

Studio di mortalità intorno a sei discariche di rifiuti in Toscana

A study on mortality around six municipal solid waste landfills in Tuscany Region

Fabrizio Minichilli,¹ Simone Bartolacci,² Eva Buiatti,³ Valentina Pallante,⁴ Danila Scala,⁵ Fabrizio Bianchi¹

¹Sezione di epidemiologia e ricerca sui servizi sanitari, IFC-CNR, Pisa

²Centro statistico elaborazione dati, ARS Toscana, Firenze

³Osservatorio di epidemiologia, ARS Toscana, Firenze

⁴Sistema informativo regionale ambientale, ARPAT, Firenze

⁵Epidemiologia ambientale, ARPAT, Firenze

Corrispondenza: Fabrizio Minichilli, Istituto fisiologia clinica, Consiglio nazionale ricerche, Area della ricerca di S. Cataldo, Via Moruzzi 1, 56124 Pisa; tel. 050 3152106; fax 050 3152095; e-mail: fabrizio.minichilli@ifc.cnr.it

Riassunto

Obiettivo: descrivere la mortalità di popolazioni residenti nei dintorni di alcune discariche selezionate e contribuire a fornire indicazioni sul loro stato di salute.

Disegno: studio descrittivo di mortalità su base comunale e di aggregati di comuni.

Setting e metodi: mortalità registrata nel periodo 1995-2000 in sei aree di cinque province della Toscana in cui sono localizzate discariche di rifiuti solidi urbani e/o pericolosi. Come aree a maggiore esposizione sono state considerate quelle comprendenti i comuni che hanno la maggior parte della popolazione residente nella circonferenza, con raggio 5 km, centrata su ognuna delle discariche selezionate. Il confronto è operato con i tassi osservati nelle cinque province nello stesso periodo. I confronti statistici sono stati effettuati

mediante rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e rapporti bayesiani di mortalità corretti per età (BMR).

Outcome principali: mortalità per tutte le cause, per gruppi e cause specifiche di malattie tumorali e non tumorali.

Risultati: sono emersi eccessi di mortalità per le malattie del sistema circolatorio e cerebrovascolare, per i tumori del fegato, della vescica, del sistema linfematoipoietico e per i linfomi non-Hodgkin.

Conclusioni: i metodi utilizzati hanno prodotto indicazioni preliminari su associazioni tra residenza in aree con impianti di smaltimento di rifiuti e mortalità. Tali eccessi, in considerazione dei limiti degli studi macrogeografici, indirizzano verso ulteriori approfondimenti a livello microgeografico.

(*Epidemiol Prev* 2005; 29(5-6) Suppl: 53-56)

Parole chiave: epidemiologia ambientale, mortalità, discariche

Abstract

Objective: describing mortality of populations residing in the neighbourhoods of selected waste landfill sites and contributing to the definition of their health status.

Design: descriptive study of mortality at municipality and aggregated municipalities level.

Setting and methods: mortality from 1995 to 2000 in six areas of five provinces of Tuscany Region where municipal and/or hazardous waste landfills are located. Areas considered at higher exposure were those including municipalities where inhabitants mainly reside within 5 km from selected landfills. Comparison was made with rates observed in the five provinces in the same period. Statistical comparisons were performed using standardised mortality ra-

tios (SMR) and bayesian mortality ratios (BMR) adjusted for age.

Main outcomes: mortality for all causes, groups and specific causes of cancer and non-cancer diseases.

Results: statistically significant mortality excesses were found for circulatory system and cerebrovascular diseases, for lymphohematopoietic system, liver and bladder cancer and non-Hodgkin's lymphoma.

Conclusion: methods utilized have produced preliminary indications on associations between residence in areas with landfills and mortality. These excesses, also due to the limitations of macrogeographic studies, indicate that further insights at microgeographic level are needed.

