

P.G. Barbieri¹, A. Somigliana², R. Festa¹, L. Bercich³

Concentrazione polmonare di fibre di amianto in lavoratori siderurgici affetti da mesotelioma pleurico

¹ Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, ASL Brescia

² U.O. Aria, Centro di Microscopia Elettronica, ARPA Lombardia, Dipartimento di Milano

³ I Servizio di Anatomia Patologica Spedali Civili di Brescia

RIASSUNTO. Il carico polmonare di fibre di amianto è stato proposto da tempo come indicatore biologico di esposizione cumulativa al minerale e nel 1997 sono stati proposti limiti di riferimento per soggetti non professionalmente esposti. Queste analisi, effettuate su gruppi di lavoratori di alcuni settori produttivi, hanno consentito di giungere a una stima quali-quantitativa della pregressa esposizione ad amianto anche nel caso in cui non erano disponibili stime di esposizione tramite monitoraggi ambientali. Tra i settori lavorativi in cui si è utilizzato in passato e per molti anni amianto, o prodotti che lo contengono, in rilevanti quantitativi figura anche quello siderurgico, dove non è tuttavia agevole disporre di stime di esposizione dei lavoratori. Tra i casi di mesotelioma raccolti ed approfonditi dal Registro Mesoteliomi della Provincia di Brescia dal 1980 al 2008 sono compresi 55 soggetti che hanno trascorso almeno un periodo lavorativo superiore a 5 anni in siderurgia, su un totale di 289 casi valutati con esposizione ad amianto (19%). In un campione di 8 soggetti che hanno lavorato in acciaierie elettriche e nella produzione di tubi in acciaio, di cui 4 nello stesso stabilimento, si sono resi disponibili i tessuti polmonari (7 da autopsie e 1 da pleuropneumectomia) per l'analisi della concentrazione delle fibre in microscopia elettronica a scansione. In tutti i casi la diagnosi è stata posta con esami istologici integrati con test di immunoistochimica e i 7 casi sottoposti ad autopsia sono stati confermati; le loro storie lavorative sono state dettagliatamente ricostruite con interviste dirette, comprensive di dettagli sulle mansioni svolte. Il carico polmonare di fibre totali ha mostrato un range di concentrazione compreso tra 260.000 e 11.000.000 di fibre per gr. di tessuto secco; in 6 casi su 7 in cui è stata possibile l'analisi qualitativa la concentrazione di anfibioli è risultata nettamente superiore a quella di crisotilo. I valori più elevati si riferiscono a manutentori ed elettricisti nella produzione di tubi e condotte in acciaio dello stesso stabilimento. In conclusione, questo studio, ancorché basato su un modesto numero di casi, ma che risulta essere il solo mai svolto in Italia su lavoratori di questo settore, ha permesso: i) di stimare la concentrazione polmonare di fibre di amianto in soggetti con esposizioni pregresse accertate ma quantitativamente poco note; ii) di evidenziare che queste concentrazioni possono raggiungere valori che si sovrappongono a quelli rilevati in lavoratori del cemento-amianto. Questi dati suggeriscono di considerare i casi di mesotelioma insorti in lavoratori siderurgici quantomeno con esposizione possibile anche in assenza di adeguate informazioni sulle circostanze e modalità dell'avvenuto contatto con amianto.

Parole chiave: mesoteliomi pleurici, carico polmonare di fibre di asbesto, lavoratori siderurgici.

ABSTRACT. The asbestos fibre burden of the lung has been used in the past as a biological indicator of cumulative exposure to the mineral so much so that in 1997 reference limits even for non-occupationally exposed people have been proposed. This kind of analysis was performed on groups of workers of different type of industries and allowed to achieve a qualitative-quantitative estimate of past exposure to asbestos, even in absence of exposure estimates by environmental monitoring. An important example is the steel industry where asbestos was widely used

in the past, but for which there are not available exposure estimates of workers. Among the mesothelioma cases collected by the Mesothelioma Registry of the Province of Brescia from 1980 to present there are 55 workers who spent at least 5 years in steel industry, on a total of 289 cases classified as asbestos exposed (19%). For 8 subjects who worked in steel mills and production of electrical steel pipes, of which 4 in the same plant, lung tissue samples were available for the asbestos fibres burden analysis (7 samples coming from autopsies and 1 from extra-pleural pneumonectomy). In all cases the diagnosis was given with histological analyses supplemented with immunohistochemistry. In 7 cases autopsied the diagnosis was confirmed. The work histories have been reconstructed in detail through the interview process, inclusive of details of duties performed.

