

Mortalità del personale operante in un poligono militare interforze della Sardegna: 1990-2010

GIANNINA SATTA, MICHELA URSI, ELISABETTA GAROFALO, ELISABETTA MASALA, CLAUDIA PILI, ILEANA D'ANDREA, ANNARITA TOCCO, GIUSEPPE AVATANE, MARIA VALERIA FLORE, MARCELLO CAMPAGNA, PIERLUIGI COCCO

Dipartimento di Scienze Mediche e Sanità Pubblica, Cattedra di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Cagliari

KEY WORDS: Military; mortality follow-up; solvents; healthy worker effect; epidemiology

PAROLE CHIAVE: Attività militari; follow-up di mortalità; solventi; effetto lavoratore sano; epidemiologia

SUMMARY

«*Mortality of the personnel of an interforce military shooting range in Sardinia, Italy: 1990-2010*». **Background:** *As several media reports suggested an increase in cancer mortality in the surrounding area, we investigated the mortality experience of the military personnel of the Interforce shooting range of Salto di Quirra (PISQ) in Sardinia, Italy. Methods:* *Based on the PISQ registers, we reconstructed the cohort of 6,828 military personnel who had been employed at PISQ for at least six months on January 1, 1990 or entered subsequently up to June 30, 2005. We searched for life status or date, place, and cause of death of each cohort member up to December 31, 2010. Based on job and operating department, we preliminarily assessed exposure of each cohort member to radiofrequencies, solvents, nanoparticles, servicing in shooting ranges, participation to peacekeeping operations abroad, and undergoing vaccination procedures while in service. For each cause of interest, we calculated the standardized mortality ratio (SMR) and its 95% confidence interval, based on the Italian and regional rates specific for age, gender and year of follow-up. Results:* *Mortality from all causes showed a significant decrease over the expectation, based on the national and regional mortality rates (based on national rates: SMR=78, 95% CI 60-101; based on regional rates: SMR=66, 95% CI 52-84). Deaths from haemolymphatic malignancies matched the expectation from regional rates (7 cases vs 6,3 expected; SMR=111, 95% CI 38-326). We observed two deaths from neoplasms of the haemolymphopoietic system against 0.5 expected among solvent exposed cohort members. We did not observe any significant increase in mortality from all causes or specific causes of death in relation to the exposures we investigated. Conclusions:* *The study size was too small, and the follow-up not prolonged enough to conclude whether the operational activities at PISQ did result or not in increased risks of specific causes of death, including cancers, among the military personnel. Further follow-up will be needed before final conclusions can be drawn.*

RIASSUNTO

Introduzione: *Allo scopo di verificare la fondatezza di segnalazioni su eccessi di patologia tumorale nelle popolazioni delle aree circostanti, il presente studio ha indagato la mortalità del personale del Poligono Interforze del Salto di Quirra (PISQ) in Sardegna. Metodi:* *Sulla base dei registri del PISQ, è stata ricostruita la coorte dei 6828 soggetti impiegati da almeno sei mesi alla data del 1 gennaio 1990 o successivamente fino al 30 giugno 2005. La loro esistenza*

Pervenuto il 6.6.2017 - Revisione pervenuta il 3.8.2017 - Accettato il 24.8.2017

Corrispondenza: Pierluigi Cocco, Dipartimento di Scienze Mediche e Sanità Pubblica, Cattedra di Medicina del Lavoro, Università di Cagliari, Asse Didattico E, SS 554, km 4,500, 09042 Monserrato, Cagliari - Tel. +39 070 6754711 - Fax: +39 070 6754728

E-mail: pcocco@unica.it

*in vita o l'eventuale data, luogo e causa del decesso sono stati ricercati fino al 31 dicembre 2010. Per ciascun membro della coorte, è stata inoltre definita l'esposizione a radiofrequenze, solventi e nanoparticoli, il servizio di controllo in aree di esercitazioni di tiro, la partecipazione a missioni di pace all'estero, e la somministrazione di protocolli vaccinali durante il servizio. Per ogni causa d'interesse, è stato calcolato il Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR) ed il suo intervallo di confidenza al 95% sulla base dei tassi specifici per età, genere ed anno di follow-up della popolazione Italiana e di quella Regionale. **Risultati:** La mortalità per tutte le cause ha mostrato una significativa riduzione rispetto agli attesi (su base nazionale: SMR=78, IC95% 60-111; su base regionale: SMR=66, IC95% 52-84). I decessi per emolinfopatie maligne sono risultati corrispondenti alle attese su base regionale (7 casi osservati vs 6,3 attesi; SMR=111, IC95% 38-326). Tra gli esposti a solventi sono stati osservati due decessi per neoplasie del sistema emolinfopoietico contro 0,5 attesi. Non è stato osservato nessun significativo aumento della mortalità totale o per cause specifiche in relazione alle esposizioni studiate. **Conclusioni:** Le dimensioni della coorte e la durata del follow-up non sono risultate sufficienti a stabilire in maniera conclusiva se le attività operative svolte al PISQ causarono o no un aumento della mortalità per specifiche cause, comprese quelle neoplastiche, tra il personale militare. L'estensione del follow-up permetterà di trarre conclusioni al riguardo.*

