

Inquinanti dell'aria di città e patologie cardiovascolari, uno studio preliminare a Firenze

Questo studio rientra in una nuova linea di ricerca "Clima e Salute" nata dalla collaborazione tra l'Istituto di biometeorologia di Firenze del Cnr e il Centro interdipartimentale di bioclimatologia dell'Università di Firenze. Si tratta quindi di un gruppo di ricerca interdisciplinare, in cui vi è una stretta collaborazione tra meteorologi e medici. Il gruppo, costituitosi agli inizi del 2000, nasce dall'esigenza di analizzare le relazioni esistenti fra le condizioni ambientali e l'insorgenza di importanti patologie.

24

Lo scopo finale della ricerca è creare un sistema operativo di informazione che permetta di allertare i soggetti a rischio e di migliorare l'assistenza sanitaria e ospedaliera quando sono previste condizioni climatiche e ambientali sfavorevoli in grado di determinare un picco dei ricoveri per specifiche patologie.

Le condizioni climatiche locali hanno giocato un ruolo molto importante nel processo di urbanizzazione: le città, infatti, sono sorte in zone ideali per rendere più facile e sicura la vita delle persone. Allo stesso tempo lo sviluppo urbano, associato a un progressivo aumento della popolazione, ha modificato in maniera consistente le originarie caratteristiche delle superfici che associate alle crescenti immissioni di inquinanti atmosferici di origine antropica – che raggiungono spesso concentrazioni al di sopra delle soglie di sicurezza – hanno a loro volta modificato le iniziali condizioni climatiche venendo a creare quello che viene definito con il termine di "clima urbano" (WMO, 1996).

Secondo recenti proiezioni delle Nazioni Unite (*2001 Revision of the World Urbanization Prospects*), per il 2007 metà della popolazione mondiale vivrà in ambiente urbano e durante i successivi trent'anni, per la prima volta nella storia, la maggior parte della popolazione mondiale vivrà in tali aree. Questi pochi dati bastano per capire quanto sia importante preservare l'ambiente urbano e quindi la nostra salute. Si può parlare d'inquinamento atmosferico quando le attività antropiche determinano delle significative variazioni della concentrazione delle sostanze già presenti nell'aria per cause naturali e/o quando vengono immesse nell'aria sostanze di nuova sintesi.

Negli ultimi anni un crescente numero di studi epidemiologici ha messo in evidenza una forte relazione tra l'aumento della mortalità e della morbilità e la presenza di alcuni inquinanti. Tali studi, effet-

tuali in varie parti del mondo, quindi in città con diverse caratteristiche e con varie concentrazioni d'inquinanti dell'aria, si sono basati soprattutto su patologie relative all'apparato cardiovascolare e respiratorio.

Uno studio effettuato nella città di Hong Kong (Wong et al., 1999) ha mostrato associazioni statisticamente significative tra elevati livelli di NO₂, O₃ e PM10 e i ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari e respiratorie. Anche i risultati ottenuti da alcune ricerche americane (Schwartz, 1997; Schwartz, 1999; Mann et al., 2002) hanno evidenziato una relazione tra alcuni inquinanti (soprattutto CO, oltre a NO₂ e PM10) e i ricoveri ospedalieri per cardiopatie ischemiche. Uno studio molto recente (Koken et al., 2003) ha messo in risalto l'associazione tra CO, O₃ e SO₂ e l'aumento del rischio di ricovero per alcune malattie cardiovascolari; non sono però emerse relazioni significative con altri inquinanti, come il particolato e l'NO₂. In un altro recente studio (Lin et al., 2003), effettuato in Brasile, gli autori hanno trovato che tutti gli inquinanti presi in considerazione, CO, NO₂, O₃, PM10 e SO₂, erano positivamente associati con i ricoveri giornalieri al pronto soccorso per *angina pectoris* e *infarto del miocardio*, ma solo il CO ha presentato relazioni significative da un punto di vista statistico.

