

## Mortalità nei lavoratori della coorte del petrolchimico di Gela 1960-2002

## Mortality in the cohort of workers of the petrochemical plant in Gela (Sicily) 1960-2002

Roberto Pasetto,<sup>1</sup> Annibale Biggeri,<sup>2</sup> Pietro Comba,<sup>1</sup> Roberta Pirastu<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di ambiente e connessa prevenzione primaria, Istituto superiore di sanità, Roma

<sup>2</sup>UO Biostatistica, CSPO, Istituto scientifico Regione Toscana, Dipartimento di statistica G. Parenti, Università di Firenze

<sup>3</sup>Dipartimento di biologia animale e dell'uomo, Università La Sapienza, Roma

**Corrispondenza:** Roberto Pasetto, Istituto superiore di sanità, Dipartimento di ambiente e connessa prevenzione primaria, Reparto di epidemiologia ambientale, viale Regina Elena 299, 00161 Roma; e-mail: pasetto@iss.it

### Cosa si sapeva già

■ Studi di epidemiologia descrittiva sulla mortalità e sui ricoveri ospedalieri relativi al Comune di Gela indicavano l'opportunità di effettuare uno studio di coorte occupazionale che descrivesse il profilo delle patologie nei lavoratori del petrolchimico presente nelle immediate vicinanze del centro abitato. Veniva suggerita una possibile componente professionale come causa del trend di mortalità in crescita per alcune cause tumorali, in modo particolare per il tumore al polmone, nelle generazioni più giovani degli uomini dell'area a rischio di crisi ambientale di Gela.

### Cosa si aggiunge di nuovo

■ L'analisi in termini di SMR della mortalità dei soggetti che hanno iniziato il lavoro nel petrolchimico di Gela nel periodo 1960-1993 non evidenzia eccessi statisticamente significativi per le patologie associate alle potenziali esposizioni professionali in quel contesto lavorativo. Una sottostima del rischio per patologie rare, come sono quelle neoplastiche di particolare interesse a priori (cute, sistema linfoematopoietico, pleura, polmone, vescica, rene, fegato, encefalo), potrebbe risultare dall'effetto lavoratore sano, dalla difficoltà di attribuzione di specifiche esposizioni in un contesto di molteplici esposizioni variabili in intensità e durata e dalla proporzione non esigua di decessi con causa non specificata.

### Riassunto

**Obiettivi:** studiare il profilo della mortalità dei lavoratori del petrolchimico di Gela.

**Disegno:** è stata ricostruita la coorte dei lavoratori del petrolchimico che hanno lavorato nel periodo 1960-2002, attraverso i dati presenti nei libri matricola. Per lo stesso periodo è stato eseguito il follow-up dello stato in vita consultando le anagrafi comunali e l'anagrafe tributaria. Per i soggetti deceduti sono state acquisite le cause di morte da certificato necroscopico o scheda ISTAT di decesso, codificando il decesso secondo le regole ICD in vigore nell'anno di accadimento. L'analisi è stata ristretta ai 6.458 uomini assunti nel periodo 1960-1993. Sono stati calcolati gli SMR utilizzando come riferimento i tassi di mortalità specifici per genere e classi quinquennali di età e calendario della Regione Sicilia.

**Setting:** impianto petrolchimico di Gela.

**Outcomes principali:** Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) per grandi cause e cause specifiche di decesso.

**Risultati:** l'SMR per tutte le cause è risultato 0,70 (662 dec-

si, IC 90% 0,66-0,74), per tutti i tumori maligni 0,71 (210 decessi, IC 90% 0,63-0,79). Per le cause di interesse a priori, le neoplasie con le seguenti sedi: cute, sistema linfoematopoietico, polmone, vescica, rene, fegato, encefalo, pleura, sulla base delle evidenze eziologiche relative al settore petrolchimico, i valori puntuali degli SMR hanno intervalli di confidenza al 90% con il limite inferiore che non risulta mai superiore all'unità.

**Conclusioni:** l'effetto lavoratore sano, l'attuale mancanza di categorizzazione dell'esposizione in funzione del tempo e l'alta proporzione di decessi con causa di morte mancante, possono contribuire a una sottostima del rischio di morte in modo particolare per le patologie rare come sono quelle di maggiore interesse a priori. Lo studio potrebbe essere maggiormente informativo solo se saranno possibili categorizzazioni dell'esposizione con informazioni il più possibile proxy delle reali esposizioni individuali nel tempo.

(*Epidemiol Prev* 2007; 31(1): 39-45)

**Parole chiave:** petrolio, industria chimica, studio di coorte, mortalità

### Abstract

**Objective:** to study mortality of male workers employed in the petrochemical plant located in Gela, Sicily, Italy.

**Design:** a cohort of 6458 workers employed in the period 1960-1993 was enumerated from company payrolls, follow-up was between November 1, 1960 and December 31, 2002. Ascertain-

ment of vital status was completed through Registrar's office at the place of residence/birth and linkage to the Internal Revenue Service database. Causes of death were retrieved from Registrar's office at the place of death and the National Death Index and coded using the ICD Revision at the time of death. The cause specific expected mortality was computed relative to Sicily Region, specific

for gender, 5-year age groups and calendar year.