INTRODUZIONE

Le condizioni ambientali intorno ad installazioni industriali, coltivazioni agricole, ed aree di operazioni militari, possono essere influenzate dalle attività condotte e dalle emissioni ad esse conseguenti. La residenza in prossimità ad alcune installazioni militari in Sardegna è stata associata ad un aumento del rischio di linfoma non Hodgkin (2). Nonostante tale osservazione non riguardasse i comuni circostanti il Poligono Interforze di Salto di Quirra (PISQ); nonostante le molteplici indagini condotte da un'apposita Commissione Parlamentare e le risultanze di un procedimento penale si siano arrestate nella fase preliminare per la dimostrata assenza di contaminazione dell'area da uranio impoverito (^{238}U o DU), ritenuta responsabile di tali presunti eccessi da parte di movimenti di opinione e mezzi di comunicazione (8, 14); e nonostante i linfomi non Hodgkin e il linfoma di Hodgkin costituiscano due gruppi di malattie diverse per molti aspetti, gli stessi mezzi di comunicazione di massa hanno collegato tali presunti eccessi all'aumento dell'incidenza di linfoma di Hodgkin tra i militari italiani coinvolti in missioni estere in Paesi, nei quali fu fatto uso di munizioni contenenti DU a scopo bellico (9, 13).

Qualora le attività svolte nel PISQ avessero generato emissioni rilevanti dal punto di vista sanitario, sarebbe giustificato ritenere che gli eventuali effetti ad esse associati potessero essersi manifestati in mi-

sura più rilevante e con maggiore probabilità tra il personale del PISQ, in quanto esposto a tali presunte emissioni in misura alcuni ordini di grandezza superiore rispetto alla popolazione generale delle aree circostanti. Pertanto, in mancanza di un efficiente sistema di monitoraggio continuo della patologia neoplastica incidente nella Sardegna centro-meridionale, abbiamo ritenuto che lo studio epidemiologico del personale del PISQ costituisca lo strumento più sensibile e più rapido, capace di far luce sull'esistenza di conseguenze sanitarie associate alla sua operatività.

METODI

Il Poligono Interforze di Salto di Quirra (PISQ) fu costituito nel 1956 allo scopo di condurre missioni di carattere scientifico (ricerche meteorologiche e spaziali), sperimentale (esecuzione di prove in volo di vari prototipi di missili e aereo bersagli, nonché la messa a punto di razzi aria-aria e terra-aria) ed addestrativo ai tiri reali per le unità militari, consentendo all'Italia di inserirsi nei programmi di ricerca spaziale europei ed internazionali. Negli anni '60 vi furono effettuati vari lanci missilistici per studi di carattere scientifico sull'alta atmosfera e, successivamente, le attività principali furono anche missioni di tipo operativo-militare di fondamentale importanza e per lo sviluppo di nuovi sistemi d'arma e per l'addestramento dei reparti delle Forze Armate italiane e straniere.

Il PISQ è costituito essenzialmente da due aree, un poligono a terra, confinante con il comune di Perdasdefogu, che comprende una vasta area dedicata alle esercitazioni a terra tra le provincie di Cagliari e Ogliastra, ed un poligono a mare sulla estremità meridionale della spiaggia che delimita ad est la piana di Quirra (Distaccamento di Capo San Lorenzo), in comune di Villaputzu (Provincia di Cagliari), nella costa sud-orientale della Sardegna, dedicato al lancio e puntamento non distruttivo di radiobersagli (velivoli radiocomandati da terra), lancio di missili terra-aria, ed a test di motori e propellenti per missili/vettori. I due poligoni distano tra loro circa 40 km. Periodicamente, le strutture del PISQ sono utilizzate per esercitazioni di tiro con armi convenzionali da altri corpi militari italiani o per esercitazioni aeree NATO. Un'area limitata del Poligono a terra di Perdasdefogu è inoltre saltuariamente concessa ad aziende private per l'esecuzione di test di resistenza alla pressione di tubazioni per gasdotti e oleodotti, con l'impiego di piccole cariche esplosive.

Ricostruzione della coorte

A seguito delle verifiche eseguite, dagli elenchi di 10.213 nominativi del personale rispondenti ai requisiti predefiniti per l'inserimento nella coorte,

forniti dall'amministrazione del PISQ, sono stati esclusi 3385 record in quanto ripetuti due o più volte, per avere lavorato in entrambe le sedi del PISQ, e/o per essere stati inquadrati in tempi diversi sia come personale di leva, che come Forza Effettiva Operativa, ossia personale permanente. La coorte finale risulta pertanto costituita da 6828 soggetti, suddivisi tra le due sedi operative e per tipo di inquadramento, se come Forza Effettiva Operativa (25,1%), o come personale di leva militare (74,9%). Coloro che operarono in entrambe le sedi sono stati assegnati a quella nella quale svolsero il periodo di servizio più prolungato.

