

Carico polmonare di fibre di amianto in mesoteliomi di lavoratori tessili

P.G. BARBIERI, ANNA SOMIGLIANA*, A. TIRONI**

Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, ASL Brescia

* U.O. Aria, Centro di Microscopia Elettronica, ARPA Lombardia, Dipartimento di Milano

** II Servizio di Anatomia Patologica Spedali Civili di Brescia

KEY WORDS

Lung asbestos fibre burden; malignant mesothelioma; textile workers

SUMMARY

«Lung asbestos fibre burden in textile workers with malignant mesothelioma». Background: Lung burden of amphibole fibres is a good biological index of occupational cumulative asbestos exposure. Malignant mesothelioma (MM) has been amply documented in textile industry workers, dealing either with mineral fibres or with vegetable and animal fibres. So far the concentration of asbestos fibres in lung tissue among textile workers has not been reported in Italy. We analysed asbestos burden in the lung tissue of eleven textile-workers with malignant mesothelioma, mainly employed in industries near Brescia, in the North of Italy. Objectives: To characterize lung asbestos concentration and fibre type retained in the lung of asbestos and non-asbestos textile workers. Methods: Sample of lung parenchyma from necropsies and extrapleural pneumonectomy were collected, stored and analysed by scanning electron microscope, according to the methods recommended in the current scientific literature. Nine patients were interviewed directly for occupational history. Results: Eleven cases of MM (10 primary pleural, 1 primary peritoneal) were collected, 9 women and 2 men, aged between 51 and 87 years, 4 asbestos-textile workers and 7 non-asbestos textile workers. The highest values of asbestos fibres were detected in all the workers of the former group and in 3 non-asbestos workers (jute recycling employees), with concentrations between 9.1 and 397 million/g of dried lung tissue. The total fibre concentration in the other 4 non-asbestos textile workers (silk and cotton production workers) ranged from 0.33 to 1.2 million/g of dried lung tissue. In only one of these subjects, did lung amphibole burden exceed 1,000,000 amphibole fibres longer than 1 µm per g of dried tissue. Eight cases out of eleven, showed a higher concentration of amphiboles than chrysotile. We detected amphibole fibres in all the "non-asbestos" textile workers and for two of them a higher concentration of tremolite. Conclusion: i) Among textile workers using asbestos or jute recycling, the asbestos fibre burden is as high as that found in other high risk jobs (e.g. asbestos-cement workers); ii) among non-asbestos textile workers, employed in cotton and silk production, the fibre content in lung tissue was much lower and it was nonetheless above the occupational cut-off for one of them; iii) tremolite found in lung tissue of non-asbestos textile workers with MM could be a contaminant of chrysotile friction materials or originate, with other amphiboles, from some other source as yet to be investigated.

RIASSUNTO

Il carico polmonare di fibre di amianto anfibolo è stato suggerito in numerosi studi come buon indicatore di esposizione cumulativa al minerale e nel 1997 sono stati anche proposti valori che differenziano i soggetti professional-

Pervenuto il 9.12.2009 - Accettato il 8.2.2010

Corrispondenza: Pietro Gino Barbieri, UO Medicina del Lavoro, SPSAL ASL Brescia, C.so G. Matteotti 21, 25122 Brescia

