



I LIVELLI DI PM2,5 SONO PARTICOLARMENTE ELEVATI IN AMBIENTI INDOOR: QUALE SOGLIA DI ESPOSIZIONE NELLA DETERMINAZIONE DEL RISCHIO CANCEROGENO

Baldini M, Di Biagio K, Simeoni TV, Bartolacci S, Mariottini M
Osservatorio Epidemiologico Ambientale – ARPA Marche

Roma, 28 maggio 2014

INTRODUZIONE E OBIETTIVO

Il particolato atmosferico (PM) è costituito da una miscela complessa di particelle solide e liquide; gli studi sugli effetti sanitari del PM, in generale, concentrano la loro attenzione sulla frazione con un diametro aerodinamico equivalente compreso tra 10 µm, per il sottile, arrivando a 100 nm, per l'ultrafine. In relazione alle ridotte dimensioni che lo caratterizzano, il particolato può permanere sospeso nell'atmosfera per giorni o settimane, distribuirsi notevolmente lontano dai luoghi di emissione sospinto dai venti, penetrare e stationare negli ambienti di vita e spingersi con facilità nelle vie aeree. Un Rapporto ISPRA sull'inquinamento indoor, che include una rassegna di studi effettuati in alcune aree urbane italiane, ha evidenziato come i livelli di PM2,5 negli ambienti confinati subiscano variazioni stagionali, siano influenzati dalla presenza di fumo di tabacco ambientale e mostrino valori di concentrazione talora più elevati se confrontati con gli ambienti outdoor (1). Nell'ambito del particolato, il PM2,5 sembra rappresentare un fattore di rischio maggiore se confrontato con quello dovuto alle particelle di diametro aerodinamico superiore in quanto a causa delle sue ridotte dimensioni riesce a penetrare in profondità nelle vie aeree distali dell'albero respiratorio. La pericolosità del particolato, tuttavia, non deriva solo dalla sua costituzione fisico-strutturale ma, forse in misura preponderante, dalla sua composizione chimica particolarmente complessa e variabile. Nello scorso ottobre 2013 la IARC ha classificato il particolato atmosferico tra i cancerogeni certi per l'uomo (gruppo 1) rilevando sufficienti evidenze per un'associazione causale con il tumore polmonare (2). Recentemente sono stati pubblicate importanti metanalisi che hanno rimarcato l'evidenza di una stretta associazione tra l'esposizione a particolato atmosferico ed eccessi significativi di eventi sanitari short term (3-4) ed effetti sanitari long term. (5-6). L'obiettivo che si è proposto il presente lavoro è stato quello di produrre una stima dei parametri tossicologici del PM2,5 e valutare gli effetti cancerogeni dell'esposizione *lifetime* a concentrazioni di PM2,5 anche inferiori ai limiti stabiliti dalle normative vigenti.

MATERIALI E METODI

L'Unità di Rischio Inalatorio (IUR) per il particolato fine rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore per esposizione giornaliera per via inalatoria e per tutta la vita a concentrazione unitaria della sostanza. Secondo l'approccio proposto dal WHO (7), lo IUR può essere determinato come il prodotto tra il rischio cumulativo di sviluppare il tumore polmonare in 70 anni di vita e la frazione di rischio del tumore polmonare attribuibile all'esposizione ad 1 µg/m³ di PM2,5. Il rischio cumulativo percentuale medio di sviluppare un tumore polmonare nel periodo 0-70 anni è stato stimato sulla base dei tassi di incidenza età specifici del Pool AIRTUM di 38 registri nel periodo 2006-2009 (8). La frazione di rischio di neoplasia che in una data popolazione è attribuibile all'esposizione, è stata determinata sulla base del rischio relativo (RR) di tumore polmonare, associato ad incrementi di 10 µg/m³ di particolato fine (PM2,5), la cui stima metanalitica (figura 1) è pari a 1,09 (IC95%: 1,04-1,14) (9). Utilizzando le equazioni sotto riportate di derivazione EPA, è stato calcolato dapprima lo Slope Factor (SF) inalatorio e, successivamente, la concentrazione di riferimento in aria (CRaria) per il PM2,5.

$$SF_{\text{inal}} \text{ (mg/kg-giorno)}^{-1} = \frac{IUR \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)} \cdot BW \text{ (kg)} \cdot 1000 \text{ (}\mu\text{g/mg)}}{T_{\text{inal}} \text{ (m}^3\text{/giorno)}}$$
$$CR_{\text{aria}} \text{ (}\mu\text{g/m}^3\text{)} = \frac{TR}{EM \times SF} \cdot 1000$$

