con i pazienti al medico occorrono conoscenze scientifiche solide e aggiornate sui singoli problemi e sul possibile contributo che ciascun medico può apportare.*

*In quest'ottica sono stati sviluppati e approfonditi in questo testo, alcuni degli aspetti più rilevanti del degrado ambientale.*

Gli Autori



## Indice

<b>Introduzione</b> .....	pag. 9
Roberto Romizi	
<b>1. Ambiente e salute: una visione globale. Le lezioni del Covid-19</b> .....	pag. 9
Agostino Di Ciaula, Piero Portincasa	
<b>2. Effetti dell'inquinamento ambientale sulla salute dei bambini</b> .....	pag. 9
Giacomo Toffol	
<b>3. Inquinamento da farmaci: effetti sull'ambiente</b> .....	pag. 9
Vitalia Murgia	
<b>4. Effetti del cambiamento climatico sulla salute</b> .....	pag. 9
Giacomo Toffol	
<b>5. Etica e deontologia della Salute Ambientale</b> .....	pag. 9
Giuseppe Miserotti	
<b>6. Scelte verdi nello studio medico: il medico come esempio di comportamenti virtuosi per salvaguardare l'ambiente</b> .....	pag. 9
Giacomo Toffol	
<b>7. Formazione continua in materia di Salute ambientale</b> .....	pag. 9
Giuseppe Miserotti	
<b>8. Educazione sanitaria alla salute ambientale: strategie e strumenti</b> .....	pag. 9
Vitalia Murgia, Francesco Romizi	
<b>9. Educare al rispetto dell'ambiente: limitare il rischio di inquinamento da farmaci antitumorali</b> .....	pag. 9
Pietro Masullo	



## **Ambiente e salute: una visione globale. Le lezioni del COVID-19.**

*Agostino Di Ciaula, Piero Portincasa*

Le prime evidenze riguardanti lo stretto rapporto tra ambiente e salute sono storicamente emerse non dallo studio delle conseguenze sanitarie da contaminanti ambientali di tipo chimico o fisico ma dall'epidemiologia delle malattie infettive.

Indipendentemente dalle scontate differenze epidemiologiche e fisiopatologiche tra le malattie trasmissibili e quelle non-comunicabili, la pandemia di COVID-19, generata dalla diffusione del virus SARS-CoV-2, ha riportato con forza all'attenzione generale l'elemento principale che queste due differenti categorie nosologiche hanno in comune: l'ambiente è il determinante fondamentale della salute umana e la compromissione dell'ambiente incrementa proporzionalmente il rischio di sviluppare o aggravare malattie.

Nel 1925, in un articolo pubblicato sull'*American Journal of Public Health* (NY)<sup>1</sup>, il Dr. Walman, del Maryland State Department of Health, scriveva: *"I principali, indiscutibili frutti dello sforzo cosciente degli ultimi decenni sono quelli dei servizi igienico-sanitari, ad es. la fornitura di approvvigionamento idrico sicuro, lo smaltimento adeguato delle acque reflue, l'eradicazione delle zanzare, il controllo del latte e di altre forniture alimentari". ... "Di solito non è in discussione che alcuni dei principali risultati del passato - il controllo di febbre tifoide, dissenteria, colera, febbre gialla, febbre tifo e peste - sia stato raggiunto principalmente attraverso le azioni dell'uomo sull'ambiente. Non è quindi necessario soffermarsi sui risultati passati, ma non è stato sottolineato abbastanza che questi risultati passati hanno molte implicazioni future."* E ancora: *"Se seguiamo l'uomo dalla nascita alla morte attraverso il ponte della vita, incontriamo molti nemici della vita e del benessere che offrono una prospettiva futura di soggiogamento parziale o completo mediante l'adozione di misure ambientali" ... "Nessuno metterà in dubbio che l'adattamento dell'individuo a questo mondo possa essere migliorato cambiando l'individuo o modificando il suo ambiente fisico. Non possiamo prevedere fino a che punto quest'ultima forma di controllo possa essere estesa, ma i suoi limiti al momento sono nell'assenza quasi completa di adeguamenti positivi dell'ambiente e nella conoscenza molto frammentaria delle relazioni tra controllo del mondo fisico e funzioni fisiologiche. Entrambi questi limiti devono necessariamente essere rimossi dal tempo, poiché sono limiti di inerzia e ignoranza"*.

Il primo dei limiti indicati da Walman nel lontano 1925 (*"l'assenza quasi completa di adeguamenti positivi dell'ambiente"*) è stato superato, a distanza di un secolo, in maniera

ancora non completamente soddisfacente e, comunque, certamente non proporzionale alla rilevanza delle conoscenze scientifiche acquisite. Il secondo limite descritto, la “*conoscenza frammentaria delle relazioni tra controllo del mondo fisico e funzioni fisiologiche*”, è stato invece con il tempo brillantemente e esaurientemente superato ma i risultati raggiunti non sempre si sono trasformati in pratiche preventive e gestionali capaci di migliorare efficacemente salute pubblica e benessere.

Innumerevoli evidenze scientifiche hanno dimostrato i meccanismi attraverso i quali alterazioni qualitative dell’ambiente di vita e di lavoro, incluse quelle derivanti dalle modificazioni climatiche<sup>2</sup> e dalla presenza di sostanze chimiche tossiche nelle matrici ambientali (aria, acqua, suolo) o nel cibo, alterano quelle che Walman definiva “*funzioni fisiologiche*”, determinando un incremento del rischio sanitario e l’insorgenza di patologie di qualunque tipo e in qualunque età.

A livello globale, il 23% dei decessi e il 22% degli anni passati con disabilità può essere attribuito a rischi ambientali che generano, nella maggior parte dei casi, malattie non-comunicabili<sup>3</sup>.

Secondo l’Organizzazione Mondiale della Sanità, le malattie non comunicabili causano ogni anno circa 40 milioni di decessi, equivalenti al 70% delle morti a livello globale<sup>4</sup>. Questi dati epidemiologici si sommano alle evidenze che documentano come i fattori genetici (fattori “intrinseci” all’organismo) contribuiscano allo sviluppo di cancro in meno del 30% dei casi<sup>5</sup>, che c’è un progressivo e costante incremento dell’incidenza di cancro in età pediatrica<sup>6</sup> e di numerose patologie croniche come i disturbi del neurosviluppo<sup>7</sup>, le malattie psichiatriche e neurodegenerative (soprattutto demenza<sup>8</sup>, Parkinson<sup>9</sup>, Alzheimer<sup>10</sup>), le malattie metaboliche e l’obesità<sup>11,12</sup>, il diabete tipo 2<sup>13</sup> e tipo 1<sup>14</sup>.

In tutti questi casi si è dimostrato, in maniera soddisfacente e con crescente livello di profondità analitica, il ruolo critico che le esposizioni a tossici ambientali hanno sia nella fisiopatologia che nella progressione epidemiologica di tali patologie.

Studi epidemiologici e sperimentali consentono anche di confermare che gli stessi determinanti socio-economici e ambientali in grado di promuovere l’insorgenza e l’aggravamento di malattie non comunicabili e cancro possono favorire la diffusione delle malattie infettive e la vulnerabilità ad esse.

Considerate queste premesse, è lecito ritenere anche il COVID-19, al pari delle malattie non-comunicabili e del cancro, una chiara espressione di un ambiente malato.

La pandemia di COVID-19 ha assunto un “peso” differente in diverse aree geografiche nel mondo.

Si è diffusa intensamente e rapidamente in alcuni Paesi (USA, Italia, Spagna, Cina, Francia, Iran) ma non in altri (ad esempio nei Paesi nord-Europei e balcanici, in medio-oriente, in America centro-meridionale, in gran parte dell’Africa)<sup>15</sup>.

In Italia, i primi casi di COVID-19 si sono registrati quasi contemporaneamente nelle regioni settentrionali (il 20 febbraio è stato diagnosticato il primo caso a Codogno, in Lombardia) e in quelle meridionali (il 25 febbraio sono stati registrati i primi tre casi in Sicilia). Nonostante questo, il giorno del “lockdown” (12 marzo 2020) il numero totale di soggetti infetti era 14.335 in Italia settentrionale, 778 in Italia meridionale. Lo stesso giorno si contavano 997 morti da COVID-19 in Italia settentrionale, 19 nelle regioni meridionali. Nei giorni successivi queste cifre sono progressivamente cresciute ovunque, mantenendo tuttavia stabile la notevole differenza tra le aree geografiche. Il 15 aprile si contavano, in totale, 145.408 infetti nelle regioni settentrionali, a fronte di 19.747 casi diagnosticati nell’intero meridione. Indipendentemente dal numero di infetti (potenzialmente influenzato dal differente numero di procedure diagnostiche eseguite), nello stesso giorno venivano attribuite a COVID-19, in totale, 20,157 morti nelle regioni settentrionali, un numero circa 14 volte più alto di quello rilevato nelle regioni meridionali (1.488 decessi COVID-19 correlati).

La disomogeneità della diffusione epidemiologica del COVID-19 sia a livello nazionale che planetario rende molto probabile la sua dipendenza da fattori di tipo ambientale, in gran parte ancora da identificare in maniera specifica ma ipotizzabili sulla base di evidenze scientifiche pregresse.

Conseguenza diretta di questa valutazione è che la pandemia in corso dovrebbe essere letta utilizzando un approccio globale, guardando oltre la diffusione del virus e le conseguenze cliniche da questo generate e interrogandosi sui fattori ambientali che possono averla favorita o ostacolata, utilizzando metri e metodi di valutazione simili a quelli che siamo abituati ad impiegare per le malattie non-comunicabili, pur nel rispetto delle particolari differenze fisiopatologiche ed epidemiologiche.

Le modificazioni climatiche sono, indiscutibilmente, la principale e più grave emergenza ambientale e sanitaria della nostra era, non a caso definita “antropocene” per sottolineare l’opportunità che l’essere umano ha di gestire un potere inedito nella storia dell’umanità, capace di influire sugli eventi naturali e di generare alterazioni tali da compromettere l’esistenza stessa della specie. Questo, purtroppo, sta accadendo perché con ogni evidenza l’essere umano ha perso il senso della misura e non è in grado di gestire con

lucidità il suo potere. Si è persa la capacità di formulare una corretta scala di priorità che abbia in cima la tutela del bene comune, la sostenibilità e la garanzia di sopravvivenza per questa e per le future generazioni.

Oltre agli stretti rapporti tra emissioni di gas clima-alteranti, danni all'ambiente e insorgenza di molteplici malattie non comunicabili<sup>2,16</sup>, sono ormai chiari, dal punto di vista scientifico, i meccanismi che legano le modificazioni climatiche alla suscettibilità alle malattie infettive e alla loro progressione geografica nel pianeta<sup>17</sup>.

In particolare, alle variazioni climatiche è stato associato l'aumento di malattie infettive causate da agenti trasmessi da vettori (ad es. zanzare), la cui presenza nelle aree più sviluppate del pianeta è in incremento proporzionale all'aumento delle temperature atmosferiche. Popolazioni immunologicamente non preparate ad affrontare queste infezioni "nuove" sono considerate ad alto rischio per numerose patologie infettive<sup>2,16</sup>. Sono state anche chiaramente descritte le relazioni tra modificazioni climatiche e patologie infettive delle vie aeree<sup>18</sup>.

Inoltre, eventi meteorologici estremi secondari alle variazioni climatiche comportano un incremento del rischio di contaminazione microbiologica (oltre che chimica) di cibo e acqua, con conseguenti epidemie infettive (leptosirosi, legionellosi, salmonellosi, leishmaniosi cutanea e viscerale, epatite A) ben documentate anche nel nostro Paese<sup>2,16</sup>. Infine, è stato sottolineato che gli stessi fattori in grado di generare e amplificare le conseguenze sanitarie delle modificazioni climatiche (aumento della popolazione mondiale, elevata antropizzazione, urbanizzazione insostenibile, perdita di biodiversità) sono in grado di favorire il passaggio di agenti infettivi dagli animali all'uomo (come sembra essere accaduto in origine per il SARS-CoV-2) e di incrementare le vulnerabilità individuali derivanti da alterazioni quantitative e qualitative di cibo e acqua<sup>19</sup>.

Indipendentemente dalle modificazioni climatiche, altri determinanti di rischio sanitario comuni a malattie non-comunicabili e malattie infettive sono da considerarsi le sfavorevoli condizioni socio-economiche<sup>20</sup> e, naturalmente, gli inquinanti atmosferici, che possono aumentare la vulnerabilità individuale alle patologie, promuovere e favorire la loro insorgenza e il progressivo aggravamento<sup>21-24</sup>.

La risposta infiammatoria promossa dai macrofagi alveolari in seguito ad infezioni virali è alterata in seguito ad esposizione a particolato atmosferico<sup>25</sup> ed evidenze epidemiologiche dimostrano come, ad esempio, l'esposizione a breve-termine ad inquinanti atmosferici (sia particolato che inquinanti gassosi come gli ossidi di azoto, zolfo e carbonio) sia in grado di

aumentare il rischio di patologie simil-influenzali<sup>21</sup> o di altre malattie virali come la parotite<sup>22</sup>.

Le concentrazioni atmosferiche di particolato<sup>24</sup> e quelle di ozono<sup>23</sup> aumentano il rischio di ospedalizzazione per polmonite, soprattutto in età avanzata e, alla luce del quadro patologico polmonare prevalente in corso di COVID-19 (polmonite interstiziale), particolare interesse hanno le ben documentate relazioni tra le concentrazioni atmosferiche di particolato (PM2.5) e ossidi di azoto e quadri di pneumopatia interstiziale subclinica<sup>26</sup>.

Indipendentemente dalle evidenze citate e nonostante la relazione specifica tra COVID-19 e inquinamento sia ancora in fase di studio, risultati preliminari suggerirebbero un ruolo critico per le esposizioni a lungo termine nell'incremento del rischio di mortalità da infezione da SARS-CoV-2<sup>27,28</sup>.

A differenza delle conseguenze sanitarie da inquinamento ambientale, la pandemia di COVID-19 ha saputo tristemente richiamare l'attenzione per l'elevato numero di vittime (circa 158.000 decessi nel mondo al 20 aprile 2020) causate in un breve arco temporale. Non si può tuttavia fare a meno di ricordare che, secondo la stessa Organizzazione Mondiale della Sanità, il solo inquinamento atmosferico causa nel mondo più di 4 milioni di morti premature all'anno.

Oltre a questo, andrebbero contabilizzate la promozione di cronicità e disabilità indotte dagli stessi inquinanti e la morbidità e mortalità causate da altre forme di inquinamento (ad es. interferenti endocrini, pesticidi, contaminanti chimici introdotti con cibo e acqua)<sup>29</sup>.

In ogni caso, che si tratti di malattie trasmissibili o non-comunicabili, agire sui determinanti ambientali di salute con misure di prevenzione primaria significherebbe non solo ridurre il rischio sanitario individuale e collettivo ma anche ridurre enormemente il loro peso economico (le cosiddette "esternalità negative"), solo raramente contabilizzate nei bilanci pubblici.

La prevenzione primaria deve essere considerata il principale strumento da utilizzare per evitare o limitare danni sanitari e sociali di ampia portata. Questo principio è valido per le malattie non-comunicabili ma anche in assenza di misure terapeutiche adeguate e validate, come dimostrato dalla "nuova" malattia infettiva COVID-19.

Rispettare gli habitat naturali e l'ecosistema è fondamentale per ridurre il rischio sanitario nella sua accezione più ampia. Al contrario, danneggiarlo significa inevitabile e crescente sviluppo di conseguenze sanitarie, sociali ed economiche di lunga durata.

La creazione di condizioni ambientali favorevoli alla promozione di salute e benessere non può che essere ottenuta ripensando il sistema economico e produttivo e utilizzando il metro della sostenibilità, riducendo drasticamente l'aggressione all'ambiente e riequilibrando l'utilizzo delle risorse e delle ricchezze.

Ulteriore lezione impartita dal COVID-19 (e in particolare dai benefici ottenuti con il lockdown) è che il perseguimento della salute deve in ogni caso essere prioritario rispetto agli interessi economici e che questo obiettivo è concretamente raggiungibile, come anche i benefici ambientali che ne derivano.

Anche questo principio, apparentemente scontato e universale, è valido che si tratti di patologie infettive, di malattie non comunicabili o di cancro.

Purtroppo, tuttavia, da troppo tempo salute ed economia sono considerate, nei fatti, scelte contrapposte con priorità conferita, nella maggior parte dei casi, all'economia a danno della salute. Indipendentemente dalle continue aggressioni portate all'ambiente da pratiche ingiustificabili e insostenibili (progressiva riduzione del verde, combustione di biomasse, inadeguata gestione dei rifiuti, perseveranza nell'utilizzo di combustibili fossili, utilizzo di pesticidi, massiva immissione di sostanze chimiche tossiche nell'ambiente, imprudente utilizzo dell'elettromagnetismo ad alta frequenza e molto altro), le conferme più eclatanti di questa affermazione, nel nostro Paese, derivano dalle conseguenze sanitarie generate nelle aree geografiche denominate SIN (Siti di Interesse Nazionale), ancora oggi consapevolmente e colpevolmente presenti a causa dei ritardi nelle operazioni di bonifica

30

Il più alto numero di vittime da conseguenze sanitarie delle alterazioni ambientali si conta tra chi è più fragile e vulnerabile, come gli anziani. Anche in questo caso le evidenze epidemiologiche del COVID-19 presentano evidenti similitudini con quelle derivanti dallo studio delle malattie non-comunicabili. Dal punto di vista sanitario, come noto, la fragilità è la risultante finale di pressioni ambientali di varia natura che possono iniziare anche prima del concepimento, persistono nel corso della vita e si aggravano nell'età avanzata<sup>31</sup>.

È dunque opportuno, da questo punto di vista, rimettere al centro dell'attenzione non la durata di vita "per sé" ma la durata di vita in buona salute e la lotta all'insorgenza precoce di malattie cronico-degenerative che, sempre più spesso, iniziano in età sempre più precoci, inclusa l'età pediatrica. Ancora una volta, questo obiettivo può essere ottenuto solo attraverso azioni di provata efficacia finalizzate al miglioramento dei determinanti ambientali, sociali, culturali ed economici di salute.

Non meno degne di considerazione sono le difficoltà di gestione dei casi di COVID-19 causate dalla discrepanza tra capacità recettiva del sistema sanitario nazionale e necessità reali di assistenza della popolazione.

Affrontare adeguatamente problemi prioritari di salute, di qualunque natura o origine siano, presuppone che le misure di salute pubblica sino ad ora commentate (principalmente quelle finalizzate alla prevenzione primaria) debbano essere accompagnate da un corretto impiego di risorse per l'assistenza in ospedale e sul territorio.

Il COVID-19 ha dimostrato quanto, nelle aree più colpite del nostro Paese, la capacità effettiva delle risorse a disposizione fosse inadeguata a fronteggiare l'emergenza, sia in termini di strutture disponibili che di personale sanitario. I limiti strutturali derivanti da insufficienti risorse hanno persino generato, non solo nel nostro Paese, problemi di natura etica riguardanti la "selezione" dei pazienti critici da trattare (ad esempio pazienti giovani piuttosto che soggetti in età avanzata) e l'equità delle cure<sup>32</sup>. Questo deriva, almeno in parte, dalla progressiva riduzione delle risorse economiche indirizzate all'assistenza sanitaria, registrato in molti paesi Europei nell'ultimo decennio<sup>33</sup>. In Italia, in particolare, si è registrato un "taglio" di risorse pari a circa 37 miliardi di euro nel periodo 2010-2019 e, parallelamente, una progressiva privatizzazione dei servizi sanitari<sup>34</sup>.

Il progressivo depotenziamento dell'assistenza sanitaria, l'introduzione di logiche privatistiche e di prestazioni a pagamento hanno amplificato i danni dell'epidemia da COVID-19, mettendo a nudo le carenze di un sistema inadeguato a soddisfare i reali bisogni di salute della popolazione sia in regime di ricovero che in termini di assistenza sul territorio.

Che si ragioni di "fase 2" e di exit-strategy dalla pandemia, di soluzione alla crisi universale generata dalle modificazioni climatiche o di contenimento dei rischi e danni sanitari (e delle conseguenze economiche che ne derivano), le uniche conclusioni razionali e accettabili sono che non è più tollerabile un'economia predatoria nei confronti delle risorse e delle persone e che è necessario destituire la tirannia della "crescita economica a tutti i costi" sulla promozione della salute e del benessere di questa e delle future generazioni.

Nessuno vuole porre limiti alla crescita economica ma è necessario ricordare che questa può essere concretamente perseguita anche attraverso scelte di economia sostenibile, in grado di permettere sviluppo, benefici economici, ambientali e sanitari per tutti, non solo per pochi e a danno di molti.

Non può per questo passare inosservata l'esigenza, in fase di ripresa, di ripensare un modello sanitario che, oltre a potenziare i dipartimenti di prevenzione, sia basato su adeguati standard ospedalieri, sull'adeguamento dei servizi territoriali e distrettuali e, soprattutto, sia centrato sulle persone e sui problemi prioritari di salute e non unicamente sul risparmio, sul profitto e su esigenze private.

La vicenda COVID-19 ha assunto il doloroso compito di dimostrare, ancora una volta, evidenze che avrebbero dovuto essere già acquisite da lezioni del passato:

- La potenza economica e il progresso tecnologico di uno Stato, per quanto avanzate possano essere, non sono in grado di evitare drammatiche conseguenze non solo sanitarie ma anche sociali ed economiche. Questo è valido per le malattie infettive come per le malattie non-comunicabili e per il cancro.
- Come più volte dimostrato per le malattie non-comunicabili e per il cancro, per affrontare adeguatamente la pandemia in corso, per programmare un'adeguata ripartenza e per evitare o contenere al meglio future e probabili simili calamità è indispensabile tenere insieme la tutela della salute e quella dell'ambiente, privilegiando la sostenibilità delle scelte.

Per tornare all'articolo citato in apertura, il Dr. Walman scriveva, nel 1925: *"Finora poco o per nulla si è contribuito alla fase positiva del controllo ambientale; cioè, il mantenimento di un livello più elevato di efficienza fisiologica in ogni momento attraverso l'adeguato adeguamento dei fattori nell'ambiente"*<sup>1</sup>. A distanza di un secolo è ancora possibile condividere tale conclusione, sommandola alle tante altre derivabili dalla pandemia in corso.

Le responsabilità della pandemia di COVID-19 devono essere condivise tra il virus SARS-CoV-2 e chi ha alimentato, nel corso di decenni, le debolezze di un sistema che si è rivelato facile preda di quel virus, con costi umani ed economici incalcolabili e che hanno la stessa matrice di quelli generati dalle malattie non comunicabili. Come nel caso delle malattie non-comunicabili e del cancro, imparare le lezioni del COVID-19 potrà consentire di gestire al meglio il presente, di garantire un futuro sostenibile alle prossime generazioni e, soprattutto, di non commettere ancora i più comuni e gravi errori del passato.

## Bibliografia

1. Wolman A. Values in the Control of Environment. *Am J Public Health (N Y)*. 1925;15(3):189-194.
2. Di Ciaula A, Gentilini P, Laghi F, et al. *Cambiamenti climatici, salute, agricoltura e alimentazione - Position Paper ISDE Italia*. Arezzo: International Society of Doctors for Environment (ISDE);2018.
3. Pruss-Ustun A, Wolf J, Corvalan C, Neville T, Bos R, Neira M. Diseases due to unhealthy environments: an updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *Journal of public health*. 2017;39(3):464-475.
4. WHO. *Non-Communicable Diseases – Fact Sheet no. 355, updated June 2017*. Geneva , Switzerland: World Health Organization;2017.
5. Wu S, Powers S, Zhu W, Hannun YA. Substantial contribution of extrinsic risk factors to cancer development. *Nature*. 2016;529(7584):43-47.
6. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, et al. International incidence of childhood cancer, 2001-10: a population-based registry study. *Lancet Oncol*. 2017;18(6):719-731.
7. Fombonne E. Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric research*. 2009;65(6):591-598.
8. Prince M, Guerchet M, Prina M. *The Epidemiology and Impact of Dementia: Current State and Future Trends*. Geneva: World Health Organization;2015.
9. Savica R, Grossardt BR, Bower JH, Ahlskog JE, Rocca WA. Time Trends in the Incidence of Parkinson Disease. *JAMA neurology*. 2016;73(8):981-989.
10. Brookmeyer R, Johnson E, Ziegler-Graham K, Arrighi HM. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*. 2007;3(3):186-191.
11. Stevens GA, Singh GM, Lu Y, et al. National, regional, and global trends in adult overweight and obesity prevalences. *Popul Health Metr*. 2012;10(1):22.
12. Flegal KM, Kruszon-Moran D, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL. Trends in Obesity Among Adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016;315(21):2284-2291.
13. Jaacks LM, Siegel KR, Gujral UP, Narayan KM. Type 2 diabetes: A 21st century epidemic. *Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism*. 2016;30(3):331-343.
14. Tuomilehto J. The emerging global epidemic of type 1 diabetes. *Current diabetes reports*. 2013;13(6):795-804.
15. World Health Organization. *Coronavirus disease 2019 (COVID 19). Situation Report - 72*. Geneva: World Health Organization;2020.
16. Di Ciaula A. Gli effetti sulla salute dei cambiamenti climatici. *Il Cesalpino*. 2017;44:36-39.
17. Watts N, Amann M, Arnell N, et al. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet*. 2019;394(10211):1836-1878.
18. Mirsaeidi M, Motahari H, Taghizadeh Khamesi M, Sharifi A, Campos M, Schraufnagel DE. Climate Change and Respiratory Infections. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(8):1223-1230.
19. Burkle FM. Political Intrusions into the International Health Regulations Treaty and Its Impact on Management of Rapidly Emerging Zoonotic Pandemics: What History Tells Us. *Prehosp Disaster Med*. 2020:1-5.
20. Allen L, Williams J, Townsend N, et al. Socioeconomic status and non-communicable disease behavioural risk factors in low-income and lower-middle-income countries: a systematic review. *Lancet Glob Health*. 2017;5(3):e277-e289.

21. Su W, Wu X, Geng X, Zhao X, Liu Q, Liu T. The short-term effects of air pollutants on influenza-like illness in Jinan, China. *BMC public health*. 2019;19(1):1319.
22. Hao J, Yang Z, Huang S, et al. The association between short-term exposure to ambient air pollution and the incidence of mumps in Wuhan, China: A time-series study. *Environmental research*. 2019;177:108660.
23. Tian Y, Wu Y, Liu H, et al. The impact of ambient ozone pollution on pneumonia: A nationwide time-series analysis. *Environment international*. 2020;136:105498.
24. Tian Y, Liu H, Wu Y, et al. Ambient particulate matter pollution and adult hospital admissions for pneumonia in urban China: A national time series analysis for 2014 through 2017. *PLoS Med*. 2019;16(12):e1003010.
25. Becker S, Soukup JM. Exposure to urban air particulates alters the macrophage-mediated inflammatory response to respiratory viral infection. *J Toxicol Environ Health A*. 1999;57(7):445-457.
26. Sack C, Vedal S, Sheppard L, et al. Air pollution and subclinical interstitial lung disease: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) air-lung study. *Eur Respir J*. 2017;50(6).
27. Ogen Y. Assessing nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) levels as a contributing factor to coronavirus (COVID-19) fatality. *The Science of the total environment*. 2020;726:138605.
28. Conticini E, Frediani B, Caro D. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environmental pollution*. 2020:114465.
29. Di Ciaula A, Portincasa P. The role of environmental pollution in endocrine diseases. . In: Portincasa P, Frühbeck G, eds. *Endocrinology and Systemic Diseases*. Switzerland: Springer International Publishing; 2020.
30. Di Ciaula A, Romagnoli C, Ridolfi R. [SENTIERI studies: scientific evidence and lack of use for prevention]. *Epidemiologia e prevenzione*. 2015;39(2):134-136.
31. Di Ciaula A, Portincasa P. The environment as a determinant of successful aging or frailty. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2020;in press.
32. Mannelli C. Whose life to save? Scarce resources allocation in the COVID-19 outbreak. *J Med Ethics*. 2020.
33. Verelst F, Kuylen E, Beutels P. Indications for healthcare surge capacity in European countries facing an exponential increase in coronavirus disease (COVID-19) cases, March 2020. *Euro Surveill*. 2020;25(13).
34. Armocida B, Formenti B, Ussai S, Palestra F, Missoni E. The Italian health system and the COVID-19 challenge. *Lancet Public Health*. 2020.

## **Effetti dell'inquinamento ambientale sulla salute dei bambini**

*Giacomo Toffol*

ISDE - Associazione Culturale Pediatri

### **I bambini sono più suscettibili**

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità l'ambiente insano ed insicuro è responsabile complessivamente del 23 % della mortalità mondiale, e questa percentuale aumenta fino al 26% nella fascia d'età compresa tra 0 e 5 anni.<sup>1</sup> Anche analizzando la morbilità si confermano questi dati: le malattie correlate all'ambiente tendono a gravare maggiormente sui bambini: il 43% di queste malattie colpisce i bambini di età inferiore a 5 anni, che rappresentano solo il 12% della popolazione mondiale.<sup>2</sup> Diversi sono i fattori biologici che rendono i bambini più suscettibili all'inquinamento ambientale, ed i principali che analizzeremo in dettaglio sono: la presenza di diverse "finestre di suscettibilità" nel corso della vita, il diverso assorbimento delle sostanze esogene, il metabolismo immaturo dei bambini, la loro maggiore esposizione e la bioaccumulazione intergenerazionale.

