

Medicina del Lavoro

E. ODDONE, M. IMBRIANI

Stiamo sottovalutando i rischi occupazionali per le patologie neurodegenerative?

E.M. GARZILLO, N. MIRAGLIA, P. PEDATA, D. FEOLA, N. SANNOLO, M. LAMBERTI

Sclerosi laterale amiotrofica ed esposizione a metalli ed altri agenti di rischio di natura occupazionale/ambientale: stato dell'arte

A. CAPOZZELLA, A. SANCINI, S. DE SIO, IL. SAMPERI, B. SCALA, R. GIUBILATI, N. NARDONE, M.P. SCHIFANO, G. ANDREOZZI, T. CASALE, F. TOMEI, G. TOMEI, M.V. ROSATI

Pressione arteriosa in lavoratori esposti a stressors urbani

D. BELLASSAI, A. SPINAZZOLA, S. SILVESTRI

Stima della diffusione indoor di fibre di amianto con il modello diffusionale di Pasquill e Gifford per l'ambiente esterno

A. BATTAGLIA, E. LANZA, A. BATTAGLIA, F. COLLINO, E.M. CAPODAGLIO, M. IMBRIANI

Criteri applicativi del metodo OCRA nella valutazione dell'assemblaggio strutturale degli aeromobili: dati preliminari

C. ARRIGONI, R. CARUSO, F. CAMPANELLA, F. GIGLI BERZOLARI, D. MIAZZA, G. PELISSERO

Investigating burnout situations, nurses' stress perception and effect of a post-graduate education program in health care organizations of northern Italy: a multicenter study

S. SALERNO, L. DIMITRI, L. LIVIGNI, A. MAGRINI, I. FIGÀ TALAMANCA

Salute mentale in ospedale.

Analisi delle condizioni di rischio per reparto, età e genere orientata alla costruzione di buone pratiche per la salute delle infermiere

M. LOI, B. BELLÒ, V. MATTANA

Valutazione del rischio stress lavoro correlato: il caso di una pubblica amministrazione

Marcello Imbriani, Umberto Maugeri

ELEMENTI DI MEDICINA DEL LAVORO

II edizione

ISBN 978-88-548-6886-1, formato 17 x 24 cm, 232 pagine, 12 euro, Aracne Editrice



QUADERNI DI MEDICINA DEL LAVORO, ERGONOMIA E TERAPIA OCCUPAZIONALE / 3

Marcello Imbriani
Umberto Maugeri

ELEMENTI DI MEDICINA DEL LAVORO

II EDIZIONE

con la collaborazione di
Giuseppe Taino, Enrico Oddone



GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

<http://www.aracneeditrice.it/aracneweb/index.php/rivista.html?col=GIMLE>

Rivista di **Medicina del Lavoro** (Medicina Occupazionale e Ambientale, Igiene del Lavoro, Tossicologia Occupazionale) ed **Ergonomia** (Rapporto Uomo/Lavoro, Riabilitazione Occupazionale, Terapia Occupazionale, Psicologia del Lavoro, Ergonomia)

Rivista indicizzata da: Index Medicus, Excerpta Medica, Scopus

Direttore

MARCELLO IMBRIANI
Università degli Studi di Pavia
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe Abbritti
Università di Perugia

Pietro Apostoli
Università di Brescia

Francesco Barale
Università di Pavia

Massimo Bovenzi
Università di Trieste

Stefano M. Candura
Università di Pavia

Luca Chiovato
Università di Pavia

Paolo Crosignani
Università di Pavia

Vincenzo Cupelli
Università di Firenze

Elena Grignani
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Gianni Giorgi
Fondazione Maugeri, IRCCS

Sergio Iavicoli
INAIL

Piero Maestrelli
Università di Padova

Cristina Montomoli
Università di Pavia

Antonio Mutti
Università di Parma

Giacomo Muzi
Università di Perugia

Fabrizio Pavone
Azienda Ospedaliera
Provincia di Pavia

Gabriele Pelissero
Università di Pavia

Enrico Pira
Università di Torino

Pieluigi Politi
Università di Pavia

Alfredo Raglio
Università di Pavia

Pietro Sartorelli
Università di Siena

Leonardo Soleo
Università di Bari

Francesco Tomei
Università di Roma 1 La Sapienza

Francesco Violante
Università di Bologna

Livia Visai
Università di Pavia

COMITATO DI REDAZIONE

Giacomo Bazzini
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Edda Capodaglio
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Roberto Colombo
Fondazione S. Maugeri, Pavia

Daniilo Cottica
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Marco dell'Omo
Università di Perugia

Francesco Frigerio
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Francesco Gardinali
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Ines Giorgi
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Giandomenico Pinna
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Giulia Maria Stella
Fondazione Policlinico S. Matteo, IRCCS

Giuseppe Taino
Fondazione S. Maugeri, IRCCS

Segreteria scientifica: Enrico Oddone - E-mail enrico.oddone@unipv.it - Fax 0382-593796

Redazione: Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia - Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS
Istituto Scientifico di Pavia - Sezione di Medicina del Lavoro "Salvatore Maugeri" - Via Severino Boezio, 24 - 27100 PAVIA

Editore: PI-ME Editrice - Via Vigentina 136^A - Tel. 0382-572169 - Fax 0382-572102 - 27100 PAVIA
E-mail tipografia@pime-editrice.it



ABBONAMENTI 2015

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

CONDIZIONI DI ABBONAMENTO

Gli abbonamenti sono annuali e decorrono dal 1° gennaio al 31 dicembre di ogni anno. Il pagamento dell'abbonamento è anticipato. Gli abbonamenti non disdetti un mese prima della scadenza si intendono rinnovati. I fascicoli che per disguido non pervengano agli abbonati, vengono spediti gratuitamente in duplicato solo se richiesti entro un mese dalla data di pubblicazione.

PREZZO ABBONAMENTO ANNUO (4 fascicoli)

Italia (2015)	€ 60
Esteri (2015)	US \$ 120
1 fascicolo separato	€ 20 (US \$ 40)

Vogliate registrare il mio abbonamento per l'anno 2015

Tipografia PI-ME Editrice Srl

- Pagamento dell'importo di € _____
per bonifico su conto postale n. 57783284
- o
- Pagamento dell'importo di € _____
per mezzo di bonifico bancario **BANCA POPOLARE DI SONDRIO**
IBAN IT95 J056 9611 3000 0000 1420 X93

Si prega di trascrivere con cura l'indirizzo a cui si desidera ricevere la rivista ed eventuale corrispondenza.

Cognome _____ Nome _____

Titolo professionale e qualifica _____

Indirizzo _____

Codice Postale _____ Città _____

Inviare il seguente modulo di richiesta all'indirizzo:

Tipografia PI-ME Editrice Srl - Via Vigentina 136^A - 27100 PAVIA
Tel. 0382/572169 - E-mail: tipografia@pime-editrice.it

INDICE

Medicina del Lavoro

- | | | |
|--|----|---|
| E. Oddone, M. Imbriani | 5 | Stiamo sottovalutando i rischi occupazionali per le patologie neurodegenerative? |
| E.M. Garzillo, N. Miraglia, P. Pedata, D. Feola, N. Sannolo, M. Lamberti | 8 | Sclerosi laterale amiotrofica ed esposizione a metalli ed altri agenti di rischio di natura occupazionale/ambientale: stato dell'arte |
| A. Capozzella, A. Sancini, S. De Sio, Il. Samperi, B. Scala, R. Giubilati, N. Nardone, M.P. Schifano, G. Andreozzi, T. Casale, F. Tomei, G. Tomei, M.V. Rosati | 20 | Pressione arteriosa in lavoratori esposti a stressors urbani |
| D. Bellassai, A. Spinazzola, S. Silvestri | 26 | Stima della diffusione indoor di fibre di amianto con il modello diffusionale di Pasquill e Gifford per l'ambiente esterno |
| A. Battaglia, E. Lanza, A. Battaglia, F. Collino, E.M. Capodaglio, M. Imbriani | 32 | Criteri applicativi del metodo OCRA nella valutazione dell'assemblaggio strutturale degli aeromobili: dati preliminari |
| C. Arrigoni, R. Caruso, F. Campanella, F. Gigli Berzolari, D. Miazza, G. Pelissero | 39 | Investigating burnout situations, nurses' stress perception and effect of a post-graduate education program in health care organizations of northern Italy: a multicenter study |
| S. Salerno, L. Dimitri, L. Livigni, A. Magrini, I. Figà Talamanca | 46 | Salute mentale in ospedale.
<i>Analisi delle condizioni di rischio per reparto, età e genere orientata alla costruzione di buone pratiche per la salute delle infermiere</i> |
| M. Loi, B. Bellò, V. Mattana | 56 | Valutazione del rischio stress lavoro correlato: il caso di una pubblica amministrazione |

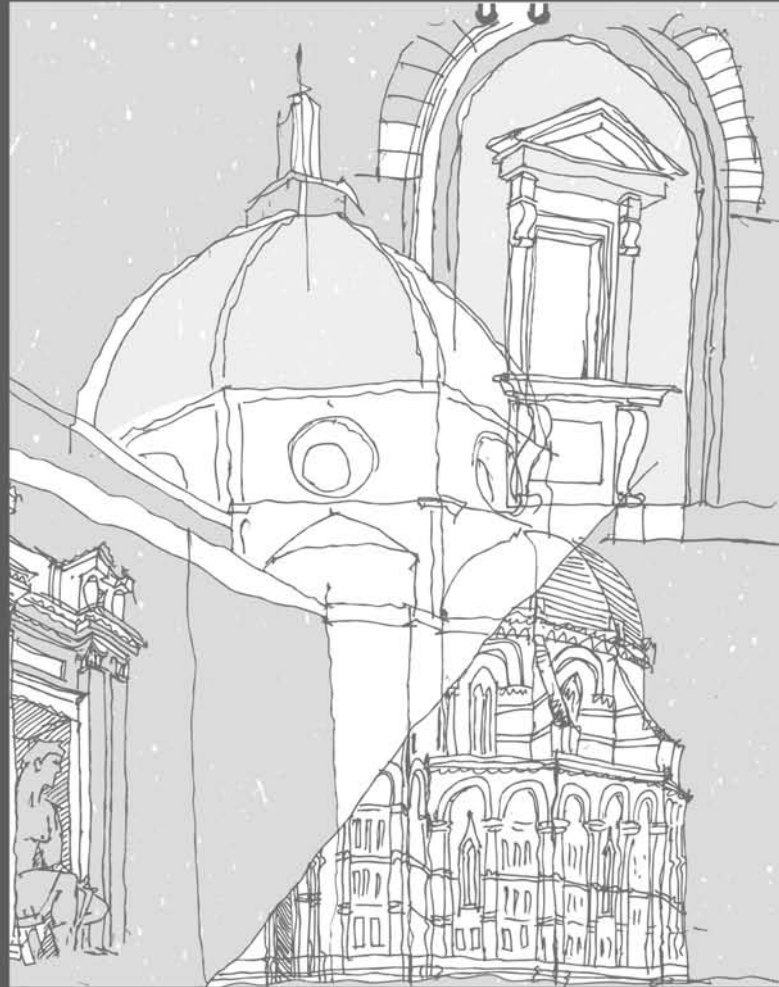
ERRATA CORRIGE

Si segnala che nell'articolo "**Crisi d'ansia reattiva e disturbo dell'adattamento cronico: un caso particolare di infortunio sul lavoro e di sospetta malattia professionale**" pubblicato sul Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia n. 2-2014, Aprile-Giugno (G Ital Med Lav Erg 2014; 36:2, 118-123) il nominativo corretto di una delle autrici è **Cristina PIZZUTO** invece di Cristina PEZZUTO.

La versione corretta del titolo con gli Autori è pertanto la seguente:

Giuseppe Taino, Cristina Pizzuto, Ennio Pucci, Marcello Imbriani

CRISI D'ANSIA REATTIVA E DISTURBO DELL'ADATTAMENTO CRONICO: UN CASO PARTICOLARE DI INFORTUNIO SUL LAVORO E DI SOSPETTA MALATTIA PROFESSIONALE



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PSICOGERIATRIA

150

Congresso Nazionale

Associazione Italiana di Psico geriatria

LA CURA DELL'ANZIANO
SFIDA IL FUTURO DELLA MEDICINA

**FIRENZE PALAZZO DEI CONGRESSI
16/18 APRILE 2015**

PROGRAMMA

Corso di Neuropsicologia	15 e 16 aprile
Corso per Assistenti Sociali	16 aprile
Corso per Podologi	16 aprile
Corso per Terapisti occupazionali	16 aprile
Convegno "Psicologia e anziani"	18 aprile
Workshop intersocietario "Il delirium"	18 aprile



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PSICOGERIATRIA

150

Congresso Nazionale

FIRENZE
16/18 APRILE 2015

CONSIGLIO DIRETTIVO AIP

PRESIDENTE
Marco Trabucchi

PRESIDENTE ONORARIO
Lodovico Frattola

PAST-PRESIDENT
Umberto Senin

VICE-PRESIDENTI
Carlo Caltagirone
Niccolò Marchionni
Elvezio Pirfo

SEGRETARIO-TESORIERE
Angelo Bianchetti

CONSIGLIERI
Raffaele Antonelli Incalzi (Roma)
Fabrizio Asioli (Reggio Emilia)
Alberto Cester (Dolo)
Erminio Costanzo (Catania)
Luc P. De Vreese (Modena)
Antonio Federico (Siena)
Nicola Ferrara (Napoli)
Giuseppe Fichera (AciCastello)
Marino Formilan (Dolo)
Marcello Imbriani (Pavia)
Giancarlo Logroscino (Bari)
Patrizia Mecocci (Perugia)
Fiammetta Monacelli (Genova)
Enrico Mossello (Firenze)

Leo Nahon (Milano)
Gianfranco Nuvoli (Genova)
Alessandro Padovani (Brescia)
Luigi Pernigotti (Torino)
Nicola R. Pizio (Lavagna)
Alice Pluderi (Torino)
Sandro Sorbi (Firenze)
Gianfranco Spalletta (Roma)
Flavio Vischia (Torino)
Giovanni Zuliani (Ferrara)

PRESIDENTI SEZIONI REGIONALI
Luisa Bartorelli (Roma)
Carlo Adriano Biagini (Pistoia)
Amalia Cecilia Bruni (Lamezia terme)
Vincenzo Canonico (Napoli)
Antonino Cotroneo (Torino)
Andrea Fabbo (Modena)
Luigi Ferrannini (Genova)
Albert March (Bolzano)
Paolo Francesco Putzu (Cagliari)
Renzo Rozzini (Brescia)
Francesco Scapati (Taranto)
Osvaldo Scarpino (Ancona)
Anna Laura Spinelli (Spoleto)
Gabriele Tripi (Trapani)
Claudio Vampini (Verona)

Enrico Oddone¹, Marcello Imbriani^{1,2}

Stiamo sottovalutando i rischi occupazionali per le patologie neurodegenerative?

¹ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Sezione di Medicina del Lavoro "Salvatore Maugeri", Università degli Studi di Pavia, Pavia

² Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, UO OML, Istituto di Pavia

RIASSUNTO. In questi ultimi anni un numero sempre maggiore di studi suggerisce che alcune patologie neurodegenerative potrebbero riconoscere alcune esposizioni occupazionali come fattori causali o concausali. Questi dati di letteratura appaiono essere maggiormente numerosi per il Morbo di Parkinson, la Sclerosi Multipla e la Sclerosi Laterale Amiotrofica, ma per nessuna di queste patologie esistono ad oggi evidenze definitive sul ruolo causale di specifiche esposizioni lavorative. Queste lacune appaiono in parte attribuibili alla complessa eziopatogenesi multifattoriale delle malattie stesse, ed in parte ascrivibili ad un ritardo della ricerca in questo campo, rispetto ad altre categorie nosologiche. Ciononostante, le evidenze disponibili obbligano ad approfondire lo studio nel campo delle cause professionali di malattie neurodegenerative, per poter solidamente basare eventuali interventi preventivi di patologie ad alto impatto sociale, sia in termini terapeutici che in termini di disabilità.

Parole chiave: rischi occupazionali, patologie neurodegenerative, morbo di parkinson, sclerosi multipla, sclerosi laterale amiotrofica.

ABSTRACT. ARE WE UNDERESTIMATING OCCUPATIONAL RISKS FOR NEURODEGENERATIVE DISEASES? In recent years a great number of studies suggests that occupational exposures could play a role in the onset of some neurodegenerative diseases. The literature data are more numerous for Parkinson's disease, Multiple Sclerosis and Amyotrophic Lateral Sclerosis, although to date no specific occupational exposure was proved to be a definite causal factor. This lack of information is attributable both to the complex pathogenesis of these diseases and to a delay regarding this field of research with respect to others pathologies. Nevertheless, available evidence oblige researchers to deepen the studies of occupational exposures as risk factors of neurodegenerative diseases, in order to provide a solid basis possible preventive measures for a class of pathologies with high social impact, both in terms of therapies and in terms of disability.

Key words: occupational risks, neurodegenerative diseases, parkinson disease, multiple sclerosis, amyotrophic lateral sclerosis.

Introduzione

Le patologie neurodegenerative sono un gruppo nosologico di grande ampiezza che comprende al suo interno forme cliniche assai diverse, molte delle quali di grande impatto sia in termini di mortalità, sia in termini di disabilità. Nonostante questo, sembra che le patologie neurodegenerative restino in qualche modo nell'ombra, in secondo piano nella considerazione dei medici rispetto al cancro, al diabete o all'infarto (1).

Alcune di questi disturbi neurologici, come ad esempio la sclerosi multipla (SM), la sclerosi laterale amiotrofica (SLA), il morbo di Parkinson (MP), sembrano possedere anche delle cause o concause occupazionali, tanto da spingere alcuni autori a chiedersi se non siamo di fronte all'inizio di una nuova fase epidemiologica, riguardante appunto le patologie neurodegenerative (2). Sicuramente, siamo di fronte ad un aumento del numero degli studi scientifici dedicati all'argomento (2) che però, al momento, non hanno ancora dimostrato un nesso causale certo tra specifiche esposizioni professionali e determinate patologie neurologiche. A questo proposito, è comunque suggestivo osservare come, almeno per la SLA (3) e per il MP (4), l'incidenza sia maggiore nel sesso maschile, circostanza generalmente interpretabile come indice di soggiacenti cause occupazionali.

Metodi e limiti della ricerca epidemiologica sulle patologie neurodegenerative

Lo studio epidemiologico dei possibili determinanti occupazionali delle patologie neurodegenerative appare limitato da alcuni problemi intrinseci.

La definizione e l'identificazione dei "casi" non è sempre agevole e l'utilizzo di alcune fonti di dati come i certificati di morte possono condurre ad una sottostima del fenomeno, soprattutto nei grandi studi di coorte a livello nazionale (5). Infatti, i registri di patologia, che consentirebbero una migliore qualità del dato di incidenza, quando presenti sono limitati a porzioni territoriali contenute, con coperture di popolazione su base provinciale o regionale. Inoltre, gli studi prospettici di coorte, che pure stanno cominciando a fornire risultati (6), generalmente richiedono un certo tempo prima di poter generare stime del rischio affidabili, mentre l'approccio di coorte storica implica la

ricostruzione di esposizioni probabilmente anche lontane nel tempo, analogamente a quanto avviene per le neoplasie professionali, i cui dati non sono sempre di facile acquisizione.

A questo si aggiunge che in molti casi le esposizioni ad alcuni sospetti agenti causali (solventi, metalli, fumi di saldatura, pesticidi, campi elettromagnetici) non sono circoscrivibili a grandi impianti industriali, ma si presentano parcellizzate in numerose attività industriali di medie-piccole dimensioni, oltre ad interagire tra loro e con altri in modi spesso difficilmente districabili.

Un vantaggio in termini di tempi e di costi si potrebbe ottenere con un approccio di tipo caso-controllo di popolazione, anche con l'utilizzo di sistemi di record-linkage mutati da altri ambiti applicativi (7), mentre le problematiche relative alla qualità del dato non risulterebbero sostanzialmente mutate da un diverso disegno dello studio.

Inoltre, i meccanismi biologici soggiacenti alle manifestazioni cliniche della gran parte delle patologie neurodegenerative non sono al momento del tutto compresi e l'iter diagnostico è spesso basato sulle caratteristiche sintomatologiche, le quali talvolta possono essere comuni a diverse entità nosologiche, non consentendo quindi una agevole diagnosi differenziale (8). Ciononostante, le evidenze di letteratura disponibili sui meccanismi patologici che agiscono in questo gruppo di malattie degenerative sembrano fornire un razionale biologico che renda conto del potere neurotossico di alcune esposizioni professionali: distruzione della barriera emato-encefalica, stress ossidativo, aggregazione proteica, disfunzione mitocondriale sarebbero processi di danno comuni alle diverse patologie neurodegenerative (9).

Panoramica dei principali risultati

I limiti che possiede la ricerca in ambito epidemiologico rispetto a questo tema non ci consentono comunque di ignorarne i risultati.

Una delle patologie maggiormente studiate dal punto di vista delle esposizioni professionali è probabilmente il *Morbo di Parkinson* (9). Scarse evidenze, e non del tutto convincenti, esistono sul ruolo causale di alcuni metalli (ferro, piombo e rame) (10). Molto più solide le prove a carico delle esposizioni professionali a manganese, anche se la sindrome che ne deriva (manganismo) possiede caratteristiche clinico-patologiche che lo differenziano dalla forma tipica di MP (11). Inoltre, una recente metanalisi (12) evidenzia piuttosto chiaramente l'effetto dell'esposizione a solventi, pesticidi ed erbicidi, in particolare il paraquat a cui si potrebbe aggiungere il rotenone (10).

Analogamente al MP, anche la *Sclerosi Multipla* è stata oggetto di un cospicuo numero di studi già a partire dagli anni '80, i cui risultati sono, in molti casi, limitati da problematiche metodologiche (13). Quella a solventi organici è, a tutt'oggi, l'esposizione maggiormente indiziata per l'aumento del rischio di SM nei lavoratori, sia negli studi internazionali (14-18), sia in quelli condotti nel nostro paese (19-21), pur in presenza di studi che non evidenziano associazione (22-26). Inoltre, più recentemente, qualche evidenza emerge dalla letteratura scientifica anche per le esposizioni nel settore agricolo, sia nelle attività di coltivazione che di allevamento (21, 27, 28).

Le patologie del motoneurone, in particolare la *Sclerosi Laterale Amiotrofica*, sono state particolarmente studiate fino ad oggi nei loro aspetti ereditari e genetici, benché la grande maggioranza dei casi sia in realtà di natura "sporadica" (2). Un parte minoritaria degli studi scientifici è stata dedicata all'approfondimento delle possibili cause occupazionali della SLA, indagando di volta in volta possibili relazioni con le esposizioni a pesticidi (29), formaldeide (30), campi elettromagnetici (31), metalli (32), bromuro di metile (33), trovando risultati ad oggi non conclusivi. In senso più ampio, anche alcune categorie professionali come i militari (34, 35), gli agricoltori (36) e gli sportivi (in particolare i calciatori) (37, 38) sembrano possedere rischi aumentati di SLA.

Un minor numero di studi è stato dedicato allo studio dei possibili fattori occupazionali di rischio per le demenze in generale e per la loro forma più diffusa, la *malattia di Alzheimer* (39). Ciononostante è stata ipotizzata una azione neurotossica correlata con la genesi della patologia per alcuni metalli come alluminio, piombo, rame e zinco (9) e alcune esposizioni professionali (a pesticidi, erbicidi, gomma) (8), senza trovare al momento forti associazioni causali.

Infine, la *neuropatia periferica* appare essere correlata con le esposizioni occupazionali a piombo, mercurio, arsenico, acrilamide, pesticidi e solventi organici, mentre queste ultime sembra giocare un ruolo causale nella *encefalopatia tossica cronica indotta da solventi* (2).

Conclusioni

L'intensa attività di ricerca, e le relative pubblicazioni, che nelle scorse decadi ha caratterizzato lo studio delle cause professionali delle neoplasie e delle patologie respiratorie ha sopravanzato generalmente la stessa attività per le patologie neurodegenerative, rimaste in ombra rispetto ad altri gruppi nosologici. Dalla seconda metà degli anni 2000 si è però assistito ad una inversione di tendenza con un superamento quantitativo degli studi sulle patologie neurodegenerative rispetto ad altri argomenti di ricerca in medicina occupazionale (2), dovuto al sempre maggiore interesse per la tematica. Il mosaico di risultati che è derivato da questa attività è al momento di non agevole interpretazione per la grande variabilità di numero, qualità e risultati dei vari studi condotti, ma non per questo è privo di interesse e ignorabile.

La profusione di sforzi di analisi delle esposizioni professionali a sospetti cancerogeni, condotta soprattutto negli ultimi quarant'anni, ha portato a stimare, in alcuni contesti, un proporzione variabile dal 4 al 10% di tutti i tumori maligni come causata da esposizioni avvenute sui luoghi di lavoro (40).

Un simile lavoro per le malattie neurodegenerative è tutto da iniziare, a partire dalla serietà del problema e dell'interesse della tematica che i dati fino ad ora disponibili indicano. Una maggiore attenzione da parte della comunità scientifica, anche italiana, sicuramente determinerebbe nel tempo un superamento delle problematiche che limitano le conclusioni degli studi disponibili: l'affidabilità

delle basi di dati, gli opportuni tempi di osservazione, l'analisi dei meccanismi etiopatogenetici.

Tutto questo appare, a nostro avviso, non soltanto auspicabile, ma doveroso per poter aumentare le conoscenze e promuovere le eventuali misure preventive in un campo, quello delle patologie neurodegenerative appunto, con rilevanti problematiche non solo in termini di mortalità e morbilità, ma anche di disabilità.

Bibliografia

- 1) Neurological diseases remain neglected and ignored. *The Lancet* 2012; 379(9813): 287.
- 2) Pearce N, Kromhout H. Neurodegenerative disease: The next occupational disease epidemic? *Occupational and Environmental Medicine* 2014; 71(9): 594-595.
- 3) Soriani MH, Desnuelle C. Epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis. *Rev Neurol (Paris)* 2009; 165(8-9): 627-40.
- 4) Taylor KS, Cook JA, Counsell CE. Heterogeneity in male to female risk for Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78(8): 905-6.
- 5) Huss A, Spoerri A, Egger M, Rööslä M, Swiss National Cohort Study. Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. *Am J Epidemiol* 2009; 169(2): 167-75.
- 6) Doyle P, Brown A, Beral V, Reeves G, Green J. Incidence of and risk factors for motor neurone disease in UK women: a prospective study. *BMC Neurol* 2012; 12: 25.
- 7) Crosignani P, Massari S, Audisio R, Amendola P, Cavuto S, Scaburri A, Zambon P, Nedoclan G, Stracci F, Pannelli F, Vercelli M, Miligi L, Imbriani M, Berrino F. The Italian surveillance system for occupational cancers: Characteristics, initial results, and future prospects. *Am J Ind Med* 2006; 49(9): 791-798.
- 8) Brown RC, Lockwood AH, Sonawane BR. Neurodegenerative diseases: an overview of environmental risk factors. *Environ Health Perspect* 2005; 113(9): 1250-6.
- 9) Cannon JR, Greenamyre JT. The role of environmental exposures in neurodegeneration and neurodegenerative diseases. *Toxicol Sci* 2011; 124(2): 225-50.
- 10) Lai BC, Marion SA, Teschke K, Tsui JK. Occupational and environmental risk factors for Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2002; 8(5): 297-309.
- 11) Olanow CW. Manganese-induced parkinsonism and Parkinson's disease. *Ann N Y Acad Sci* 2004; 1012: 209-23.
- 12) Pezzoli G, Cereda E. Exposure to pesticides or solvents and risk of Parkinson disease. *Neurology* 2013; 80(22): 2035-41.
- 13) Marrie RA. Environmental risk factors in multiple sclerosis aetiology. *Lancet Neurol* 2004; 3(12): 709-18.
- 14) Landtblom AM, Flodin U, Karlsson M, Pålhagen S, Axelson O, Söderfeldt B. Multiple sclerosis and exposure to solvents, ionizing radiation and animals. *Scand J Work Environ Health* 1993; 19(6): 399-404.
- 15) Nelson NA, Robins TG, White RF, Garrison RP. A case-control study of chronic neuropsychiatric disease and organic solvent exposure in automobile assembly plant workers. *Occup Environ Med* 1994; 51(5): 302-7.
- 16) Landtblom AM, Flodin U, Söderfeldt B, Wolfson C, Axelson O. Organic solvents and multiple sclerosis: a synthesis of the current evidence. *Epidemiology* 1996; 7(4): 429-33.
- 17) Riise T, Moen BE, Kyvik KR. Organic solvents and the risk of multiple sclerosis. *Epidemiology* 2002; 13(6): 718-20.
- 18) Flodin U, Landtblom AM, Axelson O. Multiple sclerosis in nurse anaesthetists. *Occup Environ Med* 2003; 60(1): 66-8.
- 19) Amaducci, L., et al., Multiple sclerosis among shoe and leather workers: an epidemiological survey in Florence. *Acta Neurol Scand* 1982;65(2): 94-103.
- 20) Casetta I, Granieri E, Malagù S, Tola MR, Paolino E, Caniatti LM, Govoni V, Monetti VC, Fainardi E. Environmental risk factors and multiple sclerosis: a community-based, case-control study in the province of Ferrara, Italy. *Neuroepidemiology* 1994;13(3): 120-8.
- 21) Oddone E, Scaburri A, Modonesi C, Montomoli C, Bergamaschi R, Crosignani P, Imbriani M. Multiple sclerosis and occupational exposures: results of an explorative study. *G Ital Med Lav Ergon* 2013; 35(3): 133-7.
- 22) Juntunen J, Kinnunen E, Antti-Poika M, Koskenvuo M. Multiple sclerosis and occupational exposure to chemicals: a co-twin control study of a nationwide series of twins. *Br J Ind Med* 1989; 46(6): 417-9.
- 23) Hopkins RS, Indian RW, Pinnow E, Conomy J. Multiple sclerosis in Galion, Ohio: prevalence and results of a case-control study. *Neuroepidemiology* 1991; 10(4): 192-9.
- 24) Grønning M, Albrektsen G, Kvåle G, Moen B, Aarli JA, Nyland H. Organic solvents and multiple sclerosis: a case-control study. *Acta Neurol Scand* 1993; 88(4): 247-50.
- 25) Mortensen JT, Bronnum-Hansen H, Rasmussen K. Multiple sclerosis and organic solvents. *Epidemiology* 1998; 9(2): 168-171.
- 26) Zorzon M, Zivadnov R, Nasuelli D, Dolfini P, Bosco A, Bratina A, Tommasi MA, Locatelli L, Cazzato G. Risk factors of multiple sclerosis: a case-control study. *Neurol Sci* 2003; 24(4): 242-7.
- 27) Horwitz H, Ahlgren B, Naerum E. Effect of occupation on risk of developing MS: an insurance cohort study. *BMJ Open* 2013; 3(6).
- 28) Valery PC, Lucas RM, Williams DB, Pender MP, Chapman C, Coulthard A, Dear K, Dwyer T, Kilpatrick TJ, McMichael AJ, van der Mei I, Taylor BV, Ponsoby AL. Occupational exposure and risk of central nervous system demyelination. *Am J Epidemiol* 2013; 177(9): 954-61.
- 29) Sutedia NA, Veldink JH, Fischer K, Kromhout H, Heederik D, Huisman MH, Wokke JH, van den Berg LH. Exposure to chemicals and metals and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review. *Amyotroph Lateral Scler* 2009; 10(5-6): 302-9.
- 30) Pinkerton LE1, Hein MJ, Meyers A, Kamel F. Assessment of ALS mortality in a cohort of formaldehyde-exposed garment workers. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2013; 14(5-6): 353-5.
- 31) Zhou H1, Chen G, Chen C, Yu Y, Xu Z. Association between extremely low-frequency electromagnetic fields occupations and amyotrophic lateral sclerosis: a meta-analysis. *PLoS One* 2012; 7(11): e48354.
- 32) Vinceti M, Bottecchi I, Fan A, Finkelstein Y, Mandrioli J. Are environmental exposures to selenium, heavy metals, and pesticides risk factors for amyotrophic lateral sclerosis? *Rev Environ Health* 2012; 27(1): 19-41.
- 33) Shaw I. Motor neurone disease - a methyl bromide exposure cluster points to a causal mechanism. *Hum Exp Toxicol* 2010; 29(3): 241-2.
- 34) Barth SK, Kang HK, Bullman TA, Wallin MT. Neurological mortality among U.S. veterans of the Persian Gulf War: 13-year follow-up. *Am J Ind Med* 2009; 52(9): 663-70.
- 35) Weisskopf MG, O'Reilly EJ, McCullough ML, Calle EE, Thun MJ, Cudkovic M, Ascherio A. Prospective study of military service and mortality from ALS. *Neurology* 2005; 64(1): 32-7.
- 36) Furby A, Beauvais K, Kolev I, Rivain JG, Sébille V. Rural environment and risk factors of amyotrophic lateral sclerosis: a case-control study. *J Neurol* 2010; 257(5): 792-8.
- 37) Chiò A, Benzi G, Dossena M, Mutani R, Mora G. Severely increased risk of amyotrophic lateral sclerosis among Italian professional football players. *Brain* 2005; 128(Pt 3): 472-6.
- 38) Chiò A, Calvo A, Dossena M, Ghiglione P, Mutani R, Mora G. ALS in Italian professional soccer players: the risk is still present and could be soccer-specific. *Amyotroph Lateral Scler* 2009; 10(4): 205-9.
- 39) Brookmeyer R, Johnson E, Ziegler-Graham K, Arrighi HM. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*, 2007; 3(3): 186-91.
- 40) Mannetje A, Pearce N. Quantitative estimates of work-related death, disease and injury in New Zealand. *Scand J Work Environ Health* 2005; 31(4): 266-76.

Corrispondenza: Enrico Oddone, MD - Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Sezione di Medicina del Lavoro "Salvatore Maugeri", Università degli Studi di Pavia, Via Severino Boezio 24, 27100 Pavia, Italy; Tel. +390382592838; Fax: +390382592839; E-mail: enrico.oddone@unipv.it

Elpidio Maria Garzillo, Nadia Miraglia, Paola Pedata, Daniela Feola, Nicola Sannolo, Monica Lamberti

Sclerosi laterale amiotrofica ed esposizione a metalli ed altri agenti di rischio di natura occupazionale/ambientale: stato dell'arte

Department of Experimental Medicine - Section of Hygiene, Occupational Medicine and Forensic Medicine - Occupational Medicine Area - Second University of Naples, Italy

RIASSUNTO. Nella letteratura scientifica recente ha acquisito sempre più importanza lo studio dell'esposizione occupazionale ed ambientale in relazione allo sviluppo della Sclerosi Laterale Amiotrofica (SLA), una patologia neurodegenerativa a prognosi infausta caratterizzata dalla degenerazione dei motoneuroni. Lo scopo del lavoro di revisione è stato quello di valutare lo stato delle conoscenze sul tema, focalizzando l'attenzione su alcune esposizioni occupazionali o ambientali ed in particolar modo sull'esposizione a metalli pesanti. Sono stati selezionati articoli di ricerca in base a parole-chiave ed anno di pubblicazione, includendo studi che lasciano ipotizzare un'associazione tra esposizione e meccanismi di danno neuronale connessi all'insorgenza di SLA. La revisione effettuata mostra che anche se la produzione scientifica ha incrementato sempre più l'interesse per la valutazione delle cause extragenetiche di insorgenza SLA, ancora pochi sono i lavori riguardanti lo studio accurato delle attività lavorative dei singoli pazienti, inoltre, ancora carenti sono le deduzioni che si possono ad oggi trarre circa l'eventuale connessione tra esposizione occupazionale a fattori di rischio ed insorgenza di degenerazione motoneuronale.

Parole chiave: Sclerosi Laterale Amiotrofica, esposizione occupazionale/ambientale, metalli.

ABSTRACT. EXPOSURE TO METALS AND OTHER OCCUPATIONAL/ENVIRONMENTAL RISK AGENTS RELATED TO AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS: A REVIEW OF LITERATURE.
In recent years, scientific literature has been giving more and more importance to the study of the occupational/environmental exposure to risk agents related to the onset of Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS), a neurodegenerative disease characterized by progressive muscular paralysis reflecting degeneration of motor neurons in the primary motor cortex. Aim of this work is to verify the state of art about the eventual role of occupational/environmental exposure to risk agents. Selected articles, on the basis of keywords, year of publication and topics, are related to occupational and environmental exposure to xenobiotics, and, in particular, to the exposure to heavy metals that could lead to neuronal damage mechanisms involved in ALS onset. The review shows that although the scientific production has increased the interest in the evaluation of extra-genetic causes of ALS onset, there are still few studies concerning the careful study of the work activities of the individual patient, and the inferences that can be drawn to date about the possible connection between occupational exposure to risk factors and the onset of ALS are still lacking.

Key words: Amyotrophic Lateral Sclerosis, occupational and environmental exposure, metals.

Introduzione

La sclerosi laterale amiotrofica (SLA) è una rara e severa patologia del sistema motorio dovuta alla degenerazione della via piramidale e dei motoneuroni somatici.

I criteri per la definizione della SLA sono stati stabiliti ad El Escorial nel 1998 e rivisti ad Airly House nel 2000 e poi ad Awaji-shima dalla World Federation of Neurology (1). Le ipotesi fisiopatologiche elaborate per spiegare la neurodegenerazione che conduce alla SLA non sono ancora completamente definite: recenti ricerche hanno focalizzato l'attenzione sul ruolo di alterazioni genetiche eventualmente associate a fattori ambientali esterni; grazie al lavoro di alcuni autori si è giunti all'osservazione di una piccola percentuale di pazienti affetti dalla forma familiare di SLA (6-10%), trasmissibile come carattere autosomico recessivo o dominante (2). Nel 25% dei pazienti affetti dalla forma familiare è evidenziabile una mutazione puntiforme del gene che codifica per la superossido-dismutasi (SOD) 1, localizzato sul cromosoma 21 (3, 4).

Anche se in passato la SLA era definita come patologia neurodegenerativa ad esclusivo interesse motorio, crescenti evidenze in letteratura hanno supportato la nuova ipotesi di SLA come malattia multisistemica che colpisce anche le funzioni esecutive, comportamentali, il linguaggio e vari altri domini cognitivi, funzionalmente associati, in genere, ai lobi temporali e frontali (5).

La SLA presenta una prognosi particolarmente infausta, con un'incidenza tra 0,4 e 2,5 casi per 100000/anno e un tasso di mortalità tra 0,8 e 2,1/100000. Si tratta di una patologia dell'età adulta, con aumento dell'incidenza correlata all'aumentare dell'età (6). Nell'analisi dei lavori epidemiologici che studiano la prevalenza e l'incidenza della patologia è possibile notare un notevole intervallo di variazione del tasso di incidenza, in gran parte spiegato dai differenti metodi utilizzati per l'individuazione dei casi e dalle dimensioni del campione (7). La prevalenza per la SLA è pari a circa 6-8 casi/100000 abitanti, cioè circa 4500 persone ammalate di SLA in Italia. L'età media di esordio è di circa 65 anni, con un picco di incidenza fra i 64 e i 75 anni in entrambi i sessi. Questo porta a considerare la malattia come una patologia propria dell'età avanzata; tuttavia, sono relativamente frequenti anche i casi con esordio in età giovanile (sotto i 40 anni), che presen-

tano un decorso clinico assai più benigno rispetto ai casi con esordio in età adulta (8).

L'incremento osservazionale della patologia può essere probabilmente attribuito sia ad un miglioramento nell'accuratezza dei certificati di morte, sia ad una maggiore conoscenza dei meccanismi fisiopatologici relativi ai fattori di rischio associati, tra cui, per quanto concerne le esposizioni occupazionali ed ambientali, sono stati individuati campi elettromagnetici, esposizione a policlorobifenili, metalli e pesticidi, tabagismo, traumi cranici e professioni che richiedono grossi sforzi fisici (8, 9).

In particolare, in ambito internazionale, negli ultimi anni ha acquisito sempre maggiore rilevanza lo studio del ruolo dei fattori occupazionali nell'ambito dell'insorgenza delle patologie neurodegenerative, considerando anche fattori di rischio 'non convenzionali', quali, ad esempio, il particolato ultrafine connesso con la genesi di accumulo e verosimile danno alle cellule neuronali (10, 11) o nel caso di alcuni metalli che potrebbero essere coinvolti nei meccanismi di sviluppo di patologie neurodegenerative.

Materiali e Metodi

La revisione della letteratura attualmente disponibile in ambito scientifico è stata suddivisa in due fasi. La prima fase ha riguardato la raccolta degli articoli inerenti all'argomento oggetto di studio, in termini di fisiopatologia della SLA e dati epidemiologici, focalizzando l'attenzione circa l'esposizione ambientale/occupazionale a fattori di rischio neurodegenerativi con particolare tropismo per i motoneuroni. Successivamente gli autori si sono dedicati alla selezione degli articoli raccolti, delineando criteri di scelta e di esclusione dalla trattazione. I criteri di scelta utilizzati sono stati: anno di pubblicazione non precedente al 1988 (range di anni 1988-2014); motori di ricerca, database "medici" quali PubMed/Medline e Cochrane Database of Systematic Reviews; la ricerca di articoli rilevanti nelle banche dati on-line è stata effettuata utilizzando le parole chiave, "ALS/occupational exposure", "ALS/occupational disease", "environmental/ALS", "heavy metals/ALS".

Sono stati adottati i seguenti criteri di esclusione: articoli inerenti esclusivamente all'esposizione ambientale, senza alcun accenno all'esposizione occupazionale o ad aree di residenza precedentemente interessate da un forte

insediamento industriale; articoli riguardanti terapie occupazionali. Un ulteriore criterio di selezione è stato applicato ai lavori relativi al periodo 1988-2000, revisionato al solo scopo di includere nello studio le conoscenze, già da tempo accreditate dalla comunità scientifica, circa i meccanismi di neurotossicità degli agenti di rischio presi in esame; relativamente al periodo 1988-2000 sono state quindi selezionate pubblicazioni esaustive o complementari (evitando sovrapposizioni e studi condotti a conferma di precedenti evidenze).

Il lavoro è stato articolato in due fasi, una prima fase caratterizzata dalla raccolta degli studi presenti in letteratura, ed una seconda fase riguardante la valutazione critica degli stessi studi, evidenziando il rapporto tra settori lavorativi ed insorgenza della SLA e tra esposizione ai metalli (ed altri elementi chimici quali il Selenio) e malattia dei motoneuroni; la selezione operata per quest'ultimo argomento ha tenuto comunque conto dell'interesse in ambito occupazionale. Tale attenta analisi della letteratura ha permesso lo sviluppo, nei risultati, di due tematiche fondamentali, ovvero la SLA ed il settore lavorativo e la correlazione tra tale degenerazione motoneuronale e l'esposizione ai suddetti metalli.

Risultati

Il numero di lavori ottenuti considerando i criteri di inclusione suesposti è stato pari a 400 circa; tale numero si è ridotto a 142 secondo i criteri di esclusione sopracitati. I lavori selezionati hanno permesso di suddividere la trattazione in due macro tematiche: SLA associata all'esposizione occupazionale in genere, e SLA associata all'esposizione di agenti neurotossici, quali i metalli in particolare.

