

Analisi della mortalità (1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (2001-2003) nell'area industriale di Gela

Mortality (1995-2000) and hospital admissions (2001-2003) in the industrial area of Gela

Valeria Fano,¹ Achille Cernigliaro,² Salvatore Scondotto,² Sebastiano Pollina Addario,² Sebastiana Caruso,² Antonio Mira,² Francesco Forastiere,¹ Carlo A. Perucci¹

¹ Dipartimento di epidemiologia, ASL Roma E

² Dipartimento osservatorio epidemiologico, Regione Siciliana

Corrispondenza: Valeria Fano, Dipartimento di epidemiologia, ASL Roma E, Via di Santa Costanza 53, 00198 Roma; tel. 06 83060421; fax 06 83060463; e-mail: fano@asplazio.it

Cosa si sapeva già

■ Studi condotti in aree industriali hanno evidenziato eccessi di mortalità e di morbosità nella popolazione residente. Due precedenti studi sulla mortalità nell'area di Gela negli anni Ottanta e Novanta avevano evidenziato in entrambi i generi eccessi di mortalità per tutte le cause, per tumore del colon e per malattie del sistema circolatorio.

Cosa si aggiunge di nuovo

■ L'analisi della morbosità aggiunge informazioni al quadro epidemiologico dell'area mediante l'esame dei dati sui ricoveri ospedalieri, con risultati coerenti con quelli di mortalità. Una novità rispetto alle conoscenze già note è costituita dall'aumento di alcune patologie tumorali (stomaco, laringe, polmoni, vescica, linfomi non Hodgkin), delle malattie respiratorie e delle malattie cardiovascolari.

Riassunto

Obiettivo: valutare lo stato di salute dei residenti nell'area di Gela, interessata da diversi decenni da un quadro ambientale complesso per la presenza di insediamenti industriali, utilizzando gli archivi di mortalità e le schede di dimissione ospedaliera (SDO).

Disegno dello studio: sono stati calcolati i Rapporti standardizzati di mortalità (1995-2000) e morbosità (2001-2003) per causa e per genere con il metodo indiretto e i relativi intervalli di confidenza al 95%, utilizzando la popolazione dei comuni limitrofi come riferimento.

Risultati: sono stati osservati in entrambi i generi eccessi di mortalità e morbosità per tumori maligni (stomaco, colon retto, laringe, polmoni, vescica e linfomi non Hodgkin). Inoltre,

solo per i ricoveri, si registrano eccessi in entrambi i generi per le malattie cardiovascolari e per le malattie respiratorie (patologia acuta e cronica, asma bronchiale sia negli adulti sia nei bambini). Si evidenziano inoltre eccessi di ricoveri per pneumoconiosi negli uomini e per malattie renali nelle donne.

Conclusioni: lo studio ha evidenziato eccessi di mortalità e di ricoveri ospedalieri nei residenti a Gela rispetto ai comuni limitrofi per diverse patologie tumorali e non tumorali. La sorveglianza epidemiologica dell'area deve rientrare tra le priorità di sanità pubblica.

(*Epidemiol Prev* 2006; 30(1): 27-32)

Parole chiave: asma, esposizioni ambientali, inquinamento atmosferico, malattie respiratorie, petrolchimico, tumori

Abstract

Aims: the area of Gela (Sicily, Italy) has been included by the Italian national law among the «areas of environmental concern», due to several industrial plants located in the area: a refinery, a petrochemical plant and an industrial waste disposal. The aim of the study was to evaluate the health of residents in the area, through the analysis of the mortality registry and the hospital discharge records.

Design: cause and gender specific indirect Standardized Mortality (1995-2000) and Morbidity (2001-2003) Ratios were computed, with 95% confidence intervals, using the population of surrounding municipalities as reference.

Results: increases of malignant neoplasm of stomach, colon rectum, larynx, lung, bladder and non Hodgkin lymphoma were

observed in the area, both in men and women. Moreover, an increased frequency of hospital admissions for cardiovascular diseases and for respiratory diseases (acute and chronic diseases, asthma both among adults and among children) were observed. Excesses of pneumoconiosis among men and of renal diseases among women were also present.

Conclusion: the excesses in mortality and morbidity observed in this study are consistent with previous findings and might partly be explained by occupational exposures. However, the excesses found among women suggest a possible role of environmental pollutants. (*Epidemiol Prev* 2006; 30(1): 27-32)

Keywords: air pollution, asthma, cancer, environmental exposures, petrochemical, respiratory diseases