The asbestos fibre burden analyses showed a range of concentrations between 260,000 and 11,000,000 ff per grams of dry tissue; the concentration of amphiboles was much higher than that of chrysotile. The highest body burden was detected in the maintenance workers of the same plant in which a cluster of malignant mesothelioma was observed.

In conclusion, this study illustrates the results of asbestos fibres burden analyses in subjects where exposure to asbestos is sure but not quantifiable. The results showed also that these concentrations can reach values that overlap with those found in asbestos-cement workers and in asbestos-textile workers. These data suggest to consider the cases of mesothelioma occurred in the steel workers at least as "possible" exposure, even in the absence of adequate information on the circumstances of contact with asbestos. This study, although based on a small number of cases, is the only one ever held in Italy on workers in this sector.

Key words: pleural mesothelioma, lung asbestos fibre, iron-making workers.

Introduzione

La stima dell'entità della pregressa esposizione ad amianto in lavoratori colpiti da mesotelioma maligno asbesto-correlato risulta spesso ardua, in assenza di dati raccolti con adeguati monitoraggi ambientali. Negli anni di maggiore utilizzo del minerale, questi monitoraggi non sono stati effettuati in svariati settori produttivi, tra cui quello siderurgico, da sempre caratterizzato dall'impiego di rilevanti quantità di manufatti in amianto o contenenti amianto. Una soluzione a questa carenza conoscitiva è offerta dalla possibilità di determinare la concentrazione polmonare di fibre di amianto analizzando campioni di tessuto in microscopia elettronica, come espressione di

dose cumulativa di fibre; esperienze in questo senso sono numerose e consolidate (1-5), ma non in Italia. Inoltre, la messa a punto di metodiche standardizzate per la preparazione e l'analisi dei campioni (6-7) e la possibilità di disporre di valori di riferimento della concentrazione di fibre di amianto in grado di distinguere i soggetti professionalmente esposti dalla popolazione generale (8) hanno rappresentato ulteriori opportunità nella prosecuzione di queste esperienze, che hanno evidenziato il loro potenziale informativo.

Nell'ambito delle attività di ricerca promosse dal Registro Mesoteliomi della Provincia di Brescia in collaborazione con il Centro di Microscopia Elettronica dell'ARPA di Milano, è prevista anche la raccolta di campioni di tessuto polmonare di pazienti affetti da mesotelioma per la determinazione del carico polmonare di fibre di amianto. La disponibilità di campioni di tessuto, prelevati da autopsie giudiziarie o da interventi chirurgici, in lavoratori affetti da mesotelioma ha suggerito l'utilità di effettuare queste analisi con l'obiettivo: i) di conoscere la concentrazione e la natura delle fibre di amianto in un gruppo omogeneo di lavoratori con esposizioni al minerale non sempre rilevanti e non sempre accertate e ii) valutare i risultati in rapporto a quelli riguardanti gruppi di lavoratori di altri settori produttivi. Questo contributo presenta i risultati delle analisi effettuate su campioni di tessuti polmonari di un gruppo di lavoratori occupati nel settore siderurgico e in particolare nella acciaieria elettrica e nella produzione di tubi e condotte.

Soggetti e metodi

La casistica presentata riguarda 8 lavoratori, tutti maschi, 7 dei quali sottoposti ad autopsie giudiziarie, effettuate dal 2004 al 2008 in quanto affetti da mesoteliomi maligni di origine professionale, e un soggetto con diagnosi di mesotelioma pleurico epitelioidale operato di pleuro-pneumectomia. Questo gruppo è omogeneo per attività professionale, avendo trascorso almeno un periodo lavorativo superiore a 5 anni nel settore siderurgico e in particolare nella acciaieria elettrica (codice ATECO 2002: 27.1) e nella produzione di tubi (ATECO 2002: 25.2).

