

Caratteristiche del traffico nei pressi dell'abitazione e danni respiratori in età pediatrica: i risultati di SIDRIA

Giovanino CICCONE (a)
e Gruppo collaborativo SIDRIA (*)

(a) *Unità di Epidemiologia dei Tumori, Azienda Ospedaliera "San Giovanni Battista", Torino*

Riassunto. - Tra il 1994 e il 1995 è stato condotto uno studio di prevalenza sui disturbi respiratori nell'infanzia in dieci aree del nord e centro Italia. E' stato incluso nello studio un campione rappresentativo di 39 275 bambini in due classi di età (6-7 e 13-14 anni; rispondenza: 94,4%). Attraverso un questionario standardizzato compilato dai genitori (e dai ragazzi di 13-14 anni), sono state raccolte informazioni dettagliate sulle condizioni di salute respiratoria e sull'esposizione a diversi fattori di rischio, incluse le caratteristiche del traffico vicino casa. Nel sottogruppo di bambini residenti in aree metropolitane è stata osservata una chiara associazione tra il passaggio frequente di veicoli pesanti vicino l'abitazione e diversi disturbi respiratori. Classificando i sintomi recenti in gruppi mutuamente esclusivi, è stata documentata una associazione più forte per i soggetti che avevano riferito solo sintomi bronchitici, con un odds ratio (OR) di 1,44 (intervallo di confidenza 95%: 1,17-1,78), mentre l'OR per quelli che avevano riferito solo l'asma o sintomi asmatici era 1,10 (0,96-1,26). Associazioni più deboli sono state osservate in relazione a più generici indicatori di traffico e per i bambini residenti in aree non metropolitane.

Parole chiave: inquinamento da traffico, disturbi respiratori, bambini/adolescenti, emissioni diesel, bronchite.

Summary (*Characteristics of traffic near residences and type of respiratory effects in children. Findings from SIDRIA*). - A survey was conducted between 1994 and 1995 in ten areas of northern and central Italy in a representative sample of 39 275 children in two age groups (6-7 and 13-14 years; response rate: 94.4%). Detailed information on respiratory health and on exposure to several risk factors, including traffic patterns near their residence, was collected through standardized questionnaires, filled in by parents (and also by subjects of 13-14 years). For children living in metropolitan areas, a clear association was found between a high flow of heavy vehicles near their residence and several respiratory conditions. Combining the current symptoms in mutually exclusive groups, a stronger association was detected for children reporting only bronchitic symptoms, with an odds ratio (OR) of 1.44 (95% confidence interval: 1.17-1.78), whereas the OR for those reporting only asthma or wheeze was 1.10 (0.96-1.26). Weaker associations were found in relation to more generic traffic indicators and for children living in non-metropolitan areas.

Key words: vehicle exhausts, respiratory disorders, children/adolescents, diesel exhausts, bronchitis.

Introduzione

Lo studio delle implicazioni per la salute dell'uomo delle condizioni ambientali in generale, e della qualità dell'aria in particolare, è stato oggetto di numerose ricerche epidemiologiche.

Questi studi hanno spesso selezionato sottogruppi di popolazione più vulnerabili (bambini, anziani) o più esposti (per professione, abitazione), si sono concentrati in particolare su alcuni inquinanti principali, quali le polveri (soprattutto quelle di diametro più piccolo), il biossido di azoto e l'ozono e hanno valutato più frequentemente gli effetti acuti [1, 2].

In anni recenti l'incremento di incidenza dell'asma e di malattie allergiche in età pediatrica ha suscitato notevole interesse e preoccupazione per le possibili cause ambientali [3, 4]. Il Progetto ISAAC (International study on asthma and allergies in childhood) rappresenta il più vasto studio epidemiologico condotto a livello internazionale sui problemi respiratori in età pediatrica [5, 6].

A livello italiano il Progetto SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia e l'ambiente), oltre a contribuire con un grosso campione all'indagine ISAAC, ha approfondito lo studio di diversi possibili fattori di rischio, con particolare attenzione al ruolo dell'inquinamento dell'aria (sia *outdoor*, sia *indoor*) [7, 8].