### **Finestre di suscettibilità**

Come tutte le altre creature viventi anche la specie umana è dotata di una plasticità evolutiva che inizia già nella vita intrauterina in grado di permettere l'adattamento all'ambiente esterno. Tale plasticità può essere definita come il fenomeno attraverso il quale un genotipo può dare origine ad una gamma di diversi stati fisiologici o morfologici in risposta a diverse condizioni ambientali durante lo sviluppo. Durante il ciclo vitale ogni organismo attraversa delle fasi con diversa plasticità e quindi con diversa suscettibilità agli stimoli esterni, compresi ovviamente quelli nocivi.<sup>3</sup> Le fasi di maggior suscettibilità sono quelle con maggior velocità di crescita di organi e tessuti: il periodo fetale, i primi anni di vita, il periodo dello sviluppo puberale. Nell'embrione la crescita e proliferazione delle cellule è particolarmente rapida e inoltre avvengono delle importanti differenziazioni cellulari, per cui gli agenti tossici che agiscono in questo periodo hanno più possibilità di

---

<sup>1</sup> Prüss-Üstün A. et al. Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva: World Health Organization. 2006  
[http://cdrwww.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdiseasebegin.pdf](http://cdrwww.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdiseasebegin.pdf)

<sup>2</sup> Valent F., Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe The Lancet 2004; 363: 2032-2039

<sup>3</sup> Barker DJP. The developmental origins of chronic adult disease. Acta Paediatr Suppl. 2004; 446: 26-33

provocare mutazioni ed anomalie a carico di vari organi e apparati. Nel periodo fetale e durante i primi due anni di vita ad esempio avviene la maggior parte dello sviluppo del sistema nervoso centrale (SNC). Il SNC ha capacità limitate di riparare i danni strutturali e perciò la morte di cellule cerebrali causata da sostanze chimiche come il piombo o il mercurio, o l'alterazione delle connessioni fra le cellule del sistema nervoso, soprattutto se avvengono in questa fase di sviluppo, possono causare una disfunzione permanente e irreversibile. Un esempio eclatante di questo è rappresentato dalla sindrome di Minamata, caratterizzata da lesioni neurologiche determinate da esposizione massiva a metilmercurio, i cui sintomi hanno una gravità inversamente proporzionale all'età di esposizione.<sup>4</sup> Analogamente, come abbiamo avuto modo di apprendere dopo la seconda guerra mondiale, gli effetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti sono più gravi quando l'esposizione avviene nelle prime settimane di vita intrauterina.<sup>5</sup> Nel polmone l'85% degli alveoli si sviluppa e si moltiplica dopo la nascita e fino all'età di 5 -6 anni. Dai 50 milioni circa di alveoli presenti alla nascita si passa a 400- 600 milioni entro questa età. Qualsiasi lesione che avviene in questo arco di tempo può determinare quindi una riduzione del numero finale di alveoli, e quindi una riduzione della funzionalità polmonare. Durante lo sviluppo puberale infine si attivano i meccanismi ormonali che portano allo sviluppo degli organi sessuali. Le sostanze esterne che possono interagire con questi meccanismi (interferenti endocrini) in questa fase della vita possono alterare il normale sviluppo.

### **Assorbimento delle sostanze esogene**

La diffusione alveolo-capillare non varia significativamente con le età e quindi gli scambi gassosi a livello polmonare sono abbastanza costanti durante tutta la vita. L'assorbimento gastrointestinale invece è generalmente basso nei neonati ed aumenta nelle età successive. Vi sono però delle differenze significative che dipendono dalla natura delle sostanze chimiche. Nei bambini ad esempio a livello gastrointestinale viene assorbito il 40% del piombo ingerito, contro il 10 % degli adulti.<sup>6</sup> Per quanto riguarda infine l'assorbimento cutaneo, benchè la capacità di barriera della pelle già alla nascita sia pressochè equivalente a quella dell'adulto, il maggior rapporto tra superficie corporea e

---

<sup>4</sup> Ekino S, Susa M, Ninomiya T, et al. Minamata disease revisited: an update on the acute and chronic manifestations of methyl mercury poisoning. *J Neurol Sci* 2007; 262: 131-44.

<sup>5</sup> Schull WJ, Otake M. Learning disabilities in individuals exposed prenatally to ionizing radiation: the Hiroshima and Nagasaki experiences. *Adv Space Res* 1986; 6(11): 223-32.

<sup>6</sup> Paul Mushak (1991) Gastro-Intestinal Absorption of Lead in Children and Adults: Overview of Biological and Biophysico-Chemical Aspects, *Chemical Speciation & Bioavailability*, 3:3-4, 87-104  
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09542299.1991.11083160>

peso può determinare un assorbimento cutaneo delle sostanze tossiche maggiore nei bambini rispetto agli adulti.

### **Immaturità metabolica**

La capacità di metabolizzare ed eliminare sostanze chimiche è generalmente più bassa durante la vita fetale e nei primi mesi postnatali. Il periodo neonatale è caratterizzato da una relativa immaturità del sistema escretore renale, con riduzione della velocità di filtrazione glomerulare e immaturità dei tubuli contorti prossimali. Inoltre la maggior parte degli enzimi ha livelli molto bassi nel feto, e la loro attività inizia ad aumentare alla fine della gestazione o subito dopo la nascita raggiungendo livelli simili a quelli dell'individuo adulto anche dopo anni. Il tempo di completa maturazione degli enzimi del citocromo P450 (CYP450) in grado di agire su un gran numero di sostanze nocive tra cui etanolo, benzene, e nitrosamine, è molto variabile. Per alcuni enzimi i livelli degli adulti vengono raggiunti in poche settimane (ad es. CYP3A4 / 5), per altri in un periodo di anni (ad esempio CYP1A2). I neonati inoltre hanno livelli più bassi di glucuronidazione, che si avvicinano ai livelli degli adulti all'età di 3-6 mesi. L'immaturità renale, epatica e di molte vie metaboliche nel bambino comporta minori capacità di eliminazione di tossici esogeni. Questi, una volta all'interno dell'organismo umano, vengono trasformati dal nostro sistema enzimatico in composti in genere meno tossici (ad esempio gli alchilfenoli); ricordiamo ad esempio che la suscettibilità dei bambini ai pesticidi è molto più alta che negli adulti ed essi sono molto più pericolosi nei neonati fino ai sei mesi di età, proprio perché gli enzimi di detossificazione epatici coinvolti in questi meccanismi hanno un'attività correlata all'età.

### **Maggiore esposizione**

Le quantità di aria respirata e di liquidi e cibo assunti dai bambini in rapporto al peso corporeo sono maggiori rispetto all'adulto. Nel primo anno di vita essi hanno circa il doppio di scambi gassosi, bevono 5 volte di più e assumono circa 6 volte più calorie. Questo determina un aumento delle sostanze tossiche potenzialmente assorbite dal bambino rispetto all'adulto. Dato che i livelli di additivi legalmente tollerati nei cibi sono stabiliti in base alle esposizioni dell'adulto, il maggior fabbisogno alimentare può costituire un problema, soprattutto in una dieta poco variata quale è spesso quella dei bambini.

Inoltre i bambini hanno una aspettativa di vita maggiore degli adulti, e quindi più tempo per contaminarsi e sviluppare malattie croniche con molti anni di latenza (es. carcinoma polmonare, tumori della pelle, melanoma, carcinoma della vagina). Infine i bambini essendo più bassi ed essendo più a contatto con i pavimenti ed il terreno rispetto all'adulto, vivono e respirano in un ambiente più inquinato. Tutte le sostanze tossiche ambientali infatti tendono a concentrarsi maggiormente negli strati più bassi dell'aria e al suolo.

### **Bioaccumulazione intergenerazionale**

Con questo termine si intende l'accumulo delle sostanze tossiche all'interno degli organismi per trasferimento dalla generazione precedente, sia attraverso la placenta, sia attraverso l'assunzione di latte materno. Molte sostanze chimiche sono trasmesse da madre a figlio: piombo, policlorobifenili, pesticidi ad esempio possono essere trasmessi attraverso la placenta e mediante l'allattamento. Anche se molte sostanze possono essere trasmesse dalla madre al bambino con l'allattamento, si deve sempre ricordare che il latte materno è l'alimento naturale più indicato per i neonati. Oltre a soddisfare le esigenze nutrizionali, fornisce diversi vantaggi in termini di immunità, sviluppo e crescita psicologica, oltre a presentare vantaggi economici e pratici. Le attuali evidenze scientifiche ci permettono di affermare che gli eventuali danni causati dall'assunzione di sostanze nocive attraverso il latte sono sempre ampiamente compensati dai vantaggi dell'allattamento al seno, che rimane quindi il miglior modo per alimentare il neonato in modo esclusivo fino ai sei mesi di vita, e con l'aggiunta di alimenti complementari, anche fino al secondo anno di vita ed oltre. Alcuni agenti tossici possono essere responsabili inoltre di alterazioni transgenerazionali con un altro meccanismo. Gli interferenti endocrini e le radiazioni ionizzanti ad esempio possono causare delle modificazioni a carico dei gameti maschili e femminili nella fase preconcezionale, favorendo l'insorgenza di patologie nella generazione successiva.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Bergman, Åke, et al. State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012: an assessment of the state of the science of endocrine disruptors prepared by a group of experts for the United Nations Environment Programme and World Health Organization. World Health Organization, 2013

## **Quali sono le fasi di maggior rischio e le principali differenze con gli adulti**

Come risulta evidente dal capitolo precedente, le principali differenze tra i bambini e gli adulti sono legate principalmente alla maggior esposizione e alla situazione particolare di vita del bambino, con un rischio significativo già prima del concepimento e durante la fase intrauterina. E' in questi due periodi spesso trascurati che si possono determinare delle modificazioni genetiche, epigenetiche o strutturali, i cui esiti diverranno manifesti solo dopo la nascita e lungo tutta la vita. Consideriamo solo due tra le principali fonti di inquinanti ambientali, l'inquinamento atmosferico e l'inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche, per valutare quanto esse possano incidere già nella fase intrauterina sulla salute dei neonati.

## **Inquinamento atmosferico e salute dei bambini**

I bambini sono particolarmente vulnerabili e suscettibili all' inquinamento atmosferico, specialmente durante lo sviluppo fetale e nei primissimi anni. Le ultime stime a livello mondiale affermano che nel 2016 circa 543.000 morti nei bambini sotto i 5 anni e 52.000 morti nei bambini fra i 5 e i 15 anni erano attribuibili all' inquinamento dell'aria (esterna e interna alle abitazioni).<sup>8</sup> Numerosi studi hanno dimostrato associazioni significative tra esposizione all' inquinamento atmosferico e esiti neonatali, in particolare per l' esposizione a PM, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> e CO. Vi è una forte evidenza che l'esposizione a PM ambientale, particolarmente PM<sub>2,5</sub> sia associata a un ridotto accrescimento intrauterino con conseguente basso peso alla nascita. Vi sono anche prove crescenti del fatto che l'esposizione materna, in particolare al PM fine, aumenti il rischio di natimortalità e di parto prematuro.<sup>(6)</sup> Verosimilmente questo sembra dovuto ad una situazione di parziale ipossia placentare causata dall' esposizione materna agli inquinanti, ad eventi infiammatori sia materni che del feto, e ad un aumento del rischio di ipertensione gravidica.<sup>9 10 11</sup> L'esposizione ad inquinanti atmosferici nei primi anni di vita, anche a bassi livelli di

---

<sup>8</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. Air pollution and child health: prescribing clean air: summary. World Health Organization, 2018.

<sup>9</sup> Dutta A, Khramstova G, Brito K, Alexander D, Mueller A, Chinthala S, et al. Household air pollution and chronic hypoxia in the placenta of pregnant Nigerian women: a randomized controlled ethanol cookstove intervention. *Sci Total Environ.* 2018;619:212–20.

<sup>10</sup> Nachman RM, Mao G, Zhang X, Hong X, Chen Z, Soria CS, et al. Intrauterine inflammation and maternal exposure to ambient PM<sub>2.5</sub> during preconception and specific periods of pregnancy: the Boston birth cohort. *Environ Health Perspect.* 2016;124(10):1608–15.

<sup>11</sup> Bramham K, Parnell B, Nelson-Piercy C, Seed PT, Poston L, Chappell LC. Chronic hypertension and pregnancy outcomes: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2014;348(7954):g2301.

esposizione, è inoltre associata ad un aumentato rischio di infezioni respiratorie, ad un aumento del rischio di sviluppare asma e di esacerbare un'asma già preesistente, ad un'alterazione della funzionalità respiratoria.<sup>12 13 14</sup> Vi è inoltre una sostanziale evidenza che l'esposizione all' inquinamento dovuto a traffico sia associata con incremento del rischio di leucemia infantile.<sup>15</sup> Un crescente numero di ricerche suggerisce infine che sia l'esposizione prenatale che postnatale all' inquinamento atmosferico possano influenzare negativamente il neurosviluppo, portando a risultati inferiori nei test cognitivi e favorendo l'insorgenza di disturbi comportamentali, tra cui i disturbi dello spettro autistico e il disturbo da deficit di attenzione e iperattività.<sup>16 17 18</sup>

### **Inquinamento da sostanze chimiche non atmosferiche e salute dei bambini**

L'enorme sviluppo dell'industria chimica che si è verificato soprattutto a partire dagli anni 40 del secolo scorso ha prodotto un numero elevatissimo di molecole artificiali che se da una parte hanno contribuito a migliorare la salute dell'uomo, la sicurezza alimentare, la produttività e la qualità della vita in tutto il mondo, dall' altra hanno determinato per la loro pericolosità intrinseca importanti effetti negativi sulla salute umana e dell' ambiente.<sup>19</sup> Ad oggi esistono più di 142 milioni di sostanze chimiche di sintesi, di cui più di 40.000 sono commercializzate. Fonti dell'Unione Europea stimano che circa il 62% di esse siano pericolose per la salute umana.<sup>20</sup> Essendo quasi tutte sostanze non biodegradabili o a lentissima biodegradazione, dopo la loro produzione ed utilizzo tendono a disperdersi

---

<sup>12</sup> Jedrychowski WA, Perera FP, Spengler JD, Mroz E, Stigter L, Flaka E, et al. Intrauterine exposure to fine particulate matter as a risk factor for increased susceptibility to acute broncho-pulmonary infections in early childhood. *Int J Hyg Environ Health*. 2013;216(4):395-401.

<sup>13</sup> Khreis H, Kelly C, Tate J, Parslow R, Lucas K, Nieuwenhuijsen M. Exposure to traffic-related air pollution and risk of development of childhood asthma: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 2017;100:1-31.

<sup>14</sup> Rice MB, Rifas-Shiman SL, Litonjua AA, Oken E, Gillman MW, Kloog I, et al. Lifetime exposure to ambient pollution and lung function in children. *Am J Resp Crit Care Med*. 2016;193(8):881-8.

<sup>15</sup> Boothe VL, Boehmer TK, Wendel AM, Yip FY. Residential traffic exposure and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis. *Am J Prev Med*. 2014;46:413-22.

<sup>16</sup> Suades-González E, Gascon M, Guxens M, Sunyer J. Air pollution and neuropsychological development: a review of the latest evidence. *Endocrinology*. 2015;156(10):3473-82.

<sup>17</sup> Yorifuji T, Kashima S, Higa Diez M, Kado Y, Sanada S, Doi H. Prenatal exposure to traffic-related air pollution and child behavioral development milestone delays in Japan. *Epidemiology*. 2016;27(1):57-65.

<sup>18</sup> Flores-Pajot MC, Ofner M, Minh TD, Lavigne E, Villeneuve P. Childhood autism spectrum disorders and exposure to nitrogen dioxide, and particulate matter air pollution: a review and meta-analysis. *Environ Res*. 2016;151:763-76.

<sup>19</sup> Global Chemicals Outlook II. United Nations Environment Programme, 2019

<https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/policy-and-governance/global-chemicals-outlook>

<sup>20</sup> Consumption of hazardous chemicals. European Environment Agency, 2018

<https://www.eea.europa.eu/airs/2018/environment-and-health/production-of-hazardous-chemicals>

nell'ambiente concentrandosi in aria, acqua e terreno da dove, direttamente o tramite la catena alimentare possono contaminare l'organismo umano. **[tabella 1]** Molte di queste sostanze sono in grado di attraversare la placenta e di essere trasmesse anche attraverso il latte materno, e sono quindi in grado di contaminare il feto ed il lattante.<sup>21</sup> Gli studi sugli effetti degli inquinanti chimici sulla salute umana sono molto numerosi, anche se si tratta prevalentemente di studi di laboratorio su animali e di studi osservazionali e retrospettivi sull' uomo. Molte di queste sostanze sono definite interferenti endocrini (IE), ovvero sono delle sostanze in grado di "alterare le funzioni del sistema endocrino e quindi di causare effetti avversi sulla salute di un organismo o della sua progenie".<sup>(7)</sup> **[tabella 2]** Gli interferenti endocrini possiedono delle caratteristiche che ne rendono molto difficile lo studio: producono degli effetti con curve di risposta non lineari sia in vitro che in vivo, possono svolgere azioni diverse simultaneamente, possono agire con effetto sinergico tra loro determinando effetti non osservabili singolarmente. Dato che quasi tutti gli studi effettuati finora si sono concentrati sul rapporto tra una singola classe di molecole e un gruppo di malattie, verosimilmente i loro effetti nocivi sono di maggior entità di quelli finora noti. Queste molecole possono esplicare i loro effetti con diverse modalità d'azione, tra cui l'alterazione dei meccanismi epigenetici ormono-dipendenti che definiscono e controllano lo sviluppo dei tessuti regolando l'epigenoma. Proprio grazie a questa loro capacità alcuni interferenti si sono dimostrati in grado di provocare anche effetti transgenerazionali "ereditabili". Essi sono implicati in disturbi di vari organi ed apparati, tra cui, molto studiati, la tiroide ed il Sistema Nervoso Centrale (SNC). Ci sono buone evidenze ottenute sia da studi su animali sia da studi sull' uomo di una correlazione tra esposizione ad alcuni IE (policlorobifenili, ritardanti di fiamma bromurati, ftalati, bisfenolo A, sostanze chimiche perfluorurate) e patologie correlate alla funzione tiroidea. Per quanto riguarda in modo particolare i bambini, ricordiamo la loro particolare sensibilità soprattutto durante lo sviluppo fetale agli effetti neurotossici di alcune sostanze come piombo e mercurio. Anche a basse concentrazioni queste sostanze possono agire sia direttamente sia in modo indiretto, coinvolgendo la funzione tiroidea o attraverso meccanismi epigenetici. E' noto che molte sostanze chimiche possono causare alterazioni del SNC con meccanismi diversi, con esiti di diversa entità in base al periodo di esposizione e con una gravità maggiore per esposizioni precoci, soprattutto nel periodo prenatale e nei primi anni di vita. Ricordiamo che Il SNC si sviluppa già a partire dal 2° trimestre di gravidanza ed ha la massima evoluzione nei primi due anni di vita, periodo quindi di massima vulnerabilità .

---

<sup>21</sup> Toffol G, Todesco L, Reali L. Inquinamento e salute dei bambini. Cosa c'è da sapere, cosa c'è da fare. Il Pensiero Scientifico, 2017

Ricordiamo inoltre che i neuroni e le cellule gliali, i processi di sviluppo e modificazione delle sinapsi, il sistema dei neurotrasmettitori sono tutti ormono-dipendenti, e quindi possibili bersagli degli interferenti endocrini. Evidenze significative di neurotossicità si hanno per piombo, mercurio, policlorobifenili e pesticidi.<sup>22 23</sup> Ci sono evidenze per ipotizzare che l'esposizione durante lo sviluppo fetale a piombo, policlorobifenili e numerosi pesticidi organofosforici correli con deficit cognitivi.<sup>24</sup> Oltre ad agire come interferenti endocrini e come neurotossici diretti ricordiamo infine che molte sostanze chimiche sono implicate nella genesi di numerose neoplasie. Alcuni studi recenti dimostrano una possibile correlazione tra esposizione prenatale dei genitori a sostanze chimiche (anche in epoca preconcezionale, mediante delle alterazioni di spermatozoi e/o ovociti) e lo sviluppo di neoplasie nei figli.<sup>25</sup> Diverse sostanze chimiche sono state studiate a questo proposito, soprattutto mediante analisi di popolazioni esposte per motivi professionali o mediante studi di popolazione. E' stata studiata l'esposizione materna a mercurio, pesticidi, piombo, solventi, diossine e policlorobifenili (con studi su cuoche, parrucchiere, operaie chimiche e agricole o con studi sugli alimenti assunti) e l'esposizione a detersivi e prodotti per l'igiene domestica. L'esposizione paterna ai pesticidi (in agricoltori e giardinieri) è stata correlata ad un aumento del rischio di tumori del sistema nervoso centrale, e l'esposizione a idrocarburi, solventi, vernici e benzine (in lavoratori del legno, imbianchini, meccanici ed operai chimici) ad un incremento del rischio di leucemia linfoblastica acuta nei figli.<sup>26 27</sup>

## **Il ruolo dei medici**

Il termine bambino potrebbe essere fuorviante, in quanto come abbiamo visto molti fattori ambientali agiscono già prima della nascita. Quindi ricordiamo che quando si parla di

---

<sup>22</sup> AAP Council on Environmental Health. Prevention of Childhood Lead Toxicity. Pediatrics 2016;138(1):e20161493

<sup>23</sup> GONZÁLEZ-ALZAGA, Beatriz, et al. Pre-and postnatal exposures to pesticides and neurodevelopmental effects in children living in agricultural communities from South-Eastern Spain. Environment international, 2015, 85: 229-237.

<sup>24</sup> SCHUG, Thaddeus T., et al. Elucidating the links between endocrine disruptors and neurodevelopment. Endocrinology, 2015, 156.6: 1941-1951.

<sup>25</sup> Schüz J, Erdmann F. Environmental Exposure and Risk of Childhood Leukemia: An Overview. Arch Med Res. 2016 Nov;47(8):607-614.

<sup>26</sup> De Roos AJ, et al. Parental occupation exposures to chemicals and incidence of neuroblastoma in offsprings. Am J Epidemiol 2001; 154(2): 106-14.

<sup>27</sup> Van Wijngaarden E, et al. Parental occupation exposure to pesticides and childhood brain cancer. Am J Epidemiol 2003; 157(11): 989-97.

bambino in realtà si deve intendere l'età che inizia dal concepimento. Il mondo medico da anni è impegnato a proteggere i bambini anche dall' inquinamento, ma molto ancora può e deve essere fatto. Vi è ancora l'esigenza di cambiamenti nelle leggi e normative per tutelare specificatamente i bambini dai danni ambientali e gli operatori sanitari ricoprono un ruolo strategico per stimolare e mantenere questi cambiamenti. Come è stato descritto nei paragrafi precedenti i possibili rischi per la salute degli individui iniziano già nel periodo preconcezionale e nella vita intrauterina. Da ciò discende l'importanza del ruolo che i medici possono svolgere durante tutte le occasioni di contatto con individui fertili sia di sesso maschile che femminile. Informare i futuri potenziali genitori sull' importanza di stili di vita corretti e sull'attenzione necessaria nei confronti di molti inquinanti ambientali, professionali e domestici, sia prima che durante la gravidanza, è una pratica di prevenzione primaria indispensabile. Il rischio correlato all'inquinamento atmosferico sia indoor che outdoor, agli interferenti endocrini ma anche alle radiazioni ionizzanti, all'alcool, al fumo di sigaretta, alle ondate di calore e ad altri agenti nocivi non è sempre noto alla popolazione generale. Messaggi individuali mirati alle specifiche realtà in cui ogni medico si trova ad operare potranno migliorare le conoscenze sia della popolazione in età fertile sia dei genitori e ridurre i rischi di esposizione.[tabella 3] Senza dimenticare che in qualità di professionisti che si occupano sia di salute che di ambiente, i sanitari sono anche dei potenti modelli per i loro assistiti ed ogni loro scelta anche negli stili di vita potrà essere presa ad esempio.

Oltre alle indicazioni preventive inoltre, ogni medico deve includere le eziologie ambientali nelle sue ipotesi diagnostiche. Ogni medico, con il gruppo di professionisti con cui lavora, può fare ricerca in questo campo e pubblicare i risultati delle sue ricerche, aumentando così la conoscenza della comunità scientifica. I medici infine hanno anche un importante ruolo nei confronti delle amministrazioni. Possono e devono intervenire perchè vengano ridotti mediante adeguate normative i rischi correlati all'inquinamento chimico di aria, acqua, terra e cibo. Non vi è nulla di nuovo, perché tutte queste azioni sono definite nel codice di deontologia medica, che all' articolo 5 dice: "Il medico, nel considerare l'ambiente di vita e di lavoro e i livelli di istruzione e di equità sociale quali determinanti fondamentali della salute individuale e collettiva, collabora all'attuazione di idonee politiche educative, di prevenzione e di contrasto alle disuguaglianze alla salute e promuove l'adozione di stili di vita salubri, informando sui principali fattori di rischio. Il medico, sulla base delle conoscenze disponibili, si adopera per una pertinente comunicazione sull'esposizione e sulla vulnerabilità a fattori di rischio ambientale e favorisce un utilizzo

appropriato delle risorse naturali, per un ecosistema equilibrato e vivibile anche dalle future generazioni. “ E’ tutto già scritto, basta solo metterlo in pratica.

**Tabella 1**

**Principali inquinanti di acqua e cibo (Fonte: citazione bibliografica 21, modificato)**

<b>Alimenti</b>	<b>Principali inquinanti</b>
Acqua	piombo, arsenico, mercurio, benzene, pesticidi
Latte	pesticidi, diossine, policlorobifenili
Frutta (anche succhi) e verdura	pesticidi e tutti i contaminanti dell’acqua
Pesce	piombo, mercurio, diossine, policlorobifenili
Carni	estrogeni e pesticidi
Carni trattate	nitroso-composti e tutti i contaminanti delle carni

**Tabella 2**

**Alcune molecole con attività endocrina certa ( fonte: voce bibliografica 7, modificato)**

<b>Classe</b>	<b>Molecole</b>
POPs (inquinanti organici persistenti)	diossine, furani, policlorobifenili, aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endrin, eptacloro, mirex, toxafene, esaclorofene, esaclorobenzene
Plasticizzanti	ftalati, bisfenolo
Idrocarburi policiclici aromatici	benzo(a)pyrene
Pesticidi	atrazina, malathion, mancozeb, chlorpyrifos, fenitrothion, linuron
Metalli e metallodi	arsenico, cadmio, piombo, mercurio, metilmercurio
Composti fenolici	triclosan

**Tabella 3**

**Indicazioni pratiche per ridurre i rischi di esposizione agli inquinanti durante la gravidanza e dopo la nascita dei bambini.**

**Azioni importanti per ridurre il livello di inquinamento all'interno delle abitazioni e proteggere la propria salute e quella del proprio bambino.**

Lavarsi le mani spesso e sempre prima di mangiare.
Non fumare.
Ventilare abbondantemente e frequentemente gli ambienti e moderare l'uso di detersivi.  Evita il ristagno di aria e polvere negli ambienti chiusi dove i bambini piccoli gattonano e giocano in terra. Mantieni la casa pulita spolverando con un panno umido e con un aspirapolvere con un filtro HEPA. Fai attenzione alle sostanze che utilizzi per la pulizia dei pavimenti, usane il meno possibile ed arieggia sempre dopo l'utilizzo, riduci numero e quantità dei prodotti, prediligi acqua e aceto o bicarbonato da diffondere con spruzzatori in diluizione tra il 20 e il 40%. Usa i panni di microfibra che permettono di spolverare e potenziano l'azione del detersivo.  Usa acqua calda che potenzia qualunque tipo di lavaggio e di detersivo.  Usa il tempo: qualche attimo di attesa permette ad acqua e detersivi di agire meglio.
Non usare insetticidi negli spazi aperti e chiusi se non sono indispensabili, e mai in gravidanza e in presenza dei bambini. Nelle zone coltivate, nel periodo dei trattamenti con pesticidi evita di soggiornare all'aperto, di passeggiare o di giocare, evita di arieggiare le abitazioni
Usare materiali naturali nell'arredamento, se sono presenti pavimenti o superfici in PVC su cui giocano i bambini coprirli con un tappeto in fibra non trattata.
Se per il riscaldamento domestico si utilizzano stufe a legna o caminetti, effettuare un controllo periodico del loro funzionamento.
Limitare l'uso degli oggetti in plastica.  Preferisci contenitori per i cibi in vetro e non in plastica, non usare mai contenitori in plastica usurati e padelle antiaderenti rovinate. Non riusare i contenitori plastici monouso.  Non versare bevande calde in contenitori in plastica non destinate all'uso ad alte temperature. Non utilizzare cibi conservati in lattine/barattoli, che spesso contengono BPA come anticorrosivo. Se utilizzati, lava i cibi conservati, ma preferisci cibi freschi o surgelati.

Fare attenzione ai capi di abbigliamento.

Evita gli abiti con trattamenti idrorepellenti o antimacchia.

Evita gli abiti con figure stampate soprattutto se a contatto con la pelle .

Prestare attenzione all'utilizzo di prodotti per il corpo

Alcuni prodotti che vengono a contatto con la pelle o le mucose dei bambini come saponi, detergenti, salviette, filtri solari, creme, pannolini possono contenere interferenti endocrini. Leggi sempre le etichette dei prodotti e assicurati che sia presente il simbolo CE, presta attenzione alla sicurezza degli imballaggi e acquista solo in punti vendita sicuri. Preferisci prodotti senza profumo e non in polvere.

Fare attenzione ai giochi dei bambini.

Acquista solo prodotti con i marchi di sicurezza IMQ , CE, «Giocattoli Sicuri» dell'Istituto Italiano Sicurezza Giocattoli e rispetta le età indicate per un utilizzo sicuro. Oltre a prevenire i possibili incidenti legati all' utilizzo dei giocattoli, ricorda di controllare anche la possibile presenza di sostanze chimiche pericolose come ftalati, piombo, cromo e altri metalli pesanti. Scegli peluche in fibre naturali, come mohair, o cotone, e lavabili. Laval anche se nuovi prima che il bambino ci possa giocare ed asciugali all'aria aperta per evitare che si formino muffe. Controlla al momento dell'acquisto che la confezione sia integra.

Fa attenzione a pile e magneti che possono essere ingeriti.

Fa attenzione a cosmetici e bigiotteria per bambini, ai giochi in plastica flessibile, a pastelli e colori che possono contenere sostanze dannose.

## **Inquinamento da farmaci: effetti sull'ambiente**

*Vitalia Murgia*

### **Introduzione**

I medicinali sono un elemento importante della pratica medica di cui non possono essere disconosciuti gli effetti benefici sulla salute umana e veterinaria, e certamente hanno contribuito agli importanti progressi compiuti dalla medicina negli ultimi 70 anni. Tuttavia, secondo la World Health Organization<sup>28</sup> stime mondiali farebbero intendere che la metà di tutti i medicinali sono prescritti, dispensati o venduti in modo inappropriato e che la metà di tutti i pazienti non li assume come dovrebbe. La fonte primaria della presenza di farmaci nell'ambiente è il loro uso e le modalità con cui i farmaci si diffondono nell'ambiente possono variare a seconda che essi vengano usati per il trattamento dell'uomo o degli animali. I farmaci sono considerati contaminanti "emergenti", o per meglio dire "contaminanti di preoccupazione emergente", questo anche perché non si ha una visione globale chiara di quale sia il loro destino nell'ambiente e i danni che possono arrecare agli ecosistemi e all'uomo. La recente legislazione di farmacovigilanza nell'UE riconosce che l'inquinamento delle acque e dei suoli con residui farmaceutici è una questione ambientale emergente<sup>29</sup>.

