Conclusioni e prospettive future
Conclusions and Priorities

Lo studio qui presentato è il primo tentativo di analisi organica in Italia degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute. E' un analisi importante, anche perché risponde ad un diffuso allarme nell'opinione pubblica, cui non sempre i *mass media* si rapportano in modo scientificamente solido.

La ricerca multicentrica italiana ha richiesto un articolato coordinamento fra vari gruppi di ricerca e tra competenze scientifiche diverse, in particolare di carattere medico-epidemiologico e statistico. La meta-analisi italiana non imita semplicemente il percorso metodologico seguito in altri paesi, ma ha aspetti innovativi. Il principale è il disegno seguito: i singoli studi città-specifici che hanno successivamente alimentato la meta-analisi sono stati progettati in modo armonizzato fin dall'inizio, come è corretto fare in uno studio di questo tipo. Non si eliminano ma certamente si riducono grandemente tutti i numerosi problemi (di comparabilità delle basi di dati, stabilità dei protocolli, e omogeneità degli approcci metodologici) che spesso rendono controversi i risultati di meta-analisi. Di ciò testimoniano anche gli studi di robustezza che sono stati svolti.

Ogni meta-analisi, oltre a fornire risposte globali a quesiti a livello aggregato, ha il ruolo di mettere in evidenza problemi aperti, di proporre nuove e più pertinenti ipotesi di ricerca, di indicare obiettivi conoscitivi più specifici cui rispondere con più mirati metodi di indagine e di analisi. Dalla meta-analisi proposta in questa monografia, inoltre, emergono risultati interessanti proprio perché non del tutto attesi e non immediatamente spiegabili.

Fra i primi, vanno ricordati i seguenti risultati salienti:

- a livello aggregato, si è osservata una associazione statisticamente significativa fra ciascuno degli inquinanti studiati e ciascuno degli indicatori sanitari considerati. Fa eccezione l'ozono, che non è risultato associato con la mortalità per cause respiratorie e con i ricoveri per patologie cardiovascolari;
- le stime di rischio sono più elevate per gli esiti (mortalità, ricoveri) respiratori che per quelli cardiache;
- l'effetto dell'inquinamento sulla salute è precoce, ma diluito in un arco temporale di qualche giorno (almeno fino a tre);
- gli effetti sono più pronunciati in estate che in inverno.

Importanti implicazioni in termini di politiche di sanità pubblica derivano da queste osservazioni, pur in presenza di una ancora limitata interpretazione causale a livello dei processi biologici sottostanti. Infatti, a fini di politiche di diminuzione del rischio, è importante l'individuazione di effetti e la loro attribuzione, con alta probabilità, ad una ben individuata sorgente di inquinamento (anche quando non è quantificabile lo specifico ruolo di ciascuno dei suoi componenti).

La prima condizione è presente nei risultati della meta-analisi italiana: gran parte degli effetti sono statisticamente significativi (addirittura più marcati rispetto ad altri paesi). La potenzialità dello studio di stimare il contributo di ciascuna delle sorgenti di inquinamento atmosferico - traffico veicolare, riscaldamento domestico, emissioni industriali - è limitata. E' stato fatto notare che il traffico crea dei costi che non sono coperti (e difficilmente potrebbero esserlo, diversamente dalle emissioni industriali) dagli inquinatori e per l'inquinamento da traffico è stato

stimato l'impatto in termini di salute pubblica in paesi europei simili al nostro (1). Le caratteristiche delle città indagate nel nostro studio e del miscela di inquinanti esaminato suggeriscono un ruolo preminente del traffico veicolare. Le autorità di sorveglianza sanitaria nazionali e trans-nazionali hanno sollevato l'allarme sugli effetti avversi dell'impetuosa crescita del traffico veicolare nei paesi economicamente più sviluppati (2) e hanno emesso linee guida che possono essere così sintetizzate:

- nonostante l'impatto positivo sulle emissioni da traffico da miglioramenti tecnologici (benzine senza piombo e marmitte catalitiche), è necessario un approccio più globale, inteso a ridurre la miscela di inquinanti prodotti dai veicoli a motore piuttosto che singoli inquinanti. Considerare un singolo inquinante può essere fuorviante (il suo effetto può essere solo una *proxy* dell'effetto della miscela) o controproducente (la riduzione delle emissioni di CO_2 attraverso i cosiddetti "nuovi diesel" potrebbe comportare l'aumento di particelle ultra-fini);
- nessun miglioramento tecnologico sarà sufficiente a compensare l'incontrollato aumento del volume di traffico in Europa. Il controllo della crescita del traffico veicolare, in particolare nelle aree urbane, è ineludibile se si vogliono evitare ulteriori pericoli per la salute;
- non è possibile, al momento, individuare soglie sotto le quali si possa affermare con una certa sicurezza che non esistono effetti avversi: è quindi auspicabile che si affermi la tendenza ad un abbassamento generalizzato delle soglie di attenzione ed allarme indicate dagli standard nazionali e trans-nazionali sulla qualità dell'aria;
- la ricerca deve rivolgersi alla necessità di migliorare la specificità del monitoraggio di alcuni inquinanti (specie della composizione chimica e volumetrica delle polveri) e a quella di approfondire i nessi causali fra inquinamento atmosferico e salute.

In quest'ultimo ambito, diversi spunti, che necessitano di approfondimenti maggiori, emergono dalla presente ricerca.