RISULTATI

Il rischio attribuibile (RA) di tumore polmonare per esposizione incrementale unitaria di PM2,5 è risultato pari a 0,9%; il rischio cumulativo, che esprime il numero di persone che è necessario seguire nel corso della loro vita perché una di queste abbia una diagnosi oncologica, è stato calcolato pari a 235E-04. L'Unità di Rischio Inalatorio, ovvero la probabilità di nuove diagnosi incrementali di tumore del polmone dovute all'esposizione per l'intera vita ad 1 µg/m³ di particolato fine, è stata stimata attraverso la seguente equazione:

Unità di Rischio Inalatorio = Rischio cumulativo * Rischio Attribuibile

ed è risultato pari a 2,12E-04.

Ciò premesso, lo Slope Factor inalatorio e la concentrazioni di riferimento in aria sono risultati rispettivamente:

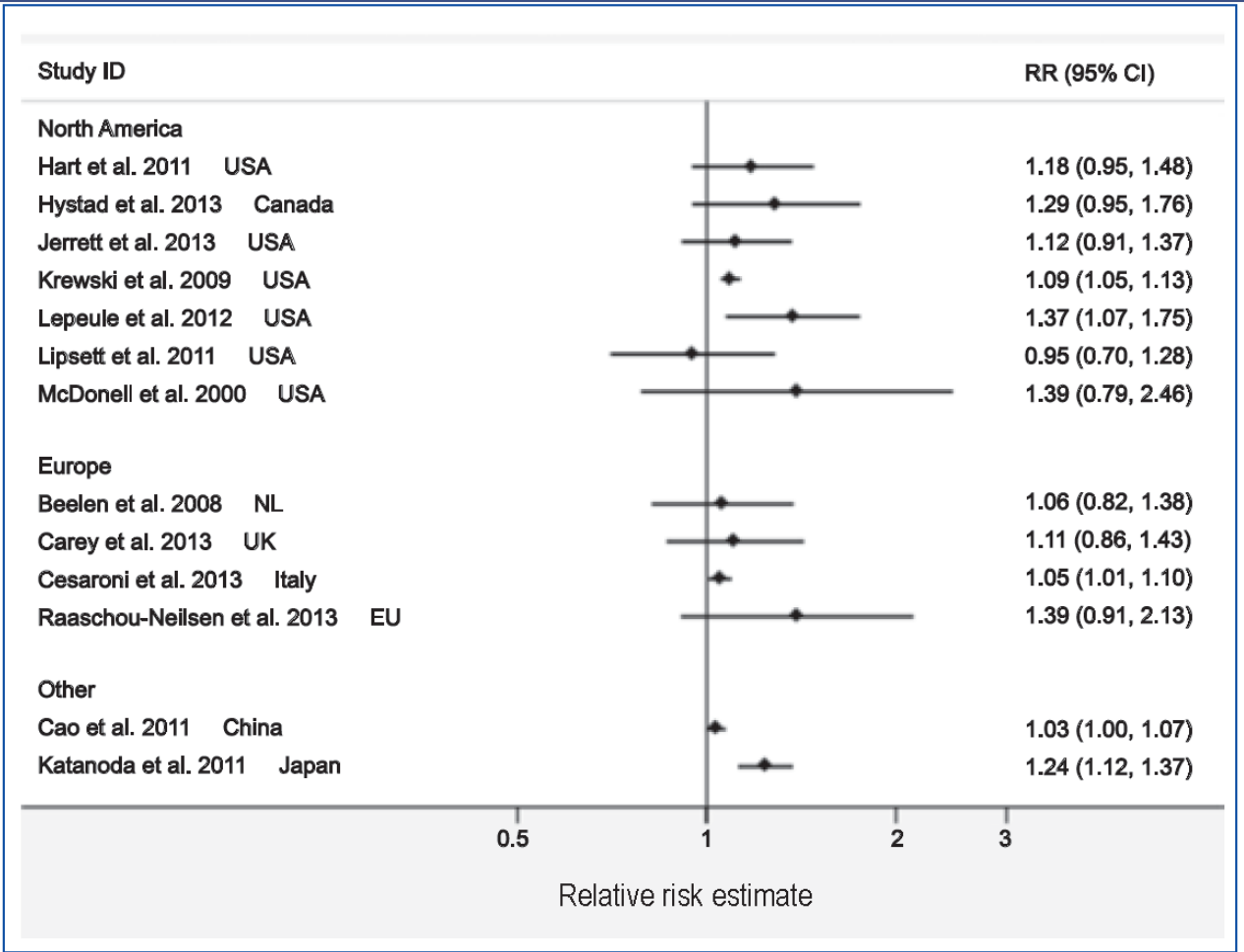
$$SF_{\text{inal}} = 7,40E-01 \text{ (mg/kg-giorno)}^{-1}$$