Anche in Europa tali relazioni sono state ampiamente studiate. Alcune ricerche eseguite a Londra (Poloniecki et al., 1997; Atkinson et al., 1999) hanno mostrato che i ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari incrementavano con l'aumento della concentrazione di alcuni inquinanti, come CO, polveri fini, NO₂ e SO₂. I risultati di una recente pubblicazione su uno studio condotto in Spagna (Ballester et al., 2002) hanno mostrato che l'aumento dei livelli di particolato era significativamente associato con il numero dei ricoveri ospedalieri per

varie patologie cardiovascolari e con le visite al pronto soccorso per asma. Un'altra serie di studi sugli effetti a breve termine del PM10 sui ricoveri ospedalieri per alcune malattie è stata effettuata in otto città europee (tra cui anche due italiane: Milano e Roma) durante il progetto APHEA (*European Air Pollution Health Effects Approach*), nel periodo dall'inizio alla metà degli anni '90. I risultati (Atkinson et al., 2001) hanno mostrato che i ricoveri di persone anziane (età superiore a 65 anni) per alcune malattie respiratorie aumentavano dell'1% ad ogni aumento di 10 µg/m³ nei livelli di PM10. Per quanto riguarda invece i ricoveri di soggetti anziani per alcune malattie cardiovascolari, l'incremento fu circa dello 0.7% per ogni aumento di 10 µg/m³ nei livelli di PM10 (Le Tertre et al., 2002), mentre altri autori (Zanobetti et al., 2000) trovarono aumenti anche fino all'1%.

Una pubblicazione molto recente (Sunyer et al., 2003) ha messo in evidenza come il numero di ricoveri giornalieri per malattie ischemiche del miocardio di soggetti anziani aumentava in maniera statisticamente significativa all'aumentare dei livelli di SO₂ dello stesso giorno del ricovero e di quello precedente.

Molto interessanti sono i risultati ottenuti dallo studio Misa (*Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico*) (Biggeri et al., 2002), condotto in Italia nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale. L'indagine è stata realizzata, nel periodo 1990-1999, sulla popolazione di otto grandi città italiane (Torino, Milano, Verona, Ravenna, Bologna, Firenze, Roma e Palermo), valutando la relazione tra livelli giornalieri degli inquinanti atmosferici (polveri, PM10, NO₂ e SO₂, CO e O₃) ed eventi sanitari rilevanti quali la mortalità (totale, cause cardiache, cause respiratorie) e i ricoveri ospedalieri (cause cardiache e respiratorie) nel periodo 1990-

1999. In tutte le città studiate sono state osservate associazioni statisticamente significative tra ciascuno degli inquinanti studiati e gli indicatori sanitari considerati.

SCOPO DELLO STUDIO

Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare se a Firenze, in conseguenza dell'aumento di alcuni inquinanti, la probabilità di ricovero ospedaliero per alcune cardiopatie ischemiche aumentava oltre il valore medio giornaliero in una determinata stagione, in base anche al sesso e all'età dei pazienti.

MATERIALI E METODI

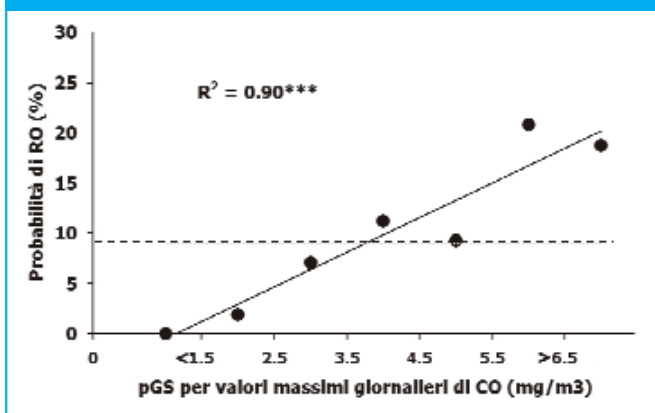
I valori medi e massimi giornalieri di alcuni inquinanti dell'aria, in particolare il CO, il PM10 e l'O₃, sono stati registrati per il periodo 1998-2001 da quattro stazioni di monitoraggio ambientale posizionate in zone differenti e con varie esposizioni agli inquinanti. Questi dati sono stati forniti dall'Agenzia regionale per la protezione ambientale in Toscana (Arpat). I ricoveri ospedalieri per patologie cardiovascolari (solo persone residenti nell'area fiorentina) sono stati forniti dall'Azienda ospedaliera di Careggi, il più grande ospedale della Toscana, per i quattro anni oggetto di studio. I ricoveri sono stati classificati in due gruppi:

- infarto del miocardio* (IM), con 1.941 casi e un rapporto di 2.2 uomini per 1.0 donna;
- angina pectoris* (AP), con 3.917 casi e un rapporto di 2.1 uomini per 1.0 donna.

