



### 3.

# INQUINAMENTO, PAZIENTI E PUBBLICO

**Alcuni concetti e problematiche fondamentali inerenti il legame esistente tra l'inquinamento, i suoi effetti sulla salute e l'interesse del pubblico per questo argomento.**

Sebbene le concentrazioni atmosferiche di una serie di agenti inquinanti siano diminuite negli ultimi 50 anni, i livelli attuali continuano a colpire la salute delle persone. Per comprendere l'inquinamento e il suo legame con la salute è necessario comprendere i processi coinvolti nell'emissione degli inquinanti ambientali, individuando anche le fonti e l'interazione tra i vari componenti della miscela inquinante; vanno inoltre analizzate le esposizioni o le variazioni di esposizione agli inquinanti atmosferici, distinguendo gli effetti dell'inquinamento atmosferico da altre cause e comprendendo l'interdipendenza degli effetti da altri cofattori (Riquadro 3a). Questi fattori fondamentali vanno presi in esame non soltanto durante l'indagine degli effetti degli inquinanti atmosferici sulla salute ma anche nell'interpretazione dei risultati delle ricerche e nella valutazione e comunicazione dell'importanza dell'inquinamento atmosferico per i pazienti e per la salute pubblica.

## GLI AGENTI INQUINANTI COME MARCATORI DI UNA MISCELA

L'inquinamento atmosferico è una fonte di esposizione onnipresente e complessa (si veda il Capitolo 4) e non è facile studiarne gli effetti sulla salute. La miscela di inquinanti atmosferici non è pienamente caratterizzabile né facilmente replicabile in esperimenti che prevedono l'esposizione di animali o di volontari in laboratorio. Questi studi sperimentali tendono a investigare le proprietà tossicologiche di singoli agenti inquinanti piuttosto che le complesse interazioni che avvengono nella miscela. Gli studi epidemiologici utilizzano uno o più agenti inquinanti come marcatori della miscela di inquinanti (ad es. l'NO<sub>2</sub> o il PM<sub>10</sub>) ma le correlazioni tra alcuni marcatori dell'inquinamento e i loro effetti sulla salute non riflettono necessariamente un semplice rapporto di causalità. Gli effetti rilevati potrebbero essere provocati da uno o più agenti inquinanti atmosferici la cui presenza è correlata al marcatore utilizzato negli studi. Gli studi dovrebbero quindi puntare all'analisi di una miscela di emissioni fonte-specifica piuttosto che di un singolo agente inquinante.

## UN'AMPIA GAMMA DI EFFETTI SULLA SALUTE

Una delle conseguenze della complessità dell'inquinamento atmosferico è il fatto che anche gli effetti dell'inquinamento dell'aria sulla salute sono complessi e includono numerosi disturbi aspecifici. Naso e polmoni sono i primi a entrare in contatto con gli agenti inquinanti. A seconda delle caratteristiche fisiche e chimiche degli agenti inquinanti, dello stato anatomico o fisiologico della persona, del suo pattern respiratorio o del suo livello di attività, gli agenti inquinanti colpiscono il sistema respiratorio a vari livelli di profondità. Le particelle grossolane colpiscono in particolare le vie aeree superiori mentre le particelle sottili raggiungono le vie aeree più piccole e gli alveoli, pur depositandosi anche nel naso. I gas idrosolubili (come l'SO<sub>2</sub>) reagiscono con lo strato di muco delle vie aeree superiori mentre i gas meno solubili (come l'NO<sub>2</sub>) hanno più possibilità di raggiungere gli alveoli.

Gli agenti inquinanti possono compromettere i meccanismi di autodifesa del sistema respiratorio. Lo strato di muco e le cellule ciliate sono un'importante prima linea di difesa che impedisce agli agenti inquinanti di raggiungere le vie aeree superiori. Tuttavia, gli agenti inquinanti possono modificare la composizione o compromettere la produzione del muco e/o pregiudicare il funzionamento dell'epitelio ciliare. Gli inquinanti possono inoltre raggiungere le terminazioni delle cellule sensoriali situate tra gli strati epiteliali presenti lungo le vie aeree, colpendo la muscolatura liscia con conseguente iperreattività delle vie aeree o aumento della secrezione di muco che provoca tosse o catarro.

Nelle vie aeree inferiori gli inquinanti atmosferici possono colpire la seconda linea di difesa, ovvero i macrofagi alveolari e lo strato cellulare responsabile dello scambio dei gas con il sangue. Si verifica un'inflammatione locale che si ripercuote sullo scambio dei gas e un'inflammatione cronica che provoca l'ispessimento della barriera aria-sangue. Mediatori dell'inflammatione ed effetti autonomici generano una risposta sistemica agli eventi polmonari locali e questo fenomeno è alla base dei numerosi disturbi cardiovascolari associati all'inquinamento atmosferico. L'osservazione degli effetti sistemici ha aperto un nuovo filone di ricerca sugli effetti a livello riproduttivo e neurogenetico. I vari effetti sulla salute legati all'inquinamento dell'aria vengono trattati al Capitolo 6.