Residui di vari tipi di medicinali (ormoni, antitumorali, antidepressivi, antibiotici, ecc.) sono stati rilevati in vari compartimenti ambientali, come acque superficiali, sotterranee, acqua potabile, suolo, aria e biota in tutto il mondo. Questa diffusione ambientale planetaria fa temere che le concentrazioni di medicinali già presenti nell'ambiente seppur minime (nelle acque, tipicamente a livelli di nanogrammi o microgrammi per litro), possano costituire un rischio per il biota o per l'uomo<sup>30</sup>. Nell'Unione europea, la fonte di scarico principale di farmaci nell'ambiente sembra essere l'escrezione degli stessi da parte di esseri umani e animali, stimata in circa il 90% delle emissioni totali. Queste emissioni entrano nell'ambiente principalmente attraverso le acque reflue urbane, i fanghi di depurazione e il letame. Le emissioni dai processi di produzione sono la fonte più grande successiva,

---

<sup>28</sup> The world medicines situation. © World Health Organization 2004.  
<https://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s6160e/s6160e.pdf>

<sup>29</sup> Approccio strategico dell'Unione europea riguardo all'impatto ambientale dei farmaci.  
<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/IT/COM-2019-128-F1-IT-MAIN-PART-1.PDF>

<sup>30</sup> Study on the environmental risks of medicinal products. FINAL REPORT. Executive Agency for Health and Consumers 12 December 2013.  
[https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/environment/study\\_environment.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/files/environment/study_environment.pdf)

seguite dalle emissioni dallo smaltimento di prodotti farmaceutici inutilizzati. Le concentrazioni più elevate si possono trovare nelle acque dolci vicine alle metropoli e nelle aree densamente popolate, in particolare (ma non solo) nei paesi in via di sviluppo.

Analisi di scenari futuri suggeriscono che il miglioramento tecnologico da solo non risolverà il problema. Pertanto, dovrebbero essere attuate strategie di riduzione dei consumi; inoltre, è sempre più chiaro che alcuni medicinali, in particolare antiparassitari, antimicotici, antibiotici e (xeno) estrogeni, comportano rischi ambientali in specifiche condizioni di esposizione. Tra gli esempi certi di effetti ecotossicologici di alcuni farmaci vi sono le alterate capacità riproduttive delle popolazioni di pesci esposte all'etinilestradiolo; gli effetti di vari antibiotici su batteri e alghe ambientali; gli impatti dell'oxazepam sul pesce persico europeo e quelli del diclofenac sugli avvoltoi.

Quali possano essere i possibili impatti sulla salute a breve e a lungo termine dell'uomo, è meno chiaro di quanto lo sia per l'ambiente, ma ci sono preoccupazioni in particolare per quanto riguarda un certo tipo di molecole. Gli antibiotici, gli antiparassitari, gli antimicotici e i medicinali antitumorali sono gruppi farmaceutici appositamente studiati per uccidere il loro organismo bersaglio o le cellule bersaglio e potrebbero rivelarsi tra quelli più importanti nel danneggiare la salute umana attraverso l'esposizione ambientale. Per il futuro si teme che il fenomeno della contaminazione possa incrementarsi ulteriormente per il crescere progressivo dell'età media che, in particolare nei paesi sviluppati, porta all'uso estensivo di farmaci; molte persone assumono più farmaci contemporaneamente (alcuni arrivano fino a 10-12 molecole al giorno).

Si tratta, insomma, di un fenomeno che non può più essere trascurato. La stessa Commissione Europea se ne sta facendo carico e in marzo 2019 ha presentato al parlamento Europeo una comunicazione dal titolo "Approccio strategico dell'Unione europea riguardo all'impatto ambientale dei farmaci"<sup>31</sup>.

I medici delle cure primarie (MMG e pediatri di famiglia) e i farmacisti sono gli interlocutori diretti dei pazienti per quanto riguarda il corretto uso dei farmaci e possono fare molto, ciascuno nel suo campo di azione, per limitare l'entità del fenomeno e prevenire la diffusione dei farmaci nell'ambiente. Per poter intervenire su un fenomeno è necessario però conoscerlo almeno nei suoi aspetti fondamentali e comprendere quali possano essere i percorsi virtuosi che possono portare a una sua riduzione. Lo scopo di questo articolo è trasmettere le conoscenze minime per un approccio più consapevole al

---

<sup>31</sup> Commissione Europea. Approccio strategico dell'Unione europea riguardo all'impatto ambientale dei farmaci. Novembre 2019  
<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/IT/COM-2019-128-F1-IT-MAIN-PART-1.PDF>

problema della contaminazione ambientale da farmaci e suggerire comportamenti virtuosi che possano portare al miglioramento del problema.

## La dimensione dei consumi

L'ingrediente attivo o ingrediente farmaceutico attivo (*Active Pharmaceutical Ingredients*, API) è il componente dei medicinali da cui dipende l'azione curativa. Gli ingredienti farmaceutici attivi sono ben documentati come contaminanti ubiquitari nell'ambiente, specialmente nelle acque di superficie. La produzione, il consumo e lo scarico di API nell'ambiente acquatico sono in costante aumento.

Il consumo di medicinali varia notevolmente da paese a paese, ma nel 2008 veniva segnalata una media di 15 grammi di API pro capite all'anno a livello globale e il consumo annuo mondiale di API era stimato in almeno 100.000 tonnellate<sup>32</sup>. I valori approssimati del consumo di diclofenac nel 2015 erano superiori alle 2.400 tonnellate all'anno globalmente e alle 660 tonnellate in Europa. Diverse centinaia di tonnellate rimangono nei rifiuti umani e solo una piccola parte - circa il 7% - viene filtrata dagli impianti di trattamento<sup>33</sup>.

Il settore veterinario incide in maniera importante nel consumo di farmaci e in particolare di antibiotici. Il rapporto del 2017 dell'EMA (*European Medicinal Agency*), interessante le vendite di farmaci veterinari di 31 paesi europei, riporta che le vendite complessive ammontano a 6.703 tonnellate di principio attivo. Di cui 68,6 tonnellate di compresse (utilizzate principalmente negli animali da compagnia) e 6.634,4 tonnellate di tutte le altre forme farmaceutiche (utilizzate principalmente negli animali da produzione alimentare)<sup>34</sup>.

## Dispersione dei farmaci nell'ambiente

I passaggi chiave (dal punto di vista ambientale) nel ciclo di vita di un farmaco sono **la produzione, il consumo e la gestione dei rifiuti**. Nella UE, il contributo degli impianti di

---

<sup>32</sup> KNAPPE project (2008). Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters. Final report, available at: [environmentalhealthcollaborative.org/images/KNAPPE\\_REPORT\\_FINAL.pdf](https://environmentalhealthcollaborative.org/images/KNAPPE_REPORT_FINAL.pdf)

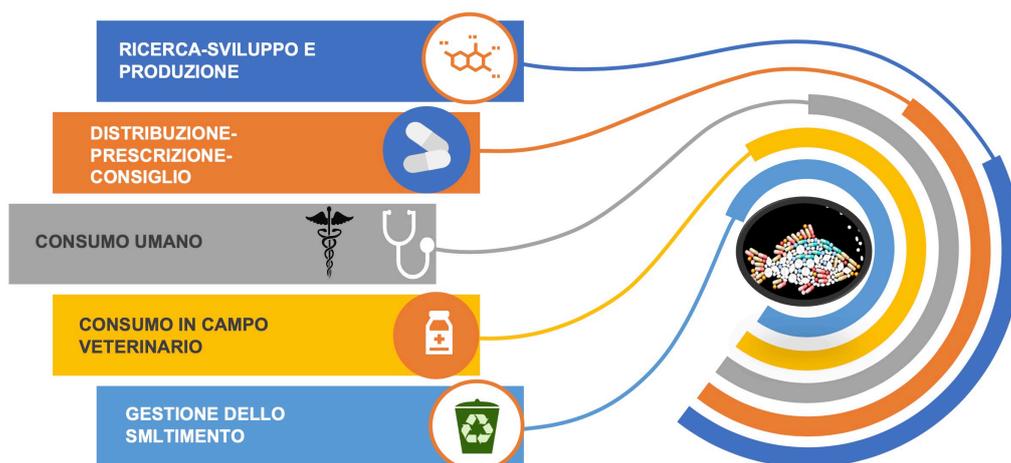
<sup>33</sup> Brigoli F. The fate of pharmaceuticals in freshwaters: a new global model for decision making. 2018 <https://www.un-ihe.org/news/fate-pharmaceuticals-freshwaters-new-global-model-decision-making>

<sup>34</sup> European Medicines Agency, European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption, 2019. 'Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2017'. (EMA/294674/2019) [https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-31-european-countries-2017_en.pdf)

produzione alle emissioni di medicinali e / o dei loro residui è considerato generalmente trascurabile, anche se inquinamento da API a valle degli impianti di produzione è stato osservato sporadicamente durante il monitoraggio di siti specifici.

La immagine 1 mostra il ciclo di vita dei farmaci e le possibili vie di rilascio nell'ambiente: la fase di ricerca-sviluppo e la produzione farmaceutica; la distribuzione, la prescrizione/consiglio e l'uso umano; gli allevamenti, l'acquacoltura e l'uso negli animali domestici, lo smaltimento scorretto. I farmaci si disperdono direttamente nell'ambiente attraverso impianti di trattamento delle acque reflue e discariche.

**Figura 1. Ciclo di vita dei farmaci e possibili vie di rilascio nell'ambiente**



La fase di consumo è considerata il principale contribuente alle emissioni di medicinali nell'ambiente, in particolare attraverso escrezioni e errato smaltimento di medicinali inutilizzati attraverso lavandini e servizi igienici. Tra il 30 e il 90% della dose somministrata per via orale viene generalmente escreto come principio attivo nelle urine di animali e umani; anche l'escrezione degli animali attraverso il deflusso dalle aree agricole e gli scarichi dall'acquacoltura hanno un ruolo importante. I medicinali possono anche entrare direttamente nell'ambiente attraverso le eccedenze dei mangimi, in particolare nel caso dell'acquacoltura. Il trattamento delle acque reflue può in parte eliminare o rimuovere i residui di medicinali, ma alcune tracce sono ancora rilevabili negli effluenti, nella superficie

ricevente e nelle acque sotterranee. La quantità di residui dopo il trattamento delle acque reflue dipende dalla composizione del medicinale, dal processo di trattamento delle acque e dalle concentrazioni iniziali nell'influyente. Ad esempio, l'ibuprofene, che è presente in quantità significative nelle acque reflue, è ridotto dal 60 al 96% dal trattamento, mentre i tassi di rimozione di carbamazepina sono molto più bassi. Per quanto riguarda le discariche cui vengono recapitati farmaci, i fanghi di depurazione possono rilasciare percolati contenenti concentrazioni simili o addirittura superiori a quelle che si riscontrano nelle acque reflue in ingresso agli impianti di depurazione<sup>35</sup>.

### **I livelli di contaminazione dell'ambiente**

Una volta nell'ambiente, il farmaco, a seconda delle sue caratteristiche chimico-fisiche, viene degradato, oppure può persistere a lungo, accumulandosi. Farmaci come eritromicina, ciclofosfamida, naprossene, sulfametossazolo, sulfasalazina hanno una vita media nell'ambiente superiore ad 1 anno, altri, come l'acido clofibrato, il principale metabolita del clofibrato ha una persistenza ambientale media di 21 anni<sup>36</sup>. Una delle prime campagne di monitoraggio sulla presenza di farmaci nell'ambiente è stata condotta in Italia dal gruppo di Zuccato (IRCCS Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri"). Nelle acque lombarde e nei sedimenti dei fiumi Po, Lambro e Adda, oltre che negli acquedotti di Varese e Lodi, come risulta da una *research letter* su Lancet del 2000, vennero trovati antibiotici, antitumorali, antinfiammatori, diuretici, antipertensivi, e inoltre bezafibrato, ranitidina, spiramicina<sup>37</sup>. La presenza di farmaci nelle acque è stata confermata anche in altre aree del territorio italiano e in Europa con differenze riguardanti solo il tipo di sostanza: nel Nord Europa, ad esempio, si riscontra una maggiore presenza di sedativi e anti-depressivi, nel Sud di antibiotici<sup>38</sup>. Nella **tabella 1**, sono riportati i farmaci più spesso riscontrati nelle acque.

---

<sup>35</sup>Executive Agency for Health and Consumers. Study on the environmental risks of medicinal products. 2013. [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/environment/study\\_environment.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/environment/study_environment.pdf)

<sup>36</sup> Zuccato E. et al. Inquinamento da farmaci: le evidenze. R&P 2007; 23: 67-73.

<sup>37</sup> Zuccato E et al. Presence of therapeutic drugs in the environment. Lancet. 2000 May 20;355(9217):1789-90.

<sup>38</sup> Zuccato et al. I farmaci: inquinanti ambientali ubiquitari. Quaderni acp 2007; 14(5): 203-206

GRUPPO		FARMACO
Beta bloccanti		Atenololo, Metoprololo, Propanololo
Farmaci antinfiammatori non steroidei		Dicolfenac, Naproxene, Ketoprofene, Ibuprofene, Acido acetilsalicilico, Paracetamolo
Farmaci per il Sistema Nervoso Centrale		Carbamazepina, Diazepam, Fluoxetina
Ormoni		Estrone, 17 $\alpha$ -etinilestradiolo, 17 $\beta$ -estradiolo
Ipolipemizzanti		Acido clofibrico, Gemfibrozil, Bezafibrato
Antibiotici	<b>Classe</b>	
	Macrolidi	Eritromicina, Claritromicina
	Fluorochinolonici	Norfloxacin, Ciprofloxacina
	Tetracicline	Tetraciclina, Clortetraciclina, Oxitetraciclina
	Sulfamidici	Sulfametossazolo-Trimetoprim

**Tabella 1. Farmaci più spesso identificati nelle acque** (tratta da Szymonik A et al. Fate and removal of pharmaceuticals and illegal drugs present in drinking water and wastewater ECOL CHEM ENG S. 2017;24(1):65-85. Modificata)

Uno studio recente ha ricercato la presenza di più classi di contaminanti emergenti (tra cui i farmaci) in 21 pozzi sulla rete di acqua potabile di Milano, nella zona più abitata e industrializzata d'Italia, e ha valutato i rischi per i consumatori. I campioni sono stati analizzati usando la cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa. Sono stati rilevati tredici contaminanti emergenti, nell'intervallo di ng / L, in meno della metà dei pozzetti; tra i contaminanti più frequentemente rilevati: prodotti farmaceutici, sostanze perfluorurate, prodotti per la cura personale e sostanze di abuso<sup>39</sup>.

Negli USA, uno studio pilota nazionale ha valutato l'accumulo di prodotti farmaceutici e di cura della persona nei pesci campionati da cinque fiumi che ricevono lo scarico diretto dagli impianti di trattamento delle acque reflue in città di rilevanti dimensioni (Chicago, Dallas, Orlando, Phoenix, West Chester). La cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) ha rivelato la presenza di norfluoxetina, sertralina, difenidramina, diltiazem e carbamazepina a concentrazioni di nanogrammi per grammo nei filetti di polpa di pesce e fluoxetina e gemfibrozil nel tessuto epatico. La sertralina è stata rilevata a concentrazioni fino a 19 e 545 ng/g nel filetto e nel tessuto epatico, rispettivamente<sup>40</sup>. Dallo studio è

<sup>39</sup> Riva F. et al. Monitoring emerging contaminants in the drinking water of Milan and assessment of the human risk. Int J Hyg Environ Health. 2018 Apr;221(3):451-457.

<sup>40</sup> Ramirez AJ, Brain RA, Usenko S, Mottaleb MA, O'Donnell JG, Stahl LL, Wathen JB, Snyder BD, Pitt JL, Perez-Hurtado P, Dobbins LL, Brooks BW, Chambliss CK. Occurrence of pharmaceuticals and personal care products in fish: results of a national pilot study in the United States. Environ Toxicol Chem. 2009 Dec;28(12):2587-97.

emerso anche che il grado e il tipo dei processi di trattamento hanno un'influenza sostanziale sull'efficienza di rimozione dei prodotti farmaceutici dalle acque reflue; un aspetto di cui si dovrà tenere conto se si vogliono rimuovere efficacemente i residui di farmaci dalle acque.

Una ricerca più recente<sup>41</sup> ha fatto osservare frequenze di rilevazione più elevate negli invertebrati rispetto ai pesci. Questo è stato osservato, soprattutto, per gli antidepressivi SSRI e i farmaci antinfiammatori come il diclofenac e il celecoxib. La difenidramina e la carbamazepina sono gli unici farmaci che sono stati ritrovati in maniera ubiquitaria nel periphyton<sup>42</sup>, negli invertebrati e nei pesci. Anche gli antistaminici hanno un elevato grado di bioaccumulo negli invertebrati acquatici.

#### **BOX 1 Piccolo glossario**

**Peryphiton:** è una miscela complessa formata da alghe, cianobatteri, microbi eterotrofi e detriti che è presente nella maggior parte degli ecosistemi acquatici attaccata a superfici sommerse.

**Bioaccumulo:** con questo termine si intende l'accumulo irreversibile di una sostanza nei tessuti degli organismi viventi;

**Bioconcentrazione:** incremento della concentrazione di una sostanza in un organismo per assorbimento diretto dall'ambiente in cui vive;

**Biomagnificazione:** incremento di una sostanza in un organismo dovuto all'assorbimento attraverso il cibo o le prede contaminate; determina il trasferimento e l'accumulo della sostanza lungo la catena alimentare.

**Fattore di Bioaccumulo (BAF):** può essere espresso come il rapporto di concentrazione tra la sostanza nell'organismo e nel mezzo circostante all'equilibrio.

---

<sup>41</sup> Du B. et al. Bioaccumulation and trophic dilution of human pharmaceuticals across trophic positions of an effluent-dependent wadeable stream. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2014 Nov 19;369(1656).

<sup>42</sup>

## **Azione su specie non target: i danni sugli animali**

I farmaci possono essere più potenti di molti contaminanti ambientali storici perché sono sostanze progettate per agire a concentrazioni relativamente basse, possono essere considerati dei contaminanti pseudo-persistenti a causa dell'elevato consumo, dell'uso a lungo termine e dei bassi tassi di degradazione. Inoltre, gli organismi che vivono nel terreno e soprattutto quelli acquatici che vivono nei sistemi che ricevono acque reflue non sono esposti solo a uno o due farmaci, ma piuttosto a un cocktail di prodotti farmaceutici e contaminanti chimici di altra natura.

Attualmente, esistono ancora una serie di incertezze sulla valutazione del rischio ambientale da prodotti farmaceutici perché non conosciamo completamente il loro destino nei rifiuti e nell'ambiente, i livelli di assunzione, metabolismo ed escrezione (farmacocinetica) da parte della fauna selvatica e l'affinità che essi hanno nei confronti dei target nelle specie non bersaglio e i conseguenti effetti funzionali (farmacodinamica). Una volta introdotti nell'ambiente i farmaci possono agire negli organismi acquatici che possiedono organi bersaglio, tessuti, cellule o biomolecole identici o simili a quelle umane. Data la conservazione evolutiva, infatti, alcuni recettori di organismi acquatici, anche sistematicamente molto lontani dall'uomo, possono assomigliare a quelli umani; pertanto, prodotti farmaceutici per uso umano o veterinario possono agire su molte specie non bersaglio.

A seconda delle loro proprietà chimico-fisiche, i farmaci immessi nell'ambiente possono essere degradati, ripartiti nell'acqua o nella fase solida del terreno, inclusi i biosolidi (come i fanghi di depurazione), si disperdono negli habitat acquatici e terrestri e in alcuni casi bioaccumulano nelle catene alimentari, potendo colpire potenzialmente anche organismi a livelli trofici più elevati.

Il bioaccumulo è un fenomeno specie-specifico; perciò se di una sostanza si studia solo la bioconcentrazione, si trascura l'importanza dei differenti livelli di bioaccumulo tra le specie. Per esempio, ai medesimi livelli di concentrazione nell'acqua, i fattori di bioaccumulo (BAF) di oxazepam nel pesce persico e nella carpa cruciana sono rispettivamente di 9,7 e 1,4. Circa il 46% dell'oxazepam concentrato dal pesce persico è frutto del consumo di prede contaminate<sup>43</sup> e quindi di un processo di biomagnificazione (vedi glossario nel box 1).

---

<sup>43</sup> Sundelin A. 2015. Ecotoxicological effects on a food- web exposed to pharmaceuticals. Uptake and effects of oxazepam, fexofenadine and a mixture of both in algae, zooplankton and sticklebacks.

Molti studi riportano effetti evidenti e significativi da contaminazione delle acque e dell'ambiente da farmaci, come ad esempio la femminilizzazione dei pesci e la sterilità delle rane a causa di residui della pillola contraccettiva<sup>44</sup>; in pratica, l'immissione di pochi ng di etinilestradiolo in un bacino sperimentale può causare l'estinzione un ciprinide<sup>45</sup>. Il diclofenac ha causato la morte di molte migliaia di avvoltoi in Pakistan e alle concentrazioni riscontrabili in acqua dolce causa lesioni nei reni e nelle branchie delle trote<sup>46</sup>. L'uso eccessivo di antibiotici ha portato alla nascita di batteri patogeni resistenti e tale fenomeno non interessa solo le corsie degli ospedali; infatti la sulfadiazina usata negli allevamenti di maiali induce antibiotico-resistenza nei batteri del suolo.

### **Effetti sui pesci**

Esistono prove consolidate della femminilizzazione dei pesci maschi a valle delle opere di trattamento delle acque reflue (STW) che scaricano  $17\beta$ -estradiolo e  $17\alpha$ -etinilestradiolo derivanti da trattamenti contraccettivi o terapie sostitutive ormonali. Le caratteristiche degli organi riproduttivi dei pesci maschi risultano alterate, e l'aumento della femminilizzazione riduce la capacità riproduttiva maschile individuale, anche se in certa misura i pesci intersessuali possono ancora riprodursi. Nel maschio di un pesce d'acqua dolce molto diffuso nei fiumi inglesi (*Rutilus rutilus*), l'esposizione a interferenti endocrini (*endocrine disruptors*) ha causato differenti livelli di gravità di femminilizzazione, ad esempio: la presenza di cavità ovarica simile a quella di una femmina in un testicolo altrimenti normale o testicoli con modifiche intersessuali come un gran numero di ovociti in singoli punti o un gran numero di ovociti primari e secondari dispersi in tutto il testicolo<sup>47</sup>.

Farmaci antidepressivi, psichiatrici (benzodiazepine) e antistaminici possono indurre cambiamenti comportamentali nei pesci a concentrazioni vicine a quelle trovate nei sistemi naturali (da ng l<sup>-1</sup> a mg l<sup>-1</sup>). Diversi prodotti farmaceutici possono indurre alterazioni comportamentali simili in specie differenti, ma sono stati evidenziati anche effetti farmaco-specifici e specie-specifici. Ad esempio, sia l'attività sia la velocità di alimentazione dei pesci sono state influenzate da antidepressivi, farmaci psichiatrici e antistaminici anche se

---

<sup>44</sup> Velo GP. Ecofarmacovigilanza per una salute migliore. Il Cesalpino, 34/2013. Prevenzione.

<sup>45</sup> NESPOLI et al. Presenza di residui di farmaci nelle acque. Il Cesalpino 44/2017. Medicina e Sanità pubblica.

<sup>46</sup> Velo GP. Ecofarmacovigilanza per una salute migliore. Il Cesalpino. Agosto 2013 anno 12 numero 34.

<sup>47</sup> Tyler CR, Jobling S. Roach, Sex, and Gender-Bending Chemicals: The Feminization of Wild Fish in English Rivers. BioScience December 2008 / Vol. 58 No. 11.

non in tutte le specie<sup>48</sup>. Il pesce persico ha mostrato alterazioni comportamentali (come cambiamenti delle normali attività, aggressività, audacia, esplorazione, socializzazione) che non sono comparse invece nella carpa cruciana (16).

### **Effetti sugli uccelli**

L'esempio più noto di effetti sugli uccelli è l'impatto negativo estremo del diclofenac sulle popolazioni di avvoltoi nel sud-est asiatico (*Gyps bengalensis*, *Gyps indicus* and *Gyps tenuirostris*). Il diclofenac viene utilizzato nella pratica veterinaria per il trattamento di animali malati in Asia e in Europa (es. Spagna). Le carcasse degli animali morti vengono abbandonate e diventano preda degli avvoltoi, che in questo modo ingeriscono il diclofenac. Gli avvoltoi sono estremamente sensibili a questo farmaco e una dose di solo 1 mg provoca in questi animali insufficienza renale acuta e morte entro pochi giorni. Tra il 2000 e il 2003, si è verificato un declino della popolazione degli avvoltoi asiatici del 34–95% associato a insufficienza renale e gotta viscerale<sup>49</sup>. La malattia renale da residui di diclofenac è stata riprodotta sperimentalmente in avvoltoi orientali con il dorso bianco attraverso esposizione orale diretta al farmaco e/o nutrendo gli avvoltoi con carcasse di bestiame trattato con diclofenac<sup>50</sup>. In Europa il farmaco non è ancora bandito nella pratica veterinaria e in Spagna si teme un declino della popolazione di avvoltoi del 0.9 - 7.7% per anno a causa del suo uso.

### **Perdita di biodiversità microbica**

La biodiversità microbica ha un'importanza funzionale nel mantenimento dei processi biologici di acqua e suolo. Quando gli antibiotici si accumulano nell'ambiente, possono ostacolare la struttura e il funzionamento della comunità microbica in modi diversi e avere effetti diretti (a breve termine) e indiretti (a lungo termine) sulle comunità microbiche. Gli effetti a breve termine sono rappresentati da azioni battericide e batteriostatiche che portano alla scomparsa di alcune popolazioni microbiche e del loro funzionamento ecologico. L'impatto indiretto comprende lo sviluppo di batteri resistenti agli antibiotici. In

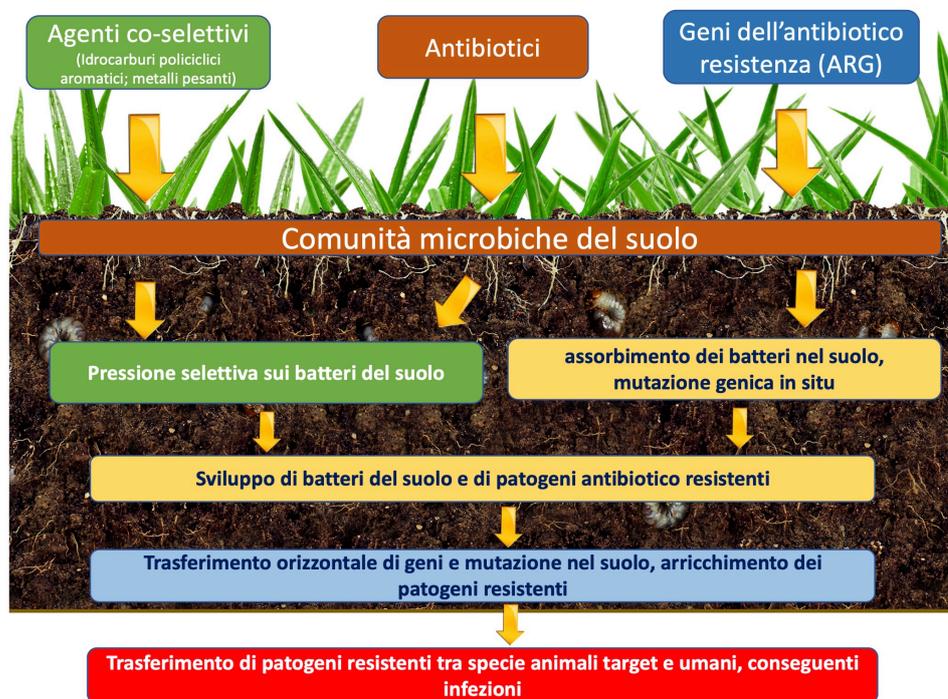
---

<sup>48</sup> Brodin T, Piovano S, Fick J, Klaminder J, Heynen M, Jonsson M. Ecological effects of pharmaceuticals in aquatic systems--impacts through behavioural alterations. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2014 Nov 19;369(1656). pii: 20130580.

<sup>49</sup> BIO Intelligence Service (2013), Study on the environmental risks of medicinal products, Final Report prepared for Executive Agency for Health and Consumers

<sup>50</sup> Oaks, J., Gilbert, M., Virani, M. et al. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature* 427, 630–633 (2004).

presenza di pressione antibiotica ambientale, i geni della resistenza, possono aumentare al di sopra dei livelli di fondo abituali<sup>51</sup>. L'immagine 2 mostra come i determinanti di resistenza presenti nel suolo, il così detto resistoma del suolo, comprendono geni che conferiscono resistenza agli antibiotici a specie patogene e non patogene presenti nell'ambiente. Una delle preoccupazioni principali è la possibilità di trasferimento della resistenza agli antibiotici tra le popolazioni microbiche nel suolo e i batteri che possono causare infezioni negli animali e nell'uomo<sup>52</sup>.



**Immagine 2. Trasferimento di resistenza agli antibiotici tra le comunità microbiche presenti nel suolo e rischio di infezione umana e animale.** Tratta da Cycon´ M, et al. Antibiotics in the Soil Environment—Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. *Front Microbiol.* 2019 Mar 8;10:338.

### Effetti sull'uomo

<sup>51</sup> Grenni P, Ancona V, Barra Caracciolo A. Ecological effects of antibiotics on natural ecosystems: A review *Microchemical Journal*. Volume 136, January 2018, Pages 25-39.

<sup>52</sup> Cycon´ M, Mrozik A and Piotrowska-Seget Z. Antibiotics in the Soil Environment—Degradation and Their Impact on Microbial Activity and Diversity. *Front Microbiol.* 2019 Mar 8;10:338.

Gli esseri umani sono involontariamente esposti a concentrazioni molto basse di medicinali attraverso l'assunzione giornaliera di acqua potabile, vegetali, pesci, latticini e carne. Per stimare l'assunzione giornaliera totale di medicinali, sarebbe necessario combinare il contenuto nell'acqua potabile e negli alimenti ma ciò è impossibile attualmente per la incompletezza dei dati sul contenuto della maggior parte dei medicinali nelle varie fonti di esposizione.

Ad oggi non ci sono effetti a breve termine osservati sull'uomo e le attuali valutazioni del rischio indicano che è molto improbabile che concentrazioni molto basse di prodotti farmaceutici nell'acqua potabile comportino rischi per la salute umana. Le conoscenze sono carenti però in termini di valutazione dei rischi associati a esposizioni a lungo termine e ai possibili effetti combinati di miscele chimiche, compresi i prodotti farmaceutici. Ricerche future che indagano sui possibili effetti additivi o sinergici delle miscele sarebbero utili per un'accurata valutazione dell'esposizione e per determinare se ci sono potenziali rischi per la salute umana, tenendo conto anche delle sottopopolazioni sensibili (anziani in politrattamento, gravide, bambini)<sup>53</sup>.

Preoccupa soprattutto l'esposizione ambientale indiretta di antibiotici e medicinali con proprietà antibatteriche, antivirali o disinfettanti che può creare resistenza antimicrobica o antivirale nella flora intestinale umana. Lo sviluppo di resistenza batteriche ai farmaci antimicrobici è un problema globale e rappresenta oggi una delle principali minacce emergenti per la salute umana.

### **Valutazione del rischio dovuto alla presenza di farmaci nell'ambiente**

Uno degli aspetti più problematici in questo campo è quale modalità adottare per la valutazione del rischio; infatti, i test ecotossicologici tradizionali sono progettati per misurare la tossicità acuta, ovvero la concentrazione letale negli organismi, che di solito si verifica a livelli di contaminazione elevati. Questo tipo di test trascura gli effetti già presenti a basse concentrazioni di farmaci nell'acqua. In particolare, dagli studi sulla tossicità acuta non emergono gli effetti più sottili che le sostanze attive possono determinare come i disturbi della crescita, le alterazioni della fertilità o le modifiche del comportamento. Inoltre, sono meno studiati gli effetti cronici di dosaggi minimi rispetto a quelli acuti da dosaggi elevati.