**Setting:** petrochemical plant in Gela, Italy.

**Main outcome measures:** cause specific Standardized Mortality Ratios (SMRs) and 90% confidence interval (CI).

**Results:** observed mortality was below expected for all causes (662 cases, SMR 0,70 90% CI 0,66-0,74) and all malignant tumours (210 cases, SMR 0,71 90% CI 0,63-0,79). For the cancer sites of a priori interest in the petrochemical industry (skin, lymphatic and hematopoietic tissues, lung, bladder, kidney, liver, brain, pleura) the lower confidence interval of the SMR is never upper than unity.

**Conclusions:** in the cohort the Healthy Worker Effect, the lack of information on exposure and the high percentage of missing causes of deaths (7.6%) can result in an underestimation of mortality specifically for rare diseases as the ones of a priori interest. Information and classification of exposure over time are envisaged developments to better describe the mortality pattern of the Gela cohort.

(Epidemiol Prev 2007; 31(1): 39-45)

**Key words:** petroleum, chemical industry, cohort study, mortality

## Introduzione

Obiettivo della presente indagine è studiare la mortalità per causa specifica dei soggetti dipendenti del Petrolchimico di Gela negli anni 1960-2002.

L'area del comune di Gela e quella dei due comuni limitrofi di Niscemi e Butera, è stata inclusa tra le aree a elevato rischio di crisi ambientale nel 1990 (L 349/1986). Successivamente, nel 1998, un'estesa area del comune di Gela è stata dichiarata sito di interesse nazionale per le bonifiche dei suoli (L 426/1998, Dm 10.01.2000). I siti oggetto di bonifica sono aree inquinate, dove cioè vi livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del suolo o del sottosuolo o delle acque superficiali o delle acque sotterranee sono tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito» (art. 2 Dm 471/1999, Regolamento attuativo dell'art. 17 Dlgs 22/1997 sugli interventi di bonifica). Approfondimenti relativi all'argomento dei siti oggetto di bonifica e alle indagini epidemiologiche in tali contesti, sono presentati in due recenti rapporti prodotti in collaborazione tra Ministero dell'ambiente, Ministero della salute e Istituto superiore di sanità.<sup>1,2</sup> Il sito di Gela risulta caratterizzato dalla presenza di un'ampia area industriale, polo petrolchimico, raffinerie, centri di stoccaggio oli, oleodotti, produzione di cemento-amianto. Per un approfondimento sulle evoluzioni dei provvedimenti relativi al sito inquinato di Gela, si rinvia alla scheda recentemente pubblicata su questa stessa rivista.<sup>3</sup> Riconosciuto ufficialmente l'impatto ambientale a livello istituzionale e amministrativo, negli anni recenti sono state sviluppate iniziative per valutare a posteriori l'eventuale impatto sanitario. Gli studi di prima generazione effettuati sulla popolazione residente nell'area di Gela sono stati studi descrittivi relativi alla mortalità,<sup>4-6</sup> ai ricoveri ospedalieri<sup>6</sup> e alle malformazioni congenite.<sup>7</sup>

Il polo petrolchimico di Gela è uno dei più grandi in Europa e numerose sono state le lavorazioni dei prodotti del petrolio: la raffinazione del greggio, la produzione di fertilizzanti, quella di acido fosforico e solforico, dei prodotti di base come l'etilene, l'acrilonitrile, i glicoli e altri ancora. Numerose società hanno lavorato contemporaneamente o si sono succedute all'interno del petrolchimico (figura 1).

Le cause di interesse a priori sono state considerate quelle per cui c'è una qualche evidenza epidemiologica per l'osservazione in più studi relativi al settore petrolchimico di un aumen-

to della stima di rischio. A tale riguardo l'evidenza epidemiologica relativa alla raffinazione del petrolio è sostenuta anche da valutazioni della IARC, che ha classificato le lavorazioni all'interno delle raffinerie petrolifere nella categoria dei probabili cancerogeni per l'uomo (2A), per le sedi tumorali della cute<sup>8-10</sup> e del sistema linfoematopoietico;<sup>8,11-14</sup> inoltre aumenti di rischio sono stati osservati in alcuni studi epidemiologici per altre sedi: il tumore del polmone,<sup>15-18</sup> della vescica,<sup>9,13,17</sup> del rene,<sup>9,19</sup> del fegato<sup>9,20</sup> e dell'encefalo.<sup>9,12</sup> L'evidenza relativa agli effetti sulla salute conseguenti alla presenza dell'amianto all'interno dei poli petrolchimici risale agli anni Sessanta,<sup>21</sup> si è consolidata negli anni Ottanta<sup>8,22,23</sup> e, per l'Italia è stata documentata, come rischio di mesotelioma, nelle raffinerie della Liguria.<sup>24,25</sup> Per quanto riguarda gli studi di addetti alle industrie chimiche di sintesi, formulazione, estrazione e applicazione di prodotti chimici, una metanalisi del 2001, finanziata dall'American Chemistry Council (federazione delle industrie chimiche statunitensi), relativa a studi di coorte di industrie degli Stati Uniti e dell'Europa occidentale e con outcomes di mortalità e/o incidenza tumorali, ha segnalato un eccesso da debole a moderato per il tumore del polmone e della vescica e un incremento pari al 10-15% per i tumori del tessuto linfoematopoietico.<sup>26</sup>