Tel. 030.3838677 - Fax 030.3838540 - E-mail: pietro.barbieri@aslbreccia.it

mente esposti e non. La disponibilità di metodiche standardizzate per la raccolta dei campioni e per la loro analisi in microscopia elettronica così come di risultati di indagini svolte su lavoratori di diversi settori produttivi ha stimolato l'estensione di queste analisi. Scopo di questo studio è stata la misura delle concentrazioni parenchimali di fibre di amianto in 11 lavoratori tessili affetti da mesotelioma maligno con diagnosi certa, 9 sottoposti ad autopsia e 2 a pleuro-pneumectomia, suddivisi in 2 gruppi. Il primo comprendente 7 soggetti certamente esposti ad elevati livelli ambientali nella produzione di tessuti in amianto, nel riciclaggio dei sacchi di juta, in un'azienda contaminata da una adiacente impresa di guarnizioni in amianto; il secondo comprendente 4 soggetti probabilmente o possibilmente esposti a bassi livelli nella produzione di filati e tessuti in cotone e seta. Le concentrazioni polmonari di fibre nel primo gruppo di soggetti sono comprese tra 9 e 397 milioni per grammo di tessuto secco nel primo gruppo e tra 330.000 e 1,2 milioni nel secondo. Tra i lavoratori del tessile con amianto le fibre di anfiboli sono nettamente prevalenti sul crisotilo; in tutti e 4 i lavoratori addetti alla filatura di cotone e seta sono presenti anfiboli e in 2 di questi con concentrazioni maggiori sul crisotilo, per la presenza di tremolite. Malgrado lo studio sia basato su un numero limitato di casi esso risulta il solo disponibile in Italia su lavoratori di questo settore e ha consentito di giungere alle seguenti preliminari conclusioni: i) nei lavoratori tessili con uso di amianto, nel riciclaggio di sacchi di juta, nel soggetto indirettamente esposto per contiguità con industria di guarnizioni in amianto, il carico polmonare di fibre è elevato, analogo a quello stimato in lavoratori di altri settori tra cui il cemento-amianto e caratterizzato in larga parte da fibre di anfiboli; ii) nel settore tessile "non amianto", filature di cotone e seta, il carico polmonare di fibre conferma che è stata presente un'esposizione nettamente più contenuta, solo in un caso con valori indicativi della sua natura professionale; iii) la costante presenza in quest'ultimo gruppo di fibre di anfiboli, inclusa tremolite, induce a ritenere che l'insorgenza di mesoteliomi in lavoratori di questi lavoratori possa essere correlata sia alla contaminazione con tremolite del crisotilo commerciale contenuto nei materiali di attrito installati sulle macchine tessili, sia ad altre possibili fonti di esposizione ad anfiboli ancora da accertare.

INTRODUZIONE

Tra i settori lavorativi dove l'occorrenza del mesotelioma maligno è risultata elevata si annovera certamente il tessile (16, 24, 25) con l'utilizzo di fibre minerali, come l'amianto, e più diffusamente vegetali ed animali, come cotone, lana e seta; studi recenti, condotti in Italia, hanno inoltre contribuito a fornire migliori conoscenze sulle possibili fonti di esposizione ad amianto anche in lavoratori tessili che avevano utilizzato solo fibre animali e vegetali (2, 7).

Se da un lato l'elevata incidenza di questo tumore tra gli addetti alla produzione di manufatti tessili in amianto era da attendersi, non altrettanto poteva dirsi per i lavoratori occupati nel ciclo tessile con altre fibre naturali, come il cotone e la lana, dove l'insorgenza del mesotelioma, osservata da tempo, ha permesso solo di sospettare una esposizione diffusa ad amianto, che ha potuto essere dimostrata più tardivamente, come nel caso dei materiali di attrito (8, 18) e che ancora può presentare aspetti di

incerta interpretazione, meritevoli di ulteriori approfondimenti.

Mentre nel ciclo tessile dell'amianto sono state effettuate in passato indagini ambientali che hanno potuto confermare la rilevanza dell'esposizione subita dai lavoratori, nel ciclo tessile "non-amianto" adeguate e diffuse campagne di misurazione del livello di inquinamento di fibre di amianto non sono state effettuate.

Una possibilità di sopperire a questa carenza informativa è offerta dal ricorso a un indicatore biologico di accumulo del minerale, consistente nella determinazione del suo carico polmonare in rapporto ai livelli conosciuti nella popolazione generale di riferimento (15).

La misura della concentrazione delle fibre di amianto nei tessuti polmonari è stata utilizzata da molti anni, quasi esclusivamente all'estero, indicando una buona correlazione tra il carico polmonare e altri indicatori di esposizione in lavoratori di svariati settori produttivi e affetti da patologie asbesto-correlate (9, 21, 22, 23, 26, 31, 33). Inoltre, la

disponibilità di metodiche validate in letteratura per la preparazione dei campioni biologici (32) e per la loro analisi in Microscopia Elettronica (11) ha reso possibile lo sviluppo di ricerche più comparabili e volte a una miglior stima delle esposizioni pregresse ad amianto, a partire dai settori lavorativi con maggiore esposizione.