In questo articolo vengono presentati i principali risultati di SIDRIA relativamente al ruolo dell'inquinamento da traffico veicolare, stimato attraverso una

(*) I componenti del Gruppo collaborativo SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente) sono elencati prima della Bibliografia.

valutazione diretta del volume e della tipologia del traffico vicino la residenza dei soggetti, su diversi disturbi respiratori tipici dell'età pediatrica, cercando di distinguere i disturbi di tipo asmatico da quelli di tipo bronchitico.

Materiali e metodi

Il Progetto SIDRIA è stato realizzato durante l'inverno del 1994-95 in dieci aree del centro-nord: Torino (comune), Milano (comune), Cremona (unità sanitaria locale), Trento (provincia), Emilia Romagna (regione), Firenze e Prato (comuni), Empoli (unità sanitaria locale), Siena (provincia), Viterbo (unità sanitaria locale) e Roma (comune).

Attraverso un campionamento delle scuole presenti in ciascuna area sono stati inclusi 18 737 bambini (6-7 anni) e 21 067 ragazzi (13-14 anni), con una rispondenza totale del 94,4%.

Informazioni dettagliate sulle condizioni di salute e sull'esposizione a fattori di rischio sono state raccolte tramite questionari standardizzati compilati dai genitori, con un'integrazione da parte dei ragazzi di età 13-14 sui sintomi recenti e su alcune abitudini personali.

Per quanto riguarda in particolare l'esposizione ad inquinanti da traffico, il questionario ha raccolto due valutazioni da parte dei genitori: una sulla intensità generale del traffico nella zona di residenza ed un'altra, più specifica, sulla frequenza di passaggio di veicoli pesanti nella strada dell'abitazione (dato richiesto solo per abitazioni con almeno una finestra verso la strada).

Le informazioni chiave raccolte sulle condizioni di salute respiratoria e sull'esposizione a gas di scarico da traffico veicolare sono state validate attraverso studi specifici [7, 9, 10].

Per l'analisi statistica i soggetti sono stati classificati secondo due criteri: a) in base alle malattie respiratorie riferite durante i primi due anni di vita (laringite spastica, bronchiolite, polmonite, bronchite, bronchite asmatica) e confrontati con un gruppo di controllo costituito da quelli con anamnesi completamente negativa per queste malattie respiratorie; b) in base ai sintomi respiratori riferiti negli ultimi 12 mesi (e alla loro combinazione in: solo sintomi asmatici, solo bronchitici, sintomi asmatici e bronchitici) e confrontati con quelli che nello stesso periodo non avevano avuto alcuno di questi sintomi.

Tutti i confronti tra soggetti sintomatici ("casi") e gruppo di controllo sono stati effettuati con modelli di regressione logistica, standardizzando gli odds ratio (OR) per diversi potenziali confondenti: area geografica, età, sesso, istruzione della madre, familiarità per asma, densità abitativa della casa, condizioni della stanza da letto quali arredi, presenza di macchie di muffa o umidità, tipo di riscaldamento e di combustibile usato per cucinare, piano dell'appartamento, presenza di fumatori in casa.

Per una descrizione più dettagliata dei metodi dell'indagine si rimanda alle pubblicazioni precedenti [7, 11].

Risultati

L'analisi della relazione tra prevalenza di disturbi respiratori nell'ultimo anno ed esposizione a traffico, ha fornito risultati diversi a seconda dell'indicatore di esposizione utilizzato. Mentre l'associazione tra l'indicatore "densità di traffico nella zona" e disturbi respiratori negli ultimi dodici mesi (considerati complessivamente) è risultata molto debole, con un OR di 1,06 per le zone ad alta densità verso quelle con traffico assente, il "passaggio frequente di camion nella strada dell'abitazione" è risultato associato con un OR di 1,12 (intervallo di confidenza al 95%: 1,04-1,21).

Utilizzando l'indicatore "frequenza del passaggio di camion" le analisi sono state stratificate per livello di urbanizzazione, confrontando le tre aree metropolitane (Torino, Milano, Roma) con il resto delle aree di residenza dei soggetti in studio. Mentre nelle aree urbano-rurali l'associazione tra disturbi respiratori correnti e frequenza del passaggio dei camion è risultata meno evidente, nelle aree metropolitane è emersa una relazione più netta, con OR di 1,21 (1,10-1,32) e di 1,29 (1,15-1,45) rispettivamente per le strade descritte con passaggio di camion "alcune volte al giorno" e "molte volte al giorno" confrontate con "mai o raramente".