---

<sup>53</sup> Pharmaceuticals in Drinking-water. © World Health Organization 2011.  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/pharmaceuticals\\_20110601.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/pharmaceuticals_20110601.pdf)

Sfortunatamente, i modelli di test ambientali per prevedere il destino, il trasporto, l'esposizione e il bioaccumulo, sono stati progettati per valutare contaminanti storici e spesso sono inappropriati per la valutazione dei rischi ambientali da farmaci<sup>54</sup>. Un recente documento della Commissione Europea rimarca che alcuni studi hanno evidenziato effetti diretti sulla fauna selvatica da parte di certi farmaci anche a concentrazioni più basse di quelle rinvenute nelle acque e nel suolo<sup>55</sup>. A questo scopo sono stati sviluppati test utili a valutare anche le condizioni «subletali», che permettono di quantificare i NOAEL (*No Adverse Effects Level*) (la dose più alta a cui non si sono verificati effetti avversi su morfologia, funzione, capacità, crescita, sviluppo o durata della vita di un organismo bersaglio) ed i PNEC (*Predicted No-Effect Concentration*) massima concentrazione di una sostanza che non produce effetti nocivi per l'ambiente.

I farmaci per uso umano e veterinario però sono rilasciati continuamente nell'ambiente e quindi gli organismi selvatici sono esposti per periodi molto più lunghi rispetto a quelli utilizzati nei test standard. Nei test di tossicità cronica gli organismi sono esposti a differenti concentrazioni di sostanze da testare per un periodo di tempo lungo che può comprendere una parte sostanziale del loro ciclo di vita. Inoltre, rispetto ai test acuti che spesso usano la mortalità come unica misura dell'effetto, i test di esposizione cronica possono includere più endpoints come la riproduzione degli organismi, la crescita e il loro comportamento.

Nel valutare la tossicità cronica occorre considerare, inoltre, che i prodotti farmaceutici non sono presenti nell'ambiente singolarmente ma sono in compagnia di molti altri farmaci e contaminanti. Il fatto di valutare abitualmente il rischio legato alla presenza di una "singola sostanza" potrebbe portare a una sottovalutazione dei reali rischi ambientali da miscele di bassissime dosi di differenti sostanze. Gli organismi acquatici e terrestri sono esposti a una miscela di medicinali e altre sostanze chimiche, inclusi pesticidi, biocidi e prodotti industriali. Tra queste sostanze sono possibili effetti interattivi e azioni sinergiche di sostanze con modalità di azione simili, che portano ad effetti additivi.

A riprova di ciò, esistono studi che dimostrano che l'eco-tossicità di una miscela di farmaci è superiore alla somma degli effetti dei suoi singoli componenti e che una miscela può avere una notevole eco-tossicità, anche se tutti i componenti sono presenti in concentrazioni che prese singolarmente causano effetti eco-tossicologici insignificanti<sup>56</sup>.

---

<sup>54</sup> Du B, Haddad SP, Luek A, et al. Bioaccumulation and trophic dilution of human pharmaceuticals across trophic positions of an effluent-dependent wadeable stream. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2014 Nov 19;369(1656).

<sup>55</sup> Approccio strategico dell'Unione europea riguardo all'impatto ambientale dei farmaci.

<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/IT/COM-2019-128-F1-IT-MAIN-PART-1.PDF>

<sup>56</sup> Pharmaceuticals in the environment 2010 EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY

Vista la loro sensibilità agli endocrine disruptors (EDC), i pesci sono spesso impiegati come modello di ricerca per studiare i possibili impatti di queste sostanze chimiche sull'uomo. Un team di ricercatori ha proposto il pesce zebra (zebra fish) come modello per prevedere gli effetti degli EDC su test tossicogenomici nell'uomo, come i microarrays o il sequenziamento dell'intero genoma. Ciò sarebbe possibile grazie al fatto che i geni del pesce zebra, che hanno un'espressione significativamente alterata dopo l'esposizione agli EDC, sono molto simili a quelli trovati nell'uomo. Inoltre, molti dei sistemi ghiandolari presenti nei pesci zebra hanno somiglianze con quelli umani, facendo sì che questo modello di pesce sia adatto allo studio delle alterazioni del sistema endocrino<sup>57</sup>. Infine, non si è fatto molto per determinare l'assorbimento di prodotti farmaceutici negli organismi e attraverso la catena alimentare.

### **Ecotossicità dei farmaci e regolamento REACH**

Nell'Unione Europea nel 2007 è entrato in vigore il regolamento REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*)<sup>58</sup> e cioè registrazione, valutazione, autorizzazione e restrizione delle sostanze chimiche. L'Unione Europea tramite il REACH valuta le sostanze chimiche per identificarne il possibile rischio per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

Nel novembre 2018, l'EMA (*European Medicinal Agency*) ha pubblicato un progetto di revisione della Guida per la valutazione del rischio ambientale dei medicinali per uso umano<sup>59</sup>, ancora a livello di draft. La nuova bozza mantiene la struttura a più livelli delle valutazioni della linea guida originale, ma propone numerose modifiche che, se approvate, influenzeranno la valutazione di rischio ambientale ( - ERA) effettuata dalle imprese nella fase di sviluppo dei farmaci.

La valutazione del rischio è una procedura sistematica per la previsione di potenziali rischi per la salute umana o per l'ambiente. Le concentrazioni di esposizione ambientale di una sostanza chimica sono previste e confrontate con le concentrazioni previste senza effetto per diversi compartimenti ambientali.

---

<sup>57</sup> Caballero-Gallardo K, Olivero-Verbel J, Freeman JL. Toxicogenomics to Evaluate Endocrine Disrupting Effects of Environmental Chemicals Using the Zebrafish Model. *Curr Genomics*. 2016 Dec;17(6):515-527.

<sup>58</sup> Understanding REACH <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>

<sup>59</sup> EMA: Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use- Draft. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-guideline-environmental-risk-assessment-medicinal-products-human-use-revision-1\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-guideline-environmental-risk-assessment-medicinal-products-human-use-revision-1_en.pdf)

La valutazione del rischio chimico si basa su alcuni parametri: Persistenza, Bioaccumulabilità e Tossicità. Le sostanze vengono valutate e, in conseguenza catalogate, a seconda della loro rispondenza ai parametri indicati sopra come più o meno Persistenti, Bioaccumulabili e Tossiche (PBT). Una sostanza attiva che non si degrada bene nell'ambiente (persistente), si accumula negli organismi (bioaccumulabile) ed è tossica, viene identificata nella valutazione PBT / vPvB (molto persistente e molto bioaccumulabile). In seguito a questa valutazione/catalogazione il sistema ha la facoltà di bandire o limitare l'uso delle sostanze a maggior rischio. Inoltre, ai sensi della Dir. 2013/39/UE è stato definito un elenco di controllo, la cosiddetta *Watch list*, con il fine di individuare "contaminanti emergenti" sostanze nelle acque superficiali da sottoporre a monitoraggio in cui sono presenti alcuni farmaci per uso umano e veterinario; costruire un set di dati a livello UE su potenziali contaminanti per determinarne il rischio ed eventualmente stabilire limiti normativi (Environmental Quality Standards - EQS).

In Italia la prima campagna di monitoraggio sulla base della *Watch list* è stata coordinata nel 2016 da ISPRA (Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) e svolta dalle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente (ARPA). Il monitoraggio ha riguardato 23 stazioni; le campagne di campionamento sono state generalmente 2 in quasi tutte le regioni. Il maggior numero di ritrovamenti riguarda tre composti: il 17-beta-estradiolo (E2), l'Estrone (E1) e il Diclofenac presenti nella maggior parte delle stazioni. Molto meno numerosi sono stati i ritrovamenti degli antibiotici macrolidi (tra cui principalmente claritromicina e azitromicina). Gli ormoni si ritrovano in stazioni caratterizzate da pressioni antropiche sia di tipo urbano, che di tipo diffuso dovuto alla presenza di allevamenti animali. Sono stati osservati superamenti dei livelli di non effetto (PNEC) per 17-alfa-etinilestradiolo (EE2), 17-beta-estradiolo (E2), diclofenac, azitromicina, claritromicina, estrone (E1)<sup>60</sup>.

### **Come si può ridurre l'impronta ambientale dei trattamenti farmacologici**

Al fine di minimizzare il rischio di contaminazione ambientale con i farmaci vanno controllate tutte le fasi delle attività farmaceutiche (ricerca, produzione, prescrizione,

---

<sup>60</sup> Paris P. Corso FAD ECM-I farmaci come contaminanti emergenti: la situazione normativa italiana e europea. 2019. [https://medik.videoformazioneonline.it/j/index.php?option=com\\_gantry5&view=custom&Itemid=189](https://medik.videoformazioneonline.it/j/index.php?option=com_gantry5&view=custom&Itemid=189)

distribuzione e smaltimento di medicinali). Spetta alle aziende perseguire l'obiettivo di produrre farmaci più eco sostenibili, e ai medici e ai farmacisti (per i percorsi di auto cura) di ridurre o minimizzare la quota di farmaci prescritti o consigliati in maniera inappropriata e di quelli inutilizzati. Ai pazienti compete l'adesione alle istruzioni ricevute e lo smaltimento corretto.

L'immagine 3 riassume le azioni necessarie per ridurre l'impronta ambientale dei trattamenti farmacologici.

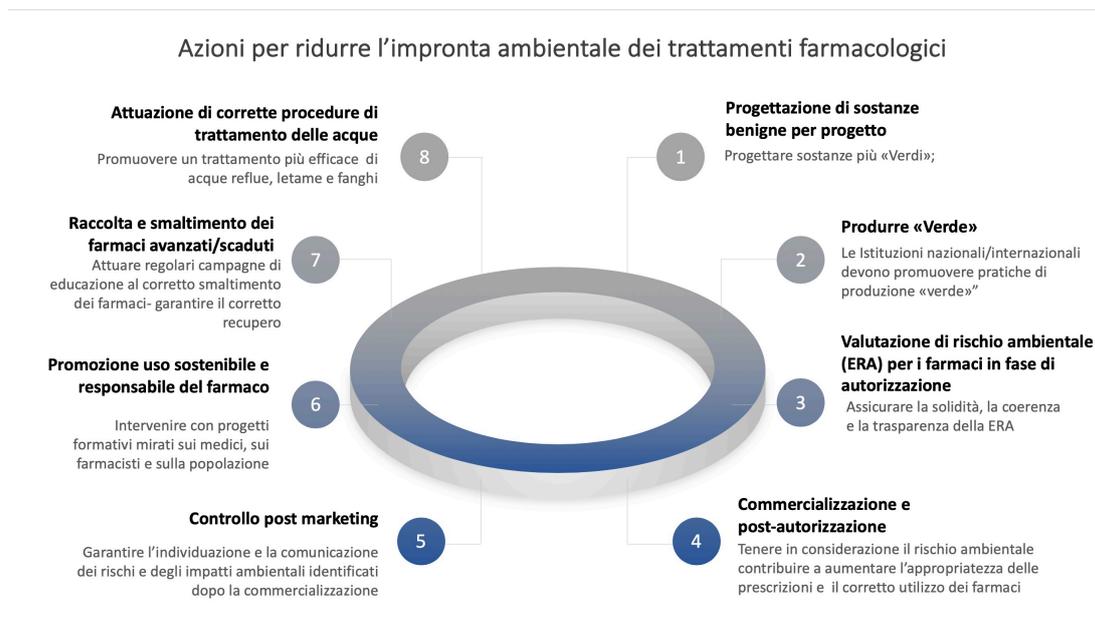
Le aree di studio, ricerca e produzione che applicate nel loro insieme, pur se in ambiti diversi, dovrebbero contribuire molto alla riduzione dell'impronta ecologica dei farmaci o dei loro metaboliti nell'ambiente sono: la Greenpharmacy, strettamente collegata alla green-chemistry, l'ecofarmacovigilanza, la farmacoecocinetica<sup>61</sup>, e la farmaceutica ecocompatibile. Gli ambiti di interesse di queste discipline sono spesso coincidenti e sovrapponibili.

### **Green Pharmacy**

Per Green Pharmacy dovrebbe intendersi la somma di tutte le misure da adottare, per progettare e produrre prodotti medicinali con ingredienti farmaceutici attivi, API, che abbiano il minimo impatto ambientale possibile. Da un punto di vista chimico, gli ingredienti farmaceutici attivi sono un'ampia gamma di piccole molecole con differenti proprietà fisico-chimiche e biologiche, possono essere di natura chimica, vegetale, animale; ne esistono circa 3000 autorizzati sul mercato dell'UE. Possono bastare modifiche minori nella struttura chimica di un ingrediente farmaceutico attivo perché il suo destino ambientale, cambi in maniera significativa. Le misure di Green Pharmacy dovrebbero essere applicate durante tutte le attività farmaceutiche, dalla progettazione di nuove molecole alla produzione, distribuzione e smaltimento.

---

<sup>61</sup> Daughton CG, Ruhoy IS. Environmental footprint of pharmaceuticals: the significance of factors beyond direct excretion to sewers. *Environ Toxicol Chem.* 2009 Dec;28(12):2495-521.



Un esempio di “green pharmacy” è la modifica della molecola di ifosfamide (usata in chemioterapia). Questo farmaco non è biodegradabile ma la semplice aggiunta di una molecola glicidica ne aumenta l'assorbimento intestinale mantenendone intatte le proprietà terapeutiche, riducendo gli effetti collaterali e riducendo la dispersione ambientale (aumenta la biodegradazione)<sup>62</sup>.

## Green Chemistry

I concetti di Green Pharmacy e Green Chemistry (chimica verde) sono strettamente legati. La “Green Chemistry” si basa essenzialmente sullo studio e sul disegno di processi e prodotti che siano ecosostenibili e poco tossici per l'uomo e per l'ambiente. La chimica verde dovrebbe rispettare una dozzina di principi ben definiti<sup>63</sup>. Un processo chimico verde è “benigno per progetto”, cioè è progettato da zero per avere un impatto minimo sull'ambiente; in altre parole, il rispetto dell'ambiente è una caratteristica imprescindibile del processo di produzione. Fare chimica verde non è solo positivo per l'ambiente, ma rende i progetti produttivi più redditizi.

<sup>62</sup> Pharmaceuticals in the environment Results of an EEA workshop.

<https://www.eea.europa.eu/publications/pharmaceuticals-in-the-environment-result-of-an-eea-workshop/file>

<sup>63</sup> Anastas P, Eghbali N. Green Chemistry: Principles and Practice. (Critical Review) Chem. Soc. Rev., 2010, 39, 301-312

## **Ecofarmacovigilanza**

L'ecofarmacovigilanza è la disciplina che si occupa del destino dei farmaci nell'ambiente, e dei suoi effetti sull'uomo. Come si è già detto, i farmaci sebbene siano presenti nell'ambiente a concentrazioni molto basse, potrebbero interferire con alcune funzioni dell'organismo e contribuire alle resistenze batteriche.

L'ecofarmacovigilanza è l'insieme dei processi di: rilevazione, valutazione, comprensione, e prevenzione delle reazioni avverse o di altri problemi legati alla presenza di farmaci nell'ambiente, che hanno effetto sia sull'uomo che su altre specie animali.

Per una migliore comprensione del ciclo di vita di un farmaco, bisogna studiare dove vanno e cosa fanno gli ingredienti farmaceutici attivi (o i loro metaboliti) dopo aver agito sull'organismo umano.

## **FarmacoEcocinetica degli API**

La farmacoecocinetica (PEK), affianca la farmacoecovigilanza perché studia il destino degli ingredienti farmaceutici attivi nell'ambiente<sup>64</sup>. Si tratta di una disciplina analoga a quella che si applica agli uomini, la farmacocinetica (PK), che considera il destino degli ingredienti farmaceutici attivi nell'ambiente (a partire dal punto in cui un ingrediente farmaceutico attivo o il metabolita viene eliminato); la differenza principale tra PK e PEK sta nel fatto che l'attenzione della PK è sui livelli plasmatici del farmaco mentre la PEK (farmacoecocinetica) è sui livelli ambientali del farmaco, in particolare nelle acque reflue, nell'acqua potabile, nei biosolidi e nel biota.

Tutti i percorsi di escrezione degli ingredienti farmaceutici attivi sono importanti per prevenire l'inquinamento. Per lungo tempo si è pensato che le uniche vie di eliminazione fossero l'escrezione tramite l'urina e le feci. Esistono invece diversi percorsi alternativi, quali ad esempio il rilascio di ingredienti farmaceutici attivi immodificati dalla pelle durante il bagno e il lavaggio (anche il lavaggio dei capi di abbigliamento). Questi percorsi sono caratteristici dei farmaci applicati per via topica o per via transdermica e di quelli che vengono espulsi dalla pelle attraverso il sudore. Per esempio, si può limitare l'eliminazione del farmaco per via cutanea progettando un rilascio più efficiente e mirato degli ingredienti

---

<sup>64</sup> Daughton CG, Ruhoy IS. Environmental footprint of pharmaceuticals: the significance of factors beyond direct excretion to sewers. *Environ Toxicol Chem.* 2009 Dec;28(12):2495-521.  
<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1897/08-382.1>

farmaceutici attivi transdermici o educando i pazienti sul modo di applicare correttamente i prodotti topici e riducendo il sovra-utilizzo di questi farmaci.

### **Responsabilità a livello di sistema**

La valutazione del rischio ambientale (ERA) dell'EMA in vigore dal dicembre del 2006<sup>65</sup> obbligatoria per i medicinali per uso umano immessi in commercio copre una minoranza dei prodotti; ed inoltre, l'ERA e le misure per la riduzione del rischio non sono vincolanti per l'autorizzazione dei medicinali per l'uomo. I livelli di monitoraggio non sono sufficienti; non sono previsti limiti specifici di emissione per gli impianti di produzione; non ci sono limiti per le concentrazioni di residui farmaceutici nell'acqua potabile, nelle acque superficiali o nelle acque reflue; non esistono norme specifiche per la gestione della maggior parte dei rifiuti di medicinali. Insomma, c'è ancora molto da fare.

Anche il sistema "farmaceutico" ha le sue responsabilità nel fenomeno dell'accumulo dei farmaci e delle prescrizioni "inappropriate". Questo per l'eccessiva pubblicità diretta al consumatore; le

pressioni delle case farmaceutiche sul medico (informazione medica orientata, meeting sponsorizzati); la campionatura. L'assenza di sistemi di smaltimento o di modalità di smaltimento condivise o inappropriate (a livello internazionale, nazionale o regionale) e la mancanza di regolari campagne di informazione al pubblico contribuiscono a esacerbare il problema.

### **Prevenzione: uso ecocompatibile dei farmaci**

L'uso maggiormente eco compatibile dei farmaci è favorito da numerosi fattori di cui citeremo e commenteremo solo alcuni dei fondamentali quali: l'utilizzo più corretto dei farmaci, che si ottiene con il coinvolgimento attivo degli operatori sanitari (medici, farmacisti) e dei cittadini; una migliore educazione dei pazienti, dei caregiver e dei cittadini allo smaltimento corretto dei farmaci; l'adozione di sistemi tecnologicamente più avanzati per la depurazione dei reflui, in particolare a livello ospedaliero, dove l'uso dei farmaci è particolarmente elevato.

---

<sup>65</sup> EMA. GUIDELINE ON THE ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF MEDICINAL PRODUCTS FOR HUMAN USE. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-environmental-risk-assessment-medicinal-products-human-use-first-version\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-environmental-risk-assessment-medicinal-products-human-use-first-version_en.pdf)

## **Limitare l'impronta ambientale legata alla prescrizione medica e al consiglio in farmacia**

Non si può privare il paziente del farmaco più adeguato alla sua malattia, ma si può certamente limitare la prescrizione o il consiglio di farmaci inutili. L'appropriatezza della prescrizione ha un ruolo centrale nella gestione dell'inquinamento ambientale da farmaci. Medici e farmacisti devono essere consapevoli che quando si prescrive o si consiglia un farmaco a un paziente, la prescrizione viene fatta involontariamente anche a tutto l'ambiente circostante; questo determina prescrizioni per l'uomo in generale, per gli animali e per tutto il sistema vivente. Se per un problema di salute esiste più di un farmaco o intervento terapeutico, il medico o il farmacista (nell'auto-cura) dovrebbero scegliere sempre l'intervento che ha il minimo impatto sull'ambiente. Un esempio importante è quello degli antibiotici. Questi farmaci sono ampiamente prescritti anche per patologie non di origine batterica e questo concorre ad aggravare il fenomeno delle resistenze batteriche. In pratica, anche se il problema di salute del paziente ha sempre la priorità nella scelta dell'intervento, si può fare molto per limitare l'impronta ambientale legata alla prescrizione medica e al consiglio in farmacia. In questa area di intervento rivestono molta importanza gli interventi di educazione medica continua su medici e farmacisti centrati sul problema della prescrizione/consiglio responsabile e ecosostenibile.

### **Strumenti per scegliere farmaci meno rischiosi per l'ambiente**

Una guida utile al fine di comprendere l'impatto ambientale dei farmaci che vengono prescritti/consigliati è il database *Pharmaceuticals and Environment* predisposto nell'ambito del Programma ambientale del Consiglio di contea di Stoccolma in cui i farmaci sono classificati per la loro ecotossicologia. Il database per ciascun farmaco dà informazioni sulla classificazione del pericolo ambientale e del rischio ambientale. Il testo indica il livello di Persistenza, Bioaccumulabilità, Tossicità (PBT). Il pericolo ambientale è classificato da 0 a 9, dove un valore elevato indica che il farmaco può avere impatto ambientale elevato. La classificazione del rischio si basa generalmente su calcoli teorici del rischio. Il database elettronico, continuamente aggiornato, è accessibile all'indirizzo <https://www.janusinfo.se/environment>.

## **Responsabilità dei pazienti**

Anche i pazienti sono responsabili della contaminazione ambientale con ingredienti farmaceutici attivi. I fattori con cui possono concorrere al fenomeno sono:

- la pressione prescrittiva sul medico, si dice che il paziente ritenga che “una buona visita debba sempre concludersi con una prescrizione”;
- gli acquisti in automedicazione, sotto la pressione di informazioni acquisite sul web o da persone non preparate sul problema;
- l’immagazzinamento di scorte eccessive di medicinali a domicilio, dovuto a varie ragioni quali la mancata aderenza al piano terapeutico, il comparire di eventi avversi che porta a interrompere e accumulare il primo farmaco e alla prescrizione di uno o più farmaci diversi; le richieste “inutili” al medico, come ad esempio i farmaci “di scorta” prima di un viaggio ed infine le procedure di smaltimento improprio.
- Il mancato rispetto delle regole per un corretto smaltimento.

## **Educazione del paziente**

L’educazione del paziente al consumo razionale dei medicinali, al rispetto delle indicazioni terapeutiche e al corretto smaltimento dei medicinali inutilizzati o scaduti, dovrebbero far parte della pratica clinica quotidiana dei medici e del lavoro dei farmacisti,. Occorrono, inoltre, regolari campagne istituzionali di informazione e diffusione capillare a livello nazionale di procedure adeguate di ritiro e smaltimento dei farmaci. Tutto ciò si rifletterebbe positivamente anche sugli esiti della terapia e potrebbe avere importanti implicazioni sulla salute dell’ambiente.

In merito al corretto utilizzo e smaltimento dei farmaci sono stati predisposti diversi opuscoli a livello regionale che probabilmente avrebbero meritato una diffusione più ampia su tutto il territorio nazionale. Ne citiamo una a solo titolo di esempio, perché probabilmente si possono trovare numerose iniziative locali altrettanto lodevoli; si tratta della “Guida all’uso consapevole del farmaco”, fascicolo realizzato dall’associazione “Apmar Onlus”, in partenariato con AIFA - Agenzia Italiana del Farmaco, e molte altre

istituzioni e Associazioni<sup>66</sup>. Il fascicolo contiene informazioni rilevanti e di facile fruizione per il pubblico.

Per accompagnare l'opera di sensibilizzazione nei confronti di questo problema possono essere utili le raccomandazioni riportate nella **tabella 1**. Queste possono essere stampate e esposte in sala d'attesa o distribuite ai pazienti o inviate loro per via telematica, come ormai ci ha abituato il periodo di distanziamento sociale in corso.

### Tabella 1

Siate prudenti nell'uso dei farmaci!
Fatevi prescrivere o acquistate farmaci di libera vendita solo per i problemi di salute in cui l'uso del farmaco è indispensabile;
Seguite scrupolosamente le indicazioni del medico e/o del farmacista per il dosaggio, gli orari o altre precauzioni necessarie;
Se avanzasse del farmaco al termine della cura non gettatelo nel lavandino o nel WC;
Utilizzate un contenitore in cui raccogliere i farmaci avanzati/scaduti che dovrete smaltire, ve li troverete pronti alla prima occasione in cui andrete in farmacia;
Conferite negli appositi cassonetti per la raccolta dei farmaci scaduti presenti nelle farmacie: <ul style="list-style-type: none"><li>- sciroppi;</li><li>- pastiglie e compresse;</li><li>- flaconi con residui di medicinale;</li><li>- pomate;</li><li>- fiale per iniezioni;</li><li>- disinfettanti;</li></ul>

<sup>66</sup> Guida all'uso consapevole del farmaco.

[https://www.apmarr.it/documenti/notizie/Opuscoli/Libretto\\_illustrativo\\_GreenHealth.pdf](https://www.apmarr.it/documenti/notizie/Opuscoli/Libretto_illustrativo_GreenHealth.pdf)

Differenziate in casa i vari materiali; tavolette, pillole, compresse, capsule, possono essere estratte dal blister (che va smaltito secondo le indicazioni dei vari sistemi di raccolta/riciclaggio); i flaconi dei medicinali liquidi invece si conferiscono tali e quali in farmacia; le confezioni di carta e cartone devono essere smaltite nella carta.

Le procedure descritte sono valide sia per i farmaci prescritti che per i farmaci da banco. In caso di dubbi sul corretto smaltimento di un farmaco, chiedete al vostro medico o al farmacista.

## **Conclusioni**

Concludendo, si può brevemente richiamare che l'inquinamento ambientale derivante dai prodotti farmaceutici per uso umano e veterinario costituisce una minaccia certa per la fauna selvatica e per il biota, come dimostrano i danni provocati su alcune specie animali come pesci, uccelli, rane, etc. I metodi di ricerca attuali sono insufficienti per una valutazione corretta del rischio: si studiano poco gli effetti più sottili dell'inquinamento e gli effetti cronici; la valutazione dei rischi viene fatta per singolo composto e non, come sarebbe corretto fare, per le miscele. È necessario un migliore monitoraggio ambientale dei farmaci, e dei loro prodotti di trasformazione, nel biota, nell'acqua e nei sedimenti. Andrebbe accuratamente valutato il rischio di trasferimento della resistenza agli antibiotici tra le popolazioni microbiche nel suolo e batteri patogeni per l'animale e l'uomo. La ricerca ha dimostrato che se non verrà intrapresa alcuna azione di mitigazione, la minaccia ambientale del solo diclofenac aumenterà del 65% entro il 2050. I miglioramenti tecnologici da soli non saranno sufficienti nemmeno per ridurre gli attuali livelli di concentrazione e se non verrà attuata una sostanziale riduzione dei consumi, gran parte degli ecosistemi fluviali globali non sarà sufficientemente protetta ”.

In quanto al rischio per l'uomo non si può attendere di avere certezze di danno ma bisogna agire sulla base del principio di precauzione. Questo in primo luogo perché vi sono prove crescenti che le misure precauzionali non ostacolano l'innovazione, ma possono invece incoraggiarla, in particolare se questa viene supportata da una regolamentazione intelligente o da modifiche fiscali ben progettate. Come la stessa *European Environmental Agency* sostiene, il passato ci insegna che se il principio di precauzione fosse stato applicato sulla base di avvertimenti precoci, ove giustificato da

"ragionevoli motivi di preoccupazione", sarebbero state salvate molte vite e si sarebbero evitati molti danni agli ecosistemi.

Si può concludere con l'esortazione di alcuni ricercatori che si sono occupati intensamente di questo problema dicendo che: "forse è tempo di smettere o meglio di non limitarsi a misurare i livelli di inquinamento da farmaci nell'acqua ma di cominciare a fare qualcosa per contrastare il fenomeno!".

## Effetti del cambiamento climatico sulla salute

*Giacomo Toffol*

ISDE - Associazione Culturale Pediatri

Le correlazioni tra cambiamento climatico e salute sono ormai note da anni a tutte le istituzioni scientifiche economiche e politiche che si occupano di salute pubblica. Il Fondo Monetario Internazionale ha riconosciuto in più di un documento che il cambiamento climatico è una delle sfide politiche più importanti del mondo e che stabilizzare le concentrazioni atmosferiche di gas serra richiede una radicale trasformazione del sistema energetico globale entro i prossimi decenni.<sup>67</sup> La temperatura della terra aumenta infatti perché aumenta la concentrazione dei gas a effetto serra, definiti così perché in grado di intrappolare calore negli strati più bassi dell'atmosfera. I principali tra essi sono il biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>), il protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O), gli idrofluorocarburi, i perfluorocarburi e l'esfluoruro di zolfo(SF<sub>6</sub>). Sono prodotti e rilasciati nell' ambiente soprattutto dalle attività umane, e in particolare dall'uso di combustibili fossili come petrolio, gas e carbone, oltre che da processi naturali, e sono aumentati negli ultimi 150 anni fino al punto di esaurire quasi completamente le capacità di compensazione messe in atto dall'aria, dall'acqua e dal suolo del nostro pianeta. Il loro aumento progressivo determina il surriscaldamento degli strati più bassi dell' atmosfera e quindi della Terra, influenzando profondamente il clima globale. Solo dei cambiamenti drastici di queste emissioni e quindi dei cambiamenti del sistema energetico mondiale saranno in grado di ridurre o bloccare questa progressione. Secondo l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), il principale organismo internazionale per la valutazione dei cambiamenti climatici, il riscaldamento globale e il conseguente cambiamento climatico rappresentano una delle maggiori minacce per la salute umana ed in particolare dei soggetti più fragili: bambini, donne in gravidanza e anziani. Tanto che, come afferma la commissione sul clima di Lancet, "Contrastare il cambiamento climatico sarà la più grande opportunità del ventunesimo secolo per migliorare la salute globale".<sup>68</sup>

Schematizzando al massimo possiamo distinguere cinque diversi meccanismi con cui il cambiamento climatico potrà danneggiare la salute umana: esposizione a eventi estremi e

---

<sup>67</sup> Kahn ME et al. Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis IMF 2019 <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/10/11/Long-Term-Macroeconomic-Effects-of-Climate-Change-A-Cross-Country-Analysis-48691>

<sup>68</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Climate Change 2014. Synthesis Report Summary for Policymakers.

ondate di calore; riduzione di mezzi di sussistenza, cibo sicuro e sostentamento; aumento dell' esposizione a tossici ambientali; aumento della diffusione delle malattie infettive trasmesse da vettori, da alimenti e da acqua; incremento degli allergeni.