Settori lavorativi

La revisione ha permesso di analizzare in dettaglio alcuni argomenti fondamentali in merito all'associazione tra settore lavorativo e insorgenza di SLA. Sono stati analizzati oltre 50 articoli selezionati in base ai criteri sopracitati: l'analisi degli stessi ha permesso di suddividere il lavoro secondo alcuni aspetti caratteristici. I dati dettagliati e riepilogativi presenti in questo paragrafo sono riportati in tabella I.

Tabella I. Principali articoli scientifici inerenti il rapporto tra SLA ed esposizioni professionali

Esposizioni occupazionali e rischio SLA	Range anno	CIT
Studi epidemiologici di correlazione tra esposizioni ambientali ed occupazionali ed insorgenza di SLA	1991 - 2013	7;9;12-25;27;35
Esposizione a Pesticidi	2001 - 2012	28-37
Studi effettuati in lavoratori del settore industriale	1997 - 2014	40-46
Studi effettuati su lavoratori in ambito militare	2002 - 2009	47-50
Esposizione ad attività sportive intense, traumatiche, ipossia	1997 - 2014	39-40;51-59
Esposizione a campi elettromagnetici	2002 - 2012	60-68
Aspetti critici della ricerca e nuove proposte metodologiche	2009 - 2014	68;70-72;132;138-142

In primo luogo, è da evidenziare la forte presenza di articoli che riguardano il settore agricolo; tali lavori sono, per la maggior parte, studi epidemiologici svolti in ambito internazionale e nazionale, altri focalizzano l'attenzione, in termini tossicologici, sull'azione dei pesticidi a cui tale settore lavorativo espone; la presente trattazione ha selezionato un totale di 10 articoli in merito a tale argomento.

Per il settore dei servizi e per quello industriale abbiamo incluso 9 lavori: si tratta, perlopiù, di lavori epidemiologici o meta-analisi degli stessi.

Alcune evidenze scientifiche ipotizzano una possibile associazione tra la patologia ed adibizioni a specifiche attività lavorative: gli addetti alla produzione di impianti di produzione elettrica (4 articoli selezionati), gli atleti (9 articoli), i militari (4 articoli), gli esposti a campi elettromagnetici (6 articoli) e gli addetti alla produzione di batterie al nichel cadmio (come riportato nella sezione 'metalli'), sembrano presentare, in linea generale, un rischio maggiore di insorgenza di patologia.

Metalli

Nella trattazione di tale argomento, si è potuto osservare che l'attenzione della comunità scientifica internazionale è in crescente aumento. Numerosi sono gli studi circa metalli pesanti ed altri elementi chimici che potrebbero essere implicati nell'insorgenza della patologia.

Il Pb è uno dei metalli il cui potenziale neurotossico è maggiormente noto, in quanto largamente studiato fin dal passato; infatti gli articoli scientifici disponibili in letteratura, a differenza degli altri metalli analizzati, sono numerosissimi; sono stati selezionati nel presente studio 20 articoli in totale, di cui 13, effettuati *in vitro* o su modelli sperimentali, che descrivono i meccanismi alla base dell'azione neurotossica del metallo ed i restanti 7, rappresentati da studi epidemiologici o case-report. Tali studi hanno permesso, negli anni, di correlare l'esposizione a tale metallo alla presumibile insorgenza di patologia ed inoltre di ipotizzare verosimilmente i meccanismi fisiopatologici che sottendono alla degenerazione motoneuronale.

Per il Mn sono stati riportati 13 articoli, mentre dati più carenti provengono dallo studio dell'Al, circa la possibile correlazione con l'insorgenza della SLA (8 articoli).

L'ipotesi di possibile relazione tra esposizione ambientale/occupazionale a Selenio ed insorgenza di SLA è stata supportata negli anni da un crescente numero di evi-

denze, di cui più di un terzo prodotte negli ultimi 5 anni; la nostra revisione ha compreso 13 lavori a riguardo.

Lavori relativi ad altri metalli sono stati inclusi (13 articoli), pur tuttavia va specificato che sono carenti gli studi di medicina occupazionale, essendo per la maggior parte finalizzati alla costruzione di modelli sperimentali utili al fine di comprendere i meccanismi di danno neuronale; i lavori che gli autori ritengono maggiormente rappresentativi sono riassunti in tabella II.

Discussione

Dalla fine degli anni 80 ad oggi, le conoscenze circa i meccanismi fisiopatologici delle malattie neurodegenerative hanno portato allo sviluppo di ipotesi epigenetiche circa l'insorgenza e lo progressione della degenerazione motoneuronale: da allora, la letteratura scientifica internazionale ha sviluppato, in maniera crescente, studi epidemiologici e di esposizione ambientale/occupazionale al fine di poter ricercare fattori di rischio associati alla malattia (12-19). Un'importante review di Sutedja et al. (20) ha mostrato le criticità di tutti i lavori prodotti fino ad allora (2006), quali, ad esempio, l'eterogeneità metodologica ed i diversi bias nella raccolta delle informazioni, delineando la necessità di studi ben disegnati, effettuati attraverso un'attenta valutazione standardizzata delle occupazioni indagate, al fine di fornire una risposta più definitiva sui fattori di rischio esogeni della SLA. Inoltre, gli stessi autori delineavano, tra i primi, alcuni settori lavorativi in cui gli studi mostravano una forte correlazione tra gli stessi settori e la SLA, quali, ad esempio atleti professionisti, elettricisti e militari.

Settori lavorativi

I principali lavori effettuati negli ultimi 15 anni hanno analizzato, attraverso studi epidemiologici, le possibili esposizioni ambientali, professionali ed i settori lavorativi connessi a tali esposizioni, al fine ricercare plausibili fattori di rischio correlabili con l'insorgenza della SLA (21-23). Studi epidemiologici sono stati realizzati nel corso degli anni, a partire dagli inizi degli anni '90 dello scorso secolo (24); tali studi sono stati effettuati anche sul territorio nazionale (25).

Attraverso la presente revisione, si è potuto constatare la descrizione di casi di patologia all'interno di specifici settori industriali, occorsi nell'industria dell'abbigliamento,

Tabella II. Principali articoli scientifici inerenti il rapporto tra SLA e metalli

Esposizioni a metalli e rischio SLA	Range anno	CIT
Esposizione a Pb: lavori su ipotesi di meccanismi di danno	1990 - 2013	73-79;83;88-92
Esposizione a Pb: lavori epidemiologici e case report	1992 - 2012	80-82;84-87
Esposizione a Mn: lavori su ipotesi di meccanismi di danno	2002 - 2012	100;101;103-105
Esposizione a Mn: studi epidemiologici e case reports	1989 - 2012	93-99;102
Studi sul Selenio	1998 - 2013	106-118
Studi sull'Alluminio	1992 - 2013	119-126
Alcuni studi su altri metalli (Hg, Cu-Zn)	1992 - 2013	114;124;127-137

to, in cui i lavoratori erano esposti a particolari sostanze (26), oppure occupati in diversi settori accomunati da una medesima esposizione, come nel caso dell'esposizione a scarico di motori diesel, descritta nello studio di Pamphlett et al. (27).

Più nello specifico, di seguito verranno analizzati selettivamente alcuni tra i più rappresentati settori lavorativi.

Da sempre il **settore agricolo** è ampiamente studiato per via dell'esposizione a numerose sostanze, quali, ad esempio, i pesticidi (28).

I **pesticidi**, in genere, sono da tempo indiziati come importanti fattori di rischio nella patogenesi della SLA, presentando caratteristiche tossicocinetiche e tossicodinamiche tali da produrre un danno maggiore sui motoneuroni periferici, pur considerando la malattia una patologia sistemica (29). Lavori epidemiologici circa l'esposizione a tali sostanze, effettuati anche dall'Istituto Superiore di Sanità sono stati condotti recentemente sul territorio italiano (30, 31).

Secondo alcuni studi, i fattori di rischio ipoteticamente coinvolti nella genesi della neurodegenerazione potrebbero essere specifici agenti chimici, tra cui fertilizzanti, erbicidi, fungicidi, insetticidi, ecc. (35, 36); in letteratura sono presenti lavori basati sullo studio dell'esposizione a tali sostanze la cui azione potrebbe innescare meccanismi di danno neuronale, portando all'insorgenza della SLA: tra questi, studi sull'esposizione ad acido 2,4 diclorofenossiacetico (32), ad insetticidi piretroidi (33), o ad altri metaboliti di composti organofosforici (34). Attualmente, è stata riportata un'insorgenza classica di patologia diffusa tra i lavoratori del settore agricolo, ipotizzando che non solo l'uso di fertilizzanti e pesticidi ma anche l'occorrenza di traumi derivanti dalle attività fisiche caratteristiche del lavoro agricolo – che espone ad un grosso impegno cardiometabolico e frequenti periodi di anaerobiosi – potrebbero essere annoverati come fattori di rischio nell'insorgenza della SLA (12). Una recente meta-analisi (2012), condotta valutando studi di correlazione tra esposizione ad agenti chimici in ambito agricolo e sviluppo di malattia, ha supportato la stretta relazione tra insorgenza della patologia ed attività lavorativa: il peso delle evidenze mostrava un forte legame con l'esposizione ai pesticidi (37).

In sintesi, da quanto riportato finora, si evidenzia che la maggior parte della letteratura scientifica inerente lo studio del rapporto tra l'ambito lavorativo e la SLA è caratterizzata da studi epidemiologici finalizzati alla valutazione di esposizioni note; ad esempio, tutti i lavori condotti da Malek e al. e riportati nella revisione sono rivolti in tal senso, con un focus specifico sull'azione dei pesticidi (e quindi tutti i settori lavorativi connessi al loro utilizzo), i quali sembrano svolgere un ruolo cruciale nello sviluppo e nella progressione di tale malattia neurodegenerativa.

Nel **settore dei servizi**, l'esposizione a xenobiotici provenienti dal traffico veicolare o i microtraumi vertebrali connessi alle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo durante la guida potrebbero rappresentare fattori concausali nell'insorgenza della patologia o nella sua anticipazione di esordio (38). Alcuni autori hanno verificato l'ipotesi secondo cui la malattia si sviluppa quando un'attività fisica

molto intensa e particolari esposizioni a diversi fattori di rischio si combinano con un assetto genetico che impedisce una risposta normale all'ipossia: è stato evidenziato, ad esempio, che una professione come quella del vigile del fuoco, che appunto associa una intensa attività fisica a episodi di ipossia, comporta un rischio doppio di contrarre la SLA rispetto a quello del resto della popolazione (39).

Nel **settore industriale**, l'eterogeneità dei fattori di rischio a cui i pazienti possono essere ipoteticamente esposti non permette di trarre una conclusione univoca che consenta di individuare un particolare fattore di rischio o una determinata attività lavorativa specificamente correlabile alla patologia in esame. Secondo studi epidemiologici (40), infatti, tra i fattori di rischio più comuni in ambito industriale, si ritrovano numerose sostanze, come ad esempio, metalli quali piombo, arsenico e tallio oppure l'acrilamide, gli esacarburi, il tricloroetilene, ecc.; in base ai dati di letteratura, è plausibile ipotizzare che la molteplicità di xenobiotici chimici e fisici, così come il lavoro usurante, spesso effettuato in turni, potrebbero essere concause nello sviluppo fisiopatogenetico della neurodegenerazione (12, 39). Diversi studi in passato hanno mostrato una lieve prevalenza di patologia ed un aumentato rischio di sviluppo SLA in alcuni determinati settori industriali quale quello dell'industria elettrica, in cui operano, ad esempio, elettricisti, installatori di energia elettrica e riparatori, operatori di centrali elettriche, manutentori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, macchinisti, installatori e riparatori telefonici (41, 42).

Tra queste attività lavorative, particolari evidenze sono state mostrate per gli addetti ad impianti di produzione di condensatori elettrici: studi epidemiologici, perlopiù statunitensi, hanno mostrato un aumento dei tassi di mortalità per patologie neoplastiche e neurodegenerative, tra cui la SLA, probabilmente correlabili all'esposizione a bifenili (43, 44).

Altri dati interessanti provengono dallo studio di soggetti esposti a shock elettrici in occasione di lavoro (45); tuttavia questi dati sono stati confutati recentemente da una review sistematica (46), in cui tutte le evidenze analizzate nuovamente non supportavano adeguatamente una relazione causale tra SLA ed esposizione a shock elettrici (di natura infortunistica o altro).

Altre peculiari attività o settori lavorativi, sono stati esaminati nel corso degli anni; tali studi, prevalentemente epidemiologici, hanno interessato settori ove esiste una molteplicità di esposizioni a xenobiotici o ad eventi traumatici, spesso misconosciuti, che può essere correlabile allo sviluppo di danni neuronali correlabili ad un'eventuale insorgenza di SLA.

Tra questi, sicuramente va citato l'ambito **militare**; i lavori esaminati sono però spesso carenti nello stabilire esposizione a fattori di rischio noti (47-50).

Un altro settore lavorativo peculiare è sicuramente quello degli **sportivi**; la presente revisione ha mostrato un focus di interesse, soprattutto in ambito nazionale, risalente a circa 10 anni fa, in cui studi epidemiologici mostravano la possibile correlazione tra insorgenza di patologia nei calciatori professionisti. Da questi studi emergevano nuove ipotesi, proposte per spiegare l'elevato eccesso di mortalità

per SLA tra i calciatori: attività fisica vigorosa, traumi o microtraumi specifici; l'uso di sostanze tossiche illegali o abuso cronico di farmaci (più spesso anti-infiammatori) e integratori alimentari, ed infine l'esposizione ai pesticidi utilizzati sui campi di gioco (51-57). Altri lavori hanno ipotizzato che l'ipossia, anche intermittente, legata ad attività fisica aerobica ed anaerobica di grado elevato (come quella che si osserva negli atleti professionisti), potrebbe avere un nesso di concausalità nell'insorgenza della patologia, in soggetti predisposti (39, 58). Un lavoro recente mostra, inoltre, un aumentato rischio di SLA in relazione a livelli più elevati di attività fisica, effettuati in maniera amatoriale; in tale studio, la mancanza di associazione con attività fisica occupazionale e l'assenza di una relazione dose-risposta rafforzano l'ipotesi che ad aumentare la suscettibilità per SLA non sia l'aumento dell'attività fisica di per sé ma piuttosto un determinato profilo genetico oppure uno stile di vita in cui l'attività fisica sia effettuata in maniera elevata (59).

L'esposizione ai **campi elettromagnetici** merita un approfondimento peculiare nell'ambito della presente revisione: studi per la maggior parte di natura epidemiologica (60-64), osservazionali (65), ma anche condotti in laboratorio su cavia (66) sono stati riportati nel corso degli anni. Una recente meta-analisi suggerisce un lieve ma significativo aumento di rischio SLA tra i lavoratori che presentavano alti livelli di esposizione a campi ELF-EMF (campi elettromagnetici a bassa e media frequenza), senza tuttavia negare la possibilità di bias nei dati analizzati (67).

Ciononostante, per i campi elettromagnetici esistono numerose criticità: non vi è, infatti, allo stato, alcuna correlazione evidente tra la valutazione dell'esposizione e le associazioni osservate; sarebbe auspicabile, per meglio valutare l'entità di esposizione, lo sviluppo di una più completa matrice di esposizione in grado di unire l'ambiente di lavoro e di attività, con un dettagliato indice di esposizione a campi elettrici e campi magnetici (68).

Esposizione ed effetti neurotossici dei metalli

I metalli differiscono da altre sostanze tossiche per il fatto di non essere né creati e né distrutti dall'uomo, quindi sono già presenti di per sé, in diverse matrici ambientali. Il contributo antropogenico, inoltre, non solo aumenta il livello di contaminazione di aria, acqua, suolo e cibo ma, alterando spesso lo stato fisico, la formula chimica o lo stato di ossidazione del metallo, ne influenza il potenziale effetto sulla salute.

Manganese, Ferro, Rame ed altri metalli di transizione con attività redox sono presenti in molti processi biologici e sono cofattori di diversi enzimi, ad esempio le SOD, per cui la loro alterata presenza o assenza può delineare un'alterazione funzionale a carico di diversi organi target; un accumulo degli stessi a livello tissutale a causa di modificazioni nei sistemi cellulari di catalisi, trasporto e deposito, può dar luogo a citotossicità per partecipazione a processi di stress ossidativo ed incremento della produzione di radicali liberi con conseguenze significative sul sistema neuronale (69). Da tempo i metalli pesanti sono studiati al fine di capire meglio i meccanismi patogenetici che sottendono allo sviluppo della malattia neurodegenerativa,

e ad oggi esistono prospettive di studio per lo sviluppo di tali filoni di ricerca (70). Numerosi sono gli spunti emersi dalle evidenze epidemiologiche, anche se, allo stato, non vi è ancora consenso univoco circa il coinvolgimento dei metalli nella eziologia della SLA. Nuovi progetti di ricerca sarebbero necessari per varie finalità, ovvero per una migliore impostazione dei protocolli terapeutici, per la promozione di programmi di prevenzione e per migliorare la qualità della vita degli stessi pazienti (71).

Allo stato attuale sono presenti nella letteratura scientifica più di 500 articoli inerenti lo studio della relazione SLA-metalli ed altri elementi chimici. I lavori presenti in letteratura sono più che altro volti alla comprensione dei meccanismi fisiopatologici di sviluppo di patologia ed è studiata principalmente la possibile implicazione dei metalli attraverso l'osservazione su modelli sperimentali. Infatti, dopo aver criticamente valutato la letteratura secondo le finalità della medicina occupazionale, alla ricerca di lavori circa la probabile esposizione ambientale e/o occupazionale a tali metalli, gli articoli inclusi nella presente revisione sono meno di un quinto.

Alcuni studi pubblicati nell'anno in corso si interrogano circa il ruolo dell'esposizione ambientale nella progressione di malattie neurodegenerative nel contesto della vita prenatale e postnatale, spiegando come i meccanismi molecolari che mediano i cambiamenti epigenetici possano portare a patologie di interesse neurologico (72).

I lavori effettuati allo scopo di studiare la possibile relazione tra insorgenza di SLA e metalli sono numerosi (circa 800), la maggior parte dei quali concepiti per l'analisi dei meccanismi biologici alla base del danno dei motoneuroni. La presente revisione, oltre a riportare studi fondamentali riguardo le attuali conoscenze sul meccanismo patogenetico che sottende la neurodegenerazione esplicitata nelle manifestazioni cliniche riconducibili nosograficamente alla SLA, ha focalizzato maggiormente sugli aspetti di interesse di medicina occupazionale e sanità pubblica, selezionando in particolare gli articoli inerenti Piombo, Manganese, Selenio, Alluminio ed altri metalli (Mercurio, complesso Rame-Zinco).

Il Piombo (Pb) non ha un accertato ruolo fisiologico e, sebbene non sia conosciuto la dose certa di Pb in grado di causare neurotossicità, è largamente noto che esposizioni ad alte dosi risultano tossiche per la maggior parte degli organismi viventi. La principale via di assorbimento del Pb nella popolazione generale è il cibo ma, di solito, l'assunzione eccessiva con conseguenze tossiche deriva da fonti occupazionali ed ambientali, presumibilmente controllabili (73).

Avvelenamenti da Pb nei dipendenti delle industrie che lavoravano il metallo erano comuni negli anni '30,'40 ed agli inizi degli anni '50, ma a tutt'oggi sono poco frequenti (74). Gli effetti del Pb sul sistema nervoso sono vari: sono noti effetti sulla sfera cognitiva, neuro-comportamentale e sullo sviluppo psico-motorio dell'individuo; è stato osservato che gli adulti con esposizione occupazionale al metallo e che mostravano concentrazioni ematiche anche inferiori a 40 µg/dl, possono presentare anomalie in numerosi test neuro-comportamentali (75). È riportato in letteratura, inoltre, che gli adolescenti con più alti livelli

ematici di Pb mostravano delle risposte più lente nei test di valutazione mnesica (76).

Un effetto tossico altamente significativo durante lo sviluppo psico-motorio in età intra ed extra-uterina risulta dall'alterazione delle interazioni programmate cellula-cellula indotta dal Pb che porta poi alla modificazione dei circuiti neuronali. Il Pb induce anche una precoce differenziazione della glia, causa un'alterazione delle concentrazioni di noradrenalina e dopamina e variazioni dell'attività della tirosina-idrossilasi, della fenil-etanolamina-N-metil transferasi e della colin-acetiltransferasi (77).

Allo stato attuale delle conoscenze, non v'è alcuna evidenza di correlazione tra esposizione a metalli, indipendentemente o di concerto con un polimorfismo genetico, e sviluppo o promozione di malattie neurodegenerative nell'uomo, inclusa la SLA. Tuttavia è noto che nell'intossicazione cronica da Pb, la maggior concentrazione di metallo viene riscontrata nel comparto osseo ma la tossicità è espletata a livello del sistema nervoso, ciò determinato dal fatto che composti chimici di natura lipofila (quale il piombo organico) vengono depositati in aree dell'organismo dove è presente, in percentuale, una maggiore quantità di grassi. Il Pb, infatti, è una classica neurotossina, da molto tempo conosciuta per i suoi effetti deleteri sul sistema nervoso, i quali comprendono principalmente l'alterazione del bilanciamento ionico, l'interferenza con i neurotrasmettitori chimici o con i loro recettori e l'anossia a livello cellulare (78). Un recente lavoro ha mostrato un impairment cognitivo caratterizzato da ridotto apprendimento delle facoltà visuo-spaziali e performances mnesiche in ratti esposti a Piombo: in tali gruppi i livelli di espressione delle proteine β amiloide e tau fosforilate erano aumentati, facendo ipotizzare tale meccanismo alla base del processo fisiopatologico (79).

L'associazione tra SLA ed esposizione professionale a Piombo è stata da lungo tempo studiata; un importante lavoro è stato quello effettuato da Gresham et al (80), seguito successivamente da altri lavori di natura epidemiologica (81). Inoltre, in letteratura sono presenti case report che valutano insorgenza della patologia associata a peculiari settori lavorativi caratterizzati da esposizione a Pb (86). In particolare, Kamel et al, nel corso degli anni, hanno confermato dati provenienti da studi precedenti, già citati, mostrando che l'esposizione al Pb gioca un ruolo importante nell'eziologia della SLA: un aumento della mobilizzazione di piombo dal tessuto osseo al comparto ematico potrebbe giocare un ruolo importante nella insorgenza acuta di malattia (82).

Paradossale è tuttavia la recente evidenza che dimostra che il Pb sia associato con una maggior sopravvivenza in pazienti SLA e in cavie transgeniche possedenti la mutazione per la SOD-1 G93A umana. Le basi per un presumibile ruolo neuroprotettivo del piombo nei pazienti SLA o nei topi transgenici sono ancora del tutto sconosciute, tuttavia, Barbeito et al., nel suo lavoro, ipotizza un ruolo neuroprotettivo in quanto l'esposizione al piombo comporterebbe l'attivazione degli astrociti, con conseguente produzione e crescente accumulo di antiossidanti, i quali provvederebbero a proteggere le cellule neuronali (83). Ancora, altri autori hanno riportato alcune osservazioni in me-

rito alla maggior sopravvivenza di una coorte di pazienti SLA con elevati livelli di piombemia e di piombo accumulato nella regione tibiale e patellare (84). In accordo con questi risultati, uno studio preliminare caso-controllo basato su una popolazione di pazienti affetti da SLA del Sud Italia ha mostrato che i livelli di Pb presenti non erano correlabili alla severità della patologia (85).

Questo dato è risultato nettamente controverso rispetto alla pleora di evidenze indicanti il Pb come neurotossico e non in senso neuroprotettivo (86, 87), ad esempio vari studi hanno riscontrato che un'esposizione persistente al Pb causa un rallentamento nella conduzione nervosa ed un'alterazione del metabolismo del Calcio (Ca) (88): il Pb può agire come "surrogato" del Calcio che è un componente critico in diverse funzioni metaboliche e biochimiche, determinando così sottili variazioni di funzioni essenziali. Segnali intracellulari "di Calcio" vengono ricevuti da numerose proteine recettrici, legate alla cascata di trasduzione del segnale. Il Pb, "imitando" e spiazzando il Ca, si lega ai siti allosterici delle proteine, comportando, in tal modo, numerose alterazioni nei meccanismi che sottendono la trasduzione dei segnali intracellulari. Tra le proteine che nel corso degli anni hanno destato particolare attenzione, si ritrovano la Calmodulina e la Protein Chinasi C (PKC). La Calmodulina svolge un ruolo rilevante nei processi di segnalazione intracellulare: in presenza di Ca (o Pb) subisce una variazione conformazionale che la rende in grado di legare e, quindi, attivare diverse proteine bersaglio coinvolte in numerosi processi biologici (89). Tra le risposte mediate dalla protein Chinasi C, anch'essa attivata dalla presenza di Ca o Pb quale suo surrogato, sono incluse la divisione e la proliferazione cellulare, la comunicazione cellulare e l'organizzazione del citoscheletro (90). Markovac e Goldstein (91) hanno riportato che il Pb, attivando le PKC nei capillari, può contribuire significativamente ad alterare la barriera emato-encefalica attraverso la citotossicità mediata dalla perossidazione lipidica delle membrane delle cellule astrocitarie con conseguente alterazione funzionale delle stesse, morte cellulare e perdita della peculiare funzione di barriera; inoltre è stato rilevato che il Pb riduce l'attività dopaminergica interagendo con il sistema della Dopamina (92).

I meccanismi neurotossici e le nuove evidenze in senso neuroprotettivo emerse dai recenti dati presenti in letteratura, implicabili nell'etiopatogenesi della malattia neurodegenerativa, sono riassunti nella tabella III.

Come desumibile da quanto esposto, la maggior parte degli studi condotti riguardanti il Piombo mostrano che, attraverso vari meccanismi tossicologici (tabella III), tale metallo sembrerebbe rappresentare un fattore di rischio concausale per insorgenza e sviluppo della SLA.

Il Manganese (Mn) è un elemento essenziale, in quanto funge da cofattore associandosi alla SOD ed anche a numerosi altri enzimi coinvolti nelle reazioni di fosforilazione e nella sintesi del colesterolo e degli acidi grassi.

In letteratura sono stati ritrovati pochi studi riguardanti l'esposizione ambientale/occupazionale a Mn e la SLA; la maggior parte dei lavori (spesso *in vitro*) sono focalizzati specificamente sull'approfondimento dei già noti meccanismi neurotossici del metallo, ponendo poca atten-

Tabella III. Meccanismi responsabili degli effetti neurodegenerativi e neuroprotettivi del Piombo sul sistema nervoso, potenzialmente implicabili nella genesi SLA

Meccanismi Neurodegenerativi del Pb	Meccanismi Neuroprotettivi del Pb
Degenerazione assonale con demielinizzazione Competizione con i neurotrasmettitori fisiologici a livello sinaptico Alterazione del metabolismo del Calcio Attivazione della PKC e relativa alterazione della barriera emato-encefalica Compromissione della conduzione Ca-dipendente	Attivazione astrocitaria e relativa produzione di antiossidanti

zione, soprattutto negli ultimi anni, all'inquadramento della correlazione tra tale metallo e lo sviluppo di una specifica degenerazione motoneuronale come quella presente nella sclerosi amiotrofica.

L'uso industriale del Mn ha subito una notevole espansione negli ultimi anni, specie nella produzione di leghe d'acciaio ed elettrodi per saldature (93). Studi condotti su adulti e bambini (94-97), soprattutto legati all'esposizione ambientale al metallo, ma anche altri, più specificamente legati soprattutto a valutazioni in ambito professionale (98), hanno dimostrato che l'elevata concentrazione di Manganese assorbita dall'organismo, può produrre effetti neurotossici. Recenti studi hanno evidenziato che l'esposizione a tale metallo già in età scolare può ridurre sensibilmente le capacità intellettive fino ad un importante impairment cognitivo, con evidenza di riduzione della destrezza manuale e della cinesia in toto, alterazioni della short-term memory, dell'identificazione visuale ed altre turbe neuropsicologiche (99). Le proprietà neurotossiche del Mn sono dunque ben documentate in letteratura; è tuttavia meno conosciuto il ruolo nell'insorgenza e sviluppo delle malattie neurodegenerative. Sono disponibili, infatti, solo pochi studi a riguardo, come ad esempio quello di Roos et al basato sulla determinazione mediante spettrometria di massa delle concentrazioni del metallo nel plasma e nel liquor cefalorachidiano in pazienti affetti da Sclerosi Laterale Amiotrofica (100). Evidenze recenti hanno mostrato la presenza di metalli all'interno del liquor cefalorachidiano, proponendo affascinanti prospettive per la futura ricerca in tema; in particolare, Hozumi et al. hanno descritto differenti pattern di concentrazioni di metalli, tra cui il Mn, specifici per le diverse malattie di tipo neurodegenerativo (101). Altra matrice biologica utilizzata per la determinazione dei metalli, quali Mn ed Al, è stata la matrice cheratinica ottenuta da capello, che tuttavia non mostrava un incremento sostanziale dei livelli di metallo rispetto alla popolazione di riferimento (102). Ulteriore studio recente è quello di Bowman circa i meccanismi neurodegenerativi Mn-indotti (103). Allo stato attuale, tuttavia, nessuno studio epidemiologico o di correlazione ha ancora ipotizzato meccanismi fisiopatologici riguardanti l'impairment correlato all'esposizione a Mn.

Per il Mn, come per il Pb, esistono alcune evidenze di laboratorio che sembrerebbero mostrare un'aumentata sopravvivenza di modelli sperimentali affetti da Sclerosi Laterale, esposti a tale metallo: queste evidenze sarebbero in netto contrasto con i molteplici lavori evidenziati nella presente revisione (104, 105).

Il Selenio (Se), oligoelemento che presenta proprietà nutrizionali e tossicologiche, a bassissime concentrazioni, è considerato un elemento essenziale per le regolari attività dell'organismo umano, ma l'esposizione cronica ad alte dosi può mostrare effetti tossici. Il Se, infatti, in tutte le sue forme (organiche ed inorganiche) sembra avere un ruolo importante in numerosi meccanismi patogenetici implicati nei processi neurotossici (106-108), anche se nella sua forma organica presenta una minore neurotossicità (109-112).

Le proprietà ossidanti di varie specie di Se potrebbero comportare una probabile inefficacia delle cellule ad antagonizzare i processi che portano all'apoptosi: l'esposizione a bassi livelli di Se modificherebbe sensibilmente l'accumulo di SOD1 nei mitocondri, un riscontro frequente nei motoneuroni dei pazienti affetti da SLA (113). Queste evidenze mostrano dunque un effetto tossico del Se anche a basse concentrazioni; inoltre, l'eccessiva esposizione a Selenio, è stata implicata nella patogenesi della SLA.

Altre evidenze che supportano l'associazione tra Se ed insorgenza di SLA sono state effettuate da Callaghan et al. (114), i quali ipotizzano un ruolo epigenetico di correlazione tra l'insorgenza della degenerazione motoneuronale ed esposizione ad alcuni metalli, tra cui il Se.

Una serie di studi caso-controllo ha poi esaminato i livelli tissutali di Se in pazienti SLA confrontandoli con i controlli (115, 116), con risultati contrastanti, legati a diversi bias nella selezione dei casi. Gli studi effettuati sinora relativamente al dosaggio di Se nel midollo spinale, sebbene non sia stata riscontrata una correlazione tra i livelli di metallo e il grado di severità della patologia, hanno mostrato un eccesso di concentrazione di Se nei pazienti rispetto ai controlli, suggerendo un'ipotetica connessione tra SLA ed esposizione a Se (117, 118).

Va sottolineato, dunque, un crescente interesse, da parte della letteratura scientifica, per lo studio di correlazione tra SLA ed il Selenio: in particolare numerosi lavori di natura specificamente epidemiologica hanno messo in evidenza una verosimile e stretta relazione tra l'insorgenza della malattia neurodegenerativa e il metallo in questione, attraverso studi di popolazione caso-controllo, come ad esempio riportato di recente da Vinceti et al. (113, 115).

Gli studi condotti sull'**alluminio (Al)** associato alla neurodegenerazione in esame sono circa 100, sviluppati a partire dagli anni 70.

L'Al è uno dei metalli più abbondanti in natura; in ambito industriale, principalmente sottoforma di leghe, viene utilizzato in numerosi settori, tra cui quello dei trasporti e delle costruzioni, ma in particolare nel settore industriale

(119). Grazie alle sue peculiarità chimico-fisiche, inoltre, leghe di Alluminio vengono impiegate nella messa in opera di linee elettriche aeree e nella fabbricazione di numerosi prodotti di varia natura. L'Alluminio è un metallo poco assorbito, sia attraverso la barriera dermica che tramite l'apparato respiratorio; ciononostante è stato dimostrato che l'inalazione di particolato di Al può determinare un diretto trasferimento al tessuto cerebrale, attraverso il sistema olfattorio (120). Gli organi bersaglio sono i polmoni, l'apparato osteo-articolare ed il Sistema Nervoso Centrale; il cervello è particolarmente suscettibile al danno provocato dall'Al, in grado di causare neurodegenerazione e demielinizzazione: l'Al è stato messo in relazione ad alcune forme di demenza come l'Alzheimer e quelle associate alla SLA ed al Parkinson. La prima e più importante alterazione anatomico-patologica riscontrabile a seguito di esposizione ad Al è caratterizzata da un accumulo a carico dei plessi neurofibrillari nel corpo cellulare, negli assoni prossimali e nei dendriti dei neuroni di numerose aree cerebrali, associato alla perdita di sinapsi ed atrofia dell'albero dendritico. È stato osservato che le cellule della glia sono il principale target dell'azione tossica dell'Al (121). Queste rappresentano il 90% delle cellule del sistema nervoso, sono costituite dalla microglia e macroglia (astrociti, cellule di Schwann, oligodendrociti) e svolgono diversi ruoli di supporto all'attività neuronale.

Un'altra patologia neurodegenerativa che è stata messa in relazione con l'esposizione cronica ad Alluminio è il complesso SLA-Parkinsonismo (complesso ALS-PD) riscontrato nell'isola di Guam: la popolazione Chammarro delle isole Marianne, nell'Oceano Pacifico occidentale, ed in particolar modo delle isole di Guam e Rota, presenta un'incidenza insolitamente alta di malattie neurodegenerative, caratterizzate da perdita di cellule neuronali e degenerazione neuro fibrillare. Garuto et al. osservarono che il suolo vulcanico delle regioni di Guam presentava elevate concentrazioni di Al e Mn, mentre era povero di Ca e Mg, pertanto gli autori ipotizzarono che una scarsa assunzione di Ca e Mg provocasse iperparatiroidismo secondario con conseguente aumento delle concentrazioni di alluminio di calcio e di altri metalli tossici, causa di danni neuronali e morte cellulare diffusa (122). Sebbene i meccanismi con cui l'Al penetri nel cervello non siano stati ancora chiariti, il consumo abituale da parte di queste popolazioni di semi contenenti sostanze neurotossiche della *cycas revoluta* sembra giocare un ruolo fondamentale nell'incidenza di SLA riscontrata in tali aree.

Poche attenzioni sono state poste circa l'esposizione professionale ad alluminio ed insorgenza di disturbi neurologici compatibili con malattie degenerative del motoneurone; fra queste, Sinćzuk-Walczak H., in una review in lingua polacca, ha esaminato gli effetti dell'alluminio sulle funzioni del sistema nervoso in soggetti professionalmente esposti a polveri e fumi contenenti tale metallo, riscontrando però prevalentemente disturbi neuro-comportamentali e alterazioni bioelettriche cerebrali e meno frequentemente sintomi neurologici correlabili alla malattia dei motoneuroni (123).

In un recente studio sperimentale del 2013, Roos et al., già autori di studi sul Manganese presente nelle matrici biologiche dei pazienti affetti da SLA, hanno effettuato una valutazione dei metalli all'interno del liquor cefalorachi-

diano di tali pazienti trovando alte concentrazioni degli stessi, tra cui l'Alluminio (124). Altri studi sono dedicati alla valutazione di 'varianti di SLA' come la degenerazione motoneuronale osservata in un disordine multisistemico di cui sono affetti i veterani della Guerra del Golfo: uno studio osservazionale ha messo in relazione lo sviluppo di tale degenerazione motoneuronale e la somministrazione di vaccini contro l'antrace in cui era presente, tra gli eccipienti, l'idrossido di Alluminio (125). Ancora, lavori di ricerca di biologia molecolare condotti negli ultimi anni, hanno prodotto svariate speculazioni scientifiche circa i fini meccanismi d'azione del metallo nella genesi e nello sviluppo della patologia neurodegenerativa (126).

Ciononostante, l'analisi dei lavori inerenti l'Al mostra un decrescente interesse della letteratura scientifica nei confronti della correlazione tra SLA e Alluminio; pochi infatti sono gli studi recenti, principalmente osservazionali, sviluppati in tal senso. Tuttavia, date le evidenze molecolari circa il possibile danno motoneuronale (126), sarebbe auspicabile un approfondimento del caso, anche in senso epidemiologico, attraverso mirate indagini circa abitudini, aree di residenza e, non ultime, pregresse esposizioni professionali al metallo.

Altri metalli

Altri metalli studiati come possibilmente implicati nei meccanismi di patogenesi del danno motoneuronale riconducibili alla SLA sono il Mercurio e Cadmio. Da tempo noto per le sue proprietà neurotossiche, il Mercurio (Hg) potrebbe essere implicato come fattore di rischio concausale per lo sviluppo di patologia (114); storica è l'evidenza pubblicata da Schwarz et al (1996), in cui si osservavano sintomi clinici tipici della SLA in pazienti accidentalmente esposti ad Hg (127). Alcune ipotesi hanno suggerito che l'esposizione respiratoria cronica ed a basso dosaggio ad alcuni metalli, come ad esempio il Hg, potrebbe contribuire alla genesi di alcune malattie neurodegenerative, tra cui la malattia dei motoneuroni (128); vari studi di laboratorio (129), epidemiologici (130), e case report (131) hanno confermato la possibile implicazione del Hg. Anche per tale metallo, osservando le evidenze contrastanti in letteratura riguardo il ruolo del Hg nella eziologia della SLA, si auspica un illuminato e maggiore interesse per tale argomento (132).

Per il Cadmio, oltre a recenti evidenze di elevata concentrazione del metallo nel liquor cefalorachidiano di pazienti affetti dalla malattia (124), in letteratura sono presenti alcuni lavori effettuati su esposizioni professionali in determinati settori lavorativi, quali la produzione di batterie al nichel-cadmio (133, 134).

Nella comunità scientifica internazionale sono presenti numerose evidenze in modelli sperimentali circa la neurotossicità di altri metalli, quali Zinco e Rame (135, 136), tuttavia non sono presenti robusti studi condotti in ambito occupazionale. Di particolare interesse sono le proposte di alcune novità metodologiche di ricerca, come ad esempio quella di Rhoads et al., i quali hanno sviluppato un metodo rapido e sensibile attraverso l'utilizzo di una particolare tecnica in spettrometria di massa, in grado di misurare la *disomeostasi* del Cu-Zn direttamente dal midollo spinale di topi transgenici (137).

Conclusioni

La sclerosi laterale amiotrofica è una patologia del sistema motorio dovuta alla degenerazione della via piramidale e dei motoneuroni somatici. L'etiologia, così come i meccanismi d'insorgenza della patologia, non sono ancora del tutto chiariti; tuttavia le recenti evidenze mostrano una sempre più forte correlazione tra SLA e rischi occupazionali ed ambientali, tra cui l'esposizione a diversi xenobiotici, quali metalli pesanti e solventi.

La recente scoperta che mutazioni genetiche, come ad esempio quelle relative alla SOD-1 in pazienti affetti da SLA, potrebbero essere ipoteticamente riconducibili a meccanismi epigenetici rende particolarmente auspicabile orientare future ricerche verso lo studio di fattori di rischio ambientali e lavorativi in grado di produrre tali mutazioni, in quanto i meccanismi epigenetici, giocando un ruolo cruciale nel controllo dell'espressione dei geni, potrebbero essere coinvolti nella complessità della malattia nei suoi fenotipi e progressioni (138-140). In relazione all'ambito lavorativo, pochi studi di correlazione tra esposizione professionale (e quindi appartenenza ad un dato settore lavorativo) ed insorgenza/progressione di malattia sono stati condotti sinora; tuttavia, i dati di letteratura riportati ad oggi suggeriscono che soprattutto in ambito industriale, l'esposizione ad una molteplicità di agenti chimici e fisici con potenziale neurotossico possa verosimilmente rappresentare una concausa di fenomeni neurodegenerativi.

Nuove metodiche di ricerca, come ad esempio la neuroproteomica, potrebbero essere utilizzate al fine di identificare determinate proteine quali biomarkers di patologia (141); altre tecniche recenti di imaging permetterebbero la rappresentazione dei metalli in campioni biologici con elevata risoluzione spaziale e sensibilità di rilevazione (142).

La revisione effettuata mostra che anche se la produzione scientifica ha incrementato sempre più l'interesse per la valutazione delle cause extragenetiche di insorgenza SLA, ancora pochi sono i lavori riguardanti lo studio accurato delle attività lavorative dei singoli pazienti ed ancora carenti sono le deduzioni che si possono ad oggi trarre circa l'eventuale connessione tra esposizione occupazionale a fattori di rischio ed insorgenza di SLA. Lo studio dei metalli ha messo in luce alcune evidenze neurotossicologiche; nello specifico, il Pb, ampiamente studiato in passato, ha presentato rispetto alla visione classica di agente prettamente neurotossico anche evidenze sperimentali in senso di neuroprotezione; per altri elementi, quali ad esempio il complesso Zn-Cu, mancano, ad avviso degli autori, studi specifici di medicina occupazionale, essendo – al contrario – ben rappresentate le evidenze scientifiche circa i meccanismi di danno neuronale ottenuti su modelli sperimentali. Nel caso di Mn, Se, e soprattutto Al, sebbene in generale tali metalli sembrerebbero mostrare una spiccata attività neurodegenerativa, in particolare, quando messi in relazione alla SLA, si nota come, allo stato attuale delle conoscenze, manchino evidenze sperimentali significative in grado di evidenziare un'eventuale correlazione tra esposizione ai suddetti metalli ed insorgenza e progressione della malattia.