Analoghe differenze tra indicatori di esposizione e per livello di urbanizzazione sono state documentate analizzando il rischio per malattie respiratorie dei primi anni di vita. Nella Tab. 1 sono riportati i risultati per le aree metropolitane dell'analisi della relazione tra ciascuna delle malattie indagate e la frequenza del passaggio di camion. Per tutti i disturbi esiste una chiara relazione con la frequenza di passaggio dei camion, con un trend statisticamente significativo, con la sola eccezione della bronchite asmatica.

L'analisi sui sintomi respiratori correnti è stata condotta cercando di distinguerli per gravità e per caratteristiche, definendoli come "asmatici" (asma diagnosticato, respiro sibilante più o meno associato a dispnea) o "bronchitici" (tosse e catarro al di fuori degli episodi di raffreddamento) (Tab. 2). Da questi risultati si può rilevare che l'esposizione ad inquinanti da traffico mostra: a) un'associazione tendenzialmente più forte con i disturbi di tipo bronchitico rispetto a quelli di tipo asmatico; b) un'associazione più forte con i sintomi più gravi.

Conclusioni

I principali contributi del Progetto SIDRIA alla valutazione della relazione tra inquinamento da traffico e danni respiratori in età pediatrica sono rappresentati,

Tabella 1. - Malattie respiratorie nei primi due anni di vita^(a) e frequenza giornaliera del passaggio di camion nella strada dell'abitazione nelle tre aree metropolitane (Torino, Milano, Roma). Prevalenza di esposizione (%), odds ratios (OR), intervalli di confidenza (IC 95%) e test per il trend lineare (p)^(b)

| Malattie respiratorie | Frequenza transito giornaliero camion ^(c) | | | | | | | Test per il trend lineare (p) | |
|------------------------|--|------------------------|--------------|------|-----------|--------------------|------|-------------------------------|---------|
| | Totale (n) | Mai ^(d) (%) | Talvolta (%) | OR | IC 95% | Frequentemente (%) | OR | | IC 95% |
| Bronchite | 1616 | 47,3 | 33,3 | 1,18 | 1,03-1,35 | 19,4 | 1,47 | 1,24-1,73 | (0,000) |
| Polmonite | 199 | 46,7 | 29,1 | 1,03 | 0,73-1,45 | 24,1 | 1,84 | 1,27-2,65 | (0,013) |
| Bronchiolite | 154 | 45,5 | 37,0 | 1,52 | 1,05-2,18 | 17,5 | 1,74 | 1,09-2,77 | (0,007) |
| Laringite spastica | 340 | 47,3 | 35,3 | 1,30 | 1,01-1,67 | 17,3 | 1,43 | 1,04-1,97 | (0,015) |
| Bronchite asmatiforme | 390 | 52,3 | 33,8 | 1,14 | 0,90-1,45 | 13,8 | 1,02 | 0,74-1,40 | (0,732) |
| Nessuna ^(e) | 3737 | 53,7 | 31,7 | | | 14,6 | | | |

(a) Analisi limitata ai 5784 bambini che non hanno mai cambiato residenza; (b) OR stimati con modelli di regressione logistica, aggiustati per: città, età, sesso, cambiamento di residenza, istruzione materna, familiarità per asma, densità abitativa, caratteristiche della stanza del bambino (umidità o muffa, arredi), combustibili per cucina, sistema di riscaldamento, abitudine al fumo (personale, della madre, padre, altri conviventi), piano dell'appartamento; (c) informazione disponibile solo per coloro che vivono in case con finestre che si affacciano direttamente sulla strada; (d) categoria di riferimento; (e) gruppo di riferimento comune.