## EFFETTI ACUTI E CRONICI

Gli effetti acuti dell'inquinamento possono essere percepiti a distanza di ore o giorni dall'esposizione ma altri effetti dell'inquinamento atmosferico sono conseguenti a esposizioni croniche a lungo termine, che conducono a patologie croniche. Gli effetti acuti e cronici dell'inquinamento atmosferico sono parzialmente correlati ma è molto importante distinguerli quando si pianificano e si interpretano gli studi epidemiologici, come discusso al Capitolo 5.

## RISCHI PER GLI INDIVIDUI E LA SALUTE PUBBLICA

I rischi dell'inquinamento atmosferico per la salute di una determinata persona non possono essere né quantificati né osservati. Non sono disponibili test clinici o strumenti diagnostici in grado di definire il ruolo e l'effetto dell'inquinamento atmosferico sulla salute dei singoli. Tuttavia, un vasto patrimonio di dati offre misure quantitative dei rischi associati all'inquinamento atmosferico, di solito espresse in rischio relativo (RR) o, in maniera simile, in odds ratio (OR). Queste misure forniscono una stima della maggiore probabilità (teorica) che un soggetto esposto mostrerà un problema di salute. Un valore di RR o di OR pari a 1,0 indica quindi che le persone esposte e non esposte sono soggette allo stesso rischio sanitario, non ci dice nulla sul rischio assoluto o sulla probabilità di contrarre la patologia. Ovviamente questo non è sufficiente per quantificare l'impatto dell'inquinamento dell'aria e delle politiche di gestione dell'aria sulla salute pubblica. Il paradosso dei rischi relativi ridotti e di un enorme fardello per la salute pubblica generato dall'inquinamento dell'aria viene discusso al Capitolo 8.

# RIQUADRO 3a

## Comprendere l'inquinamento atmosferico e la salute: le sfide

L'interazione esistente tra l'inquinamento dell'aria e la salute è un argomento complesso e difficile: non è facile interpretare i risultati delle ricerche e comunicarne il significato. Di seguito vengono elencate alcune delle sfide più importanti che devono essere affrontate nella ricerca sull'inquinamento atmosferico.

### L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO È GENERATO DA DIVERSE FONTI.

Numerose fonti contribuiscono all'inquinamento. I processi di combustione mobili e fissi assumono un ruolo particolarmente importante.

### L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO È UNA MISCELA DI DIVERSI AGENTI INQUINANTI.

L'inquinamento dell'aria include centinaia di agenti inquinanti, pochi dei quali possono essere monitorati, studiati e regolati da normative.

### L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO È UN PROCESSO DINAMICO.

Dopo la loro creazione, gli agenti inquinanti interagiscono tra loro e con l'ambiente seguendo dinamiche complesse che possono dipendere dalla temperatura, dall'umidità e da altre condizioni ambientali. L'inquinamento presenta quindi varie concentrazioni, composizioni e possibili livelli di tossicità.

### L'ESPOSIZIONE È VARIABILE.

Una serie di fattori determinano se e in che misura l'inquinamento provoca un'esposizione, ovvero il contatto tra l'inquinamento e il corpo umano. La vicinanza alla fonte, le barriere fisiche presenti tra le fonti e le persone, il tempo trascorso a contatto con l'aria inquinata e il livello di attività fisica influenzano la quantità di esposizione e, in definitiva, la dose di inquinamento che raggiunge gli organi target.

### BASSI LIVELLI DI ESPOSIZIONE SONO COMUNQUE RILEVANTI.

In gran parte dei paesi europei e occidentali la qualità dell'aria è molto migliore rispetto a quella degli anni '50 dello scorso secolo. Ci si aspetterebbe quindi che gli effetti dell'inquinamento dell'aria sulla salute fossero minori e molto meno evidenti rispetto, ad esempio, al drastico aumento di mortalità e di morbilità verificatosi durante gli episodi di smog degli anni '50. Una semplice occhiata a qualche statistica non è in grado di rivelare gli effetti sulla salute dell'attuale inquinamento dell'aria.

### CAUSA ED EFFETTO NON SONO SEMPRE CHIARI.

I pazienti possono presentare una serie di sintomi e segnali patologici che conducono a una diagnosi clinica compatibile con problemi di salute indotti dall'inquinamento ma questi ultimi sono solitamente "non caratteristici" dell'inquinamento, quindi la loro presenza non rivela la causa di fondo del problema. Ad esempio, un infarto miocardico provocato dall'inquinamento atmosferico non è distinguibile da un infarto provocato da qualsiasi altro fattore di innesco di una trombosi. Non esiste una "patologia specifica dell'inquinamento atmosferico" e il trattamento dei disturbi legati all'inquinamento atmosferico non è causa-specifico (si veda il Capitolo 9).

### L'INQUINAMENTO NON AGISCE IN MANIERA ISOLATA.

La salute è il risultato di una vasta gamma di fattori esogeni ed endogeni, che interagiscono in modo complesso. La tipologia e la gravità degli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute dipende quindi da un insieme di cofattori combinati tra loro.