Bibliografia

- 1) Brooks BR, Miller RG, Swash M, Munsat TL for the World Federation of Neurology Research Group on Motor Neuron Disease. El Escorial revisited: revised criteria for the diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis. *ALS and other motor neuron disease* 2000; 1: 293-299.
- 2) Rabin BA, Griffin JW, Crain BJ, Scavina M, Chance PF, Cornblath DR. Autosomal dominant juvenile amyotrophic lateral sclerosis. *Brain* 1999; 122: 1539-1550.
- 3) Appel SH, Zhao W, Beers DR, Henkel JS. The microglial-motoneuron dialogue in ALS. *Acta Myol* 2011 Jun; 30(1): 4-8.
- 4) Rosen DR, Siddique T, Patterson D. et al. Mutations in Cu/Zn superoxide dismutase gene are associated with familial amyotrophic lateral sclerosis. *Nature* 1993; 362: 59-62.
- 5) Abrahams S, Goldstein LH, Suckling J et al. Frontotemporal white matter changes in amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol* 2005; 252(3): 321-331.
- 6) Altavista P, Belli S, Binazzi A, Comba P, Mastrantonio M, Uccelli R, Vanacore N. Increase in mortality for motor neuron disease in Italy, 1980-1999. *Epidemiol Prev* 2006; 30(2): 108-113.
- 7) Worms PM. The epidemiology of motor neuron diseases: a review of recent studies. *J Neurol Sci* 2001; 191(1-2): 3-9.
- 8) Qureshi MM, Hayden D, Urbinelli L, Ferrante K, Newhall K, Myers D, Hilgenberg S, Smart R, Brown RH, Cudkovic ME. Analysis of factors that modify susceptibility and rate of progression in amyotrophic lateral sclerosis (ALS). *Amyotroph Lateral Scler* 2006; 7: 173-182.
- 9) Sutedja NA, Veldink JH, Fischer K, Kromhout H, Heederik D, Huisman MH, Wokke JH, Van Den Berg LH. Exposure to chemicals and metals and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review. *Amyotroph Lateral Scler* 2008; 8: 1-20.
- 10) Pedata P, Garzillo EM, Sannolo N. Ultrafine particles and effects on the body: review of the literature. *G Ital Med Lav Ergon* 2010 Jan-Mar; 32(1): 23-31.
- 11) Sannolo N, Lamberti M, Pedata P. Human health effects of ultrafine particles. *G Ital Med Lav Ergon* 2010 Oct-Dec; 32(4 Suppl): 348-51.
- 12) Das K, Nag C, Ghosh M. Familial, environmental and occupational risk factors in development of Amyotrophic Lateral Sclerosis. *N Am J Med Sci* 2012; 4(8).350-355.
- 13) Armon C, Kurland LT, Daube JR, O'Brien PC. Epidemiologic correlates of sporadic amyotrophic lateral sclerosis. *Neurology* 1991 Jul; 41(7): 1077-84.
- 14) Chió A, Meineri P, Tribolo A, Schiffer D. Risk factors in motor neuron disease: a case-control study. *Neuroepidemiology* 1991; 10(4): 174-84.
- 15) Fang F, Quinlan P, Ye W, Barber MK, Umbach DM, Sandler DP, Kamel F. Workplace exposures and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *Environ Health Perspect* 2009 Sep; 117(9): 1387-92.
- 16) Sutedja NA, Veldink JH, Fischer K, Kromhout H, Wokke JH, Huisman MH, Heederik DJ, Van den Berg LH. Lifetime occupation, education, smoking, and risk of ALS. *Neurology* 2007 Oct 9; 69(15): 1508-14.
- 17) Weisskopf MG, McCullough ML, Morozova N, Calle EE, Thun MJ, Ascherio A. Prospective study of occupation and amyotrophic lateral sclerosis mortality. *Am J Epidemiol* 2005 Dec 15; 162(12): 1146-52.
- 18) McGuire V, Longstreth WT Jr, Nelson LM, Koepsell TD, Checkoway H, Morgan MS, van Belle G. Occupational exposures and amyotrophic lateral sclerosis. A population-based case-control study. *Am J Epidemiol* 1997 Jun 15; 145(12): 1076-88.
- 19) Strickland D, Smith SA, Dolliff G, Goldman L, Roelofs RI. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational history. A pilot case-control study. *Arch Neurol* 1996 Aug; 53(8): 730-3.
- 20) Sutedja NA, Fischer K, Veldink JH, van der Heijden GJ, Kromhout H, Heederik D, Huisman MH, Wokke JJ, van den Berg LH. What we truly know about occupation as a risk factor for ALS: a critical and systematic review. *Amyotroph Lateral Scler* 2009 Oct-Dec; 10(5-6): 295-301.
- 21) Vinceti M, Bottecchi I, Fan A, Finkelstein Y, Mandrioli J. Are environmental exposures to selenium, heavy metals, and pesticides risk factors for amyotrophic lateral sclerosis? *Rev Environ Health* 2012; 27(1): 19-41.

- 22) Pamphlett R. Exposure to environmental toxins and the risk of sporadic motor neuron disease: an expanded Australian case-control study. *Eur J Neurol* 2012 Oct; 19(10): 1343-8.
- 23) Bettini M, Gargiulo-Monachelli GM, Rodríguez G, Rey RC, Peralta LM, Sica RE. Epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis patients in a centre in Buenos Aires. *Arq Neuropsiquiatr* 2011 Dec; 69(6): 867-70.
- 24) Gunnarsson LG, Lindberg G, Söderfeldt B, Axelson O. Amyotrophic lateral sclerosis in Sweden in relation to occupation. *Acta Neurol Scand* 1991 Jun; 83(6): 394-8.
- 25) Bergomi M, Guidetti D, Vivoli R, Vinceti M. The occupational risk factors for amyotrophic lateral sclerosis in an Italian community. *Ann Ig* 1998 Jul-Aug; 10(4): 249-53.
- 26) Pinkerton LE, Hein MJ, Meyers A, Kamel F. Assessment of ALS mortality in a cohort of formaldehyde-exposed garment workers. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2013 Sep; 14(5-6): 353-5.
- 27) Pamphlett R, Rikard-Bell A. Different occupations associated with amyotrophic lateral sclerosis: is diesel exhaust the link? *PLoS One* 2013 Nov 11; 8(11): e80993.
- 28) Furby A, Beauvais K, Kolev I, Rivain JG, Sébille V. Rural environment and risk factors of amyotrophic lateral sclerosis: a case-control study. *J Neurol* 2010 May; 257(5): 792-8.
- 29) Hargreaves AJ. Neurodegenerations induced by organophosphorous compounds. *Adv Exp Med Biol* 2012; 724: 189-204.
- 30) Govoni V, Granieri E, Fallica E, Casetta I. Amyotrophic lateral sclerosis, rural environment and agricultural work in the Local Health District of Ferrara, Italy, in the years 1964-1998. *J Neurol* 2005 Nov; 252(11): 1322-7.
- 31) Bonvicini F, Marcello N, Mandrioli J, Pietrini V, Vinceti M. Exposure to pesticides and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a population-based case-control study. *Ann Ist Super Sanita* 2010; 46(3): 284-7.
- 32) Freedman M. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Occup Environ Med* 2001 Sep; 58(9): 609-10.
- 33) Doi H, Kikuchi H, Murai H, Kawano Y, Shigeto H, Ohyagi Y, Kira J. Motor neuron disorder simulating ALS induced by chronic inhalation of pyrethroid insecticides. *Neurology* 2006 Nov 28; 67(10): 1894-5.
- 34) Kanavouras K, Tzatzarakis MN, Mastorodemos V, Plaitakis A, Tsatsakis AM. A case report of motor neuron disease in a patient showing significant level of DDTs, HCHs and organophosphate metabolites in hair as well as levels of hexane and toluene in blood. *Toxicol Appl Pharmacol* 2011 Nov 1; 256(3): 399-404.
- 35) Malek AM, Barchowsky A, Bowser R, Heiman-Patterson T, Lacomis D, Rana S, Youk A, Stickler D, Lackland DT, Talbott EO. Environmental and Occupational Risk Factors for Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Case-Control Study. *Neurodegener Dis* 2013 Nov 12 Epub ahead of print.
- 36) Kamel F, Umbach DM, Bedlack RS, Richards M, Watson M, Alavanja MC, Blair A, Hoppin JA, Schmidt S, Sandler DP. Pesticide exposure and amyotrophic lateral sclerosis. *Neurotoxicology* 2012 Jun; 33(3): 457-62.
- 37) Malek AM, Barchowsky A, Bowser R, Youk A, Talbott EO. Pesticides exposure as a risk factor for amyotrophic lateral sclerosis: a meta-analysis of epidemiological studies. *Environ Res* 2012; 117: 112-119.
- 38) Pupillo E, Messina P, Logroscino G, Zoccolella S, Chiò A, Calvo A, Corbo M, Lunetta C, Micheli A, Millul A, Vitelli E, Beghi E; EURALS Consortium. Trauma and amyotrophic lateral sclerosis: a case-control study from a population-based registry. *Eur J Neurol* 2012; 19(12): 1509-1517.
- 39) Vanacore N, Cocco P, Fadda D, Dosemeci M. Job strain, hypoxia and risk of amyotrophic lateral sclerosis: Results from a death certificate study. *Amyotroph Lateral Scler* 2010; 11(5): 430-434.
- 40) McGuire V, Longstreth WT Jr, Nelson LM, Koepsell TD, Checkoway H, Morgan MS, van Belle G. Occupational exposures and amyotrophic lateral sclerosis. A population-based case-control study. *Am J Epidemiol* 1997; 145(12): 1076-1088.
- 41) Johansen C. Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous system disease in utility workers. *Epidemiology* 2000, 11, 539-543.
- 42) Hakansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B. Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. *Epidemiology* 2003, 14, 420-426.
- 43) Savitz DA, Loomis DP, Tse CK. Electrical occupations and neurodegenerative disease: analysis of U.S. mortality data. *Arch Environ Health* 1998 Jan-Feb; 53(1): 71-4.
- 44) Ruder AM, Hein MJ, Hopf NB, Waters MA. Mortality among 24,865 workers exposed to polychlorinated biphenyls (PCBs) in three electrical capacitor manufacturing plants: a ten-year update. *Int J Hyg Environ Health* 2014 Mar; 217(2-3): 176-87.
- 45) Johansen C, Olsen JH. Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers. *Am J Epidemiol* 1998 Aug 15; 148(4): 362-8.
- 46) Abhinav K, Al-Chalabi A, Hortobagyi T, Leigh PN. Electrical injury and amyotrophic lateral sclerosis: A systematic review of the literature. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007, 78, 450-453.
- 47) Barth SK, Kang HK, Bullman TA, Wallin MT. Neurological mortality among U.S. veterans of the Persian Gulf War: 13-year follow-up. *Am J Ind Med* 2009 Sep; 52(9): 663-70.
- 48) Ascherio A, Weisskopf MG, O'Reilly EJ, McCullough ML, Calle EE, Thun MJ. ALS and military service. *Neurology* 2005 Sep 27; 65(6): 972.
- 49) Mundt DJ, Dell LD, Luippold RS, Sulsky SI, Skillings A, Gross R, Cox KL, Mundt KA. Cause-specific mortality among Kelly Air Force Base civilian employees, 1981-2001. *J Occup Environ Med* 2002 Nov; 44(11): 989-96.
- 50) Homer RD, Feussner JR, Kasarskis EJ. Prospective study of military service and mortality from ALS. *Neurology* 2005 Jul 12; 65(1): 180-1.
- 51) Chiò A, Benzi G, Dossena M, Mutani R, Mora G. Severely increased risk of amyotrophic lateral sclerosis among Italian professional football players. *Brain* 2005 Mar; 128(Pt 3): 472-6.
- 52) Al-Chalabi A, Leigh PN. Trouble on the pitch: are professional football players at increased risk of developing amyotrophic lateral sclerosis? *Brain* 2005 Mar; 128(Pt 3): 451-3.
- 53) Lehman EJ, Hein MJ, Baron SL, Gersic CM. Neurodegenerative causes of death among retired National Football League players. *Neurology* 2012 Nov 6; 79(19): 1970-4.
- 54) Chiò A, Calvo A, Dossena M, Ghigliione P, Mutani R, Mora G. ALS in Italian professional soccer players: the risk is still present and could be soccer-specific. *Amyotroph Lateral Scler* 2009 Aug; 10(4): 205-9.
- 55) Vanacore N, Binazzi A, Bottazzi M, Belli S. Amyotrophic lateral sclerosis in an Italian professional soccer player. *Parkinsonism Relat Disord* 2006 Jun; 12(5): 327-9.
- 56) Belli S, Vanacore N. Proportionate mortality of Italian soccer players: is amyotrophic lateral sclerosis an occupational disease? *Eur J Epidemiol* 2005; 20(3): 237-42.
- 57) Pupillo E, Messina P, Giussani G, Logroscino G, Zoccolella S, Chiò A, Calvo A, Corbo M, Lunetta C, Marin B, Mitchell D, Hardiman O, Rooney J, Stevic Z, Bandettini di Poggio M, Filosto M, Cotelli MS, Perini M, Riva N, Tremolizzo L, Vitelli E, Damiani D, Beghi E; and the EURALS Consortium. Physical activity and amyotrophic lateral sclerosis: A European population-based case-control study. *Ann Neurol* 2014 Apr 5. doi: 10.1002/ana.24150. Epub ahead of print.
- 58) Veldink JH, Kalmijn S, Groeneveld GJ, Titulaer MJ, Wokke JH, van den Berg LH. Physical activity and the association with sporadic ALS. *Neurology* 2005 Jan 25; 64(2): 241-5.
- 59) Huisman MH, Seelen M, de Jong SW, Dorresteyn KR, van Doormaal PT, van der Kooij AJ, de Visser M, Schelhaas HJ, van den Berg LH, Veldink JH. Lifetime physical activity and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2013 Sep; 84(9): 976-81.
- 60) Davanipour Z, Sobel E, Vu H, Will AD. Electromagnetic field exposure and amyotrophic lateral sclerosis. *Neuroepidemiology* 1991; 10(5-6): 308.
- 61) Ahlborn IC, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the epidemiologic literature on EMF and Health; ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. *Environ Health Perspect* 2001 Dec; 109 Suppl 6: 911-33.
- 62) Li CY, Sung FC. Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review. *Am J Ind Med* 2003 Feb; 43(2): 212-20.
- 63) Parlett LE, Bowman JD, van Wijngaarden E. Evaluation of occupational exposure to magnetic fields and motor neuron disease mortality in a population-based cohort. *J Occup Environ Med* 2011 Dec; 53(12): 1447-51.

- 64) Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J. Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. *Scand J Work Environ Health* 2002 Feb; 28(1): 42-8.
- 65) Rööslä M, Lörtcher M, Egger M, Pfluger D, Schreier N, Lörtcher E, Locher P, Spoerri A, Minder C. Mortality from neurodegenerative disease and exposure to extremely low-frequency magnetic fields: 31 years of observations on Swiss railway employees. *Neuroepidemiology* 2007; 28(4): 197-206.
- 66) Poulletier de Gannes F, Ruffié G, Taxile M, Ladevèze E, Hurtier A, Haro E, Duleu S, Charlet de Sauvage R, Billaudel B, Geffard M, Veyret B, Lagroye I. Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) and extremely-low frequency (ELF) magnetic fields: a study in the SOD-1 transgenic mouse model. *Amyotroph Lateral Scler* 2009 Oct-Dec; 10(5-6): 370-3.
- 67) Zhou H, Chen G, Chen C, Yu Y, Xu Z. Association between extremely low-frequency electromagnetic fields occupations and amyotrophic lateral sclerosis: a meta-analysis. *PLoS One* 2012; 7(11): e48354.
- 68) Kheifets L, Bowman JD, Checkoway H, Feychting M, Harrington JM, Kavet R, Marsh G, Mezei G, Renew DC, van Wijngaarden E. Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: review and recommendations. *Occup Environ Med* 2009 Feb; 66(2): 72-80.
- 69) Sayre LM, Smith MA, Perry G. Chemistry and biochemistry of oxidative stress in neurodegenerative disease. *Curr Med Chem* 2001; 8(7): 721-738.
- 70) D'Amico E, Factor-Litvak P, Santella RM, Mitumoto H. Clinical perspective on oxidative stress in sporadic amyotrophic lateral sclerosis. *Free Radic Biol Med* 2013 Dec; 65: 509-27.
- 71) Bastos AF, Orsini M, Machado D, Mello MP, Nader S, Silva JG, da Silva Catharino AM, de Freitas MR, Pereira A, Pessoa LL, Sztajnbock FR, Leite MA, Nascimento OJ, Bastos VH. Amyotrophic lateral sclerosis: one or multiple causes? *Neurol Int* 2011 Jun; 3(1): e4.
- 72) Modgil S, Lahiri DK, Sharma VL, Anand A. Role of early life exposure and environment on neurodegeneration: implications on brain disorders. *Transl Neurodegener* 2014 Apr 29; 3: 9. eCollection 2014.
- 73) Casarett & Doull's - Tossicologia - I fondamenti dell'azione delle sostanze tossiche Klaassen, EMSI Ed. VII Edizione, 2010 ISBN: 978-88-86669-76-4.
- 74) Wegman DH, Fina LJ. Occupational health in the 1990s. *Annu Rev Public Health* 1990; 11: 89-103.
- 75) Lindgren KN, Masten VL, Ford DP. Relation of cumulative exposure to inorganic and neuropsychological test performance. *Occup Environ Med* 1996; 53: 472-477.
- 76) Carta P, Aru G, Carta L, Carta R, Casula F, Caracoi S, Biggio A, Ibba A, Flore C, Randaccio FS. Environmental exposure to inorganic lead and neurobehavioural tests among adolescents living in the Sulcis-Iglesiente, Sardinia. *G Ital Med Lav Ergon* 2007; 29(3): 550-552.
- 77) Mason LH, Harp JP, Han DY. Pb Neurotoxicity: Neuropsychological Effects of Lead Toxicity. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 840547.
- 78) Baranowska-Bosiacka I, Gutowska I, Rybicka M, Nowacki P, Chlubek D. Neurotoxicity of lead. Hypothetical molecular mechanisms of synaptic function disorders. *Neurol Neurochir Pol* 2012 Nov-Dec; 46(6): 569-78.
- 79) Liu F, Xue Z, Li N, Huang H, Ying Y, Li J, Wang L, Li W. Effects of lead exposure on the expression of amyloid β and phosphorylated tau proteins in the C57BL/6 mouse hippocampus at different life stages. *Trace Elem Med Biol* 2014 Jan 29.
- 80) Gresham LS, Molgaard CA, Golbeck AL, Smith R. Lead exposure and ALS. *Neurology* 1992 Nov; 42(11): 2228-9.
- 81) Kamel F, Umbach DM, Munsat TL, Shefner JM, Hu H, Sandler DP. Lead exposure and amyotrophic lateral sclerosis. *Epidemiology* 2002 May; 13(3): 311-9.
- 82) Kamel F, Umbach DM, Hu H, Munsat TL, Shefner JM, Taylor JA, Sandler DP. Lead exposure as a risk factor for amyotrophic lateral sclerosis. *Neurodegener Dis* 2005; 2(3-4): 195-201.
- 83) Barbeito AG, Martinez-Palma L, Vargas MR, Pehar M, Mañay N, Beckman JS, Barbeito L, Cassina P. Lead exposure stimulates VEGF expression in the spinal cord and extends survival in a mouse model of ALS. *Neurobiol Dis* 2010; 37(3): 574-580.
- 84) Kamel F, Umbach DM, Stallone L, Richards M, Hu H, Sandler DP. Association of lead exposure with survival in amyotrophic lateral sclerosis. *Environ Health Perspect* 2008; 116: 943-947.
- 85) Daniele L, Garzillo EM, Trojsi F, Monsurrò M, Tedeschi G. Role of Occupational and Environmental Exposure to Heavy Metals in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Case-control Study in Campania Region. In *Neurol. Sciences, Proceedings of the 43rd Congress of the Italian Neurological Society, Rimini, Italy, 6-9 October 2012*; Springer-Verlag Italia: Milan, Italy, 2012.
- 86) Oh SS, Kim EA, Lee SW, Kim MK, Kang SK. A case of amyotrophic lateral sclerosis in electronic parts manufacturing worker exposed to lead. *Neurotoxicology* 2007; 28, 324-327.
- 87) Fang F, Kwee LC, Allen KD, Umbach DM, Ye W, Watson M, Keller J, Oddone EZ, Sandler DP, Schmidt S. Association between blood lead and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Epidemiol* 2010; 171, 1126-1133.
- 88) Lockitch G. Perspectives on lead toxicity. *Clin Biochem* 1993; 26(5): 371-381.
- 89) Wagner S, Rokita AG, Anderson ME, Maier LS. Redox regulation of sodium and calcium handling. *Antioxid Redox Signal* 2013; 20; 18(9): 1063-1077.
- 90) Mochly-Rosen D, Das K, Grimes KV. Protein kinase C, an elusive therapeutic target? *Nat Rev Drug Discov* 2012; 11(12): 937-57.
- 91) Markovac J, Goldstein G.W. Lead Activates protein kinase C in immature rat brain microvessels. *Toxicol Appl Pharmacol* 1988; 96: 14-23.
- 92) Lasley SM. Regulation of dopaminergic activity, but not tyrosine hydroxylase, is diminished after chronic inorganic lead exposure. *Neurotoxicology* 1992; 13(3): 625-635.
- 93) Apostoli P, Porru S, Alessi L. Are current biomarkers suitable for the assessment of manganese exposure in individual workers? *Am J Ind Med* 2000; 37: 283-290.
- 94) Kondakis XG, Makris N, Leotsinidis M, Prinou M, Papapetropoulos T. Possible health effects of high manganese concentration in drinking water. *Arch Environ Health* 1989; 44(3): 175-178.
- 95) Roels HA, Bowler RM, Kim Y, Claus Henn B, Mergler D, Hoet P, Gocheva VV, Bellinger DC, Wright RO, Harris MG, Chang Y, Bouchard MF, Riojas-Rodriguez H, Menezes-Filho JA, Téllez-Rojo MM. Manganese exposure and cognitive deficits: a growing concern for manganese neurotoxicity. *Neurotoxicology* 2012; 33(4): 872-880.
- 96) Wasserman GA, Liu X, Parvez F, Ahsan H, Levy D, Factor-Litvak P, Kline J, van Geen A, Slavkovich V, Lolocono NJ, Cheng Z, Zheng Y, Graziano JH. Water manganese exposure and children's intellectual function in Araihaazar, Bangladesh. *Environ Health Perspect* 2006; 114(1): 124-129.
- 97) Lucchini RG, Guazzetti S, Zoni S, Donna F, Peter S, Zacco A, Salmistraro M, Bontempi E, Zimmerman NJ, Smith DR. Tremor, olfactory and motor changes in Italian adolescents exposed to historical ferro-manganese emission. *Neurotoxicology* 2012 Aug; 33(4): 687-96.
- 98) Zoni S, Bonetti G, Lucchini R. Olfactory functions at the intersection between environmental exposure to manganese and Parkinsonism. *J Trace Elem Med Biol* 2012 Jun; 26(2-3): 179-82.
- 99) He P, Liu DH, Zhang GQ. Effects of high-level-manganese sewage irrigation on children's neurobehavior. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* 1994; 28(4): 216-218.
- 100) Roos PM, Lierhagen S, Flaten TP, Syversen T, Vesterberg O, Nordberg M. Manganese in cerebrospinal fluid and blood plasma of patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Exp Biol Med* 2012; 237(7): 803-810.
- 101) Hozumi I, Hasegawa T, Honda A, Ozawa K, Hayashi Y, Hashimoto K, Yamada M, Koumura A, Sakurai T, Kimura A, Tanaka Y, Satoh M, Inuzuka T. Patterns of levels of biological metals in CSF differ among neurodegenerative diseases. *J Neurol Sci* 2011 Apr 15; 303(1-2): 95-9.
- 102) Royce-Nagel G, Cudkovic M, Myers D, Nicholson K, Shui A, Schoenfeld D, Huang X, Brown RH Jr. Vanadium, aluminum, magnesium and manganese are not elevated in hair samples in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler* 2010 Oct; 11(5): 492-3.
- 103) Bowman AB, Kwakye GF, Herrero Hernández E, Aschner M. Role of manganese in neurodegenerative diseases. *J Trace Elem Med Biol* 2011 Dec; 25(4): 191-203.

- 104) Crow JP, Calingasan NY, Chen J, Hill JL, Beal MF. Manganese porphyrin given at symptom onset markedly extends survival of ALS mice. *Ann Neurol* 2005 Aug; 58(2): 258-65.
- 105) Flanagan SW1, Anderson RD, Ross MA, Oberley LW. Overexpression of manganese superoxide dismutase attenuates neuronal death in human cells expressing mutant (G37R) Cu/Zn-superoxide dismutase. *J Neurochem* 2002 Apr; 81(1): 170-7.
- 106) Rasekh HR, Soliman KFA, Davis MD. Effect of selenium on central nervous system of male S-D rats: Evidences for neurotoxicity of selenium. *Toxicol Lett* 1998; 95(1): 64.
- 107) Tsunoda M, Johnson VJ, Sharma RP. Increase in dopamine metabolites in murine striatum after oral exposure to inorganic but not organic form of selenium. *Arch Environ Contam Toxicol* 2000; 39: 32-37.
- 108) Nogueira CW, Meotti FC, Curte E, Pilissao C, Zeni G, Rocha JB. Investigations into the potential neurotoxicity induced by diselenides in mice and rats. *Toxicology* 2003; 183: 29-37.
- 109) Rasekh HR, Davis MD, Cooke LW, Mazzio EA, Reams RR, Soliman KF. The effect of selenium on the central dopaminergic system: a microdialysis study. *Life Sci* 1997; 61: 1029-35.
- 110) Vinceti M, Mandrioli J, Borella P, Michalke B, Tsatsakis A, Finkelstein Y. Selenium neurotoxicity in humans: Bridging laboratory and epidemiologic studies. *Toxicol Lett* 2013 Nov 22. pii: S0378-4274(13)01422-7.
- 111) Tsunoda M, Johnson VJ, Sharma RP. Increase in dopamine metabolites in murine striatum after oral exposure to inorganic but not organic form of selenium. *Arch Environ Contam Toxicol* 2000; 39: 32-37.
- 112) Gupta N, Porter TD. Inhibition of human squalene monooxygenase by selenium compounds. *J Biochem Mol Toxicol* 2002; 16: 18-23.
- 113) Vinceti M, Maraldi T, Bergomi M, Malagoli C. Risk of chronic low-dose selenium overexposure in humans: insights from epidemiology and biochemistry. *Rev Environ Health* 2009; 24: 231-48.
- 114) Callaghan B, Feldman D, Gruis K, Feldman E. The association of exposure to lead, mercury, and selenium and the development of amyotrophic lateral sclerosis and the epigenetic implications. *Neurodegener Dis* 2011; 8(1-2): 1-8.
- 115) Vinceti M, Bonvicini F, Rothman KJ, Vescovi L, Wang F. The relation between amyotrophic lateral sclerosis and inorganic selenium in drinking water: a population-based case-control study. *Environ Health* 2010; 6: 9: 77.
- 116) Bergomi M, Vinceti M, Nacci G, Pietrini V, Bratter P, Alber D, Ferrari A, Vescovi L, Guidetti D, Sola P, Malagu S, Aramini C, Vivoli G. Environmental exposure to trace elements and risk of amyotrophic lateral sclerosis: a population-based case-control study. *Environ Res* 2002; 89: 116-123.
- 117) Mitchell JD, East BW, Harris IA, Pentland B. Manganese, selenium and other trace elements in spinal cord, liver and bone in motor neuron disease. *Eur Neurol* 1991; 31: 7-11.
- 118) Markesbery WR, Ehmann WD, Candy JM, Ince PG, Shaw PJ, Tandon L, Deibel MA. Neutron activation analysis of trace elements in motor neuron disease spinal cord. *Neurodegeneration* 1995; 4: 383-390.
- 119) Apostoli P, Lucchini R, Maccarrone R, Alessio L. Biological monitoring of occupational exposure to aluminum. *Med Lav* 1992 Sep-Oct; 83(5): 475-83.
- 120) Tjälve H, Henriksson J. Uptake of metals in the brain via olfactory pathways. *Neurotoxicology* 1999 Apr-Jun; 20(2-3): 181-95.
- 121) Campbell A, Hamai D, Bondy SC. Differential toxicity of aluminum salts in human cell lines of neural origin: implication for neurodegeneration. *Neurotoxicology* 2001; 22(1): 63-71.
- 122) Yasui M, Ota K, Garruto RM. Concentrations of zinc and iron in the brains of Guamanian patients with amyotrophic lateral sclerosis and parkinsonism-dementia. *Neurotoxicology* 1993; 14(4): 445-450.
- 123) Sinéczuk-Walczak H. Nervous system disorders induced by occupational exposure to aluminium compounds: a literature review. *Med Pr* 2001; 52(6): 479-81.
- 124) Roos PM, Vesterberg O, Syversen T, Flaten TP, Nordberg M. Metal concentrations in cerebrospinal fluid and blood plasma from patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Biol Trace Elem Res* 2013 Feb; 151(2): 159-70.
- 125) Shaw CA, Petrik MS. Aluminum hydroxide injections lead to motor deficits and motor neuron degeneration. *J Inorg Biochem* 2009 Nov; 103(11): 1555-62.
- 126) Thinnes FP. Opening cell membrane-standing type-1 VDAC/porin channels by trivalent aluminium-a factor in amyotrophic lateral sclerosis and Alzheimer's disease? *Mol Genet Metab* 2010 Oct-Nov; 101(2-3): 299-300.
- 127) Schwarz S, Husstedt I, Bertram HP, Kuchelmeister K. Amyotrophic lateral sclerosis after accidental injection of mercury. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1996; 60: 698.
- 128) Roos PM, Dencker L. Mercury in the spinal cord after inhalation of mercury. *Basic Clin Pharmacol Toxicol* 2012 Aug; 111(2): 126-32.
- 129) Pamphlett R, Kum Jew S. Uptake of inorganic mercury by human locus ceruleus and corticomotor neurons: implications for amyotrophic lateral sclerosis. *Acta Neuropathol Commun* 2013 May 9; 1(1): 13.
- 130) Zahir F, Rizwi SJ, Haq SK, Khan RH. Low dose mercury toxicity and human health. *Environ Toxicol Pharmacol* 2005 Sep; 20(2): 351-60.
- 131) Praline J, Guennoc AM, Limousin N, Hallak H, de Toffol B, Corcia P. ALS and mercury intoxication: a relationship? *Clin Neurol Neurosurg* 2007 Dec; 109(10): 880-3.
- 132) Rooney J. Further thoughts on mercury, epigenetics, genetics and amyotrophic lateral sclerosis. *Neurodegener Dis* 2011; 8(6): 523-4.
- 133) Bar-Sela S, Reingold S, Richter ED. Amyotrophic lateral sclerosis in a battery-factory worker exposed to cadmium. *Int J Occup Environ Health* 2001 Apr-Jun; 7(2): 109-12.
- 134) Bar-Sela S, Levy M, Westin JB, Laster R, Richter ED. Medical findings in nickel-cadmium battery workers. *Isr J Med Sci* 1992 Aug-Sep; 28(8-9): 578-83.
- 135) Tokuda E, Ono S, Ishige K, Naganuma A, Ito Y, Suzuki T. Metallothionein proteins expression, copper and zinc concentrations, and lipid peroxidation level in a rodent model for amyotrophic lateral sclerosis. *Toxicology* 2007; 229, 33-41.
- 136) Valentine JS, Hart PJ. Misfolded, CuZn SOD and amyotrophic lateral sclerosis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2003; 100: 3617-3622.
- 137) Rhoads TW, Lopez NI, Zollinger DR, Morrè JT, Arbogast BL, Maier CS, DeNoyer L, Beckman JS. Measuring copper and zinc superoxide dismutase from spinal cord tissue using electrospray mass spectrometry. *Anal Biochem* 2011 Aug 1; 415(1): 52-8.
- 138) Qureshi IA, Mehler MF. Advances in epigenetics and epigenomics for neurodegenerative diseases. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2011; 11: 464-473.
- 139) Trojsi F, Monsurrò MR, Tedeschi G. Exposure to Environmental Toxicants and Pathogenesis of Amyotrophic Lateral Sclerosis: State of the Art and research perspective. *Int J Mol Sci* 2013; 14: 15286-15311.
- 140) Sreedharan J, Brown RH Jr. Amyotrophic lateral sclerosis: Problems and prospects. *Ann Neurol* 2013 Sep; 74(3): 309-16.
- 141) Mendonça DM, Pizzati L, Mostacada K, de S Martins SC, Higashi R, Ayres Sá L, Moura Neto V, Chimelli L, Martinez AM. Neuroproteomics: an insight into ALS. *Neurol Res* 2012 Dec; 34(10): 937-43.
- 142) Bourassa MW, Miller LM. Metal imaging in neurodegenerative diseases. *Metallomics* 2012 Aug; 4(8): 721-38.

Corrispondenza: Paola Pedata, Department of Experimental Medicine - Section of Hygiene, Occupational Medicine and Forensic Medicine - Occupational Medicine Area - Second University of Naples, Via L. De Crecchio, 7 - 80138, Naples, Italy, E-mail: ppedata@libero.it, paola.pedata@unina2.it, ph. no: +390815665901, fax no: +390815665898

Assunta Capozzella¹, Angela Sancini¹, Simone De Sio¹, Iaria Samperi¹, Barbara Scala¹, Roberto Giubilati¹, Nadia Nardone¹, Maria Pia Schifano¹, Giorgia Andreozzi¹, Teodorico Casale¹, Francesco Tomei¹, Gianfranco Tomei², Maria Valeria Rosati¹

Pressione arteriosa in lavoratori esposti a stressors urbani

¹ University of Rome "Sapienza", Department of Anatomy, Histology, Medical-Legal and the Orthopaedics, Unit of Occupational Medicine, Rome, Italy

² University of Rome "Sapienza", Department of Psychiatric and Psychological Science, Rome, Italy

ABSTRACT. BLOOD PRESSURE IN WORKERS EXPOSED TO URBAN STRESSORS. *The aim of this study is to evaluate whether occupational exposure to urban stressors could cause alterations of systolic and diastolic blood pressure in "outdoor" workers. The research was conducted on a sample of 101 municipal policemen. The sample was divided in 2 groups according to length of service: group A (length of service between 1 and 15 years) and group B (length of service > 15 years). Group A and Group B were matched for age, overall length of service, cigarette smoking habit and consumption of alcohol and spirits. Group A was then divided into: A1 (length of service between 1 and 7 years) and A2 (length of service between 7 and 15 years). The mean values of systolic and diastolic blood pressure at rest showed statistically significant differences with increased values in group B compared to both groups A1 (p<0.05) and A2 (p<0.05). The study suggests that occupational exposure to urban stressors affects the blood pressure regulating system enhancing the risk of blood hypertension.*

Key words: blood pressure, cardiovascular effects, occupational exposure, urban stressor.

RIASSUNTO. Lo scopo del nostro studio è di valutare gli effetti dei diversi tempi di esposizione a stressor urbani nelle alterazioni dei valori della pressione sistolica e diastolica a riposo in lavoratori "outdoor". La ricerca è stata condotta su un campione di 101 agenti di polizia municipale di sesso maschile. Il campione è stato suddiviso, in base all'anzianità di servizio, in 2 gruppi: il gruppo A (anzianità lavorativa tra 1 e 15 anni) e gruppo B (anzianità lavorativa > 15 anni). Il gruppo A ed il gruppo B sono stati resi paragonabili per età, anzianità lavorativa complessiva, abitudine al fumo di sigaretta ed assunzione di alcol e liquori. Il gruppo A è stato poi suddiviso in: A1 (anzianità lavorativa tra 1 e 7 anni) e A2 (anzianità lavorativa tra 7 e 15 anni). I valori medi della pressione arteriosa sistolica e diastolica a riposo hanno mostrato differenze statisticamente significative con un aumento dei valori di pressione arteriosa nel gruppo B rispetto ai due gruppi A1 (p<0.05) e A2 (p<0.05). Lo studio suggerisce che l'esposizione professionale a stressor urbani incide sul sistema di regolazione della pressione sanguigna aumentando il rischio di ipertensione arteriosa.

Parole chiave: stressor urbani, esposizione professionale, effetti cardiovascolari, pressione arteriosa.

Introduzione

Diversi studi hanno mostrato che la prolungata esposizione ad inquinanti presenti in ambiente urbano (specialmente particolato totale sospeso e ozono), è associata alla manifestazione di effetti cardiovascolari (1-3). In seguito ad esposizione protratta per alcune settimane, il particolato inalabile è in grado di scatenare una risposta vasocostrittrice del sistema vascolare (4); le particelle inalabili possono inoltre essere associate ad alterazioni della frequenza cardiaca e ad aritmie (5-6), alterazioni emodinamiche, disfunzione endoteliale con rilascio di mediatori infiammatori (2, 7-8), alterazioni strutturali coronariche (9) e aterogenesi (10). Alcuni studi hanno mostrato che l'esposizione a stressor urbani provoca una risposta infiammatoria associata ad un incremento dell'aterosclerosi e ad un'umentata mortalità per malattie cardiovascolari (11-12).

Nonostante l'esposizione a stressor urbani sia un fattore di rischio ormai noto per la popolazione generale per l'insorgenza di effetti cardiovascolari, sono pochi gli studi condotti sui lavoratori esposti. L'esposizione professionale e l'esposizione ambientale a stressor urbani si differenziano per alcune importanti caratteristiche: frequenza, durata e intensità (o concentrazione) d'esposizione (13).

Alcuni autori (14-15) hanno studiato l'esposizione lavorativa a stressor urbani in categorie professionali quali i controllori del traffico; tuttavia non sono presenti in letteratura studi sufficienti sull'esposizione a stressor urbani in relazione all'anzianità lavorativa (che potrebbe rappresentare un indicatore del tempo di esposizione).

È noto che i vigili urbani, addetti al controllo dei parcheggi, delle aree a traffico limitato, degli incroci e delle strade ad intenso traffico, sono più esposti a inquinanti urbani rispetto ai lavoratori indoor (16-20).

Lo scopo di questo studio è di valutare se i valori della pressione sistolica e diastolica a riposo possono essere influenzati dalla durata di esposizione ad inquinanti urbani in un gruppo di vigili professionalmente esposti.

Materiali e metodi

Popolazione e ambiente

I soggetti di questa ricerca, tutti di sesso maschile, sono stati reclutati da una popolazione iniziale di 600 dipendenti

maschi della Polizia Municipale di una grande città italiana che svolgono la mansione di viabilista; svolgono lavoro a turni di sette ore al giorno per almeno cinque giorni alla settimana.

Questionario

Tutti i lavoratori inclusi nello studio hanno compilato, in presenza di un medico, un questionario clinico-anamnestico con items caratterizzanti la mansione e indaganti le caratteristiche della popolazione.

Sono state raccolte informazioni quali: abitudine al fumo, consumo di alcol, uso di farmaci, familiarità per patologie cardiovascolari, anzianità lavorativa, turnazione, mansione pregressa.

Al fine di eliminare i possibili fattori di confondimento per patologie cardiovascolari, sono stati esclusi dal campione iniziale tutti i soggetti:

- che consumavano abitualmente più di 2 bicchieri di alcol/die (un quantitativo superiore è associato a sviluppo d'ipertensione (21);
- che presentavano familiarità per patologie cardiovascolari;
- che assumevano farmaci antiipertensivi o farmaci che potevano interferire con il sistema cardiovascolare;
- con anzianità lavorativa inferiore ad un anno (22);
- che svolgevano lavoro a turni notturni;

Sono inoltre stati esclusi dallo studio tutti gli ex fumatori (inclusi solo i fumatori attuali e i mai fumatori (23).

Valutazione di laboratorio e clinica

Tutti i lavoratori sono stati sottoposti ad esame clinico con valutazione dell'indice di massa corporea (IMC) e sono stati esclusi tutti i lavoratori con IMC > 30 (obesità di grado medio e elevato).

In occasione della visita medica è stata effettuata la misurazione della pressione arteriosa (PA) sistolica e diastolica in clinostatismo. Per evitare situazioni che potevano provocare variazioni artificiali della pressione arteriosa e degli altri parametri in esame, i soggetti erano a digiuno da almeno 10 ore, a riposo da almeno 15 minuti ed erano stati invitati ad astenersi dal fumo per almeno 15 minuti prima della visita.

La misurazione della pressione arteriosa omerale è stata effettuata con sfigmomanometro a mercurio in ambiente tranquillo e ad una temperatura confortevole; al mattino, tra le ore 8.00 e le ore 10.00, sono state effettuate 3 misurazioni: la prima dopo 5 minuti dall'assunzione della posizione clinostatica, la seconda a tre minuti dalla prima e la terza a 3 minuti dalla seconda, senza variazioni posturali tra una determinazione e l'altra. Considerando la media delle prime 3 misurazioni è stata eseguita la distribuzione dei valori di Pa e sono state calcolate le percentuali di ipertesi basali secondo la classificazione del WHO (World Health Organization, 2007), semplificando e definendo come "ipertesi" i soggetti con valori di Pa sistolica (PAS) >139 e/o Pa diastolica (PAD) > 89.

La rilevazione della frequenza cardiaca è stata effettuata mediante l'utilizzo del cardiofrequenzimetro.

In occasione della visita medica è stato prelevato un campione di sangue per valutare i seguenti parametri:

glicemia (SI 3.9 - 5.5 mmol / L), colesterolemia totale (SI <5.2 mmol/L), HDL (SI >1.03 mmol/L), LDL (SI <3.3 mmol/L), trigliceridemia (SI <1.7 mmol/L) e Proteina C-reattiva (SI <3.11 mg/L). Per gli esami di laboratorio sono state utilizzate tecniche standard con ELAN analyzer (Eppendorf Merck, Hamburg, Germany). Tutti i soggetti che risultavano avere valori di glicemia > 5.5 mmol/L e colesterolemia totale > 5.2 mmol/L, fattori di rischio per patologie cardiovascolari, sono stati esclusi dal campione.

I 360 soggetti rimasti inclusi nello studio sono stati suddivisi, in relazione all'anzianità lavorativa, in due gruppi: gruppo A (171 soggetti) con anzianità lavorativa tra uno e quindici anni e gruppo B (189 soggetti) con anzianità lavorativa superiore a quindici anni.

I due gruppi sono stati resi paragonabili per età anagrafica, abitudine al fumo di sigaretta, assunzione di bevande alcoliche e IMC in termini di media, deviazione standard (DS) e distribuzione in classi. Le caratteristiche della popolazione sono riportate in Tabella I.

Al termine di questo lavoro di selezione, sono rimasti inclusi nel nostro lavoro un totale di 101 lavoratori ripartiti nei 2 gruppi come segue: 51 soggetti nel gruppo A, e 50 nel gruppo B. Successivamente si è proceduto a suddividere il gruppo A (dipendenti con anzianità di viabilista compresa tra 1 anno e <15anni) in due sottogruppi: il gruppo A1 (n. 24 soggetti) con anzianità lavorativa tra 1 anno e <7 anni ed il gruppo A2 (n. 27 soggetti) con anzianità lavorativa tra 7 anni e <15anni.

Tutti i soggetti hanno acconsentito al trattamento dei propri dati personali, hanno dichiarato di essere a conoscenza del fatto che i dati rientravano nel novero dei dati sensibili, ed hanno acconsentito a che i dati scaturiti venissero trattati in modo anonimo e collettivo, con modalità e scopi scientifici in accordo ai principi della Dichiarazione di Helsinki.

Caratterizzazione dell'esposizione ad inquinanti urbani nella città oggetto dello studio

La caratterizzazione dell'esposizione ad inquinanti urbani per i dipendenti della polizia municipale è stata valutata utilizzando le concentrazioni di inquinanti monitorate dalle centraline fisse.