Tabella 2. - Sintomi respiratori correnti (negli ultimi 12 mesi) e frequenza giornaliera del passaggio di camion nella strada dell'abitazione nelle tre aree metropolitane (Torino, Milano, Roma)^(a). Prevalenza di esposizione (%), odds ratios (OR), intervalli di confidenza (IC 95%) e test per il trend lineare (p)^(b)

| Sintomi respiratori correnti (ultimi 12 mesi) | Frequenza transito giornaliero camion ^(c) | | | | | | | Test per il trend lineare (p) | |
|--|--|------------------------|--------------|------|-----------|--------------------|------|-------------------------------|---------|
| | Totale (n) | Mai ^(d) (%) | Talvolta (%) | OR | IC 95% | Frequentemente (%) | OR | | IC 95% |
| Sintomi asmatici (almeno 1 attacco) | | | | | | | | | |
| Asma corrente | 655 | 52,2 | 30,8 | 1,13 | 0,94-1,37 | 16,9 | 1,25 | 0,99-1,59 | (0,068) |
| Fischi o sibili (almeno 1 attacco) | 942 | 51,7 | 31,1 | 1,12 | 0,95-1,31 | 17,2 | 1,25 | 1,02-1,53 | (0,035) |
| Dispnea con fischi o sibili (almeno 1 attacco) | 701 | 49,9 | 31,8 | 1,18 | 0,98-1,42 | 18,3 | 1,34 | 1,07-1,68 | (0,013) |
| Fischi o sibili con difficoltà di parola | 195 | 43,6 | 33,8 | 1,43 | 1,02-2,00 | 22,6 | 1,86 | 1,26-2,73 | (0,001) |
| Sintomi bronchitici (al di fuori del raffreddore) | | | | | | | | | |
| Tosse persistente | 1634 | 47,8 | 32,7 | 1,26 | 1,11-1,44 | 19,5 | 1,49 | 1,27-1,74 | (0,000) |
| Catarro persistente | 1663 | 47,0 | 32,8 | 1,28 | 1,12-1,46 | 20,3 | 1,60 | 1,35-1,87 | (0,000) |
| Tosse e catarro persistente (>2 mesi) | 51 | 41,2 | 33,3 | 1,48 | 0,83-2,65 | 25,5 | 2,08 | 1,09-3,98 | (0,059) |
| Combinazione di sintomi | | | | | | | | | |
| Solo sintomi asmatici | 2479 | 51,3 | 32,7 | 1,14 | 1,04-1,27 | 16,0 | 1,10 | 0,96-1,26 | (0,013) |
| Solo sintomi bronchitici | 658 | 49,5 | 31,6 | 1,20 | 1,01-1,42 | 18,8 | 1,44 | 1,17-1,78 | (0,002) |
| Sintomi asmatici e bronchitici | 1814 | 48,1 | 32,5 | 1,18 | 1,05-1,32 | 19,4 | 1,39 | 1,20-1,60 | (0,000) |
| Nessuna delle condizioni riportate ^(e) | 6004 | 55,6 | 29,9 | | | 14,5 | | | |

(a) Analisi su 10 955 soggetti residenti nelle tre aree metropolitane; (b) OR stimati con modelli di regressione logistica (aggiustati per le stesse variabili riportate in nota nella Tab. 1, tranne il cambio di abitazione); (c) informazione disponibile solo per coloro che vivono in case con finestre che si affacciano direttamente sulla strada; (d) categoria di riferimento; (e) gruppo di riferimento comune.

da un lato dalla formulazione dell'ipotesi di una maggiore pericolosità delle emissioni da parte di veicoli pesanti dotati di motori diesel e, dall'altro lato, dalla possibilità che tra diversi possibili danni respiratori, le infezioni delle basse vie aeree siano quelle più strettamente connesse con l'inquinamento atmosferico. Sul piano metodologico è opportuno sottolineare che l'impiego di strumenti semplici, come i questionari compilati dai genitori e dai ragazzi, si sono dimostrati in grado di fornire informazioni valide a fini di ricerca epidemiologica, sia nella definizione di *outcome* di salute [10, 12], sia nella classificazione delle esposizioni individuali a diversi fattori di rischio, incluso l'inquinamento da traffico [7, 13-15].