Introduzione

L'area di Gela, in provincia di Caltanissetta, è interessata da diversi decenni da un quadro ambientale complesso per la presenza di insediamenti industriali. La zona che include i tre Comuni di Gela, Niscemi e Butera è stata dichiarata «area a elevato rischio di crisi ambientale» nel 1990;¹ nel 1998 il Comune di Gela è stato incluso tra i «siti di interesse nazionale» per le bonifiche.² L'area è sede di un polo industriale di rilevanti dimensioni costituito da impianti di raffinazione ed estrazione del greggio e da stabilimenti petrolchimici; sono inoltre presenti centri di stoccaggio di olii e una discarica di rifiuti industriali. In particolare vengono effettuate produzioni di polietilene, zolfo fuso, acido solforico, acido fosforico, ammoniaca e concimi complessi. Nel 1997 l'Organizzazione mondiale della sanità,³ in risposta a una richiesta del Ministero dell'ambiente, ha analizzato la mortalità nelle aree a elevato rischio di crisi ambientale tra cui Gela; nel 2004 Martuzzi et al.⁴ hanno aggiornato l'analisi fino al 1994. Questo studio si propone l'obiettivo di valutare il quadro epidemiologico della popolazione residente nell'area di Gela, aggiornando i risultati della mortalità al periodo più recente, e studiando la morbosità attraverso l'esame delle schede di dimissione ospedaliera (SDO).

Metodi

Popolazione in studio e fonte dei dati. La popolazione in studio è rappresentata dai residenti nei tre Comuni di Gela, Butera e Niscemi che costituiscono l'area denominata fascia 1 (circa 100.000 abitanti nel 2001).⁵ La popolazione di riferimento, denominata fascia 2 (circa 300.000 abitanti nel 2001),⁵ è costituita dai residenti nei 19 comuni che ricadono nel cerchio di raggio 40 km con centro Gela, esclusi i comuni della fascia 1, e già utilizzati nello studio di mortalità di Martuzzi et al.⁴ Acate, Mazzarino, San Cono, Licata, Riesi, Mazzarone, San Michele di Ganzaria, Vittoria, Caltagirone, Ravanusa, Mirabella Imbaccari, Barrafranca, Comiso, Campobello di Licata, Sommatino, Piazza Armerina, Santa Croce Camerina, Grammichele, Pietraperzia. La fonte dei dati di mortalità sono le schede ISTAT dei decessi per gli ultimi sei anni disponibili (1995-2000). Sono state considerate le morti per cause specifiche (codici della nona revisione della Classificazione internazionale delle cause di morte, ICD-9) dei residenti nell'area in studio avvenute nella Regione Sicilia o in un'altra regione italiana nel periodo 1995-2000. Per la morbosità sono stati utilizzati i dati del flusso informativo regionale delle schede di dimissione ospedaliera (SDO), gestito dal Dipartimento osservatorio epidemiologico della Re-

Causa (ICD-9 o ICD-9-CM) [#]	mortalità				ricoveri			
	uomini		donne		uomini		donne	
	oss	SMR	oss	SMR	oss	SMR	oss	SMR
tutte le cause (0-999)	2.613	104	2.131	105 *	-	-	-	-
tumori totali (140-239)	696	114 ***	435	110 *	1.290	114 ***	1.744	133 ***
tumore stomaco (151)	63	140 *	18	68	28	80	12	86
tumori colon retto (153-154)	59	106	69	150 **	80	100	93	147 ***
tumori laringe (161)	21	164 *	1	146	32	156 *	3	389
t. trachea, bronchi e polmoni (162)	197	116 *	37	142 *	120	99	26	145
tumori pleura (163)	7	226	1	61	6	221	2	61
tumori vescica (188)	26	89	5	146	143	125 *	35	198 ***
t. sist.nervoso centrale (191-192;225)	22	140	14	163	26	88	39	117
linfomi non Hodgkin (200,202)	20	120	9	105	26	83	30	158 *
morbo di Hodgkin (201)	1	25	0	- §	4	73	6	73
leucemie (204-208)	23	117	20	144	23	83	7	33 ***
malattie cardiovascolari (390-459)	1.049	98	1.077	103	3.355	123 ***	3.110	142 ***
malattie ischemiche (410-414)	309	88 *	207	90	838	105	495	131 ***
malattie respiratorie (460-519)	181	77 ***	82	86	3.300	134 ***	2.443	139 ***
m. respiratorie acute (460-466; 480-87)	20	60 *	16	55 *	1.540	144 ***	1.283	153 ***
m. polmonari croniche (490-496)	104	67 ***	31	76	765	147 ***	362	126 ***
asma (493)	13	106	5	75	152	151 ***	130	162 ***
asma 0-14 anni (493)	0	-	0	-	98	193 ***	68	204 ***
pneumoconiosi (500-505)	3	40	0	-	8	337 **	0	-
malattie del rene (580-589)	21	83	21	114	235	108	182	124 **

[#] Codice ICD-9 per la mortalità, ICD-9 CM per i ricoveri
* p <0,05; ** p <0,01; *** p <0,001
§ L'SMR non è stato calcolato quando non sono stati osservati casi

Tabella 1. Numero di morti e di ricoveri osservati (oss) per causa e genere nell'area di Gela (Comuni di Gela, Butera, Niscemi); periodo 1995-2000 per la mortalità, periodo 2001-2003 per i ricoveri. Rapporti standardizzati indiretti di mortalità e morbosità (SMR) rispetto ai comuni limitrofi.