Definizione delle mansioni e delle esposizioni dei membri della coorte

Attraverso l'esame accurato di ogni attività svolta dal personale del PISQ è stata creata una matrice mansione-esposizione identificando a priori, per ciascun servizio e ciascuna mansione all'interno di ogni servizio, categorie semiquantitative (assente, bassa, media, elevata) di esposizione a radiofrequenze, solventi e nanoparticolati (tabella 1). La matrice mansione-esposizione è stata quindi incrociata con la mansione dei membri della coorte, indicata negli elenchi forniti dal Comando del PISQ per la identi-

Tabella 1 - Matrice mansione-esposizione elaborata ai fini dello studio ed utilizzata nell'analisi

Table 1 - Job-exposure matrix created for the purposes of this study, and used in the analysis

Esposizione	Mansioni esposte
Radiofrequenze (campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 KHz e 300 GHz)	Operatori radar, addetti alla squadriglia radiobersagli, addetti allo sgombero, squadra antincendi, squadra NIKE, motoscafisti, personale di volo e sommozzatori, addetti alla telemisura, squadra telecomunicazioni, addetti al monitoraggio delle radiofrequenze interferenti.
Solventi	Meccanici, manutentori di elicotteri, armieri, falegnami, imbianchini.
Nanoparticolati	Addetti allo sgombero ed alla sicurezza del poligono di tiro, addetti alla squadriglia radiobersagli, squadra NIKE, saldatori, meccanici
Operatività nelle aree di lancio e di esercitazioni di tiro	Presenza operativa nelle aree di lancio e di esercitazioni di tiro nelle quali fu ipotizzata una contaminazione da ^{238}U e ^{232}Th .
Esecuzione di protocolli vaccinali	Verifica nel registro delle infermerie delle vaccinazioni eseguite a scopo profilattico in previsione di missioni in Paesi Esteri.
Partecipazione a missioni di <i>peacekeeping</i> in Paesi Esteri	Verifica della nota al riguardo nei registri del personale.

ficazione delle sotto-coorti di esposizione. In considerazione delle piccole dimensioni delle sottocoorti di esposizione, e del piccolo numero di decessi in ciascuna, l'analisi è stata condotta unendo tutti gli esposti in un'unica categoria. Dai registri degli uffici amministrativi, sono stati inoltre identificati gli addetti all'operatività nelle aree di lancio e di esercitazioni di tiro, ed è stato estratto l'elenco di coloro che erano stati inviati in missioni di *peacekeeping* all'estero. Dai registri dell'infermeria del PISQ, sono stati individuati i soggetti sottoposti ai protocolli vaccinali previsti in occasione di missioni. Solo una parte dei soggetti vaccinati fu effettivamente selezionata per le missioni all'estero; questi ultimi costituiscono pertanto una parte della sottocoorte del personale sottoposto ai protocolli vaccinali.

Follow-up

La ricerca sulle conseguenze sanitarie a lungo termine del lavoro nelle strutture del PISQ è stata condotta mediante follow-up della mortalità della coorte costituita dal personale che, a qualsiasi titolo, vi operò per almeno sei mesi tra il 1 gennaio 1990 ed il 31 dicembre 2005; per tutti i soggetti inclusi non sono stati considerati i primi sei mesi di attività. Solo poche unità del personale erano di genere femminile; di conseguenza, l'analisi è stata limitata alla sola popolazione lavorativa di genere maschile.

Allo scopo di consentire ad ogni membro della coorte di contribuire per almeno cinque anni al follow-up, la data di uscita dal follow-up è stata fissata al 31 dicembre 2010 per tutti i membri della coorte per i quali era documentata l'esistenza in vita a quella data, o all'eventuale data del decesso, o all'ultima data nella quale era documentata con certezza l'esistenza in vita, nei soggetti deceduti o persi al follow-up. La ricerca della residenza attuale e dello stato in vita è stata effettuata presso gli uffici anagrafe, a partire dai comuni di residenza riportati nell'elenco fornito dal Comando del PISQ, per ciascun nominativo di cui all'elenco stesso.

Per ciascuno dei 105 decessi identificati, è stata richiesta copia del certificato necroscopico al Servizio di Igiene Pubblica della ASL di competenza. I certificati di morte reperiti sono stati 99. Le cause iniziali di morte sono state codificate utilizzando la

9ª revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD-9), per i decessi avvenuti fino al 2005, e la 10ª revisione della stessa Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD-10) per i decessi avvenuti dal 2006 al 2010. Tutti i certificati non reperiti (N=6) sono stati attribuiti al codice ICD-9 799.9. Le certificazioni di morte non reperite riguardano un decesso avvenuto in Francia, dove il soggetto risiedeva; uno, avvenuto nel territorio di competenza della ASL 1 di Sassari, e quattro avvenuti nel territorio della ASL 8 di Cagliari.