Rispetto all'uso di dati ambientali, disponibili attraverso la rete di centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, necessariamente limitate per numero, per criteri di ubicazione e per tipo di inquinanti rilevati, l'impiego del questionario ha permesso di raccogliere una valutazione soggettiva dell'intensità e della tipologia di traffico presso l'abitazione di ciascun soggetto. A differenza di quanto osservato utilizzando un indicatore più generico (densità di traffico nella zona dell'abitazione), la densità di traffico di veicoli pesanti nella strada dell'abitazione è risultata più chiaramente associata ad una ampia gamma di disturbi respiratori. Le differenze dei risultati ottenuti con i due indicatori, basati sul medesimo questionario, e tra aree metropolitane verso aree urbano-rurali, consentono da un lato di escludere una distorsione di fondo nelle risposte fornite dai genitori, dall'altro suggeriscono una maggiore pericolosità dell'inquinamento nelle aree metropolitane e degli scarichi diesel in particolare. È noto che, a parità di chilometri percorsi, veicoli pesanti con motori diesel producono una quantità di polveri sottili (PM₁₀) di circa quattro volte superiori a veicoli a benzina non catalizzati e fino a 100 volte maggiori di veicoli catalizzati [16]. Inoltre recenti indagini epidemiologiche che hanno provato a distinguere per tipologia di traffico hanno fornito risultati molto coerenti con l'ipotesi di una maggior nocività delle emissioni di motori diesel [17-19].

Di particolare interesse è anche il risultato che indica il traffico della strada dell'abitazione come una fonte di esposizione particolarmente rilevante per gli effetti che produce. Dati ambientali hanno in effetti documentato che la concentrazione di diversi inquinanti decresce rapidamente dal limite stradale. Ad esempio, la concentrazione di *black smoke* (buon indicatore di emissioni diesel) si dimezza a 100 metri e si riduce ad un terzo a circa 300 metri di distanza dalla strada [20].

Infine è possibile che le esposizioni dirette ai gas di scarico sperimentate dalla popolazione residente in strade con traffico intenso, oltre che particolarmente elevate in relazione alla vicinanza delle sorgenti di emissione, possano comportare differenze di rischio biologico per

la particolare composizione chimica dei gas di scarico appena emessi, che poi vanno incontro a complesse trasformazioni chimiche in atmosfera. Questa ipotesi è confortata dai risultati di analisi chimiche che hanno confrontato la composizione del particolato misurato vicino al bordo stradale, con misurazione in parallelo effettuate a distanza maggiore. Oltre ad evidenziare differenze quantitative e di diametro delle particelle, è stata documentata a livello stradale una diversa composizione chimica delle polveri, con concentrazione nettamente maggiore di carbonio elementare e di composti di silicio e ferro [21].

Rispetto al tipo di danni respiratori analizzati, è emersa in modo piuttosto evidente una relazione più stretta con la tosse ed il catarro persistente, le infezioni delle basse vie aeree e con i sintomi asmatici più gravi. Tuttavia la relazione più debole riscontrata con la diagnosi di asma, o addirittura inesistente con le bronchiti asmaticiformi dei primi due anni di vita, concorda con alcuni studi recenti [22, 23] e sembra confermare l'esistenza di diverse entità nosologiche, caratterizzate da sintomi comuni, quali il respiro sibilante associato a dispnea, ma da diversa epoca di insorgenza, diversa prognosi e, soprattutto, diversa eziopatogenesi, con possibili ruoli diversi da parte di fattori genetici, virali, immunitari e ambientali [13].

La traduzione dei risultati di indagini epidemiologiche in politiche di prevenzione è sempre problematica, sia per i frequenti limiti di singoli studi, sia per le vaste e profonde implicazioni che normalmente sono connesse agli interventi presumibilmente più efficaci. Nel caso specifico tuttavia i risultati di SIDRIA, in accordo con quelli di altri studi condotti in paesi diversi e con varia metodologia, suggeriscono che misure di prevenzione volte a ridurre l'esposizione a gas di scarico della popolazione residente in aree altamente urbanizzate, anche attraverso una limitazione del traffico pesante in zone residenziali e nelle vicinanze di scuole e asili, potrebbero avere ricadute positive in termini di salute, sia a breve, sia a lungo termine.