Table 1. Number of deaths and hospital admissions observed (oss) in the area of Gela; 1995-2000 period for mortality, 2001-2003 for morbidity. Standardized Mortality and Morbidity Ratios (SMR).

gione Siciliana, per il periodo 2001-2003. Sono stati considerati tutti i ricoveri ordinari acuti per cause specifiche (codici ICD-9 con modificazioni cliniche, CM) dei residenti e avvenuti nelle strutture sanitarie della Regione Sicilia o di altra regione italiana nel periodo in studio; sono state escluse altre tipologie assistenziali quali i ricoveri in *day hospital*, in reparti di riabilitazione e le lungodegenze. È stata considerata solo la patologia riportata in diagnosi principale sulla SDO. Le cause di morte e di ricovero sono state selezionate in base alle evidenze scientifiche disponibili riguardo alla plausibilità degli effetti delle esposizioni ambientali sulla salute (tabella 1).

Analisi dei dati. Sono stati calcolati i rapporti standardizzati di mortalità (SMR) per classi di età quinquennali, causa e genere con il metodo indiretto, e i relativi intervalli di confidenza (IC) al 95% a due code sotto l'ipotesi di una distribuzione di Poisson per le morti osservate. La popolazione di riferimento è quella residente nella fascia 2 a metà periodo (1997) stimata a partire dai dati censuari⁵ del 1991 e del 2001 (per maggiori dettagli si rimanda all'Appendice). Gli SMR per genere e causa sono stati calcolati mediante il rapporto ($\times 100$) tra i decessi osservati nei sei anni in studio nella popolazione residente nella fascia 1 e i decessi attesi ottenuti applicando alla stessa popolazione i tassi della fascia 2 specifici per età, genere e causa relativi allo stesso periodo. Il Comune di Gela è stato analizzato anche da solo. Analogamente, per i ricoveri ospedalieri sono stati calcolati i rapporti standardizzati di morbosità (SMR). I ricoveri attesi sono stati ottenuti applicando alla popolazione della fascia 1 i tassi specifici per genere e causa della fascia 2 al 01.01.20001. È stato considerato l'evento «primo ricovero» eliminando, tramite una procedura di *record linkage*, i ricoveri ripetuti riferiti allo stesso individuo e alla stessa causa principale nel triennio considerato (la metodologia è descritta altrove).⁶ Per tutte le elaborazioni è stato utilizzato il software STATA.⁷

Risultati

Nella tabella 1 vengono riportati gli eventi osservati nell'area in studio per genere e causa e gli SMR rispetto alla fascia 2, sia per la mortalità sia per la morbosità. Nelle figure 1 e 2 sono rappresentati, rispettivamente per uomini e donne e su scala logaritmica, gli SMR e gli intervalli di confidenza al 95% per le cause che mostrano incrementi significativi rispetto all'atteso in almeno un genere e/o un esito.

L'analisi per le cause tumorali ha evidenziato eccessi statisticamente significativi per i tumori totali in entrambi i generi, sia per la mortalità sia per i ricoveri. In particolare si osserva un aumento di: mortalità per tumori maligni dello stomaco negli uomini; mortalità e ricoveri per tumore del colon retto nelle donne; mortalità e ricoveri per tumore della laringe negli uomini; mortalità per tumore di trachea, bronchi e polmoni in entrambi i generi; ricoveri per tumore della vescica in entrambi i generi; ricoveri per linfomi non Hodgkin nelle donne. Per le leucemie, a fronte di un eccesso non significativo di mortalità in entrambi i generi, si osserva un numero di ricoveri in-

feriore all'atteso, significativo solo per le donne. È da notare, in particolare, l'eccesso di mortalità per tumore polmonare tra le donne (SMR= 142) con una particolare frequenza nella fascia di età 55-69 anni (17 casi, SMR= 310; IC 95% 181-496). L'analisi per le malattie cardiovascolari ha evidenziato eccessi significativi nella morbosità ma non nella mortalità. Lo stesso risultato si osserva per le malattie ischemiche, sebbene l'eccesso di ricoveri per questa patologia sia significativo solo per le donne. La discrepanza tra la mortalità e la morbosità è ancora più marcata per le malattie respiratorie: si registra un eccesso di ricoveri sia per le patologie respiratorie considerate complessivamente, sia per le sottocause (malattie respiratorie acute, malattie polmonari croniche, asma, asma pediatrica e, solo negli uomini, per la pneumoconiosi). L'eccesso di ricoveri per asma osservato nei bambini è ancora più elevato quando si considerano le prime classi di età: SMR 0-4 anni= 239 (64 casi) nei maschi e 233 nelle femmine (36 casi); SMR 5-9 anni= 167 nei maschi (25 casi) e 216 nelle femmine (25 casi) (dati non riportati). Per le malattie del rene sono stati osservati eccessi statisticamente significativi limitatamente alle donne e alla morbosità. L'analisi condotta per il Comune di Gela fornisce un quadro di salute molto simile a quello osservato per la fascia 1, con la differenza che per gli uomini diventa significativo l'eccesso di mortalità per il tumore maligno della pleura (7 casi osservati tutti residenti nel Comune di Gela) e si rileva un eccesso statisticamente significativo di ricoveri per le malattie del rene negli uomini (dati non riportati).