Analisi statistica

Gli anni-persona, con i quali ciascun membro della coorte ha contribuito al follow-up, sono stati accumulati per categorie quinquennali di età e per sottocoorti di esposizione, definite come precedentemente descritto. All'interno di ciascuna categoria, sono stati calcolati gli eventi attesi sulla base dei tassi di mortalità specifici per età e anno di follow-up della popolazione maschile italiana e della popolazione maschile della regione Sardegna, reperibili presso il sito del laboratorio di Epidemiologia Ambientale dell'Istituto Superiore di Sanità (www.iss.it/site/mortalita). In conseguenza della provenienza del 25% (1676/6828) dei componenti della coorte da altre regioni italiane, il confronto degli eventi osservati è stato effettuato con quelli attesi, sulla base di entrambi i tassi, nazionali e regionali.

Per i maggiori gruppi di cause e per le cause di decesso più frequentemente rappresentate è stato calcolato il rapporto standardizzato di mortalità (SMR), espresso su base 100, come il rapporto tra eventi osservati ed eventi attesi. L'intervallo di confidenza al 95% del SMR è stato calcolato secondo Rothman e Greenland (15).

RISULTATI

Al termine del follow-up l'esistenza in vita è stata reperita per il 95,7% dei membri della coorte. I risultati del follow-up ed alcune caratteristiche della coorte sono riportati in tabella 2, suddivisi per sede operativa. Per 292 soggetti (4,3% della coorte totale) non è stato possibile reperire l'informazione per mancato reperimento nel comune indicato

Tabella 2 - Risultati del follow-up della mortalità nella coorte del personale PISQ, suddivisi per sede operativa, e caratteristiche della coorte**Table 2** - Results of the mortality follow-up in the PISQ cohort, by operational headquarter, and characteristics of the cohort

	Capo S. Lorenzo	Perdasdefogu	Totale PISQ
Totale	1618 (100)	5210 (100)	6828 (100)
Personale permanente (n, %)	349 (21.6)	1365 (26.2)	1714 (25.1)
Personale di leva (n, %)	1269 (78.4)	3845 (73.8)	5114 (74.9)
Viventi (n, %)	1523 (94.1)	4908 (94.2)	6431 (94.2)
Persi (n, %)	81 (5.0)	211 (4.0)	292 (4.3)
Deceduti (n, %)	14 (0.9)	91 (1.8)	105 (1.5)
Malattie neoplastiche	1 (7.1)*	23 (25.3)*	24 (22.9)*
Neoplasie dello stomaco	-	3 (3.3)	3 (2.9)
Neoplasie primitive del fegato	-	2 (2.2)	2 (1.9)
Neoplasie del pancreas	-	2 (2.2)	2 (1.9)
Neoplasie del polmone	-	3 (3.3)	3 (2.9)
Neoplasie del sistema nervoso centrale	-	2 (2.2)	2 (1.9)
Linfomi non Hodgkin	-	3 (3.3)	3 (2.9)
Linfoma di Hodgkin	-	1 (1.1)	1 (1.0)
Leucemia linfatica cronica	-	1 (1.1)	1 (1.0)
Leucemia linfatica n.a.s.	-	1 (1.1)	1 (1.0)
Leucemia mieloide cronica	-	1 (1.1)	1 (1.0)
Altre neoplasie (una per sede: colon-sigma, melanoma cute, mammella, prostata, rene)	1 (7.1)	4 (4.4)	5 (4.8)
Malattie app. cardiocircolatorio	1 (7.1)	9 (9.9)	10 (9.5)
Malattie app. respiratorio	-	4 (4.4)	4 (3.8)
Malattie app. digerente	-	7 (7.7)	7 (6.7)
Altre cause non violente	1 (7.1)	17 (18.7)	18 (17.1)
Segni, sintomi e cause mal definite	1 (7.1)	6 (6.6)	7 (6.7)
Traumatismi ed avvelenamenti	10 (71.4)	36 (39.6)	46 (43.8)
Età media al termine del follow-up (ds)	36.1 (8.91)**	38.4 (8.41)**	37.8 (8.59)
Durata media di servizio al PISQ (mesi, ds)	37.0 (75.25)***	43.4 (68.69)***	41.9 (70.34)
Latenza media (anni, ds)	14.4 (7.08)**	16.1 (6.15)**	15.7 (6.43)

* % in riferimento al totale dei decessi.