La qualità dell'aria nella città in questione è monitorata dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione Ambientale del Lazio (ARPA Lazio) mediante una rete di stazioni fisse di rilevamento ubicate in varie zone della città, al fine di rappresentare la realtà urbana. Ogni stazione registra le variabili meteorologiche e le concentrazioni ambientali di diversi inquinanti, come raccomandato dalla normativa nazionale (su base europea) sulla qualità dell'aria urbana. La configurazione della rete di monitoraggio prevede n. 13 centraline fisse di monitoraggio di cui: n. 4 dislocate in siti caratterizzati da alto traffico veicolare; n. 5 dislocate in zone caratterizzate da medio traffico, n. 1 posta in un parco comunale per la misurazione dell'inquinamento non influenzato dal traffico veicolare ed 1 nella zona a traffico limitato; n. 2 forniscono dati relativi all'inquinamento fotochimico e situate rispettivamente in un'area suburbana e in un'area rurale; n. 1 stazione fornisce esclusivamente i

Tabella I. Caratteristiche della popolazione studiata

	Gruppo A1 (N=24)	Gruppo A2 (N=27)	Gruppo B (N=50)	Significatività
Anzianità lavorativa N. soggetti	≥ 1 - < 7 24	≥ 7 - < 15 27	≥ 15 50	-
Età (anni) media ± DS (range)	44.66 ± 4.64 (37-57)	45.44 ± 3.58 (42-55)	45.84 ± 3.51 (39-54)	p > 0.05
Indice di Massa Corporea (IMC) media ± DS (range)	24.5±3.2 (18.7-29.1)	25,7± 2.9 (19.3-29.2)	25.2±2.9(18.7-29.2)	p > 0.05
Abitudine al fumo N. soggetti (%) N. di sigarette/die media ± DS (range) Non fumatori (%)	8 (33.3%) 13.37 ± 8.43 (5-26) 15 (66.7%)	9 (33.4%) 12.37 ± 8.38 (5-30) 18 (66.6%)	16 (32.0%) 12.38 ± 8.50 (5-20) 34 (68.0%)	p > 0.05 p > 0.05 p > 0.05
Consumo di alcol N. soggetti (%) Consumo di bicchieri/die media ± DS (range)	13 (54.2%) 1.69 ± 0.48 (1-2)	15 (55.5%) 1.67 ± 0.49 (1-2)	27 (54%) 1.70 ± 0.46 (1-2)	p > 0.05 p > 0.05

DS= deviazione standard

dati meteorologici (ARPA Lazio, 2008). L'inquinamento fotochimico esiste in tutta la regione, ma solo 2 siti di monitoraggio fisso sono stati scelti come rappresentativi della totalità delle stazioni fisse.

Considerato che ci interessava caratterizzare gli effetti di un'esposizione a lungo termine abbiamo cercato di ottenere dati degli inquinanti con effetto a lungo termine per il periodo di esposizione dei dipendenti della polizia municipale.

È stato possibile ottenere dati degli ultimi 10 anni (1998-2008) per benzene, PM₁₀ e NO₂ (Tabella II). Infatti, solo a partire dal 2003 è cominciata l'indagine mirata alla rilevazione del BaP (su tutte le centraline) e dei metalli (solo su centralina ad elevato traffico) su PM₁₀. Le concentrazioni medie annuali di BaP e metalli non

vengono mostrate in Tabella II considerati i pochi dati a disposizione. La Tabella II mostra le concentrazioni medie annuali di benzene, PM₁₀ e NO₂ registrate da una centralina ubicata su strada in zona ad alto traffico e da una centralina ubicata in zona a medio traffico dove i viabilisti lavorano quotidianamente. Per una migliore descrizione dell'inquinamento urbano vengono descritte anche le concentrazioni medie annuali per gli inquinanti sopra citati monitorati dalla centralina ubicata nel parco comunale.

Analisi statistica

L'analisi statistica dei dati è stata basata su calcolo della media, della deviazione standard (DS) e della distribuzione in classi secondo la natura di ciascuna variabile.

Tabella II. Concentrazioni medie annuali di benzene, PM₁₀ e NO₂ da stazioni fisse di monitoraggio (1998-2008)

Inquinanti	Stazioni fisse di monitoraggio	Anno										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Benzene (µg/m ³)	A ^a	n.d.*	14.5	12.8	11.5	9.6	7.8	7.1	6.5	5.8	3.8	3.1
	B ^b	n.d.*	13.4	8.7	8.8	8.4	6.4	5.7	5.3	4.6	2.6	2.5
	C ^c	n.d.*	4.3	3.3	n.d.*	2.4	2.6	2.1	1.9	2.0	1.8	1.9
PM ₁₀ (µg/m ³)	A ^a	52.0	47.0	42.0	48.0	53.0	52.0	54.0	48.2	48.8	44.0	38.2
	B ^b	n.d.*	61.0	54.0	54.0	48.0	44.9	45.5	42.3	39.6	38.0	33.8
	C ^c	n.d.*	19.0	31.0	29.0	29.0	29.0	27.0	29.3	32.3	31.0	27.4
NO ₂ (µg/m ³)	A ^a	104.0	99.0	101.0	90.0	87.0	93.0	84.0	87.0	100.0	85.0	78.0
	B ^b	50.0	55.0	56.0	59.0	56.0	54.0	51.0	54.0	61.0	58.0	47.0
	C ^c	n.d.*	39.0	42.0	40.0	38.0	42.0	35.0	41.0	42.0	44.0	33.0

*n.d. non-determinato.

^aA: stazioni fisse di rilevamento in aree ad alto traffico veicolare

^bB: stazioni fisse di rilevamento in aree a medio traffico veicolare

^cC: stazioni fisse di rilevamento nei parchi

Elaborato da dati ARPA. Dati reperibili da: www.arpalazio.it

La differenza tra i valori delle medie è stata valutata tramite i test del t di Student per i dati non appaiati. Le frequenze delle variabili individuali sono state confrontate utilizzando il test del Chi-quadro (χ^2) con la correzione di Yates. Le differenze sono state considerate significative in caso di $p < 0.05$. L'analisi statistica è stata effettuata utilizzando il programma statistico SYSTAT.

Risultati

I valori di glicemia, colesterolemia totale, HDL, LDL, trigliceridi e Proteina C reattiva del campione in esame erano tutti entro i normali range di laboratorio. Dal confronto dei valori medi di glicemia, colesterolo totale, HDL, LDL, trigliceridi e Proteina C reattiva non sono emerse differenze statisticamente significative nei tre gruppi (Tabella III).

Per ciascun gruppo è stata analizzata la mansione pregresa (dati mostrati in Tabella IV).

Non sono emerse differenze significative dal confronto dei valori medi della frequenza cardiaca nei tre gruppi (dati non mostrati).

Rispetto ai valori di riferimento stabiliti dalla WHO (2007), l'8.4% (n. 2) dei lavoratori del gruppo A1, l'11.1% (n. 3) del gruppo A2 ed il 40% (n. 20) del gruppo B avevano valori di pressione sistolica che superavano i limiti normali (> 139 mmHg), mentre l'8.4% (n. 2) dei lavoratori del gruppo A1, il 18.5% (n. 5) di quelli del gruppo A2 ed il 48% (n. 24) di quelli del gruppo B

mostravano valori di pressione diastolica al di sopra dei limiti normali (> 89 mmHg). I valori che superavano il range della pressione sistolica e diastolica risultano statisticamente significativi comparando il gruppo B con il gruppo A (A1+A2; $p < 0.05$) con il gruppo A1 ($p < 0.05$) ed il gruppo A2 ($p < 0.05$). Tale riscontro mette in evidenza che nel gruppo A1 n. 4 viabilisti hanno un'ipertensione di grado I (lieve), nel gruppo A2 n. 3 viabilisti hanno un'ipertensione di grado I (lieve), mentre nel gruppo B abbiamo riscontrato n. 22 casi con un'iperten-

Tabella III. Valori di glicemia, colesterolemia totale, HDL, LDL, trigliceridi e Proteina C-Reattiva

	Gruppo A (N=51)	Gruppo B (N=50)	Significatività
Glicemia (mmol/L) media \pm DS (range)	4.8 \pm 0.5 (3.9-5.8)	4.7 \pm 0.4 (3.9-5.7)	$p > 0.05$
Colesterolemia totale (mmol/L) media \pm DS (range)	4.3 \pm 0.6 (3.2-5)	4.4 \pm 0.5 (3.2-5)	$p > 0.05$
HDL(mmol/L) media \pm DS (range)	1.3 \pm 0.1 (0.8-1.6)	1.3 \pm 0.2 (0.9-1.7)	$p > 0.05$
LDL(mmol/L) media \pm DS (range)	3 \pm 0.3 (1.8-3.9)	2.9 \pm 0.4 (2-3.7)	$p > 0.05$
Trigliceridi (mmol/L) media \pm DS (range)	1.2 \pm 0.2 (0.7-1.8)	1.3 \pm 0.3 (0.7-2.1)	$p > 0.05$
Proteina C-Reattiva (mg/L) media \pm DS (range)	1.9 \pm 0.6 (0.4-2.9)	2 \pm 0.7 (0.3-3)	$p > 0.05$

DS = Deviazione Standard

Tabella IV. Mansioni pregresse della popolazione studiata

Mansioni pregresse	Gruppo A1 (N=24) N. soggetti (%)	Gruppo A2 (N=27) N. soggetti (%)	Gruppo B (N=50) N. soggetti (%)
Autista	2 (8.33%)	2 (7.4%)	5 (10%)
Motociclista	-	2 (7.4%)	-
Amministrativo	4 (16.7%)	5 (18.5%)	1 (2%)
Altre mansioni outdoor	-	-	5 (10%)
Nessuna precedente esposizione	18 (75%)	18 (66.6%)	39 (78%)

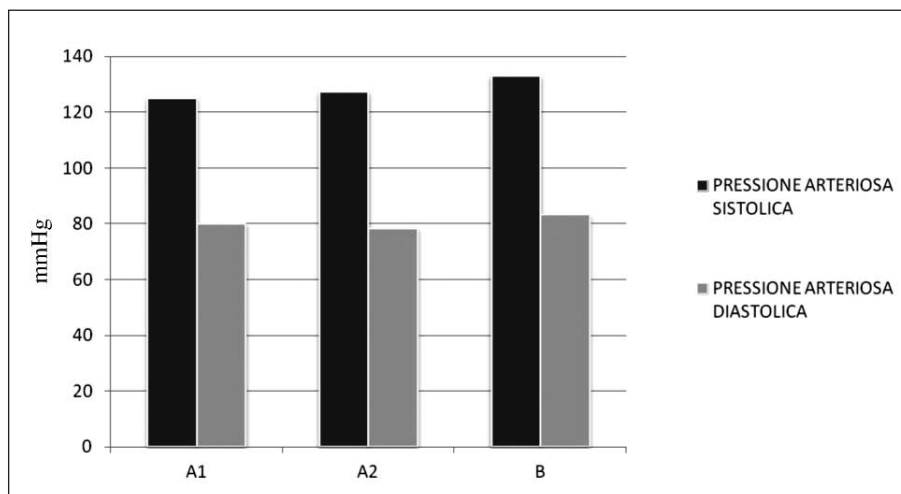


Figura 1. Valori medi della pressione arteriosa sistolica e diastolica nei tre gruppi (Gruppo A1, A2 e B).

sione di grado I (lieve) e n. 1 caso con un'ipertensione di grado II (moderata).

I valori medi della pressione arteriosa sistolica e diastolica (BP) dei soggetti reclutati sono riportati in Figura 1.

Il confronto tra gruppi dei valori medi della pressione arteriosa sistolica e diastolica a riposo ha mostrato un aumento statisticamente significativo nel gruppo B rispetto al gruppo A1 ($p < 0.05$) e al gruppo A2 ($p < 0.05$); non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra i gruppi A1 ed A2 (Tabella V).

Tabella V. Valori medi di pressione arteriosa sistolica e diastolica nei 3 gruppi

	Gruppo A1	Gruppo A2	Gruppo B
Pressione Arteriosa sistolica (mmHg) media \pm DS (min-max)	125.00 \pm 7.66 (110-145)	127.22 \pm 9,13 (115-145)	133.00 \pm 9.96* (115-160)
Pressione Arteriosa diastolica (mmHg) media \pm DS (min-max)	80.00 \pm 6.90 (65-95)	78,33 \pm 8.44 (60-95)	83.40 \pm 9.23* (60-100)

Discussione e Conclusione

L'incremento della pressione arteriosa sistolica e diastolica tra i viabilisti con un'anzianità lavorativa > 15 anni rispetto ai viabilisti con un'anzianità lavorativa < 15 anni fa ipotizzare che l'esposizione a lungo termine a stressor urbani possa essere un fattore di rischio nell'eziopatogenesi dell'ipertensione. Tale dato è confermato dall'assenza di significatività tra i viabilisti con un'anzianità lavorativa compresa tra 1 anno < 7 anni vs i viabilisti con un'anzianità lavorativa compresa tra 7 anni \leq 15 anni.

L'ipotesi che la durata del tempo di esposizione a stressor urbani sia il fattore causale dell'incremento dei valori pressori è inoltre confermato dal fatto che nel nostro studio non sono state riscontrate differenze statisticamente significative nei tre gruppi negli altri parametri quali colesterolo totale, HDL, LDL, trigliceridi, glicemia e Proteina C-reattiva, fattori di rischio per alterazioni cardiovascolari (14-15, 24).

Un recente studio presente in letteratura (14) mostra che esiste una correlazione positiva tra esposizione ad inquinanti urbani, in particolare di PM10 e O3 ed aumento della pressione sanguigna nei controllori del traffico di Santo André, Brasile. Ciò può essere dovuto ad una conseguenza dell'azione diretta sul cuore e sull'endotelio di particelle che colpiscono il sistema nervoso autonomo, che possono alterare il cronotropismo e l'inotropismo del cuore e aumentare la gittata cardiaca e la pressione sanguigna sistolica e diastolica. Brook e coll., 2009 (7) suggeriscono che le particelle inalate sono responsabili dell'aumento della pressione arteriosa, probabilmente per stimolazione di uno squilibrio autonomo. Lo studio condotto da De Paula Santos e coll., 2005 (15) sui controllori del traffico veicolare della città di São Paulo (cui è stata monitorata la pressione arteriosa per 24h), mostra una variazione dei valori pressori di questi lavoratori attribuibile probabilmente a due meccanismi: aumento dell'attività del sistema nervoso simpatico e aumentato rilascio dell'endotelina. Il PM inalato nell'albero polmonare può interferire con il sistema cardiovascolare attraverso tre percorsi: stimola l'infiammazione sistemica e/o lo stress ossidativo, provoca alterazioni dell'equilibrio autonomo, stimola azioni dirette sui vasi.

Studi epidemiologici hanno dimostrato che la prevalenza dell'ipertensione è fortemente dipendente dagli stressor psico-sociali. Lo studio condotto da Elye coll., 1986 (25) dimostra come i diversi compiti occupazionali svolti dai vigili urbani espongono questi lavoratori ad effetti fisiologici e psicologici che possono compromettere

la loro salute. Infatti i loro percorsi lavorativi possono essere differenti, e di conseguenza, forse, anche lo stato d'animo, l'umore, lo stato sociale, ecc.

Nello studio gli autori, valutando i livelli pressori nei tre gruppi, mostrano un incremento della pressione arteriosa diastolica e del rischio cardiovascolare.

Anche i risultati dello studio condotto da Carter e coll., 2008 (26) sono in linea con i precedenti.

Nel nostro studio non sono stati rilevati soggetti affetti da ipertensione severa. Ciò potrebbe essere spiegato dal fatto che i viabilisti sono inclusi in un programma di specifica sorveglianza sanitaria al fine di individuare modificazioni precoci della pressione arteriosa, di valutare la gravità e quindi di agire sui fattori di rischio per la tutela della salute dei lavoratori esposti.

I risultati dello studio sono coerenti con le nostre precedenti ricerche (27-37) sui molteplici effetti degli stressor urbani sulla salute dei lavoratori outdoor e anche sull'apparato cardiovascolare (38-42), e suggeriscono l'esistenza di un effetto cumulativo di diversi stressor (chimici, fisici e psicosociali) nel causare un aumento della pressione arteriosa evidenziato nei viabilisti municipali.

Bibliografia

- 1) Beelen R, Hoek G, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Fischer P, Schouten LJ, Jerrett M, Hughes E, Armstrong B, Brunekreef B. Long-Term Effects of Traffic-Related Air Pollution on Mortality in a Dutch Cohort (NLCS-AIR Study). *Environ Health Perspect* 2008; 116: 196-202.
- 2) Mills NL, Törnqvist H, Gonzalez MC, Vink E, Robinson SD, Söderberg S, Boon NA, Donaldson K, Sandström T, Blomberg A, Newby DE. Ischemic and thrombotic effects of dilute diesel-exhaust inhalation in men with coronary heart disease. *N Engl J Med* 2007; 357(11): 1075-1082.
- 3) Sancini A, Caciari T, Di Pastena C, Sinibaldi F, Scala B, Fiaschetti M, De Sio S, Maurizi D, Nardone N, Scimitto L, Miracco P, Tomei F, Tomei G, Ciarrocca M. Meta-analysis: cardiovascular effects in workers occupationally exposed to urban pollution. *Prevent Res* 2011; 1 (1): 87-100.
- 4) Brook RD, Rajagopalan S, Pope III CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, Holguin F, Hong Y, Luepker RV, Mittleman MA, Peters A, Siscovick D, Smith SC, Whitsel JL, Kaufman JD. Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease: An Update to the Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2010; 121: 2331-2378.
- 5) Brook RD. Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci (Lond)* 2008; 115(6): 175-87.
- 6) Törnqvist H, Mills NL, Gonzalez M, Miller MR, Robinson SD, Megson IL, MacNee W, Donaldson K, Söderberg S, Newby DE, Sandström T, Blomberg A. Persistent endothelial dysfunction in humans after diesel exhausts inhalation. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(4): 395-400.
- 7) Brook RD, Rajagopalan S. Particulate matter, air pollution, and blood pressure. *J Am Soc Hypertens* 2009; 3(5): 332-350.
- 8) Nogueira JB. Air pollution and cardiovascular disease. *Rev Port Cardiol* 2009; 28: 715-733.
- 9) Akinaga LM, Lichtenfels AJ, Carvalho-Oliveira R, Caldini EG, Dolhnikoff M, Silva LF, Bueno HM, Pereira LA, Saldiva PH, Garcia ML. Effects of chronic exposure to air pollution from Sao Paulo city on coronary of Swiss mice, from birth to adulthood. *Toxicol Pathol* 2009; 37(3): 306-14.

- 10) Soares SR, Carvalho-Oliveira R, Ramos-Sanchez E, Catanosi S, da Silva LF, Mauad T, Gidlund M, Goto H, Garcia ML. Air pollution and antibodies against modified lipoproteins are associated with atherosclerosis and vascular remodeling in hyperlipemic mice. *Atherosclerosis* 2009; 207(2): 368-73.
- 11) Martins LC, Pereira LA, Lin CA, Santos UP, Prioli G, Luiz Odo C, Saldiva PH, Braga AL. The effects of air pollution on cardiovascular diseases: lag structures. *Rev Saude Publica* 2006; 40(4): 677-83.
- 12) Vogel CF, Sciuillo E, Wong P, Kuzmicky P, Kado N, Matsumura F. Induction of proinflammatory cytokines and C-reactive protein in human macrophage cell line U937 exposed to air pollution particulates. *Environ Health Perspect* 2005; 113(11):1536-1541.
- 13) Fang SC, Cassidy A, Christiani DC. A Systematic Review of Occupational Exposure to Particulate Matter and Cardiovascular Disease. *Int J Environ Res Public Health* 2010; 7: 1773-1806.
- 14) Chiarelli PS, Pereira LAA, Saldiva PHN, Ferreira Filho C, Garcia MLB, Braga ALF, Martins LC. The association between air pollution and blood pressure in traffic controllers in Santo André, São Paulo, Brazil. *Environ Res* 2011; 111(5): 650-655.
- 15) de Paula Santos U, Braga AL, Giorgi DM, Pereira LA, Grupi CJ, Lin CA, Bussacos MA, Zanetta DM, do Nascimento Saldiva PH, Filho MT. Effects of air pollution on blood pressure and heart rate variability: a panel study of vehicular traffic controllers in the city of São Paulo, Brazil. *Eur Heart J* 2005; 26(2): 193-200.
- 16) Arayasiri M, Mahidol C, Navasumrit P, Autrup H, Ruchirawat M. Biomonitoring of benzene and 1,3-butadiene exposure and early biological effects in traffic policemen. *Sci Total Environ* 2010; 408: 4855-4862.
- 17) Cattaneo A, Taronna M, Consonni D, Angius S, Costamagna P, Cavallo DM. Personal exposure of traffic police officers to particulate matter, carbon monoxide, and benzene in the city of Milan, Italy. *J Occup Environ Hyg* 2010; 7: 342-351.
- 18) Fustinoni S, Buratti M, Giampiccolo R, Colombi A. Biological and environmental monitoring of exposure to airborne benzene and other aromatic hydrocarbons in Milan traffic wardens. *Toxicol Lett* 2005; 77: 387-392.
- 19) Maître A, Soulat JM, Masclet P, Stoklov M, Marqués M, de Gaude-maris R. Exposure to carcinogenic air pollutants among policemen working close to traffic in an urban area. *Scand J Work Environ Health* 2002; 28: 402-410.
- 20) Perico A, Gottardi M, Boddi V, Bavazzano P, Lanciotti E. Assessment of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in police in Florence, Italy, through personal air sampling and biological monitoring of the urinary metabolite 1-hydroxypyrene. *Arch Environ Health* 2001; 56: 506-512.
- 21) Goldberg IJ, Mosca L, Piano MR, Fisher EA. Wine and Your Heart. A Science Advisory for Healthcare Professionals From the Nutrition Committee, Council on Epidemiology and Prevention, and Council on Cardiovascular Nursing of the American Heart Association. *Circulation*. 2001; 103: 472-475.
- 22) Rosati MV, Sancini A, Tomei F, Andreozzi G, Scimitto L, Schifano MP, Ponticciello BG, Fiaschetti M, Tomei G. Plasma cortisol concentrations and lifestyle in a population of outdoor workers. *Int J Environ Health Res*. 2011; 21(1): 62-71.
- 23) Brunekreef B, Beelen R, Hoek G, Hoek G, Schouten L, Bausch-Goldbohm S, Fischer P, Armstrong B, Hughes E, Jerrett M, van den Brandt P. Effects of long-term exposure to traffic-related air pollution on respiratory and cardiovascular mortality in the Netherlands: the NLCS-AIR study. *Res Rep Health Eff Inst*. 2009; (139): 5-71.
- 24) Tozawa M, Saori O, Chiho I, Shogo S, Yasushi H, Takeshi T, Yoshiharu I, Kunitoshi I, Koshiro F. Multiple risk factor clustering of hypertension in a screened cohort. *J Hypertens* 2000; 18(10): 1379-1385.
- 25) Ely DL, Mostardi RA. The effect of recent life events stress, life assets, and temperament pattern on cardiovascular risk factors for Akron City police officers. *J Human Stress* 1986; 12: 77-91.
- 26) Carter JR, Durocher JJ, Kern RP. Neural and cardiovascular responses to emotional stress in human. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008; 295: 1898-1903.
- 27) Casale T, Ciarrocca M, Di Marzio A, Nieto HA, Sacco C, Schifano MP, Capozzella A, Rosati MV, Tomei G, Caciari T, Tomei F. Exposure to cadmium and plasma cortisol in workers exposed to urban stressor. *Clin Ter* 2013; 164(6): e465-72.
- 28) Sancini A, Tomei G, Palermo P, Rosati MV, Schifano MP, Samperi I, Fiaschetti M, Cetica C, Ponticciello BG, Scimitto L, Tomei F, De Sio S, Capozzella A, Ciarrocca M. Urban stressors and thyroid hormones. *Clin Ter* 2011; 162(2): 119-24.
- 29) Chioyenda P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M, Milazzo D, Tomei G, Capozzella A, Tomei F, Rossini PM, Tecchio F. Environmental noise-exposed workers: event-related potentials, neuropsychological and mood assessment. *Int J Psychophysiol* 2007; 65(3): 228-37.
- 30) Tomei G, Capozzella A, Ciarrocca M, Fiore P, Rosati MV, Fiaschetti M, Casale T, Anzelmo V, Tomei F, Monti C. Plasma dopamine in workers exposed to urban stressor. *Toxicol Ind Health* 2007; 23(7): 421-7.
- 31) Ciarrocca M, Caciari T, Ponticciello BG, Giofrè PA, Tomei G, Sancini A, Schifano MP, Palermo P, Nardone N, Scimitto L, Fiaschetti M, Tomei F. Follicle-stimulating hormone levels in female workers exposed to urban pollutants. *Int J Environ Health Res* 2011; 21(6): 391-401.
- 32) Tomei G, Ciarrocca M, Fortunato BR, Capozzella A, Rosati MV, Cerratti D, Tomao E, Anzelmo V, Monti C, Tomei F. Exposure to traffic pollutants and effects on 17-beta-estradiol (E2) in female workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2006; 80(1): 70-7.
- 33) Ciarrocca M, Cerratti D, Capozzella A, Rosati MV, Anzani MF, Bernardini A, Casale T, Pimpinella B, Tomei G, Monti C, Tomao E, Tomei F. Plasma 17-alpha-OH-progesterone in female workers exposed to urban pollutants. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2006; 19(4 Suppl): 49-55.
- 34) Monti C, Ciarrocca M, Cardella C, Capozzella A, Rosati MV, Cherubini E, Fagnoli S, Casale T, Tomei F, Tomei G. Exposure to urban stressor and effects on luteinizing hormone (LH) in female outdoor workers. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 2006; 41(8): 1437-48.
- 35) Tomei G, Ciarrocca M, Capozzella A, Rosati MV, Vacca D, Ursini A, Cangemi C, Monti C, Tomei F. Effects on androstenedione in male workers exposed to urban stressors. *Inhal Toxicol* 2006; 18(7): 501-6.
- 36) Ciarrocca M, Tecchio F, Zappasodi F, Ercolani M, Moffa F, Chioyenda N P, Capozzella A, De Rose E, Perugi F, Cerratti D, Tomao E, Tomei F. Neuro-psychological and emotional profile in workers exposed to urban stressors. *G Ital Med Lav Ergon* 2006; 28(3): 412-413.
- 37) Tomei F, Ciarrocca M, Cherubini E, Rosati MV, Monti C, Capozzella A, Tomei G. Prolactin levels in workers exposed to chemical, physical and psycho-social urban stressors. *J Occup Health* 2006; 48(4): 253-60.
- 38) De Sio S, Sinibaldi F, Suppi A, Marrocco M, Cappelli L, Giubilati R, Bonomi S, Massimi R, Di Marzio A, Andreozzi G, Rosati MV, Pimpinella B, Tomei F, Sancini A. Blood and urinary nickel from urban pollution and blood pressure. *Prev Res* 2014; 3(1):1-9.
- 39) Caciari T, Sancini A, Fioravanti M, Capozzella A, Casale T, Montuori L, Fiaschetti M, Schifano MP, Andreozzi G, Nardone N, Tomei G, Ciarrocca M, Rosati MV, Tomei F. Cadmium and hypertension in exposed workers: A meta-analysis. *Int J Occup Med Environ Health* 2013; 26(3): 440-56.
- 40) Tomei G, Sancini A, Tomei F, Vitarelli A, Andreozzi G, Rinaldi G, Di Giorgio V, Samperi I, Fiaschetti M, Tasciotti Z, Cetica C, Capozzella A, Ciarrocca M, Caciari T. Prevalence of systemic arterial hypertension, electrocardiogram abnormalities, and noise-induced hearing loss in agricultural workers. *Arch Environ Occup Health* 2013; 68(4): 196-203.
- 41) Caciari T, Sancini A, Tomei F, Antetomaso L, Tomei G, Scala B, Sinibaldi F, Di Pastena C, Andreozzi G, Nardone N, Schifano MP, Corbosiero P, Capozzella A, De Sio S, Ciarrocca M. Cadmium blood/urine levels and blood pressure in workers occupationally exposed to urban stressor. *Ann Ig* 2012; 24(5): 417-28.
- 42) Tomei F, De Sio S, Tomao E, Anzelmo V, Baccolo TP, Ciarrocca M, Cherubini E, Valentini V, Capozzella A, Rosati MV. Occupational exposure to noise and hypertension in pilots. *Int J Environ Health Res* 2005; 15(2): 99-106.

Debora Bellassai¹, Antonio Spinazzola¹, Stefano Silvestri²

Stima della diffusione indoor di fibre di amianto con il modello diffusionale di Pasquill e Gifford per l'ambiente esterno

¹ Agenzia Regionale per le Protezione dell'Ambiente - Toscana

² Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica - Firenze

RIASSUNTO. Per superare il problema della valutazione dell'esposizione occupazionale pregressa, quando non siano disponibili risultati di monitoraggi indoor a suo tempo effettuati nelle lavorazioni di interesse, è stato messo a punto un modello che ricalca quello diffusionale di Pasquill e Gifford utilizzato correntemente per la stima delle concentrazioni di inquinanti a determinate distanze dalla sorgente (5, 8). Oggetto dello studio è la stima della diffusione quantitativa di fibre di amianto aerodisperse in funzione della distanza dalla sorgente in un'azienda metalmeccanica di costruzione di carrozze ferroviarie, durante il periodo della coibentazione a spruzzo della carrozzeria, trattamento che veniva effettuato in un grande capannone senza separazione dalle altre lavorazioni. L'applicazione del modello, date le caratteristiche della sorgente emissiva, ha consentito di stimare la diffusione quantitativa del particolato all'interno del locale evidenziando l'atteso decremento della concentrazione all'aumentare della distanza. Mediante opportuni calcoli la concentrazione in peso è stata convertita in numero di fibre / unità di volume, l'unità di misura correntemente utilizzata per la definizione dell'inquinamento da amianto (4).

Parole chiave: amianto, amianto spruzzato, stima quantitativa esposizione pregressa, modello diffusionale, ambienti confinati, rotabili ferroviari.

ABSTRACT. In absence of results of environmental monitoring to proceed with the assessment of occupational exposure, it was developed a model that retraces the one of Pasquill and Gifford, currently used for the estimation of concentrations of pollutants at certain distances from the source in outdoor environment (5, 8). Purpose of the study is the quantitative estimate of the diffusion of airborne asbestos fibers in function of the distance from the source in an factory where railway carriages were produced during the period when asbestos was sprayed as insulator of the body. The treatment was carried out in a large shed without separation from other operations. The application of the model, given the characteristics of the emitting source, has allowed us to estimate the diffusion of particles inside the shed with an expected decrease in concentration inversely proportional to the distance from the source. By appropriate calculations the concentration by weight has been converted into number of fibers by volume, the unit of measure currently used for the definition of asbestos pollution (4).

Key words: asbestos, sprayed asbestos, quantitative past exposure estimate, diffusion model, indoor premises, railway rolling stock.

Introduzione

La determinazione dei livelli di inquinamento da polveri e di esposizione personale, dato il tipo di materiale e la lavorazione a cui viene sottoposto, viene usualmente effettuata mediante campionamenti personali o di area, solitamente localizzati nelle vicinanze della sorgente. In grandi ambienti di lavoro la diffusione delle polveri, dal luogo dove vengono prodotte al resto del locale, espone all'inalazione anche maestranze non operanti direttamente su materiali o macchine che producono il fattore di rischio sotto indagine. Molto spesso non si dispone di dati che consentano la valutazione dell'esposizione degli addetti sia diretti che indiretti, dato che in passato la pratica del monitoraggio ambientale era scarsamente diffusa nel nostro paese. L'assenza di questi dati rappresenta un handicap, in particolare negli studi epidemiologici occupazionali, dato che la valutazione e l'assegnazione dell'esposizione pregressa di lavoratori arruolati in una coorte è fortemente raccomandata (1). Si è pertanto valutata la possibilità, sotto alcune ipotesi di idealità, di calcolare le concentrazioni di inquinanti indoor utilizzando un modello diffusionale semplice (gaussiano) usualmente utilizzato per la stima delle concentrazioni di inquinanti in ambiente esterno.

Come già descritto sotto opportune condizioni di ventilazione del locale (velocità moderate, flussi bidirezionali di aria), architettura dell'ambiente indoor e condizioni di produzione dell'inquinante (dimensione della sorgente emittente molto minore dell'ambiente interno in cui l'inquinante si diffonde), l'equazione di bilancio massivo per il calcolo della concentrazione delle particelle indoor porta ad una espressione delle concentrazioni analoga a quella del modello gaussiano per ambienti outdoor (6). Nota la geometria del locale e le condizioni emissive della sorgente, le maggiori incertezze riguardano i coefficienti che tengono conto della dispersione dell'inquinante. Attraverso l'applicazione del modello si può ottenere una stima della distribuzione delle concentrazioni di inquinante in funzione della distanza X dalla sorgente e per varie quote Z; nota la distribuzione è possibile stimare anche la concentrazione media indoor.

Materiali e metodi

La costruzione di questo modello si rende necessaria per procedere alla stima dell'esposizione pregressa a fibre di amianto aerodisperse in un ambiente confinato adibito alla coibentazione di carrozze ferroviarie nell'ambito di uno studio epidemiologico di coorte (10). All'epoca in cui erano in atto le lavorazioni non sono mai stati effettuati né monitoraggi ambientali, né valutazioni individuali dell'esposizione; di conseguenza non sono disponibili dati ambientali relativi alla concentrazione dell'inquinante nei locali di lavoro, utili a stimare la valutazione dell'esposizione personale. Erano note agli autori le tipologie delle sorgenti inquinanti (spruzzatura di amianto, rimozione delle sbuffature, rimozione degli sfridi) per le quali esistono in letteratura dati di misure effettuate in lavorazioni analoghe (2, 7, 9, 11). Le dimensioni ed il peso delle fibre di amianto che si aerodisperdono nei processi di lavoro consentono di stabilire che il trasporto dovuto alle correnti di aria, che si instaura inevitabilmente anche con il semplice movimento di persone al lavoro, prevalga rispetto alle fibre che si depositano sul pavimento per gravità (5). Questo giustifica l'utilizzo di modelli diffusionali sviluppati prevalentemente per inquinanti gassosi pur con i limiti di applicazione degli stessi e sviluppati, per quanto riguarda alcuni parametri caratteristici, per ambiente esterno (6).

Considerato che la sorgente inquinante nel caso in discussione può essere individuata nella carrozza ferroviaria, luogo in cui si svolgevano le operazioni a rischio, e che questa ha una dimensione molto inferiore a quella del capannone in cui avvenivano le lavorazioni di almeno due ordini di grandezza, è stato applicato il modello Gaussiano Plume, noto come modello Pasquill e Gifford, sviluppato per la stima delle concentrazioni di inquinanti outdoor conseguenti all'emissione prodotta da una sorgente puntiforme, approssimazione di un camino industriale (5, 8). La carrozza ferroviaria è stata schematizzata, sia come camino unico che racchiude tutto il potenziale emissivo, che con un numero di sorgenti (camini) pari al numero totale di finestrini, porte di accesso esterno alla carrozza e porte di interconnessione sulle testate. In questo secondo caso la concentrazione in ciascun punto della stanza è stata ottenuta come somma delle concentrazioni (sovrapposizione degli effetti) derivanti da ciascuna sorgente. Si è stimato che con la spruzzatura a regime, la concentrazione all'interno della carrozza fosse pari a 100 ff/cc (9).

Il modello Pasquill e Gifford

L'equazione riportata di seguito esprime la concentrazione di inquinante in ambiente esterno in funzione della distanza sottovento per il caso di una emissione di inquinante stazionaria:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot V} \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left[e^{-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}} \right] \quad (1)$$

Q = quantità di inquinante rilasciata [g/s]

σ_y = coeff. di diffusione turbolenta lungo Y [m]

σ_z = coeff. di diffusione turbolenta lungo z [m]

V = velocità di trasporto [m/s]

He = altezza della sorgente [m]

x = distanza sottovento dalla sorgente nel piano orizzontale (m)

y = distanza nel piano orizzontale nel piano orizzontale (m)

z = quota verticale (m)

Pertanto l'equazione 1 è stata adattata al particolare ambiente di lavoro indoor.

Le dimensioni dell'ambiente di lavoro, molto maggiori rispetto alla sorgente inquinante, le condizioni microclimatiche ipotizzabili (velocità di trasporto molto minore di 2 m/s) hanno portato ad adottare in prima istanza i coefficienti di diffusione ricavati dalle formule per velocità minore di 2 m/s e nel caso di atmosfera stabile; per cui l'equazione 1 diventa:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \cdot [A \cdot (1 + B \cdot x)^{-c}] \cdot [D \cdot (1 + F \cdot x)^{-c}] \cdot V} \cdot e^{-\frac{y^2}{2[A(1+Bx)^{-c}]}} \cdot \left[e^{-\frac{(z-He)^2}{2[D(1+Fx)^{-c}]}} + e^{-\frac{(z+He)^2}{2[D(1+Fx)^{-c}]}} \right] \quad (1a)$$

Risultati

Caso della carrozza ferroviaria schematizzata con un unico punto di emissione:

Ipotesi di lavoro:

1. la sorgente che racchiude tutta la potenzialità emissiva è cilindrica
2. La superficie totale emittente è pari alla somma di tutte le superfici dei finestrini, delle porte laterali e di quelle di interconnessione
3. l'altezza media di emissione (He) pari a **2,6 m**
4. l'emissione totale di inquinante (Q) che deriva dall'evento emissivo (spruzzatura all'interno) si svolge ad una velocità (u) di **0.3 m/sec** derivante dalla movimentazione di mezzi e persone nonché dalla aerazione del locale, pertanto si assume che anche la velocità di trasporto (V) sia di 0.3 m/sec
5. Il peso di una singola fibra pari a $0,015 \times 10^{-9}$ grammi, assumendone dimensioni medie di 8μ di lunghezza $\times 0,4 \mu$ di diametro con densità pari a 3 (amianto di anfibolo)
6. la concentrazione di inquinante nella corrente di aria movimentata è quella fornita " C_{media} " pari a 100 ff/cc. $C_{media} = 0.0015 \text{ g/mc}$ 1 fibra/cc = $0.015 \times 10^{-3} \text{ g/mc}$
7. la concentrazione all'interno del cilindro è uniforme e pari a C_{media}
8. l'emissione totale Q = pari a 0.010 g/s da ripartire sui 32 settori prevalenti della rosa delle direzioni del vento. Per ciascuna direzione si avrà una emissione pari a 0.0003 g/s.

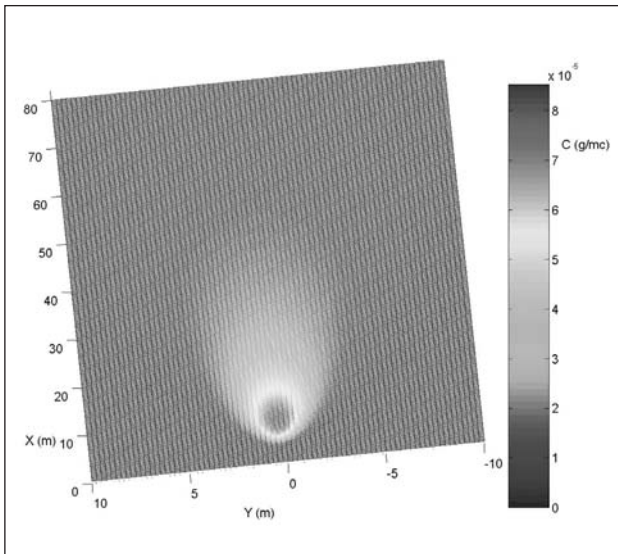


Figura 1. Valori di concentrazione per $Y = 0$ m corrispondente al centro della carrozza per la sua lunghezza (Rappresentazione bidimensionale)

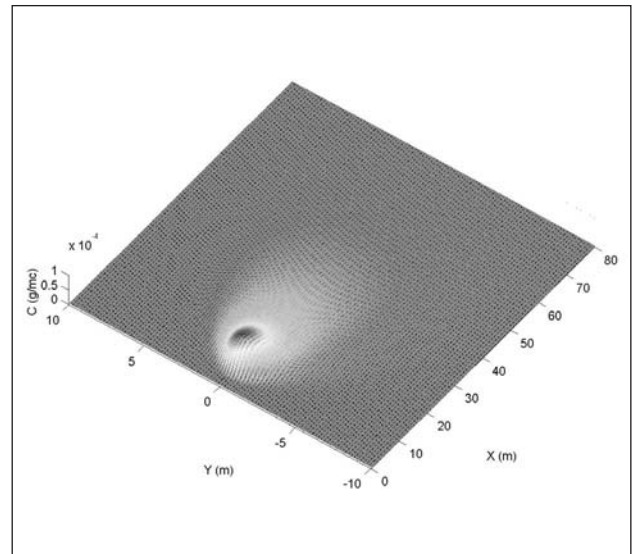


Figura 2. Valori di concentrazione per $Y = 0$ m corrispondente al centro della carrozza per la sua lunghezza (Rappresentazione tridimensionale)

La quota a cui interessa calcolare la concentrazione, è quella a livello della zona di respirazione dell'uomo $Z = 1.6$ m. I valori di concentrazione sono stati calcolati per un valore di $Y = 0$ m che, come mostrano le figure 1 e 2, rappresenta il punto in cui si riscontra la massima concentrazione calcolata a parità di quota. In pratica $Y = 0$ corrisponde al centro della carrozza per la sua lunghezza nel contempo $X = 0$ corrisponde al centro della carrozza per la sua larghezza.

Il grafico 1 riporta i valori di concentrazione a distanza X dalla sorgente al variare di Z per $Y=0$.

Nel grafico 2 sono riportati i valori di concentrazione a distanza X dalla sorgente al variare di Y per Z pari a 1,60 mt.

Le figure 3 e 4 mostrano i risultati ottenuti della simulazione nel caso di un unico cammino considerando che il modello presuppone la stessa concentrazione indipendentemente dalla direzione del flusso di aria.