Nell'ambito dell'attività di ricerca condotta dal Registro Mesoteliomi della provincia di Brescia si sono ottenuti ed analizzati campioni di tessuto polmonare di lavoratori del settore tessile con uso di amianto e tessile "non-amianto" affetti da mesotelioma maligno con lo scopo di: i) fornire una prima stima dei livelli di carico polmonare di fibre di amianto e rapportarli ai valori misurati nello stesso laboratorio in lavoratori di settori produttivi diversi; ii) offrire una valutazione qualitativa delle fibre di amianto rilevate rispetto alla tipologia di amianto commerciale comunemente impiegato nel settore tessile "non-amianto".

SOGGETTI E METODI

Tra i soggetti con diagnosi di mesotelioma maligno per i quali è stato determinato il carico di fibre di amianto in campioni di tessuto polmonare, ottenuti da autopsie giudiziarie o da interventi di pleuro-pneumectomia, sono stati estratti 11 casi che risultavano aver trascorso uno o più periodi lavorativi nel settore tessile, amianto o "non-amianto".

Tutte le diagnosi di mesotelioma maligno sono basate su esami istologici integrati con test di immunoistochimica e sono state successivamente confermate nelle autopsie dei 9 deceduti; la presenza delle placche pleuriche è stata confermata anche attraverso il riscontro autoptico. Le anamnesi professionali dei soggetti e le loro abitudini di vita sono state raccolte tramite interviste dirette per 9 casi su 11, utilizzando il questionario standardizzato proposto nelle Linee Guida del Registro Nazionale Mesoteliomi (17). Con i criteri indicati nelle stesse Linee Guida si è valutata la probabilità dell'esposizione professionale ad amianto, assegnando ai casi le categorie indicanti i diversi livelli di evidenza raggiunta, *certa, probabile e possibile*.

In conformità con il protocollo proposto da Wang et al (32) i campioni di tessuto polmonare, delle dimensioni di circa 1 cm cubico e conservati in soluzione di formaldeide, sono stati successivamente trattati per l'analisi presso il Centro di Microscopia Elettronica dell'ARPA di Milano attraverso le fasi di: 1) disidratazione; 2) rimozione della componente organica tramite ossigenazione con plasma asher; 3) dissoluzione delle ceneri; 4) filtraggio della sospensione con membrana in polycarbonato (Millipore Isopore Type GTTP). È seguita l'analisi con microscopio elettronico a scansione (Stereoscan 420 Leica) equipaggiato con microanalizzatore a raggi X di fluorescenza (12.000 ingrandimenti), secondo le procedure sperimentate e suggerite da De Vuyst et al (11). Sono state conteggiate le fibre di lunghezza maggiore di 1 μm , diametro inferiore di 3 μm e rapporto lunghezza/diametro uguale o superiore a 3; sono state individuate fibre con diametro maggiore di 0,08 μm . Ulteriori dettagli relativi alla analisi quali-quantitativa delle fibre di amianto e alla precisione del dato sono descritti in uno specifico contributo (29). La concentrazione di fibre è espressa come numero totale di fibre per grammo di tessuto secco, con valori massimo e minimo al 95% dell'intervallo di confidenza. La metodica impiegata non consente la differenziazione delle più piccole fibre di anfiboli in crocidolite ed amosite (29); inoltre, l'elevata variabilità dei diametri e delle lunghezze di fibre riunite in fasci non ha permesso la determinazione delle medie geometriche in alcuni casi. L'analista non era a conoscenza dell'attività lavorativa svolta dai soggetti in esame.

Risultati

I risultati dell'analisi quali-quantitativa del carico polmonare di fibre di amianto nei campioni ottenuti per 11 soggetti, 9 donne e 2 uomini, sono illustrate nella tabella 1, che descrive inoltre le loro caratteristiche cliniche e le storie lavorative, separatamente per il settore tessile amianto e "non-amianto".