** $p < 1 \times 10^{-6}$

*** $p = 1.39 \times 10^{-3}$

come ultima residenza o nel comune indicato quale destinazione del trasferimento di residenza dall'ufficio d'anagrafe del comune di provenienza, o per trasferimento all'estero, o perché non identificati in origine, a causa della mancanza dei dati anagrafici (data e/o luogo di nascita). I decessi sono risultati complessivamente 105, pari all'1,5% della coorte totale. La tabella 2 mostra la distribuzione dei decessi per sede operativa e raggruppamento di causa di morte. Età media, periodo medio di latenza e durata media del servizio presso il PISQ sono risultati significativamente inferiori tra i membri della coorte

assegnata alla sede di Capo San Lorenzo, rispetto a quelli assegnati alla sede di Perdasdefogu (tabella 2).

Come atteso, trattandosi di una coorte di età relativamente giovane, reclutata dopo un'attenta valutazione sanitaria, la mortalità totale (su base nazionale: SMR=78, IC95% 60-101; su base regionale: SMR=66, IC95% 52-84) e quella cardiovascolare (su base nazionale: SMR=41, IC95% 20-86; su base regionale: SMR=42, IC95% 20-88) sono risultate significativamente inferiori rispetto a quanto predetto sulla base dei tassi nazionali e regionali (tabella 3). Risultano invece in eccesso i decessi per cause

Tabella 3 - Mortalità per causa nella coorte totale*Table 3* - Cause-specific mortality in the total cohort

ICD-9	ICD-10	Causa di morte	Tutta la coorte (N=6828; anni-persona=100116.9)								
			Osservati	Attesi da tassi nazionali	Attesi da tassi regionali	SMR (naz)	SMR (reg)	IC95% (naz)	IC95% (reg)		
001-999	A00-T98	Tutte le cause	105	134.5	157.9	78	66	60	101	52	84
140-239	C00-D48	Tutti i tumori	24	34.5	34.2	70	70	42	118	42	118
151	C16	Stomaco	3	2.0	1.5	150	200	25	898	28	1420
155.2	C22	Fegato e dotti biliari intraepatici	2	1.7	2.8	118	71	15	912	12	436
157	C25	Pancreas	2	1.6	2.0	125	101	16	999	14	717
162	C34	Polmone	3	7.7	7.6	39	39	10	148	10	148
191-192	C70-C72	Sistema Nervoso Centrale	2	2.2	1.6	91	125	13	618	16	999
200-208	C81-C96	Sistema emolinfopoietico	7	4.3	6.3	163	111	49	542	38	326
200,202	C82-C85	Linfomi non Hodgkin	3	1.6	1.6	188	188	28	1281	28	1281
204-208	C91-C95	Leucemie	3	2.1	3.2	143	94	25	834	19	454
350-459	I00-I99	Malattie dell'Apparato Cardiocircolatorio	10	24.5	23.6	41	42	20	86	20	88
460-519	J00-J99	Malattie dell'Apparato Respiratorio	4	3.3	4.7	121	85	28	520	22	322
520-579	K00-K95	Malattie dell'Apparato Digerente	7	5.5	8.2	127	85	42	388	31	233
780-799	R00-R99	Sintomi, stati morbosi mal definiti e cause non pervenute	6	4.5	2.4	133	250	39	452	56	1117
800-999	S00-T98	Traumatismi ed avvelenamenti	46	44.4	59.3	104	78	69	157	53	115

non precisate, comprendenti i sei casi per i quali non erano stati ottenuti i certificati di decesso: cinque di costoro sono risultati non appartenenti a nessuna delle sottocoorti di esposizione, mentre uno era stato esposto a radiofrequenze. Anche la mortalità neoplastica, e particolarmente quella per il tumore polmonare, sono apparse inferiori alle attese. Nessuna delle altre cause di decesso analizzate ha mostrato scostamenti dalle attese sia con riferimento ai tassi nazionali, che a quelli regionali. Nella coorte totale sono stati osservati aumenti non significativi della mortalità neoplastica per neoplasie dello sto-

maco (basato su tre casi) e per emolinfopatie maligne (basato su sette casi) in riferimento agli attesi su base nazionale (casi attesi 4,3; SMR=188, IC95% 49-542), ma non su base regionale (casi attesi 6,3; SMR=111, IC95% 38-326).

La tabella 4 mostra i risultati dell'analisi della mortalità per tutte le cause, per tutti i tumori e per neoplasie del sistema emolinfopoietico nelle sottocoorti di esposizione. I numeri degli eventi osservati sono risultati molto piccoli; tuttavia, in nessuna delle sottocoorti è stato rilevato un aumento della mortalità per tutte le cause o per tutti i tumori. Due

Tabella 4 - Mortalità per cause nelle sottocoorti di esposizione**Table 4** - Cause-specific mortality in the exposure subcohorts