Entrambi i campioni sono poi stati divisi a seconda del sesso e in gruppi di età. La diagnosi si riferisce al cartellino di dimissione ed è espressa in base al codice ICD-9-CM (*International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification*): da 410 a 410.92 per IM e da 411 a 413.1 per AP.

È stata eseguita un'analisi statistica con lo scopo di valutare se un aumento giornaliero nei valori degli

Figura 1 - Probabilità di ricovero ospedaliero (RO) in relazione a CO



Probabilità di ricovero ospedaliero (RO) per infarto del miocardio (IM) di uomini di età > 85 durante la primavera in relazione al CO. Legenda: pGS = potenziali Giorni Stressanti; linea continua = regressione lineare; linea tratteggiata = ricovero medio primaverile di uomini > 85 per IM.

inquinanti dell'aria era associato significativamente con un innalzamento nella probabilità di ricovero ospedaliero. Questa analisi è stata basata sulla definizione di *giorno stressante* (GS), definito come un giorno che ha un impatto su una patologia specifica in relazione ai valori soglia dei parametri ambientali, in questo caso in relazione ai livelli degli inquinanti atmosferici. Sono stati individuati, quindi, per ciascuna stagione, tutti i *potenziali giorni stressanti* (pGS) caratterizzati da un determinato valore medio o massimo giornaliero di inquinante. La probabilità di ricovero è stata poi calcolata mediante il rapporto tra il numero dei ricoveri ospedalieri in quei specifici pGS e il numero dei pGS. Successivamente, sui valori di probabilità di ricovero così ottenuti, è stata eseguita un'analisi di regressione lineare e sono stati calcolati il coefficiente di correlazione di Pearson e la sua significatività mediante il test di t-Student. Quando la probabilità di ricovero ospedaliero in una determinata classe di pGS superava la probabilità media di ricovero ospedaliero in quella determinata stagione, allora quei pGS potevano essere definiti come GS. Sono inoltre stati calcolati gli incrementi nella probabilità di ricovero ospedaliero nei GS rispetto alla probabilità di ricovero media giornaliera.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Per quel che riguarda i ricoveri per IM, sono soprattutto gli aumenti giornalieri di CO ad aver mostrato relazioni statisticamente significative, in particolare con i ricoveri di anziani durante la stagione inver-

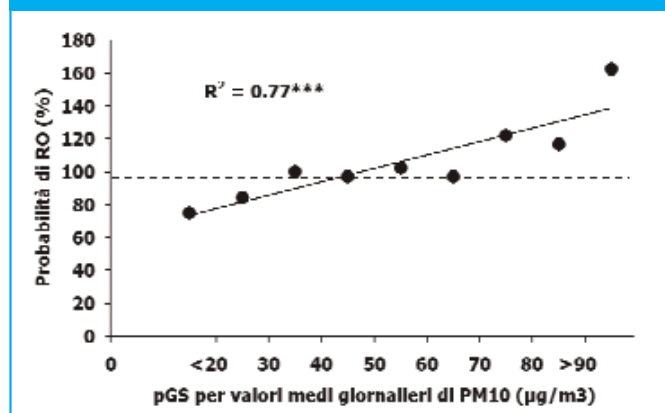
nale e primaverile (fig. 1). Gli aumenti giornalieri di PM10 e O₃ hanno invece mostrato solo poche relazioni statisticamente significative con i ricoveri e comunque solo con quelli di donne anziane nel periodo invernale (relazioni significative con il PM10) e nel periodo autunnale (relazioni significative con l'O₃).

Firenze, nella stagione invernale e talvolta in quella autunnale, presenta spesso giorni caratterizzati dal fenomeno dell'inversione termica e le condizioni di ristagno dell'aria impediscono la dispersione degli inquinanti che conseguentemente tendono ad aumentare la concentrazione nei bassi strati dell'atmosfera, cioè vicino al suolo.