L'età media alla diagnosi di mesotelioma è pari a 66 anni ($SD \pm 13$); la diagnosi è di certezza per tutti

Tabella 1 - Concentrazione polmonare delle fibre di amianto ed attività svolte da 11 lavoratori tessili con mesotelioma maligno
 Table 1 - Cases information and lung asbestos fibre concentration of 11 textile workers suffering from malignant mesothelioma

Caso	Sesso	Anno diagnosi /morte	Certezza d. Fonte tessili Sede, Pl pl. [^]	Periodo esposizione ad amianto	Occupazione (Comune sede dello stabilimento)	Esp. Am.#	Fibre asbesto ^o	
							Concentrazione (Limiti al 95% I.C.)	Contenuto (%) di fibre
Tessile amianto								
1	F 81	2002/04	1 A PL pl	1968-'70	Tessitura filati amianto (Grugliasco, TO)	1	76.000 (58.000-98.000)	A 95 C 5 0,14 5,3
2	F 53	2002/02	1 A PL pl	1936-'69	Corde e guarnizioni amianto (Sarnico, BG)	1	286.000 (246.000-326.000)	A 60 C 40 nd nd
3	M 76	2006/08	1 A PT pl	1947-'49	Corde e guarnizioni amianto (Sarnico, BG)	1	250.000 (170.000-355.000)	A 100 nd nd
4	F 57	2008/-	1 C PL pl	1968-'92	Tessuti e pannelli amianto (Romanengo, CR)	1	251.000 (232.000-391.000)	A 70 C 30 nd nd
Tessile non amianto								
5	F 60	2000/02	1 A PL pl	1954-'82	Riciclaggio sacchi di juta (Calcio, BG; Provaglio, BS)	1	397.000 (342.000-452.000)	A 100 0,13 2,8
6	F 52	2005/07	1 A PL pl	1968-'70	Riciclaggio sacchi di juta (Provaglio, BS)	1	9.100 (6.180-13.000)	A 47 C 51 T 2 0,12 3,0
7	F 80	2004/05	1 A PL pl	1947-'64	Produzione filati e tessuti in cotone (Sarnico, BG)	1	12.000 (8.340-18.000)	A 100 0,14 3,8
8	F 51	2001/06	1 A PL -	1965-'74	Produzione filati in cotone (Cortefranca, BS)	3	1.200 (630-2.030)	A 25 C 25 T 50 0,2 6,3
9	F 87	2001/03	1 A PL -	1932-'69	Produzione filati in cotone (Capriolo, BS)	2	930 (340-2.030)	A 40 C 10 T 50 0,13 5,3
10	F 70	2005/05	1 A PL -	1939-'42	Addetta alla trattura di seta in filanda (Calcinato, BS)	3	860 (340-1.770)	A 40 C 60 0,12 2,0
11	M 64	2004/08	1 C PL -	1960-'91	Manutentore in filatura di cotone (Cogno, BS)	2	330 (30-950)	A 40 C 60 0,25 4,9

* alla diagnosi

[^] Grado di certezza diagnostica (secondo classificazione Re.Na.M 2003: 1=certa, 2=probabile, 3=possibile), fonte tessuti (A=autopsia, C=chirurgia), sede del mesotelioma (PL=pleura, PT=peritoneo) e presenza di placche pleuriche asbesto-correlate (pl)

Categorie di esposizione ad amianto (secondo classificazione Re.Na.M 2003): 1=certa, 2=probabile, 3=possibile

^o Fibre asbesto. Concentrazione di fibre (x 1.000) per gr. di tessuto secco polmonare; Dia-Lun: diametro e lunghezza geometrica media; nd: non determinabile
 A= anfiboli; C= crisotilo; T= tremolite

i casi, 10 con localizzazione pleurica e uno peritoneale. In 7 casi erano presenti placche pleuriche calcifiche bilaterali, interpretate come asbesto-correlate, diagnosticate in tutti e 4 i lavoratori delle industrie che utilizzavano amianto e in 3 su 7 casi del settore tessile "non-amianto".

