

Dott. Pietro Masullo



**Indicazioni per la prevenzione
della contaminazione ambientale
da farmaci antitumorali**



Autore

Dott. Pietro Masullo, medico chirurgo oncologo. Specialista in Chirurgia generale oncologica, in Chirurgia Toracica, in Chirurgia Pediatrica. Direttore a r. di U.O.C. Oncologia dell'Ospedale S. Luca di Vallo della Lucania (SA) e Docente di Oncologia al Corso di Laurea in Scienze Infermieristiche presso l'Università Federico II di Napoli e l'Università di Salerno. Medico ISDE Italia.

Edizione 2019

Dott. Pietro Masullo

**Indicazioni per la prevenzione
della contaminazione ambientale
da farmaci antitumorali**

INTRODUZIONE

L'educazione ambientale è un "Processo per cui gli individui acquisiscono consapevolezza ed attenzione verso il loro ambiente; acquisiscono e scambiano conoscenze, valori, attitudini, esperienze, come anche la determinazione che li metterà in grado di agire individualmente e collettivamente per risolvere problemi attuali e futuri dell'ambiente" (IUNC - International Union for Conservation of Nature).

Rappresenta uno strumento fondamentale per sensibilizzare cittadini e comunità ad una maggiore responsabilità ed attenzione verso le questioni ambientali ed al rispetto del territorio imparando a gestire i propri comportamenti e tenori di vita nel rispetto degli ecosistemi .

Uno dei problemi emergenti in tema di inquinamento ambientale è rappresentato dalla contaminazione da farmaci, considerati ormai come contaminanti emergenti, 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.

Se da un lato i farmaci rivestono un ruolo fondamentale nella terapia delle malattie dall'altro lato possono anche rappresentare degli inquinanti ambientali in quanto spesso accade che per il loro smaltimento improprio dopo l'uso, per gli scarichi industriali della produzione, per l'escrezione come tali o come metaboliti attivi tramite le feci e le urine da parte degli ammalati i loro residui raggiungono i grandi depuratori urbani (ove presenti) tramite la rete fognaria. Ne deriva che la diffusione nell'ambiente acquatico avviene senza ostacoli perché i principi attivi non vengono rimossi né distrutti nei depuratori urbani progettati per abbattere sostanze chimiche molto più semplici dei

principi attivi farmacologici e si riversano nei fiumi e laghi pervenendo fino al mare (Castiglione, 2006). Dalla letteratura scientifica (Hallin-Sorensen, 1998) emerge che circa il 70% dell'inquinamento da farmaci è dovuto all'utilizzo umano ed il restante 30% ad altre fonti (smaltimento improprio, inquinamento industriale...). Bisogna inoltre considerare che alcuni farmaci persistono in ambiente per lunghi periodi (eritromicina e sulfametossazolo, per circa 1 anno, l'acido clofibrato, metabolita del clofibrato per circa 20 anni tanto che si ritrova ancora oggi anche nei paesi ove non è più in uso da molti anni) e che tutte queste sostanze vengono introdotte a bassissime dosi ma in maniera continua e costante. Una tematica a parte è data dall'uso e smaltimento dei farmaci antitumorali in considerazione della loro tossicità, citotossica e teratogenica.

Sensibile a questa tematica e con l'intento di contribuire al controllo del problema emerso, ISDE Italia ha allestito un opuscolo informativo diretto agli operatori sanitari, ai pazienti ed ai loro familiari e alla cittadinanza, in cui si suggeriscono, 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.

PREMESSA

Lo scopo di questo opuscolo è fornire 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.

I farmaci chemioterapici antiblastici 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 antiblastici 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 Antiblastici) o per motivi assistenziali (infermieri, familiari...); analogo, potenziale rischio 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.

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.



Deve essere tenuto sempre presente il principio fondamentale che in situazioni di esposizione a chemioterapici antitumorali 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.

Pertanto per prevenire o ridurre il rischio durante la terapia domiciliare è necessario che anche 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. È sempre auspicabile che i caregiver frequentino un corso di formazione ed informazione, di cui si fanno 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.

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.

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 proprio domicilio svantaggiato rispetto all'ospedale per l'assenza di presidi di sicurezza necessari per la protezione.

Occorre pertanto richiamare l'attenzione su alcuni punti:

- 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. I prodotti più pericolosi per l'alta concentrazione di farmaco o metaboliti attivi presenti nelle urine sono: platino, ciclofosfamide, antracicline, methotrexate (Tab.1).

Tab. 1: Tempo di eliminazione in giorni degli antiblastici negli escreti			
Farmaco	Via di somministrazione	Urine	Feci
bleomicina	perenterale	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
melfan	orale	2 giorni	7 giorni
mercaptopurina	orale	3 giorni	?
metotrexato	endovenosa	6 giorni	7 giorni
tiotepa	perenterale	3 giorni	?
alcaloidi della vinca	endovenosa	4 giorni	7 giorni
Qualora non vo siano dati disponibili sui tempi di eliminazione dei chemioterapici negli escreti le precauzioni devono essere prese per almeno 48 ore dopo la somministrazione			

Le urine dei pazienti in terapia intravescicale, 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 utilizzando se possibile, metodi di inattivazione specifici come elencato nella Tab. 2.

Tab.2: Metodo di inattivazione per alcuni principi attivi eliminati nelle urine	
Farmaco	Metodo di inattivazione delle urine
ciclofosfamide	idrossido di potassio (KOH all'1% circa) e ossidazione con permanganato di Potassio (KMnO ₄)
antracicline - doxorubicina	ipoclorito di sodio (NaClO al 5% circa) seguito dall'aggiunta di sodio tiosolfato (Na ₂ S ₂ O ₃)
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%)



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 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 chemiotratate.