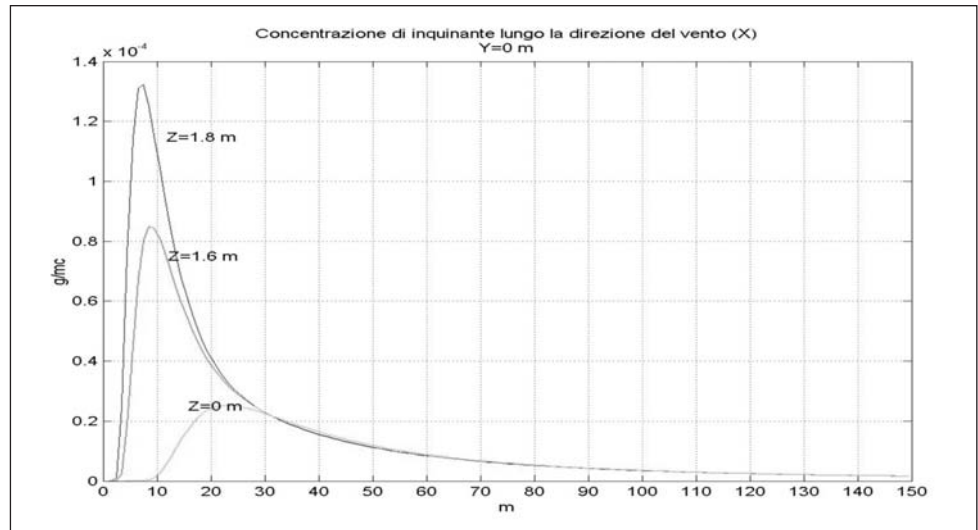


Grafico 1. Variazione della concentrazione con $Y = 0$ a quote diverse (Z) ad una distanza X dalla sorgente emissiva

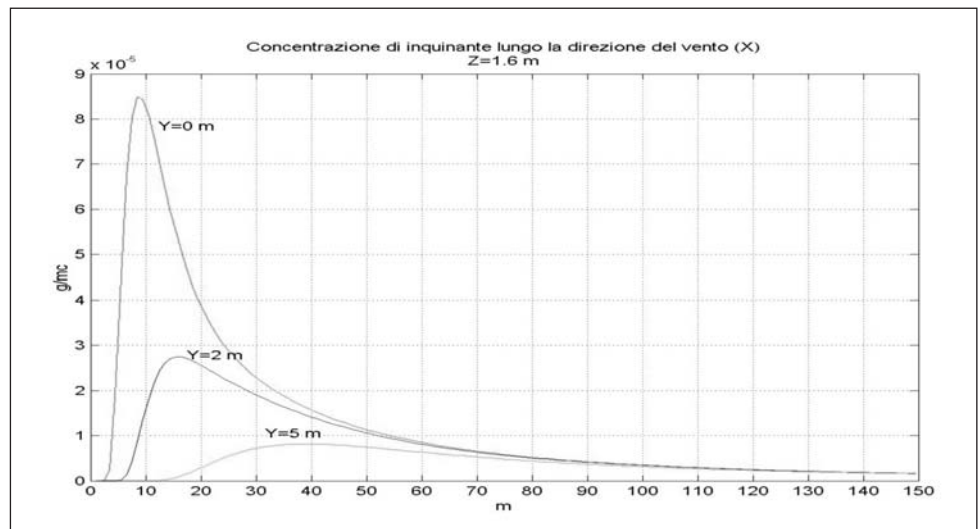


Grafico 2. Variazione della concentrazione a pari quota ($Z = 1,6$) al variare di Y

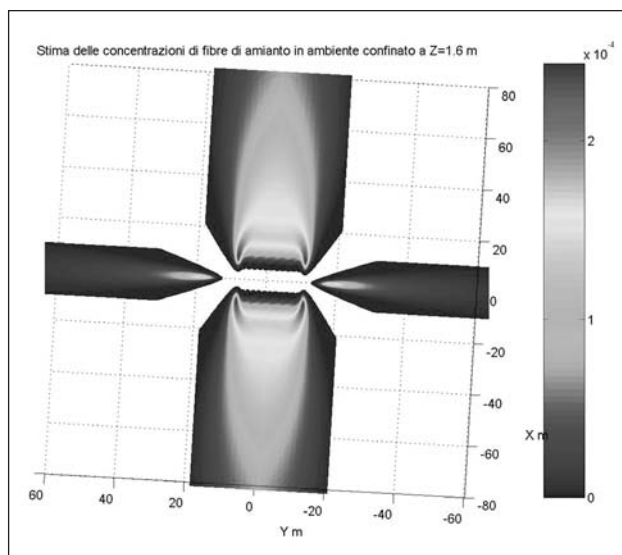


Figura 3

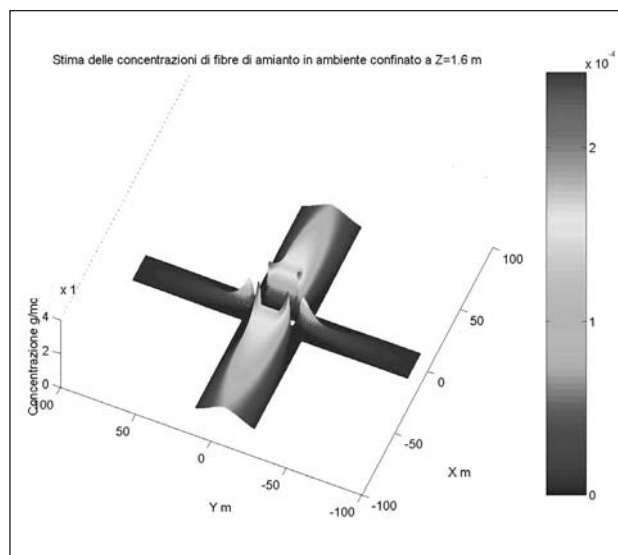


Figura 4

Caso della carrozza ferroviaria schematizzata con un numero di sorgenti coincidenti con le porte ed i finestrini

Il modello è stato poi affinato schematizzando con maggiore dettaglio la carrozza ferroviaria.

L'emissione totale di 0.7 g/s è stata ripartita tra i finestrini, le porte di accesso alla carrozza e quelle di interconnessione. È stata considerata una carrozza ferroviaria con 13 finestrini per lato, 2 porte di accesso esterne per lato e 2 di interconnessione sulle testate. Nella Tabella III si riportano le dimensioni geometriche in metri relative a: carrozza, porte e finestrini.

Altri dati utilizzati nel calcolo sono i seguenti:

$lg = 2.8$ m; Larghezza carrozza orientata secondo l'asse X
 $nf1 = 0$; Numero di finestrini per lato prima della prima porta

$pp = 2$; Numero di porte lato finestrini

$nf2 = 13$; Numero di finestrini per lato tra due porte;

$nf3 = 0$; Numero di finestrini per lato dopo la seconda porta;?

$Lf = 1.0$; m Lunghezza di un finestrino

$Ld = 0.6$; m Spazio tra due finestrini consecutivi m

$nf = nf1 + nf2 + nf3 + pp$; Totale sorgenti

$nd = nf - 1$; Numero di spazi per lato

$l = nf * Lf + nd * Ld + 2 * Ld + 1 \rightarrow 22.4$ m Lunghezza della carrozza

$S = 0.8\%$ sezione di un finestrino in mq

È opportuno precisare che i finestrini del tipo di carrozza utilizzata nel modello sono in totale 14. Due di questi sono a servizio delle Toilettes ed hanno una dimensione che è circa la metà dei finestrini per i passeggeri. La superficie totale è stata ottenuta dalla sommatoria della superficie di 13 finestrini.

In considerazione delle dimensioni delle aperture l'emissione più elevata è quella che avviene attraverso le porte:

1. si è assunto che valga sempre l'equazione 1 per valutare la concentrazione risultante in un punto dello spa-

zio dovuta a ciascuna emissione. La concentrazione totale in ciascun punto è stata calcolata considerando la sovrapposizione degli effetti, data la linearità della equazione rispetto alla emissione, e quindi come somma delle emissioni di ciascuna sorgente.

2. come altezza media di emissione dalle aperture si è assunta quella del centro dei finestrini pari a 2,80 m e quella del centro delle porte pari a 2.33 m, che coincidono con l'altezza rispetto al suolo del baricentro di ciascuna sorgente. Il punto inferiore delle ruote della carrozza è pari al piano del pavimento;
3. la quota Z è sempre quella di 1.6 m;
4. le figure 3 e 4 riportano i risultati della simulazione effettuata.

Si osserva che le concentrazioni massime di 0.00015 g/mc si hanno in prossimità delle porte di accesso, essendo emissioni più prossime alla quota Z, con valori massimi inferiori a 0.0003 g/mc in prossimità dei finestrini.

Il contenuto delle Tabelle I e II descrive in termini numerici l'obiettivo di questa simulazione. Si può notare che la concentrazione più elevata di fibre aerodisperse alla quota Z = 1,6 m si rileva tra i 7 e gli 11 metri di distanza dalla carrozza in fase di spruzzatura. A distanze ragguardevoli dalla sorgente (X = 40 m) il livello di inquinamento è ancora decisamente elevato, intorno ad 1 ff/cc. In tutto il capannone la concentrazione non è mai inferiore a circa 0,23 ff/cc.

Discussione

La ricostruzione dell'esposizione progressiva ad una qualsiasi sostanza che poteva in passato essere presente in ambienti di lavoro comporta sempre notevoli difficoltà ed in particolare quando le lavorazioni con possibile esposizione sono state dismesse da tempo e non sono disponibili risultati di indagini ambientali. Tuttavia, almeno nel caso dell'amianto è possibile far riferimento a stime di intensità ricavate da monitoraggi effettuati in condizioni

Tabella I. Concentrazione di fibre aerodisperse nel capannone

Concentrazione	fibre/cc	g/mc
C _{inq} media	0.9	1.35x10 ⁻⁵
C _{inq} max	5.67	8.49x10 ⁻⁵

Tabella II. Concentrazione di fibre aerodisperse in funzione della distanza in metri dalla sorgente

Distanza dalla sorgente (X = metri)	Concentrazione (ff/cc)
1	0
2	0
3	0,037
4	0,685
5	2,293
7	5,073
9	5,672
11	5,200
15	3,780
20	2,571
30	1,523
40	1,043
50	0,754
60	0,565
70	0,436
80	0,346
90	0,280
100	0,232

Tabella III. Dimensioni in metri della carrozza

Larghezza carrozza orientata secondo l'asse X	2.8
Lunghezza carrozza orientata secondo l'asse Y	22.4
Numero di finestrini per lato	13
Lunghezza di un finestrino	1.0
Spazio tra due finestrini consecutivi	0.6

analoghe a quelle di cui stiamo discutendo. È bene comunque precisare che “fare riferimento” non significa necessariamente mutuare tout court dati di contaminazione ambientale da una situazione all'altra. Spesso l'intensità della concentrazione di inquinanti non è automaticamente traducibile in esposizione per gli addetti, dato che quest'ultima è la sintesi di una serie di variabili che interagendo tra loro hanno la capacità di cambiarla enormemente variandone il livello, anche di più ordini di grandezza (2, 7, 11). È nota inoltre la capacità delle fibre di amianto aerodisperse di permanere a lungo sospese in aria comportandosi in modo quasi analogo a quello dei fumi e dei gas, ma diverso è l'effetto cui si assiste quando materiali friabili sono manipolati: vengono emesse fibre in aria e veri e propri ciuffi possono cadere a terra. Se non rimossi

Tabella IV. Concentrazione di fibre aerodisperse indoor a distanza X da operazioni di spruzzatura (9)

Distanza dalla sorgente (m)	Concentrazione (ff/cc)
3	70
4,5	17
6	37,6 - 66
10,5	10
22,5	46

prontamente le fibre possono essere risollevate dal movimento di persone, carrelli ecc. causando il cosiddetto “inquinamento secondario”, prolungando ed incrementando la presenza delle particelle aerodisperse (3). Nel caso che stiamo discutendo non erano disponibili risultati di monitoraggio ambientali effettuati durante gli anni di produzione di carrozze ferroviarie coibentate con amianto a spruzzo. Il presente lavoro ha l'obiettivo di stimare la contaminazione ambientale piuttosto che l'esposizione dei lavoratori. Quest'ultima verrà stimata in un passo successivo inserendo nell'algoritmo di calcolo le variabili che consentono il calcolo dell'esposizione ponderata nel tempo.

Il modello restituisce i risultati prendendo in considerazione soltanto una sorgente emissiva in quanto facilmente standardizzabile e trascura l'emissione verosimilmente causata dagli sfridi di lavorazione che cadevano per terra intorno alla carrozza durante la spruzzatura e le sue rifiniture. Il calpestio delle maestranze nonché il passaggio di carrelli elevatori potevano causare il cosiddetto “risollevamento” delle fibre in aria (3). Queste condizioni ambientali “oggettive” potevano causare con certezza un incremento della contaminazione ambientale, ma difficilmente stimabile da un punto di vista quantitativo.

Reitze et al (1972) descrive la contaminazione ambientale dovuta alla spruzzatura dell'amianto in ambiente confinato mediante misure effettuate ad una certa distanza dalla sorgente ed i risultati sono riportati nella Tabella IV.

Si può notare una certa variabilità ed un trend in diminuzione all'aumentare della distanza dalla sorgente che non ha un andamento lineare. L'autore giustifica questa variabilità con le correnti d'aria presenti nel locale sottoposto a spruzzatura. I risultati delle misure mostrano un livello più elevato di quello calcolato con il modello utilizzato. Questo è dovuto al fatto che la spruzzatura avviene in condizioni molto diverse. Benché entrambe effettuate in ambiente indoor, la spruzzatura alla quale è stato applicato il modello avviene all'interno della cassa dei rotabili che funge da parziale schermo verso l'ambiente generale, benché finestrini e porte siano aperte in quanto l'installazione è prevista durante l'allestimento, una fase successiva del ciclo di costruzione.

Conclusioni

Il modello adottato sembra rispondere qualitativamente bene, rappresentando i livelli di concentrazione in modo appropriato e realistico. La scarsità di dati riguardanti i livelli

di concentrazione nell'ambiente di lavoro dove si effettuavano queste lavorazioni porta a concludere che il modello emissivo schematizzato necessita comunque di un approfondito processo di validazione e messa a punto utilizzando i pochi dati disponibili ad oggi, o in alternativa sarebbe opportuno riprodurre nuovi dati, pur essendo coscienti delle difficoltà a ricostruire, nella realtà attuale, livelli emissivi paragonabili, ripetendo procedure non più in uso.

I risultati ottenuti consentono comunque di affermare che anche l'esposizione cosiddetta "indiretta" cioè quella di coloro che lavorano nello stesso ambiente, ma non sono i diretti "produttori" dell'inquinamento, subiscono un'esposizione ad importanti livelli di fibre di amianto aerodisperse.

Bibliografia

- 1) Burdorf A, Swuste P. An expert system for the evaluation of historical asbestos exposure as diagnostic criterion in asbestos-related diseases. *Ann Occup Hyg* 1999 Jan; 43(1): 57-66.
- 2) Casini S. Datamiant. Banca dati sulle concentrazioni di fibre di amianto in ambienti di lavoro. 05/06/2012.
- 3) Chiappino G, Sebastien P, Todaro A. Atmospheric asbestos pollution in the urban environment: Milan, Casale Monferrato, Brescia, Ancona, Bologna and Florence. *Med Lav*. 1991 Sep-Oct; 82(5): 424-38.
- 4) Decreto Ministeriale Sanità 06/09/1994.
- 5) Gifford F. A. Use of routine meteorological observations for estimating atmospheric dispersion. *Nuclear Safety* 1961; 2: 47-51.
- 6) Keil CB. A tiered approach to deterministic models for indoor exposure. *Appl Occup Environ Hyg* 2000 Jan; 15(1): 145-51.
- 7) NIOSH. Occupational Exposure to asbestos: criteria for a recommended standard. U.S.A 1972.
- 8) Pasquill F. The estimation of the dispersion of windborne material, *The Meteorological Magazine*, 1961 vol 90, No. 1063, pp 33-49.
- 9) Reitze WB, Nicholson WJ, Holaday DA, Selikoff IJ. Application of sprayed inorganic fibre containing asbestos: *Occupational Health Hazards. Am Ind Hyg Assoc J* 1972 Mar; 33(3): 178-91.
- 10) Seniori Costantini A, Innocenti A, Ciapini C, Silvestri S, Merler E. Mortality in employees of a railway rolling stock factory. *Med Lav* 2000 Jan-Feb; 91(1): 32-45.
- 11) Williams PR, Phelka AD, Paustenbach DJ. A review of historical exposures to asbestos among skilled craftsmen (1940-2006). *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2007 Sep-Oct; 10(5): 319-77.

Corrispondenza: Stefano Silvestri, Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, Via delle Oblate 2, 50141 Firenze, Italy, E-mail: s.silvestri@ispo.toscana.it

Alberto Battaglia¹⁻³, Elisa Lanza², Andrea Battaglia³, Francesca Collino³, Edda Maria Capodaglio⁴, Marcello Imbriani⁵

Criteri applicativi del metodo OCRA nella valutazione dell'assemblaggio strutturale degli aeromobili: dati preliminari

¹ Alenia Aermacchi SpA, Servizio Sanitario

² Data Consult Srl, Varese, Servizio di Igiene industriale

³ Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Pavia, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Pavia

⁴ Fisiatria Occupazionale ed Ergonomia, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Pavia

⁵ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, UO OML, Pavia

RIASSUNTO. Nel settore produttivo di aeromobili, lo studio del rischio da movimento ripetuto mediante l'approccio tradizionale con il metodo OCRA incontra due ostacoli di difficile superamento:

- la frequente successione di compiti lavorativi diversi nell'arco della giornata (più di 20)
- la definizione di un numero attendibile di azioni elementari nel tempo.

L'applicazione del metodo Ocra tradizionale fornisce in questo ambito produttivo un indice che è funzione della scelta del campionamento dei diversi compiti, piuttosto che dell'effettivo rischio.

Lo studio propone un metodo applicato e sperimentato ormai su diversi cicli produttivi, finalizzato a definire il carico ergonomico complessivo del gruppo omogeneo di esposti, basato sull'equazione Ocra e sull'analisi di specifici compiti e che si avvale dei dati di produzione ben determinato per ogni modello di velivolo.

Parole chiave: attività lavorative ripetitive, Ocra, WMSD, produzione aeromobili.

ABSTRACT. In the aircraft productive sector, the risk assessment of repetitive occupational activities through the OCRA method presents some major obstacles:

- high number of different tasks (more than 20) carried out during the work shift
- definite identification of the number of technical actions per cycle.

Risk assessment through the traditional OCRA method provides in this sector a index which varies according to the sampling of the occupational tasks, rather than reflecting the effective risk level.

The study raises an OCRA-based method which is applicable in the aircraft production sector and defines the overall ergonomic load for homogeneous groups of exposed workers, based on production data specified for each aircraft model.

Key words: occupational repetitive actions, Ocra, WMSD, aircraft production.

Introduzione

L'attività lavorativa ripetitiva svolta con gli arti superiori costituisce un fattore di rischio per lo sviluppo dei disturbi muscolo scheletrici (work-related musculo-skeletal disorders, WMSD), che rappresentano attualmente una delle principali patologie occupazionali (1, 2, 3).

I WMSD includono sia i disturbi indotti direttamente dal lavoro o dalle modalità di esecuzione dello stesso, sia i disturbi preesistenti e aggravati dal lavoro; essi sono collegati a movimenti e posture incongrue di tutto il corpo (chinarsi, raddrizzarsi, inginocchiarsi) o degli arti superiori (tenere, piegare, arrotolare, avvitare, schiacciare, afferrare, stringere) che possono costituire un rischio per la salute del lavoratore se vengono eseguiti con una certa ripetitività.

I WMSD sono motivo di forte preoccupazione nei paesi europei, non solamente per gli effetti arrecati alla salute dei lavoratori ma anche per l'enorme impatto sociale ed economico, con costi diretti (diagnosi, terapia) ed indiretti (assenze per malattia, sostituzione dei lavoratori assenti, riduzione della produttività) ingenti.

Secondo un'indagine condotta dall'European Agency for Safety and Health at work si stima che il costo delle patologie muscolo-scheletriche a carico degli arti superiori correlate al lavoro (work-related upper limb musculo-skeletal disorders, UL-WMSD) sia compreso tra lo 0.5% e il 2% del prodotto nazionale lordo (4).

Da quanto sopra scritto si evince l'importanza della prevenzione dei WMSD. In particolare interventi di riorganizzazione e riprogettazione del layout lavorativo possono contribuire ad una riduzione degli indici di rischio con incremento della produttività (5). La valutazione del rischio diventa perciò uno strumento fondamentale nell'approccio alla gestione dei WMSD, per l'individuazione di situazioni rischiose e per la progettazione di interventi specificamente mirati all'abbattimento o alla riduzione del rischio.

Il nostro lavoro ha come obiettivo l'applicazione del metodo OCRA (Occupational Repetitive Actions) (6, 7) nei cicli produttivi dell'assemblaggio di aerei, finalizzato alla quantificazione del rischio dovuto ad attività ripetitive degli arti superiori.

La produzione di aerei

La produzione di aerei, sia per il settore militare che per quello civile, comporta una elevata tecnologia sia nella fase di progettazione che in quella di produzione (Figura 1).

La fase produttiva è caratterizzata da alcuni aspetti non abituali nelle altre attività di produzione industriale. In primo luogo, la sicurezza del volo impone standard produttivi di elevatissima qualità, per cui il soddisfacimento dei requisiti del prodotto finale è prioritario rispetto al criterio quantitativo di produzione. Ciò fa sì che i criteri organizzativi del lavoro siano subordinati al raggiungimento dello standard qualitativo, e non a rigide tempistiche di produzione.

Inoltre esiste una notevole lunghezza del ciclo produttivo, cioè del tempo impiegato per il completamento di un aereo, insieme ad un notevole numero di lavoratori addetti.

Lo studio ergonomico di questo tipo di produzione industriale risente degli aspetti appena illustrati ed incontra, inevitabilmente, alcuni ostacoli tra i quali i più rilevanti sono due:

- l'assenza di un tempo di ciclo come abitualmente è considerato negli studi sul movimento ripetuto;
- l'estrema variabilità della cadenza di ripetizione di compiti lavorativi simili nel tempo.



Figura 1. *Modello di aereo prodotto dall'azienda*

L'assemblaggio strutturale

Nell'ambito della produzione di aerei, l'attività più caratterizzata da lavoro ripetitivo è l'assemblaggio strutturale, che rappresenta una fase cruciale rispetto all'applicazione di un elevato livello di tecnologia associato ad una notevole abilità manuale.

Essa si caratterizza come attività ripetitiva, in quanto impegna prevalentemente gli arti superiori secondo cicli brevi o simili per oltre il 50% del tempo lavorativo, e presenta i classici fattori di rischio (ripetitività, uso di forza, posture incongrue, fattori complementari) (8).

Durante l'assemblaggio le parti componenti (lastre, pannelli, fusoliere, ali ...), in metallo o in fibra di carbonio, vengono preparate in vista del montaggio finale (per la

composizione dell'intero aereo), secondo il modello specifico e nel rispetto di precisi criteri tecnici che ne assicurano portata, stabilità, aerodinamica, sicurezza, resistenza. Nell'assemblaggio di un singolo aereo sono coinvolti complessivamente circa 200 operai su due turni, per un periodo di almeno 10000 ore.

L'area del reparto assemblaggio, relativamente alla sede produttiva esaminata, è strutturata secondo un'impostazione ergonomica, secondo la quale il compito viene adattato all'operatore al fine di evitare sovraccarichi di tipo fisico e biomeccanico. Le posture incongrue e la movimentazione di gravi risultano in questo modo ridotte al minimo, in quanto le componenti oggetto di lavorazione vengono ad essere posizionate in modo ottimale rispetto all'intervento dell'operaio. Il lavoro è organizzato a "isole", in ciascuna delle quali i componenti vengono posizionati in maniera variata (attraverso supporti per rotazione, innalzamento, abbassamento, ravvicinamento ...), in modo da consentire l'intervento della squadra di operai in modo ottimale.

L'attività di assemblaggio comprende la preparazione, applicazione e serraggio di piccoli elementi di giunzione tra i vari componenti dell'aeromobile, numericamente presenti nell'ordine delle decine di migliaia per un singolo aereo. Gli organi di collegamento sono tra loro differenti (giunti mobili, giunti solidi, ...) (Figura 2) e prevedono tecniche di avvitamento diverse, assimilabili a quella definita come "dado e bullone" (avvitamento uno sull'altro), o "rivetto a strappo" (l'elemento di giunzione viene modificato mediante trazione meccanica fino ad un carico di rottura prestabilito) o "chiodo" (l'elemento di giunzione, una volta introdotto nel foro, viene ribadito meccanicamente con un martello pneumatico). Le diverse tecniche di giunzione si contraddistinguono per numero di azioni richieste e impegno di forza e postura, in base al tipo di organo di collegamento e al posizionamento dello stesso sul componente (Figura 3).

I diversi compiti, pur comprendendo cicli simili tra loro, si differenziano per le azioni tecniche richieste e quindi per le specifiche richieste relative a postura, forza, ripetitività e altri fattori complementari.

Ciascun operaio all'interno di una squadra di lavoro compie nel turno molti compiti diversi, cioè utilizza successivamente diversi attrezzi per fissare diversi tipi di organi di collegamento su diverse parti. In questo modo ogni lavoratore risulta esposto durante il turno ad una varietà di compiti che difficilmente si ripetono in sequenza o in tipologia nel corso della settimana o del mese lavorativo. La distribuzione nel tempo dei compiti ripetitivi svolti da uno stesso operaio risulta quindi altamente variabile.

Ciò rende l'indice OCRA tradizionale di difficile applicazione.

In riferimento alla mansione di "assemblatore strutturale" è infatti impossibile scegliere adeguatamente una porzione rappresentativa del ciclo produttivo, a causa dell'ampia variabilità tra le fasi successive.

L'analisi organizzativa preliminare all'applicazione del metodo di valutazione del rischio, tesa a definire l'alternanza tra compiti e la periodicità attribuita ad un lavoratore o a gruppi omogenei di lavoratori su diversi archi temporali (giornate, settimane, mesi anni lavorativi)



Figura 2. Esempio di organo di collegamento



Figura 3. Esempio di fase preparatoria del foro: svasatura

fornisce, nel contesto produttivo considerato, quadri di situazioni molto variabili e troppo imprevedibili; tentativi di applicazione del metodo Ocria hanno fornito risultati costantemente variabili in funzione della scelta della porzione di ciclo analizzata, a causa della estrema variabilità della successione dei compiti svolti da un operatore durante il turno.

L'impossibilità di applicare il metodo OCRA tradizionalmente inteso a questo tipo di attività ha suscitato la ricerca verso un metodo alternativo, strutturalmente aderente all'OCRA, che tenesse in considerazione l'ampia variabilità caratterizzante questo settore produttivo.

Materiali e Metodi

Avendo come riferimento fondamentale il metodo Ocria per l'analisi del rischio da attività ripetitive, riconosciuto come standard internazionale (9), si è proceduto ad una considerazione dei gruppi omogenei di attività, in base allo schema progettuale specifico per ciascun velivolo ed alla esposizione dei lavoratori.

Il modello di calcolo dell'indice OCRA

Il calcolo dell'indice OCRA si attua fondamentalmente dal rapporto tra le azioni tecniche attualmente svolte in un turno di lavoro (ATA), e le azioni tecniche raccomandate (RTA):

$$\text{Indice OCRA} = \frac{ATA}{RTA} \quad (1)$$

L'indice ha valore predittivo per il rischio di sviluppare UL-WMSD, che viene indicato in base a diversi livelli: accettabile (valore dell'indice fino a 2,2), lieve (valore compreso fra 2,3 e 3,5) o medio-alto (valore superiore a 3,6) (7).

Le azioni tecniche attualmente svolte nel turno (ATA) vengono calcolate con la sommatoria dei prodotti tra la frequenza media delle azioni al minuto (F) presenti in un compito ripetitivo e la durata netta in minuti del compito stesso (D). Per cui:

$$ATA = \sum (F \times D) \quad (2)$$

Le azioni tecniche raccomandate (RTA) vengono invece calcolate con la sommatoria sottostante, riferita a ciascun compito ripetitivo (j):

$$RTA = \sum [CF \times (FoMj \times PoMj \times ReMj \times AdMj) \times Dj] \times (Rc \times Du) \quad (3)$$

dove:

CF = costante di frequenza di azioni tecniche per minuto raccomandata in condizioni di riferimento (30 azioni/minuto);

FoM, PoM, ReM, AdM = fattori moltiplicativi (M) in relazione ai fattori di rischio forza (Fo), postura (Po), ripetitività o stereotipia (Re), fattori complementari (Ad);

D = durata dello specifico compito ripetitivo in minuti. La sommatoria dei compiti viene poi modulata attraverso i moltiplicatori seguenti, riferiti all'intero turno:

Rc = fattore moltiplicativo per il fattore "carezza tempi di recupero";

Du = fattore moltiplicativo che tiene conto della durata complessiva in minuti del lavoro ripetitivo.

L'analisi dei compiti

Per non trascurare la variabilità caratterizzante i diversi compiti, si è ritenuto opportuno analizzare le fasi di preparazione ed applicazione dei singoli organi di collegamento. È stata definita una suddivisione in classi omogenee dei giunti di collegamento e sono state determinate le varie fasi di lavorazione per il loro allestimento:

- foratura
- svasatura
- ricalibratura
- alesatura
- applicazione sigillante
- posizionamento rivetto
- serraggio o ribaditura.

Non tutti i compiti erano necessariamente richiesti per il montaggio di ogni tipo di organo di collegamento, ma la

loro successione nelle procedure di assemblaggio risultava essere a grandi linee costante, seppur con caratteristiche differenti in funzione del tipo di rivetto.

Ciascun tipo di organo di collegamento del velivolo è stato assegnato ad una delle nove classi omogenee identificate dei giunti di collegamento, considerate come classi di afferenza; per ogni classe e per ogni compito è stato definito il numero di azioni tecniche richieste.

Di ogni compito specifico sono state calcolate le azioni tecniche elementari necessarie per il compimento. Secondo il metodo tradizionale OCRA questo valore osservato (ATA) sarebbe stato successivamente rapportato ad un valore di riferimento (RTA) ottenuto moltiplicando una costante (30 azioni/min) per una serie di fattori derivanti dal carico ergonomico delle azioni osservate e derivanti da:

- applicazione di forza, coefficiente Fo,
- carico posturale, coefficiente Po,
- fattori complementari minori, coefficiente Ad,
- stereotipia, coefficiente Re.

Come è noto, tutti questi coefficienti con valori compresi tra 0 e 1 in funzione della rilevanza specifica, generano, secondo il metodo OCRA, un valore di RTA più basso in caso di rischio più elevato. Dato però che per il calcolo delle RTA sarebbe stato necessario conoscere il numero dei giunti installati nel tempo, dato di difficile determinazione nel nostro caso, si è ritenuto di posticipare la fase di calcolo comprendente questa variabile rispetto al computo dei fattori complementari. Per fare questa operazione si è deciso di partire dalla formula di calcolo dell'indice OCRA.

L'assegnazione dei coefficienti moltiplicativi per ciascun compito ha richiesto l'osservazione differita (riproduzione da telecamera digitale) delle azioni tecniche svolte su più cicli, aumentando il numero di cicli osservati nei casi con maggiore variabilità dei risultati, in modo da ottenere una situazione mediamente rappresentativa.

Questa analisi dettagliata ha portato alla costruzione di una sorta di "banca dati delle caratteristiche ergonomiche" riferite alla applicazione di ogni singolo organo di collegamento.

Come precedentemente descritto, l'ostacolo principale dello studio ergonomico di questa mansione era costituito dall'impossibilità di determinare a priori quanti e quali rivetti il lavoratore avrebbe potuto applicare nel tempo. Si è quindi ritenuto opportuno procedere come segue.

Le azioni tecniche modificate

Il punto di partenza è stata la formula principale dell'Indice OCRA (1).

Dato che il valore di riferimento RTA deriva dalla equazione (3), l'indice OCRA è stato espresso come:

$$\text{Indice OCRA} = \frac{ATA}{[30 \times (FoM \times PoM \times ReM \times AdM) \times D] \times (Rc \times Du)} \quad (4)$$

e quindi come:

$$\text{Indice OCRA} = \frac{ATA}{FoM \times PoM \times ReM \times AdM} \times \frac{1}{30 \times D} \times \frac{1}{Rc} \times \frac{1}{Du} \quad (5)$$

Al valore $\frac{ATA}{FoM \times PoM \times ReM \times AdM}$ costituito dal numero delle azioni tecniche osservate in ciascun compito,

moltiplicato per il reciproco dei vari coefficienti di rischio previsti per il calcolo dell'indice OCRA, è stato attribuito arbitrariamente l'acronimo ATM (Azioni Tecniche Modificate):

$$\frac{ATA}{FoM \times PoM \times ReM \times AdM} = ATM \quad (6)$$

Tale parametro rappresenta un numero artificiale di azioni tecniche che tiene conto del carico ergonomico derivante dalle singole azioni.

Dato che i coefficienti Fo, Po, Ad e Re sono tutti inferiori o uguali ad 1, il loro reciproco assume ovviamente un valore compreso tra 1 e $+\infty$; se ne deduce che il numero delle ATM è sempre \geq del numero delle ATA.

È possibile in estrema sintesi riassumere che il valore delle ATM costituisce un numero di azioni tecniche artificiale, maggiore di quelle osservate, descrittore provvisorio del carico ergonomico necessario per svolgere un compito lavorativo indipendentemente dalle ripetizioni nel tempo di tale compito.

Il tempo, come si vedrà in seguito, rientra nella formula in una successiva fase, per ottenere l'indice OCRA.

Così procedendo ed avendo a disposizione un metodo per il calcolo del "costo ergonomico" dell'apposizione di ogni singolo organo di collegamento, è stato possibile costruire una banca dati degli organi di collegamento mediante lo studio sul campo di un campione rappresentativo delle operazioni necessarie per l'utilizzo di ogni tipo di giunto.

All'interno della banca dati sopra descritta si è quindi proceduto a calcolare per ogni compito lavorativo riferito all'applicazione del rivetto (foratura, sbavatura, etc.) il numero delle ATM, già comprensivo dei vari fattori di rischio necessari per il calcolo dell'Indice OCRA.

La Tabella I descrive la sezione della banca dati relativa alle ATM che l'operatore svolge con la mano destra nel caso di applicazione di un organo di collegamento della classe TORX (una delle nove classi citate): i fattori moltiplicativi rispecchiano le condizioni ergonomiche di svolgimento di ciascun compito relativamente all'organo Torx.

La durata complessiva dei singoli compiti viene evidenziata solo al fine di dimensionare il peso relativo degli altri coefficienti.






Dato che per sua stessa natura la progettazione e la successiva realizzazione del prodotto in questione (l'aereo) ha basi estremamente precise e rigorose, è stato semplice calcolare quali e quanti organi di collegamento venivano preparati ed allestiti per la realizzazione di una porzione del velivolo; dal progetto di produzione del velivolo è stato cioè desunto il numero degli organi di collegamento (O.D.C.) previsti, facendoli afferire ad una delle 9 classi della banca dati.

Si è potuto quindi calcolare l'insieme delle ATM necessarie per la fase di assemblaggio strutturale di tutto il velivolo. La Tabella II rappresenta questo tipo di conteggio relativo alla produzione di una fusoliera, dove la sommatoria di ATM rappresenta il carico ergonomico specifico per l'assemblaggio strutturale di questa porzione del velivolo.

Tabella I. Azioni Tecniche Modificate nei compiti elementari che l'operatore svolge con la mano destra nel caso di applicazione di organo di collegamento della classe TORX, in funzione dei coefficienti di rischio

	Moltiplicatore Forza (FoM)	Moltiplicatore Postura (PoM)	Moltiplicatore Stereotipia (ReM)	Moltiplicatore FattCompl (AdM)	N azioni compito (ATA)	Durata complessiva compito (sec)	Azioni tecniche modificate (ATM)
Foratura	0,80	0,80	0,70	1,00	2,00	5,00	4,46
Ricalibratura	0,80	0,80	0,70	1,00	4,00	8,00	8,93
Svasatura	0,80	0,80	0,70	0,95	4,00	14,00	9,40
Posizionamento Torx	1,00	1,00	0,70	1,00	2,00	3,00	2,86
Avvitamento Torx	1,00	0,65	0,70	1,00	20,00	20,00	43,96

Tabella II. Conteggio ATM per la produzione di una fusoliera relativamente alla mano destra

Figura O.D.C.	Nome O.D.C.	Numero O.D.C.	ATA per singolo organo	ATM per singolo organo	Subtotale ATA	Subtotale ATM
	Testa Tonda - Hilock	5900	53,5	94,0	315650,0	554472,4
	Testa Svasata - Eddie Bolt	2400	51,5	85,4	123600,0	204937,0
	Testa svasata - Viti	1300	24,6	43,3	31980,0	56334,1
	Testa svasata - Torx	0	32,0	69,6	0,0	0,0
	Testa tonda - Ribattino	0	18,5	31,0	0,0	0,0

Secondo il metodo tradizionale OCRA il valore di azioni tecniche osservato (ATA) sarebbe stato successivamente rapportato ad un valore di riferimento (RTA) ottenuto moltiplicando una costante (30 azioni/min) per la serie dei fattori moltiplicativi derivanti dal carico ergonomico delle azioni osservate.

Dato però che per il calcolo delle RTA sarebbe stato necessario conoscere il numero dei giunti installati nel tempo, di difficile dimensionamento, si è ritenuto di posticipare la fase di calcolo comprendente questa variabile rispetto al computo dei fattori complementari.

Nella nostra proposta il valore delle ATM rappresenta un numero di azioni tecniche artificiale, maggiore di quelle osservate, descrittore provvisorio del carico ergonomico necessario per svolgere un compito lavorativo indipendentemente dalle ripetizioni nel tempo di tale compito.

Dato che per sua stessa natura la progettazione e la successiva realizzazione del prodotto in questione (l'aereo) ha basi estremamente precise e rigorose, è stato semplice derivare dal progetto quali e quanti organi di collegamento venivano preparati ed allestiti per la realizzazione di una porzione del velivolo. L'insieme delle azioni tecniche (\sum ATM) compiute per svolgere l'intera

complessa attività ha quindi rappresentato il carico ergonomico gravante sulla popolazione dedicata all'assemblaggio strutturale del prodotto.

Tale popolazione risultava per altro costituita da un ben determinato gruppo omogeneo di lavoratori nell'arco di un tempo altrettanto definibile in modo preciso (ore lavorate).

La formula dell'indice OCRA è quindi stata ricostruita con dati provenienti dalla banca dati cui si è accennato, dal progetto dell'aereo e dalla sommatoria delle ore impiegate dal gruppo omogeneo per la realizzazione del prodotto.

$$\frac{\sum(ATM)}{\sum(t+30)} = \text{IndiceOCRA} \quad (7)$$

A questo punto si è proceduto nella formula di calcolo dell'Indice OCRA(7), effettuando dapprima il prodotto tra la costante di riferimento (CF=30) ed il tempo dedicato al lavoro ripetitivo (t), cioè la durata complessiva dedicata all'assemblaggio strutturale da parte del gruppo omogeneo (dato certo poiché desunto dall'insieme delle bolle di lavoro compilate per la lavorazione). Il rapporto tra le ATM e il prodotto sopraccitato ha generato un indice OCRA complessivo per la produzione del velivolo.

Calcoli analoghi sono stati eseguiti per grandi porzioni di velivolo quali l'assemblaggio delle ali piuttosto che della fusoliera o di altre strutture.

$$Indice\ Ocra = \frac{ATM}{t * 30} \times \frac{1}{RcM} \times \frac{1}{DuM} \quad (8)$$

↙ Multiplicatore durata
↘ Multiplicatore recupero

Ovviamente nella definizione del valore dell'indice OCRA (8) sono state tenute in adeguata considerazione le pause, il rapporto tra lavoro ripetitivo e lavoro organizzato e tutti i fattori comunque presenti nel metodo OCRA tradizionale.

Relativamente ai periodi di recupero, come è stato confermato dall'osservazione dei filmati, essi sono regolarmente presenti in quantità sufficiente (durata di almeno 10 secondi consecutivi) all'interno dei cicli ripetitivi sotto forma di pause dedicate dall'operatore al controllo visivo e caratterizzate da inattività manuale. Il rapporto tra tempo di recupero e lavoro ripetitivo è sempre di almeno 1:5.

Il valore di Du (unico coefficiente con valore >1) è stato invece facilmente desunto dalle bolle di lavorazione, computando i tempi dedicati ad assemblaggio e quelli dedicati ad altri compiti finalizzati privi di azioni ripetitive. Il valore è risultato essere compreso tra 1 e 1,2 (durata del lavoro ripetitivo compresa tra 301 e 480 minuti).

Risultati

La Tabella III mostra i risultati dello studio condotto con i criteri illustrati e compiuto sulle parti di alcuni velivoli.

Nelle colonne sono rappresentati per ciascun arto i numeri delle azioni tecniche elementari (ATA) ed il loro valore modificato (ATM) già comprensivo dei fattori di rischio presenti (si noti come le ATM abbiano un valore quasi doppio delle ATA). Le ore dedicate al lavoro ripetitivo (ORE L.R.) rappresentano buona parte delle ore lavorative totali.

Le ultime due colonne riportano l'indice OCRA calcolato per l'arto destro e sinistro; il valore evidenziato, piuttosto basso, concorda con il dato clinico che mostra un riscontro diagnostico di casi di patologie dell'arto superiore

(eventi sentinella) sovrapponibile a quanto rilevato nella popolazione generale.

Nella tabella il valore di Du è stato cautelativamente assunto come uguale a 1.

Discussione e conclusioni

L'indice OCRA applicato attraverso la modalità illustrata (Tabella IV) ha permesso di superare il problema della parzialità della fase lavorativa osservata in un contesto di ampia variabilità inter e intra-lavoratori.

In un gruppo di lavoratori esposti così numeroso (circa 200) il carico lavorativo può essere difforme tra lavoratori diversi o in tempi diversi nel singolo lavoratore, ma data la completa intercambiabilità tra un lavoratore e l'altro su ogni compito finalizzato, si ritiene che la situazione considerata in riferimento alle ATM sia un descrittore fedele della esposizione nel tempo.

Un dato non secondario di questo tipo di approccio allo studio ergonomico della mansione deriva dalla disponibilità dei valori contenuti nella banca dati, poiché tale parametro, comprensivo del carico ergonomico, potrebbe essere utile in fase progettuale per orientare le scelte dei

Tabella IV. Sintesi degli step procedurali nel calcolo dell'indice Ocra attraverso le ATM

- Definizione della porzione di velivolo esaminata;
- Identificazione degli ODC (Organi di collegamento) utilizzati;
- Suddivisione in classi degli ODC;
- Determinazione della successione dei compiti lavorativi per ogni classe di ODC;
- Riprese filmate dell'allestimento di ogni ODC;
- Calcolo delle ATA (Azioni Tecniche Attuali) per ogni ODC;
- Valutazione dei moltiplicatori Fo, Po, Re, Ad per ciascun "compito per classe";
- Calcolo ATM (Azioni Tecniche Modificate) per ciascun "compito per classe";
- Identificazione degli ODC corrispondenti, numero e classi di appartenenza;
- Definizione del GOE (gruppo omogeneo di esposti);
- Calcolo del fattore durata e fattore recupero;
- Calcolo ΣATM;
- Calcolo Indice Ocra.

Tabella III. Risultati preliminari dello studio, ORE L.O. = ore lavoro totale, ORE L.R. = ore lavoro ripetitivo

Macrocompito	Ciclo lavorativo	ATA Dx	ATM Dx	ATA Sx	ATM Sx	Ore lavorative	Ore lavoro ripetitivo	Ocra Dx	Ocra Sx
Timone	Ass 1	348.200	618.909	215.200	375.057	594	446	0.77	0.47
Supporto ala	Ass 3	85.550	155.282	56.900	99.513	293	220	0.39	0.25
Flaps	Ass 2	419.950	756.011	249.200	425.580	1.188	891	0.47	0.27
Ala	Ass 1	1.228.230	2.177.269	763.980	1.335.399	2.970	2.228	0.54	0.33
StabOrizz	Ass 2	461.150	810.622	294.400	520.698	1.040	780	0.58	0.37
Timone coda	Ass 4	376.450	655.853	240.200	424.043	1.188	891	0.41	0.26

tecnici verso lavorazioni con rischio minore. Ad esempio sarebbe possibile, in presenza di lavoratori con idoneità parziali o con limitazioni, considerare il carico ergonomico derivante da un determinato ciclo produttivo regolando di conseguenza la prescrizione in modo da rientrare entro i limiti tollerabili.

Inoltre la disponibilità di una banca dati del carico ergonomico potrebbe in futuro costituire un elemento di riferimento per gli ingegneri aeronautici per migliorare la progettazione del velivolo relativamente all'ergonomia del lavoro.

Bibliografia

- 1) World Health Organization, Protecting Workers' Health Series No. 5, Preventing musculoskeletal disorders in the workplace, 2003.
- 2) European Agency for Safety and Health at Work. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005.
- 3) Buckle P, Devereux J. Work-related upper limb musculoskeletal disorders. European Agency for Safety and Health at Work, EU-OSHA, Bilbao, 1999.
- 4) Op de Beek R, Hermanns V. Research on work-related low back disorders, European Agency for Safety and Health at Work, EU-OSHA, Bilbao, 1999.
- 5) Battevi N, Vitelli N. Ergonomia e produttività: un esempio applicato ad una industria manifatturiera. *Med Lav* 2013; 104(1): 203-212.
- 6) Colombini D, Grieco A, Occhipinti E. Le affezioni muscolo-scheletriche occupazionali da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori: metodi di analisi, studi ed esperienze, orientamenti di prevenzione. *La Medicina del Lavoro* 1996, Vol. 87 n. 6, pag. 455-777.
- 7) Occhipinti E, Colombini D. Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione della frequenza di patologie muscolo scheletriche correlate al lavoro degli arti superiori (UL-WMSDs) in popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *Med Lav* 2004; 95(4): 305-319.
- 8) SIMLII, FSM. Linee guida per la prevenzione dei disturbi e delle patologie muscolo-scheletriche dell'arto superiore correlati con il lavoro (Upper Extremity Work-related Musculoskeletal Disorders UE WMSDs). Ed Pime, Pavia 2003.
- 9) ISO/DIS 11228-3. Ergonomics-Manual handling. Part 3: Handling of low loads at high frequency. 2005.