I 4 soggetti del primo gruppo, tessile amianto, erano stati occupati in 3 aziende nella produzione di tessuti, cordami e guarnizioni in amianto, utilizzando anche anfiboli, in un periodo ampio, compreso tra il 1936 e il 1992; va osservato che in 2 casi (n. 1 e 3) il periodo di lavoro, assunto come surrogato del periodo di esposizione, è stato di soli 3 anni. La latenza media tra l'inizio della supposta esposizione e l'insorgenza del mesotelioma è pari a 49 anni ($SD \pm 15$). I 7 soggetti del secondo gruppo erano stati addetti alla produzione di filati e tessuti in cotone, seta e nel riciclaggio dei sacchi di juta in un periodo variabile dal 1932 al 1991; la loro esposizione ad amianto è stata valutata come *certa* solo in 3 casi su 7. Per 2 casi è stata valutata *probabile* perché nelle imprese era documentato l'uso di materiali d'attrito in amianto; nei rimanenti 2 casi è stata giudicata solo *possibile* per assenza di informazioni più dettagliate ed assumendo che nel settore tessile l'impiego di amianto era stato comunque dimostrato. La latenza media tra l'inizio dell'esposizione e l'insorgenza del mesotelioma è pari a 50 anni ($SD \pm 13$). Le notizie anamnestiche raccolte consentono ragionevolmente di escludere esposizioni para-professionali, ambientali o familiari concomitanti a quelle occupazionali. La concentrazione media di fibre rilevata è apparsa più elevata e con range ridotto nei 4 lavoratori del tessile amianto, pari a 215.700.000 ($SD \pm 94.600.000$).

Nei 7 lavoratori del tessile "non-amianto" il carico polmonare di fibre presenta un ampio range di valori, con concentrazioni elevate per le 2 addette al riciclaggio di sacchi di juta e per la lavoratrice occupata nella fabbrica tessile in Sarnico. Riguardo alla analisi qualitativa delle fibre di amianto si è osservata la costante e prevalente presenza di anfiboli in tutti e 4 i casi del primo gruppo; tra i lavoratori del tessile "non amianto" il maggior carico percentuale di anfiboli è osservato nel sottogruppo delle 3 lavoratrici sopra citate, rispetto al sottogruppo più omogeneo dei 4 addetti alla filatura di cotone e se-

ta, in 2 dei quali è stata inoltre rilevata una percentuale del 50% di fibre di tremolite.

In 3 soggetti, non è stato possibile determinare la media geometrica di diametri e lunghezze e per la presenza di fibre e fasci di dimensioni molto variabili, rispettivamente compresi tra 0.05 a 2 μm e tra 1 e 100 μm .

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Un primo commento a questi risultati si rende più agevole differenziando i soggetti nei 2 gruppi di tessile, con uso di fibre di amianto e "non-amianto". Nel primo gruppo non era ovviamente in discussione l'elevata esposizione subita dai lavoratori ma risultava utile stimare l'entità del carico polmonare di amianto con riferimento a quanto noto dalla letteratura scientifica relativamente a diversi settori produttivi, in particolare attraverso analisi realizzate nella stessa struttura. Infatti, la difficoltà di comparare risultati ottenuti da casistiche analizzate in laboratori e periodi diversi è già stata segnalata in letteratura (14) e a questo limite si è voluto qui ovviare.

La concentrazione media di fibre totali rilevata nei lavoratori che hanno impiegato amianto come materia prima è risultata in tutti elevata e sensibilmente superiore a quella stimata nei lavoratori del settore cemento-amianto maggiormente esposti ed analizzati nello stesso laboratorio (5); l'ordine di grandezza delle concentrazioni è inoltre analogo a quello osservato in altri studi che hanno riguardato utilizzatori di amianto come materia prima (1, 13). Solo in uno dei 2 casi con maggior percentuale di crisotilo (n. 2 e 4) la concentrazione sembra essere correlata alla minor durata del periodo trascorso dalla fine dell'esposizione, in accordo con la segnalata bassa biopersistenza osservata per il crisotilo rispetto agli anfiboli (1, 10, 19).