Tutte le diagnosi di mesotelioma maligno poste in vita sono basate su esami istologici con test di immunoistochimica e sono state successivamente confermate nelle autopsie; la presenza delle placche pleuriche è riferita anche attraverso il riscontro autoptico. Per tutti i casi si sono ottenute sia la documentazione clinica completa che la relazione autoptica; le anamnesi professionali dei soggetti sono state raccolte tramite interviste dirette, utilizzando il questionario standardizzato proposto nelle Linee Guida del Registro Nazionale Mesoteliomi (9). Sempre a queste Linee Guida ci si è riferiti per attribuire le diverse categorie di esposizione professionale ad amianto, *certa, probabile, possibile*.

Seguendo il protocollo suggerito da Wang et al. (6) i campioni di tessuto, della grandezza di circa 1 cm cubico, sono stati prelevati, conservati in soluzione di formaldeide e trattati per la successiva analisi presso il Centro di

Microscopia Elettronica dell'ARPA di Milano secondo le procedure proposte da De Vuyst et al. (7) seguendo le seguenti fasi: 1) disidratazione; 2) rimozione della componente organica tramite ossigenazione con plasma asher; 3) dissoluzione 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). Sono state conteggiate le fibre di lunghezza maggiore di 1 μ m, diametro inferiore di 3 μ m e rapporto lunghezza/diametro uguale o superiore a 3; sono state individuate fibre con diametro maggiore di 0,08 μ m. Maggiori dettagli relativi alla lettura quali-quantitativa delle fibre e alla precisione del dato sono descritti in uno specifico contributo (10). 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. Il metodo analitico utilizzato non permette la discriminazione delle fibre di anfibioli in crocidolite ed amosite. L'analista non era a conoscenza sia dell'attività lavorativa svolta dai soggetti in esame che della loro patologia.

Risultati

L'analisi del carico polmonare di fibre di amianto è stata possibile in tutti gli 8 casi esaminati.

La tabella I descrive le caratteristiche generali del campione di lavoratori siderurgici; il gruppo si compone di soli uomini con età media alla diagnosi di 68,8 anni (DS $\pm$ 9,5). La diagnosi di mesotelioma maligno pleurico posta in vita è certa per tutti; uno risultava affetto anche da placche pleuriche calcifiche bilaterali.

La durata media dell'attività lavorativa svolta i siderurgia è risultata superiore a 10 anni in 6 casi su 8; la tipologia di lavoro riguarda essenzialmente il ciclo della acciaieria elettrica di seconda fusione e quello della produzione di tubi o condotte in acciaio di grandi dimensioni, che prevedono la loro saldatura.

La tabella II descrive, in ordine cronologico per anno di diagnosi, le caratteristiche cliniche degli 8 casi e le loro storie lavorative, limitatamente all'attività produttiva svolta nel settore siderurgico, non essendosi evidenziate altre esposizioni professionali in attività professionali diverse. Cinque soggetti su 8 hanno lavorato nella stessa impresa, 4 in via esclusiva e addetti alla produzione di tubi. La latenza media tra l'inizio dell'esposizione e l'insorgenza dei casi di mesotelioma è pari a 40,2 anni (DS $\pm$ 7,8) con range di 32 - 54 anni.

La concentrazione polmonare di fibre totali di amianto per grammo di tessuto secco ha mostrato un intervallo di valori compreso tra 260.000 e 11.000.000, con prevalente proporzione di anfibioli rispetto al crisotilo; tra gli 8 soggetti, in 3 casi sono state identificate fibre di crisotilo, oltre agli anfibioli e in un solo caso è stata rilevata tremolite.

Le dimensioni delle fibre di amianto sono state determinate in 7 casi; la lunghezza media risultata pari a 3,42 (DS $\pm$ 0,93) e il diametro medio pari a 0,16 (DS $\pm$ 0,05);

Tabella I. Notizie cliniche e mansioni di 8 lavoratori siderurgici affetti da mesotelioma pleurico

variabili	N°	% (sd)
N° casi	8	100
maschi	8	100
femmine	0	0
età media alla diagnosi	68,8	(9,5)
età media al decesso	72,5	(5,3)
certezza diagnostica°		
• certo	8	100
• probabile	0	0
• possibile	0	0
valutazione esposizione amianto#		
• certa	7	87,5
• probabile	0	0
• possibile	1	12,5
durata media (anni) esposizione*		
• <10	1	12,5
• 11-20	4	50
• 21-30	3	37,5
mansioni svolte prevalentemente		
• conduzione forno	3	37,5
• manutenzione elettrica	2	25
• saldatura tubi	2	25
• rifacimento refrattari	1	12,5

° Grado di certezza diagnostica (secondo classificazione Re.Na.M. 2003)

Categorie di esposizione ad amianto (secondo classificazione Re.Na.M. 2003)

* il periodo di lavoro è assunto come proxy della durata di esposizione

in un caso non è stata possibile questa determinazione per la lettura di una sola fibra e una bassa concentrazione totale.