Corrispondenza: Dott.ssa Edda Capodaglio, IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Via Maugeri, 27100 Pavia, Italy - E-mail edda.capodaglio@fsm.it

Cristina Arrigoni¹, Rosario Caruso², Francesca Campanella¹, Francesca Gigli Berzolari³, Daniela Miazza³, Gabriele Pelissero¹

Investigating burnout situations, nurses' stress perception and effect of a post-graduate education program in health care organizations of northern Italy: a multicenter study

¹ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Sezione di Igiene, Università degli Studi di Pavia

² Dipartimento di Biomedicina e Prevenzione, Università di Roma Tor Vergata e Policlinico San Donato Milano

³ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Sezione di Igiene, Unità di Biostatistica e Epidemiologia Clinica, Università degli Studi di Pavia

ABSTRACT. Background. Burnout (BO) is increasingly considered a public health problem: it is not only harmful to the individual, but also for the organization. Therefore, in recent years, research has given particular attention to the study of the phenomenon and its antecedents among the nursing profession. In the last ten years, the literature shows the prevalence of BO in different clinical settings, but there are few recent data describing the phenomenon and its relationship with educational preventive programs.

Objectives. The aims of this study are:

- a) to describe the prevalence of nurses' risk of BO in the northern Italy area
- b) to describe nurses' coping and their perception of the BO antecedents
- c) to describe the effects of education on the nurses' coping and their recognition of BO antecedents

Methods. The study is structured into two main parts.

The first was cross-sectional, the second was prospective. Burnout Potential Inventory (BPI) questionnaire was used in the cross-sectional part to survey risk of BO in three big hospitals in Northern Italy. The Health Profession Stress and Coping Scale (HPSCS) was used in the prospective part to survey the nurses' stress perception and their coping mechanisms in a post-graduate educational program.

Results. Nurses' BO risk is within the normal range, although the BPI highlighted three borderline subscales: poor team work, work overload and poor feedback. Post-graduate education had a positive effect on the stress perception, but it is not sufficient to improve coping mechanisms.

Conclusions. The study revealed the more stressful work situations and the effect of post-graduate education to prevent the effects of stress. This topic needs further investigation in the light of the result of this study.

Key words: burnout, stress, coping, education.

RIASSUNTO. LE SITUAZIONI LAVORATIVE CHE CAUSANO IL BURNOUT E LA PERCEZIONE DELLO STRESS TRA GLI INFERMIERI. EFFETTI DELLA FORMAZIONE POST-BASE: UNO STUDIO MULTICENTRICO NEL CONTESTO DEL NORD ITALIA.

Background. Il Burnout (BO) è sempre più considerato un problema di sanità pubblica, non essendo solamente dannoso per l'individuo, ma anche per le organizzazioni sanitarie in generale. La ricerca negli ultimi anni ha attribuito un'attenzione particolare al fenomeno e allo studio dei suoi antecedenti nell'ambito della professione infermieristica. Negli ultimi dieci anni è descritta la prevalenza del fenomeno in diversi contesti clinici. Tuttavia, pochi studi, prendono in considerazione il BO in relazione ad azioni formative con una valenza preventiva.

Introduction

Burnout (BO) is increasingly considered a public health problem: it is not only harmful to the individual, but also for the organization (14). BO reduces productivity and affects the quality of services provided (33). Several studies identify nurses as a high-risk profession (17; 5; 11). Therefore, in recent years, research has given particular attention to the study of the phenomenon and its antecedents among the nursing profession (16). Many authors describe the prevalence of BO in different clinical settings, but the majority of these data are prior to the economic crisis of the last five years (18). Has anything changed over last years? There are not recent data in the literature describing the phenomenon and its antecedents in the context of northern Italy health care organizations, characterized by the presence of big hospitals, both public and private. Moreover, the literature shows how educational interventions on the group could play as a protective mechanism since the antecedents of BO (31).

Therefore, the aims of this study are:

- a) to describe the prevalence of nurses' risk of BO in the northern Italy area
- b) to describe nurses' coping and their perception of the BO antecedents
- c) to describe the effects of education on the nurses' coping and their recognition of BO antecedents.

Background

Helping professions are susceptible to stress and BO; especially nurses are often exposed to those risks (17; 24; 5; 11; 6). Professionals can take a slow process of psychophysics "fraying" or "decay", due to the lack of energy and ability to sustain and release the stress. That process could be exacerbated in working environments by the lack of preventive interventions, continuous monitoring and targeted interventions at the first sign of discomfort (23). Therefore it could also impinge on productivity, job satisfaction (34; 22) and intention to leave the job (30; 15).

The first description of BO is given by Freudenberg in the 70s. His research provided the first direct observations of emotional depletion feeling, experienced by the same Freudenberg and his colleagues as a loss of motivation

Obiettivi. Gli obiettivi di questo studio sono:

- a) descrivere la prevalenza delle situazioni lavorative che promuovono il Burnout
- b) descrivere le strategie di coping utilizzate dagli infermieri e la loro percezione degli antecedenti del BO
- c) descrivere gli effetti della formazione sulle strategie di coping degli infermieri e sul riconoscimento degli antecedenti del BO

Metodi. Lo studio è strutturato in due parti principali. La prima è trasversale, mentre la seconda è prospettica. La parte trasversale utilizza il questionario Burnout Potential Inventory (BPI) per descrivere la prevalenza delle situazioni lavorative che promuovono il BO. La parte prospettica utilizza il questionario Health Profession Stress and Coping Scale (HPSCS) per indagare la percezione dello stress ed i meccanismi di coping tra gli infermieri sottoposti ad un'azione formativa mirata.

Risultati. Sono state individuate tre situazioni lavorative che espongono gli infermieri ad un maggior rischio di BO: scarso lavoro in equipe, sovraccarico di lavoro e scarsi feedback. La formazione mirata ha avuto un effetto positivo sulla percezione dello stress, pur non modificando in modo sostanziale le strategie di coping utilizzate dagli infermieri.

Conclusione. Lo studio ha rilevato le situazioni lavorative più stressanti e l'effetto dall'azione formativa mirata a prevenire gli esiti dello stress. Tale tematica merita di essere ulteriormente indagata alla luce degli interessanti risultati emersi.

Parole chiave: burnout, stress, coping, formazione.

and commitment to their work (10). BO syndrome has been studied mainly in the field of psychology. According to authors such as Maslach, Schaufeli and Leiter (21) BO arises from the inability to effectively manage chronic stress, which can be defined by three different dimensions: emotional exhaustion (EE), depersonalisation (DP) and reduced personal accomplishment (PA) (19). Those researches were aimed at describing processes and outcomes, rather than proposing interventions or possible solutions. Several theories have been proposed to explain the BO etiopathology, in which there were identified both individual and work environment factors (16). Work environment factors seem to have a stronger influence on the development of emotional exhaustion and depersonalization (25). The results of these studies are very important, especially to organize programs for prevention or intervention. Work environment factors are defined as organizational BO antecedent. BO antecedents are usually divided in three domains: organizational, occupational and individual (21). Due to the interactive nature of BO development, according to general stress theories, the characteristics in all of these domains have an effect on the relationship between man and work (21).

Responses of workers to BO antecedents are the coping mechanisms. Coping mechanisms in nurses seem to be inefficient when nurses have to manage persistent stressful events (25). Work environment factors contribute actively in BO etiopathology, impacting heavily on the actions of its antecedents (33).

In recent years, the literature shows that the education action represents an efficacious preventive tool towards the BO, inhibiting both the BO onset and its antecedents, especially for the perception of stress in the different high risk professional contexts (31). Despite the importance and

the interest raised by education action, we find few contributions in literature about these issues, considering that nurses' educational process does not end with the undergraduate education but it lasts throughout their whole professional lifetime with the continuous education programs.

The research on nurses BO received extensive and continuous attention over the years because nurses appear to be the professionals more exposed to stress and BO among health care workers (24): stress, as a BO antecedent, has a certainly negative impact on nurses' mental and physical health as well as their work efficiency and productivity (12). Nurses have often to interface with suffering people: interpersonal relationships are often intense, very emotionally charged and often accompanied by tension and anxiety. Nurses offer themselves as a people capable of identifying and nurse-patient relationship leads to a very intense emotional demand, much more than in other health professionals, because nurse has to work directly with "the patient's body". Moreover, nurses must often elaborate emotions internally to establish a useful relationship (emotional labor) (2). This type of relationship creates high levels of stress in nurses (3). The literature shows how the attention to these issues has been prior to the current social and economic issues, which characterize also the Italian health system in the last decade. Therefore the recent literature seems poorer in the research aimed to describe the phenomenon of stress and BO, considering that the context is changed due to the crisis, so nurses often have to interface with the budget cuts (18).

Nurses employed in bone marrow transplantation, intensive care and oncology fields are at high risk for stress and BO: the limited clinical success cause an abnormal emotional intensity in nurses, furthermore they are in a daily contact with many critically ill patients (14).

The literature confirms the correlation between BO and coping mechanisms (3) as well as the correlation between the index of stress and personal satisfaction (22). Efficacious coping and personal satisfaction are highly predictive of nurses' well-being. Furthermore, some reviews describe an inverse relationship between seniority and BO, indicating younger nurses as at higher risk (3; 8; 4): this could be related to their poor working experience as well as to a different assignment of tasks for young nurses (33). The importance of preventive and support programs is clearly emphasized, starting from undergraduate education up to continuous education. Preventive and support programs are suggested when young nurses are involved in the team to decrease the risk BO for nurses. The educational methods that include social mediation seem very useful in improving the group's activities, the reflexivity and the sharing of strategies to be adopted in daily clinical practice. Moreover, the clinical activities in a poorly cooperative context amplify the nurses' stress (1).

Particular attention is given to the sense of belonging and motivation, especially regarding the relationship between individual and organization. In this sense, the group represents an interesting protection factor (9). Motivation is described by Potter (26) as a "psychological contract between organization and individual". According to Potter (27), BO is often a motivational problem: workers need positive consequences for a good work to prevent BO,

called “positive wins”. According to Potter, wins can be positive or negative. A “positive win” occurs when workers do something and something positive occurs as result, promoting motivation in a positive away. Otherwise “negative win” promote motivation in a negative away, when workers do something to turn off something negative. While positive and negative wins keep motivation high, they do not work in the same manner: positive wins generate the “working for positive” motivation (work enthusiasm), whereas negative wins generate “working to avoid negative” motivation (workaholic). When a performance receives no wins, motivation will usually suffer, especially when a win is expected, carrying a frustration in the individual, described as a “punishment”. Furthermore, workers are more susceptible to BO when motivation declines (26; 27). Literature shows which situations promote BO, defined them as “killer jobs”. BO promoting situations are investigated in Burnout Potential Inventory (BPI), which are: powerlessness, no information, conflict, poor team work, overload, boredom, poor feedback, punishment, alienation, ambiguity, unrewarding, values conflict (27). BPI questionnaire does not aim to investigate a full-blown BO, but it is aimed to investigate a BO risk that represents worker’s perception of the “killer jobs” situations. In this sense, BPI is very different from the questionnaires that investigate BO, among which the most used is the Maslach Burnout Inventory (MBI) (20).

Using cross-sectional data, the aim of this study was to describe nurses’ risk of BO, investigating the BO promoting situations with BPI surveys. Using prospective data, the aims of this study were to describe nurse’s coping and their perception of BO antecedents and to describe the effects of post-graduate education on the nurses’ coping and their recognition of BO antecedents. The first hypothesis was that BO prevalence is worsened due to the last decade budget cuts in the Italian hospitals. The second hypothesis was that the education actions improve the BO antecedents’ perception and coping mechanisms.

Methods

Study design

The study is structured into two main parts. The first was cross-sectional, the second was prospective.

Selection of participants

Nurses working full-time in northern Italy hospitals could be enrolled for the cross-sectional part. Nurses, coming from a post-graduation course at University of Pavia and working in the northern Italy area, could be enrolled for the prospective part.

Cross-sectional study

Three big hospitals in Northern Italy were selected for the investigation. All participants were full-time workers and participation was voluntary. The involved nurses were employed in the following clinical settings: medical area, surgical area, critical area and outpatient area. Each recruited nurse received a study information sheet, a socio-

demographic form and the BPI, which is the tool used for the cross-sectional data collecting. Socio-demographic data were: gender, age, marital status, years of employment and educational background. Moreover, each hospital involved in the study had a site coordinator. Time required for filling the BPI was approximately 15 minutes.

The BPI (27) consists in 48 items questionnaire, taking into account twelve subscales to investigate different BO promoting situations:

1. powerlessness
2. no information
3. conflict
4. poor team work
5. overload
6. boredom
7. poor feedback
8. punishment
9. alienation
10. ambiguity
11. unrewarding
12. values conflict.

Enrolled nurses had to fill BPI rating every item, one at a time, with a Likert scale to assess how often they were bothered by each described situation. Likert scale was from 1 to 9, with 1 being “rarely” and 9 being “constantly”. Thence, enrolled nurses obtained a score adding up each rate that was indicative of a BO risk. A scoring between 48 and 168 was referred to a low BO risk; a scoring between 169 and 312 was referred to a moderate BO risk and a scoring between 313 and 432 was referred to a high BO risk. Study information sheet had to raise awareness about a correct questionnaire filling, providing information about the research purpose, the methods and the guarantee of anonymity. Socio-demographic form had to provide useful information to better define the recruited nurses profile.

Prospective study

This part of the study arose in the context of post-graduation course at University of Pavia. All nurses were employed in the northern Italy area.

From the lectures in previous editions of the aforementioned post-graduation course emerged the need to give a specific education for the attending nurses about the conflict and stress management. The Assembly of lecturers has evaluated, for this reason, to use assessment tools to measure and explore the perceived stress and coping mechanisms, using the Health Profession Stress and Coping Scale (HPSCS) with a specific educational plane.

HPSCS is a self-administered questionnaire designed to investigate the potential stressful situations in different working activities as well as the individual coping mechanisms (31). Thus, HPSCS offers a range of potentially stressful work situations, in addition to socio-demographic data collection, in order to measure both the level of perceived stress and four possible coping mechanisms (coping focused on problem solving, on social support, on distress emotional, on problem avoidance). HPSCS allows the individual or group assessment of the situations, in which the working efficiency is threatened and there is a risk of BO.

In this study we used a HPSCS version for nurses, consisting on the following sub-scales:

- Stress sub-scales: emergency, personal attack, organizational contingencies, personal devaluation, and problematic relationship with patients and relatives.
- Coping sub-scales: problem solving, social support, distress emotional and problem avoidance.

Enrolled nurses had to fill HPSCS rating every stress situation with a Likert scale from 0 to 3, with 0 being “not at all” and 3 being “very much”. Then, they had to indicate, using the same Likert scale, the frequency they used every presented coping mechanism, from the most functional to the dysfunctional ones, so: problem solving, social support, distress emotional and problem avoidance.

The sample consisted of 56 nurses attending, in two consecutive editions, a post-graduation course at University of Pavia. Enrolled nurses were full-time employees in hospitals of northern Italy, belonging to different clinical settings.

HPSCS was filled at the beginning of the post-graduation course (pre-test) and at the end of course (post-test). Time required for filling HPSCS was approximately 25 minutes, according to the authors’ description (31). Then, we had proceeded to data analyzing.

In particular, it was calculated:

- a total score of stress, corresponding to the sum of the stressor judgments about the value of all the 19 situations presented to nurses;
- five scores corresponding to the judgment of stress expressed respect to the five dimensions identified in stress sub-scales (emergency, personal attack, organizational contingencies, personal devaluation, and problematic relationship with patients and relatives);
- a total score for each of the four coping mechanisms (problem solving, social support, distress emotional and problem avoidance), which allows to understand the overall frequency of use of each mechanism;
- a score for each coping strategies in relation with the five dimensions identified in stress sub-scales.

The raw scores were converted into standard scores through the conversion tables for the nurses’ version of HPSCS. The scales were expressed in T-Scores. T-Scores indicate how many standard deviation units an examinee’s score is above or below the mean, having a mean of 50 and a standard deviation of 10.

Ripamonti (31) suggests that HCSPS filling could be considered as a first intervention to prevent BO, because nurses have to reflect about their stress perception by filling the questionnaire. This first reflection can be subsequently shared in a group setting.

According to the literature, we have structured an educational plane to affect the maladaptive approach with stressful situations. The educational plane was aimed to promote more reflections and awareness about stressful situations, strengthening the most effective mechanisms (7; 28). Furthermore, educational plane was based on exercises and role playing, concerning real cases brought by the nurses themselves as well as cases brought by lecturers. HPSCS authors have described some educational interventions as useful to prevent BO. Those interventions should be aimed to increase communication skills, use of feedback

and to improve a sound management of aggressive patients, relatives and colleagues, adopting an assertive communication (31). During educational process, particular attention has been given to nurses’ intrinsic motivation, stimulating knowledge, personal experiences and reflections about their role in their working contest. The educational plane had to improve the perception of being able to better manage the stressful situations, using best strategies to identify the problem and to address attention on peer group, which was an essential resource. The peer group relationship could have a preventive role; however in cases of full-blown BO, a specialist intervention is required.

Statistical analysis

Cross-sectional study

We used percentages values to describe qualitative variables and mean \pm standard deviation to describe quantitative variables. The BPI score and BPI subscales were described using median and 25th and 75th percentiles. To compare overall score median values between males and females was used nonparametric Mann-Whitney test.

Prospective study

The scores were described using the median values as measures of position and the 25th and 75th percentiles as measures of dispersion. To compare the median values of the variables investigated in the first questionnaire administration (pre-test) with those of the second questionnaire administration (post-test) was used the nonparametric Wilcoxon rank. We had also performed the non-parametric sign test which confirmed the results obtained, because we had detected an asymmetry of the variables distribution.

For both studies was used a level of significance equal to 0,05. Statistics were performed using was SPSS and Excel software.

Results

Cross-sectional study

As showed in Table I most of enrolled subjects were females (74,1%), moreover 53,8% were married, 80,4% were Italian, with an educational background mostly given by nursing degree or equivalent (91,6%). Quite half of the enrolled subjects came from hospital C (46,6%), while the others came respectively with percentages 25,5 and 27,9 from hospitals B and A. The clinical area most represented was the surgical area (47,2%) followed by critical area (21,8%), medical area (20,2) and outpatient area (10,8%). Mean age of enrolled nurses was 38.8 \pm 8.5 years (87.1% worked in a 24 hours shift, while 12.9% worked in a 12 hours shift). The BPI median value was 100 with 25th and 75th percentiles equal to 72 and 140 respectively, showing absence of BO high risk.

Moreover the prevalence of low-risk score is 87% and moderate risk is 13%. The BPI median scores comparison by sex doesn’t result significant (Mann-Whitney U= p=0,328).

Among the nurses at moderate risk, 54.2% worked in the surgical area, 27.1% in critical area and 18.7% in out-

Table I. Sample descriptive statistics

Variables		N cases (%)
Sex	F	337 (74,1)
	M	118 (25,9)
	Total	455 (100)
Marital status	married	245 (53,8)
	unmarried	210 (46,2)
	Total	455 (100)
Nationality	Italian	366 (80,4)
	Other	89 (19,6)
	Total	455 (100)
Education	Post graduate education	6 (1,3)
	Nursing degree or equivalent	417 (91,6)
	master I level	27 (5,9)
	master II level	1 (0,3)
	other	4 (0,9)
Total	455 (100)	
Hospital	Hospital A	127 (27,9)
	Hospital B	116 (25,5)
	Hospital C	212 (46,6)
	Total	455 (100)
Clinical Area	Outpatient area	49 (10,8)
	Surgical Area	215 (47,2)
	Medical Area	92 (20,2)
	Critical Area	99 (21,8)
	Total	455 (100)
	Mean	Standard Deviation
AGE	38,8	8,5
	Median	25 [^] ; 75 [^] pct
BPI	100	72;140

patient area. We calculated the scores and the medians of the 12 BPI subscales, in the 3 hospitals (Table II). The medians with an higher score were: overload, poor feedback and poor team work. These subscales represented the most frequent promoting BO working situations.

Table II. Median and percentiles of BPI Subscales

	powerlessness	No information	Conflict	Poor team work	Overload	Boredom	Poor Feedback	Punishment	Alienation	Ambiguity	unrewarding	Values conflict
Median	9	7	9	13	13	5	12	5	5	5	5	8
Percentile	25	5	5	6	9	9	4	9	4	4	4	5
	75	12	10	14	18	18	8	18	6	8	9	13

Table III. Descriptive and inferential analysis of the scores of the prospective study of investigation (all cases)- Sign test

Stress domains	n	Pre-test Median and percentile			Post-test Median and percentile			p value Two-Tailed Significance Level
		25°	Median	75°	25°	Median	75°	
		Stress for emergency	34	45	50	55	40	
Stress for personal attack	32	43	53	58	39	43	51,75	0.009
Stress for organizational contingencies	33	44	44	51	38	44	51	0.275
Stress for personal devaluation	34	50	55	61	44	50	55	0.049
Stress for problematic relationships	35	46	54	58	39	46	50	0.004
Overall Stress	34	45,5	51	54	39	42	48	0.001

Prospective study

a) Overall Scores

Table III shows the results for the comparison of the variables median values at first questionnaire administration (Pre-test) and last questionnaire administration (Post-test).

The Pre-test scores indicated normal stress levels, even if Personal Attack, Problematic Relationship and Overall Stress are borderline, placing within the upper limit range (45-55). Instead, the Organizational Contingencies scores undertaken within the lower limit of the range (35-45).

We observe a statistically significant decrease in the median values of the stress for Personal Attack (from 53 to 43, $p = 0.009$), for Problematic Relationships (with patients, family members and colleagues) (from 54 to 46, $p = 0.004$) and the overall stress (from 51 to 42, $p = 0.001$).

Coping mechanisms

The inferential analysis of coping mechanisms showed no significant differences in scores on the Pre-test and Post-test. From the descriptive point of view the median values of the Pre-test and Post-test coping mechanisms were at a "moderate" level, but within normal limit.

b) Age Stratification

The literature suggests that the most exposed to BO are young workers (3; 8; 4), so we had decided to stratify the sample in 2 groups: ≤ 30 (25.50%) and >30 (74.50%).

The under thirty years group was composed of 5 males (38.5%) and 8 females (61.5%). The over thirty years was composed of 7 males (18.4%) and 31 females (81.6%). Mean of working years in under thirty years group was 3.3 ± 1.70 , if we considered working years in the same ward the mean was 3.1 ± 1.70 . Mean of working years in over thirty years was 13.86 ± 6.67 , if we considered working years in the same ward the mean was 6.58 ± 6.09 .

Stress domains

The results of variables median values comparison in Pre-test and Post-test was normal in the under thirty group.

There was not a statistically significant decrease in stress median values for each situation investigated. Even the analysis of coping mechanisms showed no significant differences in scores in Pre-test and Post-test (Table IV).

The Pre-test scores indicated normal stress levels, even if the areas about Stress for Personal Attack, Stress for Problematic Relationship and Overall Stress were borderline (45-55). Rather, Stress for Organizational Contingencies was at the low level in the normality range (35-45).

In over thirty group (Table V) we observed a statistically significant decrease in the median values of Stress for Personal Attack (from 53 to 43, $p = 0.001$), Stress for Problematic Relationships (with patients, family members and colleagues) (from 54 to 44.5, $p = 0.007$) and the Overall Stress (from 54 to 42, $p = 0.001$).

Coping mechanisms

The inferential analysis of coping mechanisms showed no significant differences in the Pre-test and post-test scores. There were no statistically significant differences even between males and females.

Discussion

Performing the cross-sectional data analysis we obtained useful information on the most critical working situations in

the 3 involved hospitals: overload, poor feedback and poor team work. Overload is referred to the feeling of being overloaded for work that could affect the worker private life. Poor feedback is referred to the lack of feedback in working environment. Poor team work is referred to a scarce communication and collaboration within the working team, sometimes worsened by bureaucracy (27). The findings showed what are most critical subscales, confirming the findings from a survey in a big hospital in Rome where emerged that overload, poor feedback and poor team work were the "critical" BO promoting situations (36). Moreover, scores of values conflicts sub-scale were borderline. Values conflict indicates a compromise of personal values, where the nurse does not fit with hospital's values. That aspect should be further investigated to better understand the nature of that discomfort, its implications in daily life and how nurses cope stress for these situations.

Performing the prospective data analysis was useful to observe that stress for Personal Attack, Problematic Relationship and Overall Stress was borderline, even if considered normal. Aspects related to stress for Organizational Contingencies and Personal Attack were not represent critical situations to manage for enrolled nurses. Therefore, critical situations that undermine organizational wellbeing were represented only by the Stress domains regarding relationships: Personal Attack and Problematic Relationship. Analysis of the data between pre-test and post-test showed that the level of perceived stress was significantly reduced in Attack Personnel domain, Problematic Relationships domain and Overall Stress. According to literature, the reduction of per-

Table IV. Descriptive and inferential analysis of the total scores of the prospective study of investigation (age ≤ 30) - Sign test

Stress domains Age ≤ 30	n	Pre Test Median and percentile			Post test Median and percentile			Two-Tailed exact Significance Level
		25°	Median	75°	25°	Median	75°	
Stress for emergency	9	40	50	60	35	45	57.5	0.813
Stress for personal attack	9	39	53	53	41	48	55.5	0.813
Stress for organizational contingencies	9	38	51	57	35	38	51	0.750
Stress for personal devaluation	9	44	50	61	47	50	55	1.00
Stress for problematic relationship	9	43	50	58	40.50	46	48	0.344
Overall Stress	9	46	50	54	41	44	49.5	0.719

Table V. Descriptive and inferential analysis of the total scores of the prospective part of investigation (age > 30)

Stress domains Over 30 years group	n	Pre-test Median and percentile			Post-test Median and percentile			p value Two-Tailed Significance Level
		25°	Median	75°	25°	Median	75°	
Stress for emergency	36	45	50	50	40	45	50	0.74
Stress for personal attack	34	43	53	58	39	43	53	0.001
Stress for organizational contingencies	35	44	44	51	38	44	51	0.401
Stress for personal devaluation	35	50	55	61	44	50	55	0.025
Stress for problematic relationships	36	46	54	58	39	44.5	51	0.07
Overall Stress	35	44	54	56	39	42	49	0.001

ceived stress in the aforementioned domains was very significant in the over thirty years group (3; 8; 4) and in the females (31). Rather, coping mechanisms did not show changes between pre-test and post-test. Coping mechanisms described in the pre-test were representative of the normal range of mechanisms used by nurses to cope with stress. This result confirms that behaviors and coping mechanisms can be improved only after enduring specialist interventions; so the only educational plane in a post-graduation course had a positive effect on perceived stress, but it does not work on nurses' coping mechanisms. According to literature, the most useful educational strategy was the stimulation of peer group relationships, using the sharing of personal working experience and the role plays (29). Through the educational plane, nurses were able to experience directly which working activities could be useful to better manage stress and to prevent BO. This experience could be also replicated outside the post-graduate education setting, such as the professional continues education.

Limits

Limits of this research are given essentially by use of the self-repot questionnaires and by the gender distribution. In fact, both the samples were composed by a higher frequency of females.

Sample size of the prospective part did not allow a better analysis of the differences between the 2 age groups and the different clinical areas of belonging.

Acknowledgements

We would like to thank Romina Vinci for her important contribution as data-entry and Gianluca Bonitta for the data analysis support.

References

- 1) Arrigoni C, Miazza D, Gerra MT, Pelissero G. Prevention in the workplace and training of personnel: new methodological approaches. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene* 2012; 14-19 ISSN: 1121-2233.
- 2) Balducci C, Avanzi L, Fraccaroli F. Emotional demands as a risk factor for mental distress among nurses. *Med Lav* 2014; 105(2): 100-8.
- 3) Bernardi M, Catania G, Marcecaso F: Il mondo del burn-out infermieristico. Una revisione della letteratura. *Professioni Infermieristiche* 2005; 58: 2.
- 4) Brewer EW, Shapard L. Employee burn-out: a meta-analysis of the relationship between age or years of experience. *Journal of Human Resource Development Review* 2004; 3 (2), 9-16.
- 5) Bussing A, Glaser J. Work stressors in nursing in the corse of re-design: implications for burn-out and interactional stress. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 1999; 8: 401-426.
- 6) Cherniss C: *Professional Burn-out in Human Service Organizations*. New York: Praeger, 1999.
- 7) Di Mattei V, Prunas A, Sarno L. Il burnout negli operatori della salute mentale: quali interventi? *Psicologia e Salute* 2004 (2): 113-122.
- 8) Duquette A, Keruac S, Sandhu BK, Ducharme F. Psychosocial determinants of burn-out in geriatric nursing. *International Journal of Nursing Studies* 1995; 32 (5): 443-456.
- 9) Fenlason KJ, Beehr TA. Social support and occupational stress: effects of talking to others. *Journal of Organizational Behavior* 1994; (15): 157-175.
- 10) Freudenberger HJ: 'Staff '. *Journal of Social Issues* 1974; 30 (1): 159-165.
- 11) Garman AN, Corrigan PW, Morris S. Staff burn-out and patient satisfaction: evidence of relationship at the care unit level. *J Occup Health Psychology* 2002; (7): 235-241.
- 12) Gil-Monte PR. El síndrome de quemarse por el trabajo (burn-out): una enfermedad laboral en la sociedad del bienestar [Burnout: An occupational illness in the wellbeing society]. Pirámide: Madrid, 2005.
- 13) Gil-Monte PR. Algunas razones para considerar los riesgos psicosociales en el trabajo y sus consecuencias en la salud pública. *Revista Española de Salud Ptblica* 2009; (83): 169-173.
- 14) Giuliani S, Bernardi M, Assanelli A, Matozzo V, Vicini M, Gavezotti M, Sarno L, Ciceri F. Stress level assessment and intervention in a bone marrow transplantation inpatient nurse group. 38th Annual Meeting of the European Group for Blood and Marrow Transplantation, 2012, Nurses Session 9: Standards of care 2.
- 15) Houkes I, Janssen PPM, Jonge J, Bakker AB. Specific determinants of intrinsic work motivation, emotional exhaustion and turnover intention: a multi-sample longitudinal study". *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 2003; (76): 427-450.
- 16) Karanikola NMK, Kleanthous E. Exploration of burn-out risk factors among mental health nurses. *Nosileftiki*, 2011; 50(2), 163-176.
- 17) Leiter MP, Harvie PL, Frizzel C. The correspondence of patient satisfaction and nurse burn-out. *Soc Sci Med* 1998; (47): 1611-1617.
- 18) Mahony C. 2013 was a horrible year for nursing - nurses are "burnt out," says chief. *BMJ* 2014; (348): g126.
- 19) Maslach C, Jackson SE. The measurement of experienced burn-out. *Journal of Organizational Behavior*, 1981; 2 (Issue 2): 99-113.
- 20) Maslach C, Jackson SE. *Maslach Burnout Inventory Manual*. Consulting Psychologists Press, Inc, Palo Alto, CA. 1986.
- 21) Maslach C, Schaufeli WB, Leiter MP. Job burn-out. *Annu Rev Psychol* 2001; (52): 397-422.
- 22) Murgia C, Sansoni J. Stress and nursing: study to evaluation the level of satisfaction in nurses. *Prof Inferm* 2011; 64(1): 33-44.
- 23) Pedrabissi L, Santinello M. Professione infermieristica e sindrome del burn-out: un contributo alla taratura del Maslach Burn-out Inventory. *Bollettino di Psicologia Applicata* 1988; (187-188): 41-46.
- 24) Pisanti R, Van der Doef M, Maes S, Lazzari D, Bertini M. Job characteristics, organizational conditions, and distress/wellbeing among Italian and Dutch nurses: A cross-national comparison. *International Journal of Nursing Study* 2011; (48): 829-837.
- 25) Pompili M, Rinaldi G, Lester D, Girardi P, Ruberto A, Tatarelli R: Hopelessness and suicide risk emerge in psychiatric nurses suffering from burn-out and using specific defense mechanisms. *Archives of Psychiatric Nursing* 2006; (20): 135-143.
- 26) Potter B. *Beating Job Burn-out. How to transform work pressure into productivity*. Ronin Publishing, Berkeley, California, 1994.
- 27) Potter B. *Overcoming Job Burnout: How to Renew Enthusiasm for Work*. Ronin Publishing, 2005.
- 28) Rabin S et al. Stress intervention strategies in mental health professions. *British Journal of Medical Psychology* 1999; (72): 159-169.
- 29) Rafferty A, Clarke S, Coles S, Ball J, James P, Mckee M, Aiken L. Outcomes of variation in hospital nurse staffing in English hospitals: cross-sectional analysis of survey data and discharge records. *Int J Nurs Stud*, 2007; (44): 175-182.
- 30) Riolli L, Savicki V. Impact of fairness, leadership, and coping on strain, burn-out, and turnover in organizational change. *International Journal of Stress Management*; 2006; (13): 351-377.
- 31) Ripamonti C. *Health Professions Stress and Coping Scale*, Giunti OS. Firenze, 2007.
- 32) Schaufeli WB, Greenglass E. Introduction to special issue on burn-out and health. *Psychology and Health* 2001; (16): 501-510.
- 33) Schaufeli WB, Buunk BP. Burn-out: An overview of 25 years of research in theorizing. In Schabracq MJ, Winnubst JAM, Cooper CL (Eds.), *The handbook of work and health psychology* (pp. 383-425). Chichester: John Wiley & Sons, 2003.
- 34) Sili A, Fida R, Vellone E, Alvaro R. La salute organizzativa degli infermieri, la salute organizzativa e lo stile di leadership dei coordinatori: un modello di equazioni strutturali. 2011, Rome, 10th ENDA Congress. Health care changes in Europe with nursing leadership.
- 35) Turci C et al. La salute organizzativa degli infermieri in alcune strutture sanitarie di Roma e della provincia. *L'Infermiere, Notiziario Aggiornamenti Professionali*, 2013, Anno LVII, 6.
- 36) Zenobi C, Sansoni J. Burn-out e cure intensive. *Prof Inferm* 2007; 60 (3): 148-54.

Silvana Salerno¹, Laura Dimitri², Lucilla Livigni³, Andrea Magrini³, Irene Figà Talamanca⁴

Salute mentale in ospedale

Analisi delle condizioni di rischio per reparto, età e genere orientata alla costruzione di buone pratiche per la salute delle infermiere

¹ ENEA Divisione di Biomedicina Ambientale, Roma, silvana.salerno@enea.it

² Azienda Sanitaria Locale Roma H, Roma

³ Università di Tor Vergata, Cattedra di Medicina del lavoro, Roma

⁴ Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Università La Sapienza, Roma

RIASSUNTO. *Introduzione.* La salute mentale nel lavoro organizzato in ospedale presenta differenze legate alla professione sanitaria, al reparto, all'età e al genere. *Obiettivi.* Rilevare le condizioni di rischio per la salute mentale delle infermiere per costruire buone pratiche. *Metodi.* Viene applicato il Metodo delle Congruenze Organizzative in tre reparti ad alto rischio (Onco-ematologia, Pronto Soccorso, Medicina generale) di un ospedale universitario nei tre turni di lavoro (totale osservazione 72 ore di lavoro). Viene valutata la salute mentale delle 80 infermiere impiegate (78% donne) con il General Health Questionnaire sui disturbi mentali minori (Goldberg E., 12 domande) e quello sul Burnout (Leiter MP e Maslach C). *Risultati.* Elevato carico emotivo nel reparto di Onco-ematologia, significativa monotonia e ripetitività nel Pronto Soccorso, significativo carico fisico e mentale nel reparto di Medicina Generale. Le infermiere denunciano malattie croniche in maniera significativamente maggiore rispetto ai maschi e più della metà (58%) presenta disturbi mentali minori, con elevata prevalenza nel reparto di Medicina generale (77%). Significativo il risultato del Burnout nel reparto di Medicina generale, seguito dal Pronto Soccorso e dalla Onco-ematologia. *Conclusioni.* I risultati ottenuti mostrano come siano presenti Costrittività Organizzative specifiche di ogni reparto ospedaliero analizzato. La salute mentale delle infermiere presenta differenze legate al reparto, all'età e al genere. Alla luce dei risultati ottenuti, si evince l'importanza della individuazione di buone pratiche per la salute mentale tenendo presenti i diversi risultati ottenuti in ogni reparto.

Parole chiave: costrittività organizzative, infermiere, salute mentale, burnout, reparto ospedaliero, genere.

ABSTRACT. *MENTAL HEALTH AND HOSPITAL WORK. HOSPITAL UNIT, AGE AND GENDER RISK ANALYSIS TOWARDS GOOD PRACTICES FOR NURSES HEALTH. Background.* Nurses mental health is still a major and unachieved goal in many public hospital settings. Hospital work organization analysis shows differences in health professions, hospital units, age and gender. *Objectives.* To analyse work organisation and its effects on nurses mental health in three high risks hospital units (Oncoematology, First Aid, General Medicine) in order to improve good practices for nurses health. *Methods.* The Method of Organizational Congruences (72 hours of observation) has been used to detect organizational constraints and their possible effects on nurses' mental health. General Health Questionnaire (Goldberg D., 12 items) and the Check up Surveys for burnout (Leiter MP and Maslach C.) have been used to evaluate the mental health status of the 80 nurses employed (78% women).

Introduzione

La ricerca si è svolta in un ospedale pubblico di recente costruzione con vocazione di innovazione in campo bio-medico. L'ospedale si caratterizza per grandi cubature, lunghe percorrenze (inizialmente pensate per una celere movimentazione dei materiali e delle persone), codici cromatici di colore verde chiaro, scuro e bianco orientati all'idea di pulito. La Direzione punta fin da subito su tre concetti: apertura al territorio (senza fasce orarie di visita), umanità nella cura della persona e non della sola malattia, sicurezza per l'utenza e per il personale impiegato. L'ospedale rappresenta un investimento per la cura nell'Italia centro-meridionale con un prevalente ricovero di pazienti dal meridione. Convive, con questa scelta geografica, un'utenza territoriale proveniente da un municipio di Roma con più di 250.000 abitanti, in un contesto socio-economico fragile della periferia romana i cui abitanti si rivolgono all'ospedale anche per la chiusura di altri presidi territoriali alternativi.

Il personale sanitario proviene anche da altre realtà ospedaliere, e si impegna, tollerando il maggiore pendolarismo, a costruire la nuova identità specifica dell'ospedale.

Nell'agosto 2005, su richiesta del coordinamento infermieristico e con il supporto del Servizio di Medicina del Lavoro, viene avviata una ricerca qualitativa attraverso focus group dedicati al personale infermieristico. I risultati emersi (2005-2006) (16) evidenziano da subito ambiti di intervento per limitare disagi in relazione al lavoro di gruppo, la comunicazione, la formazione, la gestione delle risorse umane. Tali aree vengono confermate in una seconda rilevazione del 2007, che si conclude con la richiesta di tavoli di lavoro per sviluppare possibili soluzioni migliorative. Nel 2008, l'orientamento valutativo dello stress-lavoro correlato alla luce del Decreto Legislativo 81/2008, facilita l'avvio di una nuova indagine con l'obiettivo di identificare buone pratiche per la salute mentale al lavoro delle infermiere (il termine infermiere verrà usato al femminile in quanto la popolazione studiata è prevalentemente caratterizzata secondo il genere femminile).

Vengono dunque selezionati tre reparti ospedalieri che rappresentano tre diverse caratteristiche nel carico mentale cognitivo-emotivo: *Oncoematologia*, un reparto certificato per la qualità con un elevato numero di giovani pa-

Results. *High emotional work load in Oncoematology Unit, high monotony and repetitiveness with lower emotional load in First Aid Unit, high mental and physical workload in General Medicine Unit. Burnout was significantly higher in General Medicine Unit, followed by First Aid Unit and Oncoematology Unit. Female nurses reported more chronic diseases than males. The GHQ showed high frequency of minor psychiatric disorders (58%) in all units, higher in General Medicine Unit (78%).*

Conclusions. *The overall results show how organisational constraints and mental health conditions differ per hospital units, age groups and gender. Good nursing practices, to prevent mental health problems, should therefore be developed specifically in each hospital unit according to these results.*

Key words: *organizational constraints, nurses, mental health, burnout, hospital unit, gender.*

zienti oncologici, Pronto soccorso, reparto con elevata domanda di lavoro in condizioni di urgenza, Medicina generale, tradizionale reparto di cura routinaria con pazienti prevalentemente anziani.

La presente indagine, attraverso l'analisi del lavoro organizzato, ha l'obiettivo di identificare i disagi e i rischi del lavoro per la salute mentale del personale infermieristico dei tre diversi reparti, valutare le condizioni di salute mentale delle infermiere, allo scopo di individuare le buone pratiche condivise per la salute mentale al lavoro (11).

Materiali e metodi

Analisi organizzativa con il Metodo delle Congruenze Organizzative

È stato applicato il Metodo delle Congruenze Organizzative (MOC) per lo studio della relazione tra lavoro organizzato e benessere (15), con particolare attenzione alle condizioni di rischio per la salute mentale. Il MOC è uno strumento operativo interdisciplinare basato sulla teoria dell'azione organizzativa di Herbert Simon e implica l'osservazione e la registrazione delle azioni tecniche in un giorno lavorativo rappresentativo nei tre turni. L'applicazione del MOC ha permesso la rilevazione analitica di tutte le azioni tecniche svolte dal personale infermieristico in un tipico giorno lavorativo e in ogni turno lavorativo (mattina, pomeriggio, notte) per un totale di 72 ore di osservazione. Il MOC è il metodo di analisi del lavoro organizzato che permette di identificare le Costrittività Organizzative (OC) derivanti dalle scelte e decisioni organizzative determinanti vincoli, variabilità e incongruenze dell'azione organizzativa che rappresentano condizioni di rischio fisico, mentale e sociale per la salute. Il MOC è stato scelto in quanto soddisfa l'obiettivo di ricerca di soluzioni ergonomiche (intese come buone pratiche). Il metodo, infatti, è stato applicato efficacemente in precedenti studi orientati al benessere in ospedale (8, 22).