	Radiofrequenze	Solventi	Nanoparticolati	Aree di lancio	Vaccinazioni in servizio	Missioni estero
Anni-persona	14294.8	6105.2	7530.9	2950.4	22574.4	844.3
Tutte le cause (ICD-10 - A00-T98)						
Oss/att	15/18.0	10/15.3	5/11.6	2/4.6	19/19.2	0/0.2
SMR	83	65	43	43	99	-
IC 95%	42-165	29-145	15-123	8-229	52-187	-
Tutti i tumori (C00-D48)						
Oss/att	1/4.1	2/5.2	0/3.2	1/1.3	2/2.7	0/<0.1
SMR	24	38	-	77	74	-
IC 95%	3-217	8-196	-	6-1043	12-461	-
T. del sistema emolinfopoietico (C81-C96)						
Oss/att	0/0.6	2/0.5	0/0.4	0/0.2	1/0.6	0/<0.1
SMR	-	400	-	-	167	-
IC 95%	-	18-8871	-	-	7-4091	-
Linfomi non Hodgkin (C82-85)						
Oss/att	0/0.2	1/0.2	0/0.2	0/0.1	1/0.2	0/<0.1
SMR	-	-	-	-	-	-
IC 95%	-	-	-	-	-	-
Leucemie (C91-95)						
Oss/att	0/0.3	1/0.2	0/0.2	0/0.1	0/0.4	0/<0.1
SMR	-	-	-	-	-	-
IC 95%	-	-	-	-	-	-

casi di emolinfopatie maligne contro 0,5 attesi sono stati osservati nella sottocoorte degli esposti a solventi. Il solo caso osservato di decesso per linfoma di Hodgkin si manifestò in un militare di leva, in carico presso la sede di Perdasdefogu, non esposto ad alcuno dei fattori di rischio considerati.

DISCUSSIONE

I nostri risultati mostrano che, nel personale militare di stanza presso il Poligono Interforze del Salto di Quirra in Sardegna, nel periodo compreso tra il 1990 ed il 2010, la mortalità per tutte le cause e per le patologie cardiovascolari è stata significativamente inferiore rispetto alla popolazione generale. Trattandosi di una coorte mediamente giovane e fortemente selezionata, è assai probabile che questo risultato sia da attribuirsi al cosiddetto "effetto lavoratore sano", derivante dall'esclusione volontaria

o all'atto della valutazione medica delle condizioni fisico-psichiche prima dell'arruolamento. Inoltre, è da considerare il possibile effetto protettivo indotto dalla particolare cura dell'esercizio fisico in questa coorte, sia nell'espletamento dell'attività operativa, che nel tempo libero.

La mortalità neoplastica totale e quella per neoplasie del polmone non hanno mostrato alcun aumento, nonostante la proporzione di fumatori abituali in questa coorte, come desunta dai questionari somministrati al personale in servizio nel 2012, fosse più che doppia rispetto a quella rilevata nel 2012 nella popolazione generale Italiana (55% verso 20,8%) (<http://www.epicentro.iss.it/temi/fumo/EpidItalia.asp>). Peraltro, il numero di decessi per tumore polmonare non appare sufficiente per esprimere conclusioni al riguardo e rinforza la convinzione che il ridotto numero di casi rispetto alle attese sia più probabilmente spiegabile come un evento casuale.

Nella coorte totale sono stati osservati aumenti non significativi della mortalità neoplastica per neoplasie dello stomaco e per emolinfopatie maligne. Anche nel caso del tumore dello stomaco, il numero di casi osservati appare insufficiente a trarre deduzioni al riguardo; inoltre, non esistono elementi che facciano supporre un ruolo certo di esposizioni occupazionali nell'eziologia delle neoplasie gastriche (7), né che i componenti della coorte PISQ siano stati esposti agli agenti occupazionali recentemente sospettati di un'associazione (12, 17).

Due dei sette decessi per emolinfopatie maligne sono stati registrati nella sottocoorte degli esposti a solventi. Il significato di questo risultato, pur in considerazione dell'incertezza determinata dal ridottissimo numero di casi osservati, merita di essere discusso alla luce delle conoscenze scientifiche attualmente disponibili. I decessi in questione sono rappresentati da un caso di linfoma non Hodgkin ed uno di leucemia mieloide in due unità del personale, che furono esposti a solventi per circa 10 anni tra la metà degli anni '80 e la metà degli anni '90, uno in qualità di addetto all'officina meccanica e l'altro in qualità di armiere. All'epoca, la concentrazione di benzene nei carburanti per autotrazione distribuiti in Italia, utilizzati anche come solventi nelle officine e nei bagni di sgrassaggio all'interno delle armerie, diminuì dal 3 al 2% in volume, da quattro a sei volte il limite attuale (1). Mentre la relazione causale tra esposizione a benzene e leucemie mieloidi è nota da tempo, recenti evidenze hanno esteso l'ambito delle emolinfopatie associate anche ai linfomi, ed in particolare alla leucemia linfatica cronica ed al linfoma follicolare (7, 11).