$$CR_{\text{aria}} = 6,98E-01 \text{ }\mu\text{g/m}^3$$

DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

L'obiettivo dello studio è stato quello di produrre, a partire da dati epidemiologici, una stima del valore dei parametri tossicologici, IUR e SF, che esprimono il potere cancerogeno della sostanza e, quindi, calcolare la cosiddetta CRaria che, nel caso specifico, rappresenta la concentrazione di PM2,5 alla cui esposizione inalatoria è verosimile che non si verifichino casi di tumore polmonare in eccesso rispetto al limite di accettabilità cancerogeno. A tal proposito, l'Agenzia per la protezione ambientale statunitense (US-EPA) e ormai gran parte degli organismi internazionali sono concordi nel ritenere accettabile un rischio incrementale di un caso su diecimila esposti; per valori superiori a 1,00E-04, al contrario, occorre pianificare interventi volti a mitigare le esposizioni. La rivista Lancet Oncology nel 2013, pubblicando i risultati dello studio ESCAPE, ha fatto rilevare come l'inquinamento da polveri sottili aumenti il rischio di tumore del polmone anche a concentrazioni inferiori ai limiti stabiliti dalle normative vigenti. Al di là del valore assoluto della CRaria, che potrebbe essere influenzato dall'effettuazione di scelte operative cautelative circa la selezione dei parametri di esposizione inseriti nelle equazioni sopra riportate, ciò che preme osservare è comunque la notevole disparità tra la concentrazione di riferimento calcolata e la soglia stabilita dalla normativa europea per gli ambienti outdoor di 25 µg/m³ per il PM2,5 su base annua. Ciò potrebbe apparire ancor più vero negli ambienti indoor considerando la possibile elevata concentrazione che il particolato fine può raggiungere negli stessi; a tal proposito l'OMS fa rilevare che i livelli di PM10 e PM2,5 negli ambienti confinati, in presenza di sorgenti indoor di particolato, raggiungono valori solitamente più alti che in ambienti outdoor (10). Alla luce di quanto sopra detto, probabilmente, in un'ottica di tutela della salute umana, i valori limite normati di esposizione della popolazione per il PM2,5 dovrebbero essere rivisti cercando di tendere al valore obiettivo della qualità dell'aria indicato dall'OMS e fissato a 10 µg/m³ come concentrazione media annuale (11).

Figura 1. Forest plot del rischio relativo (RR) di tumore del polmone per 10 µg/m³ of PM2,5



BIBLIOGRAFIA

¹ISPRA, Inquinamento indoor: aspetti generali e casi studio in Italia. *Rapporti 117/2010*.

²World Health Organization (WHO), International Agency for Research on Cancer (IARC). Press Release n. 221: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths. 17 October 2013. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: vol. 109, Outdoor Air Pollution. Lyon, France: IARC. (in press)*.

³ Alessandrini E.R. et al. Inquinamento atmosferico e mortalità in venticinque città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 220-229.

⁴ Scarinzi C. et al. Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in 25 città italiane: risultati del progetto EpiAir2. *Epidemiol Prev* 2013; 37 (4-5): 230-241.

⁵ Raaschou-Nielsen O. et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). *Lancet Oncol.* 2013 Aug;14(9):813-22.

⁶ Beelen R. et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet.* 2014 Mar 1;383(9919):785-95.

⁷ WHO. Air quality guidelines for Europe. Copenhagen, Regional Office for Europe. *WHO Reg Publ Eur Ser n.23, 1987*.

⁸ AIOM, AIRTUM, I numeri del cancro in Italia 2013. *Intermedia Editore, 2013*

⁹ Loomis D, Huang W, Chen G. The International Agency for Research on Cancer (IARC) evaluation of the carcinogenicity of outdoor air pollution: focus on China. *Chin J Cancer.* Apr 2014; 33(4): 189-196.

¹⁰ WHO Regional Office for Europe, 2010. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. *ISBN 978 92 890 0213 4*

¹¹ WHO Regional Office for Europe, 2006. Air quality guidelines. Global update 2005. *ISBN 92 890 2192 6*