Rilevazione delle condizioni di salute mentale

In una fase successiva all'analisi del lavoro organizzato, il personale infermieristico dei tre reparti per un to-

tale di 80 infermiere (62 femmine, 18 maschi) ha compilato un questionario volto alla rilevazione di aspetti di salute considerati a rischio per la salute mentale con attenzione al genere femminile (doppio carico di lavoro, pendolarismo, ecc.). Il personale è risultato così diviso per ogni reparto: Oncoematologia (16 letti, 19 infermiere), Pronto Soccorso (12 letti nell'osservazione breve intensiva, 43 infermiere), Medicina generale (20 letti, 18 infermiere). In particolare è stato utilizzato un questionario contenente dati specifici sulle seguenti aree: socio-demografica, lavoro, sicurezza, soddisfazione, salute. Per indagare lo stato di salute mentale, attraverso la presenza di disturbi psichici minori, è stato scelto il General Health Questionnaire (GHQ) (7) nella versione a 12 items (*concentrazione, perdita di sonno, utilità, decisionalità, tensione, superamento difficoltà, svolgimento attività quotidiane, affrontare problemi, infelicità o depressione, perdita di fiducia in se stessi, sentirsi senza valore, sentirsi contenti*) con quattro risposte (no, non più del solito, un po' più del solito, molto più del solito). La condizione di rischio specifico del lavoro di cura, la sindrome del burnout (bruciarsi), è stata indagata attraverso il Maslach Burnout Inventory (MBI) nella sua ultima versione (12) che considera il burnout non una condizione individuale ma organizzativa, in sintonia con la costruzione metodologica di tutta la ricerca. Per ogni reparto l'MBI valuta il punteggio relativo alla *relazione con il lavoro* (burnout-impegno), *alla vita lavorativa* (discrepanza-sintonia) in relazione a carico di lavoro (sovraccarico), controllo (mancanza di), riconoscimento (insufficiente), equità (assente), integrazione sociale (assente), valori (conflitti) e, infine, ai *processi di gestione* (negativi-positivi). Il punteggio di sofferenza (≤ 45) rappresenta il valore significativamente più basso rispetto alla popolazione campione di riferimento dello strumento MBI.

L'analisi statistica è stata effettuata attraverso l'utilizzo del χ^2 test e la frequenza delle variabili 2x2 è stata analizzata per confermare le principali differenze evidenziate. In particolare, le più frequenti Costrittività Organizzative, osservate nelle 72 ore di osservazione nei tre reparti ospedalieri nei tre turni in tutte le azioni tecniche, sono state confrontate con il reparto Oncoematologia, preso come riferimento, per evidenziare la diversa esposizione a condizioni di rischio fisico, mentale e sociale dei reparti Pronto Soccorso e Medicina Generale. I dati socio-demografici, lavorativi e di salute e sicurezza delle infermiere, rilevati con il questionario individuale, sono stati ugualmente analizzati per evidenziare le differenze di genere e/o di reparto ospedaliero.

Risultati

1. Le congruenze organizzative

Nella tabella I si evidenziano le azioni tecniche rilevate nei tre reparti ospedalieri nei tre turni di lavoro (mattina 7-14; pomeriggio 14-21; notte 21-7). Sulla base di questi risultati viene riportato il ritmo di lavoro calcolato per numero di azioni tecniche per ora e per turno. Il ritmo di lavoro è molto elevato nel turno notturno del Pronto

Tabella I. Numero di azioni tecniche per turno di lavoro e per ora di lavoro nei reparti ospedalieri di Oncoematologia, Pronto Soccorso, Medicina Generale

REPARTO OSPEDALIERO	Turno di lavoro	Ore lavorate	Numero azioni tecniche	Azioni per ora di lavoro
ONCOEMATOLOGIA (n. 197)	Mattina	7	71	10/h
	Pomeriggio	7	75	11/h
	Notte	10	51	5/h
PRONTO SOCCORSO (n. 299)	Mattina	7	55	8/h
	Pomeriggio	7	82	12/h
	Notte	10	162	16/h
MEDICINA GENERALE (n. 306)	Mattina	7	102	14.5/h
	Pomeriggio	7	100	14/h
	Notte	10	104	10/h
TOTALE	TUTTI	72	802	11/h

soccorso (n. 16/h) e minimo nella notte del reparto Oncoematologia (n. 5/h). La media dei tre reparti è di 11 azioni tecniche per ora, una azione ogni sei minuti. Le

principali azioni tecniche e le Costrittività Organizzative comuni ai tre reparti, in relazione percentuale con le azioni tecniche osservate, sono riassunte nella tabella II e III.

Tabella II. Principali azioni tecniche osservate nei turni mattino-pomeriggio-notte nei reparti Oncoematologia, Pronto Soccorso, Medicina Generale (n. 802)

AZIONI TECNICHE	ONCO EMATOLOGIA	PRONTO SOCCORSO	MEDICINA GENERALE
Scambio informazioni nel cambio turno	6	5	6
Indossare la divisa	6	6	6
Indossare e cambiare guanti in lattice	60	32	26
Incontro con i medici (briefing)	1	–	–
Rifacimento dei letti	3	–	8
Igiene pazienti	1	1	24
Misura parametri vitali	17	9	9
Esecuzione elettrocardiogramma	–	10	1
Preparazione e somministrazione farmaci	34	9	25
Rilevare i sintomi riferiti dal paziente	–	46	–
Riportare dati nelle cartelle cliniche	10	3	12
Inserire dati al video-terminale	–	37	3
Prelievi di sangue	3	9	11
Prendere cartelle, farmaci, ecc.	2	8	10
Ricevere o dare istruzioni	5	12	1
Pulizia ulcere da decubito	–	–	2
Esecuzione di clisteri	–	–	2
Medicazione ferite (es. ulcere)	–	1	4
Cercare cartelle cliniche, farmaci, ecc.	3	9	11
Inserire catetere	–	–	3
Rispondere a chiamate del paziente	–	–	4
Tagliare capelli per chemioterapia	1	–	–
Altro	45	102	138
Totale	197	299	306

Tabella III. Le più frequenti Costrittività Organizzative osservate nelle 72 ore di osservazione nei tre reparti ospedalieri nei tre turni in tutte le azioni tecniche (%)

COSTRITTIVITÀ ORGANIZZATIVE (CO)	AZIONI TECNICHE (%)		
	Onco Ematologia n. 197	Pronto soccorso n. 299	Medicina Generale n. 306
Lavoro a turni	100	100	100
Postura in piedi	97	100	97
Monotonia che richiede attenzione	25	90*	50*
Diretto contatto con i/le pazienti	25	80*	40*
Interruzioni del lavoro	3	9*	11*
Doppie azioni (cura fisica e emotiva)	14	2*	9
Sollevamento manuale del paziente	7	30*	3*
Illuminazione artificiale	100	50*	30*
Cambio frequente di guanti (e maschere)	30	15*	20*
Vincolatività al video-terminale	1	30*	3

*Percentuali di presenza di Costrittività Organizzative nelle azioni tecniche osservate in Oncoematologia e differenze statisticamente significative negli altri due reparti (*p<0.05)

Nel *reparto di Oncoematologia* sono state descritte 187 azioni tecniche svolte nelle 24 ore dei tre turni (mattina 33%, pomeriggio 40% notte 27%). Esiste la sovrapposizione dei turni per le consegne infermieristiche (unico momento, insieme alle pause, in cui la posizione di lavoro è seduta). Esistono, inoltre, principali procedure di assistenza codificate (emergenze, cartella integrata, preparazione carrello, uso dei dispositivi di protezione, trasfusioni ematiche, diluizione chemioterapia) con attribuzione di responsabilità per la qualità certificata. La cartella infermieristica è integrata con quella medica. I letti dei/le pazienti sono elettronici e smontabili, così come i carrelli scorrevoli, igienizzabili, tutti arredi nuovi e funzionanti. Le pulizie del reparto, la distribuzione dei pasti sono gestiti da personale (tutto femminile) di ditte esterne. I/le pazienti rimangono nel reparto mediamente 45 giorni e la mortalità è di circa un/a paziente a settimana. Le infermiere di Oncoematologia vivono dunque con il paziente un tempo sufficiente per costruire una relazione di cura che può rappresentare un fallimento (mortalità). I dispositivi di protezione (divisa, sovrascarpe, mascherina, guanti) devono essere indossati sempre nella relazione con il paziente (25% delle azioni tecniche) per garantire una relativa asepsi in un contesto di pazienti immunodepressi per trattamento chemioterapico. Le infermiere non hanno procedure di lavoro di comunicazione al paziente anche se il/la paziente spesso le coinvolge nel vortice emotivo in cui la malattia le trascina. Di fronte alla richiesta di coinvolgimento del paziente, che non ha supporto psicologico di base, l'infermiera risponde con una conoscenza tecnica soggettiva informale, discrezionale. Nell'analisi con il MOC si è evidenziata la presenza di azioni di cura fisica contemporanee alla comunicazione di supporto emotivo al paziente (azioni doppie 14% di tutte le azioni) attraverso stili e contenuti comunicativi personalizzati (ironia, compassione, ecc.). L'osservazione di "doppie azioni" è stata ritenuta rilevante in termini di

sovraccarico lavorativo per cui è stata svolta un'analisi ergonomica specifica recentemente pubblicata (23). Infine dall'indagine risulta che i rischi lavorativi per i quali le infermiere hanno avuto una specifica formazione sono prevalentemente quelli relativi all'uso dei mezzi protettivi durante la preparazione e somministrazione dei chemioterapici, nell'uso di videotermini e per l'evacuazione in caso di incendio.

Nel *reparto di Pronto Soccorso* sono state descritte 299 azioni tecniche svolte nelle 24 ore dei tre turni (mattina 18%, pomeriggio 27%, notte 54%) caratterizzate da una intensa domanda di lavoro durante la notte (16 azioni tecniche/ora), una relazione frequente e di breve durata con l'utenza (80% delle azioni tecniche) significativamente elevata. Il numero limitato di doppie azioni (4%) mostra come l'elevata monotonia e ripetitività (90%) renda quasi assente il supporto psicologico al paziente. Il lavoro notturno non rappresenta, come negli altri reparti, un momento di minore attività in quanto è solo intorno alle 3 di notte che la lista di attesa dei pazienti viene smaltita. Questa tardiva assistenza agli utenti determina un'elevata conflittualità talora con aggressioni verbali e/o fisiche (vedi la significativa voce aggressioni riferite nei risultati questionario individuale). L'interazione con il videoterminale è elevata (30% delle azioni tecniche) dovuta all'inserimento dei dati (data entry) che avviene sempre in posizione eretta in piedi. Importante e significativo, il carico legato alla movimentazione del paziente che spesso deve essere spostato dal lettino dell'autoambulanza al lettino della medicheria (30% azioni tecniche significativamente più elevate).

Nel *reparto di Medicina Generale* sono state descritte 306 azioni tecniche svolte nelle 24 ore dei tre turni (mattina 33%, pomeriggio 33%, notte 34%), caratterizzato da un lavoro infermieristico tradizionale con ritmo costante elevato nei tre turni, anche per carenza di operatori sanitari (OS) e una elevata domanda dovuta alla cronicità e

età dei pazienti ricoverati. Il lavoro è caratterizzato dall'igiene dei pazienti, ricoverati a lungo nel reparto, spesso terminali e con la frequente pulizia di ulcere da decubito. Il carico di lavoro è elevato (14.5 azioni tecniche/h) e le infermiere passano le consegne nei cambi turno riferendo il numero del malato e non il nome e cognome per timore di fare errori. Il reparto presenta interruzioni, significativamente più elevate, (11% di azioni tecniche interrotte), per la ricerca di dispositivi tecnici o farmacologici. I medici presenti sono prevalentemente specializzandi coordinati dai medici responsabili.

Attraverso l'applicazione del MOC si sono dunque evidenziate differenze significative nel lavoro organizzato dei tre reparti. Condizioni di rischio di supporto emotivo (elevato carico emotivo) e ridotto carico fisico nel reparto di Oncoematologia, condizioni di rischio tradizionali (elevato carico fisico e mentale) nel reparto di Medicina Generale. Il Pronto Soccorso, al contrario, rappresenta una vera e propria "catena di montaggio" della cura breve e intensa in una condizione di elevata monotonia e ripetitività del lavoro con elevato ritmo e basso coinvolgimento emotivo in termini di doppie azioni.

Le Costrittività Organizzative osservate, che rappresentano potenziali condizioni di rischio per la salute mentale, dipendono soprattutto dal tipo di paziente: spesso giovane e gravemente ammalato in Oncoematologia, anziano con patologie croniche in Medicina Generale e urgenze "croniche" più che acute, nel Pronto Soccorso. Altre condizioni di rischio per le infermiere, comuni nei tre reparti, sono quelle della posizione in piedi, dell'illuminazione artificiale (non solo nel turno di notte), della scarsa relazione con medici, della elevata responsabilità delle azioni, dell'uso frequente di guanti protettivi e delle vincolatività nelle relazioni interpersonali con i pazienti e spesso anche con i familiari.

Analisi condizioni di salute

I risultati dei questionari individuali sono stati analizzati per genere e sono riportati nella tabella IV. Lo scarso numero di infermieri maschi (significativo e non casuale per la segregazione di genere) ha limitato il confronto delle risposte dei due generi. È interessante, tuttavia, osservare come la condizione di vivere con i genitori sia significativamente più presente tra gli infermieri maschi, ipotizzando un minor carico familiare. Le infermiere, pur essendo mediamente più giovani dei colleghi maschi (34 anni vs 37), denunciano una maggiore frequenza di malattie croniche soprattutto malattie muscolo-scheletriche e gastro-intestinali. Significativa appare anche la differenza rilevata nelle condizioni di lavoro osservate per reparto nella tabella V. Si evidenzia un elevato carico di lavoro nei tre reparti e un elevato *stress al lavoro* rispetto a quello di *vita* in Oncoematologia e Pronto Soccorso. Quest'ultimo reparto viene considerato dalle infermiere significativamente poco sicuro anche per la denuncia di una elevata frequenza di infortuni e aggressioni subite. Il reparto di Medicina generale si caratterizza per una più alta prevalenza dei disturbi del sonno.

L'alta frequenza dell'abitudine al fumo di sigaretta rimane un dato costante del lavoro in sanità. Poco meno

della metà (44%) delle infermiere fuma con elevata prevalenza nel Pronto Soccorso (49%) e inferiore nella Medicina Generale (35%). È anche più frequente la presenza di ex-fumatrici nel reparto di Oncoematologia probabilmente anche per la maggiore età media (38 anni) rispetto al Pronto Soccorso dove le infermiere sono più giovani (32 anni).

Da altri risultati, non riportati in tabella, si evidenzia inoltre come le infermiere siano pendolari (26 km dal lavoro in media), utilizzino prevalentemente la propria autovettura per gli spostamenti (86%) e raramente mezzi pubblici (9%). L'81% ritiene il carico di lavoro elevato e insufficienti le pause soprattutto nel turno del pomeriggio. Hanno avuto gravidanze poco più della metà delle infermiere (55%) per un totale di 22 gravidanze. Si segnalano aborti non volontari (n. 4), e aborti volontari (n. 5), questi ultimi, in alcuni casi, considerati una scelta obbligata per l'incompatibilità della maternità con il lavoro.

La *salute mentale*, misurata con il questionario di Goldberg a 12 items, mostra nella tabella VI una elevata frequenza (58%) di disturbi mentali minori senza differenze significative per genere e reparto. L'analisi delle singole dimensioni evidenzia la "perdita del sonno" e la "fatica nelle attività quotidiane" (elevata tra le infermiere di Medicina Generale), la "tensione" tra i maschi e "infelicità/depressione" tra le femmine del reparto Oncoematologia. Sentirsi più spesso infelice e depressa, è una dimensione più riferita dalle femmine.

La valutazione del Burnout

I risultati del questionario sulla prevenzione del Burnout sono riportati, divisi per reparto e per genere, nella tabella VII. Il punteggio più basso ottenuto, a partire dal valore 45, evidenzia una condizione significativamente negativa per la salute considerato il campione di riferimento italiano. Le sei aree indagate sono tra loro correlate e rappresentano una fonte di informazione sugli aspetti critici e sui punti di forza dell'organizzazione dei singoli reparti ma anche dei due generi. Per il Burnout sono tre le aree: *esaurimento*, *disaffezione* e *inefficacia*. Dai risultati si osservano valori vicini al Burnout in tutti i gruppi ad esclusione della *disaffezione* assente tra i maschi. I punteggi hanno punte negative di *esaurimento* e *disaffezione* nel reparto di Medicina Generale anche nell'area della vita lavorativa in relazione al *carico di lavoro* e nel *riconoscimento*. Il solo *carico di lavoro* al Pronto Soccorso presenta una elevata criticità. Unica eccezione, tra i tre reparti, la condizione orientata positivamente per il carico di lavoro e per il controllo nel reparto Oncoematologia. *L'integrazione sociale* presenta punteggi negativi nella Medicina Generale mentre ai limiti troviamo *equità* e *valori* condivisi con punte positive nuovamente per il reparto Oncoematologia e negative per la Medicina generale. I *processi di gestione* del reparto si collocano in una situazione media ma sempre con punte fortemente negative nel reparto di Medicina Generale.

In sintesi l'unica dimensione positiva del gruppo, capace di moderare il Burnout, è *l'integrazione sociale*, con esclusione della Medicina Generale. Tutte le altre dimen-

Tabella IV. *Dati socio-demografici, lavorativi e di salute delle infermiere divisi per genere (%) (n. 80)*

	FEMMINE N= 62	MASCHI N=18	p
	%	%	
GENERE (%)	77.5	22.5	0.05
Oncoematologia (n=19)	74	26	NS
Pronto Soccorso (n=43)	77	23	0.01
Medicina Generale (n=18)	83	17	0.01
ETÀ MEDIA [ANNI]	34	37	
Oncoematologia	38	35	
Pronto Soccorso	32	39	
Medicina Generale	35	37	
STATO CIVILE (%)			
Singole/i	49	39	NS
Coniugate/conviventi	48	55	NS
Divorziate/Separate/Vedove	3	6	NS
Sposate/i che vivono con figli/e	31	33	NS
Vivono con i genitori	19	77	0.05
Non hanno figli/e	56	55	NS
Un figlio/a o più	44	45	NS
Curano bambini in famiglia	40	44	NS
Curano degli anziani	42	44	NS
LIVELLO DI ISTRUZIONE (%)			
Diploma Regionale	26	23	NS
Laurea triennale	66	71	NS
Laurea specialistica	8	6	NS
DURATA DI LAVORO (ANNI)	8	9	
Di cui nell'Ospedale universitario	3	4	
Lavoro su 24 ore di turnazione (%)	76	72	NS
≤ 10 anni nel turno di 24 ore (%)	68	55	NS
>6 ore/mese di ore di straordinario (%)	64	83	NS
RETRIBUZIONE INADEGUATA (%)	100	100	NS
Aumento retributivo medio mensile ritenuto compatibile con lo sforzo lavorativo (<i>in Euro</i>)	878	716	
SALUTE E SICUREZZA (%)			
Infortuni sul lavoro (negli ultimi due anni)	37	33	NS
Aggressioni e/o molestie sessuali	31	50	NS
Insufficienti condizioni di sicurezza al lavoro	43	39	NS
Assenza di sicurezza nell'Ospedale	53	50	NS
Scarsa soddisfazione lavorativa	41	28	NS
Soddisfazione lavorativa	59	72	NS
Abitudine al fumo (Si)	39	44	NS
Malattie croniche (lombalgie, gastriti, ecc.)	34	5	0.05
Elevato carico di lavoro	74	89	NS
Disturbi del sonno	58	67	NS
STRESS PERCEPITO (%)			
Tanto/abbastanza stress al lavoro (%)	90	88	NS
Tanto/abbastanza stress vita (%)	53	50	NS

Tabella V. Dati relativi alle condizioni di lavoro, salute e sicurezza riferite nei tre reparti ospedalieri (%)

Totale N. 80	Oncoematologia %	Pronto Soccorso %	Medicina Generale %	Tutti %	P
STRAORDINARIO MESE (> 6 ore)					
Si	68	83*	50	69	0.05
INFORTUNI					
Si	21	51*	18	36	0.05
SICUREZZA NELL'OSPEDALE					
Scarsa Sicurezza	0	65*	35	43	0.001
AGGRESSIONI /MOLESTIE					
Si	5	64*	0	35	0.05
CARICO DI LAVORO					
Tanto/abbastanza	100	99	100	99	NS
STRESS TANTO/ABBASTANZA					
Nel Lavoro	89	93	88	90	NS
Nella Vita	53	51	59	53	NS
DIFFICOLTÀ AD ADDORMENTARSI					
Si, molto	10	7	12	14	NS
Si, poco	26	16	53	38	NS
SODDISFAZIONE NEL LAVORO					
Non soddisfazione	26	30	71*	38	0.01
FUMO DI SIGARETTA					
Fumatrici	39	49	35	44	NS
Non Fumatrici	33	46	65	47	NS
Ex	28*	5	0	9	0.05

Tabella VI. General Health Questionnaire - Disturbo mentale minore per reparto ospedaliero e per genere (% con risposta positiva) (totale n. 46 di cui 38 femmine e 8 maschi)

Disturbo mentale minore e aree relative (%) N. 46	Onco Ematologia n. 10		Pronto Soccorso n. 23		Medicina Generale n. 13	
	F	M	F	M	F	M
Perdita di sonno (%)	57	60	55	40	64	33
Tensione (%)	64	80	61	60	57	67
Fatica (%)	57	-	27	10	71	33
Infelice/depressa (%)	79	20	45	30	57	-
Essere più contente (%)	57	20	21	20	36	33
Totale	57	40	58	40	78	67

sioni negative o neutre (gestione) mostrano un livello di Burnout crescente dal reparto Oncoematologia, Pronto Soccorso fino alla Medicina generale che si presenta come il reparto a maggiore sofferenza. Si evidenziano differenze di genere negli infermieri maschi che presentano risultati migliori in relazione all'impegno (52 vs 47), valori (51 vs 49) leadership (51 vs 50), sviluppo competenze (51 vs 49) e coesione di gruppo (51 vs 49).

Discussione

I risultati dello studio evidenziano le differenze nell'esposizione a Costrittività Organizzative delle infermiere in tre reparti di un ospedale pubblico e le condizioni di salute mentale. L'analisi organizzativa, anche se all'interno di un'osservazione limitata nel tempo, è sufficiente a

Tabella VII. Risultati della Valutazione organizzativa per la prevenzione del Burnout per reparto ospedaliero e per genere (Leiter MP e Maslach C., Maslach Burnout Inventory, 2005)

N. 80	TOT	F	M	ONCO EMATOLOGIA N. 19	PRONTO SOCCORSO N. 43	MEDICINA GENERALE N. 18
<i>RELAZIONE CON IL LAVORO</i>						
Esaurimento	45	44	45	48	46	39
Disaffezione	46	47	52	51	50	42
Inefficacia	47	46	49	50	46	46
<i>VITA LAVORATIVA</i>						
Carico di lavoro	46	46	46	51	45	42
Controllo	49	48	49	52	48	46
Riconoscimento	46	46	46	47	47	41
Integrazione sociale	54	53	55	58	55	48
Equità	49	49	49	56	48	47
Valori	50	49	51	58	48	44
<i>PROCESSI DI GESTIONE</i>						
Cambiamento	49	48	50	50	49	48
Leadership	50	50	51	50	50	51
Sviluppo competenze	50	49	51	53	52	44
Coesione del gruppo	50	49	51	53	51	45

≤ 45 Valore significativo rispetto alla popolazione di riferimento (12)

identificare le principali Costrittività Organizzative utili per costruire buone pratiche specifiche e condivise. Le condizioni di rischio per la salute mentale dimostrano come, all'interno di uno stesso ospedale pubblico, il lavoro delle infermiere sia molto diverso, anche se nella costanza di una elevata comune densità costrittiva (lavoro in turni, lavoro in piedi, illuminazione artificiale, microclima condizionato, retribuzione inadeguata, stress al lavoro, ecc.). Molte delle Costrittività Organizzative rilevate nello studio sono note condizioni di rischio lavorativo per la salute fisica e mentale. Il "lavoro in piedi" e "fare più cose contemporaneamente", per esempio, sono fattori di rischio per l'ipertensione arteriosa così come rilevato in uno studio su 1104 lavoratori di cui un quarto donne (1). La disomogeneità nel carico e nel ritmo di lavoro per turno e per reparto, studiata anche da altri autori (5), conferma la necessità di un bilanciamento organizzativo. Maggiore carico per esempio nei turni di mattina e pomeriggio permettendo alle infermiere di non dover gestire una elevata domanda di lavoro nel turno notturno proprio quando il livello di attenzione è inferiore, come nel caso del turno notturno del Pronto Soccorso. Il turno notturno "attivo" in questo reparto potrebbe essere una delle cause della elevata abitudine al fumo di sigaretta. La percentuale di fumatrici risulta essere pari a quella di lavoratori toscani che lavorano sino a 150 notti all'anno, come indicato in un recente studio che mostra con chiarezza l'incremento del fumo con l'aumentare del numero di notti lavorate (19). Le frequenti interruzioni sul lavoro, rilevate nel reparto di Medicina Generale, oltre ad aumentare la fatica mentale (18) aumentano il ri-

schio di fare errori (2). Gli errori delle infermiere, come segnalato in uno studio giapponese, sono anche correlati alla carenza di sonno e alla mancanza di luce solare (26), entrambe queste Costrittività, Organizzative presenti nel nostro studio, andrebbero dunque corrette con interventi preventivi mirati. L'inadeguatezza del livello retributivo riferito nei tre reparti analizzati, è il segno di uno sforzo lavorativo percepito come non compensativo. Studi, che hanno utilizzato il modello sforzo-ricompensa (25), confermano l'importanza della ricompensa per il miglioramento delle *condizioni psico-sociali*, contro il rischio di depressione e per il contenimento dell'abbandono lavorativo precoce delle infermiere (14). La giusta ricompensa sarebbe inoltre correlata con la salute mentale (17) e dunque rappresenterebbe un elemento non solo di riconoscimento e di dignità del lavoro ma anche di salvaguardia della salute. Le infermiere si sentono più spesso dei maschi infelici e depresse, viene dunque confermata la maggiore prevalenza di disturbi depressivi nel genere femminile evidenziate nella letteratura (13). Le differenze di genere, a causa del numero limitato di infermieri maschi, non possono considerarsi esaustive. Questo dato conferma, come molti autori segnalano da tempo, che le differenze tra maschi e femmine siano spesso dovute proprio alla segregazione lavorativa per genere e per attività e non per differente suscettibilità di genere. Esiste infatti ancora oggi in Italia e in Europa una forte presenza di infermiere donne. Un riequilibrio di genere nelle professioni rappresenterebbe dunque una buona pratica contro la segregazione per comparti lavorativi e azioni lavorative.

I dati sulle condizioni di salute delle infermiere studiate dimostrano la necessità di intervenire con la prevenzione primaria. A fronte di un'età media di poco sopra i trenta anni, le infermiere hanno una prevalenza significativa di malattie croniche, e un elevato carico e stress di lavoro oltre lo stress di vita, specialmente tra le infermiere con figli. Il carico familiare, infatti, produce uno sbilanciamento nella capacità di gestione dell'esposizione e dei tempi di recupero che spesso diventano insufficienti. Questo può essere il motivo della selezione (healthy worker effect) di infermiere più giovani al Pronto Soccorso, più disposte a svolgere il lavoro straordinario. Questi aspetti erano stati evidenziati in uno studio di follow up di un gruppo di infermiere del Policlinico Universitario Umberto I di Roma (24). Dieci anni dopo, nell'età media di 41 anni, le infermiere riferivano maggiore stress al lavoro e nella vita rispetto a dieci anni prima. Questo proprio perché nel tempo intercorso si erano sposate e avevano avuto figli. Nello studio del 2005, le percentuali di elevato stress al lavoro erano comunque ben al di sotto di quelle riportate in questo studio (90%). Pur in contesti ospedalieri universitari diversi, questo dato mostrerebbe una tendenza verso il peggioramento delle condizioni di lavoro delle infermiere negli ospedali pubblici, almeno quelli romani. Il progressivo abbandono della professione, anche per le infermiere italiane (21% intendono lasciare la professione), è d'altro canto dimostrato inequivocabilmente nei risultati del progetto Nurses Early Exit Study (NEXT) (3).

Un altro rischio riscontrato è il fumo di sigaretta. Se confrontiamo il dato dell'abitudine al fumo delle infermiere, abitudine stress-correlata, con quella dello studio italiano sul rischio cardiovascolare (9) si evidenzia come le infermiere fumatrici (39% fumatrici) siano significativamente (<0.001) di più rispetto alla popolazione femminile (35-79 anni) italiana (19% di fumatrici). La presenza significativa di ex fumatrici proprio nel reparto di Oncologia, che presenta l'età media più elevata (38 anni) conferma che, negli anni, ci sarebbe la tendenza delle infermiere (e delle italiane) a smettere di fumare, anche in seguito alle gravidanze e al cambiamento di reparto ospedaliero, come confermato anche nello studio di follow up del 2005 già citato. L'elevato numero di fumatrici nel Pronto Soccorso, con infermiere più giovani e elevato ritmo di lavoro, conferma l'elevato stress lavorativo di questo reparto, evidenziato anche in altri studi (21), e la giovane età come probabile causa.

La frequenza di disturbi mentali minori colpisce più della metà di tutto il gruppo studiato ed è elevata nel gruppo delle donne di Medicina Generale. La prevalenza nelle infermiere di questo reparto è confermata anche dalla valutazione del Burnout dove sono significativamente elevati esaurimento e disaffezione. Uno studio recente (20) ha messo a confronto le infermiere italiane e quelle olandesi rilevando come la carenza di personale rappresenti per le infermiere italiane un fattore di predizione del Burnout. Il reparto con condizioni mentali di salute peggiori è proprio la Medicina Generale dove il rapporto tra posti letto e infermiere è più basso (0.9 meno di una infermiere per letto) e dove l'insoddisfazione e il carico di lavoro sia emotivo che fisico è elevato. Le infermiere dell'Oncologia

e del Pronto Soccorso sembrano resistere meglio al disturbo mentale anche se le prime riportano la maggiore infelicità e depressione (4). In Oncologia le infermiere probabilmente resistono per l'età che le porta ad avere una maggiore esperienza, dei figli più grandi e un contesto lavorativo decisamente meglio organizzato anche se gravato dal carico emotivo dei/le pazienti. Le infermiere del Pronto Soccorso, più giovani, gestiscono meglio l'elevato carico di lavoro che comporta maggiore fatica fisica per orari, turni, ritmi ma sembra essere meno coinvolgente nella relazione emotiva con il/la paziente se guardiamo il supporto psicologico al/la paziente.

In questo interessante quadro, dove effetti e cause si possono ipotizzare in una visione integrata della complessità analitica, verranno selezionate le buone pratiche condivise che ogni reparto ha identificato per il miglioramento delle proprie condizioni lavorative (10).

Il lavoro organizzato del reparto ospedaliero il genere, e l'età si confermano come condizioni di valutazione essenziale per cogliere la diversità nell'esposizione e la tutela della salute mentale al lavoro richiesta anche dalla legge italiana (D.L.vo 81/08) (6). L'analisi organizzativa dello studio indica la direzione del cambiamento preventivo coerentemente con i dati rilevati sulla condizione di salute delle infermiere già in parte compromessa. La prevenzione primaria potrà dunque attuarsi favorevolmente con l'introduzione degli elementi di cambiamento specifici di questo contesto e quelli che la letteratura ha già dimostrato favorevoli alla salute mentale delle infermiere. Va infine ricordato come la salute mentale delle infermiere è certamente garanzia di salute anche per i/le pazienti garantendo maggiore cura e meno errori.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutte le infermiere che hanno partecipato allo studio. Un particolare ringraziamento va alla coordinatrice infermieristica MR.M.

Bibliografia

- 1) Barbini N, Gorini G, Ferrucci L, Biggeri A. The role of professional activity in arterial hypertension. *G Ital Med Lav Erg* 2007; 29(2): 174-81.
- 2) Biron AD, Lavoie-Tremblay M, Loiselle CG. Characteristics of work interruptions during medication administration. *J Nurs Scholarsh* 2009; 41(4): 330-6.
- 3) Camerino D, Conway PM, van der Heijden BI, Estryn-Béhar M, Costa G, Hasselhorn HM. Age-dependent relationships between work ability, thinking of quitting the job, and actual leaving among Italian nurses: a longitudinal study. *Int J Nurs Stud* 2008 Nov; 45(11): 1645-59.
- 4) Caruso A, Vigna C, Bigazzi V, Sperduti I, Bongiorno L, Allocca A. Burnout among physicians and nurses working in oncology. *Med Lav* 2012; 103(2): 96-105.
- 5) Debergh DP, Myny D; Van Herzele I; Van Maele G, Reis Miranda D, Colardyn F. Measuring the nursing workload per shift in the ICU. *Intensive Care Med* 2012; 38(9): 1438-44.
- 6) Figà Talamanca I. Differenze di genere nella valutazione del rischio lavorativo: temi per la formazione ed esigenze di ricerca. Genere e stress lavoro-correlato: due opportunità per il "Testo Unico" Verso l'elaborazione di linee guida. Ed. INAIL, Roma 2009: 89-100.

- 7) Goldberg D. The detection of psychiatric illness by questionnaire. Oxford University Press, 1972.
- 8) Cristofolini A, Garrino L, Maffei L, Mussano R, Rulli G, Grieco A, Maggi B. The Method of Organizational Congruencies in a Research Programme on hospital work. In Y. Quéinnec and F. Daniellou (eds): Proceedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association Paris, Ed. Taylor & Francis, London 1991: 1260-1261.
- 9) <http://www.epicentro.iss.it/focus/cardiovascolare/pdf/OEC2008-2012.pdf>.
- 10) https://osha.europa.eu/en/practical-solutions/en_good-practice_2009.pdf.
- 11) <http://www.lavoro.gov.it/lavoro/sicurezza/lavoro/MS/buoneprassi/default>.
- 12) Leiter MP e Maslach C. Come prevenire il burnout e costruire l'impegno (Organizational check up Survey) fornita a pagamento da Giunti-Organizzazioni speciali di Firenze (2005).
- 13) Letvak S, Ruhm CJ, Mc Coy T. Depression in hospital-employed nurses. Clin Nurse Spec 2012; 26 (3): 177-82.
- 14) Li J, Galatsch M, Siegrist J, Müller BH, Hasselhorn HM; European NEXT Study group. Reward frustration at work and intention to leave the nursing profession-prospective results from the European longitudinal NEXT study. Int J Nurs Stud 2011; 48(5): 628-35.
- 15) Maggi B, Grieco A. Il Metodo delle Congruenze Organizzative per lo studio dei rapporti tra lavoro organizzato e salute. Un esempio di applicazione nel settore metallurgico. In G. Battista, P. Catalano (eds), Aspetti emergenti dei rischi e della patologia nel settore della metalmeccanica leggera e delle fonderie di seconda fusione. Atti del Convegno della Regione Toscana, USL 19, Poggibonsi - Colle Val d'Elsa - San Gimignano, 1986.
- 16) Magrini A, Livigni L, Pietroiusti A, Bergamaschi A. L'analisi di clima come strumento diagnostico per indagare il benessere delle persone sul posto di lavoro. G Ital Med Lav Erg 2008; 30: 1, suppl. 347-351.
- 17) Mark G, Smith AP. Occupational stress, job characteristics, coping, and the mental health of nurses. Br J Health Psychol 2012; Sep; 17(3): 505-21.
- 18) Messing K, Silverstein BA. Gender and occupational health. Scand J Work Environ Health 2009; 35 (2): 81-3.
- 19) Mucci N, Montalti M, Bini C, Cupelli V, Arcangeli G. Valutazione dell'impatto del lavoro notturno sulla salute in una popolazione di lavoratori della Toscana. G Ital Med Lav Erg 2012; 34: 3, Suppl. 381-384.
- 20) Pisanti R, Van der Doef M, Maes S, Lazzari D, Bertini M. Job characteristics, organizational conditions, and distress/well-being among Italian and Dutch nurses: a cross-national comparison. Int J Nurs Stud 2011; 48 (7): 829-37.
- 21) Rugless MJ Taylor DM. Sick leave in the emergency department: staff attitudes and the impact of job designation and psychosocial work conditions. Emerg Med Australas 2011; 23 (1): 39-45.
- 22) Rulli G, Cristofolini A, Bianco R, Garrino L, Maffei L, Mussano R, Maggi B. Organizational analysis of hospital work: identification of constraint elements and hypothesis of their relationship with nurses' wellbeing. Med Lav 1995; 86 (1): 3-15.
- 23) Salerno S, Livigni L, Magrini A, Figà Talamanca I. Gender and ergonomics: a case study on the "non formal" work of women nurses. Ergonomics 2012; 55 (2), 140-146.
- 24) Salerno S, Canulla M, Figà Talamanca I. Ageing in nursing: a ten year follow up study. In Costa G, Goedhard W, Ilmarinen J. (eds): Assessment and promotion of work ability, health and well-being of ageing workers. Verona, 18-20 October 2004. Elsevier, 2005: 124-129.
- 25) Siegrist J. Effort-reward imbalance at work and depression: Current research evidence. Nervenarzt 2013 Jan; 84(1): 33-7.
- 26) Tanaka M, Tanaka K, Kato N, Watanabe M, Miyaoka H. Analysis of risk of medical errors using structural-equation modelling: a 6-month prospective cohort study. BMJ Qual Saf 2011 Jul 12.

Corrispondenza: *Silvana Salerno, ENEA Casaccia, SP 018, 00123 Roma, Italy, E-mail: silvana.salerno@enea.it*

Michela Loi, Benedetta Bellò, Veronica Mattana

Valutazione del rischio stress lavoro correlato: il caso di una pubblica amministrazione

Associazione Res Psicologica

RIASSUNTO. L'articolo descrive un caso di valutazione dello stress lavoro correlato basato su una metodologia oggettiva (Romano, 2009), condotto presso una pubblica amministrazione. Per la valutazione si è fatto ricorso alle schede predisposte dall'Ispe (2010) e successivamente aggiornate dall'INAIL (2011), le quali sono state completate durante 7 focus group che hanno visto coinvolti 45 lavoratori (40% del personale strutturato e non), suddivisi in gruppi omogenei in riferimento al servizio di appartenenza, al lavoro di front-office vs back-office e alla sede di lavoro. Adottando la prospettiva della Grounded Theory, l'analisi del contenuto dei focus group ha permesso di estrapolare ulteriori tre fattori di rischio rispetto a quelli presenti nelle schede adottate, quali: (a) la qualità della comunicazione, (b) le relazioni con e tra i vertici e (c) ulteriori specifiche di comportamenti discriminatori. Sulla base dei risultati emersi, si suggerisce di considerare i fattori sopra evidenziati, al fine di condurre una valutazione più approfondita di rischio da stress lavoro correlato, specificamente per quanto concerne le pubbliche amministrazioni.

Parole chiave: valutazione stress lavoro correlato, pubblica amministrazione, metodologia qualitativa, potenziali stressor.

ABSTRACT. The paper describes a case study of work related stress assessment in a public administration, based on an objective methodology (Romano, 2009). The Ispe forms (2010) have been used to perform the assessment. They have been filled during some focus group in which 45 workers have been involved, divided into 7 homogeneous groups relying on their department, back-office vs front-office typology of work and the office collocation. According to the Grounded Theory perspective, through the content analysis three further risk factors arose, comparing to the Ispe forms, such as: (a) the quality of communication, (b) the relationship among and with leaders and colleagues, (c) the presence of discriminatory behaviours. Hence, on the basis of the results, mostly for a deeper analysis of work related stress assessment in a public administration, we suggest to consider these further risk factors.

Key words: work related stress assessment, public administration, qualitative methodology, potential stressors.

Introduzione

Il recente assetto normativo italiano relativo alla valutazione del rischio stress lavoro correlato, basato sull'Accordo Quadro Europeo dell'8 Ottobre 2004, recepito dal D.Lgs. del 9 aprile 2008 n. 81 e corretto dal D.Lgs del 3 agosto 2009 n. 106, presenta importanti novità e sfide (Deitinger, Nardella, Bentivenga, Ghelli, Persechini e Iavicoli, 2009), non solo sul piano procedurale, ma anche su quello delle responsabilità e della collaborazione tra diversi profili professionali coinvolti. In ottemperanza alle norme, ogni realtà organizzativa, a partire da gennaio 2011, ha dovuto avviare il processo di valutazione del rischio da stress lavoro correlato. Rispetto a tale assetto normativo, che non affronta in maniera diretta le questioni connesse agli approcci e ai metodi di valutazione dello stress da lavoro correlato (Argentero, Bruni, Fiabane, Scafa e Candura, 2010), una prima definizione metodologica è stata predisposta dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali che in data 18 novembre 2010, ha approvato le indicazioni metodologiche della Commissione Consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro. Secondo la metodologia predisposta, la valutazione segue due fasi. Una prima fase è basata sulla raccolta di indicatori di natura oggettiva connessi a: (1) fattori sentinella, come indici infortunistici, assenze per malattia; (2) fattori di contenuto del lavoro, riconducibili alle condizioni dell'ambiente di lavoro, ritmi e carico lavorativi e (3) fattori di contesto, aventi come oggetto di analisi i processi dell'organizzazione del lavoro. La seconda fase, definita come valutazione approfondita e che segue la prima fase laddove quest'ultima rilevi fattori di rischio da stress, include nell'analisi valutativa elementi di natura soggettiva, che possono essere rilevati attraverso questionari strutturati oppure interviste semi-strutturate e l'utilizzo dei focus group.

Tuttavia, la questione metodologica, nella pratica valutativa, presenta ancora margini di incertezza e di potenziale arricchimento, e in linea con gli indirizzi della Commissione Consultiva, l'esperienza valutativa, in questo campo, dovrebbe essere accompagnata da percorsi di riflessione da parte dei professionisti e dovrebbe dare origine a occasioni di scambio e monitoraggio rispetto ai percorsi scelti, nonché ai risultati ottenuti, al fine di

elaborare e fornire strumenti e procedure sempre più efficaci di *assessment* (Zovi, Parente, Costantin, Marcuzzo, Iavicoli, De Carlo e Bartolucci, 2011).

In linea con tale prospettiva, il presente contributo riporta un percorso di valutazione dello stress lavoro correlato condotto all'interno di una pubblica amministrazione, che ha permesso di evidenziare nuovi fattori che si suggerisce di tenere in considerazione al fine di poter cogliere al meglio alcune delle situazioni di lavoro tipiche delle odierne organizzazioni e potenzialmente stressogene.

Metodi e materiali

L'articolo focalizza l'attenzione sulla proposta metodologica avanzata dall'Ispesl (2010) e aggiornata dall'INAIL (2011), per la valutazione del rischio stress lavoro correlato e, nello specifico, offre una proposta di integrazione dei fattori oggettivi, con nuovi elementi emersi dalla valutazione operata in una pubblica amministrazione.

La proposta metodologica dell'Ispesl-Inail si inquadra all'interno degli approcci di natura oggettiva alla valutazione del rischio stress lavoro correlato (Romano, 2009), individuati nel documento della Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale.

In linea con la metodologia proposta, nel caso qui presentato, la valutazione del rischio stress lavoro correlato è stata preceduta da: a) una assemblea generale, durante la quale sono stati comunicati a tutti i dipendenti (compresi i vertici) gli obiettivi della rilevazione; b) una riunione con il medico competente, i responsabili della sicurezza e della protezione e prevenzione e il rappresentante per la sicurezza dei lavoratori, con i quali è stata condivisa la metodologia dell'intervento.

Strumenti

Le schede sono suddivise in tre macro-fattori declinati in aree di indicatori; i macro-fattori sono relativi a: 1) indicatori aziendali, 2) indicatori di contesto del lavoro e 3) indicatori di contenuto del lavoro. Le schede sono state compilate durante sette *focus group*, nei quali sono stati affrontati i seguenti temi:

- cosa si intende per buon clima organizzativo;
- cosa si intende per stress sul lavoro;
- valutazione personale sul clima nella propria organizzazione;
- difficoltà/criticità degli aspetti che possono essere fonte di stress organizzativo;
- criticità negli aspetti legati al contesto lavorativo: comunicazione, cultura organizzativa, suddivisione di ruoli e compiti, meccanismi di evoluzione della carriera, autonomia e controllo del lavoro, rapporti interpersonali, conciliazione vita privata/lavorativa (orario e interfaccia casa/lavoro), ambiente, pianificazione dei compiti, carico e ritmo di lavoro, gestione dei tempi lavorativi.