I ricoveri per AP, invece, rispetto ai ricoveri per IM, hanno mostrato un maggior numero di relazioni statisticamente significative con tutti gli inquinanti. Anche in questo caso però, così come è stato osservato per i ricoveri per IM, il maggior numero di relazioni hanno riguardato il CO. Quest'ultimo ha mostrato relazioni molto significative con la classe più giovane dei ricoveri (soggetti di età < 65), sia maschi che femmine, durante l'estate e con gli anziani soprattutto in primavera ed estate.

I ricoveri per AP, a differenza di quanto visto per i ricoveri per IM, hanno mostrato comunque molte associazioni significative anche con gli altri due inquinanti presi in considerazione (PM10 e O₃). In particolare, la probabilità di ricovero dei soggetti più giovani (età < 65) è particolarmente significativa solo con aumenti giornalieri nei valori medi di PM10 in primavera,

Figura 2 - Probabilità di ricovero ospedaliero in relazione a PM10



Probabilità di ricovero ospedaliero (RO) per angina pectoris (AP) di uomini di età > 65 durante l'estate in relazione al PM10. Legenda: pGS = potenziali Giorni Stressanti; linea continua = regressione lineare; linea tratteggiata = ricovero medio estivo di uomini > 65 per AP.

mentre la probabilità di ricovero dei soggetti anziani è risultata spesso significativa all'aumentare dei valori giornalieri di PM10 e O₃ in tutte le stagioni, ma soprattutto in estate (fig. 2), quando gran parte della popolazione tende a svolgere maggiore attività all'aperto.

CONCLUSIONI

Riassumendo, i principali risultati ottenuti hanno mostrato che *soprattutto l'aumento dei valori massimi giornalieri di CO è associato in maniera significativa a un incremento della probabilità di ricovero ospedaliero per patologie cardiovascolari*, sia di soggetti più giovani (età < 65) che più anziani (età > 65) in tutte le stagioni. Questi risultati concordano con quelli ottenuti da un altro studio effettuato in Brasile (Lin et al., 2003), a Sao Paulo, dove solo il CO presentava un effetto statisticamente significativo sui ricoveri al pronto soccorso per patologie cardiovascolari. In particolare il CO era associato con un aumento del 6.4% nei ricoveri al pronto soccorso per AP e IM.

Il PM10 e l'O₃, invece, hanno mostrato relazioni statisticamente significative quando correlati soprattutto con soggetti anziani ricoverati per AP. Anche questi risultati sono in accordo con quelli ottenuti da altri studi (Wong et al., 1999; Zanobetti et al., 2000; Biggeri et al., 2001; Ballester et al., 2002; Le Tertre et al., 2002) nei quali sono state individuate relazioni statisticamente significative tra gli incrementi dei ricoveri per patologie cardiovascolari di persone anziane e giorni con aumenti nei valori di O₃ e PM10. Proprio

nello studio italiano Misa (Biggeri et al., 2001), nel complesso delle città considerate, è emerso un incremento dello 0.8% nei ricoveri per cause cardiovascolari per ogni aumento di 10 µg/m³ di PM10. Questi risultati preliminari hanno mostrato che l'inquinamento dell'aria ha un ruolo ben evidente per le patologie cardiovascolari, con un diverso impatto sulle persone a seconda del sesso e della classe di età. Sono comunque necessari ulteriori studi di approfondimento e di conferma di questi risultati, prendendo in considerazione altre categorie di inquinanti e studiando la probabilità di ricovero ospedaliero anche alcuni giorni dopo un aumento del valore degli inquinanti.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare per la loro grande disponibilità a collaborare F. Giovannini dell'Arpat di Firenze per aver fornito i dati meteorologici e degli inquinanti dell'aria; G. Pasquini e S. Sinatti dell'AOC - Firenze (Azienda ospedaliera di Careggi) per aver fornito i dati relativi ai ricoveri ospedalieri.

Marco Morabito, Alfonso Crisci
Istituto di biometeorologia
Consiglio nazionale delle ricerche
Firenze

Lorenzo Cecchi, Simone Orlandini
Centro interdipartimentale di Bioclimatologia, Università di Firenze

Il gruppo di ricerca è coordinato da G.F. Gensini, G. Maracchi e V. Digiesi

Per ulteriori informazioni:
e-mail: m.morabito@bimmet.cnr.it