## Materiali e metodi

### Definizione della coorte, fonte dei dati e accertamento dello stato in vita

I libri matricola rappresentano la fonte dei dati individuali dei dipendenti delle società presenti nel Petrolchimico dal 1960 al 2002, non sono incluse le ditte che hanno lavorato in regime di appalto. La storia lavorativa dei membri della coorte è stata registrata a partire da 20 libri matricola; per l'inserimento si è proceduto dal più remoto al più recente dei libri. Il software di inserimento dati Dama di Coorte, messo a punto presso il Reparto di epidemiologia ambientale del Dipartimento di ambiente e connessa prevenzione primaria dell'Istituto superiore di sanità, è dotato di procedure che permettono:

- l'inserimento di ogni individuo seguendone il passaggio da una società alla successiva;
- l'identificazione dei soggetti duplicati e la loro successiva eliminazione. La gran parte dei soggetti presenti nella coorte risultano aver lavorato in più aziende all'interno del petrolchimico. Nei libri matricola sono presenti le date di inizio lavo-

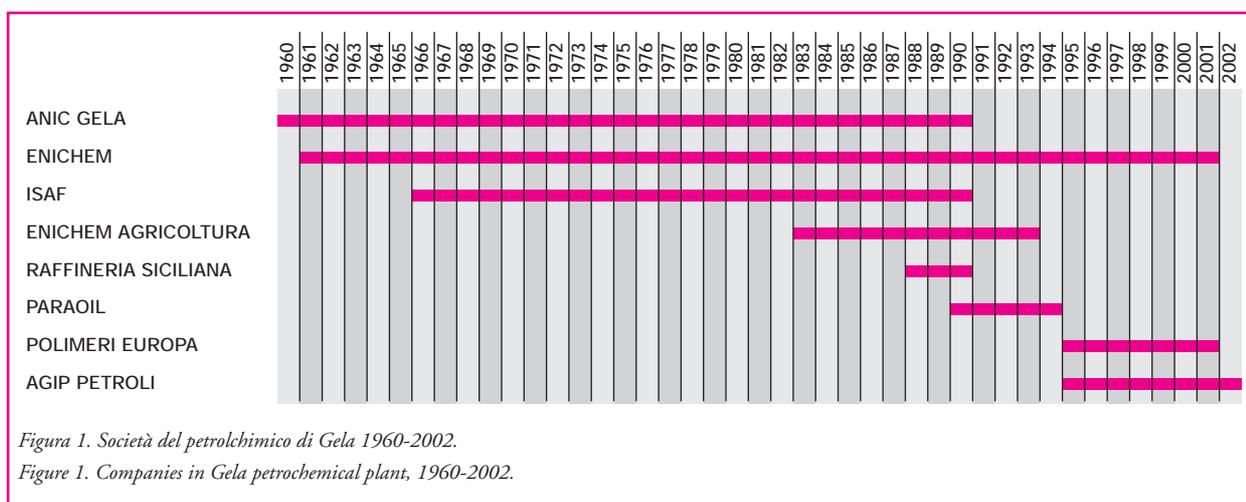


Figura 1. Società del petrolchimico di Gela 1960-2002.

Figure 1. Companies in Gela petrochemical plant, 1960-2002.

ro presso ogni singola azienda mentre, non sempre, sono disponibili le date di fine lavoro. Per questo motivo non è possibile valutare la durata lavorativa per ciascun soggetto.

La coorte è risultata costituita da 7.147 soggetti (6.961 uomini e 186 donne) in servizio presso il petrolchimico di Gela dal 01.11.1960 (data dell'apertura dello stabilimento) al 31.01.2002. L'accertamento dello stato in vita (follow-up) è stato eseguito per l'intero periodo, verificandolo tramite la consultazione in prima istanza delle anagrafi comunali e successivamente dell'anagrafe tributaria. Quest'ultima fonte informativa, consultata a partire dall'anno 2000, permette di valutare lo stato in vita fino all'ultimo anno in cui risulta una dichiarazione dei redditi. Nel caso l'ultima dichiarazione fosse relativa ad anni precedenti (2000 o 2001) quello del termine del follow-up e non fossero presenti informazioni sul decesso, i soggetti sono stati considerati persi al termine dell'anno di ultima dichiarazione. Per i soggetti deceduti sono state acquisite le cause di morte da certificato necroscopico o scheda ISTAT di decesso; tali cause sono state poi codificate da un codificatore esperto secondo le regole di classificazione in vigore nell'anno del decesso. Un modesto numero di cause di morte sono state acquisite tramite una procedura di record linkage individuale con la banca dati epidemiologica dell'ENEA.

### Analisi

La mortalità osservata nella coorte è stata raffrontata a quella attesa in base ai tassi di mortalità della popolazione residente nel-