Non descritto nelle tabelle, ma meritevole di segnalazione, è il caso di un soggetto affetto da carcinoma polmonare diagnosticato nel 2003 (a 82 anni) e deceduto nel 2004; l'analisi dei campioni di tessuto polmonare ottenuti da autopsia ha permesso di evidenziare una concentrazione di fibre di amianto pari a 6.200.000, di cui il 30% di anfibioli e il 70% di crisotilo, con lunghezza media delle fibre di 3,4 µm e diametro di 0,13 µm. Il paziente aveva lavorato nello stabilimento C, come altri 5 soggetti, con mansione di saldatore di valvole, tubi e condotte in acciaio dal 1946 al 1976.

Discussione e conclusioni

Nel settore siderurgico, ben radicato nella realtà produttiva della provincia di Brescia, dal secondo dopoguerra è stato impiegato amianto, o materiali che lo contenevano, in crescente e rilevante progressione, fino alla fine degli anni '80 e in svariate circostanze. Tra le più significative si ricordano le coibentazioni con "calze" e fasce di amianto delle tubazioni e dei cavi elettrici, gli isolamenti con cartoni o manufatti semi-rigidi delle cabine e gru, come per le paratie e segregazioni delle numerosi parti di impianti sottoposti a calore; ben noto anche l'impiego di amianto in fiocco per le "false bramme" delle colate continue e l'uso di dispositivi di protezione individuale in amianto. Nell'attività di produzione di tubi e condotte attraverso la saldatura dell'acciaio è noto il rilevante utilizzo di tessuti di amianto di varia foggia durante le operazioni di pre-riscaldamento delle lamiere e di raffreddamento

Tabella II. Carico polmonare di fibre di amianto ed attività svolte da 8 lavoratori siderurgici affetti da mesotelioma pleurico

Caso	Sesso età*	Anno diagnosi /morte	Certezza d. Fonte tessuti Pl pl. ^	Periodo esposizione ad amianto	Occupazione (sigla stabilimento)	Esp. Am. #	Fibre asbesto°			
							Concent. (x 1.000)	Contenuto (%) di fibre A=anf C=cris T=trem	Dia µm	Lun µm
1	M 67	2003/'05	1 A	1970-'76 1976-'86	addetto alla colata continua in acciaieria (A) addetto alla colata in fonderia di ghisa (B)	1 1	8.300	A 100	0,18	3,3
2	M 68	2004/'04	1 A	1960-'83 1983-'86	conduzione e manutenzione forni laminatoio (C) conduzione forno elettrico acciaieria (D)	1 1	2.300	A 7 C 93	0,1	6,2
3	M 70	2005/'05	1 A	1973-'89	conduzione forno elettrico acciaieria e laminatoio (E)	1	450	A 100	0,1	3,1
4	M 71	2005/'06	1 A	1951-'84	elettricista e manutentore forni in tubificio (C)	1	8.800	A 80 C 20	0,13	2,7
5	M 70	2005/'07	1 A pl pl	1962-'85	elettricista e manutentore in tubificio (C)	1	11.000	A 97 C 3	3,3	0,14
6	M 78	2006/'06	1 A	1960-'82	saldatore in tubificio (C)	1	2.100	A 70 C 15 T 15	0,16	4,0
7	M 68	2006/'07	1 A	1969-'76	refrattari refrattari forni elettrici acciaieria (F)	3	260	Una fibra	nd	nd
8	M 49	2008/-	1 C	1975-'83	manutentore e saldatore in tubificio (C)	1	970	A 100	0,23	7,9

* alla diagnosi

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

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

° Fibre asbesto. Concent: concentrazione di fibre per gr. di tessuto secco polmonare; Dia-Lun: diametro e lunghezza geometrica media; nd: non determinabile

controllato delle stesse; questi manufatti erano inoltre utilizzati dai saldatori per isolare il corpo dal metallo caldo su cui operavano. Anche in altri stabilimenti di province lombarde sono insorti casi di mesotelioma in lavoratori che svolgevano la stessa mansione, che sono risultati particolarmente numerosi nell'impresa sita nel Comune di Dalmine (BG). Queste attività hanno comportato una sicura esposizione per addetti a numerose mansioni, la cui entità non risulta essere stata tuttavia misurata in passato con adeguate campagne di monitoraggio ambientale, quantomeno nella realtà locale.