In primo luogo, viene per la prima volta suggerito un gradiente Nord-Sud nell'intensità del rischio da inquinamento atmosferico, in particolare per il PM_{10}. Esso è più evidente per la mortalità - generale e per malattie respiratorie e cardiovascolari - che per la morbosità. Questa sorprendente differenza potrebbe riflettere, una minore capacità di ricettività ospedaliera a Palermo, l'unica città del Sud coinvolta nello studio. Ne deriverebbe – in questa città - una sottostima degli effetti dell'inquinamento sulla ricoverabilità. Il più alto rischio per la salute da inquinamento atmosferico al Sud piuttosto che al Centro-Nord potrebbe essere reale, ma non potrebbe essere inferito dallo studio sui ricoveri.

Dall'altro lato, le due città che mostrano i massimi livelli di rischio connesso all'inquinamento da PM_{10} sono Palermo per la mortalità, e Firenze per la morbosità. Queste sono anche le due uniche città in cui il PM_{10} viene rilevato direttamente, e non mediante applicazione di fattori di conversione alle misure del particolato totale sospeso. Il gradiente Nord-Sud potrebbe essere conseguenza della più accurata misura dell'inquinante, e quindi spurio. Né si può escludere che a Firenze e Palermo vigano condizioni meteorologiche (temperatura, umidità, vento) che possono favorire il trasporto di questo inquinante. In ogni caso, il risultato qui presentato suggerisce la necessità di coinvolgere un numero maggiore di città di diverse dimensioni del Centro e Sud Italia, in future, auspicabili, ripetizioni ed estensioni della analisi italiana.

Un secondo risultato da approfondire riguarda il ruolo delle variabili meteorologiche. Nelle analisi città-specifiche si è tenuto conto della temperatura e dell'umidità come possibili variabili di confondimento, inserendole con la medesima struttura nel modello per tutte le città coinvolte nello studio. Il ruolo di queste variabili, tuttavia, potrebbe essere più complesso, ed andare al di là degli effetti diretti, già noti in letteratura, sulla mortalità e la ricoverabilità. La temperatura, notoriamente, ha un effetto sulla salute non lineare, che potrebbe essere diverso in zone climaticamente diverse del Paese. Inoltre, temperatura, umidità e ventosità

potrebbero influenzare l'effetto di alcuni inquinanti sulla salute, sia dal punto di vista chimico-fisico (effetti sulla composizione chimica e volumetrica delle polveri) sia attraverso condizionamenti degli stili di vita (tendenza, nel Mezzogiorno d'Italia, a vivere all'aperto o a tenere aperte le finestre in misura maggiore che nel Centro-Nord). Queste influenze potrebbero essere catturate dall'introduzione nei modelli esplicativi di opportuni termini di interazione fra le variabili meteorologiche e le concentrazioni di inquinanti, con una modellazione, quindi, più flessibile di quella adottata in questa ricerca.

Infine, lo studio qui presentato ha evidenziato alcune importanti differenze per esiti diversi (mortalità generale e per cause cardiovascolari e respiratorie, ricoveri per cause cardiache e respiratorie) e per particolari classi di età (segnatamente quelle anziane). In studi descrittivi, disaggregazioni all'interno della popolazione studiata aumentano la possibilità di una lettura di tipo causale dei risultati. Nonostante lo sforzo nelle analisi fin qui svolte nelle città italiane, i raggruppamenti di patologie e di cause di morte impiegate in questa analisi sono ancora troppo aggregati per una interpretazione delle differenze trovate che faccia riferimento a precisi meccanismi biologici. Discorso analogo vale per le differenze trovate fra classi di età. Di ciò si dovrà tenere conto nello sviluppo auspicabile dello studio. La principale, e fondata, obiezione a questo sforzo di maggiore dettaglio è di tipo statistico: una maggiore disaggregazione porta a fare inferenza sui modelli di interesse sulla base di numerosità molto esigue, e dunque instabili. Questa obiezione si riferisce però all'uso di metodi asintotici per la giustificazione delle procedure inferenziali (stima del rischio e sua deviazione standard, intervalli di confidenza, test di significatività, ecc.), e potrebbe essere superata facendo ricorso in futuro a metodi di inferenza condizionata esatta o approssimata, oggi resi possibili dai grandi sviluppi in ambito computazionale.

In conclusione, lo studio presentato in questa monografia è un importante passo in avanti nelle conoscenze epidemiologiche sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana nel nostro Paese e nella capacità della ricerca italiana di attivare una rete di basi di dati armonizzate e di utilizzare metodi statistici avanzati per l'analisi integrata di tali basi di dati. E' un patrimonio prezioso, che andrà mantenuto e sviluppato nei prossimi anni, anche in vista di una auspicabile ripetizione dell'esperienza. Se allargata ad altre città italiane, essa può portare grandi vantaggi in termini di comprensione delle dinamiche temporali e di affinamento dei confronti fra realtà diverse del nostro Paese e con i più avanzati risultati a livello internazionale.

Bibliografia

1- Kunzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filiger P, Herry M, Hyorak F Jr, Puybonnieux-Texier V, Quenel P, Schneider Seethaler R, Vergnaud JC, Sommer H Public-health impact of oudoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; **356**; 795-801

2- Dora C., Phillips M. *Transport, environment and health.* WHO Regional Publications, European Series 2000, 89.