la Regione Sicilia, specifici per causa, genere, età e periodo di calendario (classi quinquennali). Inizialmente è stata scelta la popolazione regionale per il confronto perché, in linea di principio, dovrebbe rappresentare, meglio del riferimento nazionale, l'esperienza di mortalità della popolazione da cui proviene la coorte; con tale scelta si dovrebbe indirettamente tenere in conto di eventuali specificità di tipo socio-economico e/o di esposizione ambientale che possono differire tra il livello locale e nazionale.<sup>27</sup> Tuttavia, l'indicazione che il personale assunto nello stabilimento, in particolare nel primo periodo di attività, fosse in parte costituito da manodopera proveniente da regioni diverse dalla Sicilia,<sup>28</sup> ha portato a ripetere le analisi anche con i tassi di riferimento nazionali. La presenza nella coorte di immigrati per lavoro presso il petrolchimico da regioni diverse dalla Sicilia, è stata valutata indirettamente dai dati anagrafici relativi al luogo di nascita. Al periodo 1960-1970 sono stati applicati i tassi di mortalità relativi al primo quinquennio disponibile, 1970-1975. Inoltre, i tassi di mortalità relativi al periodo 1995-98 (i più recenti forniti dall'ISTAT e disponibili su supporto magnetico presso l'Istituto superiore di sanità al momento dell'analisi) sono stati applicati anche ai periodi 1995-1999 e 2000-2002, si ricorda che questa è prassi comune negli studi di coorte, dal momento che i dati ISTAT di mortalità vengono consuetamente resi disponibili con qualche anno di ritardo a causa dei numerosi controlli ai quali vengono sottoposti. L'analisi di mortalità ha riguardato i soli uomini ed è stata condotta per la coorte di coloro che hanno lavorato presso il pe-

Periodo di assunzione	Vivi	Morti (%)*	Persi (%)*	Tot.
1960-69	2.972	543 (14,6)	206 (5,5)	3.721
1970-79	1.942	114 (5,4)	50 (2,4)	2.106
1980-1993	614	5 (0,8)	12 (1,9)	631
Tot.	5.528	662 (10,3)	268 (4,1)	6.458

\*percentuale di riga

Tabella 1. Soggetti vivi, morti e persi al follow-up per periodo di assunzione. Coorte uomini assunti 1960-1993.

Table 1. Live, dead and lost to follow-up by period of hire. Cohort of men hired, 1960-1993.

## ARTICOLI

Causa di morte (IX ICD)	OSS	ATT	SMR	IC 90%
Tutte le cause (001-999)	662	947,49	0,70	0,66-0,74
Tumori maligni (140-208)	210	297,41	0,71	0,63-0,79
Cavo orale e faringe (149.8)	4	8,11	0,49	0,22-1,22
Apparato digerente (150-9)	69	93,91	0,73	0,60-0,90
Esofago (150)	4	3,06	1,31	0,58-3,0
Stomaco (151)	12	21,39	0,56	0,35-0,90
Intestino e retto (152-154)	20	23,8	0,84	0,58-1,21
Colon e sigma (153)	11	15,54	0,71	0,43-1,16
Retto (154)	9	7,71	1,17	0,67-2,02
Fegato e dotti intraep. (155.0-155.2)	18	25,42	0,71	0,48-1,04
Fegato primitivo (155.0)	14	11,23	1,25	0,80-1,93
Fegato (n.s. prim. o sec.) (155.2)	4	13,87	0,29	0,13-0,66
Cistifellea (156)	4	3,25	1,23	0,54-2,80
Pancreas (157)	10	12,22	0,82	0,49-1,38
Peritoneo e retroperitoneo (158)	0	1,47	-	-
Apparato respiratorio (160-5)	77	109,35	0,70	0,58-0,85
Laringe (161)	5	8,06	0,62	0,30-1,30
Polmone (162)	66	97	0,68	0,56-0,83
Pleura (163)	4	2,31	1,73	0,76-3,95
Mediastino (164)	1	1,31	0,76	0,15-3,95
Melanoma (172)	1	2,86	0,35	0,07-1,81
Cute (173)	1	1,05	0,95	0,18-4,92
Organi genitourinari (179-189)	20	27,87	0,72	0,50-1,04
Prostata (185)	7	9,07	0,77	0,41-1,44
Vescica (188)	6	11	0,50	0,26-0,98
Rene e altri e n.s. organi urinari (189)	7	5,62	1,25	0,67-2,32
Sistema nervoso (190-2)	8	11,95	0,67	0,37-1,20
Encefalo (191)	8	11,31	0,71	0,40-1,27
Altre a mal definite sedi (195)	1	2,42	0,41	0,08-2,14
Tumori maligni, sede non spec. (199)	9	6,67	1,35	0,78-2,34
Sistema linfo-emopoietico (200-8)	17	27,26	0,62	0,42-0,93
Linfoma di Hodgkin (201)	1	3,06	0,33	0,06-1,69
Linfoma non-Hodgkin (200, 202)	4	8,7	0,46	0,20-1,05
Mieloma (203)	2	3,67	0,55	0,17-1,74
Leucemie (204-8)	7	11,85	0,59	0,31-1,10
Leucemia linfatica (204)	1	2,67	0,38	0,07-1,95
Leucemia mieloide (205)	6	4,8	1,25	0,64-2,45
Tumori natura n.s (239)	6	7,85	0,76	0,39-1,50
Malattie del sangue (280-89)	3	3,17	0,95	0,37-2,45
Diabete mellito (250)	16	29,48	0,54	0,36-0,82
Sistema nervoso (320-359)	16	18,05	0,90	0,59-1,34
Malattia dei neuroni motori (335)	2	1,72	1,16	0,36-3,72
Sistema circolatorio (390-459)	173	302,54	0,57	0,50-0,65
Ipertensione (400-404)	9	16,8	0,54	0,31-0,93
Malattie ischemiche (410-414)	76	139,76	0,54	0,45-0,66
Disturbi circolatori dell'encefalo (430-438)	29	70,39	0,41	0,30-0,56
Apparato respiratorio (460-519)	31	50,65	0,61	0,46-0,82
Bronchite, enfisema e asma (490-493)	23	28,91	0,80	0,57-1,12
Apparato digerente (520-579)	36	72,44	0,50	0,38-0,65
Cirrosi epatica (571)	24	52,18	0,46	0,33-0,64
Apparato genito-urinario (580-629)	3	13,86	0,22	0,08-0,56
Cause mal definite (780.0-799.8)	0	8,35	-	-
Cause mancanti (799.9)	50	5,51	9,07	7,19-11,44
Cause violente (800-999)	83	113,56	0,73	0,61-0,88