### **Eventi estremi e ondate di calore**

Le ondate di calore, condizioni meteorologiche estreme caratterizzate da temperature elevate, al di sopra dei valori usuali, che possono durare giorni o settimane, determinano un aumento della mortalità soprattutto in età anziana.<sup>69</sup> Questa correlazione è in parte legata direttamente alla temperatura ed in parte al collegato aumento degli inquinanti atmosferici, e non può essere quindi completamente eliminata mediante l'attuazione dei seppur utili piani di adattamento basati sulla mitigazione delle temperature interne alle abitazioni e strutture in cui risiedono gli anziani.<sup>70</sup> Un recente studio che ha analizzato l'eccesso di mortalità per tutte le cause a seguito di aumenti importanti della temperatura ambientale nelle città europee ha evidenziato come l'aumento delle concentrazioni di sostanze inquinanti quali Ozono, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> associato ad un aumento della temperatura media sia correlato ad un incremento del numero di morti giornaliere rispetto alle situazioni caratterizzate da aumento solo della temperatura.<sup>71</sup> Gli anziani non sono però gli unici ad andare incontro a questo rischio. Studi recenti hanno infatti dimostrato una associazione tra eccesso di calore durante la gravidanza e rischio di natimortalità, spostando quindi l'attenzione anche su queste fasce della popolazione.<sup>72</sup> Ricordiamo infine che il numero di disastri naturali legati al clima è più che triplicato dal 1960 ad oggi e ogni anno queste catastrofi provocano oltre 60.000 morti, principalmente nei paesi in via di sviluppo.

### **Riduzione di mezzi di sussistenza, cibo sicuro e sostentamento**

Eradicare la fame nel mondo è uno dei più importanti Obiettivi di Sviluppo Sostenibile proposti dall' OMS già nel 2015.<sup>73</sup> Ma come ammette la maggior parte degli scienziati i

---

<sup>69</sup> Scortichini M, de'Donato F, De Sario M, et al. The inter-annual variability of heat-related mortality in nine European cities (1990-2010). *Environ Health*. 2018 Aug 8;17(1):66.

<sup>70</sup> de'Donato F, Scortichini M, De Sario M et al. Temporal variation in the effect of heat and the role of the Italian heat prevention plan. *Public Health*. 2018 Aug;161:154-162.

<sup>71</sup> Analitis A, De' Donato F, Scortichini M et al. Synergistic Effects of Ambient Temperature and Air Pollution on Health in Europe: Results from the PHASE Project. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Aug 28;15(9).

<sup>72</sup> Toffol G, Reali L. Cambiamento climatico: effetto delle ondate di calore sulla natimortalità *Pagine Elettroniche Qacp* - 2017; 24(6) - a&s.1

<sup>73</sup> Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development WHO 2015  
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

cambiamenti climatici in atto con la progressiva degradazione dei terreni coltivabili, delle fonti di acqua dolce, degli oceani, renderanno quasi impossibile raggiungere questo difficile obiettivo.

Non dobbiamo pensare che questo sia un problema che riguarda solo le aree più povere del mondo. Il cambiamento climatico infatti sta già esacerbando alcune criticità del nostro paese, quali la perdita di fertilità dei terreni coltivati e l'intrinseca vulnerabilità idrogeologica e sismica. L'aumento delle temperature, l'erosione costiera, le inondazioni e la siccità acquiscono anche in Italia una penuria d'acqua sempre più preoccupante, tanto che nel 2017 ben 6 regioni su 20 hanno richiesto al governo di dichiarare lo stato di emergenza da stress idrico. L'Italia utilizza abitualmente una quota compresa tra il 30% e il 35% delle sue risorse idriche rinnovabili, valore che secondo i parametri universalmente adottati la definisce paese a rischio medio-alto di stress idrico.<sup>74</sup> I dati del decennio 2001-2010 indicano un incremento medio del 6% nell'uso di risorse idriche rinnovabili rispetto ai 30 anni precedenti (1971-2001) e questa tendenza positiva è confermata anche dalle ultime stime.<sup>75</sup> Nel 2018 una dozzina di comuni capoluogo di provincia/città metropolitane sono stati interessati da misure di razionamento nella distribuzione dell'acqua.<sup>76</sup> La penuria d'acqua si sta verificando sia nelle regioni del centro-sud, come conseguenza del calo delle precipitazioni, sia nelle regioni del nord, a causa della riduzione dei ghiacciai alpini, che rappresentano il più importante serbatoio di acqua dolce in Europa. Questa carenza, destinata a peggiorare dato il previsto calo delle precipitazioni e l'aumento medio delle temperature associate al cambiamento climatico, potrebbe determinare un aumento della desertificazione dei suoli, con riduzione della produzione agricola e maggiore rischio di incendi boschivi, e potrebbe minacciare di conseguenza il progresso economico del nostro paese.

### **Aumento dell' esposizione a tossici ambientali**

Gli effetti avversi del cambiamento climatico in atto incidono sulla qualità dell'aria, aggravando i livelli di inquinamento già troppo elevati, in particolare nei contesti urbani. La temperatura globale, i venti, il volume globale dei ghiacci giocano un ruolo nella

---

<sup>74</sup>OECD (2013), Rapporti dell'OCSE sulle performance ambientali: Italia 2013, Rapporto sulle performance ambientali, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264188754-it>

<sup>75</sup> ISTAT 2017: Giornata mondiale dell'acqua: le statistiche dell'Istat 22 marzo 2017. <https://www.istat.it/it/archivio/198245>

<sup>76</sup> LE STATISTICHE DELL'ISTAT SULL'ACQUA|ANNI2018-2019 <https://www.istat.it/it/files//2020/03/Le-statistiche-Istat-sull%E2%80%99acqua.pdf>

distribuzione e biotrasformazione degli Inquinanti Organici Persistenti (POPS) e dei metalli pesanti. Il riscaldamento atmosferico infatti è in grado di influenzare l'entità e la velocità delle reazioni chimiche attraverso le quali si arriva alla produzione di questi inquinanti nell'atmosfera, e di favorire anche i meccanismi di trasporto e la loro diffusione. Determina inoltre un aumento della concentrazione atmosferica di ozono e di altri inquinanti come gli ossidi di azoto, il particolato (PM) e gli ossidi di zolfo. Le variazioni della temperatura, dell'umidità, del ciclo idrogeologico possono inoltre aumentare i livelli di esposizione alle sostanze chimiche utilizzate per la produzione di alimenti e per il controllo dei parassiti che dovranno verosimilmente essere utilizzati più frequentemente. I pesticidi utilizzati oggi sono per la maggior parte solubili in acqua e le precipitazioni estreme faranno aumentare il rischio di contaminazione delle acque, a causa della loro rapida diluizione.

#### **Aumento della diffusione delle malattie infettive trasmesse da vettori, da alimenti e da acqua.**

Le condizioni climatiche influenzano pesantemente le malattie trasmesse da vettori allungandone la stagione di trasmissione e modificandone la distribuzione geografica. Il cambiamento climatico ha reso stabili in Europa vettori come *Aedes albopictus* (Zanzara tigre) e *Aedes Aegypti*, i quali rendono possibile anche la trasmissione autoctona di malattie tropicali, come è accaduto con la Chikungunya in Italia a partire dal 2007 e poi con la Dengue e la stessa Chikungunya in Francia, in Croazia e a Madeira tra il 2007 e il 2014.<sup>77 78</sup> In Grecia è ricomparsa la malaria, malattia trasmessa dalla zanzara anofele, la cui diffusione è fortemente influenzata dal clima. Sono in aumento anche le malattie trasmesse da zecche, come la malattia di Lyme, la cui area di diffusione si espande perché l'aumento delle temperature favorisce la diffusione del vettore. Il cambiamento climatico rischia inoltre di rendere attuali anche in Italia i problemi della sicurezza delle derrate alimentari, sinora confinati prevalentemente ai paesi in via di sviluppo.<sup>79</sup> Gli agenti patogeni enterici veicolati dall'acqua e dagli alimenti come *Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli*, *Shigella*, hanno una diffusione legata alle variazioni stagionali che potrà essere modificata e prolungata dal cambiamento climatico. Gli eventi climatici estremi con conseguenti inondazioni possono inoltre influenzare l'incidenza delle malattie

---

<sup>77</sup> Reali L. Cambiamenti climatici e malattie trasmesse da vettori. Quaderni ACP 2018;2: 51

<sup>78</sup> Liu-Helmersson J, Quam M, Wilder-Smith A et al. European Center for Disease and control. ECDC. Risk assessment: Autochthonous *Plasmodium vivax* malaria in Greece. 2011.

<sup>79</sup> Miraglia M, Marvin HJP, Kleter GA, et al. 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology* 47 (2009) 1009–1021

di origine alimentare. Un' associazione tra l'aumento delle malattie trasmesse dall'acqua come la leptospirosi, la salmonellosi e la diarrea infettiva e le inondazioni si è già verificata anche in Italia.<sup>80 81</sup> Il rischio di contaminazione da micotossine degli alimenti, fino a pochi anni fa pressochè trascurabile nel nostro paese, sembra infine destinato ad aumentare, tanto che i modelli di previsione delle possibili contaminazioni delle colture di mais e di frumento in Europa da parte di aflatoxina indicano l'Italia come uno dei paesi potenzialmente più a rischio.<sup>82</sup>

### **Incremento degli allergeni**

Il cambiamento climatico interagisce anche con gli allergeni dispersi nell'aria, i pollini e la polvere, aumentandone la concentrazione e di conseguenza favorisce un incremento delle malattie allergiche e atopiche (dermatite atopica ed eczema, rinite allergica, asma). L'aumento medio delle temperature infatti determina un'accelerazione della crescita delle piante, un aumento della quantità di polline prodotta da ciascuna pianta con aumento della quantità di proteine allergeniche in esso contenuto, ed un anticipo dell'inizio della produzione con conseguente allungamento delle stagioni polliniche.<sup>83</sup>

L'IPCC prevede un aumento della temperatura media tra 2,5 e 4 °C entro questo secolo, e la regione in cui noi viviamo, la regione mediterranea, sarà una tra le più colpite. Nel contesto internazionale dei paesi avanzati il nostro è il paese che già oggi presenta il più alto rischio di mortalità aggiuntiva legato alle ondate di calore e all'aumento complessivo delle temperature.<sup>84 85</sup> Tale rischio è destinato ad aumentare: secondo le stime peggiori, calcolate sulla base di un livello costante di emissione di gas serra, in molte zone del nostro Paese nel 2100 i giorni di caldo eccessivo, ovvero i giorni in cui la temperatura massima supererà la soglia del 90 ° centile per quel periodo dell'anno, potranno arrivare a 250 all'anno. Il rischio di mortalità per queste cause interesserà soprattutto le persone più

---

<sup>80</sup> Pellizzer P, Todescato A, Benedetti P et al. Leptospirosis following a flood in the Veneto area, North-east Italy. *Ann Ig.* 2006 Sep-Oct;18(5):453-6.

<sup>81</sup> Marcheggiani S, Puccinelli C, Ciadamidaro S et al. Risks of water-borne disease outbreaks after extreme events. *Toxicological & Environmental Chemistry* Vol. 92, No. 3, March 2010, 593-599.

<sup>82</sup> Battilani P, Toscano P, Van der Fels-Klerx HJ, et al. (2016). Aflatoxin B1 contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports* 6:24328.

<sup>83</sup> D'Amato G, Pawankar R, Vitale C, et al. Climate Change and Air Pollution: Effects on Respiratory Allergy. *Allergy Asthma Immunol Res.* 2016 Sep;8(5):391-5.

<sup>84</sup> Schifano P, et al. Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998-2010: results from a multicenter time series study in Italy. *Environ Health* 2012;11:58.

<sup>85</sup> Michelozzi P, et al. [On the increase in mortality in Italy in 2015: analysis of seasonal mortality in the 32 municipalities included in the Surveillance system of daily mortality]. *Epidemiol Prev.* 2016 Jan-Feb;40(1):22-8

anziane e malate, ma non dobbiamo dimenticare, come già detto, i rischi che si potranno avere durante la gravidanza.

### **Come contrastare il cambiamento climatico**

A livello internazionale l'accordo di Parigi del 2015 aveva fatto ben sperare, fornendo le basi per la futura cooperazione internazionale e per le azioni nazionali sui cambiamenti climatici. La piena attuazione di tutte le azioni di mitigazione cui si erano impegnati i governi nazionali avrebbe limitato il riscaldamento globale medio a circa 2,7°C entro il 2100, sostanzialmente sempre al di sopra dell'obiettivo concordato dalle Nazioni Unite di rimanere "al di sotto di 2 °C".<sup>86</sup> L'attuazione dell'accordo di Parigi dipende dalle azioni concrete che verranno intraprese dai 195 governi nazionali che lo hanno firmato. Gli anni dal 2016 al 2030 saranno una finestra cruciale che determinerà la traiettoria del cambiamento climatico e dello sviluppo umano del prossimo secolo. In tutti i paesi dovrebbe avvenire un cambiamento radicale del pensiero comune: il cambiamento climatico non dovrà essere più considerato solo come una minaccia. La risposta ai cambiamenti climatici dovrà essere considerata come un'opportunità per la salute umana e il benessere. Purtroppo la conferenza dell'ONU sul clima seguita a quella di Parigi, svoltasi a Madrid nel 2019, ha deluso queste aspettative. I circa 200 Paesi presenti hanno segnalato il "bisogno urgente" di agire contro il riscaldamento climatico, ma senza arrivare ancora una volta a un accordo su alcuni punti essenziali tra cui in particolare l'utilizzo delle fonti energetiche basate sul carbonio. Ancora una volta si è deciso di posticipare, rinviando la discussione ad un prossimo incontro previsto in ottobre 2020 a Bonn.<sup>87</sup>

In attesa che i paesi stabiliscano degli accordi decisi e vincolanti per cercare di ridurre questo rischio, cosa possono fare i medici per affrontare l'impatto sulla salute del cambiamento climatico? Noi abbiamo un ruolo multiplo in questo campo, potendo agire come cittadini, come clinici, e come sostenitori.

Come cittadini dovremo ridurre l'impatto ambientale dei nostri comportamenti e incoraggiare gli altri, compresi i nostri pazienti, a fare lo stesso. Come clinici dovremo riconoscere l'impatto dei cambiamenti climatici sulla salute dei nostri pazienti, dato che sebbene le malattie dei nostri pazienti non cambieranno, ne aumenterà certamente la

---

<sup>86</sup> Toffol G, Reali L, Todesco L. Cambiamento climatico e salute dei bambini: cosa cambia dopo la Conferenza di Parigi. Quaderni ACP 2016;1:3

<sup>87</sup> UN Climate Change Conference - December 2019 <https://unfccc.int/cop25>

prevalenza. Dovremo inoltre creare delle collaborazioni tra colleghi e amministratori per ridurre il consumo di energia e i rifiuti del comparto sanitario. I contributi di questo settore alle emissioni di gas a effetto serra sono stimati infatti in circa il 10% delle emissioni totali.<sup>88</sup>

Tutte le azioni che possiamo mettere in atto e suggerire ai nostri pazienti per mitigare il cambiamento climatico hanno una serie di benefici "secondari" per la salute (co-benefici) che possono essere un potente incentivo per accelerare i cambiamenti. Contrariamente ai vantaggi direttamente legati ai processi di mitigazione del clima i cui esiti si potranno vedere solo tra molto tempo, questi benefici secondari si riflettono in un guadagno immediato per la salute di chi li mette in atto. Tra le azioni più importanti segnaliamo quelle rivolte a modificare il sistema dei trasporti e la produzione del cibo.

### **Aumentare l'attività motoria**

Il trasporto di persone e di cose è uno dei pilastri principali della società e dell'economia moderna, perché tutti ne abbiamo bisogno per andare al lavoro, a scuola, in vacanza; anche il cibo, i vestiti e i rifiuti devono essere trasportati. Gli attuali sistemi di trasporto permettono di vendere ed acquistare prodotti, garantiscono l'accesso a servizi pubblici cruciali come l'educazione e l'assistenza sanitaria, consentono di scoprire posti e popoli nuovi. Tuttavia l'attuale sistema dei trasporti ha un impatto notevolmente negativo sull'ambiente e sulla salute delle persone. Nel suo complesso infatti, tra veicoli stradali, treni, navi ed aerei, è responsabile della emissione di un quarto dei gas ad effetto serra dell'Unione Europea, e contribuisce in maniera preponderante anche all'emissione di ossidi di azoto. Quello dei trasporti è inoltre l'unico settore economico in Europa nel quale i gas serra sono aumentati in modo significativo negli ultimi anni e secondo le stime della Commissione Europea le sue emissioni sono destinate ad aumentare anche nel futuro. Infatti, anche se le auto ed i furgoni di più recente produzione sono divenuti sempre più efficienti dal punto di vista energetico perché consumano meno carburante e rilasciano meno emissioni a parità di chilometri percorsi, questo non è sufficiente a determinare una riduzione globale dell'inquinamento in quanto il numero di veicoli e le distanze percorse continuano a crescere. Si stima che entro il 2050 il trasporto passeggeri crescerà di oltre il

---

<sup>88</sup> Wellbery CE. Climate Change Health Impacts: A Role for the Family Physician. Am Fam Physician. 2019;100(10):602-603.

50 % e il trasporto merci dell'80 % rispetto ai livelli del 2013. <sup>89</sup> Il numero di autoveicoli circolanti in Italia è aumentato dal 2000 al 2018 del 27 % ed attualmente sono in circolazione 645 veicoli ogni 1000 abitanti.<sup>90</sup> Più dell'80% delle merci vengono trasportate su strada. I gas serra provenienti dal trasporto su strada rappresentano più del 20 % del totale emesso a livello nazionale. Le emissioni nazionali di ossidi di azoto provenienti dal trasporto stradale derivano prevalentemente dai veicoli diesel e nel 2015 rappresentavano circa il 55% delle emissioni totali nazionali. Il trasporto stradale rappresenta una fonte importante di inquinamento anche riguardo al particolato che nel 2014 era pari al 13 % del totale. <sup>91</sup> Secondo una recente ricerca europea metà dei cittadini europei utilizza quotidianamente l'automobile, mentre solo il 12 % usa la bicicletta ed il 16 % il trasporto pubblico. In Italia la percentuale di chi usa l'automobile ogni giorno è del 66 %, con un rispettivo calo di 3 punti percentuali nell'utilizzo dei mezzi pubblici. La grande maggioranza degli spostamenti avviene ovviamente per motivi di lavoro, nel 46 % dei casi con trasferimento tra comuni diversi. L'eccessivo utilizzo dei trasporti su strada e la quasi totale dipendenza degli stessi dal petrolio determinano una importante emissione di gas ad effetto serra. Agire su questo permetterebbe di ridurre l'incremento delle temperature legato al cambiamento climatico e migliorare quindi direttamente la salute della popolazione. Sostituire parte degli spostamenti in macchina con spostamenti a piedi o in bicicletta avrebbe inoltre ulteriori vantaggi per la salute individuale. Promuovere un aumento del livello di attività fisica della popolazione potrebbe favorire una riduzione delle emissioni e contemporaneamente essere di vantaggio immediato per la salute dei nostri pazienti, determinando una riduzione del rischio di patologie cardiovascolari, demenza, diabete, ed un miglioramento del benessere mentale. A seconda della modalità di trasporto utilizzata il nostro modo di viaggiare avrà conseguenze diverse sull'ambiente e la salute umana. In molti casi, compatibilmente con le infrastrutture presenti nei nostri luoghi di residenza, abbiamo la possibilità di scegliere. Prendiamo ad esempio un tragitto quotidiano di cinque chilometri, corrispondente al tragitto medio compiuto giornalmente dal 50% dagli italiani. <sup>92</sup> Potrebbero essere disponibili diverse opzioni: andare in bici, andare da soli in macchina con il proprio SUV a diesel, condividere l'auto con i colleghi o prendere

---

<sup>89</sup> European Environment Agency. SEGNALI 2016 - Verso una mobilità pulita e intelligente

<http://www.eea.europa.eu/it/publications/segnali-2016-verso-una-mobilita>

<sup>90</sup> Aci, Automobile Club Italia, Annuario statistico 2019 <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico/annuario-statistico-2019.html>

<sup>91</sup> ISPRA XIV Rapporto Qualità dell'ambiente urbano - Edizione 2018

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/xiv-rapporto-qualita-dell2019ambiente-urbano-edizione-2018>

<sup>92</sup> "AUDIMOB" Osservatorio sui comportamenti di mobilità degli italiani

[http://www.isfort.it/sito/statistiche/Congiunturali/Annuali/RA\\_2015.pdf](http://www.isfort.it/sito/statistiche/Congiunturali/Annuali/RA_2015.pdf)

i mezzi pubblici. Alcune delle opzioni saranno più ecologiche di altre e comporteranno dei benefici per l'ambiente e la salute.

### **Promuovere una alimentazione corretta**

Le moderne abitudini alimentari hanno un impatto negativo sempre più forte non solo sulla salute delle persone ma anche sulla sostenibilità ambientale. Agricoltura e produzione di cibo sono globalmente responsabili del rilascio di più del 25 % dei gas ad effetto serra, di un importante inquinamento delle acque dolci, e dell'utilizzo di circa la metà della superficie terrestre libera dal ghiaccio.<sup>93</sup> Quasi l'80% della produzione di gas serra in questo ambito è legata alla coltivazione degli animali.<sup>94</sup> Sebbene il tipo di alimentazione abituale differisca tra gli stati per una varietà di ragioni culturali, climatiche e storiche, esso si è modificato complessivamente negli ultimi 50 anni in concomitanza con l'aumento dei redditi medi e della globalizzazione. Nei paesi ad alto reddito ed in quelli emergenti questi cambiamenti hanno comportato un incremento del consumo di carne e di proteine prevalentemente di origine animale, di calorie globali e di calorie "vuote", come vengono definite le calorie fornite da grassi e zuccheri raffinati, alcol ed oli. Stime complessive permettono di affermare che anche tenendo conto della quantità di alimenti che viene sprecata e non consumata, nelle nazioni ad elevato reddito c'è un consumo calorico medio che eccede giornalmente di circa 500 calorie pro capite la necessità nutrizionale. Basandoci sulle proiezioni di incremento del reddito e dell'urbanizzazione dei paesi in via di sviluppo, si può stimare che nel 2050 si arriverà ad un ulteriore incremento medio del consumo di calorie totali del 15 % e di proteine totali dell' 11% , con un ulteriore shift della composizione alimentare che porterà all'assunzione del 61% in più di calorie vuote, del 18% in meno di porzioni di frutta e verdura, del 2,7% in meno di proteine vegetali, del 23% in più di carne di maiale e di pollame, del 31% in più di carne di ruminanti , del 58% in più di prodotti lattiero-caseari e uova e dell' 82% in più di pesce e frutti di mare.<sup>95</sup> Una modifica di queste diete con riduzione delle calorie assunte in eccesso e dell'assunzione di carne ed un aumento di quella di frutta e verdura sarebbe in grado di ridurre significativamente l'emissione di gas ad effetto serra, e contemporaneamente di migliorare

---

<sup>93</sup> Edenhofer, O. et al. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change Technical Summary (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014).

<sup>94</sup> Tubiello FN, et al. (2014) Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990–2011 Analysis (FAO Statistics Division, Rome).

<sup>95</sup> Tilman D, Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. Nature, 2014, 515:7528: 518-522.

la salute globale, riducendo la mortalità per patologie cardiovascolari, diabete di tipo 2 e cancro.<sup>96</sup>

Diffondere una dieta sostenibile, ovvero, secondo la definizione della FAO, “una dieta a basso impatto ambientale che contribuisce ad assicurare un cibo sicuro ed una vita sana per le generazioni presenti e future” sarà quindi un’azione importante oltre che per le implicazioni di salute individuali, anche per contrastare il cambiamento climatico. Attualmente è possibile stimare con buona approssimazione l’emissione di gas serra determinata dal consumo dei vari tipi di cibo. Le stime si basano su modelli standardizzati e tengono conto delle emissioni che avvengono in tutte le fasi del ciclo vitale degli alimenti, compresa la coltivazione/allevamento, la preparazione, la conservazione ed il trasporto. Le analisi effettuate da numerosi gruppi di studio a partire dagli anni 2000 su svariati alimenti dimostrano come la composizione delle diete influenza fortemente queste emissioni.<sup>97</sup> **[Figura 1]** Come è noto i cibi di origine animale producono una maggior quantità di gas rispetto a quelli di origine vegetale. Per esempio i cibi a base di carne di ruminanti (manzo e agnello) causano un’emissione per grammo di proteine pari a circa 250 volte quella dei cibi a base di legumi. Uova, prodotti lattiero-caseari, prodotti della pesca e dell’acquacoltura, pollame e carni di maiale hanno tutti emissioni molto minori di quelle della carne dei ruminanti.

Non si deve dimenticare inoltre che anche le modalità della produzione possono influenzare fortemente l’emissione di gas. Ad esempio il pesce catturato attraverso la pesca a strascico ha un’emissione di gas tre volte maggiore rispetto a quello pescato con altre modalità. Anche all’interno dello stesso gruppo alimentare inoltre ci possono essere notevoli differenze. Per esempio all’interno del gruppo dei cereali, il grano emette un quinto dei gas prodotti dal riso per grammo di proteine.

Per comprendere appieno l’impatto ambientale è altresì importante conoscere le esigenze nutrizionali che un alimento soddisfa in rapporto al suo consumo. Frutta e verdura sono ad esempio importanti fonti di micronutrienti, antiossidanti e fibre. Diversamente dai tuberi e dai legumi, che sono ricchi di proteine o di calorie, la maggior parte delle verdure non sono consumate per il loro apporto di queste sostanze, e le loro emissioni andrebbero calcolate più correttamente per porzione (e non quindi per grammo di proteine). Per esempio, 20 porzioni di verdura hanno meno emissioni di gas serra di una porzione di carne di manzo.

---

<sup>96</sup> WHO/FAO, 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. World Health Organization, Geneva.

<sup>97</sup> HALLSTRÖM E. et al Environmental impact of dietary change: a systematic review. Journal of Cleaner Production, 2015, 91: 1-11.

Tuttavia, pesce e carni, che sono ricchi di proteine, sono alimenti nutrizionalmente importanti per la fornitura di acidi grassi, minerali e vitamine e se consumati con moderazione possono avere una emissione di gas serra relativamente bassa. Il nostro compito sarà quindi quello di suggerire una dieta più salutare di quella comunemente consumata oggi nei paesi ad elevato sviluppo. La promozione di una dieta “mediterranea” (ricca di vegetali, frutta e pesce e povera di prodotti animali) o vegetariana potrebbe determinare una riduzione dell’ emissione di gas serra fino al 30 e 55 % rispettivamente rispetto alla dieta attuale. E contemporaneamente permetterebbe di evitare 5 e rispettivamente 7 milioni di morti all’anno.<sup>98</sup>

Anche solo ridurre le calorie che mediamente vengono introdotte in eccesso riducendo la quantità di alimenti senza modificarne i tipi potrebbe determinare una riduzione dell’emissione di gas serra del 10 %. O alternativamente, secondo un recente studio, anche mantenendo inalterata la quantità energetica media assunta, la semplice sostituzione di circa il 40 % della carne rossa consumata con altri alimenti come pollo, pesce e cereali potrebbe ridurre dell’ 8% l’emissione dei gas dell’intera Europa. <sup>99</sup> Un’ultima osservazione va riservata al consumo di acqua necessario per la produzione del cibo. Anche in questo caso il consumo necessario per la produzione di cibo di origine animale è molto più elevato, a parità di calorie, di quello necessario per altre tipologie di cibo.<sup>100</sup> Anche a questo proposito quindi una dieta più salutare è sinonimo di una dieta più rispettosa delle risorse.

Promuovere delle modifiche della mobilità e dell’alimentazione dei nostri pazienti è quindi un ruolo importante per tutti i medici, che potrà permettere di ridurre individualmente le emissioni di gas serra e contemporaneamente di avere dei benefici per la salute. Per essere credibili è però necessario impegnarsi in prima persona, perché proprio chi “produce” salute non può prescindere dal mettere in atto azioni volte alla salvaguardia dell’ambiente e delle risorse primarie e non rinnovabili. Creare degli studi medici “verdi”, ambientalmente sostenibili, sarà quindi un punto di partenza indispensabile. Saranno sufficienti delle piccole azioni alla portata di tutti i professionisti e di tutte le amministrazioni per trasformare in questo senso i nostri studi e rendere visibile questo nostro impegno ai pazienti.

---

<sup>98</sup> Springmann M, Godfray HCJ, Rayner M et al. "Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113.15 (2016): 4146-4151.

<sup>99</sup> Tukke A, Goldbohm R A, De Koning, A. Environmental impacts of changes to healthier diets in Europe. *Ecological Economics*, 2011, 70.10: 1776-1788.

<sup>100</sup>Roberto Capone, Massimo Iannetta, Hamid El Bilali et al. A Preliminary Assessment of the Environmental Sustainability of the Current Italian Dietary Pattern: Water Footprint Related to Food Consumption *J Food Nutr Res* 2013, 1(4), 59-67.

**BOX 1 → Suggestimenti per aumentare l'attività motoria e ridurre l'esposizione ad inquinanti outdoor**

Cammina di più, scegliendo orari e percorsi con minor traffico.
Usa di più la bicicletta su percorsi sicuri.
Non sostare con il motore acceso, guida in modo fluido e rispetta i limiti di velocità, utilizza dove possibile parcheggi sotterranei.
Adoperati perché tuo figlio possa andare a scuola in modo autonomo: contribuisce ad attivare un Pedibus, chiedi la creazione di piste ciclabili e percorsi chiusi al traffico in vicinanza delle scuole.
Se devi cambiare automobile, scegli tra quelle che rispettano maggiormente l'ambiente (evita motori diesel, orientati su auto ibride o elettriche).
Collabora con gli entu preposti perché il piano del traffico tenga conto delle esigenze dei bambini.

**BOX 2 → Suggestimenti pratici per ridurre l'impatto ambientale dell'alimentazione.**

<p><b>Riduci il consumo di carne.</b></p> <p>Limita le porzioni e il numero di volte in cui mangi carne, sostituendola con proteine vegetali come quelle provenienti dai legumi.</p>
<p><b>Scegli il pesce giusto.</b></p> <p>Dai priorità alle specie locali e diversifica le tue scelte. Prediligi pesci di piccola taglia e poveri di grasso.</p>
<p><b>Acquista prodotti locali di stagione.</b></p> <p>Mangia prodotti freschi, prodotti nella tua zona, contribuendo così a ridurre le emissioni di CO2 dovute al trasporto.</p>
<p><b>Privilegia i prodotti biologici.</b></p> <p>I cibi biologici non contengono pesticidi ed alte sostanze chimiche. L'agricoltura e l'allevamento biologici consentono un maggior rispetto dei processi ecologici, delle risorse</p>

e della biodiversità.