(*Epidemiol Prev* 2005; 29(5-6) Suppl: 53-56)

Keywords: environmental epidemiology, mortality, solid waste landfills

Introduzione

Lo smaltimento di rifiuti in discarica, non differenziato e non adeguatamente gestito, può generare contaminazioni dell'ambiente attraverso il rilascio di sostanze tossiche nell'aria, nel suolo, e nelle falde superficiali e profonde. L'esposizione a tali inquinanti aumenta il rischio di insorgenza di patologie. Tre ampie rassegne bibliografiche¹⁻³ sugli effetti sanitari in popolazioni residenti presso discariche hanno revisionato numerosi studi, sia descrittivi sia analitici, pubblicati dal 1980

al 2001. Tali studi hanno messo in luce, nelle zone considerate più esposte, incrementi di rischio di morbosità e di mortalità per i tumori del polmone, della vescica, del fegato, della prostata, dello stomaco, dell'utero e della laringe, per le leucemie, per le malattie respiratorie, gastrointestinali e della pelle, per il basso peso alla nascita e per le malformazioni congenite alla nascita, totali e specifiche.

Complessivamente gli studi condotti fino a oggi non hanno prodotto risultati conclusivi sulle relazioni causa-effetto ipo-

tizzate, tuttavia hanno dato indicazioni di notevole importanza sui rischi potenziali per le comunità esposte e su come approfondirne le conoscenze.

L'approfondimento di tali tematiche è fondamentale per risolvere i complessi problemi connessi alla produzione, al trattamento dei rifiuti e alla gestione degli impianti.

Obiettivi

Lo studio geografico descrittivo, effettuato in collaborazione con l'Agenzia regionale di sanità della Toscana e con l'ARPA della Toscana, ha lo scopo primario di fornire indicazioni generali sullo stato di salute delle popolazioni residenti nei dintorni di impianti di smaltimento di rifiuti urbani e pericolosi. In particolare, si propone di descrivere l'andamento geografico a livello comunale degli indicatori di mortalità nelle zone oggetto di studio e fornire spunti per svolgere approfondimenti su eccessi di mortalità emergenti.

Razionale del metodo di studio

Il presente studio geografico descrittivo, come la maggior parte degli studi di questo tipo, presenta diversi limiti riportati di seguito.⁴⁻⁶ L'esposizione dovuta ai contaminanti presenti in discarica non è separabile dall'esposizione ad altre sorgenti inquinanti sul territorio, con particolare riferimento ad altri impianti industriali localizzati nelle aree a rischio. L'esposizione non è misurata per ogni singolo individuo ma è riferita a un aggregato di soggetti residenti nella stessa area (il Comune), con conseguente possibile misclassificazione dei soggetti in termini di esposizione. Le stime di rischio non sono aggiustate per i principali fattori di confondimento o di modificazione d'effetto come l'occupazione, la migrazione dei soggetti, l'abitudine al fumo e all'alcol, l'alimentazione e la familiarità, a causa della loro mancata disponibilità nelle rilevazioni routinarie. Infine è doveroso ricordare la suscettibilità alla cosiddetta fallacia ecologica. Il disegno e le limitazioni dello studio non consentono di indagare la relazione causa-effetto, quindi non si possono

utilizzare gli indicatori di rischio stimati a livello geografico come indicatori di rischio attribuibile né alla presenza di discariche né alle sostanze nocive prodotte dalle discariche.

Materiali

Lo studio è stato effettuato su sei aree in cui si trovano siti di discarica di rifiuti solidi urbani e/o pericolosi nelle province di Pistoia, Firenze, Livorno, Pisa e Arezzo. L'analisi è stata svolta su decessi occorsi nella popolazione residente nel periodo 01.01.1995-31.12.2000 (fonte: Registro toscano di mortalità). I dati sulla popolazione residente sono stati forniti dall'Area extradipartimentale di statistica della Regione Toscana. L'area considerata maggiormente esposta è stata definita come la totalità dei comuni che hanno il centro urbano contenuto nella circonferenza di raggio 5 km centrata su ognuna delle discariche selezionate. Per la definizione dell'esposizione di ogni zona sono state considerate la potenziale presenza di sostanze nocive e l'inclusione di una popolazione di dimensioni apprezzabili a fini di potenza statistica.