Nella provincia di Brescia, dove è attivo un Registro Mesoteliomi su base di popolazione che ha raccolto 485 casi totali, dal 1980 al 2008 sono descritti 55 casi di mesotelioma maligno in lavoratori siderurgici sul totale di 289 casi professionalmente esposti (19%); inoltre, è stato rilevato almeno un caso di mesotelioma in quasi tutte le 17 acciaierie elettriche attive fino alla fine degli anni '80, con un cluster di 12 mesoteliomi nell'impresa C che produce tubi.

Nel gruppo degli 8 lavoratori esaminati, la valutazione dell'esposizione ad amianto operata con la criteriologia e le categorie indicate nelle Linee Guida del registro Nazionale dei Mesoteliomi (9) aveva comportato un giudizio di esposizione *certa* per 7 soggetti e *possibile* per uno.

Le concentrazioni polmonari di fibre rilevate in 6 su 8 lavoratori sono risultate prossime o superiori a un milione per gr. di tessuto secco, valore di riferimento suggerito nel Consensus Document di Helsinki del 1997, per le fibre di anfibioli di lunghezza maggiore di 1 μ (8); tra questi 6, il range di concentrazione è risultato contenuto tra 970.000 e 11.000.000 fibre/gr. Un confronto tra questi valori con altri ottenuti in laboratori diversi e per gruppi di lavoratori di settori diversi, come il cemento-amianto e la navalmeccanica, di cui sono disponibili riferimenti (11-13), è problematico per i limiti già segnati in letteratura (2); è stato invece possibile e adeguato il confronto con dati ottenuti nello stesso laboratorio su un gruppo di edili (14), uno di addetti alla produzione di manufatti in cemento-amianto (15) e uno di lavoratori del tessile-amianto (16). Si è potuto osservare che le concentrazioni di fibre nei lavoratori siderurgici sono sovrapponibili, per ordine di grandezza, a quelle osservate tra gli edili e sono inoltre prossime a quelle osservate tra i lavoratori (meno esposti) nella produzione di manufatti in cemento-amianto e del tessile-amianto; il dato è indicativo della probabilità che anche tra questi lavoratori si siano verificate importanti esposizioni ad amianto, come accaduto per gli addetti alla produzione delle condotte e dei tubi in acciaio, tramite saldatura con uso di coperte in amianto, nell'azienda C.

Si osserva che nel solo caso con esposizione valutata come *possibile* e per un breve periodo svolto con mansione diversa rispetto alle altre la concentrazione di fibre si colloca al valore inferiore.

Tra le fibre rilevate è largamente preponderante la presenza di anfibioli in 7 casi su 8, dato confermato precedentemente in altri studi ed attribuito, per largo consenso, alla maggiore biodegradazione del crisotilo rispetto agli anfibioli (11,17,18). Quanto osservato nel nostro studio risul-

ta coerente con i risultati ottenuti sulla determinazione dei corpuscoli dell'asbesto nel liquido di lavaggio bronco-alveolare di lavoratori siderurgici, che ha permesso di suggerire una loro esposizione occulta ad anfibioli (19). Questo contributo presenta un limite nella scarsa numerosità del gruppo di soggetti analizzato, che non consente di effettuare eventuali stratificazioni per mansione con diversi livelli di esposizione fissati *a priori* e correlabili con le concentrazioni di fibre ottenute. Per la stessa ragione, non è possibile correlare le maggiori concentrazioni di anfibioli rispetto al crisotilo con il periodo trascorso dalla cessazione dell'esposizione alla analisi dei tessuti polmonari, come osservato sulla base degli studi condotti sulla biopersistenza degli anfibioli (20), e considerato che l'esposizione ad amianto in questi lavoratori si è protratta in media fino alla metà degli anni '80. Il periodo trascorso tra la fine del lavoro (e verosimilmente dell'esposizione) è compreso tra 18 e 31 anni con media di 23,3 anni (SD 4,1), senza evidenti corrispondenze tra la concentrazione di fibre e anni trascorsi fino all'analisi.