### **Riduci gli sprechi.**

acquista quello che ti serve, e se l'hai acquistato mangialo.  
Non farti ingannare dalle offerte dei negozi, che ti spingono a comprare più del necessario. In Italia quasi 1/3 del cibo acquistato finisce nella spazzatura, con perdita di denaro e danno per l'ambiente.

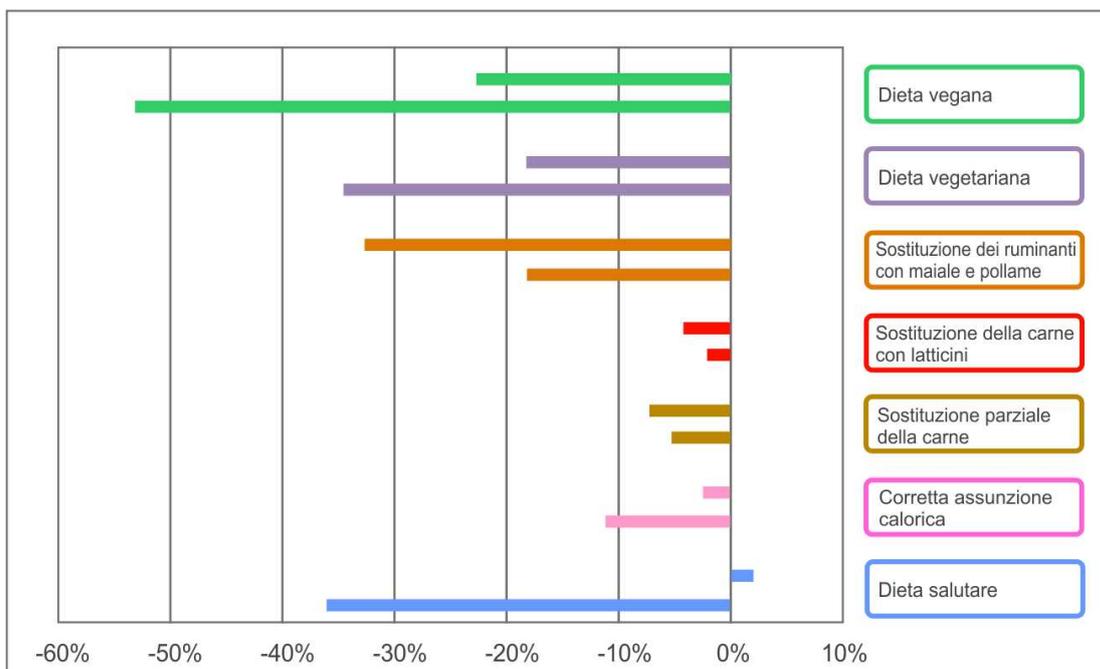
### **Cerca di non acquistare prodotti con troppi imballaggi.**

Gli imballaggi sono rifiuti da smaltire, spesso inutili, ed il loro smaltimento è sempre nocivo per l'ambiente.

### **Bevi l'acqua di rubinetto.**

Le acque in bottiglia non sono migliori di quelle degli acquedotti, ed il loro confezionamento e trasporto sono un ulteriore peso per l'ambiente.

**Figura 1 Effetti della dieta sull' emissione di gas serra, variazioni minime e massime dei vari scenari considerati. (fonte : voce bibliografica 31, modificata)**



## Etica e deontologia della Salute Ambientale

La modernità ha fallito.

Bisogna costruire un nuovo umanesimo,  
altrimenti il pianeta non si salva.

ALBERT EINSTEIN

I medici di famiglia rappresentano per il cittadino il punto di riferimento per la prevenzione, diagnosi e cura delle malattie. La protezione dell'ambiente è sicuramente parte integrante della promozione della salute.

L'articolo 5 del Codice Medico Deontologico sottolinea come *“il medico, nel considerare l'ambiente di vita e di lavoro e i livelli di istruzione e di equità sociale quali determinanti fondamentali della salute individuale e collettiva, collabora all'attuazione di idonee politiche educative, di prevenzione e di contrasto alle disuguaglianze alla salute e promuove l'adozione di stili di vita salubri, informando sui principali fattori di rischio. Il medico, sulla base delle conoscenze disponibili, si adopera per una pertinente comunicazione sull'esposizione e sulla vulnerabilità a fattori di rischio ambientale e favorisce un utilizzo appropriato delle risorse naturali, per un ecosistema equilibrato e vivibile anche dalle future generazioni”*. (Art. 5 codice deontologia medica).

Una visione così complessa dell'ambiente impatta fortemente sulla nostra professione, prevedendo tra i nostri compiti la responsabilità di intercettare circostanze di rischio ambientale prima che se ne manifestino le conseguenze. Gli studi degli ultimi anni hanno evidenziato come, il destino di salute delle future generazioni vada tutelato già a partire dalla vita prenatale, durante la gravidanza e nei primi anni di vita. Occorre pertanto una particolare attenzione nei confronti della donna in età fertile raccomandando di evitare il più possibile l'esposizione a sostanze tossiche e inquinanti. Il Medico di Medicina Generale può utilizzare al meglio competenza professionalità e la migliore conoscenza del proprio assistito durante l'attività clinica, tenendo ben presente la possibile correlazione tra la presenza di fattori di rischio e l'insorgenza delle patologie. E' auspicabile che tra gli aspetti formativi dei medici del futuro si preveda una particolare attenzione nella raccolta dei dati anamnestico- informativi, che possa loro consentire di sviluppare specifiche

competenze epidemiologiche a livello di comunità raccogliendo dati e informazioni sul territorio (medici sentinella) al fine di poter valutare con attenzione le correlazioni tra malattie e possibili cause ambientali. A tale figura sarà richiesto di inserirsi in un processo di raccolta dati, analisi, valutazioni scientifiche rigorose e trasparenti. Per affrontare tale compito è necessario uno specifico percorso formativo per acquisire le conoscenze necessarie. Oltre alla produzione di dati al medico sentinella spetterà anche il compito di *advocacy*, educatore, promotore di attenzione e studio sulle tematiche ambientali sanitarie sul territorio.

Deve peraltro ammettersi che lo studio, pur fondamentale, delle evidenze epidemiologiche, non consente, in molti casi, una tempestiva azione di prevenzione richiedendo tempi lunghi per la dimostrazione del possibile nesso di causalità tra noxa patogena e patologia.

Unitamente a coloro che hanno il mandato istituzionale della tutela della salute (sindaci, autorità di governo, amministratori, legislatori), il medico deve adottare, in contrapposizione all'etica tradizionale antropocentrica (l'uomo che domina la natura), il principio di responsabilità anche nei confronti di ciò che lo circonda (l'uomo nella natura in armonia con essa).

Lo sviluppo tecnologico, al quale bisogna riconoscere sostanziali passi avanti nella storia delle umane vicende, in molti casi è andato ben oltre le reali necessità di un effettivo miglioramento della qualità di vita, sconfinando in vere e proprie posizioni di rischio. Il fatto non è privo di possibili ricadute sulle generazioni future che si troverebbero ad affrontare enormi problemi dovuti a quelle precedenti. Esempari in tal senso le scelte energetiche poco lungimiranti intraprese in qualsiasi parte del mondo (ad esempio le immissioni di gas e di particolato nell'atmosfera con influenze sostanziali sui cambiamenti climatici) o una fuga radioattiva da una centrale nucleare. Le conseguenze per gli ecosistemi e quindi per l'umanità, saranno ben durevoli nel tempo e coinvolgeranno tutta la Terra. Il principio di responsabilità dovrebbe pertanto essere ritenuto fondamentale riferimento etico per ogni scelta sia di tipo individuale che collettiva anche in materia ambientale.

**[Il principio di responsabilità (1979) H.Jonas].**

Il progresso scientifico ed economico hanno migliorato la qualità della vita in alcune aree del mondo, ma al tempo stesso hanno causato danni al pianeta generando preoccupazioni, dubbi e diffidenze per i gravi rischi che causano alla salute e all'ambiente (cambiamenti climatici, riduzione della biodiversità, emissione di sostanze inquinanti, tossiche, radioattive, diminuzione dell'aspettativa di vita in salute).

I problemi legati ad una crescita economica senza regole, terreno favorevole per un mondo finanziario senza scrupoli che antepone i profitti alla salute, portano alla ricerca continua di un difficile equilibrio tra l'uomo e l'ambiente che lo circonda. Nel tentativo, vecchio quanto la storia, di superare o di rendere meno insormontabili i limiti posti da condizioni naturali e sociali avverse, l'uomo ha svolto tutta la sua azione trasformatrice, e spesso purtroppo anche distruttrice, della natura: un'azione sempre più intensa e vistosa, via via che i suoi mezzi tecnici si sono evoluti e perfezionati, finalizzata a rendere il proprio habitat più confortevole, ma spesso con l'effetto indesiderato di modificarne e stravolgerne alcune delle peculiarità essenziali.

La modernità ci mette di fronte a rischi sempre maggiori, e la crescita dei saperi, paradossalmente, va di pari passo con un crescente scetticismo nei confronti della capacità della scienza stessa di spiegare perché avvengono determinati eventi. Nel mondo moderno la tecnologia ha costituito la branca di maggiore sviluppo; la stessa cosa non si può dire per la scienza pura, intendendo con questo termine il frutto della ricerca non finalizzata a un risultato economico ma capace di incidere profondamente nella direzione di autentico progresso scientifico. Oltretutto ricerca e tecnologia assai spesso sono caratterizzati da un pericoloso riduzionismo che trascura la complessità di molti fenomeni e interazioni specie nel campo della biologia. Laddove sono presenti rischi accertati si può e si deve applicare la prevenzione; la precauzione invece è un aspetto profondo della prudenza che opera in un campo intermedio tra l'ambito della prevenzione e quello delle congetture dove le ipotesi possono essere considerate anche in assenza di prove preliminari.

Il principio di precauzione (emanato nell'articolo 15 della Dichiarazione di RIO nel giugno 1992) è un approccio alla gestione dei rischi che si esercita in una situazione d'incertezza scientifica, che reclama un'esigenza d'intervento di fronte ad un rischio potenzialmente grave, senza attendere i risultati della ricerca scientifica. Il principio contrasta l'atteggiamento attendistico di stare a vedere "cosa succederà prima di prendere provvedimenti" per non turbare interessi in gioco diversi da quelli di salute. Al fine di proteggere l'ambiente, gli Stati dovrebbero applicare l'approccio precauzionale secondo le loro capacità. Laddove ci siano pericoli di danni seri o irreversibili all'ambiente, la mancanza di evidenze scientifiche definitive non può essere usata per posporre misure efficaci e proporzionate per prevenire il degrado ambientale. [\[Art. 15 Conferenza ONU. "Dichiarazione di Rio su Ambiente e Sviluppo" 1992..](#)

*“Nelle aree a rischio le attività potenzialmente pericolose vengono comunque permesse, dato che le regole della scienza tradizionale richiedono forti evidenze per individuare l'effetto dannoso. Questo conservatorismo scientifico è favorevole ai promotori di attività o tecnologie potenzialmente pericolose in quanto la ricerca non è in grado di produrre dati sufficienti a dimostrare il rischio. Quando esiste una forte incertezza circa i rischi e i benefici la decisione deve tendere più verso l'estremità della cautela per l'ambiente e della salute pubblica.” (D. Kriebel e J. Tickner, 2003)*

Ogni sostanza deve essere adeguatamente testata per il suo potenziale cancerogeno e teratogeno, prima d'essere immessa nell'ambiente. Come già detto lo studio delle evidenze epidemiologiche, seppur fondamentale, non consente una tempestiva azione di prevenzione. La prima linea di difesa contro le patologie croniche degenerative è o dovrebbe consistere nella prevenzione primaria: la riduzione cioè dell'esposizione collettiva ai sempre più ubiquitari cancerogeni ambientali. La prevenzione primaria si è spesso incagliata su un percorso irto di ostacoli. A differenza di quanto è accaduto per l'identificazione degli agenti causali delle malattie contagiose, invariabilmente salutata come un successo benefico, l'identificazione di un composto chimico o di un agente fisico come cancerogeno ha spesso dovuto farsi strada fra ingiustificati scetticismi, quasi sempre correlati a precisi conflitti di interesse, subendo l'aperta ostilità sollevata da chi sentiva profitti e interessi finanziari intaccati da tale identificazione.

Per promozione della salute si intende il processo che permette alle persone di aumentare il controllo sulla propria salute e di migliorarla. Essa non è una responsabilità esclusiva del settore sanitario: l'attuale modello di sviluppo persegue una crescita illimitata, promuove un'economia dello spreco ad uso intensivo di energia e di risorse, che genera rifiuti e inquinamento e dissipa le riserve naturali della Terra e dell'Uomo. Questo causa l'esposizione ad agenti epigenotossici fisici, chimici e biologici che persistono nell'ambiente e si bioaccumulano negli esseri umani, causando trasformazioni epigenetiche che vanno ad interessare l'intera popolazione e le generazioni future.

La 1° Conferenza Internazionale sulla Promozione della Salute, riunita a Ottawa il 21 novembre 1986, dà origine alla “La Carta di Ottawa per la Promozione della Salute” che è stata in primo luogo una risposta alle crescenti aspettative mondiali per un nuovo movimento di Sanità Pubblica. La Conferenza si è basata sul progresso ottenuto grazie alla Dichiarazione sull'Assistenza Sanitaria Primaria di Alma-Ata (1978), al documento della WHO sugli obiettivi della Salute per Tutti e al più recente dibattito sull'azione intersettoriale a favore della salute svoltosi nell'Assemblea Mondiale della Sanità.

La Carta ribadisce come per raggiungere uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, un individuo deve essere capace di identificare e realizzare le proprie aspirazioni, di soddisfare i propri bisogni, di cambiare l'ambiente circostante o di farvi fronte. La salute è quindi vista come una risorsa per la vita quotidiana, non è l'obiettivo del vivere. La salute è un concetto positivo che valorizza le risorse personali e sociali, come pure le capacità fisiche. Quindi la promozione della salute non è una responsabilità esclusiva del settore sanitario, ma va al di là degli stili di vita e punta al benessere. La salute è creata prendendosi cura di sé stessi e degli altri, essendo capaci di prendere decisioni e di avere il controllo sulle diverse circostanze della vita, garantendo che la società in cui uno vive sia in grado di creare le condizioni che permettono a tutti i suoi membri di raggiungere la salute. Assistenza, olismo ed ecologia sono questioni essenziali nello sviluppo delle strategie per la promozione della salute. Le persone che sono coinvolte dovrebbero assumere come principio guida che in ciascuna fase della progettazione, realizzazione e valutazione dell'attività di promozione della salute gli uomini e le donne dovrebbero diventare partners alla pari [4] [The Ottawa Charter for Health Promotion. 1° Conferenza Internazionale sulla promozione della salute. 17-21 novembre 1986.](#)

La corretta comunicazione e l'effettiva partecipazione dei cittadini alla definizione dei problemi, alle decisioni e alle azioni da intraprendere per cambiare e migliorare i determinanti della salute sono punti centrali per l'attuazione dei principi ivi contenuti, richiedendo stretta collaborazione tra tutti i settori della società, gli organi di governo e gli esperti della salute in primis.

## **Scelte verdi nello studio medico: il medico come esempio di comportamenti virtuosi per salvaguardare l'ambiente.**

*Giacomo Toffol*

L'Organizzazione Mondiale per la Sanità (OMS) definisce l'inquinamento ambientale uno dei maggiori problemi di salute della popolazione mondiale. Nella Regione Europea dell'OMS, che corrisponde all'insieme dell'Europa politica e dei paesi dell'ex URSS, è responsabile di più del 15 % di tutti i decessi.<sup>101</sup> Questa importante perdita di vita potenziale è determinata dalla somma dell'inquinamento dell'aria, del suolo, dell'acqua e del cibo del nostro pianeta. I nuovi scenari che si sono generati in questi anni (rapida globalizzazione, nuova industrializzazione, forte urbanizzazione, consumi non sostenibili, crescita eccessiva della popolazione, ecc.) hanno determinato una vera e propria emergenza ambientale dovuta sia all'aumento di sostanze inquinanti pericolose, sia ai cambiamenti climatici (desertificazione, siccità, deforestazione, uragani, incendi, alluvioni) che alla perdita della biodiversità. In questo scenario i danni per la salute sono molteplici. Sono in aumento le patologie cronico-degenerative, neoplastiche e infiammatorie, quelle mentali, le disfunzioni riproduttive e le malattie infettive. Proprio per tale motivo già dal 1989 l'OMS ha coordinato una serie di iniziative internazionali in collaborazione con i governi di tutta la Regione per cercare di porvi rimedio.<sup>102</sup> Il tema è al centro dell'agenda di molte organizzazioni statali e sovranazionali, compresa l'Unione Europea, e di molte associazioni professionali ma è anche un tema sentito da tutta la popolazione, come ha dimostrato recentemente un rinnovato movimento giovanile che dall'anno scorso ha iniziato una serie di azioni a sostegno del cambiamento climatico con la mobilitazione di più di 1 milione e mezzo di studenti in più di 2000 città in tutto il mondo.<sup>103</sup>

Ovviamente anche il mondo medico è direttamente coinvolto in questo problema, se non altro perché si deve occupare degli esiti di malattia sempre più frequenti e gravi. Molte associazioni mediche in Italia hanno inserito le tematiche correlate alla salubrità ambientale all'interno dei loro percorsi formativi, essendo questa un'esigenza molto sentita dai medici. Due indagini indipendenti rivolte ai pediatri di famiglia italiani negli ultimi anni,

---

<sup>101</sup> Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report. WHO Regional Office for Europe. 2019 <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-health-inequalities-in-europe.-second-assessment-report-2019>

<sup>102</sup> World Health Organization, Regional Office for Europe. Environment and health <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health>

<sup>103</sup> CLARK, Helen, et al. A future for the world's children? A WHO-UNICEF-Lancet Commission. The Lancet, 2020, 395.10224: 605-658.

effettuate dall' Associazione Culturale Pediatri (ACP) e dalla Federazione Medici Pediatri (FIMP) hanno portato a dei risultati sovrapponibili. La maggior parte dei pediatri intervistati dichiara di ricevere frequentemente richieste di informazioni sui rischi per la salute connessi all'inquinamento ambientale da parte dei genitori dei propri pazienti, soprattutto riguardo l'inquinamento atmosferico, di acqua e cibo, e molti di essi osservano tra i loro assistiti un aumento delle patologie correlate all' inquinamento. La maggior parte dei pediatri intervistati ritiene ancora scarse le proprie conoscenze su questi argomenti e considera utile o necessario per la sua attività professionale un approfondimento su questi temi.<sup>104</sup> <sup>105</sup> A conclusioni simili è giunta anche una indagine effettuata dall'Ordine dei Medici di Treviso che ha coinvolto mediante un questionario on line tutti gli iscritti, indipendentemente dal loro profilo professionale. L'85 % dei rispondenti ha notato nella sua pratica professionale un aumento della frequenza di patologie verosimilmente correlate con l'inquinamento ambientale e ben il 96 % ritiene che un miglioramento delle conoscenze relative all'impatto ambientale sulla salute possa essere utile nella sua pratica clinica. Più del 60 % di essi ritiene infine che il medico possa incidere in maniera significativa sulle decisioni in materia di politica sanitaria sulle tematiche ambientali.<sup>106</sup> I medici non possono quindi limitarsi ad un'operazione di contenimento e riparazione dei danni diretti e immediati degli agenti patogeni, ma devono anche operare per far sì che la società nella quale viviamo modifichi le sue priorità in favore della salvaguardia della salute. Il ruolo dei medici delle cure primarie nei confronti delle patologie ambientali è quindi molto vasto e purtroppo ancor oggi scarsamente supportato sia dai corsi di laurea sia dai corsi di formazione continua post-laurea. Essi infatti dovrebbero essere in grado di riconoscere i casi sentinella nella comunità in cui operano e conseguentemente prendere le misure appropriate in collaborazione con le autorità sanitarie locali per prevenire ulteriori casi.<sup>107</sup> Devono anche essere in grado di fornire una consulenza aggiornata e corretta ai loro pazienti sia sulle cause delle patologie correlate all'ambiente sia sulle modalità di prevenzione.<sup>108</sup> Devono infine mettere in atto individualmente e come comunità tutte le

---

<sup>104</sup> Toffol G. Inquinamento e salute dei bambini: come sono cambiate le conoscenze dei pediatri e cosa chiedono le famiglie. Quaderni ACP 2014;21(6):278

<sup>105</sup> Murgia V, Sapia MG, Toffol G. Indagine sulla sensibilità e il bisogno di formazione dei Pediatri di Famiglia sui temi ambientali. Il medico pediatra 2019;28(1):8-14

<sup>106</sup> De Conto U. Analisi preliminare delle risposte al "questionario ambiente e salute" In: Il medico, l'ambiente e la salute. Ordine dei Medici, 23 novembre 2019.

<sup>107</sup> Lauriola P, Pegoraro S, Serafini A, et al. (2018) The Role of General Practices for Monitoring and Protecting the Environment and Health. Results and Proposals of the Italian Project Aimed at Creating an "Italian Network of Sentinel Physicians for the Environment" (Rimsa) within an International Perspective. J Family Med Community Health 5(5): 1160.

<sup>108</sup> SCHWARTZ, Brian S.; RISCHITELLI, Gary; HU, Howard. The future of environmental medicine in Environmental Health Perspectives: where should we be headed?. 2005.

azioni in grado di agire su queste cause, orientandosi sempre più alla prevenzione primaria di queste patologie.<sup>109</sup> Quest'ultimo compito è forse il più importante ed è quindi quello sul quale si dovrebbero concentrare le maggiori energie. Il medico può essere decisivo nel convincere i suoi pazienti a praticare degli stili di vita più rispettosi dell'ambiente, meno inquinanti e di conseguenza meno nocivi, in quanto è ancora uno dei professionisti di cui la gente si fida maggiormente.<sup>110</sup>

Per essere convincente e coinvolgere il maggior numero di pazienti è però indispensabile che il medico dia per primo l'esempio, attuando tutti quegli stili di vita che possono innescare un cambiamento virtuoso dell'ambiente in cui viviamo. Il punto di partenza non può che essere l'ambulatorio medico, il luogo dove il paziente entra in contatto con il suo medico di fiducia, che può prendere a modello per mettere in atto tutte quelle azioni volte alla salvaguardia dell'ambiente e delle risorse primarie e non rinnovabili, che garantiscono una prevenzione primaria delle malattie ambiente correlate. Un ambulatorio ecocompatibile sarà quindi la miglior presentazione degli stili di vita dei medici.

### **Lo studio medico ecocompatibile**

Gli ambulatori dei medici non sono così salubri come si può pensare. Contengono infatti numerose sostanze chimiche potenzialmente tossiche. Inoltre, per il loro riscaldamento, refrigerazione e illuminazione contribuiscono al consumo di energia che spesso potrebbe essere ridotta.<sup>111</sup> Mettere in atto i suggerimenti che seguono può determinare una riduzione dell'inquinamento. Documentare queste scelte ai pazienti può essere uno stimolo importante per far acquisire comportamenti virtuosi. Le aree principali su cui si può intervenire, descritte in seguito in dettaglio sono: utilizzo della carta, utilizzo dei prodotti per la pulizia e la sanificazione, gestione dei rifiuti, efficienza energetica, mobilità del medico e del personale di studio, prescrizioni farmacologiche. [tabella 1] Quest'ultimo tema verrà approfondito con maggior attenzione dato che la contaminazione ambientale da farmaci, che anche noi possiamo contrastare con le nostre azioni, è un tema emergente all'interno del problema dell'inquinamento ambientale.<sup>112</sup>

---

<sup>109</sup> Xie E. et al. Challenges and opportunities in planetary health for primary care providers. *The Lancet Planetary Health*, 2018, 2.5: e185-e187.

<sup>110</sup> Griffiths J, Hill A, Spiby J, et al. Ten practical actions for doctors to combat climate change. *BMJ* 2008;336:1507.

<sup>111</sup> Public Health England and NHS England. Sustainable development in health and care report—health check 2016. London: Sustainable Development Unit, 2016

<sup>112</sup> KÜMMERER, Klaus. Pharmaceuticals in the environment. *Annual review of environment and resources*, 2010, 35: 57-75

## **Utilizzo della carta**

Negli ambulatori medici è sovente possibile utilizzare meno carta. Questi i suggerimenti principali che permettono di raggiungere un buon risultato:

- Evita quando possibile le confezioni e i contenitori da buttare e la posta non richiesta. È consigliabile leggere le riviste scientifiche sempre in formato elettronico invece che stampate e segnalare alle case farmaceutiche che non sono apprezzati omaggi destinati a produrre rifiuti e che non si accettano confezioni di campioni non necessarie e documenti pubblicitari su carta o plastificati.
- Comunica con i medici e i pazienti possibilmente tramite mail, riducendo al massimo la consegna di indicazioni e suggerimenti sotto forma di volantini. Per tale scopo è preferibile attaccare delle locandine in sala di attesa.
- Usa carta riciclata oppure naturale prodotta nel rispetto delle foreste per i vari impieghi: per stampante, fotocopiatrice e fax; per stampe; cancelleria e materiale igienico sanitario.
- Cerca altri prodotti di cancelleria in materiali riciclati: ad esempio cartucce toner, post-it, penne, lapis etc.
- Organizzati per ricaricare le tue cartucce del toner, contattando operatori del settore della rigenerazione dei toner. Richiedi il servizio alla tua Asl o al comune dove lavori.

## **Utilizzo dei prodotti per la pulizia e la sanificazione dell'ambulatorio**

- Riduci l'utilizzo di sostanze chimiche per la pulizia dei pavimenti e delle superfici, preferendo prodotti non tossici e a ridotto impatto ambientale. Utilizzane il meno possibile ed arieggia sempre dopo l'utilizzo. Riduci numero e quantità dei prodotti, prediligendo acqua e aceto o bicarbonato da diffondere con spruzzatori in diluizione tra il 20 e il 40%. Mantieni le stanze pulite utilizzando un panno umido e un aspirapolvere con un filtro HEPA. Usa acqua calda che potenzia qualunque tipo di lavaggio e di detersivo. Usa il tempo: qualche attimo di attesa permette ad acqua e detersivi di agire meglio. Evita i tappeti e utilizza in cambio, se necessario, copripavimenti in sughero, legno duro, linoleum o bambù. In caso di ritinteggiatura dei locali utilizza vernici a basso contenuto di VOC (composti organici volatili).

## **Gestione dei rifiuti**

- Differenzia carta, vetro, plastica e alluminio organizzando contenitori appositi per il riciclo.
- Controlla che il comune dove lavori applichi la raccolta differenziata dei rifiuti e se così non fosse sollecitane l'attivazione.
- Fai attenzione nella raccolta di farmaci scaduti, facendo eventualmente installare dall'amministrazione comunale un apposito contenitore nei pressi dell'ambulatorio, utilizzabile anche dai pazienti.

## **Efficienza energetica**

- Installa impianti di illuminazione a risparmio energetico, sostituisci tutte le lampadine a incandescenza con lampadine compatte fluorescenti o a led, utilizza strumenti efficaci dal punto di vista energetico.
- Spegni tutte le luci fuori degli orari lavorativi o comunque quando non servono, spegni computer e altri strumenti durante il week-end e anche durante il giorno quando non vengono usati per un lungo periodo di tempo.
- Utilizza ciabatte multipresa con interruttore per disinserire tutti gli apparecchi contemporaneamente.
- Identifica ogni area che non viene usata ma che è condizionata. Spegni gli impianti di riscaldamento, di ventilazione e di climatizzazione per queste aree o escludine la ventilazione.
- Controlla regolarmente i sistemi di riscaldamento e refrigerazione. Regola la temperatura in modo ottimale evitando sia un eccessivo riscaldamento sia un'eccessiva refrigerazione. Assicurati che mobili o altro non ostacolino il flusso dell'aria attorno ai radiatori, ai collettori e ai diffusori.
- Effettua regolarmente la manutenzione dei sistemi di condizionamento secondo le istruzioni del produttore. La polvere che si accumula peggiora il funzionamento delle ventole e la pulizia dei filtri aiuta anche a ridurre gli allergeni nell'ambiente.
- Minimizza l'uso dell'acqua calda, regolando la temperatura sulla temperatura minima indispensabile, e considera l'acquisto di un termostato che disattivi la

caldaia di notte e durante il week-end e la faccia riattivare un'ora prima dell'apertura dell'ambulatorio.

- Ricorda che un ambulatorio efficiente energeticamente e che utilizza energie rinnovabili non solo diventa più verde ma anche più economico e rappresenta un ottimo mezzo di comunicazione per la sostenibilità ambientale ed energetica.

### **Risparmio idrico**

- Adotta strategie di risparmio dell'acqua: installa filtri nei rubinetti, procurati adattatori per tutti i rubinetti per ridurre il getto d'acqua almeno del 50%, sistema immediatamente tutte le perdite di acqua, prendi in considerazione l'installazione di valvole a molla o di sensori automatici che chiudano i rubinetti automaticamente.

### **Mobilità**

- Adottare una mobilità sostenibile riduce l'inquinamento atmosferico e migliora anche la nostra salute. È bene quindi cercare di recarsi al lavoro in bicicletta, a piedi o con mezzo pubblico almeno 1 giorno a settimana.
- Installa all'esterno dell'ambulatorio una rastrelliera per le biciclette. Può essere utile per incoraggiare collaboratori e pazienti a utilizzare la bicicletta per venire in ambulatorio.
- Sostituisci quando possibile gli incontri scientifici e gli aggiornamenti di persona con analoghi interventi da effettuare via web per ridurre gli spostamenti in auto.

### **Prescrizioni farmacologiche**

All'inquinamento da farmaci e alle conseguenze che questo fenomeno sta già causando sull'ambiente e sugli animali, nonché ai possibili interventi correttivi per questo fenomeno è dedicato un intero capitolo di questo testo. Richiamiamo comunque alcuni concetti che sottolineano l'importanza che possono assumere le azioni dei medici, sia nell'educazione dei pazienti, sia nel momento delle decisioni terapeutiche, per contribuire alla riduzione di questo problema.