Le aree oggetto di studio sono centrate intorno alle discariche di: Vigiano – Borgo S. Lorenzo (FI), Gello – Pontedera (PI), Tiro a Segno – Cascina (PI), Scapigliato – Rosignano Marittimo (LI), Casa Rota – Terranova Bracciolini (AR), Fossetto – Monsummano Terme (PT). La selezione delle discariche è stata basata sull'esigenza di considerare tipologie diversificate di rifiuti (sia urbani, sia speciali), di comprendere una popolazione abbastanza numerosa (i soggetti esposti sono complessivamente 139.000) e di analizzare discariche con un'attività della durata di almeno 10 anni alla data di inizio dello studio in modo da garantire, nell'ipotesi di popolazione stabile, un periodo di induzione-latenza almeno di uguale durata.

È stata studiata la mortalità generale e per cause specifiche, tumorali e non tumorali, selezionate sulla base di un elenco stilato dall'Agency for Toxic Substances and Disease Registry, sulla base delle risultanze di diverse indagini sanitarie e valutazioni tossicologiche intorno a siti di discarica.⁷

Causa	sessu	O	SMR ₁	IC 95%	SMR ₂	IC 95%
mortalità per tutte le cause	F	15.034	0,999	0,983-1,015	0,997	0,981-1,013
	M	14.971	0,999	0,983-1,015	0,995	0,980-1,012
malattie del sistema circolatorio	F	7.556	1,039	1,016-1,063	1,016	0,993-1,039
malattie cerebrovascolari	F	2.835	1,09	1,050-1,131	1,043	1,005-1,082
	M	1.848	1,065	1,017-1,115	1,013	0,968-1,061
tutti i tumori	F	3.593	0,975	0,944-1,008	0,996	0,964-1,029
	M	5.113	0,999	0,972-1,027	1,004	0,976-1,032
tumore fegato e dotti biliari	F	292	1,146	1,019-1,286	1,093	0,972-1,226
	M	394	1,166	1,054-1,287	1,155	1,044-1,275
tumore mammella	F	541	1,014	0,930-1,103	1,092	1,002-1,188

Tabella 1. Mortalità nei maschi e nelle femmine per tutte le cause, per tutti i tumori e per cause specifiche risultate statisticamente in eccesso nella totalità delle aree selezionate (periodo 1995-2000). O= casi osservati (O >5); SMR₁= rapporto standardizzato di mortalità per età; SMR₂= rapporto standardizzato di mortalità per età e ID con relativi intervalli di confidenza (IC 95%).

Table 1. Significant cause-specific mortality excesses in the totality of selected areas (males and females, 1995-2000). O= observed cases (O >5); SMR₁= standardised mortality ratios adjusted for age; SMR₂= standardised mortality ratios adjusted for age and ID with related CI 95%.