Per quanto riguarda le altre esposizioni generate dalle attività condotte all'interno del PISQ, o la cui esistenza fu presunta sulla base di voci mai adeguatamente documentate, le indagini condotte sulle emissioni di particolati ultrafini hanno evidenziato un impatto ambientale inferiore a quello di altre sorgenti antropogeniche di emissione, quali traffico urbano o sistemi di riscaldamento (4, 5). Peraltro, i nostri risultati preliminari, basati su un numero piuttosto ridotto di decessi, non hanno potuto evidenziare alcun effetto sui pattern di mortalità da parte dei protocolli delle vaccinazioni, della partecipazione a missioni all'estero, dell'esposizione a ra-

diofrequenze o nano particolati, o della sorveglianza delle aree di lancio e di tiro, a proposito delle quali organi di stampa locali, nazionali ed internazionali raccolsero e diffusero voci mai dimostrate di una presunta contaminazione da isotopi alfa-emittenti. Un rapporto di una commissione scientifica regionale sembrò supportare tali sospetti (10). Tuttavia, mentre le analisi sulla mortalità per cause nei comuni circostanti escluse eccessi di patologia correlabili all'operatività del Poligono Interforze del Salto di Quirra (3), le accurate indagini ambientali che si susseguirono, ed in particolare quelle condotte dal consulente tecnico d'ufficio del giudice delle indagini preliminari, relative al procedimento giudiziario iniziato dalla Procura della Repubblica competente, esclusero in maniera definitiva l'esistenza di tale contaminazione (14). Anche il reperimento di Torio 232 nelle ossa dei cadaveri dei pastori deceduti nei comuni circostanti, riesumati nel corso delle indagini condotte dalla Procura della Repubblica competente, pubblicizzato come prova della contaminazione ambientale, è stato successivamente ridimensionato, in quanto le concentrazioni misurate risultavano in effetti paragonabili a quelle osservate nella popolazione generale non esposta in Germania (16).

L'interpretazione corretta dei nostri risultati deve considerare alcuni limiti interpretativi:

1. scarsa numerosità dei decessi osservati. Questo aspetto appare da una parte conseguente alla ridotta mortalità generale della coorte per il cosiddetto effetto "lavoratore sano", e dall'altra alla natura dello studio. L'analisi della patologia incidente avrebbe potuto consentire di osservare un maggior numero di eventi e di ottenere pertanto stime di frequenza e di associazione meno influenzate dalla variabilità casuale. Tuttavia, la scelta di ricorrere ad uno studio di mortalità fu obbligata dalla mancanza di una sistematica registrazione degli eventi neoplastici, se non negli anni più recenti del follow-up ed in una parte limitata della regione.
2. Il confronto con standard interni di riferimento avrebbe consentito l'eliminazione dell'artefatta riduzione significativa della mortalità totale e cardiocircolatoria nella coorte PISQ, dovuta al *bias* determinato dal calcolo degli attesi a partire dalla popolazione generale. Tuttavia, lo

scarso numero di eventi osservati nella piccola coorte dei non esposti avrebbe comunque dato luogo a stime imprecise.

3. Le ridotte dimensioni delle sottocoorti di esposizione per la bassa prevalenza di alcune condizioni, quali quella della partecipazione a missioni di *peacekeeping* all'estero o quella di coloro che, durante il loro servizio, presenziarono alle attività operative nelle aree di lancio o di esercitazioni di tiro.

Trattandosi di una coorte ancora piuttosto giovane, un'estensione del follow-up potrà permettere di avviare, almeno parzialmente, ai suddetti limiti interpretativi, e consentire una valutazione più appropriata dell'ipotesi che tra il personale militare del Poligono Interforze del Salto di Quirra in Sardegna si sia manifestato un aumento della mortalità per patologie neoplastiche o non neoplastiche in conseguenza delle attività operative che vi furono condotte. D'altra parte, seppure i nostri risultati siano generati da un numero di eventi alquanto ridotto, essi consentono di escludere eventuali effetti di dimensioni rilevanti. Peraltro, le conseguenze sanitarie nella popolazione generale dei comuni confinanti con il PISQ, ampiamente diffuse nei media nazionali ed internazionali, che motivarono la conduzione del nostro studio, non sono mai state evidenziate negli studi epidemiologici condotti da vari autori ed istituti di ricerca (2, 3).

CONFLITTO DI INTERESSI

Su incarico del Direttore Generale dell'Azienda Ospedaliero Universitaria di Cagliari, il prof. Pierluigi Cocco è stato Medico Competente del Poligono Interforze del Salto di Quirra dal 2002 al 2012. Sempre su incarico del Direttore Generale della stessa Azienda Ospedaliero Universitaria di Cagliari, il prof. Marcello Campagna svolge le funzioni di Medico Competente presso il PISQ a partire dal 2013.