Discussione

Lo studio aggiorna le conoscenze precedenti sulla mortalità nell'area di Gela per il periodo più recente e, per la prima volta, valuta il quadro di morbosità utilizzando i dati del flusso informativo delle SDO della Regione Sicilia. Si delinea un quadro sanitario piuttosto compromesso e di difficile interpretazione in termini di nessi causali tra gli esiti sanitari e i fattori di rischio ambientali, per la presenza nell'area dei grandi complessi industriali e di una grave contaminazione dell'aria e del suolo derivante da scariche di rifiuti e da inquinamento dei corpi idrici. I due precedenti studi condotti nell'area di Gela^{3,4} avevano rilevato eccessi di mortalità per tutte le cause, per tutti i tumori, per il tumore maligno del colon retto, per i linfomi non Hodgkin e per le malattie del sistema circolatorio. Nei paragrafi che seguono vengono illustrate alcune ipotesi per interpretare i risultati osservati alla luce delle conoscenze disponibili.

Familiarità e dieta sono i fattori di rischio meglio documentati per il tumore dell'intestino e del colon,⁸ ma sono stati riportati anche rischi occupazionali elevati tra i benzinai/meccanici, tra gli esposti ad asbesto, a fuliggine, a oli minerali e a gas di combustione.⁹ Uno studio sui tumori dell'intestino tenue¹⁰ ha osservato rischi elevati per i lavoratori dell'industria alimentare, della manifattura dei motori, delle scarpe, delle strutture metalliche e per l'esposizione a solventi organici e alle vernici antiruggine contenenti piombo. Tuttavia, l'eccesso riscontrato a

ARTICOLI

Gela fa ipotizzare un ruolo dell'esposizione ambientale, sebbene per gli uomini non si raggiunga la significatività statistica. Alcuni eccessi sono stati riscontrati per il tumore della laringe, della vescica e i linfomi, specie tra le donne. Tali forme tumorali sono state associate a esposizioni in ambiente di lavoro. Le sostanze riconosciute (o suggerite) come cancerogene sono: per i tumori della laringe l'isopropanolo, i vapori di acidi forti e l'asbesto; per il tumore della vescica diverse sostanze tra le quali il 4-aminobifenile, il benzopirene e la b-naftilamina; per i linfomi non Hodgkin gli insetticidi arsenicali, gli erbicidi (fenossiacidi), i solventi clorurati e le diossine.¹¹ Tra le produzioni industriali segnalate in letteratura ci sono la produzione di oli minerali e di vernici per il tumore della vescica; la professione di parucchiere/barbiere per il tumore della vescica e per i linfomi non Hodgkin.¹¹ Gli eccessi riscontrati anche nelle donne residenti a Gela fanno ipotizzare un ruolo dell'esposizione ambientale. Gli eccessi osservati per tumore del polmone sono più coerenti tra le due fonti sanitarie, con un rischio particolarmente elevato tra le donne più giovani, e possono trovare spiegazione nella esposizione in ambito lavorativo ed extra lavorativo. Tre studi italiani hanno dimostrato uno specifico rischio neoplastico polmonare nelle raffinerie di Milano,¹² Genova¹³ e Roma.¹⁴ In una rassegna internazionale di studi Benedetti et al.¹⁵ hanno riportato un coerente aumento dei casi di tumore polmonare nei residenti in prossimità di aree industriali complesse. Un recente studio caso-controllo¹⁶ condotto a Brindisi ha osservato un moderato aumento di rischio di tumore polmonare (OR= 3,1; IC 95% 0,83-12), tumore della vescica (OR= 3,9; IC 95% 0,33-47) e tumori dell'apparato linfomatopoiatico (OR= 2,7; IC 95% 0,45-17) nella popolazione residente. Studi condotti sui residenti di aree urbane¹⁷⁻¹⁹ e industriali²⁰ riportano eccessi di tumore polmonare. Tre studi di coorte condotti negli Stati Uniti mostrano una relazione tra il livello di particolato sospeso e il rischio di tumore polmonare tra i residenti.²¹⁻²³ Due studi italiani^{24,25} hanno riportato rischi di tumore polmonare più elevati nelle aree vicine ai poli industriali rispetto ad aree meno contaminate. Incrementi della mortalità e dei ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari associati all'inquinamento ambientale sono stati documentati come effetti sia a breve termine sia a lungo termine.²⁶ Tra i possibili meccanismi descritti ci sono l'aumento della coagulazione e della trombosi, una propensione alle aritmie, risposte infiammatorie sistemiche e la promozione cronica dell'aterosclerosi. Tra le sostanze a rischio studiate in letteratura vi sono evidenze di incrementi di patologie cardiovascolari ed esposizioni a particolato atmosferico,²⁶ rame e ferro,²⁷ mercurio,^{28,29} arsenico,³⁰ esposizioni professionali a diossine/furani e policlorobifenili (PCB).^{31,32} Un recente studio³³ ha osservato nello stato di New York tassi di ospedalizzazione per malattie cardiovascolari dei residenti in prossimità di discariche contaminate da inquinanti organici persistenti più elevati rispetto a quelli della popolazione residente in aree non contaminate. L'ipotesi che riguarda la contaminazione ambientale nell'area di Gela è fortemente suggestiva e merita ulteriori approfondimenti.