Tabella 2. Mortalità per grandi gruppi di cause di morte (OSS = morti osservati; ATT = morti attesi; SMR = rapporto standardizzato di mortalità; IC 90% = intervallo di confidenza 90%). Popolazione di riferimento Regione Sicilia. Coorte uomini assunti 1960-1993.

Table 2. Mortality by causes of death (OSS=observed; ATT= expected; SMR= standardized mortality ratio; IC 90%= confidence interval 90%). Reference population of Sicily. Cohort of men hired 1960-1993.

Latenza anni	Osservati	SMR	IC 90%
<1	7	0,87	0,47-1,63
1-9	52	0,61	0,49-0,77
10-30	319	0,71	0,64-0,77
30+	284	0,71	0,64-0,78

Tabella 3. SMR per tutte le cause per latenza (anni dall'assunzione). Popolazione di riferimento Regione Sicilia. Coorte uomini assunti 1960-1993.

Table 3. SMR for all causes of death by latency (years from hire). Reference, population of Sicily. Cohort of men hired 1960-1993.

trólchimico dall'apertura dello stabilimento, il 01.11.1960, al 31.12.1993. La scelta di analizzare la coorte di coloro che sono stati assunti presso il Petrolchimico fino al 31.12.1993 si basa sul criterio di restrizione che garantisce una durata minima del follow-up di 10 anni per tutti i membri della coorte. I soggetti persi al follow-up, per i quali risultavano informazioni relative ai periodi lavorativi come desunte dai libri matricola, sono stati considerati persi dopo l'ultima data disponibile nella storia lavorativa. È stata eseguita una seconda analisi attribuendo i decessi con causa mancante alle diverse categorie di decesso, in modo proporzionale alla distribuzione dei decessi osservata.

Le analisi sono state eseguite tramite il software Stata 8.0 e la mortalità per causa è stata espressa attraverso il calcolo del Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR); a ogni SMR è stato associato l'intervallo di confidenza (IC) al 90% calcolato con il metodo della massima verosimiglianza. La scelta di utilizzare gli IC al 90% è stata fatta in quanto è ipotizzato a priori un incremento di rischio per le cause di decesso a possibile eziologia lavorativa nel contesto di un petrolchimico, si è voluto pertanto concentrare l'attenzione sull'ipotesi di un aumento di associazione per quelle sedi.<sup>29,30</sup> Lo studio è caratterizzato da una potenza statistica relativamente bassa, in particolare per i tumori più rari per i quali la potenza stimata varia tra il 30% e il 60% in relazione alle sedi tumorali considerate di maggiore interesse a-priori.

## Risultati

La coorte degli uomini assunti dal 1960 al 1993 è risultata composta da 6.458 soggetti per un totale di 204.890 anni persona. Le procedure di valutazione dello stato in vita attraverso fonti amministrative e fiscali, hanno permesso tale accertamento per circa il 95% della coorte. La tabella 1 mostra come la maggior parte dei dipendenti (58%) sia stata assunta nei primi dieci anni di attività del complesso. Le morti registrate sono state 662, i persi al follow-up sono 268 (4,1%). La causa di morte non è stata reperita per circa il 8% del totale dei decessi. Circa il 17% dei lavoratori assunti nei primi due anni di attività dello stabilimento risultano nati in regioni diverse dalla Sicilia, tale percentuale scende all'11% (748 soggetti) per l'intera coorte. La tabella 2 mostra i risultati dell'analisi degli SMR (Standardized Mortality Ratio). Essa evidenzia una mortalità inferiore all'atteso per tutte le cause (SMR 0,7; 662 osservati; IC 90% 0,66-

0,74) e per tutti i tumori (SMR 0,71; 210 osservati; IC 90% 0,63-0,79) Le cause tumorali di maggiore interesse a priori che mostrano incrementi sono la pleura (SMR 1,73; 4 osservati; IC 90% 0,78-3,95), e la leucemia mieloide (SMR 1,25; 6 osservati; IC 90% 0,64-2,45).

L'analisi effettuata attribuendo in modo proporzionale i decessi con causa mal definita alle diverse categorie non ha evidenziato sostanziali differenze nelle stime degli SMR. Inoltre, le analisi effettuate prendendo a riferimento i tassi nazionali non hanno portato a stime degli SMR per le cause di maggiore interesse a priori, sostanzialmente diverse di quelle ottenute con il riferimento regionale.

La tabella 3 mostra gli SMR per tutte le cause di decesso per latenza, intesa come anni trascorsi dall'assunzione. La stima puntuale degli SMR è inferiore all'atteso nelle diverse categorie di latenza e ha un valore lievemente superiore rispetto alle altre categorie in quella con latenza minore di 1 anno, sulla base di 7 casi osservati; di questi 4 risultano deceduti per causa violenta mentre per 3 non è nota la causa di decesso.