Patologia	sezzo	area	codice	Comune	O	SMR ₂	IC 95%	BMR	IC 95%	
tumore vescica	M	Fossetto	47016	P. Buggianese	10	2,16	1,16-4,01	1,02	0,88-1,19	
		Casa Rota	48016	Figline Valdarno	15	1,7	1,03-2,83	1,02	0,89-1,19	
			51033	S. Giovanni V.	19	1,92	1,23-3,02	1,04	0,91-1,24	
tumore fegato	F	Vigiano	48049	Vicchio	7	2,13	1,02-4,47	1,04	0,88-1,27	
		Tiro a Segno	50008	Cascina	52	1,49	1,13-1,95	1,3	1,00-1,64	
linfoma non-Hodgkin	F	Fossetto	47011	Montecatini T.	13	2,18	1,27-3,76	1,05	0,89-1,31	
		Casa Rota	48016	Figline Valdarno	9	2,23	1,16-4,29	1,03	0,87-1,26	
		Tiro a Segno	50026	Pisa	39	1,36	1,00-1,87	1,06	0,91-1,28	
		Casa Rota	51033	S. Giovanni V.	12	2,06	1,17-3,63	1,05	0,88-1,35	
sistema linfematopoietico	M	Fossetto	47016	P. Buggianese	12	1,96	1,11-3,45	1,02	0,86-1,24	
		malattie del sist. circolatorio	F	Vigiano	48042	Scarperia	109	1,29	1,07-1,55	1,17
	48049			Vicchio	119	1,2	1,01-1,44	1,12	0,96-1,29	
Gello	50013			Crespina	70	1,3	1,03-1,65	1,14	0,95-1,35	
			50017	Lari	167	1,26	1,08-1,47	1,18	1,03-1,34	
	M	Vigiano	48042	Scarperia	104	1,33	1,09-1,61	1,13	0,98-1,30	
		Casa Rota	51033	S. Giovanni V.	279	1,13	1,00-1,27	1,08	0,98-1,19	
malattie cerebrovascolari	F	Fossetto	47009	Monsummano T.	128	1,18	0,99-1,40	1,14	0,97-1,32	
			47011	Montecatini T.	194	1,14	0,99-1,31	1,12	0,98-1,26	
			47013	Pieve a Nievole	65	1,26	0,99-1,60	1,15	0,95-1,39	
		Gello	50013	Crespina	34	1,77	1,26-2,47	1,28	0,99-1,63	
			50017	Lari	67	1,41	1,11-1,79	1,24	1,01-1,50	
			50028	Ponsacco	79	1,25	1,01-1,56	1,16	0,96-1,38	
			Casa Rota	51033	S. Giovanni V.	143	1,18	1,01-1,39	1,14	0,98-1,31
			M	Fossetto	47006	Larciano	41	1,49	1,10-2,03	1,18
		Gello	50013	Crespina	22	1,59	1,04-2,41	1,14	0,90-1,44	
			50034	Santa Luce	13	1,74	1,01-2,99	1,1	0,87-1,39	
		Casa Rota	51033	S. Giovanni V.	110	1,3	1,08-1,57	1,18	1,01-1,38	

Tabella 2. Eccessi di mortalità statisticamente significativi o ai limiti della significatività statistica, per causa e sesso, nei comuni inclusi nelle aree oggetto di studio (periodo 1995-2000). O= casi osservati (O >5); SMR₁= rapporto standardizzato di mortalità per età; SMR₂= rapporto standardizzato di mortalità per età e ID; BMR= rapporto bayesiano di mortalità aggiustato per ID ed età con relativi intervalli di confidenza (IC 95%).

Table 2. Significant specific mortality excesses by cause and sex among the selected municipalities (1995-2000). O= observed cases (O >5); SMR₁= standardised mortality ratios adjusted for age; SMR₂= standardised mortality ratios adjusted for age and ID; BMR bayesian mortality ratios adjusted for age and ID with related CI 95%.

Metodi

Le analisi per sesso e causa sono state effettuate nei seguenti ambiti spaziali:

- l'intera area comprendente i comuni considerati «esposti»;
 - i singoli comuni della totalità del territorio delle 5 province.
- L'analisi ha previsto la produzione di:

- rapporto di mortalità standardizzato (SMR) per età e per indice di deprivazione (ID);
- rapporto bayesiano di mortalità (BMR) corretto per età e per ID. L'indicatore è stato stimato mediante il modello bayesiano gerarchico di convoluzione gaussiana di Besag, York e Mollié.⁸ Questo permette di valutare, per le aree d'interesse, l'esistenza di aggregati di comuni con eccessi di mortalità, mettendo in risalto la presenza di una struttura spaziale dei dati, depurando per la variabilità extrapoissoniana.

I tassi di riferimento specifici per sesso e ID sono stati calcolati considerando la popolazione media residente nelle cinque province nel periodo 1995-2000 (fonte ISTAT).