Tra le diverse sorgenti di diffusione dei farmaci in ambiente quelle sulle quali i medici possono intervenire sono due: la fisiologica escrezione da parte dell'organismo umano e lo smaltimento scorretto da parte della popolazione di farmaci non utilizzati o scaduti. Molti farmaci sono metabolizzati solo in parte dall'organismo, ed in gran parte vengono escreti nell' ambiente inalterati o sotto forma di metaboliti attivi, in percentuali variabili ma significative. Si va dal 10 % dell' eritromicina, al 20 dell' omeprazolo, al 60 dell' amoxicillina fino al 90 % della furosemide.<sup>113</sup> Moltiplicando queste percentuali per le quantità di farmaci assunti costantemente dalla popolazione si comprende come il volume di sostanze attive che si diffonde nell'ambiente sia significativo. Come emerge dall'ultimo rapporto dell'Osservatorio Nazionale sull'impiego dei medicinali (Osmed) nel corso del 2018 in Italia sono state consumate complessivamente più di 58 milioni di dosi di farmaco al giorno.<sup>114</sup> Una seconda sorgente di diffusione sulla quale come medici possiamo intervenire è rappresentata dallo smaltimento dei farmaci. Secondo stime dell'Unione Europea i farmaci scaduti o inutilizzati rappresentano, con differenze significative tra i vari paesi, quasi il 50% dei farmaci venduti. Secondo i dati ISPRA del 2016 in Italia si sono raccolte complessivamente 4.414 tonnellate di farmaci scaduti.<sup>115</sup> Tutti noi sappiamo che i farmaci vanno smaltiti in modo diverso dai comuni rifiuti urbani e devono essere quindi depositati dalla popolazione in spazi appositi, ma ciò non sempre si verifica. Lo smaltimento scorretto dei farmaci inutilizzati da parte della popolazione in lavandini a servizi igienici è una pratica infatti ancora frequente. L'Unione Europea stima che questa pratica coinvolga una percentuale di farmaci scaduti o inutilizzati che varia dal 26% nei paesi scandinavi fino a più del 90% in Francia. Dai dati di una recente indagine svolta nella città di Verona risulta che circa il 22% dei cittadini non smaltisce correttamente i farmaci.<sup>116</sup> L'elevata percentuale di farmaci che raggiunge le acque di scarico delle città, sia per la normale escrezione da parte degli utenti, sia per lo scorretto smaltimento, non viene ancor oggi completamente eliminata dagli impianti di trattamento e viene in parte riversata inalterata nelle acque superficiali, da cui può poi raggiungere le falde acquifere profonde.<sup>117</sup> Riflettere sulle nostre modalità prescrittive e sollecitare i pazienti, anche con l'esempio, ad un adeguato smaltimento, sono due azioni che possono ridurre la diffusione

---

<sup>113</sup> Zuccato E, Castiglioni S, Favelli R, Bagnati R. Inquinamento da farmaci : le evidenze. R&P 2007;23:67-73

<sup>114</sup> Osservatorio Nazionale sull'impiego dei Medicinali. L'uso dei farmaci in Italia. Rapporto Nazionale Anno 2018. Roma: Agenzia Italiana del Farmaco, 2019.

<sup>115</sup> ISPRA: rapporto rifiuti urbani, edizione 2018

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/rapporto-rifiuti-urbani-edizione-2018>

<sup>116</sup> Velo G. Ecofarmacovigilanza: perché? Giornale Italiano di Farmacoeconomia e Farmacoutilizzazione 2015;7: 21-27

<sup>117</sup> Patrolecco L, Capri S, Ademollo N. Occurrence of selected pharmaceuticals in the principal sewage treatment plants in Rome (Italy) and in the receiving surface waters. Environ Sci Pollut Res Int. 2015 Apr;22(8):5864-76.

di farmaci nell'ambiente. Per raggiungere questo obiettivo sarà quindi importante prescrivere farmaci solo quando si è sicuri che il paziente li assumerà, essere restrittivi nelle prescrizioni che a volte possono essere indotte solo da richieste esagerate dei pazienti, prescrivere sempre le quantità minime sufficienti, e rivalutare regolarmente le prescrizioni a lungo termine e il consumo dei farmaci dei singoli pazienti.

Altrettanto importante sarà inoltre ricordare costantemente ai pazienti le corrette modalità di smaltimento dei farmaci, anche nel caso dei cerotti medicati e degli inalatori usati. Per ottenere i massimi risultati sarebbe utile considerare nella scelta dei farmaci anche il loro impatto ambientale, approfondendo i progetti che alcune nazioni europee, ed in particolare la Svezia, stanno portando avanti da anni. A partire dal 2003 in Svezia è iniziato un lavoro sistematico di valutazione e classificazione dei prodotti farmaceutici in funzione del loro impatto ambientale, con l'obiettivo di fornire degli strumenti in grado di orientare le scelte terapeutiche verso un consumo farmaceutico non nocivo per l'ambiente. A tal fine è stato prodotto un manuale in cui la maggior parte dei farmaci di uso più comune è stata classificata in base al rischio per l'ambiente. Dal 2017 questo manuale è stato trasformato in un database elettronico, continuamente aggiornato, e liberamente consultabile.<sup>118</sup> L'utilizzo di questo manuale potrebbe permetterci delle scelte farmacologiche maggiormente rispettose dell'ambiente a parità di effetto terapeutico.

In conclusione...

Al termine di questo breve capitolo, ricordiamo l'importanza del medico nella trasmissione di tutti quei messaggi che sono utili sia per mantenere la salute dei pazienti sia per ridurre l'inquinamento atmosferico. Per essere davvero convincenti è necessario dare per primi l'esempio, e creare un ambiente di lavoro più salubre sarà uno dei principali modi per dimostrarlo. Sarà ovviamente necessario documentare questo impegno ai pazienti, utilizzando dei poster per pubblicizzare i cambiamenti e l'importanza di pratiche "verdi", e fornendo loro le informazioni e gli strumenti di cui hanno bisogno per portare simili cambiamenti nelle loro case e nei loro posti di lavoro. Alcuni esempi di strumenti utili a informare i pazienti su comportamenti virtuosi in campo ambientale sono riportati anche in un capitolo dedicato alla educazione sanitaria.

Un ambulatorio "verde" potrà così diventare un mezzo educativo per i pazienti e la comunità.

---

<sup>118</sup> Pharmaceuticals and Environment <https://www.janusinfo.se/environment>

**Tabella 2**

**Principali scelte verdi in uno studio medico**

<b>Usa meno carta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Evita confezioni e contenitori da buttare e la posta non richiesta</li><li>• Richiedi riviste elettroniche invece che stampate</li><li>• Rifiuta dalle case farmaceutiche le confezioni di campioni non necessarie.</li><li>• Rifletti sulle pubblicità delle case farmaceutiche su carta o plastificate, segnala che non apprezzi omaggi destinati a produrre rifiuti.</li><li>• Comunica con i medici e i pazienti tramite e-mail quando possibile.</li><li>• Usa carta riciclata</li><li>• Non dare a tutti un volantino informativo, attaccalo in un'area centrale dell'ambulatorio e fanne circolare qualche copia.</li></ul>
<b>Usa prodotti non tossici per la pulizia e la sanificazione dell'ambulatorio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Promuovi la riduzione dell'uso di sostanze chimiche per uso domestico, preferendo prodotti per la pulizia non tossici, a ridotto impatto ambientale.</li><li>• Utilizza vernici a basso contenuto di VOC (composti organici volatili). Evita tappeti. Utilizza sughero, legno duro, linoleum o bambù.</li></ul>
<b>Differenzia carta, vetro, plastica e alluminio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Organizza contenitori appositi per il riciclo di carta, di alluminio e di plastica.</li></ul>
<b>Efficienza energetica</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Installa impianti di illuminazione a risparmio energetico</li><li>• Sostituisci tutte le lampadine a incandescenza con lampadine compatte fluorescenti o a led</li><li>• Spegni tutte le luci fuori degli orari lavorativi o comunque quando non servono</li><li>• Acquista strumenti efficaci dal punto di vista energetico</li><li>• Spegni computer e altri strumenti durante il week-end e anche durante il giorno quando non vengono usati per un lungo periodo di tempo</li><li>• Disinserisci tutti gli apparecchi dalle prese o usa ciabatte multipresa con interruttore</li><li>• Procurati il più efficiente a livello energetico e piccolo dei frigoriferi</li><li>• Fai manutenzione al tuo sistema di riscaldamento/raffreddamento ambientale: Sostituisci i filtri regolarmente secondo le istruzioni del produttore, e ricorda che la polvere che si accumula peggiora il funzionamento delle ventole, e che la pulizia dei filtri aiuta anche a ridurre gli allergeni nell'ambiente.</li></ul>
<b>Adotta strategie di risparmio dell'acqua</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Procurati rompigitto per tutti i rubinetti per ridurre il getto d'acqua almeno del 50%.</li></ul>
<b>Adotta una mobilità sostenibile</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vai al lavoro in bicicletta, a piedi o con mezzo pubblico, almeno 1 giorno a settimana.</li><li>• Incoraggia collaboratori e pazienti a utilizzare i trasporti pubblici e la bicicletta per venire in ambulatorio.</li><li>• Procura una rastrelliera per le biciclette</li><li>• Preferisci un ambulatorio accessibile con mezzi pubblici</li></ul>

- Riduci gli spostamenti in auto, da solo.

**Rifletti sui farmaci che prescrivi**

- Ricorda che i farmaci sono progettati per essere biologicamente attivi anche a basse concentrazioni, sono persistenti nell'ambiente e sono considerati come degli inquinanti ambientali ubiquitari.
- Ricorda che non tutti i farmaci hanno lo stesso impatto ambientale, prescrivi se possibile quelli a minor impatto ambientale
- Sconsiglia l'automedicazione
- Prescrivi la corretta quantità
- Promuovi il corretto smaltimento

**Informa i tuoi pazienti**

- Fai in modo che i tuoi pazienti sappiano che stai rendendo "verde" il tuo ambulatorio.
- Dai loro informazioni e strumenti di cui hanno bisogno per portare simili cambiamenti nelle loro case e nei loro posti di lavoro.
- Usa poster per pubblicizzare i tuoi sforzi e l'importanza di pratiche "verdi".
- Usa l'"ambulatorio verde" come mezzo educativo per i tuoi pazienti e la comunità.

## La formazione continua in materia di salute ambientale

Giuseppe Miserotti

Aurelio Peccei già nel 1972 presentava il rapporto di alcuni economisti del MIT per il Club di Roma dal titolo "I limiti dello sviluppo" e affermava che con l'aumento della popolazione mondiale, secondo i ritmi di quegli anni, ci sarebbe stata una richiesta di alimenti che avrebbe inevitabilmente provocato l'impoverimento della fertilità dei suoli, nonché fenomeni di urbanizzazione selvaggia e aggressione del territorio con cementificazione. La produzione delle merci avrebbe provocato inquinamento ambientale diffuso, un progressivo impoverimento delle risorse naturali (acqua, foreste, minerali, fonti di energia) con possibili conflitti per la loro conquista. Alcuni anni dopo, nel 1981, in "Cento pagine per l'avvenire", lo stesso Peccei aveva individuato con straordinaria preveggenza il cammino da percorrere per armonizzare la crescita economica e materiale con le risorse umane e naturali, dichiarando come *"occorresse una vera rivoluzione umana, un cambiamento radicale di mentalità, uno straordinario coraggio per gettare alle ortiche l'inconcludente Realpolitik e avere una prospettiva innovatrice, fondata su strategie globali, sulla collaborazione mondiale, su principi e pratiche di uguaglianza reciproca tra paesi ricchi e paesi poveri"*.

Oggi ci troviamo con gli stessi problemi aggravati da decenni di disattenzione per avere privilegiato solo l'economia senza una valutazione delle conseguenze che nel frattempo si sono amplificate a dismisura. Basti pensare al gravissimo problema dei cambiamenti climatici, che sta producendo enormi ricadute non solo economiche ma anche sanitarie. Molti vettori di infezione di virus e batteri, quali alcuni insetti o uccelli migratori, si stanno adattando al cambio di clima facendo la loro comparsa in aree sinora a loro sconosciute.

La stessa pandemia da Coronavirus che sta flagellando l'Italia e il mondo intero trae origine da una pesante interferenza originata da uno sviluppo anomalo provocato dall'uomo sui delicati equilibri degli ecosistemi. La deforestazione selvaggia con riduzione degli ambienti di vita di molte specie animali, insieme alla progressiva espansione delle città favoriscono sempre di più i contatti tra fauna e esseri umani. Una zootecnia intensiva, indifferente soprattutto al benessere animale, utilizza in modo diffuso gli antibiotici, favorendo una pressione selettiva su virus e batteri che mutano velocemente, aggravando il problema dell'antibioticoresistenza. Quest'ultimo, da alcuni anni, assume i caratteri di

una vera emergenza sanitaria che lascia i medici impotenti. Una globalizzazione senza limiti di merci e persone favorisce quindi il passaggio da endemie a pandemie.

Un altro problema critico, quasi il paradigma della civiltà dei consumi, è rappresentato dall'enorme quantità di rifiuti che caratterizza i processi produttivi lineari del mondo moderno. All'interno di questo tema, l'enorme problematica dell'inquinamento da plastiche sui terreni e nell'acqua con ricadute rilevanti sulla salute sia per il loro smaltimento con l'incenerimento che per la tossicità diretta (vi sono studi ancora limitati, ma non rassicuranti, sugli effetti dell'assorbimento nella catena alimentare delle microplastiche). Il modello industriale lineare si è trasferito anche all'agricoltura con la "rivoluzione verde", per cui in nome della produttività, il ricorso a sostanze come fertilizzanti e pesticidi ha finito per compromettere sia la biodiversità naturale sia quella del mondo agricolo, frutto di cultura millenaria nelle diverse regioni del pianeta.

Altra insidia "pervasiva ed invasiva" è costituita dai campi elettromagnetici di cui la più recente espressione il cosiddetto 5G, delle cui frequenze e ancora poco si sa, ma che da studi preliminari, in vivo, su cellule umane, ha mostrato un preoccupante aumento dell'aneuploidia cromosomica cellulare. Da questa rapida disamina si ha conferma che i temi ambientali producono un grande impatto sulla salute degli uomini e più in generale sull'universo eucariota.

Anche l'Italia al pari di altri Paesi si trova pertanto a dover affrontare sfide impegnative in materia. L'OMS stima che nella sola regione europea se si agisse strutturalmente sul risanamento ambientale si ridurrebbe la mortalità generale del 20%.

Durante la Conferenza ministeriale su ambiente e salute (Centro europeo dell'ambiente e Salute dell'ufficio regionale per l'Europa dell'OMS, Ostrava 2017) e la conferenza mondiale dell'OMS sull'inquinamento atmosferico (WHO CAPH, 2018), è emersa la necessità di rafforzare nei singoli Paesi la capacità di occuparsi di questioni ambientali con le derivanti conseguenze sanitarie e promuovere il processo di cambiamento, dando responsabilità maggiori a funzionari medici di sanità pubblica e d'assistenza sanitaria di base.

Da qualche decennio siamo consapevoli che l'insieme di fattori genetici, socio-economici, culturali, ambientali e stili di vita condizionano circa il 90% della salute; solo il rimanente 10% dipende dai servizi sanitari. Si pensi come paradigma all'inquinamento dell'aria responsabile in Italia, per le sole Pm 2.5, di 46500 decessi nel 2016. Le relazioni tra salute e ambiente sono suffragate da moltissimi studi, pubblicati non solo su importanti

riviste del settore ma anche su quelle dal riconosciuto valore scientifico e tradizionalmente oggetto di studio e aggiornamento dei medici.

Al medico di oggi e ancor più a quello del futuro sarà richiesta una specifica conoscenza sul rapporto tra ambiente e salute. Il percorso formativo universitario del medico italiano privilegia largamente una visione clinica organicista, specialistica, poco incline a considerare la complessità della vita di tutti i giorni che condiziona in larga parte la salute. Il modello culturale prevalente è quello curativo rispetto a quello preventivo, con il risultato di maggiori costi e di minore salvaguardia della salute. La pratica clinica, in generale, pone scarso o inadeguato valore all'anamnesi ambientale, occupazionale, agli stili di vita, alla presenza di problematiche di lavoro e di rapporti interpersonali.

Non è nemmeno da trascurare il fatto che i cittadini oggi, molto più di un tempo, si stanno ponendo numerosi interrogativi circa i rapporti tra ambiente e salute. Una recente indagine europea (Eurobarometro, dicembre 2019), condotta nei 28 Stati membri dell'UE ha riguardato oltre 27.000 persone con interviste personali. Stando ai risultati dell'indagine, i cambiamenti climatici, l'inquinamento atmosferico e i rifiuti sono ritenuti i tre problemi più gravi che riguardano l'ambiente. Più di tre quarti degli intervistati (78%) ritiene che le questioni ambientali abbiano ricadute dirette sulla loro vita di tutti i giorni e sulla loro salute. Più di otto cittadini su dieci sono preoccupati per l'impatto delle sostanze chimiche presenti in prodotti di uso quotidiano. Inoltre dall'indagine emerge che i cittadini vogliono che si faccia di più per proteggere l'ambiente e ritengono che la responsabilità sia condivisa, oltre che da loro stessi, anche dalle grandi imprese e dall'industria, dai governi nazionali e dall'UE. I cittadini intervistati ritengono che per affrontare più efficacemente i problemi ambientali occorra "cambiare i nostri modelli di consumo" e "cambiare il nostro modo di produrre e commercializzare i prodotti". Un cittadino mediamente più informato sui problemi ambientali deve pertanto ricevere risposte adeguate da parte del medico in termini di conoscenza specifica e di effetti sulla salute.

Dal 2006 nel codice deontologico dei medici italiani è stato virtuosamente inserito un articolo (art. 5) che in modo specifico annovera tra i doveri del medico quello di occuparsi del rapporto tra ambiente e salute in termini scientifici, culturali, sociali, di equità e di solidarietà generazionale. Anche sulla spinta del richiamo deontologico si sono sviluppati in questi anni diverse iniziative di aggiornamento professionale. Tra questi, i 2 corsi FAD-ECM nati dalla collaborazione tra ISDE e FNOMCeO hanno avuto un importante riscontro con oltre 34.000 partecipanti. I corsi nacquero dalla necessità di un primo approccio al complesso tema ambiente e salute.

Un altro percorso formativo in modalità FAD per i pediatri di libera scelta, i medici di medicina generale e i farmacisti, è stato proposto da ISDE-Italia; i materiali sono stati selezionati e adattati alla fruizione e-learning per la realtà italiana, e dei paesi sviluppati in genere, da un gruppo di lavoro dell'ISDE (Associazione Medici per l'Ambiente), partendo dal WHO Training Package for Health Care Providers, con l'autorizzazione della World Health Organization (WHO). Sono state realizzate due edizioni (2016-2017; 2017-2018) cui hanno partecipato complessivamente 4.956 professionisti. La direzione generale del Ministero della Salute nell'ambito del progetto "Planetary Health" sotto l'egida di ISDE e FNOMCeO ha finanziato e avviato una sperimentazione rivolta a Medici di famiglia e pediatri in previsione della creazione di una Rete Italiana di Medici Sentinella per l'Ambiente (RIMSA) sul fondamentale tema dei cambiamenti climatici. Quest'esperienza è stata presentata a Bruxelles (HEAL), Ottawa (ISEE) e è stata pubblicata su una rivista scientifica internazionale (International Journal of Family Medicine and Community Health – UFMCH) e dovrà essere sviluppata ed integrata in futuro sotto il coordinamento di ISDE e FNOMCeO.

In alcuni corsi di formazione specifica per il triennio di medicina generale, di pertinenza organizzativa e formativa da parte delle Regioni, sono state introdotte iniziative specifiche di tipo seminariale riguardanti il rapporto tra ambiente salute. E' tuttavia mancata un'organicità di argomenti generali, anche se non è trascurabile il contributo di queste iniziative, che hanno avuto il pregio di valorizzare emergenze territoriali spesso trascurate. Il Programma nazionale ECM (Educazione Continua in Medicina) che ha avuto inizio nel 2002, pur con alcuni limiti di tipo organizzativo e burocratico ha avuto il merito di richiamare l'attenzione sulla necessità dell'aggiornamento professionale come elemento fondamentale per estendere e consolidare il corredo culturale e clinico del medico. In questi anni in diverse realtà provinciali sia sotto l'egida degli Ordini dei medici, che per iniziative delle società nazionali delle diverse branche specialistiche, hanno avuto luogo corsi residenziali e convegni che hanno riguardato molteplici argomenti attinenti al tema ambiente e salute. In particolare molte di queste iniziative hanno riguardato la pediatria di libera scelta in considerazione del ruolo centrale che le diverse sostanze tossiche hanno sulla salute della gravidanza e della prima infanzia. La formazione continua diventa parte integrante della professione medica e deve essere considerata non solo un dovere ma anche un diritto del professionista, che in accordo con le istituzioni partecipa alla sua progettazione ed erogazione.

Esistono migliaia di studi che riguardano la complessità delle interazioni ambientali sulla salute psico-fisica. Negli ultimi vent'anni con l'evoluzione degli studi di genetica molecolare si sono affinati i meccanismi di studio sulle modificazioni delle marcature epigenetiche prodotte dai numerosi tossici ambientali entrati a far parte della nostra quotidianità, spesso inconsapevolmente. Si pensi, come paradigma, alla presenza nella catena alimentare delle numerose molecole chimiche di cui acqua, aria, terreno sono portatrici. Questi studi sono sottoposti ad una revisione progressiva nel tempo alla ricerca di nuove prove e verifiche, introducendo ogni volta tecnologie e modellistiche sempre più sofisticate, alla ricerca di esiti diversi e aperti al necessario confronto tra pari per validarne le conclusioni scientifiche. La formazione continua su queste tematiche è pertanto una necessità per ogni medico per poter agire con tempestività e con modalità preventiva fino a dove possibile. In diverse regioni italiane è in atto da alcuni anni un forte ricambio generazionale nell'ambito dell'assistenza primaria. L'occasione è propizia per un investimento formativo per i medici del territorio per quanto riguarda le conoscenze sulle relazioni tra ambiente e salute. Le esperienze formative precedenti ci indicano che ISDE e FNOMCeO possono coordinare iniziative su tutto il territorio nazionale, con possibile collaborazione con riviste scientifiche autorevoli.

ISDE, nel corso dei suoi trent'anni di vita, ha dato alla formazione un contributo fondamentale per la crescita delle conoscenze e per la consapevolezza nell'ambito medico del rapporto tra ambiente e salute. Ha svolto e svolge tuttora un ruolo formativo considerevole con l'impegno in diverse iniziative rivolte ai medici. Ultima tra queste un corso on line sui farmaci e i contaminanti ambientali emergenti, consultabile ed attivabile sul sito della stessa società scientifica ([isde.it](http://isde.it)). Obiettivo principale di ISDE è la valorizzazione della prevenzione primaria, che consiste nella progressiva riduzione (fino all'eliminazione) dei diversi fattori di rischio per la salute, nel più ampio confronto tra medicina e società. I determinanti di salute dovrebbero costituire un riferimento prevalente per le migliori politiche sanitarie e sociali anche in funzione di un SSN sostenibile ed equo.

## **L'educazione alla salute in campo ambientale**

*Vitalia Murgia, Francesco Romizi*

Educare alla salute è uno dei compiti prioritari dei medici di medicina generale e dei pediatri di famiglia (MMG e PdF).

La relazione che si instaura tra famiglia e medico fonda su un rapporto di fiducia che si stabilisce e consolida negli anni e che rende possibile una comunicazione proficua tra medici e pazienti/genitori. I medici sono da sempre educatori dei pazienti: gli insegnano ad esempio come riconoscere i sintomi di un problema e quali interventi attuare, come assumere i farmaci e i loro possibili effetti collaterali, quale sia l'importanza dell'alimentazione e dell'esercizio fisico nel mantenimento dello stato di salute. Nel caso dei pediatri il ruolo di educatore è particolarmente rilevante, in quanto il genitore si rivolge a lui non solo in caso di malattia, ma anche quando il bambino è sano, per avere consigli su come farlo crescere in una situazione di pieno benessere, anche psicologico, oltre che fisico; un momento particolare di attenzione a questi aspetti si ha nei cosiddetti bilanci di salute, in cui largo spazio viene lasciato alla comunicazione genitore-pediatra, e quindi a consigli di educazione sanitaria<sup>119</sup>.

Il ruolo di educatore del medico può essere ampliato per coinvolgere nel processo educativo oltre ai pazienti, anche le famiglie, e la comunità in cui questi vivono sui possibili effetti avversi dell'esposizione ai rischi ambientali e su come ridurre o eliminare tali esposizioni.

Essendo spesso visti come un modello a cui ispirarsi, i medici dovrebbero condurre il proprio studio professionale e le proprie abitudini di vita in modo ecologicamente sicuro, vale a dire limitando l'utilizzo e l'esposizione non necessaria a sostanze chimiche o limitando la produzione di sostanze tossiche (ridurre l'uso dell'auto, fare attività fisica, non fumare, etc.). Il medico può agire come educatore anche in riunioni rivolte alla popolazione in cui si parla dell'ambiente e dei pericoli che lo minacciano e può impegnarsi in attività a livello comunitario legate all'ambiente e alla salvaguardia della salute umana e degli ecosistemi.

---

<sup>119</sup> CESPER. Gestione dei Bilanci di salute. 2000

## **Le competenze cognitive**

Spesso gli stessi medici non sono consapevoli del fatto che alcune sostanze sono altamente pericolose per la salute umana o che determinate condizioni ambientali contribuiscono in modo significativo, sebbene insidiosamente, alla morbilità e alla mortalità delle popolazioni che servono.

In questo senso servirebbe una migliore conoscenza diffusa sull'influenza che i fattori ambientali possono avere sulla salute delle persone e un miglioramento delle capacità di porre ipotesi diagnostiche che comprendano i rischi ambientali tra i fattori eziologici analizzati. Conoscenze più ampie sui fenomeni, sarebbero utili per poter dialogare con maggior competenza con pazienti e genitori, con gli educatori, le istituzioni e i media.

Le competenze di base per collegare i problemi degli individui ai rischi ambientali e per pensare a percorsi e soluzioni mirate agli individui e alle comunità in cui vivono, possono essere ampliate anche stabilendo legami di consulenza con esperti ambientali, come ad esempio quelli appartenenti a ISDE Italia<sup>120</sup>. Sviluppare competenze sui rischi ambientali consentirebbe ai medici di avere anche una maggiore capacità di sensibilizzazione nei confronti delle istituzioni sui problemi dell'ambiente su cui occorre mettere in atto azioni prioritarie di limitazione del danno.

## **Le competenze comunicative**

Un principio fondamentale dell'educazione sanitaria è che l'informazione sanitaria è necessaria ma non sufficiente per modificare i comportamenti che riguardano la salute<sup>121</sup>.

Il processo interattivo di scambio di informazioni sui pericoli per la salute richiede professionisti che sappiano ascoltare, interpretare, chiarire e riformulare domande e informazioni in condizioni che non sempre sono ideali per la comunicazione e per modificare i cambiamenti. L'informazione deve essere scientificamente inoppugnabile e deve derivare da ricerche scientifiche o da documenti redatti da istituzioni autorevoli; in nessun caso i messaggi educativi devono rappresentare le convinzioni personali del medico stesso o quelle di fonti arbitrarie. Le informazioni devono essere comprensibili e va scelto il momento opportuno per somministrarle; devono riguardare comportamenti realizzabili e concreti; devono essere di facile comprensione: il linguaggio va adeguato alla

---

<sup>120</sup> ISDE Italia. [www.isde.it](http://www.isde.it)

<sup>121</sup> Venturelli L, Caso G, Marengoni BM. L'educazione alla salute in pediatria di famiglia. UTET periodici 2000.

persona che si ha di fronte. Molti interventi educativi (anche in ambito professionale) risultano poco efficaci perché non utilizzano gli strumenti comunicativi più idonei e perché il messaggio educativo non è rilevante e/o non è pertinente ai bisogni della persona cui ci si sta rivolgendo. È sempre bene evitare i messaggi contraddittori, allarmistici, troppo paternalistici e tenere presenti le difficoltà che i pazienti/genitori possono avere nel capire e memorizzare i concetti.

La mimica, la gestualità, la postura in generale (componente non-verbale) sono elementi importanti e se tenuti nella giusta considerazione rendono più efficace la comunicazione: dal modo in cui il medico cura la comunicazione non-verbale dipenderà una parte importante del successo nell'essere ascoltato e nel rendere il messaggio educativo più convincente, cioè nel portare il paziente al cambiamento.

I pazienti devono essere partecipi del progetto educativo; dopo il colloquio dovrebbe essere migliorata la loro consapevolezza sui problemi ambientali, sui rischi per la sua salute, quella dei suoi familiari e della comunità intera; tutto ciò dovrebbe consentire che prenda coscienza della necessità di modificare alcuni suoi comportamenti che apporteranno benefici non solo a lui stesso ma anche alla comunità di cui fa parte.

L'informazione da sola non è sufficiente, ma se ben impostata può favorire il cambiamento di abitudini, sempre difficili da modificare, ed aiutare a prendere decisioni in merito ai propri stili di vita.

È necessario tenere sempre ben presenti le capacità di ricezione dei pazienti/genitori ed evitare di adottare strategie e strumenti non adeguati alla persona cui si sta parlando.

Nelle comunicazioni a gruppi di cittadini è importante valutare il pubblico target, sviluppare un messaggio che sia significativo e comprensibile per quella particolare audience, e scegliere metodi e mezzi efficaci per trasmettere il messaggio. In questo senso è meglio non inondare chi ci ascolta di informazioni ma selezionare i messaggi che si vogliono trasmettere, accontentandosi che il pubblico porti a casa due-tre concetti fondamentali. In questo modo si diffondono semi di riflessione che potranno essere ampliati dal cittadino stesso con letture consigliate o che potranno essere rinforzati con interventi successivi.

## **Gli obiettivi**

Gli obiettivi dei percorsi di educazione alla salute in tema di contaminazione ambientale sono:

- Fornire ai pazienti e alla popolazione della comunità in cui si vive, intesa nella accezione più ampia possibile, strumenti cognitivi per comprendere i rischi ambientali e gli interventi che da mettere in atto per limitarne l'intensità e ridurre la portata del danno;
- Modificare i comportamenti che favoriscono alterazioni ambientali tali da rappresentare un rischio per la salute del singolo e/o della comunità e che aumentano il rischio di sviluppare determinate patologie;
- Informare pazienti e popolazione sui comportamenti virtuosi da adottare per limitare il processo di contaminazione ambientale;

## **Gli strumenti per l'educazione alla salute**

Oltre al colloquio di cui si è parlato in maniera ampia in precedenza, possono esserci molti ausili per facilitare i processi di educazione alla salute. Tra questi: materiale cartaceo (fascicoli, poster, brevi linee guida, etc.); materiale audio-visivo di cui i pazienti possono usufruire nella sala d'attesa dello studio o visionare per conto proprio se distribuito via web.

Di seguito proponiamo una selezione di materiali già disponibili gratuitamente sul web, frutto del lavoro di Associazioni mediche, di cittadini, istituzioni.

L'ideale sarebbe utilizzare una combinazione di strategie: quando possibile integrare gli interventi di educazione individuale con materiale scritto, manifesti, audiovisivi.

Utili gli incontri di gruppi di pazienti e cittadini che coinvolgano anche le istituzioni, le Associazioni di cittadini che si occupano di salute e ambiente, altro personale sanitario che opera nel distretto sfruttando l'alleanza ed il sostegno reciproco che può derivare da far incontrare i pazienti con altre persone che condividono gli stessi problemi.

È importante comunque avere ben chiaro che poster, fascicoli, linee guida se non vengono accompagnati e rinforzati da un colloquio anche molto breve sul tema non avranno grande efficacia.