## Discussione

Le procedure per l'enumerazione della coorte, quelle applicate nel follow-up, la completezza dell'informazione sullo stato in vita, così come anche le procedure di codifica delle cause di morte, sono conformi ai riferimenti proposti per gli studi di coorte occupazionale.<sup>27</sup>

L'osservazione, nella coorte dei dipendenti del petrolchimico di Gela assunti dal 1960 al 1993, di una diminuita mortalità per tutte le cause, a cui contribuisce il deficit per le malattie dell'apparato circolatorio, respiratorio e digerente rientra molto probabilmente nel fenomeno comunemente definito «Effetto lavoratore sano» (ELS) che può essere spiegato con processi selettivi e autoselettivi all'accesso al lavoro, e con una permanenza al lavoro con modalità che selezionano i soggetti con un migliore stato di salute.<sup>27</sup> I risultati della presente indagine mostrano una mortalità inferiore all'attesa anche per le cause neoplastiche, in riferimento alle quali la valutazione dell'ELS è più articolata.<sup>31</sup> I primi autori che si erano occupati di questo fenomeno, sostenevano generalmente che l'ELS non si applica alla patologia tumorale. Nel 1986 Sterling e Weinkman indicavano che, in realtà, se un soggetto è assunto da giovane in funzione del suo buono stato di salute, l'ELS persiste nel tempo e sarà nel complesso analogo per tutte le cause di morte, comprese quelle tumorali.<sup>32</sup> Carpenter (1987) suggeriva che la selezione al momento dell'assunzione al lavoro opera non solo sullo stato di salute, ma anche su abitudini individuali quali il fumo e l'alcool, selezionando profili sanitari che influenzano favorevolmente la successiva esperienza di mortalità dei lavoratori anche riguardo ai tumori.<sup>33</sup> Axelson (1988) definiva «moderato» il fenomeno con riferimento alle cause neoplastiche.<sup>34</sup> Altri autori convergevano nel ritenere che l'ELS fosse nel complesso trascurabile con riferimento alla mortalità per tumori, essenzialmente per i motivi che sono stati esposti in precedenza.<sup>35-37</sup> Più recentemente si è avu-

ta una rivalutazione del ruolo dell'ELS sulla mortalità per tumori. Uno studio epidemiologico policentrico sulla mortalità ha mostrato che fra i saldatori di acciaio inossidabile, categoria lavorativa qualificata sul piano professionale, si verifica un forte ELS che riguarda anche le cause neoplastiche; lo specifico incremento di rischio per tumore polmonare osservato fra questi soggetti, e attribuito all'inhalazione di agenti cancerogeni, può, secondo gli autori, essere stato sottostimato.<sup>38</sup> Conclusioni analoghe sono state formulate in uno studio su donne che avevano lavorato come tecnici di radiologia, dove è stata documentata una bassa mortalità per tutte le cause, tutti i tumori, tranne quelli mammari<sup>39</sup> e in un altro studio su una coorte di lavoratori dell'industria nucleare, dove gli autori hanno mostrato un forte ELS esteso alla patologia tumorale, tenuto conto del quale si può valutare il rischio cancerogeno per il polmone.<sup>40</sup>

Nel complesso, quindi l'ELS riferito alle neoplasie può essere considerato di varia entità in relazione alle specifiche patologie considerate e alle caratteristiche proprie della popolazione lavorativa, che sono tuttavia difficilmente deducibili dai dati generalmente disponibili e raccolti per le coorti professionali. Nel contesto specifico di Gela l'interpretazione dell'ELS è resa complessa anche per l'immigrazione associata al lavoro presso il petrolchimico, infatti il personale è stato in parte costituito da manodopera specializzata proveniente da regioni diverse dalla Sicilia e, in particolare dal Nord-Italia.<sup>28</sup> A tale riguardo va sottolineato come i risultati ottenuti utilizzando i tassi di riferimento della popolazione nazionale, non hanno mostrato differenze sostanziali.

La diminuita mortalità per tutte le cause è in accordo con i risultati della più recente meta-analisi relativa agli addetti dell'industria chimica negli Stati Uniti e in Europa<sup>26</sup> e, per le cause neoplastiche nel loro complesso, con i risultati della rassegna epidemiologica degli studi condotti nell'industria petrolifera di Stati Uniti, Gran Bretagna, Canada, Australia, Finlandia, Svezia e Italia.<sup>9</sup> E' probabile che eventuali rischi nel settore dell'industria petrolifera, siano difficilmente rilevabili anche per le difficoltà legate alla valutazione dell'esposizione, rappresentando i prodotti lavorati non un rischio unico ma un insieme composito di esposizioni a idrocarburi del petrolio che variano come composizione in miscela, per intensità e durata.<sup>41</sup> Nel caso della coorte di Gela, la presenza di circa il 8% di cause di morte mancanti, potrebbe contribuire alla sottostima degli SMR, in modo particolare per le cause di decesso rare come quelle identificate come più consistenti a priori. Inoltre, per quanto riguarda i tumori della cute va sottolineato che le neoplasie appartenenti a tale categoria risultano avere bassa letalità<sup>42</sup> e, quindi, lo studio della mortalità non è il modo più efficiente per evidenziare eventuali aumenti di rischio.

Alla luce dei limiti dello studio, la sostenibilità della discussione relativa alle singole sedi dipenderà dalla possibilità di eseguire gli approfondimenti analitici che riguardino in particolare la valutazione dell'esposizione.