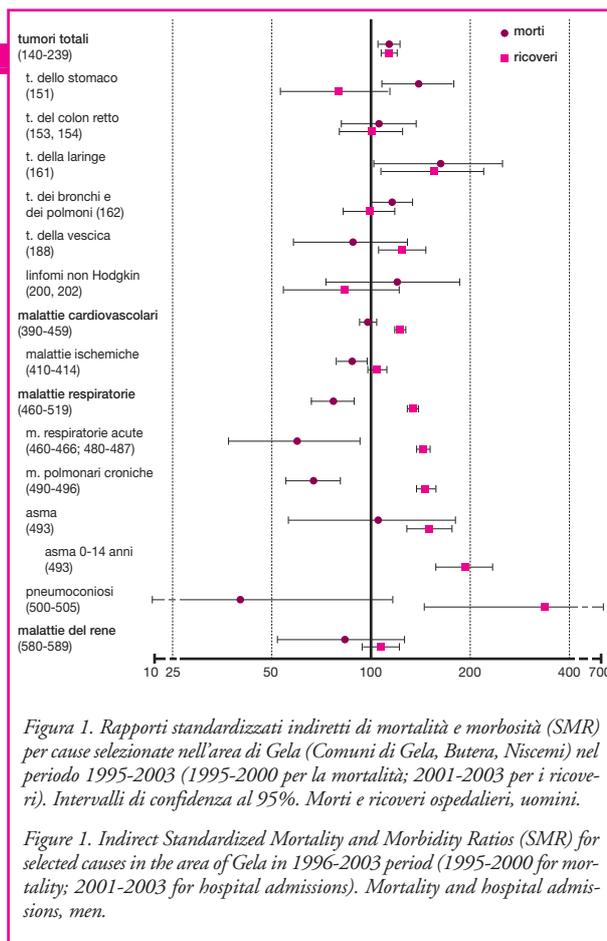
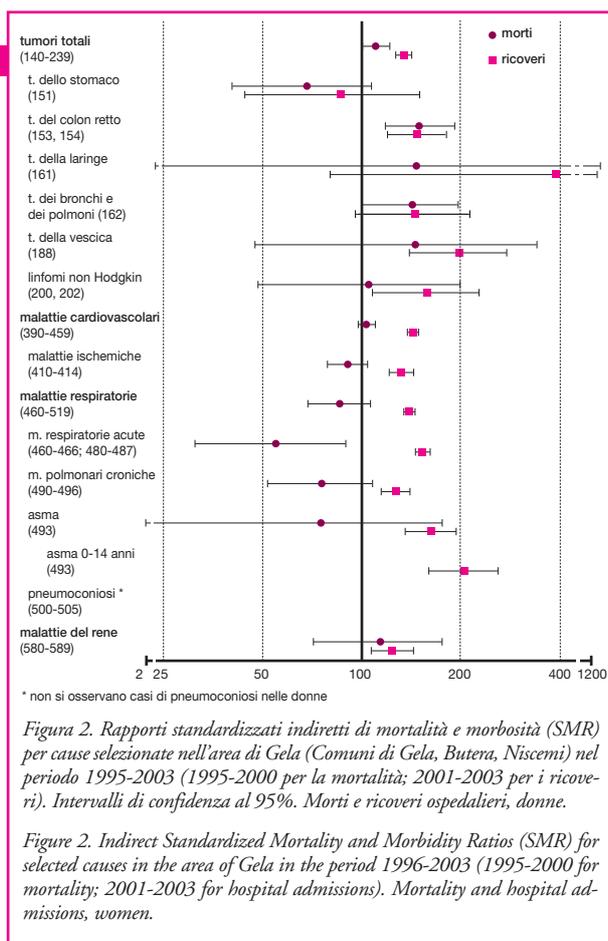


Figura 1. Rapporti standardizzati indiretti di mortalità e morbosità (SMR) per cause selezionate nell'area di Gela (Comuni di Gela, Butera, Niscemi) nel periodo 1995-2003 (1995-2000 per la mortalità; 2001-2003 per i ricoveri). Intervalli di confidenza al 95%. Morti e ricoveri ospedalieri, uomini.