I risultati osservati nel secondo gruppo di lavoratori del settore tessile "non-amianto" si discostano decisamente da quelli del primo gruppo e offrono interessanti spunti di riflessione. Le concentrazioni di fibre di amianto si distribuiscono nettamente in due gradienti, corrispondenti ai 2 sottogruppi di lavoratori, uno con esposizione *certa* e l'altro con

esposizione *probabile/possibile*; il primo con 2 addetti al riciclaggio dei sacchi di juta e un addetto alla produzione di tessuti in cotone nell'impresa in Sarnico, il secondo con 4 addetti alla produzione di filati in cotone e seta. Nel primo sottogruppo l'esposizione ad amianto nel riciclaggio dei sacchi di juta è stata dimostrata e valutata essere anche rilevante, per le modalità con le quali questi sacchi, che avevano contenuto amianto, venivano manipolati; il dato è coerente con il riscontro di casi di asbestosi polmonare tra lavoratori impiegati in questa attività (4, 28, 30). Le concentrazioni di fibre polmonari riferite alla coppia di lavoratrici dei sacchi di juta testimoniano quanto fosse certa e rilevante la loro esposizione ad amianto, malgrado non ne venisse fatto cenno nelle interviste dirette alle lavoratrici.

Analogamente dicasi per il caso 7, in ragione della peculiarità dell'impresa produttrice di tessuti in cotone dove la lavoratrice era addetta alla filatura, che si trovava a ridosso dell'impresa di cordami e guarnizioni in amianto, in cui avevano lavorato i casi n. 2 e 3 e di cui si riferisce in precedente contributo (3). La contiguità tra queste due aziende è ragionevolmente la causa principale delle importanti esposizioni ad amianto delle lavoratrici addette alla filatura e tessitura di fibra di cotone e tra le quali sono insorti 10 casi di mesotelioma.

Nel sottogruppo di casi che hanno lavorato in filature di cotone e seta, 3 su 4 casi hanno presentato concentrazioni di fibre totali di anfiboli prossime o superiori a un milione per grammo di tessuto secco, valore che il *Consensus Document* di Helsinki propone come discriminante tra soggetti professionalmente esposti e non, per fibre di lunghezza maggiori di 1 μm (15). Indipendentemente dalla concentrazione di fibre rilevate questi casi erano stati valutati secondo i criteri del Re.Na.M come *possibili* o *probabili* esposti professionali, ipotizzando una modalità di esposizione "passiva", dovuta alla presenza nell'aria di fibre di amianto provenienti dall'usura di materiali di attrito; i valori di fibre nel polmone risultano coerenti con questa preliminare valutazione, collocandosi vicino del valore di riferimento proposto e confermando che l'entità dell'esposizione professionale ad amianto è certamente stata modesta. Inoltre, è di interesse osservare che in tutti e 4 questi casi sono state rilevate fibre di an-

fiboli, sebbene in concentrazioni tendenzialmente inferiori ai rimanenti casi; ciò pone problemi interpretativi se si pensa che la più verosimile esposizione ad amianto per queste mansioni dovrebbe derivare dall'uso di materiali di attrito installati sulle macchine tessili, come noto prodotti generalmente con solo crisotilo. Un ulteriore dato di particolare interesse è rappresentato dalla presenza in due casi (n. 8 e 9) di tremolite con proporzioni di circa il 50% sul totale delle fibre rilevate. È stato dimostrato che la tremolite può aver contaminato il crisotilo (20) e vi sono evidenze che il processo di lavorazione del crisotilo non permette la rimozione delle fibre di tremolite in esso contenute (27). Il riscontro di anfiboli, inclusa tremolite, ritenuti nel parenchima polmonare di lavoratori del tessile "non-amianto" e certamente esposti anche a fibre di crisotilo commerciale usato nei materiali di attrito delle macchine tessili sembra coerente con la rilevazione di anfiboli nei tessuti polmonari di riparatori di freni di autoveicoli, che dovrebbero essere composti dal solo crisotilo (6), confermando la contaminazione con anfiboli del crisotilo canadese (12).

Questo contributo presenta un limitato numero di casi analizzati e tuttavia, costituisce il solo studio realizzato in Italia sul carico polmonare di fibre in lavoratori del settore tessile con uso di amianto e tessile "non amianto", aggiungendo ulteriori informazioni su un argomento da pochi anni approfondito nel nostro paese.