Gli indicatori SMR e BMR sono stati calcolati, rispettivamente, mediante l'utilizzo di STATA 8 SE⁹ e Winbugs 1.4.¹⁰

Risultati

Le aree in studio includono circa il 20% della popolazione delle cinque province selezionate. I comuni interessati sono eterogenei per dimensione sia geografica sia demografica, ma abbastanza omogenei per quanto riguarda la situazione socioeconomica. Dalle analisi (tabella 1) sono emersi eccessi di mortalità statisticamente significativi per le malattie del sistema circolatorio nelle femmine, per le malattie cerebrovascolari sia nei maschi sia nelle femmine, per il tumore al fegato nei maschi e nelle femmine e per il tumore alla mammella nelle femmine. Inoltre, sono emersi eccessi degni di attenzione, seppure statisticamente non significativi, per i linfomi non-Hodgkin sia nei maschi (139 casi; SMR_{età e ID} = 1,11; [0,93-1,30]) sia nelle femmine (133 casi; SMR_{età e ID} = 1,15; [0,97-1,37]), per il tumore alla vescica (267 casi; SMR_{età e ID} = 1,11; [0,98-1,25]) e per il sistema linfematopoietico nei maschi (379 casi, SMR_{età e ID} = 1,10; [0,99-1,22]).

Per le patologie in studio, l'analisi spaziale effettuata mediante l'indicatore BMR a livello comunale, non ha indicato pattern particolari intorno alle aree d'interesse, in quanto i pochi

comuni con indicatori significativamente più elevati sono distribuiti irregolarmente. Tali comuni presentano eccessi di mortalità statisticamente significativi o ai limiti della significatività statistica per il tumore alla vescica, al fegato, per il tumore del sistema linfomatoietico, per il linfoma non-Hodgkin, per le malattie cerebrovascolari e del sistema circolatorio. Dai dati raccolti in tabella 2 sono emersi eccessi consistenti (per consistenza si intende significatività statistica sia tramite SMR sia BMR) per il tumore al fegato nei maschi residenti nel Comune di Cascina (PI) (compreso nell'area intorno alle discariche di Gello – Pontedera e del Tiro a Segno – Cascina), per le malattie del sistema circolatorio nelle femmine residenti nel Comune di Scarperia (FI) (compreso nell'area intorno alla discarica di Vigiano – Borgo S. Lorenzo) e nelle femmine residenti nel Comune di Lari (PI) (compreso nell'area intorno alle discariche di Gello – Pontedera), e infine per le malattie cerebrovascolari nei maschi residenti nel Comune di S. Giovanni Valdarno (AR) (compreso nell'area intorno alle discariche di Casa Rota – Terranova B.) e nelle femmine residenti nel Comune di Lari (PI) (compreso nell'area intorno alle discariche di Gello – Pontedera).

Conclusioni

La mortalità nelle zone considerate esposte a effetti di discarica, sia per tutte le cause sia per tutti i tumori, non è risultata difforme da quella di riferimento (tabella 1). Inoltre, il numero di cause specifiche trovate in eccesso di mortalità è risultato comparabile al numero di cause emerse in difetto. Alcuni dei risultati ottenuti sono concordanti con quelli presenti in letteratura, in particolare per quanto riguarda i linfomi non-Hodgkin,¹¹⁻¹⁶ il tumore al fegato^{11,15-17} e alla vescica,^{18,19} le malattie cerebrovascolari e del sistema circolatorio.²⁰ Occorre peraltro evidenziare che eccessi dello stesso tipo sono emersi anche in comuni lontani dalle aree oggetto di studio. Nonostante l'importanza dei risultati, le conoscenze sui rischi di vivere vicino a discariche risultano ancora troppo limitate dalle misure proxy di esposizione e da carenze di controllo dei confondenti.¹⁻³ E' inoltre da tenere presente la non adeguatezza del disegno utilizzato per considerare la diversa latenza dei tumori e l'eziologia multifattoriale delle patologie in studio. E' pertanto necessaria una seconda generazione di studi epidemiologici analitici, che tengano in considerazione i tempi di induzione-latenza delle diverse patologie, i potenziali confondenti, la storia residenziale individuale, le misure di concentrazione degli inquinanti in ogni area e che, quando ritenuto fattibile e utile, facciano ricorso all'uso di marcatori di risposta fisiologica o a biomarcatori di esposizione. Lo sviluppo di queste conoscenze può essere utile per la regolamentazione della gestione dei rifiuti. Lo studio effettuato ha raggiunto gli obiettivi prefissati di descrizione ed esplorazione usando solo dati routinari, indirizzando poi all'effettuazione di studi di approfondimento sulla mortalità e la morbosità per le malattie cerebrovascolari e del sistema circolatorio, per i tu-