Componenti del Gruppo collaborativo SIDRIA:

G. Ciccone, A. Camerlengo, M. Bugiani, P. Dalmaso, F. Faggiano, T. Fatur Volante, C. Magnani, P. Natale, P. Piccioni (Torino); L. Bisanti, V. Gianelle, F. Rusconi, S. Sideri (Milano); S. Piffer, F. Filippetti, E. Nava (Trento); M. Biocca, E. Canossa, B. Cavalchi, D. Cervino, S. Cattani, E. De'Munari, M. Deserti, S. Ferro, F. Fortezza, F. Frigo, C. Galassi, M. Martini, P. Mazzali, L. Paterlini, R. Sogni, M. Zanini (Emilia Romagna); E. Chellini, L. Agati, E. Barletta, A. Biggeri, G. Bini, M. Bini, L. Chetoni, D. Grechi, A. Seniori Costantini (Firenze); E. Renzoni, P. Sestini (Siena); G. Viegi (Pisa); F. Forastiere, N. Agabiti, G. Corbo, V. Dell'Orco, S. Mallone, C. Micera, P. Palermo, G. Pallotti, G. Piras, R. Pistelli (Roma); E. Salera (Frosinone); D. Argentini, G. Chiarucci (Latina).

BIBLIOGRAFIA

1. COMMITTEE OF THE ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH ASSEMBLY OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY. 1996. Health effects of outdoor air pollution (Part I). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 153: 3-50.
2. COMMITTEE OF THE ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL HEALTH ASSEMBLY OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY. 1996. Health effects of outdoor air pollution (Part II). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 153: 477-498.
3. SEATON, A., GODDEN, D.J. & BROWN, K. 1994. Increase in asthma: a more toxic environment or a more susceptible population? *Thorax* 49: 171-174.
4. SEARS, M.R. 1997. Epidemiology of childhood asthma. *Lancet* 350: 1015-1020.
5. INTERNATIONAL STUDY ON ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD STEERING COMMITTEE. 1998. Worldwide variations in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. *Lancet* 351: 1225-1232.
6. INTERNATIONAL STUDY ON ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD STEERING COMMITTEE. 1998. Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *Eur. Respir. J.* 12: 315-335.
7. CICCONE, G., FORASTIERE, F., AGABITI, N., BIGGERI, A., BISANTI, L., CHELLINI, E., CORBO, G., DELL'ORCO, V., DALMASSO, P., FATUR VOLANTE, T., GALASSI, C., PIFFER, S., RENZONI, E., RUSCONI, F., SESTINI, P., VIEGI, G. & THE SIDRIA COLLABORATIVE GROUP. 1998. Road traffic and adverse respiratory effects in children. *Occup. Environ. Med.* 55: 771-778.
8. AGABITI, N., MALLONE, S., FORASTIERE, F., CORBO, G., FERRO, S., RENZONI, E., SESTINI, P., RUSCONI, F., CICCONE, G., VIEGI, G., CHELLINI, E. & PIFFER, S. 1999. The impact of parental smoking on asthma and wheezing. SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori dell'infanzia e l'ambiente) Collaborative Group. *Epidemiology* 10: 692-698.
9. DELL'ORCO, V., FORASTIERE, F., ROSINI, A., AGABITI, N., DE MUNARI, E., CORBO, G. & PISTELLI, R. 1996. Use of nitrogen dioxide passive dosimeters to evaluate car exhaust exposure in a study of respiratory health in children. In: *Convention in long-range transboundary air pollution. Health effects of ozone and nitrogen oxides in an integrated assessment of air pollution.* 10-12 June, 1996. Eastbourne, UK. p. 112-114.
10. PISTELLI, R., FUSO, L., DE ROSA, M., CORBO, G., FORASTIERE, F., DELL'ORCO, V. & AGABITI, N. 1996. A validation of the ISAAC bronchial symptoms video questionnaire. In: *European Respiratory Society (ERS) Annual Congress.* Stockholm, 7-11 September 1996.