BIBLIOGRAFIA

1. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici: Emissioni di benzene in Italia dal 1990 al 2000. Roma: APAT Rapporti 29, 2003
2. Biggeri A, Lagazio C, Catelan D, et al: Rapporto sullo stato di salute delle popolazioni residenti in aree interessate da poli industriali, minerari o militari della Regione Sardegna. *Epidemiologia e Prevenzione* 2006; 30 (suppl 1): 1-96
3. Board Scientifico Salto di Quirra. Relazione finale. Roma: Istituto Superiore di Sanità, 2015
4. Campagna M, Frattolillo A, Pili S, et al: Environmental exposure to ultrafine particles inside and nearby a military airport. *Atmosphere* 2016; 7: 138
5. Campagna M, Pilia I, Marcias G, et al: Ultrafine Particle Distribution and Chemical Composition Assessment during Military Operative Trainings. *Int J Environ Res Public Health* 2017; 14(6)
6. Cocco P, Ward MH, Buiatti E: Occupational risk factors for gastric cancer: an overview. *Epidemiol Rev* 1996; 18: 218-234
7. Cocco P, t'Mannetje A, Fadda D, et al: Occupational exposure to solvents and risk of lymphoma subtypes: results from the Epilymph case-control study. *Occup Environ Med* 2010; 67: 341-347
8. Commissione parlamentare d'inchiesta sui casi di morte e gravi malattie che hanno colpito il personale militare italiano impiegato nelle missioni internazionali di pace, sulle condizioni della conservazione e sull'eventuale utilizzo di uranio impoverito nelle esercitazioni militari sul territorio nazionale. Roma: Tipografia del Senato (Doc. XXII-bis N.4), 2006
9. Commissione Parlamentare d'inchiesta sui casi di morte e gravi malattie che hanno colpito il personale italiano impiegato nelle missioni militari all'estero, nei poligoni di tiro e nei siti in cui vengono stoccati munizionamenti, nonché le popolazioni civili nei teatri di conflitto e nelle zone adiacenti le basi militari sul territorio nazionale, con particolare attenzione agli effetti dell'utilizzo di proiettili all'uranio impoverito e della dispersione nell'ambiente di nanoparticelle di minerali pesanti prodotte dalle esplosioni di materiale bellico, istituita con deliberazione del Senato dell'11 ottobre 2006. Relazione al Presidente del Senato ai sensi dell'articolo 2 della deliberazione del Senato dell'11 ottobre 2006 sulle risultanze dell'inchiesta svolta dalla Commissione. Roma: Tipografia del Senato (Doc. XXII-bis N.8), 2013
10. Commissione Tecnica di Esperti. Progetto di caratterizzazione ambientale e sanitaria nelle aree adiacenti il Poligono Interforze del Salto di Quirra. Relazione Finale. Cagliari: Assessorato Regionale della Sanità, 2011
11. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans. Benzene. Vol 100F. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2012, pp 249-294
12. Lee W, Ahn YS, Lee S, et al: Occupational exposure to crystalline silica and gastric cancer: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2016; 73: 794-801
13. Mandelli F, Biagini C, Grandolfo M, et al: Relazione preliminare della Commissione istituita dal Ministro

- della Difesa sull'incidenza di neoplasie maligne tra i militari impiegati in Bosnia e Kosovo. Internet: <http://www.uranioimpovertito.it/documenti/mandelli.pdf>
14. Mariani M: Procedimento Penale n. 452/12 RG. GIP, Tribunale di Lanusei – Ogliastro. Relazione peritale. Milano, 3 Giugno 2014
 15. Rothman KJ, Greenland S: Modern Epidemiology, 2nd Edition. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1998
 16. Stehney AF: Organ Distribution of Thorium in Thorium Workers: good agreement with new models of the International Commission on Radiological Protection. *Radiat Res* 1999; 152: S110-S114
 17. Welling R, Beaumont JJ, Petersen SJ, et al: Chromium VI and stomach cancer: a meta-analysis of the current epidemiological evidence. *Occup Environ Med* 2015; 72: 151-159

RINGRAZIAMENTI: *Gli autori ringraziano il Comando del Poligono Interforze del Salto di Quirra ed in particolare il tenente colonnello Maurizio Addis, il tenente colonnello Alessandro Castellet y Ballarà, il tenente colonnello medico Stefano Chiodini, il tenente Walter Carta, il luogotenente Alessandro Frau ed il 1° maresciallo Andrea Sartorello per la collaborazione offerta nelle fasi di pianificazione dello studio. Lo studio è stato finanziato dal Ministero della Difesa nell'ambito del programma "Progetti di ricerca scientifica in campo biomedico – Anno 2010". L'Ente finanziatore non è intervenuto in alcuna fase della pianificazione e conduzione dello studio, né nella stesura del manoscritto, né nella interpretazione dei risultati. Il Comando Logistico dell'Aeronautica Militare Italiana ha autorizzato la pubblicazione dei risultati in data 19 luglio 2016.*