Tab.3: Raccomandazioni per l'assistenza

1. Tutti i farmaci devono essere conservati fuori dalla portata di bambini e animali.
2. I farmaci pericolosi devono essere conservati in contenitori rigidi e a chiusura ermetica, adeguatamente identificati e riservati a questo utilizzo.
3. Le donne in gravidanza e in allattamento non dovrebbero manipolare o somministrare farmaci chemioterapici.
4. Biancheria e lenzuola del paziente possono essere lavate normalmente, provvedere al lavaggio in tempi brevi.
5. 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.
6. È consigliato ridurre al minimo la manipolazione delle lenzuola e della biancheria.
7. Le persone che provvedono all'assistenza diretta del paziente chemiotrattato non autonomo devono indossare 2 paia di guanti monouso.
8. Eliminare i guanti dopo l'uso, lavare accuratamente le mani al termine di ogni attività assistenziale.
9. Chiudere la tavoletta del WC e azionare due volte lo scarico ad ogni utilizzo della toilette.
10. 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.

Tab.4: Precauzioni da adottare nella assistenza domiciliare al paziente chemiotrattato

Pulire le perdite di liquidi biologici	• 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.
Eliminare altri liquidi biologici	Usate il 'metodo del doppio sacchetto' con eventuali pannoloni, pannolini, sacchetti del catetere e sacchetti dello stoma, prima di gettarli nelle immondizie.
Lavate indumenti o biancheria sporchi di liquidi biologici	• Lavate subito eventuali indumenti o biancheria da camera. • Lavateli a parte usando il ciclo più lungo della lavatrice.
Vomito	Usate una bacinella in plastica o un sacchetto di plastica senza buchi. Se usate una bacinella, lavatela poi con acqua e sapone. Non usatela per altri scopi. Gettatela una volta conclusa la terapia.
Rapporti sessuali	Usate un preservativo per proteggere il vostro partner dai vostri liquidi biologici

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. 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 per cui è necessario consultarsi sempre con il proprio oncologo.

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).

Tab.5: Suggerimenti per seguire e aderire al trattamento prescritto:

- Informare il proprio medico di tutte le terapie che si stanno assumendo compresi i farmaci di libera vendita.
- Verificare che la terapia sia sempre scritta nella lettera di dimissione in modo chiaro con indicazione della quantità da assumere, di quando e per quanto tempo assumerla.
- Assicurarsi di aver compreso in maniera corretta la modalità e la tempistica di assunzione del farmaco, anche ripetendole all'oncologo e/o al farmacista e/o all'infermiera.
- Assumere il farmaco secondo la via di somministrazione e le modalità indicate (intervallo tra una somministrazione e l'altra, orario di somministrazione, vicinanza ai pasti, etc.).
- In caso di mancata assunzione riferirlo all'oncologo.
- Non interrompere la terapia senza indicazione dell'oncologo salvo in caso di comparsa di effetti collaterali importanti.
- Riferire al medico la comparsa di qualsiasi effetto collaterale segnalando entità frequenza; vanno segnalati anche gli effetti collaterali che non erano stati segnalati dall'oncologo all'atto della prescrizione.
- Chiedere all'oncologo, al farmacista o all'infermiere qualsiasi chiarimento in casodi dubbio.

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 ma di suscitare 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.

I farmaci sono sostanze che debbono curare il corpo ma non debbono inquinare l'acqua: 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 (Heberer, 2002) 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 for 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. Le fonti di immissione dei farmaci in ambiente sono diverse: fonte industriale, fonte agricola e allevamenti di bestiame, smaltimento improprio anche domestico, gli escreti con le feci e le urine dei pazienti che assumono il farmaco escreto metabolicamente attivo o tramite metaboliti attivi e raggiungono, tramite la rete fognaria, i depuratori; tutte sono potenzialmente controllabili tranne una. Il paziente è proprio l'unica fonte non controllabile: 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. Sull'esempio svedese L'ISDE Italia intende perseguire questa finalità organizzando la diffusione capillare di un libretto informativo utile alla presa di coscienza del problema da parte della popolazione e all'acquisizione di informazioni sulla corretta gestione domiciliare del farmaco. In Svezia fin dal 2005 l'Environmental Department of the Stockholm Country Council ha distribuito a tutti i medici il manuale Environmentally classified pharmaceuticals, manuale prescrittivo, breve, a rapida consultazione in cui oltre ai principi attivi vengono indicati anche gli indici che ne designano l'impatto sugli ecosistemi: persistenza, tossicità e bioaccumulazione di ogni principio attivo e infine l'Environmental risk che indica il rischio specifico per gli ambienti acquatici.

Riveste particolare importanza l'opera 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 MALATO

Il problema della depurazione dell'acqua era già sentito qualche millennio fa, come dimostra la frase sottostante tratta da un documento sanscrito risalente al 2000 a.C. circa.

*“Allo scopo di depurare l'acqua è buona norma conservarla
In recipienti di rame, esporla alla luce, filtrarla attraverso carboni”*

Ousruta Sanghita, Documento sanscrito, ca. 2000 a.C.



BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Castiglioni S. et al.: *Removal of pharmaceutical in sewage treatment plants in Italy*, *Environ Sci Technol.* 2006, 40: 357-63

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, effects and control. A Review*. *ESPR* 2006; 13: 15-21.

Heberer T.: *Occurrence, fate and removal of pharmaceuticals in the aquatic environment: a review of recent research data*. *Toxicol. Lett.* 2002; 131: 5-17