**Conflitti di interesse:** Annibale Biggeri, Pietro Comba e Roberta Pirastu hanno svolto il lavoro relativo alla coorte del petrolchimico in qualità di CTU su incarico della Procura della Repubblica di Gela.

**Ringraziamenti:** il lavoro di Roberto Pasetto è stato parzialmente sostenuto dal Master di epidemiologia, Università di Torino. Si ringrazia in modo particolare Dario Consonni per i suggerimenti nella fase di analisi dei dati.

## Bibliografia

1. Cori L, Cocchi M, Comba P (a cura di). *Indagini epidemiologiche nei siti di interesse nazionale per le bonifiche delle regioni italiane previste dai Fondi strutturali dell'Unione Europea*. Roma, Rapporti ISTISAN 05/1, 2005.
2. Bianchi F, Comba P (a cura di). *Indagini epidemiologiche nei siti inquinati: basi scientifiche, procedure metodologiche e gestionali, prospettive di equità*. Roma, Rapporti ISTISAN 06/19, 2006.
3. L'area di Gela (scheda). *Epidemiol Prev* 2006; 30(1): 18.
4. Organizzazione Mondiale della Sanità, Centro Europeo Ambiente e Salute, Divisione di Roma. *Ambiente e salute in Italia*, 1997: 458-64.
5. Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, et al. Ambiente e stato di salute nella popolazione delle aree ad alto rischio di crisi ambientale in Italia. *Epidemiol Prev* 2002; 26(6) suppl: 28-30.
6. Fano V, Cernigliaro A, Scodotto S, et al. Analisi della mortalità (1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (2001-2003) nell'area industriale di Gela. *Epidemiol Prev* 2006; 30(1): 27-32.
7. Bianchi F, Bianca S, Dardanoni G, Linzalone N, Pierini A. Malformazioni congenite nei nati residenti nel Comune di Gela (Sicilia, Italia). *Epidemiol Prev* 2006; 30(1): 19-26.
8. International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures in petroleum refining: crude oil and major petroleum fuels. *IARC Monographs* 1989; 45: 68-69.
9. Wong O, Raabe GK. A critical review of cancer epidemiology in the petroleum industry, with a meta-analysis of a combined database of more than 350,000 workers. *Regul Toxicol and Pharmacol* 2000; 32(1): 78-98.
10. Sorahan T, Nichols L, Harrington MJ. Mortality of United Kingdom oil refinery and petroleum distribution workers. *Occup Med* 2002; 52(6): 333-39.
11. Satin KKP, Bailey WJ, Newton KL, Ross AY, Wong O. Updated epidemiological study of workers at two Californian petroleum refineries, 1950-95. *Occup Environ Med* 2002; 59(4): 248-56.
12. Divine BJ, Hartman CM, Wendt JK. Update of the Texaco mortality study 1947-93: Part I. Analysis of overall patterns of mortality among refining, research, and petrochemical workers. *Occup Environ Med* 1999; 56(3): 167-73.
13. Gun RT, Pratt NL, Griffith EC, Adams GG, Bisby JA, Robinson KL. Update of a prospective study of mortality and cancer incidence in the Australian petroleum industry. *Occup Environ Med* 2004; 61(2): 150-56.
14. Consonni D, Pesatori AC, Tironi A, Bernucci I, Zocchetti C, Bertazzi PA. Mortality study in an Italian Oil refinery: extension of the follow-up. *Am J Ind Med* 1999; 35(3): 287-94.
15. Boffetta P, Jourenkova N, Gustavsson P. Cancer risk from occupational and environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Cancer Causes Control* 1997; 8(3): 444-72. Review.
16. Rosamilia K, Wong O, Raabe GK. A case-control study of lung cancer among refinery workers. *J Occup Environ Med* 1999; 41(12): 1091-103.
17. Lo Presti E, Sperati A, Rapiti E, Di Domenicantonio R, Forastiere F, Perucci CA. Mortalità per causa dei lavoratori della raffineria di Roma. *Med Lav* 2001; 92(5): 327-37.
18. 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): 261-70.
19. Poole C, Dreyer NA, Satterfield MH, Levin L, Rothman KJ. Kidney cancer and hydrocarbon (HC) exposures among petroleum refinery workers. *Environ Health Perspect* 1993; 101 suppl 6: 53-62.
20. Wang J-S, Groopman JD. Toxic liver disorders. In Rom WN. (eds). *Environmental & Occupational Medicine*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1998.