Figure 1. Indirect Standardized Mortality and Morbidity Ratios (SMR) for selected causes in the area of Gela in 1996-2003 period (1995-2000 for mortality; 2001-2003 for hospital admissions). Mortality and hospital admissions, men.

Molti studi hanno valutato l'associazione tra esposizione cronica a inquinanti e malattie o sintomi respiratori³⁴⁻³⁷ o funzionalità respiratoria.³⁸⁻⁴⁰ Uno studio longitudinale recente ha riscontrato una diminuita crescita dei volumi polmonari per effetto della esposizione cronica a polveri e a NO₂.⁴¹ Sono stati associati in modo più frequente con l'inquinamento ambientale i segni di bronchite, come la tosse e il catarro cronico, mentre più controversi sono i risultati riguardanti l'asma bronchiale. E' chiaro tuttavia il ruolo degli inquinanti ambientali nelle riaccutizzazioni asmatiche in pazienti affetti dalla malattia, specie in età pediatrica. Sono numerosi gli studi che hanno associato gli inquinanti ambientali con un aumento della mortalità e dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie acute.⁴²⁻⁴⁵ Alla luce di tali evidenze deve essere interpretato l'aumento dei ricoveri per le malattie respiratorie acute osservato nell'area di Gela. È opportuno sottolineare l'importante eccesso nei ricoveri per asma nella popolazione pediatrica di Gela. In uno studio condotto in una popolazione residente in prossimità della discarica di Stringfellow in California⁴⁶ sono stati riscontrati eccessi di infezioni dell'orecchio, bronchite, asma, angina ed eruzioni cutanee, e aumenti di sintomi quali bruciore agli occhi, nausea e diarrea. Il riscontro di un aumento dei ricoveri per patologia renale nelle donne è un dato nuovo che non era stato osservato in precedenza. Non si può escludere l'ipotesi di un ruolo della contaminazione ambientale, supportata dagli eccessi di mortalità e di morbosità per malattie renali rilevati in popolazioni che vivono in vicinanza di complessi industriali.^{47,48} Di par-



icolare interesse per la situazione locale è la contaminazione da sostanze potenzialmente nefrotossiche quali i metalli pesanti, incluso il piombo.

Prima di concludere, esaminiamo alcuni aspetti relativi alla validità dello studio. La discordanza osservata tra il dato di mortalità e quello dei ricoveri potrebbe essere spiegata, per alcune cause, con la bassa letalità di alcune patologie, tipicamente le malattie respiratorie; per altre cause potrebbe indicare una disomogeneità geografica nell'assistenza territoriale. Da notare che sono stati considerati intervalli temporali diversi: la mortalità (1995-2000) riflette condizioni ed esposizioni di un passato più lontano rispetto al dato sui ricoveri (2001-2003), che è indice di fenomeni epidemiologici più recenti ma potrebbe essere affetto da distorsioni legate alle diverse abitudini al ricovero. Tuttavia abbiamo effettuato un confronto del numero medio di ricoveri per persona, che non ha evidenziato alcuna variazione statisticamente significativa né tra fascia 1 e fascia 2 né tra ciascuna delle due fasce e la media regionale; ciò porta a escludere l'esistenza di una distorsione dovuta ad abitudini al ricovero diverse geograficamente (dato riportato altrove).⁴⁹

In questo lavoro, la vicinanza geografica dell'area di riferimento alla zona in studio ha fatto sì che per disegno non esista una popolazione completamente «non esposta»; pertanto, riteniamo che le stime di rischio ottenute siano conservative per effetto di «scambi di popolazione» per motivi professionali (per esempio pendolari provenienti dai comuni della zona di riferimento). Infine in questo studio, anche a causa dell'elevato numero di

confronti, non si può escludere che parte dei risultati osservati (sia in eccesso sia in difetto rispetto all'atteso) siano stati ottenuti per effetto del caso. Da notare che solo per alcune patologie gli eccessi sono altamente significativi (p-value <0,001) mentre per altre (per esempio specifiche sedi tumorali) si osservano SMR calcolati su un basso numero di casi osservati e con un livello di significatività poco indicativo per uno studio esplorativo (p-value <0,05).

In conclusione, per gli eccessi osservati a Gela è probabile che i fattori di rischio siano riconducibili a esposizioni legate all'attività lavorativa; tuttavia gli eccessi riscontrati nelle donne fanno ipotizzare un ruolo eziologico degli inquinanti ambientali. Studi ecologici come quello presentato non sono in grado di mettere in evidenza relazioni di causa ed effetto, specialmente in presenza di una situazione ambientale e lavorativa complessa e articolata come quella di Gela. Questo studio, tuttavia, ha evidenziato una serie di patologie in eccesso – tumore del polmone, disturbi cardiovascolari e respiratori, asma nei bambini, malattie renali – per le quali è indispensabile un accurato monitoraggio epidemiologico che includa l'analisi della contaminazione dell'aria, del suolo, delle acque e della catena alimentare.