mori di fegato, vescica, sistema linfomatoietico e per i linfomi non-Hodgkin in alcuni comuni inclusi nelle aree limitrofe a discariche.

Conflitti di interesse: nessuno

Ringraziamenti. Si ringrazia Michela Rial della Sezione di epidemiologia dell'IFC-CNR di Pisa per il lavoro di editing e di traduzione e Anna Pierini per la lettura critica e i suggerimenti; Paola Michelozzi del Dipartimento di epidemiologia, ASL RM/E; Stefania Arniani dell'Osservatorio di epidemiologia dell'ARS Toscana di Firenze per la collaborazione e la documentazione che hanno reso possibile lo studio.

Bibliografia

- Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect* 2000; 108 (Suppl 1): 101-12.
- Rushon L. Health Hazards and waste management. *Br Med Bull* 2003; 68: 183-97.
- Dolk H, Vrijheid M. The impact of environmental pollution on congenital anomalies. *Br Med Bull* 2003; 68: 25-45.
- Cislaghi C, Luppi G, Biggeri A. Le analisi spaziali in epidemiologia. *Epidemiol Prev* 1995; 19: 131-228.
- Elliott P, Martuzzi M, Shaddick G. Spatial statistical methods in environmental epidemiology: a critique. *Stat Methods Med Res* 1995; 4(2): 137-59.
- Morgenstern H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. *Annu Rev Public Health* 1995; 16: 61-81.
- Johnson BL. *Impact of hazardous waste on human health: hazard, health effects, equity, and communication issues*. Boca Raton, USA, Lewis Publishers, 1999.
- Besag J, York JC, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Ann Inst Statist Math* 1991; 43(1): 1-59.
- STATA Corporation. *STATA Reference Manual Release 8. Volume 1-5*. College Station, Texas, Stata press, 2003.
- Spiegelhalter DJ, Thomas A, Best NG, Gilks WR. *BUGS: Bayesian inference Using Gibbs Sampling. Version 0.5 (Version ii)*; 1996. <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/documentation/contents.shtml>
- Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996; 73 (5): 702-10.
- Knox EG. Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *Int J Epidemiol* 2000; 29: 391-97.
- Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol* 2000; 152: 13-19.
- Floret N, Mauny F, Challier B et al. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 2003; 14(4): 392-98.
- Goldberg MS, Siemiatyck J, DeWar R, Desy M, Riberdy H. Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Arch Environ Health* 1999; 54(4): 291-96.
- Goldberg MS, al-Homsi N, Goulet L, Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Arch Environ Health* 1995; 50 (6): 416-24.
- Elliott P, Eaton N, Shaddick G, Carter R. Cancer incidence near municipal waste incinerators in Great Britain Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *Br J Cancer* 2000; 82 (5): 1103-06.
- Mallin K. Investigation of a bladder cancer cluster in Northwestern Illinois. *Am J Epidemiol* 1990; 132: S96-S106.
- Lewis-Michl EL, Kallenbach LR, Geary NS et al. Investigation of cancer incidence and residence near 38 landfills with soil gas migration conditions: New York State, 1980-1989. *ATSDR/HR-98-93*. Atlanta, Agency for Toxic Substance and Disease Registry, 1998.
- Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Ambiente e stato di salute nella popolazione delle aree ad alto rischio di crisi ambientali in Italia. *Epidemiol Prev* 2002; 26 (6) Suppl: 1-56.