21. Eisenstadt HB, Wilson FW. Primary malignant mesothelioma of the pleura. *Lancet* 1960; 80: 511-14.
22. Lilis R, Daum S, Anderson H, Andrews G, & Selikoff TJ. Asbestosis among maintenance workers in the chemical industry and in oil refinery workers (in: *Biological effects of mineral fibers*). *LARC Sci Publ* 1980; 30: 795-810.
23. Finkelstein MM. Asbestos-associated cancers in the Ontario refinery and petrochemical sector. *Am J Ind Med* 1996; 30(5): 610-15.
24. Gennaro V, Ceppi M, Boffetta P, Fontana V, Perrotta A. Pleural mesothelioma and asbestos exposure among Italian oil refinery workers. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20(3): 213-15.
25. 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): 275-82.
26. Greenberg RS, Mandel JS, Pastides H, Britton NL, Rudenko L, Starr TB. A Meta-Analysis of Cohort Studies Describing Mortality and Cancer Incidence among Chemical Workers in the United States and Western Europe. *Epidemiology* 2001; 12(6): 727-40.
27. Checkoway H, Pearce N, Kriebel D. *Research Methods in Occupational Epidemiology* (2nd edition). Oxford, Oxford University Press, 2004.
28. Hytten E, Marchionni M. *Industrializzazione senza sviluppo. Gela: una storia meridionale*. Milano, Franco Angeli, 1970.
29. Hernberg S. «Negative» results in cohort studies - how to recognize fallacies. *Scand J Work Environ Health* 1981; 7 suppl 4: 121-26.
30. Ahlbom A, Axelson O, Stottstrup Hansen E, Hogstedt C, Jensen UJ, Olsen J. Interpretation of «negative» studies in occupational epidemiology. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16(3): 153-57.
31. Simonato L. Occupational factors. In Higginson J, Muir CS, Muñoz N (eds). *Human Cancer. Epidemiology and environmental causes*. Cambridge, Cambridge University Press, 2004.
32. Sterling T, Weinkman J. Extent, persistence, and constancy of the healthy person effect by all and selected causes of death. *J Occup Med* 1986; 28(5): 348-53.
33. Carpenter LM. Editorial. Some observations on the healthy worker effect. *Br J Ind Med* 1987; 44(5): 289-91.
34. Axelson O. Views on the healthy worker effect and related phenomena. In: *Report to the Workers' Compensation Board on the Healthy Worker Effect*. Industrial Disease Standards Panel. IDSP Report n. 3. Toronto, Ontario, 1988: 12-17.
35. Monson RR. Observations on the healthy worker effect. *J Occup Med* 1986; 28(6): 425-33.
36. Howe GR, Chiarelli AM, Lindsay JP. Components and modifiers of the healthy worker effect: evidence from three occupational cohorts and implications for industrial compensation. *Am J Epidemiol* 1988; 128(6): 1364-74.
37. Choi BC. Definition, sources, magnitude, effect modifiers, and strategies of reduction of the Healthy worker effect. *J Occup Med* 1992; 34(10): 979-88.
38. Moulin JJ. A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23(2): 104-13.
39. Morin Doody M, Mandel JS, Lubin JH, Boice JD Jr. Mortality among United States radiologic technologists, 1926-90. *Cancer Causes Control* 1998; 9(1): 67-75.
40. Frome EL, Cragle DL, Watkins JP et al. A mortality study of employees of the nuclear industry in Oak Ridge, Tennessee. *Radiat Res* 1997; 148(1): 64-80.
41. Kriebel D, Wegman DH, Moure-Eraso R, Punnett L. Limitations of meta-analysis: cancer in the petroleum industry. *Am J Ind Med* 1990; 17(2): 269-71.
42. AIRT Working Group. Tumori della cute non melomatosi. *Epidemiol Prev* 2006; 30(1) suppl 2: 54-55.

## HO SCELTO DI FARE L'EPIDEMIOLOGA PERCHÉ...

**N**on c'è una nobile causa, piuttosto circostanze, necessità. La laurea in medicina e chirurgia mi stava un po' stretta: avevo voglia di occuparmi di prevenzione (dei tumori in particolare). Avevo sostenuto l'esame di oncologia (quando era ancora facoltativo) e poi quello di medicina del lavoro con annessa tesi di laurea sui tumori professionali. Quindi la specializzazione in oncologia con particolare interesse per la ricerca. Ma... alle donne capita di rimanere incinte e così, non potendo più maneggiare chemioterapici (allora si preparavo al mattino su un tavolo, senza cappa, naturalmente) mi allontanarono gradualmente dal reparto e mi misero a sedere dietro a una scrivania a inserire dati. E così ho cominciato a lavorare con i numeri e non più con i pazienti.

Che dire? Con il passare degli anni mi sono appassionata sempre più a grafici, istogrammi e tabelle, ho cominciato a interrogarmi sui perché e a raccontare a me e ai miei collaboratori

dell'importanza del nostro lavoro. Ho cominciato a credere fortemente che anche il lavoro dell'epidemiologo è nobilissimo, sebbene non curiamo nessuno e non alleviamo direttamente le sofferenze di nessuno. Ho cominciato a pensare che il nostro contributo, seppure solo un granello di sabbia, concorre ad accrescere le conoscenze sulla ricerca e che le scoperte non sono appannaggio solo dei premi Nobel ma sono il frutto del lavoro di tanti piccoli ricercatori che in Italia e nel mondo lavorano nell'ombra su piccoli dati, ottenendo piccoli risultati. Sono contenta della mia scelta, i pazienti non mi mancano... perché dovrebbero? La mia precedente esperienza clinica mi ha profondamente cambiata e ora tutti i giorni quando illustro e commento tabelle e andamenti temporali mi ricordo bene che dietro a ogni numero ci sono occhi di uomini e donne che ho conosciuto e che avevano riposto in me (e oggi in altri) un filo di speranza. E' stata un'esperienza importante per il mio lavoro di epidemiologa. E' un'esperienza importante per la mia vita.

La rubrica è aperta ai contributi dei lettori. Inviare racconti di non più di 4.000 battute (spazi inclusi) a: [epiprev@inferenze.it](mailto:epiprev@inferenze.it)