Appendice: stima della popolazione residente al 1997. La popolazione residente in Sicilia nell'ottobre 1997 è stata stimata a partire dalle popolazioni residenti rilevate ai censimenti ISTAT del 1991 e del 2001. È stata calcolata una media ponderata con pesi proporzionali alla distanza temporale dai due censimenti, secondo la formula:

$$\text{pop1997} = 0,36 \times \text{pop1991} + 0,64 \times \text{pop2001}$$

dove «pop1997» è la popolazione stimata, mentre «pop1991» e «pop2001» sono le popolazioni residenti rispettivamente al censimento del 1991 e del 2001. Il coefficiente della popolazione 2001 corrisponde alla frazione 7/11, ossia la posizione della popolazione 1997 negli undici anni che vanno dal 1991 al 2001; per simmetria, il coefficiente del 1991 corrisponde a 4/11. Il calcolo è stato eseguito separatamente per fascia, genere e classe quinquennale di età. Poiché nei dati del censimento ISTAT 1991 l'ultima classe di età è 80+, mentre nel 2001 è 85+, la classe 85+ nella popolazione stimata è stata ricostruita riproporzionando la popolazione sulla base della struttura per età del censimento 2001.

Conflitti di interesse: nessuno

Bibliografia

1. Delibera del Consiglio dei Ministri del 30.11.1990.
2. Legge n. 426 del 9 dicembre 1998. Nuovi interventi in campo ambientale. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana* n. 291 del 14 dicembre 1998.
3. Organizzazione mondiale della Sanità. Ambiente e salute in Italia. Bertollini R, Faberi M, Di Tanno N (Ed). Il Pensiero Scientifico, Roma, 1997, pp. 451-464.
4. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Ambiente e stato di salute nella popolazione delle aree ad alto rischio di crisi ambientale in Italia. *Epidemiol Prev* 2002; 26(6) suppl: 1-53.
5. Indirizzo internet: <http://demo.istat.it>