Esporre un poster o distribuire un fascicolo su un problema ambientale può ottenere più di un risultato sui pazienti: informare sul problema in questione, segnalare che il proprio medico si occupa e preoccupa dei problemi dell'ambiente, ed infine far capire alle persone che cura che il medico ha le competenze e la voglia di dialogare con loro su questi argomenti.

## Strumenti di supporto al medico per il colloquio con i pazienti



Tra gli strumenti disponibili nel web, è molto interessante la serie di poster su temi ambientali prodotti dal Gruppo Salute e Ambiente della FIMP (Federazione Italiana Medici Pediatri). I poster sono accompagnati da un testo che approfondisce l'argomento trattato, che riporta dati e riferimenti bibliografici utili al medico per rispondere a eventuali richieste di chiarimento e approfondimento dei genitori. Si tratta in tutto di poster; il secondo set è stato realizzato nel 2019 con il supporto e il patrocinio dell'Istituto Superiore di sanità

<https://www.fimp.pro/ambiente-e-salute/#1587638433624-0915428e-4bd9>



Altro interessante strumento è il poster "Antibiotici, meno e meglio" promosso da *Choosing Wisely Italy* in collaborazione con Slow Medicine. Il manifesto, realizzato insieme a sedici società scientifiche di medici, infermieri, farmacisti e veterinari contiene raccomandazioni sull'uso corretto di antibiotici. Si tratta di un'iniziativa che potrà servire a promuovere la sensibilità sul tema, educare i cittadini e creare un'alleanza tra professionisti e pazienti.

<https://choosingwiselyitaly.org/antibiotici-meno-e-meglio/>



RIMSA è la Rete di Medici Sentinella per l'Ambiente, ovvero una rete di medici di medicina generale o pediatri di libera scelta la cui funzione è quella di monitorare incidenza, prevalenza e progressione di una malattia o di una serie di patologie nel tempo in gruppi di popolazione. Grazie alla RIMSA è possibile, inoltre, acquisire competenze specifiche per le attività di sensibilizzazione e advocacy sulle problematiche ambiente-salute correlate.

Per conoscere la rete RIMSA: <https://www.isde.it/rimsa>



La sezione trevigiana di ISDE ha realizzato quattro poster su inquinamento indoor, acqua, elettrosmog e rifiuti. I poster possono essere molto utili per comprendere le relazioni tra fattori ambientali e salute umana. Oltre agli approfondimenti i poster contengono anche indicazioni specifiche di comportamento per cittadini.

<https://www.isde.it/isde-tv-pubblicati-i-poster-su-inquinamento-acqua-elettrosmog-e-rifiuti/>



Anche il Ministero della Salute ha realizzato una serie di poster e di opuscoli sulle problematiche connesse con l'inquinamento indoor.

[http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6\\_2\\_5\\_1.js?lingua=italiano&id=283](http://www.salute.gov.it/portale/documentazione/p6_2_5_1.js?lingua=italiano&id=283)



Italian Climate Network è un'associazione che si propone di affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico. Con questo poster intendono far emergere le strette correlazioni esistenti tra salute dell'uomo e cambiamenti climatici.

<http://www.italiaclima.org/wp-content/uploads/2014/05/poster-salute-A2.pdf>

## Strumenti utili al medico per l'approfondimento dei temi ambientali

### Quaderni FAD/ECM "La Professione" – Salute e Ambiente- 1.MMXV

AUTORE: REDAZIONE FNOMCEO 03/04/2015



Il volume dei "Quaderni FAD/ECM" dedicato al tema "Salute e Ambiente" contiene le monografie curate dagli Autori:

"Gli Ecosistemi" a cura di **Pierluigi Viaroli**- Professore di Ecologia - Dipartimento di Bioscienze dell'Università degli Studi di Parma

Tra le varie iniziative promosse da FNOMCEO (Federazione Nazionale degli Ordini dei Medici) segnaliamo questo volume dedicato al tema "Salute e Ambiente" contenete alcuni contributi autorevoli su inquinamento e salute, epidemiologia ambientale, alimentazione e acqua.

<https://portale.fnomceo.it/quaderni-fadecm-la-professione-salute-e-ambiente-1mmxv/>

## **Educare al rispetto dell'ambiente: limitare il rischio di inquinamento da farmaci antitumorali**

*Pietro Masullo*

### **Introduzione**

Uno dei problemi emergenti in tema di inquinamento ambientale, come approfondito in altro capitolo di questo fascicolo, è rappresentato dalla contaminazione da farmaci, considerati ormai come contaminanti emergenti (1,2), per i quali non è operativa una definita norma regolatoria nonostante la linea guida EU 92/18 EWG e la direttiva CEE III/5944/94 prevedano che per tutti i nuovi farmaci debba essere eseguita la valutazione di impatto ambientale che condiziona l'autorizzazione all'uso con l'adozione di particolari norme di precauzione e sicurezza mirate a mitigare l'esposizione ambientale.

I farmaci chemioterapici antitumorali vengono usati da circa 50 anni per curare i tumori con l'obiettivo di pervenire alla guarigione completa, insieme ad altri presidi (chirurgia, radioterapia), o di ottenere una remissione parziale che consenta una lunga sopravvivenza, qualora l'obiettivo della guarigione risulti precluso. Negli ultimi anni si è assistito ad un incremento significativo nell'uso di questi farmaci sia per l'aumento delle forme tumorali, sia per un aumento delle indicazioni, sia per l'affermarsi delle terapie di supporto che consentono di ridurre la tossicità ad essi legata e di migliorarne ed estenderne l'utilizzo anche in fasce di età che fino a pochi anni fa venivano escluse. La caratteristica di questi farmaci è la spiccata tossicità che risulta molto utile nei riguardi delle cellule neoplastiche ma che agisce anche nei riguardi delle cellule normali inducendo un danno notevole che va prevenuto e comunque controllato e recuperato.

I chemioterapici antitumorali rientrano nella categoria dei farmaci "ad alto rischio o ad alto livello di osservazione" per la potenziale tossicità per l'organismo ed è necessario considerarli potenzialmente pericolosi non solo per i malati ma anche per le persone che ne vengono eventualmente a contatto o per motivi professionali (operatori dell'Unità Farmaci Antitumorali ) o per motivi assistenziali (infermieri, familiari...); un analogo, e rilevante rischio potenziale è evidenziabile a carico dell'ambiente sia per spandimento accidentale sia per scorretto smaltimento.

Attualmente, i farmaci antitumorali vanno considerati nell'ambito del Titolo IX "sostanze pericolose" ex legge 81/2008 e s.m.i. e richiedono l'adozione di norme e procedure specifiche previste in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro a protezione degli

operatori esposti e dell'ambiente in cui si svolge la manipolazione e la somministrazione (3,4,5 6,8,10).

L'uso sempre più diffuso e frequente di questi farmaci a domicilio del paziente (terapie orali sempre più indicate per la comodità della somministrazione a parità di efficacia, uso di dispositivi per infusione continua che iniziata in ambulatorio viene continuata a domicilio...) ha di fatto imposto di prestare la medesima attenzione prima riservata soltanto all'ambito ospedaliero, anche in ambito domiciliare e nei luoghi di lavoro. La somministrazione a domicilio comporta pertanto dei rischi non solo per il paziente ma anche per i componenti del nucleo familiare in quanto operazioni particolarmente delicate, come ad esempio la manipolazione di un farmaco e lo smaltimento dei rifiuti, non vengono più svolte da personale formato ed addestrato.

Mentre esiste una normativa rigida e puntualmente aggiornata sui rischi della manipolazione in ambito di strutture ospedaliere, la gestione delle terapie domiciliari ricade per intero sul nucleo familiare. È pertanto non più procrastinabile la presa d'atto del problema e l'adozione di misure preventive e precauzionali da attivare in ambito familiare, ove è presente il paziente, a tutela dello stesso paziente, dell'intero nucleo familiare, dell'ambiente in cui vivono.

Il primo passo è rappresentato da un'attività di sensibilizzazione e di informazione sanitaria che renda edotte le persone interessate del problema e delle misure igienico-sanitarie atte a contrastarlo.

In questo testo verranno fornite informazioni comprensibili ai malati e ai loro familiari su alcuni aspetti della terapia medica oncologica e particolarmente sulle problematiche a cui possono andare incontro i pazienti che la praticano a casa e quelli che rientrano il pomeriggio dopo averla ricevuta in ambulatorio specialistico. Verranno, inoltre, suggerite, alla luce della letteratura scientifica più recente, misure cautelative da adottare a domicilio per contenere il rischio di contaminazione ambientale ed aumentare la sicurezza a tutela dell'ambiente, del malato, dei familiari.

### **Il rischio per la salute personale ed ambientale da esposizione a farmaci antitumorali**

Per prevenire o ridurre il rischio durante la terapia domiciliare oncologica, è necessario che i medici di medicina generale e i pediatri di famiglia, nonché i membri della famiglia o chi di essa si è assunto il compito della gestione diretta (il caregiver), siano a conoscenza di informazioni sufficienti per applicare le dovute precauzioni. Sarebbe auspicabile che i

caregivers frequentassero un corso di formazione ed informazione, di cui potrebbero farsi carico le Associazioni di volontariato oncologico, che li renda edotti delle caratteristiche del farmaco, delle sue indicazioni e controindicazioni, della sua posologia e modalità di somministrazione, interazioni con alimenti ed altri farmaci, corrette procedure di manipolazione e smaltimento in tema di sicurezza e prevenzione di eventuale contaminazione (6 11).

Nella somministrazione domiciliare dei farmaci antitumorali debbono essere considerati potenzialmente esposti non solo gli operatori sanitari che dovrebbero essere informati e formati sui rischi e sulle misure di prevenzione ma anche i familiari, i conviventi, le persone che comunque vengono a contatto con il paziente.

L'esposizione è definita come contatto tra agente inquinante e bersaglio: nel caso specifico il contatto avviene principalmente attraverso la cute, le mucose e l'apparato respiratorio, per inalazione, per ingestione di cibi contaminati.

il principio fondamentale da non trascurare nelle situazioni di esposizione a chemioterapici antitumorali è che il successo degli interventi di prevenzione è strettamente connesso alla conoscenza del rischio per la salute personale ed ambientale e delle azioni da intraprendere per una corretta gestione (3,7 6,9).

### **Fasi di rischio e misure di prevenzione per la terapia domiciliare**

Dopo ogni seduta terapeutica i farmaci chemioterapici possono persistere nell'organismo per un periodo di circa una settimana per cui in considerazione della sequenza di somministrazione dell'intero programma a cicli i farmaci possono persistere nell'organismo per l'intero periodo di terapia. Naturalmente è ovvio che se i farmaci persistono all'interno dell'organismo una piccola quantità si risconterà anche nei liquidi biologici che vengono fisiologicamente o meno emessi come l'urina, le feci, il vomito, il sudore, la perspiratio insensibilis: il malato in sé diventa una potenziale fonte di dispersione ambientale e possibile contaminazione. Il che comporta esigenze di tutela personale ed ambientale e l'adozione di norme, suggerimenti e comportamenti atte a prevenire o comunque a controllare l'emissione anche di queste piccole quantità di farmaci. Pertanto, diventa di fondamentale importanza garantire la sicurezza nel domicilio dell'ammalato che, per l'assenza di presidi di sicurezza necessari per la protezione, si trova in posizione di svantaggio rispetto all'ospedale.

Gli aspetti su cui occorre mantenere alta l'attenzione sono:

- Prevenire la dispersione ambientale dei residui di farmaci contenuti, seppur in minima quantità, negli escreti.
- Rispettare rigorose norme igieniche
- Gestire correttamente le terapie orali.

### 1 - Trattamento degli escreti

È stato precedentemente affermato che dopo una seduta di chemioterapia i farmaci persistono nell'organismo per un periodo di circa una settimana. I farmaci comunque hanno un'emivita diversa: generalmente le più alte concentrazioni di farmaci negli escreti si riscontrano in 1° o 2° giornata dopo la terapia ad eccezione del 'platino che ha una emivita di circa 6-8 giorni (8 5). I prodotti più pericolosi per l'alta concentrazione di farmaco o metaboliti attivi presenti nelle urine sono: platino, ciclofosfamide, antracicline, methotrexate (Tab.1).

Farmaco	Via di somministrazione	Urine	Feci
bleomicina	parenterale	3 giorni	?
cisplatino	endovenosa	7 giorni	?
ciclofosfamide	tutte	3 giorni	5 giorni
dactinomicina	endovenosa	5 giorni	7 giorni
daunorubicina	endovenosa	2 giorni	7 giorni
doxorubicina	endovenosa	6 giorni	7 giorni
epirubicina	endovenosa	7 giorni	5 giorni
etoposide	tutte	4 giorni	7 giorni
melfalan	orale	2 giorni	7 giorni
mercaptipurina	orale	3 giorni	?
metotrexato	endovenosa	6 giorni	7 giorni
tiotepa	parentale	3 giorni	?
alcaloidi della vinca	endovenosa	4 giorni	7 giorni

Qualora non vi siano dati disponibili sui tempi di eliminazione dei chemioterapici negli escreti le precauzioni devono essere prese per almeno 48 ore dopo la somministrazione

**Tab. 1 Tempo di eliminazione in giorni degli antitumorali negli escreti**

Le urine dei pazienti in terapia intravesicale (9 4), sequenziale ad alte dosi, vanno inattivate prima dello smaltimento nella rete fognaria. Quando si inattivano gli escreti

bisogna seguire le indicazioni per ciascun farmaco o usare ipoclorito di sodio (varechina) al 10% e lasciar agire per 2-4 ore prima dello smaltimento per ottenere una buona inattivazione di tutti i chemioterapici. Se viene raccolta l'urina delle 24 ore per evitare rischi legati alla volatilità dei farmaci occorre conservare le urine in un contenitore a chiusura ermetica allestito in precedenza con 10 cc/L di ipoclorito di sodio. Padelle, pappagalli e contenitori vanno lavati e decontaminati con ipoclorito di sodio al 5%. Consigli e suggerimenti semplici e utili per la gestione delle urine sono elencati nella **Tab. 3**.

È indispensabile informare paziente e familiari, in particolare il caregiver, sui tempi di smaltimento del farmaco e sulle modalità di eliminazione degli escreti (8 5) utilizzando se possibile, metodi di inattivazione specifici come elencato nella **Tab. 2**.

<b>Farmaco</b>	<b>Metodo di inattivazione delle urine</b>
ciclofosfamide	idrossido di potassio (KOH all'1% circa) e ossidazione con permanganato di potassio (KMnO <sub>4</sub> )
antracicline - doxorubicina	ipoclorito di sodio (NaClO al 5% circa) seguito dall'aggiunta di sodio tiosolfato (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
mitomicina	ipoclorito di sodio (NaClO al 5% circa)
cisplatino	dietiltiocarbammato di sodio (DDTC al 10%) in soluzione di idrossido di sodio (NaOH allo 0,4%)

**Tab. 2 Metodo di inattivazione per alcuni principi attivi eliminati nelle urine**

## 2 - Rispettare rigorose norme igieniche

Di fondamentale importanza il rigoroso rispetto delle norme igieniche atte a prevenire rischi di contaminazione e di eventuali infezioni frequenti nei pazienti oncologici. Si raccomandano fortemente alcune procedure da adottare a domicilio (9 4) ove soggiorna un paziente in chemioterapia:

- Indossare i guanti quando si è a contatto con liquidi biologici come illustrato dalla **Tab. 4**;
- Lavare spesso e correttamente le mani seguendo le istruzioni;
- Donne in gravidanza o in allattamento non debbono venire a contatto né coi farmaci né coi liquidi biologici delle persone chemiotratte.

**Tab. 3 Raccomandazioni per l'assistenza**

<p>1. Le donne in gravidanza e in allattamento non dovrebbero manipolare o somministrare farmaci chemioterapici.</p>
<p>2. Biancheria e lenzuola del paziente possono essere lavate normalmente, provvedere al lavaggio in tempi brevi.</p>
<p>3. Dopo la somministrazione del farmaco chemioterapico ed entro le 48 ore, nel caso in cui la biancheria e le lenzuola siano state sporcate da escreti esse si devono lavare separatamente, nel caso siano molto sporche procedere ad un doppio lavaggio.</p>
<p>4. Consigliato ridurre al minimo la manipolazione delle lenzuola e della biancheria.</p>
<p>5. Le persone che provvedono all'assistenza diretta del paziente chemiotrattato non autonomo devono indossare 2 paia di guanti monouso.</p>
<p>6. Eliminare i guanti dopo l'uso, lavare accuratamente le mani al termine di ogni attività assistenziale.</p>
<p>7. Chiudere la tavoletta del WC e azionare due volte lo scarico ad ogni utilizzo della toilette.</p>
<p>8. Pulire ad ogni uso i bordi del WC e la tavoletta con detersivi a base di ipoclorito di sodio (varechina) usando i guanti, non utilizzare lo stesso materiale per la pulizia in altre superfici. Procedere quotidianamente a una accurata pulizia della stanza da bagno.</p>
<p>9. Tutti i farmaci devono essere conservati fuori dalla portata di bambini e animali.</p>
<p>10. I farmaci pericolosi devono essere conservati in contenitori rigidi e a chiusura</p>

ermetica, adeguatamente identificati e riservati a questo utilizzo.

11.I farmaci avanzati devono essere smaltiti sempre negli appositi centri di raccolta

<b>Azione da eseguire</b>	<b>Raccomandazioni</b>
<b>Pulire le perdite di liquidi biologici</b>	Usate stracci usa-e-getta. Lavate le superfici interessate con acqua e sapone. Mettete gli stracci usati in un sacchetto di plastica che poi legherete. Mettete tale sacchetto in un altro sacchetto e legate anche quest'ultimo. Questa operazione viene definita 'metodo del doppio sacchetto'. Gettate i sacchetti nel bidone della spazzatura.
<b>Eliminare altri liquidi biologici</b>	Usate il 'metodo del doppio sacchetto' con eventuali pannoloni, pannolini, sacchetti del catetere e sacchetti dello stoma, prima di gettarli nelle immondizie.
<b>Lavate indumenti o biancheria sporchi di liquidi biologici</b>	Lavate subito eventuali indumenti o biancheria da camera. Lavateli a parte usando il ciclo più lungo della lavatrice.

<b>Vomito</b>	<p>Usate una bacinella in plastica o un sacchetto di plastica senza buchi.</p> <p>Se usate una bacinella, lavatela poi con acqua e sapone. Non usatela per altri scopi. Gettatela una volta conclusa la terapia.</p>
<b>Rapporti sessuali</b>	<p>Usate un preservativo per proteggere il vostro partner dai vostri liquidi biologici</p>

**Tab. 4      Precauzioni da adottare nella assistenza domiciliare al paziente chemiotrattato (10,11 12,13)**

### **3 - Terapie orali a domicilio**

Una recente modalità di somministrazione della terapia oncologica utilizza la via orale che si rivela certamente comoda, economica e funzionale ma che prevede la massima collaborazione del paziente e dei suoi familiari per la corretta gestione in termini di correttezza dell'assunzione, di norme di sicurezza nella manipolazione del farmaco, di gestione degli escreti.

Ogni farmaco prescritto, oltre ad essere specifico per ogni paziente, deve essere assunto seguendo le istruzioni fornite dal medico e/o dal farmacista in quanto se si utilizza in maniera errata si possono avere effetti inutili o addirittura dannosi trattandosi di farmaci citotossici (12 7). Nella terapia orale domiciliare bisogna sempre tener presente che l'effetto terapeutico può risultare alterato in relazione all'assunzione del cibo, di altri farmaci, di integratori alimentari, per cui è necessario che il medico o il paziente consultino sempre l'oncologo di riferimento in caso di terapie aggiuntive o variazioni della tabella oraria di assunzione dei farmaci oncologici.

Vi sono diversi tipi di farmaci orali utilizzati in oncologia. A seconda del principio attivo, possono appartenere ad uno dei seguenti gruppi:

- Antiblastici chemioterapici
- Antiormonali
- Farmaci mirati (target therapy)

I primi sono farmaci che bloccano o rallentano la crescita del tumore impedendo il normale svolgimento delle fasi di divisione delle cellule e che comportano come effetto collaterale anche un danno sulle cellule sane.

Gli antiormoni sono sostanze che legandosi a specifici recettori cellulari bloccano o, impediscono l'azione che gli ormoni esercitano stimolando la proliferazione delle cellule tumorali in determinati tipi di neoplasie.

Le terapie mirate sono basate sull'uso di farmaci che riconoscono alcune caratteristiche biologiche specifiche delle cellule tumorali e le bloccano inibendo la trasmissione dei segnali anomala; quando la trasmissione dei segnali intracellulari è disturbata le cellule possono andare incontro a degenerazione neoplastica: per esempio una cellula può ricevere il segnale per dividersi senza ricevere il segnale che ne determina la morte spontanea (apoptosi), in tal modo la cellula con caratteristiche anomale può sopravvivere e proliferare causando l'insorgere del cancro. Vi sono farmaci che inibiscono la formazione di vasi di cui il tumore ha bisogno per crescere, farmaci che bloccano i recettori coinvolti nel controllo della crescita. Le terapie mirate distinguono le cellule malate dalle cellule sane a differenza dei citostatici che colpiscono indiscriminatamente e di conseguenza il danno subito delle cellule sane è di diversa natura (ad es. alterazioni delle unghie, della pelle).

Per motivi di sicurezza e di comodità i farmaci vanno conservati a temperatura ambiente tranne nei casi in cui sia specificata la conservazione in frigorifero, in un luogo accessibile solo alle persone incaricate della gestione e lontano dalla portata dei bambini.

Qualunque sia il tipo di farmaco prescritto possono esistere regole di base che è opportuno conoscere.

### **Rischi di contaminazione Ambientale**

Immessi in ambiente tramite una scorretta gestione oppure, con gli escreti attraverso la rete fognaria i farmaci citostatici possono rappresentare un problema emergente di

contaminazione che va comunque riconosciuto, prevenuto e corretto. A tal fine risulta di fondamentale importanza la corretta informazione al paziente ed ai suoi familiari circa la tematica sulla pericolosità dei farmaci.

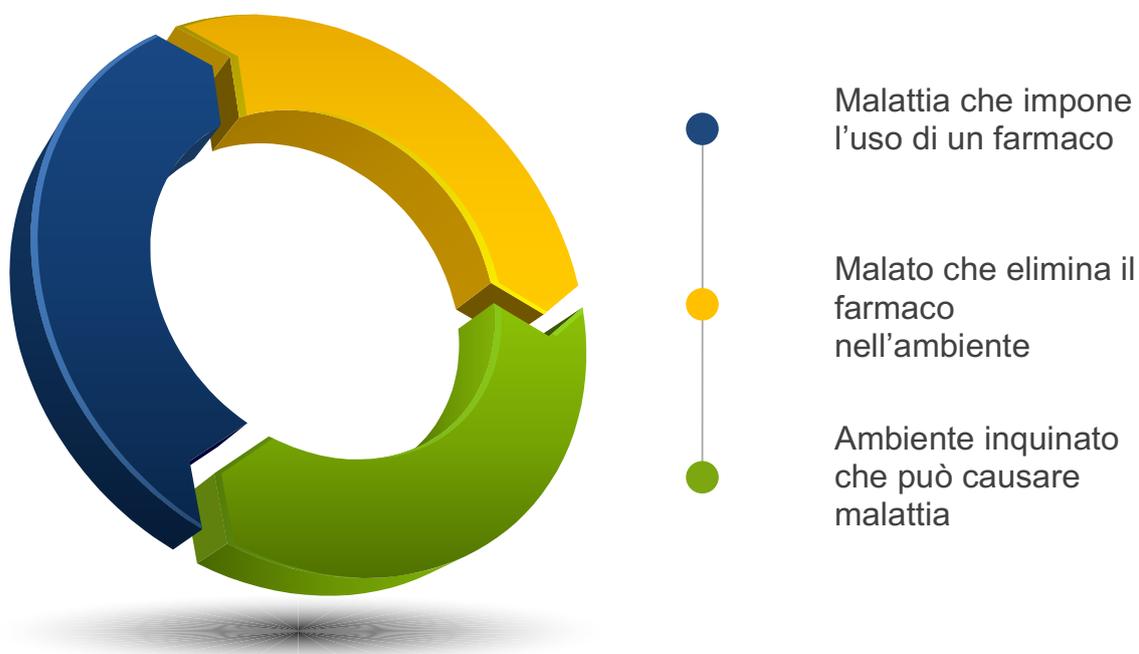
Anche al fine di evitare allarmismi, o di avallare ingiustificate tentazioni di evitare le terapie citostatiche occorre stimolare, tramite un colloquio diretto incentrato su un progetto di educazione sanitaria l'aderenza alla terapia e la coscienza che la corretta gestione del farmaco, citostatico o no, contribuisce alla salubrità dell'ambiente in cui si vive.

I residui di molti farmaci comunemente utilizzati dalla popolazione finiscono nei fiumi e nei laghi con effetti in alcuni casi negativi sull'intero ecosistema acquatico (1,2). I farmaci sono sostanze che debbono curare il corpo ma non debbono inquinare l'acqua o i terreni: a tal fine un argomento che fino a qualche tempo fa era di pertinenza esclusiva dei ricercatori sta destando l'attenzione anche del decisore politico. Tra le 15 nuove sostanze che nel 2012 la Commissione europea ha proposto di aggiungere all'elenco delle sostanze inquinanti già sottoposte a monitoraggio delle acque superficiali ci sono ben tre principi attivi farmacologici: un antinfiammatorio non steroideo (diclofenac) e due ormonali (etinilestradiolo, principio della pillola anticoncezionale, e betaestradiolo), tra l'altro di pertinenza oncologica in quanto il primo risulta molto utilizzato nella terapia antalgica e i secondi potrebbero facilitare l'insorgenza dei tumori tramite il meccanismo della interferenza endocrina. La Commissione ha anche affermato che non sono in discussione il valore farmaceutico di queste sostanze ma che si intende soltanto evidenziare gli eventuali effetti nocivi sull'ambiente acquatico. Concentrazioni superiori alle soglie proposte possono ripercuotersi negativamente sulla salute dei pesci riducendone le capacità riproduttive e inducendo fenomeni di femminilizzazione e di malformazioni. Già 15 anni fa secondo una indagine pubblicata da Toxicology Letters (13 3) tra i residui farmaceutici ritrovati nelle acque di fiumi e di laghi in Europa comparivano ormoni, fans, antibiotici, sedativi, cardiovascolari, antitumorali: una vera e propria farmacia acquatica!!!

Dell'impatto dei principi farmaceutici sull'ambiente si è a lungo discusso nel corso della conferenza sugli inquinanti emergenti: *Emerging pollutants. New challenges from science and society* (<http://greenweek-2012.eu.conference>): le concentrazioni di farmaci nell'ambiente acquatico sono dell'ordine dei micro o nanogrammi/l e secondo la EUREAU, la federazione dei settantamila gestori di servizi idrici sparsi in 20 paesi Europei sono di gran lunga inferiori alle dosi terapeutiche. Se questa affermazione può risultare tranquillizzante non bisogna però dimenticare che le sostanze biologicamente attive agiscono anche a dosi minime sia per il fenomeno di bioaccumulo (piccole quantità

assorbite per lungo tempo), sia per la potenzialità di suscitare reazioni allergiche, sia per l'induzione di fenomeni di resistenza (è il caso degli antibiotici) sia, infine, per causare una modulazione ed interferenza endocrina, possibile meccanismo di trasformazione neoplastica. Tra le diverse fonti da cui un farmaco può riversarsi nell'ambiente, quello meno controllabile è proprio il paziente: è pertanto indispensabile attuare programmi di educazione sanitaria sulla corretta gestione del farmaco dal momento dell'approvvigionamento, al momento dell'assunzione, alla fase di smaltimento, che coinvolgano gli operatori sanitari, i malati e la popolazione in generale (6 3). In proposito rivestono particolare importanza interventi di educazione e di informazione dei cittadini all'uso corretto del farmaco, allo smaltimento ed al trattamento dei propri servizi igienici. In tal modo si possono ridurre i carichi di sostanze biologicamente attive che si riversano in ambiente tramite la catena delle acque al fine di spezzare un'altra catena circolare che si può instaurare tra: farmaco-malato-ambiente, come rappresentato nel grafico 1. sottostante.

**Grafico1. Il circolo vizioso tra malto, farmaco e ambiente**



## Bibliografia essenziale

1. Castiglioni S. et al. Removal of pharmaceutical in sewage treatment plants in Italy, *Environ Sci Technol.* 2006, 40: 357-63.
2. Hallin-Sorensen B. et al. Occurrence, fate and effects of pharmaceuticals substance in the environment. *Chemosphere* 1998; 36: 357-93. Riportato da Zuccato E. et al. in *Pharmaceuticals in the environment in Italy: causes, occurrence, effect and control. A Review.* *ESPR* 2006; 13: 15-21.
3. Heberer T. Occurrence, fate and removal of pharmaceuticals in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicol. Lett.* 2002; 131: 5-17
4. Linee guida basate sulle evidenze riguardanti le migliori procedure nell'assistenza in urologia. Instillazione endovesicale di antitumorali, EAUN, European assoc. of urol. Nurses. 2015
5. Manipolazione dei farmaci antitumorali. *Quesiti clinico-assistenziali*, anno 1, n. 11, ottobre 2009
6. Carpanelli I, Mazzuferro F, Pellachin S, *L'infermiere in oncologia, la gestione dei farmaci antitumorali*, Carocci Faber. 2008
7. Colicchia A, Fabrizio L, Ascani A, *Guida per l'assistenza farmaceutica territoriale diretta*, Il Pensiero Scientifico ed. 2008
8. Istituto Superiore di Sanità. *Esposizione professionale a chemioterapici antitumorali*. Roma. 2002
9. Minoia C., Bellini L. *Monitoraggio ambientale e biologico dell'esposizione professionale a xenobiotici chemioterapici antitumorali*, Morgan ed. Tecniche. 2000
10. Regione Veneto, *Procedura operativa, preparazione, somministrazione e smaltimento in sicurezza dei farmaci antitumorali*. 2007
11. Ziino O. *Assistenza domiciliare in pazienti oncologici in trattamento front-line*. *Hematology Meeting reports*. 2008
12. ISPESL, *Quaderni per la salute e la sicurezza. Impiego dei chemioterapici antitumorali a domicilio*. 2010
13. Cancer Institute NSW, *Precauzioni per la somministrazione domiciliare dei chemioterapici*. 2015







*Questa pubblicazione è stata realizzata con il contributo della Agenzia Italiana per la Cooperazione allo Sviluppo. I contenuti di questa pubblicazione sono di esclusiva responsabilità dell'Associazione Italiana Medici per l'Ambiente- ISDE Italia e non rappresentano necessariamente il punto di vista dell'Agenzia”*



*Progetto “Educare alla cittadinanza e alla salute globale ( AID 011369)”*



Istituto Superiore di Sanità



ISTITUTO DI FORMAZIONE POLITICA  
"PEDRO ARRUPE"  
centro studi sociali