In conclusione, i risultati ottenuti consentono di ritenere che:

- nel settore tessile con uso di amianto e nel riciclaggio di sacchi di juta il carico polmonare di fibre è rilevante, sovrapponibile a quello stimato in lavoratori di altri settori, come il cemento-amianto, e caratterizzato in larga prevalenza da fibre di anfiboli;
- nel settore tessile "non amianto", e in particolare nelle filature di cotone e seta, il carico polmonare di fibre rilevato consente di ipotizzare che sia stata presente un'esposizione di natura professionale nettamente più contenuta, con valori prossimi a quelli osservati in soggetti non professionalmente esposti;
- la presenza in quest'ultimo sottogruppo di casi con fibre di anfiboli e tremolite induce a ipo-

tizzare che l'insorgenza di mesoteliomi in lavoratori di questo settore possa essere correlata sia alla contaminazione con tremolite del crisotilo commerciale contenuto nei materiali d'attrito installati nelle macchine impiegate nella filatura e tessitura, sia alla possibile presenza di altri anfiboli da fonti ancora da individuare;

- ulteriori indagini sul carico polmonare di fibre di amianto in questi lavoratori potrebbero rivelarsi utili per chiarire aspetti ancora meritevoli di approfondimenti.

NO POTENTIAL CONFLICT OF INTEREST RELEVANT TO THIS ARTICLE WAS REPORTED

BIBLIOGRAFIA

1. ALBIN CHURG A, WIGGS B: Fibre size and number in amphibole asbestos-induced mesothelioma. *Am J Pathol* 1984; *115*: 437-442
2. BARBIERI PG, SILVESTRI S, VERALDI A, et al: Mesoteliomi pleurici in lavoratori tessili addetti alla filatura del cotone. *Med Lav* 2006; *97*: 51-57
3. BARBIERI PG, SOMIGLIANA A, CAIRONI M, MIGLIORI M: La sorveglianza epidemiologica del mesotelioma maligno nel basso lago d'Iseo. *Epidemiol Prev* 2007; *31* (Suppl 1): 16-22
4. BARBIERI PG, SOMIGLIANA A, LOMBARDI S, et al: Riciclaggio di sacchi di juta, patologie asbesto-correlate ed esposizione ad amianto in agricoltura. *G Ital Med Lav Erg* 2008; *30*: 329-333
5. BARBIERI PG, SOMIGLIANA A, LOMBARDI S, et al: Carico polmonare di fibre di asbesto e indici di esposizione cumulativa in lavoratori del cemento-amianto. *Med Lav* 2008; *99*: 21-28
6. BUTNOR KJ, SPORN TA, ROGGLI VL: Exposure to brake dust and malignant mesothelioma: a study of 10 cases with mineral fibre analyses. *Ann Occup Hyg* 2003; *47*: 325-330
7. CHIAPPINO G, MENSÌ C, RIBOLDI L, RIVOLTA G: Il rischio amianto nel settore tessile: indicazioni dal Registro Mesoteliomi Lombardia e definitiva conferma. *Med Lav* 2003; *94*: 521-530
8. COLLI G, TERZI M, VINCI L, et al: A case of pleural mesothelioma caused by unusual occupational exposure to asbestos in the wool industry. *G Ital Med Lav Erg* 2001; *23*: 18-20
9. CHURG A, WIGGS B: Fibre size and number in amphibole asbestos-induced mesothelioma. *Am J Pathol* 1984; *115*: 437-442
10. CHURG A, WRIGHT J: Persistence of natural fibres in human lung: an overview. *Environ Health Perspect* 1994; *102*: 229-233
11. DE VUYST P, KARJALAINEN A, DUMORTIER P, et al: Guidelines for mineral fibre analyses in biological samples: report of the ERS Working Group. *Eur Respir J* 1998; *11*: 1416-1426
12. FINKELSTEIN MM: Asbestos fibre concentrations in the lungs of brake workers: another look. *Ann Occup Hyg* 2009; *53*: 455-461
13. GYLSETH B, MOWÉ G, SKAUG V, WANNAG A: Inorganic fibers in lung tissue from patients with pleural plaques or malignant mesothelioma. *Scand J Work Environ Health* 1981; *7*: 109-113
14. GYLSETH B, CHURG A, DAVIS JMG, et al: Analysis of asbestos fibres and asbestos bodies in tissue sample from human lung (an international laboratory trial). *Scand J Work Environ Health* 1985; *11*: 107-110
15. HENDERSON DW, RANTANEN J AND WORKING GROUP: Asbestos, asbestosis and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Environ Health* 1997; *23*: 311-316
16. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER: *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some flame retardants and exposure in the textile manufacturing industry*. Vol 48. Lyon, 1990
17. ISPESL: *Linee guida per la rilevazione e la definizione dei casi di mesotelioma maligno e la trasmissione delle informazioni all'ISPESL da parte dei Centri Operativi Regionali*. Roma: Monografie ISPESL seconda edizione, Roma 2003 (www.ispesl.it/sitorenam/index.asp)
18. YU IJ, CHOI JK, KANG SK, et al: Potential source of asbestos in non-asbestos textile manufacturing company. *Environment International* 2002; *28*: 35-39
19. LANGER AM, NOLAN RP: Chrysotile biopersistence in the lungs of person in the general population and exposed workers. *Environ Health Perspect* 1994; *102*: 229-233
20. McDONALD JC, ARMSTRONG B, CASE BW, et al: Mesothelioma and asbestos fibre type: evidence from lung tissue analysis. *Cancer* 1989; *63*: 1544-1547
21. MERLER E, BRESSAN V, SOMIGLIANA A, et al: Mesoteliomi negli edili: frequenza, stima del rischio, carico polmonare di fibre di amianto, domande e riconoscimenti per malattia professionale nel Registro regionale veneto dei casi di mesotelioma. *Med Lav* 2009; *100*: 120-132
22. MOWÉ G, GYLSETH B, HARTVEIT F, SKAUG V: Fibre concentration in lung tissue of patients with malignant mesothelioma. *Cancer* 1985; *56*: 1089-1093
23. MURAI Y, KITAGAWA M: Asbestos fibre analysis in 27 malignant mesothelioma cases. *Am J Ind Med* 1992; *22*: 193-207