6. Fano V, Forastiere F, Papini P, Tancioni V, Di Napoli A, Perucci CA. Analisi della mortalità e dei ricoveri ospedalieri nell'area industriale di Civitavecchia, anni 1996-2003. (*Epidemiol Prev*, submitted)
7. Stata Statistical Software, release 8.0. College Station, TX. Stata Corporation, 2003.
8. Schottenfeld D, Fraumeni JF. *Cancer epidemiology and prevention*. Oxford University Press, 1996 (2nd edition).
9. Gerhardtsson de Verdier M, Plato N, Steineck G, Peters JM. Occupational exposures and cancer of the colon and rectum. *Am J Ind Med* 1992; 22(3): 291-303.
10. Kaerlev L, Teglbaerj PS, Sabroe S et al. Occupation and small bowel adenocarcinoma: a European case-control study. *Occup Environ Med* 2000; 57(11): 760-766.
11. Siemiatycki J, Richardson L, Straif K et al. Listing occupational carcinogens. *Environ Health Perspect* 2004; 112(15): 1447-1459.
12. Bertazzi PA, Pesatori AC, Zocchetti C, Latocca R. Mortality study of cancer risk among oil refinery workers. *Int Arch Occup Environ Health* 1989; 61(4): 261-270.
13. Gennaro V, Finkelstein MM, Ceppi M et al. Mesothelioma and lung tumors attributable to asbestos among petroleum workers. *Am J Ind Med* 2000; 37(3): 275-282.
14. Lo Presti E, Sperati A, Rapiti E et al. Mortalità per causa dei lavoratori della raffineria di Roma. *Med Lav* 2001; 92(5): 327-337.
15. Benedetti M, Iavarone I, Comba P. Cancer risk associated with residential proximity to industrial sites: a review. *Arch Environ Health*. 2001; 56(4): 342-349.
16. Belli S, Benedetti M, Comba P et al. Case-control study on cancer risk associated to residence in the neighbourhood of a petrochemical plant. *Eur J Epidemiol* 2004; 19(1): 49-54.
17. Nyberg F, Gustavsson P, Järup L et al. Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology* 2000; 11: 487-495.
18. Pershagen G, Simonato L. Epidemiological evidence for the carcinogenicity of air pollutants. Air pollution and human cancer. In: Tomatis L. *Air Pollution and Human Cancer*. European School of Oncology monograph, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
19. Vena JE. Air pollution as a risk factor in lung cancer. *Am J Epidemiol* 1982; 116: 42-56.
20. Pless-Mullooli T, Phillimore P, Moffatt S et al. Lung cancer, proximity to industry, and poverty in northeast England. *Environ Health Perspect* 1998; 106: 189-196.
21. Dockery DW, Pope CA, Xu X et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. *N Engl J Med* 1993; 329: 1753-1759.
22. Pope CA, Burnett RT, Thun MJ et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287: 1132-1141.
23. Beeson WL, Abbey DE, Knutsen SF. Long-term concentrations of ambient air pollutants and incident lung cancer in California adults: results from the AHSMOG study. *Environ Health Perspect* 1998; 106: 813-823.
24. Barbone F, Bovenzi M, Cavallieri F et al. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy. *Am J Epidemiol* 1995; 141: 1161-1169.
25. Fano V, Michelozzi P, Ancona C, Capon A, Forastiere F, Perucci CA. Occupational and environmental exposures and lung cancer in an industrialised area in Italy. *Occup Environ Med* 2004; 61(9): 757-763.
26. Brook RD, Franklin B, Cascio W et al. Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation* 2004; 109(21): 2655-2671.
27. Salonen JT, Nyyssönen K, Korpela H, Tuomilehto J, Seppanen R, Salonen R. High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in Eastern Finnish men. *Circulation* 1992; 86: 803-811.
28. Salonen JT, Seppanen K, Nyyssönen K et al. Intake of mercury from fish, lipid peroxidation, and the risk of myocardial infarction and coronary, cardiovascular, and any death in Eastern Finnish men. *Circulation* 1995; 91(3): 645-655.
29. Guallar E, Sanz-Gallardo MI, van't Veer P et al. Heavy Metals and Myocardial Infarction Study Group. Mercury, fish oils, and the risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 2002; 347(22): 1747-1754.
30. Tseng CH, Chong CK, Chen CJ, Tai TY. Dose-response relationship between peripheral vascular disease and ingested inorganic arsenic among residents in blackfoot disease endemic villages in Taiwan. *Atherosclerosis* 1996; 120(1-2): 125-133.
31. Flesch-Janys D, Berger J, Gurn P et al. Exposure to polychlorinated dioxins and furans (PCDD/F) and mortality in a cohort of workers from a herbicide-producing plant in Hamburg, Federal Republic of Germany. *Am J Epidemiol* 1995; 142(11): 1165-1175.
32. Vena J, Boffetta P, Becher H et al. Exposure to dioxin and nonneoplastic mortality in the expanded IARC international cohort study of phenoxy herbicide and chlorophenol production workers and sprayers. *Environ Health Perspect* 1998; 106 Suppl 2: 645-653.
33. Sergeev AV, Carpenter DO. Hospitalization Rates for Coronary Heart Disease in Relation to Residence Near Areas Contaminated with Persistent Organic Pollutants and Other Pollutants. *Environmental Health Perspectives* 2005; 113(6): 756-761. disponibile all'indirizzo internet: <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2005/7595/7595.pdf>
34. Abbey DE, Hwang BL, Burchette RL et al. Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population. *Arch Environ Health* 1995; 50: 139-152.
35. Dockery DW, Speizer FE, Stram DO et al. Effects of inhalable particles on respiratory health of children. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 587-594.
36. Forastiere F, Corbo GM, Michelozzi P et al. Effects of environment and passive smoking on the respiratory health of children. *Int J Epidemiol* 1992; 21(1): 66-73.
37. Peters JM, Avol E, Navidi W et al. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. I: Prevalence of respiratory morbidity. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 760-767.
38. Forastiere F, Corbo GM, Pistelli R et al. Bronchial responsiveness in children living in areas with different air pollution levels. *Arch Environ Health* 1994; 49(2): 111-118.
39. Ackermann-Lieblich U, Leuenberger P, Schwartz J et al. Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA) Team. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155(1): 122-129.
40. Raizenne M, Neas LM, Damokosh AI et al. Health effects of acid aerosols on North American children: pulmonary function. *Environ Health Perspect* 1996; 104(5): 506-514.
41. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004; 351(11): 1057-1067.
42. Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico, 1996-2002. *Epidemiol Prev* 2004; 28(4-5 Suppl): 4-100.
43. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. *BMJ* 1997; 314(7095): 1658-1663.
44. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. Air Pollution and Health: a European Approach. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164(10 Pt 1): 1860-1866.
45. Samet JM, Dominici F, Currier FC, Coursac I, Zeger SL. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med* 2000; 343(24): 1742-1749.
46. Baker DB, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A health study of two communities near the Stringfellow Waste Disposal site. *Arch Environ Health* 1988; 43(5): 325-334.
47. Staples B, Howse ML, Mason H, Bell GM. Land contamination and urinary abnormalities: cause for concern? *Occup Environ Med* 2003; 60(7): 463-467.
48. Hodgson S, Nieuwenhuijsen MJ, Hansell A et al. Excess risk of kidney disease in a population living near industrial plants. *Occup Environ Med* 2004; 61(8): 717-719.
50. Fano V, Cernigliaro A, Scondotto S et al. Stato di salute della popolazione residente nelle aree ad elevato rischio ambientale e nei siti di interesse nazionale della Sicilia: analisi della mortalità (aa 1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (aa 2001-2003). *O.E. Notiziario della Regione Sicilia Assessorato Sanità* (numero monografico), luglio 2005.