Malgrado questi limiti questo contributo rappresenta, a nostra conoscenza, la sola analisi disponibile su questo argomento in lavoratori siderurgici esposti a varie concentrazioni ambientali di amianto.

In conclusione, lo studio conferma la potenzialità informativa di questo tipo di analisi, aggiunge i lavoratori siderurgici ad altre categorie di lavoratori che hanno sperimentato importanti esposizioni ad amianto e suggerisce che soggetti affetti da mesotelioma maligno ed occupati nel settore siderurgico siano da considerare quantomeno come *possibilmente* esposti, secondo le categorie indicate nelle Linee Guida del Registro Nazionale Mesoteliomi, anche in assenza di adeguate informazioni sulle mansioni da loro svolte.

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.

Bibliografia

- 1) Churg A, Wiggs B. Fibre size and number in amphibole asbestos-induced mesothelioma. *Am J Pathol* 1984; 115: 437-442.
- 2) 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: 107-10.
- 3) Murai Y, Kitagawa M. Asbestos fibre analysis in 27 malignant mesothelioma cases. *Am J Ind Med* 1992; 22: 193-207.
- 4) Mowé G, Gylseth B, Hartveit F, Skaug V. Fibre concentration in lung tissue of patients with malignant mesothelioma. *Cancer* 1985; 56: 1089-1093.
- 5) Roggli VL, Pratt PC, Brody AR. Asbestos content of lung tissue in asbestos associated diseases: a study of 110 cases. *Br J Ind Med* 1986; 43: 18-28.
- 6) Wang J, Siegel PD, Lewis DM, Vo E, Wallace WE, Ashley K and Stettler LE. "Spectroscopic Techniques in Industrial Hygiene" in the *Encyclopaedia of Analytical Chemistry*, Edited by Robert A. Meyers, John Wiley & Sons Ltd, Chichester pp. 4796-4800 (2000).

- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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. Monografie ISPESL seconda edizione, Roma 2003 (www.ispesl.it/sitorenam/index.asp).
- 10) 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; 4: 413-424.
- 11) Albin M, Pooley FD, Stromberg U et al. Retention patterns of asbestos fibres in lung tissue among asbestos cement workers. *Occup Environ Med* 1994; 51: 205-211.
- 12) Gylseth B, Mowé G, Wannag A. Fibre type and concentration in the lung of workers in an asbestos cement factory. *Br J Ind Med* 1983; 40: 375-379.
- 13) 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.
- 14) 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, 2: 120-132.
- 15) Barbieri PG, Somigliana A, Lombardi S, Girelli R, Benvenuti A. Carico polmonare di fibre di asbesto e indici di esposizione cumulativa in lavoratori del cemento-amianto. *Med Lav* 2008; 99, 6: 21-28.
- 16) Barbieri PG, Somigliana A, Tironi A. Carico polmonare di fibre di amianto in mesoteliomi di lavoratori tessili. *Med Lav* 2010 (in stampa).
- 17) Langer AM, Nolan RP. Chrysotile biopersistence in the lungs of person in the general population and exposed workers. *Environ Health Perspect* 1994; 102: 229-33.
- 18) Churg A, Wright J. Persistence of natural fibres in human lung: an overview. *Environ Heath Perspect* 1994, 102: 229-233.
- 19) Corhay JL, Delavignette JP, Bury T, Saint-Remy P, Rademercker MF. Occult exposure to asbestos in steel workers revealed by bronchoalveolar lavage. *Arch Environ Health* 1990; 45(5): 278-282.
- 20) Gaffuri E. Il carico polmonare di fibre di amianto anfibolo in lavoratori esposti e deceduti. *Med Lav* 2009; 100, 4: 315 (lett).

Richiesta estratti: *Pietro Gino Barbieri - UO Medicina del Lavoro, Servizio PSAL ASL Brescia, C.so G. Matteotti 21 25122 Brescia, Italy - Tel 030.3838677, Fax 030.3838540, E-mail: pietro.barbieri@asl.brescia.it*