24. PACI E, DINI S, BUIATTI E, et al: Malignant mesothelioma in non-asbestos textile workers in Florence. *Am J Ind Med* 1987; 11: 249-254
25. QUINN MM, KRIEBEL D, BUIATTI E, et al: An asbestos hazard in the reprocessed textile industry. *Am J Ind Med* 1987; 11: 255-266
26. ROGGLI VL: Malignant mesothelioma and duration of asbestos exposure: correlation with tissue mineral fibre content. *Ann Occup Hyg* 1995; 39: 363-374
27. ROGGLI VL, VOLLMER RT, BUTNOR KJ, SPORN TA: Tremolite and mesothelioma. *Ann Occup Hyg* 2002; 46: 447-453
28. SOMENZI V, MARGONARI M, CERETTI N, et al: Due casi di patologia asbestosica in giovani lavoratrici di "saccheria" che riciclava sacchi di juta. *Atti 51° Congresso Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale* 1988; II: 1161-1164
29. SOMIGLIANA A, QUAGLINI A, ORSI M, ALBIERO S: Analisi del contenuto di fibre di amianto in tessuto polmonare umano: problemi di precisione ed esattezza. *Giornale degli Igienisti Industriali* 2008; 33: 413-424
30. TOMASINI M, RIVOLTA G, FORNI A, CHIAPPINO G: Insolita esposizione a rischio di asbestosi in un sacchificio: osservazioni su 22 casi. *Med Lav* 1990; 81: 290-295
31. WAGNER JC, NEWHOUSE ML, CORRIN B, et al: Correlation between fibre of the lung and disease in east London asbestos factory workers. *Br J Ind Med* 1988; 45: 305-308
32. WANG J, SIEGEL PD, LEWIS DM, et al: Spectroscopic Techniques in Industrial Hygiene. In Meyers RA (ed): *Encyclopaedia of Analytical Chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd 2000; 4796-4800
33. WARNOCK ML: Lung asbestos burden in shipyard and construction workers with mesothelioma: comparison with burdens in subjects with asbestosis and lung cancer. *Environ Res* 1989; 50: 68-85

RINGRAZIAMENTI: Si ringraziano i Colleghi del Servizio di Medicina Legale e del Servizio di Medicina del Lavoro degli Spedali Civili di Brescia per la collaborazione; il dr. V. Somenzi per le informazioni anamnestiche su una lavoratrice