11. STUDI ITALIANI SUI DISTURBI RESPIRATORI NELL'INFANZIA E L'AMBIENTE - COLLABORATIVE GROUP. 1997. Asthma and respiratory symptoms in 6-7 year-old Italian children: gender, latitude, urbanisation and socio-economic factors. *Eur. Respir. J.* 10: 1780-1786.
12. RENZONI, E., FORASTIERE, F., BIGGERI, A., VIEGI, G., BISANTI, L., CHELLINI, E., CICCONE, G., CORBO, G., GALASSI, C., RUSCONI, F. & SESTINI, P. 1999. Differences in parental- and self-report of asthma, rhinitis and eczema among Italian adolescents. SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori dell'infanzia e l'ambiente) Collaborative Group. *Eur. Respir. J.* 14: 597-604.
13. RUSCONI, F., GALASSI, C., CORBO, G., FORASTIERE, F., BIGGERI, A., CICCONE, G. & RENZONI, E. 1999. Risk factors for early, persistent, and late-onset wheezing in young children. SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori dell'infanzia e l'ambiente) Collaborative Group. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 160: 1617-1622.
14. AGABITI, N., MALLONE, S., FORASTIERE, F., CORBO, G., FERRO, S., RENZONI, E., SESTINI, P., RUSCONI, F., CICCONE, G., VIEGI, G., CHELLINI, E. & PIFFER, S. 1999. The impact of parental smoking on asthma and wheezing. SIDRIA (Studi italiani sui disturbi respiratori dell'infanzia e l'ambiente) Collaborative Group. *Epidemiology* 10: 692-698.
15. FORASTIERE, F., PISTELLI, R., SESTINI, P., FORTES, C., RENZONI, E., RUSCONI, F., DELL'ORCO, V., CICCONE, G., BISANTI, L. & SIDRIA (STUDI ITALIANI SUI DISTURBI RESPIRATORI DELL'INFANZIA E L'AMBIENTE) COLLABORATIVE GROUP. 2000. Consumption of fresh fruit rich in vitamin c and wheezing symptoms in children. *Thorax* 55: 283-288.
16. HILDEMAN, L.M., MARKOWSKY, G.R. & CASS, G.R. 1991. Chemical composition of emissions from urban sources of fine organic aerosol. *Environ. Sci. Technol.* 25: 744-759.
17. WEILAND, S.K., MUNDT, K.A., RUCKMANN, A. & KEIL, U. 1994. Self-reported wheezing and allergic rhinitis in children and traffic density on street of residence. *Ann. Epidemiol.* 4: 243-7.
18. DUHME, H., WEILAND, S.K., KEIL, U., KRAMER, B., SCHMID, M., STENDER, M. & CHAMBLESS, L. 1996. The association between self-reported symptoms of asthma and allergic rhinitis and self reported traffic density on street of residence in adolescents. *Epidemiology* 7: 578-582.
19. VAN VLIET, P., KNAPE, M., DE HARTOG, J., JANSSEN, N., HARSSEMA, H. & BRUNEKREEF, B. 1997. Motor vehicle exhausts and chronic respiratory symptoms in children living near major freeways. *Environ. Res.* 74: 122-132.
20. ROORDA-KNAPE, M.C., JANSSEN, N.A.H., DE HARTOG, J.J., VAN VLIET, P., HARSSEMA, H. & BRUNEKREEF, B. 1998. Air pollution from traffic near major motorways. *Atmosph. Environ.* 32: 1921-1930.
21. JANSSEN, N.A.H., VAN MANSOM, D.F.M., VAN DER JAGT, K., HARSSEMA, H. & HOEK, G. 1997. Mass concentration and elemental composition of airborne particulate matter at street and background locations. *Atmosph. Environ.* 31: 1185-1193.
22. WILKINSON, P., ELLIOT, P., GRUNDY, C., SHADDICK, G., THAKRAR, B., WALLS, P. & FALCONER, S. 1999. Case-control study of hospital admission with asthma in children aged 5-14 years: relation with road traffic in north west London. *Thorax* 54: 1070-1074.
23. ENGLISH, P., NEUTRA, R., SCALF, R., SULLIVAN, M., WALLER L. & ZHU, L. 1999. Examining associations between childhood asthma and traffic flow using a geographic information system. *Environ. Health Perspect.* 107: 761-767.