Procedura

La rilevazione si è articolata in tre fasi riportate di seguito.

Fase 1: definizione e composizione dei gruppi target

Sono stati presi in considerazione l'organigramma organizzativo-funzionale e le tipologie contrattuali presenti all'interno della PA al fine di comprendere e definire come procedere per la composizione del gruppo o gruppi di lavoratori (Frascheri, 2009).

Si è proceduto con un campionamento casuale, lasciando, tuttavia, piena libertà alle singole persone di decidere di prendere parte o meno ai *focus group*. Delle persone selezionate, solo due hanno chiesto di non partecipare per ragioni che esulano dalla rilevazione descritta. In totale, sono stati condotti 7 *focus group* ai quali hanno partecipato 45 dipendenti, che rappresentano circa il 40% della popolazione di riferimento.

Al fine di garantire l'omogeneità e la partecipazione di un numero adeguato di partecipanti (6-12) per ciascun gruppo, i lavoratori sono stati selezionati in riferimento al servizio di appartenenza, alla funzione e/o all'affinità tra le funzioni svolte.

Inoltre, dal confronto con i responsabili delle risorse umane e in sede di riunione con i rappresentanti della prevenzione e protezione dei lavoratori, è emersa la necessità di tener conto anche della differenziazione tra lavoratori che operano prevalentemente come *front-office* o nel *back-office* e dell'afferenza dei lavoratori alle due diverse sedi presso le quali è dislocata la PA considerata.

Infine, per la composizione dei gruppi sono state garantite le pari opportunità (variabili di genere e tipologia contrattuale) con una equa partecipazione di entrambi i generi e delle diverse tipologie contrattuali.

Fase 2: rilevazione dati oggettivi aziendali

Il servizio Risorse Umane ha fornito i dati relativi agli indicatori aziendali per gli anni 2008, 2009 e 2010. Si è proceduto, pertanto, alla raccolta dei dati oggettivi per ciascuno dei gruppi rilevati.

Fase 3: realizzazione dei focus group

Si è proceduto alla realizzazione dei sette *focus group*, uno per ciascuno dei gruppi target individuati. Tutti i *focus* sono stati condotti nel periodo compreso tra febbraio e aprile 2011 e hanno avuto una durata di 60-90 minuti ciascuno.

L'impiego del *focus group* ha consentito di valorizzare al massimo le testimonianze dei singoli partecipanti e dei gruppi target, considerata la complessità delle problematiche affrontate, le non sempre esplicite difficoltà a dichiarare situazioni o elementi stressogeni, l'esigenza di individuare soluzioni per il futuro.

All'inizio di ciascun *focus group*, sono stati ribaditi gli obiettivi degli incontri ed è stata rimarcata l'importanza di ciascuno dei partecipanti nel contribuire a offrire una visione il più possibile completa della percezione di benessere lavorativo e di stress; via via che si è proceduto nella discussione, sono stati approfonditi i fattori di rischio sopra descritti, seguendo la metodologia a imbuto (Stagi, 2000) e ponendo attenzione agli elementi di distinzione e opposizione tra i partecipanti (Krueger, 1994).

Previo consenso dei partecipanti, tutti i *focus* sono stati registrati e successivamente trascritti. L'analisi dei dati,

che ha seguito l'approccio metodologico riconducibile alla *Grounded Theory* (Strauss e Corbin, 1998) ha consentito di analizzare il processo lavorativo, le procedure messe in atto e di evidenziare tutti gli elementi riconducibili ai macro problemi che contraddistinguono l'organizzazione nel suo complesso.

Campione

L'amministrazione pubblica coinvolta nella ricerca ha un totale di 117 dipendenti, di cui 20 con un contratto di lavoro di somministrazione e altri 20 che, pur lavorando all'interno dell'organizzazione, dal punto di vista contrattuale afferiscono a una società esterna. Nella valutazione del rischio stress lavoro correlato sono state coinvolte tutte le tipologie di lavoratori.

Risultati

Partendo dalle indicazioni dell'Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute del lavoro che suddivide in due macro categorie i fattori di rischio correlati allo stress, nella fattispecie, a) quelli relativi al contesto di lavoro, di natura gestionale e b) quelli relativi al contenuto del lavoro, di natura organizzativa (in linea con gli studi di Hacker, 1991), la ricerca presentata, forte della metodologia qualitativa utilizzata, propone un arricchimento nella classificazione di fattori che possono essere causa di stress sul lavoro.

Dai risultati emersi dai *focus group*, infatti, da un lato, i fattori presenti nelle schede adottate si arricchiscono di sfumature nuove, dall'altro, emergono fattori non contemplati nelle stesse, quale causa di stress lavoro correlato.

La trattazione dei suddetti fattori si conclude con una proposta di dicitura per l'identificazione degli stessi e l'inserimento in future schede di valutazione dello stress lavoro correlato sul modello delle schede Ispesl-INAIL (2010; 2011).

Comunicazione

La comunicazione è un indicatore relativo alla funzione e cultura organizzativa, che risulta essere declinata in diciture quali: "presenza di un sistema di comunicazione aziendale (bacheche, internet, ecc.)" e "presenza di momenti di comunicazione dell'azienda a tutto il personale". Dall'analisi dei contenuti del *focus group* emerge che gli indicatori menzionati non sono sufficienti a definire le criticità associate alla comunicazione. Infatti, sono emersi due ulteriori aspetti a completamento dell'indicatore, quali: a) Ostacoli fisici e strumentali alla comunicazione; b) Comunicazione interna per compartimenti stagni.

Ostacoli fisici e strumentali alla comunicazione

Tale indicatore, rispetto all'articolazione delle schede adottate, mette in rilievo un ostacolo alla comunicazione interna che può innescare, a catena, inefficienze e disservizi la cui gestione può diventare potenzialmente stressogena. Tale ostacolo è la distanza fisica tra gli uffici. Nonostante l'utilizzo delle nuove tecnologie possa potenzialmente ridurre le difficoltà ad esso legate, la dislocazione in edifici diversi

e distanti tra loro può costituire un ostacolo allo scambio delle informazioni e inficiare la qualità della comunicazione interna, come si evince dal seguente stralcio:

Sarebbe utile avere una sede anziché tre. Prima di tutto perché ci sono tante persone con cui noi possiamo lavorare che conosciamo soltanto perché vediamo il nome scritto sulla carta, ma non li abbiamo mai visti in faccia. O magari non ci ho neanche mai parlato al telefono.

Comunicazione interna per compartimenti stagni

Nonostante in risposta all'indicatore delle schede Ispesl (2010) che recita "presenza di un sistema di comunicazione aziendale (bacheche, internet, ecc.)", sia stata rilevata la presenza di tali strumenti all'interno della pubblica amministrazione coinvolta dalla presente indagine, l'esplorazione qualitativa ha permesso di arricchire il dato, focalizzando l'attenzione sulla qualità della comunicazione, facendo emergere una carenza di scambio e condivisione tra il personale. La ricerca ha evidenziato, in particolare, la presenza di sistemi comunicativi funzionanti per compartimenti stagni, caratterizzati dallo sviluppo di consuetudini di scambio intra-ufficio e settoriale, come si evince dai seguenti stralci:

Qualche volta possiamo allargarci all'ufficio a fianco, ma di solito sappiamo solo quello del nostro ufficio. Non sappiamo come si sta muovendo in generale l'organizzazione.

Se c'è un trasferimento di personale, l'ordine di servizio di un'area sembra quasi che venga comunicato a loro e ai pochi colleghi vicini. E invece deve essere una cosa [...] di tutto l'ente.

La modalità di utilizzo dei sistemi comunicativi presenti, se segue una logica di frammentazione dei processi, come nei casi citati, è emerso avere ripercussioni per il personale, soprattutto per coloro che hanno funzioni di raccordo. Si pensi, per esempio, alle segreterie generali o al personale di *front-office*. In questi casi è possibile che si originino ritardi per informazioni non ottenute nei tempi necessari e/o si commettano errori (es.: fornire informazioni errate agli utenti o colleghi).

Archiviazione e valorizzazione delle attività svolte

Sempre nell'ambito funzione e cultura organizzativa della scheda, un altro indicatore rilevante, emerso dai risultati dei *focus group*, è quello riguardante la archiviazione funzionale e la valorizzazione delle attività svolte. Infatti, anche a causa della non avvenuta informatizzazione di molte procedure e della lontananza, anche fisica, tra uffici, spesso aumenta la lentezza e l'inefficienza delle procedure, e le persone percepiscono come inutile il proprio lavoro, come dimostrato dai seguenti stralci:

Spesso fai delle cose che ti rendi conto che sono delle ripetizioni o sono dei lavori inutili e questo fa venir meno il piacere di stare al lavoro.

Eccessiva burocratizzazione

Il problema dell'esistenza di procedure eccessivamente burocratizzate si colloca nella parte delle schede che riguarda l'autonomia decisionale e controllo del lavoro. Nonostante nella scheda siano presenti due indicatori di controllo, rispettivamente "i lavoratori hanno sufficiente autonomia per l'esecuzione dei compiti" e "sono presenti rigidi protocolli di supervisione del lavoro svolto", tali indicatori non racchiudono le specificità emerse dai risultati dei *focus group*. Con esso, infatti, si vuole sottolineare, da un lato, come la responsabilità di alcune operazioni e la conseguente autonomia di azione sia in capo al dipendente, dall'altro, la presenza di un rigido protocollo di supervisione e controllo. Sebbene i due aspetti sembrino in contraddizione tra loro, la connotazione prettamente formale del secondo fa sì che possano coesistere ma, parallelamente, creino lungaggini e ritardi, come emerge dai seguenti stralci:

Secondo me l'eccessivo controllo può rallentare molto. Non la chiamerei supervisione, ma se per esempio per pagare una fattura di € 200 ci devo mettere tre firme, abbiamo lavorato bene con due non vedo perché devo perdere un'altra settimana per far mettere la terza firma, che non effettua nessun controllo perché lo so io se la fornitura è regolare, se la fornitura è arrivata. Se io dico che è arrivata ma non è arrivata nessuno verifica che sia vero. Eppure è burocrazia pura, non c'è controllo. Potrebbe essere fatto in via informatica, ma sono sicura che non viene fatto. Fa parte della gerarchia, esclusivamente, ha solo quella finalità, rallenta.

È questo, che ci sono passaggi: protocollo, direzione, bla bla bla e quindi da qui che ti arriva sulla scrivania, ecco perché sembra che siamo lontanissimi, è passata una settimana.

Comportamenti discriminanti

La ricerca ha permesso di rilevare un ulteriore indicatore di interesse ascrivibile ai rapporti interpersonali sul lavoro. L'indicatore si riferisce ai comportamenti discriminanti riscontrabili nella realtà lavorativa considerata, particolarmente frequenti e articolati in molteplici tipologie di discriminazione e che si distinguono dai comportamenti prevaricatori e illeciti già presenti, come indicatore, nelle schede adottate.

Essi descrivono atteggiamenti e comportamenti comunemente accettati e praticati all'interno dell'organizzazione, che costituiscono fonte di malessere per le persone che li subiscono. In particolare, la ricerca ha permesso di estrapolare due tipologie di comportamenti discriminanti, differenziati in base al target della discriminazione: a) Comportamenti discriminanti verso i lavoratori con contratti di somministrazione e b) Comportamenti discriminanti verso i lavoratori del *front-office*.

Comportamenti discriminanti verso i lavoratori con contratti di somministrazione

Così come evidenziato nel Documento di Consenso sullo stress commissionato dalla Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale (SIMLII), la presenza di un elevato numero di lavoratori con contratti atipici, al pari dei fattori potenziali di stress noti in letteratura (lavoro a contatto con il pubblico, lavoro a turni, ecc.), può essere causa di stress lavoro correlato (Cesana, Ferrario e Segà, 2003). Nelle schede adottate non si fa esplicito riferimento a tale fattore, il quale, tuttavia, è emerso durante la conduzione della presente indagine. In particolare, sono state rilevate differenze di trattamento tra il personale in somministrazione (interinale) e quello di ruolo, così come si evince dai seguenti stralci:

Io lavoro con contratto interinale dal 2007 e diciamo che si percepisce una non completa integrazione da parte del personale in ruolo e noi interinali. Può sembrare una sciocchezza, ma c'è stato un ordine di servizio dove a noi interinali non è concesso di parcheggiare nel parcheggio dell'ente perché l'ambiente è molto ristretto, quindi viene data precedenza al personale in ruolo.

Un'altra cosa che mi aveva dato particolarmente fastidio è che quando erano stati attribuiti i cartellini nelle porte degli uffici, al personale interinale non è stato riconosciuto il titolo di studio, ma venivamo indicati come signor/signora. Questa è una cosa che è stata modificata perché è stata sollevata la questione. Diciamo che ci sono diversità nel trattamento in certe situazioni tra il personale in ruolo e il personale interinale.

Io quando ero interinale non potevo spedire una mail al mio responsabile di servizio, perché ero interinale. Adesso, che sono stato assunto, da un giorno all'altro sono diventato bravo, competente perché non sono più interinale.

Comportamenti discriminanti verso i lavoratori del front-office

La ricerca mette in evidenza una differenza nella possibilità di ricorrere all'orario flessibile tra lavoratori del *front-office* e lavoratori del *back-office*, facendo emergere criticità rispetto alla gestione non corretta dell'orario flessibile. Infatti, sebbene sia prevista una flessibilità degli orari di ingresso e uscita per tutti i dipendenti, la gestione della stessa non consente al personale del *front-office* di farne ricorso. Inoltre, è emerso come questi ultimi debbano destreggiarsi per compensare l'assenza del personale di *back-office* quando usufruisce dell'orario flessibile, come evidenziato dai seguenti stralci:

Quello che mi sembra strano, è che in effetti uno può, a sua scelta, fare l'ingresso dalle 15 sino alle 16,30. Però è una scelta obbligata per certi aspetti, perché se tu hai un'apertura al pubblico e sei solo, alle 15,30 devi essere in ufficio.

Non ritengo giusto che quelli che fanno lo sportello si debbano arrabattare per mettersi d'accordo e gli altri possono uscire tranquillamente all'ora che vogliono.

Rapporto con/tra gli organi di vertice

In questa sessione sono riportati i risultati dei *focus group* che fanno riferimento ai rapporti tra i dipendenti e gli organi di vertice (Posizioni Organizzative, Dirigenti) talvolta influenzati dai rapporti tra i vertici più alti dell'organizzazione, in particolare tra quello amministrativo e quello politico. Tali indicatori potrebbero integrare la scheda relativa ai rapporti interpersonali sul lavoro che, sebbene riporti indicatori che richiamano la comunicazione con i superiori ed eventuali comportamenti prevaricatori, non colgono appieno gli elementi riscontrati nei focus, in particolare: a) scarsa conoscenza/trasparenza e deresponsabilizzazione da parte dei superiori, b) rapporti traumatici con il vertice; c) ingerenza dell'organo politico sulla struttura amministrativa.

Scarsa conoscenza/trasparenza e deresponsabilizzazione da parte dei superiori

Gli organi di vertice sono considerati auspicabilmente, come fautori e artefici di un buon clima organizzativo, come si evince da alcuni stralci dei *focus group*:

Il clima organizzativo dipende sempre da un discorso di vertice, che piano piano poi, nella scala gerarchica, deve essere inteso da tutte le varie posizioni intermedie fino ad arrivare alla base che sicuramente poi porta a questa situazione di maggiore collaborazione [...] alla base si vede proprio l'esempio dei massimi vertici che potrebbero, nell'ambito della scala gerarchica, dare un certo beneficio dell'intera organizzazione.

Di contro, un vertice non attento agli aspetti relativi al clima e alle relazioni interne all'organizzazione è percepito come assente; ad esso non viene riconosciuto il ruolo di valutatore in sede di valutazione annuale né le responsabilità del dirigente pubblico rafforzate dal D. Lgs. del 27 ottobre 2009, n. 150/2009, a causa della scarsa conoscenza del servizio, dei compiti e mansioni che in esso si svolgono e dell'operato dei collaboratori.

Se hai una squadra devi attribuire le cose da fare; noi per esempio ci lamentiamo molto spesso, del fatto che per giorni e giorni non vediamo chi ci coordina, perché magari ci sembra di essere mollati lì, di essere trascurati. Anche questo, il fatto di sentirsi monitorati, visitati, per avere anche un certo rapporto, è importante.

Si assiste molto ad uno scaricabarile, e chi dovrebbe assumersi la responsabilità alla fine fa di tutto per non tenerla su di sé ma per trovare un capro espiatorio; dovrebbe esserci una scala gerarchica, ognuno ha i suoi compiti e le proprie responsabilità, viene pagato per i suoi compiti e le proprie responsabilità, che non si assume!

Diciamo che la presenza del responsabile del servizio la vedo solamente a fine anno quando deve fare le valutazioni.

Rapporti traumatici con il vertice

Il rapporto tra i collaboratori e gli organi di vertice spesso dà adito a conflitti e incomprensioni che possono sfociare nella percezione di aver subito dei veri e propri maltrattamenti e di essere inadeguati rispetto al compito e al lavoro che viene assegnato, proprio a causa della assenza di supporto e feedback da parte del vertice e della percezione che la valutazione e il giudizio che si ricevono non siano basati su aspetti oggettivi. Inoltre, l'organizzazione nella sua globalità, sembra non essere in grado di cogliere, affrontare o risolvere conflittualità o problemi di questo genere, a scapito dei collaboratori che subiscono la situazione, come dimostrato dai seguenti stralci:

Per incompatibilità di carattere ho chiesto il trasferimento e ho chiesto di andare in un altro ufficio e ce l'ho fatta. La persona che era al di sopra di me, che non era parigrado, aveva un carattere diciamo "particolare" e non era possibile andare d'accordo. Non solo con me ma anche con gli altri colleghi dell'ufficio. Eravamo in due ad avere il contratto a tempo indeterminato e abbiamo chiesto il trasferimento.

Il problema è stato affrontato troppo tardi, dopo aver rovinato tante persone; alla fine si sono resi conto che il problema non erano i dipendenti ma la responsabile e le hanno tolto il servizio.

Questa condizione è potenzialmente stressogena per i dipendenti che la vivono e che denunciano l'atteggiamento inquisitorio da parte del vertice, spesso associato alla carenza nella definizione di compiti e funzioni che genera confusione per il vertice che non riesce ad ottenere l'informazione necessaria e per i collaboratori che si vedono fare richieste alle quali non sanno rispondere, come evidenziato dai seguenti stralci:

Effettivamente una persona che viene convocata dal vertice politico si sente come se fosse sotto giudizio. A me è capitato di essere convocata "mi risponda sì o no", cioè come se io dovessi rendere una testimonianza.

È spiazzante, è stressante, e il discorso è che ci si sente sempre inadeguati, gli atteggiamenti sono tesi a rimarcare il fatto che non si è adeguati in quella situazione, oppure quando ti chiamano devono sempre cercare il problema. Anche da parte loro, sembra che non ci sia la visione della soluzione del problema, cioè devono capire in che cosa si possono attaccare. Per "loro", parlo dei vertici, non è importante capire perché si è arrivati a fare una certa cosa, ma solo trovare un responsabile, un responsabile a tutti i costi, un colpevole, "voglio la testa di qualcuno".

Ingerenza dell'organo politico sulla struttura amministrativa

Nell'ambito della sessione che fa riferimento ai rapporti tra i dipendenti e gli organi di vertice il problema di maggiore rilievo sembra essere quello legato all'ingerenza dell'organo politico sulla struttura amministrativa. Se l'organo

politico si rapporta direttamente con la struttura amministrativa, quindi con i dipendenti, senza che vi sia il filtro, previsto dal ruolo ma talvolta non “agito”, del vertice amministrativo, i dipendenti denunciano l’incoerenza di alcune disposizioni e la non chiarezza nel ruolo che sono chiamati a ricoprire e nei compiti che sono chiamati a svolgere.

Tutto ciò distoglie il lavoratore da quello che stava facendo in quel momento. È una fonte di stress perché dal momento in cui uno va nel pallone, non ha neanche tanta voglia di dedicarsi a quello che stava facendo, anche se era urgente.

Il problema è proprio quello, che il vertice politico non dovrebbe rapportarsi con gli amministrativi ma dovrebbe rapportarsi con il vertice e poi individua lui le persone che devono provvedere. Io sinceramente trovo scorretto che l'organo politico si rapporti al personale amministrativo.

Spesso, questo problema nasce dalla scarsa comunicazione tra gli organi di vertice e si ripercuote sui dipendenti.

È questo che io ho notato, questa mancanza di rapportarsi l'organo politico con il vertice amministrativo e, anche, devo dire, il contrario; c'è mancata comunicazione tra i due.

Assenza di meritocrazia

Strettamente legato all'aspetto della valutazione è quello del riconoscimento del merito e dell'attribuzione delle valutazioni, degli incarichi e delle retribuzioni di risultato in funzione del criterio meritocratico che potrebbe integrare gli elementi connessi all'evoluzione della carriera. La condizione di non conoscenza del servizio e dei collaboratori da parte del vertice, evidenziata nelle sessioni sopra, porta a situazioni in cui, da un lato, il vertice non riconosce i meriti e gli sforzi dei collaboratori, dall'altro, attribuisce i meriti senza un criterio oggettivo e meritocratico ma spinto da pressioni di altra natura.

Molte volte non lo sa neanche il responsabile, il dirigente o l'organo di vertice cosa fanno certi servizi. Quindi uno può dire “va beh, io non lo so, gli do la valutazione massima” e prenderà 100 e prenderà il premio di produttività.

La meritocrazia non è molto premiata, almeno non sempre c'è il riconoscimento economico equivalente. E parlo anche di riconoscimento del lavoro, spesso non c'è.

C'è il caso di un collega che gridava veramente vendetta, prima che gli dessero l'indennità di primo livello. Il fatto che questo collega per tanto tempo non l'abbia avuta, mi fa pensare che prima di assegnare un'indennità non ci sia stata un'analisi più approfondita sulle responsabilità che ciascuna persona ha ma che si sia fatta una bella torta con delle fette da spartire.

Alla luce degli ulteriori fattori e indicatori emersi dall'analisi del contenuto dei *focus group*, al fine di procedere ad una puntuale valutazione dello stress lavoro correlato, la presente ricerca suggerisce di tenere in considerazione gli ulteriori elementi emersi (Tab. I) perché si ritene abbiano un peso (da attribuire/determinare) e una ricaduta sulla condizione lavorativa delle persone.

Discussioni

La presente ricerca ha permesso di rilevare alcuni indicatori non contemplati dalle schede di rilevazione redatte dall'Ispesl-INAIL (2010; 2011), quali: a) la presenza di ostacoli alla comunicazione interna; b) l'assenza di un processo di archiviazione finalizzato alla valorizzazione complessiva del lavoro, c) rapporti con e tra i vertici connessi, in modo particolare, all'ingerenza traumatica dell'organo politico negli aspetti preminentemente amministrativi e allo scollamento tra il vertice e la base dell'organizzazione influenzanti la valutazione del personale e l'applicazione, in generale, di procedure meritocratiche; d) la presenza di discriminazioni connesse ai ruoli e alle tipologie contrattuali.

Tabella I. *Diciture nuovi indicatori*

Fattore scheda Ispesl (2010)	Diciture per ulteriori indicatori da aggiungere alle schede Ispesl (2010)
Funzione e cultura organizzativa	Presenza di ostacoli fisici e strumentali alla comunicazione
	Presenza di una comunicazione interna per compartimenti stagni
	Mancanza dell'archiviazione e della valorizzazione delle attività svolte
Autonomia decisionale - controllo del lavoro	Eccessiva burocratizzazione
Rapporti interpersonali sul lavoro	Comportamenti discriminanti verso i lavoratori con contratti di somministrazione
	Comportamenti discriminanti verso i lavoratori del <i>front-office</i>
	Scarsa conoscenza/trasparenza e deresponsabilizzazione da parte dei superiori
	Rapporti traumatici con il vertice
	Ingerenza dell'organo politico sulla struttura amministrativa
Evoluzione della carriera	Assenza di meritocrazia

Tali aspetti si ritiene opportuno siano presi in esame contestualmente alla valutazione dello stress lavoro correlato, soprattutto se effettuata all'interno di una pubblica amministrazione. Infatti, essi risultano essere informativi della qualità delle relazioni tra vertici e colleghi, oltre che rendere conto di aspetti largamente presenti nelle organizzazioni pubbliche come il ricorso ai contratti di somministrazione o all'ingerenza dell'organo politico, potenzialmente in grado di generare stress.

Nello specifico, per quanto attiene agli aspetti comunicativi, si ritiene che gli indicatori *Presenza di un sistema di comunicazione aziendale* e *Presenza di momenti di comunicazione dell'azienda a tutto il personale* non siano sufficientemente informativi delle criticità associate alla comunicazione. Infatti, come dimostrano Parker, Axtell e Turner (2001) non sono tanto la presenza di procedure o regole comunicative, quanto il clima di scambio e la qualità di comunicazione, per esempio, tra vertice e lavoratori, a garantire il costruirsi di un luogo di lavoro più sicuro e sano. Più recentemente, Baptiste (2008) mette in evidenza come la comunicazione sia connessa alla soddisfazione lavorativa e rappresenti una strategia efficace di gestione delle persone al lavoro e sia tra i precursori del benessere organizzativo, in quanto permette la costruzione di un clima di fiducia reciproca (Marchington e Wilkinson, 2005). La comunicazione, che rappresenta il principale aspetto con il quale si definisce ciò che è organizzazione, ovvero una rete di comunicazioni, dove si creano intrecci di relazioni e di scambio tra le persone (Romano e Vecchio, 2009), costituisce una dimensione importante anche della convivenza organizzativa (Avallo e Farnese, 2008), intesa come quel particolare vivere bene insieme, che si realizza in luoghi di lavoro dove le persone costruiscono relazioni e impostano modalità condivise di stare insieme. Barling e Zacharatos (1999) sostengono che la condivisione delle informazioni e la comunicazione siano alcune delle più importanti pratiche organizzative in grado di promuovere una maggiore sicurezza sul lavoro, oltre che avere effetti positivi non solo sull'aspetto psicologico, ma anche fisiologico (Choplin, McCraty e Cryer, 1997). Sarebbe, pertanto, maggiormente informativo se le schede di rilevazione dello stress lavoro correlato (Ispesl-Inail) potessero focalizzarsi sulla presenza o assenza di uno scambio reciproco di conoscenze, piuttosto che sulla presenza di procedure *tout-court*. Infatti, lo scambio è identificabile come un sistema di condivisione di esperienze, informazioni di contesto, di intuizioni esperte e valori (Davenport e Prusak, 1998), determinato da differenti fattori non solo tecnologici, ma anche individuali e organizzativi (Gagné, 2009). È un costrutto basato sulla volontà delle persone di condividere con gli altri la conoscenza che hanno appreso o creato (Bock, Zmud, Kim e Lee, 2005; Gibbert e Krause, 2002) e, in quanto tale, risulta essere particolarmente informativo del clima organizzativo, poiché associato alla presenza di fiducia reciproca tra le persone e l'organizzazione, e di norme pro-sociali (Bock et al., 2005).

Per quanto concerne i rapporti interpersonali, studiati già a partire dagli anni '70 come fattori che, se non gestiti in maniera adeguata, possono rappresentare una

fonte di stress in grado di elicitare disturbi psicosomatici (Depolo, 2003), la presente ricerca ha permesso di rilevare quanto siano importanti nel benessere lavorativo, soprattutto se si esamina la relazione con i vertici. Rispetto a questi ultimi, in particolare, nelle amministrazioni pubbliche si assiste spesso a una commistione tra i due poteri, nonostante in Italia esista il principio di distinzione tra potere di indirizzo politico e potere amministrativo (D. Lgs. 29/1993) nelle amministrazioni pubbliche si assiste spesso a una commistione tra i due poteri. Il vertice politico, che dovrebbe definire gli obiettivi strategici da assegnare all'organo amministrativo, il quale ha il compito di declinarli in obiettivi operativi, spesso entra nel merito della gestione amministrativa stessa. Diverse ricerche si sono occupate di comprendere gli effetti dell'ingerenza politica sui dipendenti e sui dirigenti in merito al loro livello di soddisfazione lavorativa, coinvolgimento organizzativo e stress (Kacmar e Ferris, 1991; Ferris e Kacmar, 1992; Kacmar e Carlson, 1997); tra i fattori antecedenti, in grado di influenzare la percezione di controllo politico sull'organizzazione, invece, vengono spesso studiati fattori quali la partecipazione alla presa di decisione e la qualità della relazione con il proprio superiore gerarchico e con i pari (Ferris e Kacmar, 1992; Witt, Andrews e Kacmar, 2000). In generale, emerge come una dinamica relazionale basata su uno scarso appoggio interpersonale sia in grado di determinare un incremento della tensione emotiva e dell'ansia, sia correlato ad una bassa motivazione e soddisfazione lavorativa e aumenti il rischio di malattie cardiovascolari (Beehr e Newman, 1978; Davidson e Cooper, 1981; Pearse, 1977; Warr, 1992). A ciò si aggiunge il fatto che la qualità dei rapporti interpersonali svolge un importante ruolo di moderazione e, quindi, un suo deterioramento aumenta la probabilità degli effetti negativi correlati al potenziale dannoso di altri rischi psicosociali. A tale proposito, uno studio meta-analitico ha evidenziato che il supporto sociale nell'ambiente di lavoro esercita un triplice effetto sulle relazioni tra fattori stressogeni e tensione di lavoro: riduce le tensioni provate, attenua gli stressori percepiti, controlla il rapporto stressore-tensione (Viswesvaran, Sanchez e Fisher, 1999).

A partire da tali aspetti risulta essere maggiormente evidente la necessità di monitorare la presenza di discriminazioni, riferita sia alla tipologia contrattuale, sia al ruolo all'interno dell'organizzazione, rilevati dalla presente ricerca. Rispetto ai contratti in somministrazione la letteratura mostra risultati contrastanti circa la relazione tra tipologia contrattuale e la soddisfazione al lavoro, il benessere fisico e psicologico (De Cuyper e De Witte, 2005). Numerosi studi mettono in evidenza, in particolare, come il contratto atipico non influisca negativamente sulla soddisfazione lavorativa (Correra e Ferreira, 2011; Guest e Clinton, 2006; De Witte e Näswall, 2003), ma incida sulla percezione del carico di lavoro e del conflitto di ruolo, i quali rappresentano due rilevanti fattori di rischio da stress lavoro correlato (Bedeian, Armenakis e Curran, 1981). Il lavoratore atipico, infatti, è generalmente responsabile di un numero di progetti e compiti superiori a quelli che può gestire, nonché collettore di richieste contraddittorie (Correra e Ferreira,

2011). Rappresenta, pertanto, un anello debole della vita organizzativa, il quale, può sperimentare più frequentemente situazioni stressanti o di disagio.

Rispetto, invece, alla flessibilità dell'orario, la quale è stata introdotta come pratica organizzativa in grado di aumentare la percezione di controllo sul proprio lavoro e favorire, di conseguenza, la capacità della persona di strutturare meglio le proprie strategie di *coping* per superare le difficoltà organizzative (Halpner, 2005), è risultata essere associata al benessere del lavoratore (Kelloway, Gottlieb e Barham, 1999). La rilevanza della percezione di controllo è ancor più messa in evidenza da Ganster, Fox e Dwyer (2001), il cui studio rileva come la percezione di controllo sul proprio lavoro in situazioni stressanti, da parte di un campione di infermiere, sia associato alla diminuzione di cortisolo, il quale non varia se associato alle misure oggettive di carico di lavoro. È evidente come la presenza di differenze nella attuazione delle politiche sulla flessibilità lavorativa possa sortire effetti negativi. Infatti, partendo dalla teoria di equità e della giustizia organizzativa (Adams, 1965; Leventhal, 1976) tali differenze, che evidenziano scorrettezze procedurali, potrebbero essere considerate possibili *stressor* (Vermunt e Steensma, 2001) e avere effetti non solo psicologici, ma anche fisiologici sui lavoratori, intaccando atteggiamenti e comportamenti, come avanzato dalla letteratura (Judge e Colquitt, 2004).

Conclusioni

La ricerca ha avuto il duplice obiettivo di approfondire, attraverso il caso di una Pubblica Amministrazione, l'analisi dei fattori stressogeni principale causa di stress lavoro correlato, partendo dalla classificazione presente nelle schede Ispesl-INAIL (2010; 2011) e di evidenziare, attraverso i risultati emersi, la presenza di ulteriori indicatori di stress che si suggerisce di considerare nelle analisi del rischio da stress lavoro correlato, specialmente nelle Pubbliche Amministrazioni.

Una ulteriore riflessione che si intende proporre scaturisce dalla necessità, evidenziata da alcuni autori (Hart e Cooper, 2001), di adottare una prospettiva generale allo studio dello stress lavorativo, che tenti di evidenziare i legami esistenti tra performance organizzativa e stress occupazionale. Lo stimolo, in tal senso, è accompagnato dal recente D.Lgs. n.150/2009 che rimarca con forza la necessità di operare una valutazione del personale basata su criteri meritocratici e in grado di cogliere le differenze nella performance individuale.

Gli assetti normativi, tradotti nella pratica, richiedono all'organizzazione e al mondo professionale una riflessione rispetto ai potenziali legami tra valutazione dei rischi da stress lavoro correlato e valutazione individuale delle performance. Infatti, è plausibile pensare che l'impatto della presenza di alcuni fattori di rischio sulla persona o sull'unità organizzativa possa essere influenzato dal sistema di valutazione delle performance individuali. Un esempio potrebbe essere costituito dal fatto che, in presenza di una scarsa pianificazione dei compiti

(potenziale fattore di rischio stress) e di una valutazione individuale e organizzativa puntuale, il peso di questo fattore come *stressor* possa aumentare, generando una maggiore percezione di disagio nelle persone e dando origine a strategie di fronteggiamento (*coping*), come, per esempio, la fuga (aumento nel numero di assenze dal lavoro, assenze per malattia e turnover). Parallelamente, la percezione di ingiustizia e di iniquità associata alla valutazione indifferenziata (con conseguente distribuzione "a pioggia" della retribuzione di risultato), potrebbe influire negativamente sul fattore l' *Evoluzione della carriera* e sui suoi indicatori, aumentando il livelli di percezione di stress.

Si auspica una più puntuale analisi futura del legame tra la valutazione della performance individuale alla luce del D.Lgs. n. 150/2009 e la valutazione dello stress lavoro correlato, per il vantaggio che apporterebbe nel rendere merito alle considerazioni suddette.

Bibliografia

- Adams JS. Inequity in social exchange. In Berkowitz L. Ed. *Advances in experimental social psychology*. New York: Academic press, 1965, 267-299.
- Argentero P, Bruni A, Fiabane E, Scafa F, Candura SM. La valutazione del rischio stress negli operatori sanitari: inquadramento del problema ed esperienze applicative. *G Ital Med Lav Erg* 2010; 32: 256-262.
- Avallone F., Farnese ML. La convivenza organizzativa. In: P Argentero, C Cortese, C Piccardo. *Psicologia del lavoro*. Milano: Raffaello Cortina Editore, 2008, 289-314.
- Baptiste NR. Tightening the link between employee wellbeing at work and performance. A new dimension for HRM. *Management Decision* 2008; 46: 284-309.
- Barling J, Zacharatos A. High performance safety systems: Ten management practices for creating safe organizations. In: SK Parker, MA Griffin Ed. *Managing safety at work: Beyond blaming the individual*. Chicago, Symposium conducted at the Academy of Management Conference, 1999.
- Bedeian AG, Armenakis AA, Curran SM. The relationship between role stress and job-related, interpersonal and organizational climate factors. *The Journal of Social Psychology* 1981; 113: 247-260.
- Beehr TA, Newman JE. Job stress, employee health, and organizational effectiveness: A facet analysis, model, and literature review. *Personnel Psychology* 1978; 3, 4: 665-699.
- Bock G, Zmud RW, Kim Y, Lee J. Behavioral intention formation in knowledge sharing: Examining the roles of extrinsic motivators, social-psychological factors, and organizational climate. *Mis Quarterly* 2005; 29: 87-111.
- Cesana GC, Ferrario M, Sega R. Stress, fattori socio-occupazionali e rischio cardiovascolare: un'esperienza italiana. *G Ital Med Lav Erg* 2003; 25: 304-306.
- Choplin BB, McCarty R, Cryer B. An inner quality approach to reducing stress and improving physical and emotional wellbeing at work. *Stress Medicine* 1997; 13: 193-201.
- Correra AP, Ferreira MC. The impact of environmental stressors and types of work contract on occupational stress. *The Spanish Journal of Psychology* 2011; 14: 251-262.
- Davenport T, Prusak L. *Working knowledge*. Boston, Harvard Business School Press. 1998.
- Davidson MJ, Cooper CL. A model of occupational stress. *Journal of Occupational Medicine* 1981; 23: 564-570.
- De Cuyper N, De Witte H. Job insecurity: Mediator or moderator of the relationship between type of contract and various outcomes? *SA Journal of Industrial Psychology* 2005, 31: 79-86.
- De Witte H, Näswall K. Objective versus subjective job insecurity: Consequences of temporary work for job satisfaction and organizational

- commitment in four European countries. *Economic and Industrial Democracy* 2003; 24: 149-188.
- Deitinger P, Nardella C, Bentivenga R, Ghelli M, Persechino B, Iavicoli S. D.Lgs. 81/2008: conferme e novità in tema di stress correlato al lavoro. *G Ital Med Lav Erg* 2009; 31: 152-164.
- Depolo M. Mobbing: quando la prevenzione è intervento. *Aspetti giuridici e psicosociali del fenomeno*. Milano, Franco Angeli, 2003.
- Ferris GR, Kacmar KM. Perceptions of organizational politics. *Journal of Management* 1992; 18: 93-116.
- Frascheri C. Punti fondamentali alla base dell'analisi dello stress lavoro-correlato. *G Ital Med Lav Erg* 2009, 31: 270-276.
- Gagnè M. A model of knowledge sharing motivation. *Human Resource Management* 2009; 48: 571-589.
- Ganster DC, Fox ML, Dwyer DJ. Explaining employees' health care costs: A prospective examination of stressful job demands, personal control, and physiological reactivity. *Journal of Applied Psychology* 2001; 86: 954-964.
- Gibbert M, Krause H. Practice exchange in a best practice market place. In: Davenport TH, Probst GJB Ed. *Knowledge Management Case Book: Siemens best Practices*. Erlanger: Publicis Corporate Publishing; 2002, 89-105.
- Guest D, Clinton M. Temporary employment contracts, workers' well-being and behaviour: Evidence from the UK. London, King's College, 2006.
- Hacker W. Objective work environment: Analysis and evaluation of objective work characteristics. Paper presentato a: *A Heltheit Work Environment: Basic Concept & Methods of Measurement*. Stockholm, Hogberga, Lidings, 1991.
- Halpner DF. How time-flexible work policies can reduce stress, improve health, and save money. *Stress and Health* 2005; 21: 157-168.
- Hart PM, Cooper C. Occupational Stress: Toward a More Integrated Framework. *Handbook of Industrial, Work and Organizational Psychology* 2001; 2: 93-114.
- INAIL. Valutazione e gestione del rischio da stress lavoro correlato. Manuale ad uso delle aziende in attuazione del D.Lgs. 81/08 e s.m.i; 2011.
- ISPESL. La valutazione dello stress lavoro-correlato: proposta metodologica. URL: http://www.ispesl.it/documenti_catalogo/stress%20lavoro%20-%20correlato.pdf
- Judge TA, Colquitt JA. Organizational Justice and Stress: The Mediating Role of Work-Family Conflict. *Journal of Applied Psychology* 2004; 89: 395-404.
- Kacmar KM, Carlson DS. Further validation of the Perceptions of Organizational Politics Scale (POPS): A multiple sample investigation. *Journal of Management* 1997; 23: 627-658.
- Kacmar KM, Ferris GR. Perceptions of organizational politics scale (POPS): Development and construct validation. *Educational and Psychological Measurement* 1991; 51: 193-205.
- Kelloway EK, Gottlieb BH, Barham L. The source, nature, and direction of work and family conflict: A longitudinal investigation. *Journal of Occupational Health Psychology* 1999; 4: 337-346.
- Krueger RA. *Focus-groups. A practical Guide for Applied Research*. Thousand Oaks, Sage, 1994.
- Leventhal GS. What should be done with equity theory? New approaches to the study of fairness in social relationships. In: Gergen KJ Eds. *Social Exchange Theory*, John Wiley; 1976.
- Marchington M, Wilkinson A. *Human resource management at work: People management and development*. London, The Chartered Institute of Personnel and Development, 2005.
- Parker SK, Axtell CM, Turner N. Designing a safer workplace: importance of job autonomy, communication quality, and supportive supervisors. *Journal of Occupational Health Psychology* 2001; 6: 211-228.
- Pearse R. *What Managers Think about their managerial careers*. New York, AMACOM, 1977.
- Romano C. Lo stress occupazionale: la posizione della SIMLII. *G Ital Med Lav Erg* 2009; 31: 252-256.
- Romano DF, Vecchio L. *Comunicare e organizzare*. In: P. Argentero, C. Cortese, C. Piccaro Eds. *Psicologia delle organizzazioni*. Milano: Raffaello Cortina Editore, 2009, 45-76.
- Stagi L. Il focus group come tecnica di valutazione. *Pregi, difetti, potenzialità*. *Rassegna Italiana di Valutazione* 2000; 20: 67-88.
- Strauss AI, Corbin J. *Grounded Theory Methodology. An Overview*. In: Denzin NK e Lincoln YS. Eds. *Strategies of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage, 1998, 158-183.
- Vermunt R, Steensma H. Stress and justice in organization: An exploration into justice processes with the aim to find mechanisms to reduce stress. In: Cropanzano R Ed. *Justice in the workplace: From theory to practice*, Mahwah, NJ: Erlbaum, 2001, 27-48.
- Viswesvaran C, Sanchez J, Fisher J. The role of social support in the process of work stress: A meta-analysis. *Journal of Vocational Behavior* 1999; 54: 314-334.
- Warr PB. Job features and excessive stress. In: R Jenkins, N Coney Eds. *Preventions of Mental III Health at Work*. London: HMSO, 1992.
- Witt LS, Andrews MC, Kacmar KM. The role of participation in decision-making in the organizational politics-job satisfaction relationship. *Human Relations* 2000; 53: 341-358.
- Zovi F, Parente G., Costantin C., Marcuzzo G., Iavicoli S., De Carlo NA, Bartolucci GB. Stress lavoro-correlato: due metodi di valutazione a confronto. *G Ital Med Lav Erg* 2011; 31: 319-322.

Corrispondenza: *Benedetta Bellò, via Bronte 20, 09030 Elmas (CA), Italy, - E-mail: benedetta.bello@respsicologica.eu; veronica.mattana@respsicologica.eu; michela.loi@respsicologica.eu*



Un manuale che, partendo dalle lezioni di Medicina del Lavoro, copre tutta la disciplina e gli altri settori che possano essere qualificati dagli aggettivi "occupazionale" o "professionale". Integrato con tematiche di più immediato interesse per i medici competenti, è un utile compendio per studenti, specializzandi e professionisti.

Isbn 978-88-7364-627-3 - Formato 17X24 - Cartonato 784 pagine - 94 figure - 193 tabelle - Prezzo 50,00 €

info@nuovaeditriceberti.it

CONTENUTI

FINALITÀ E COMPITI DELLA MEDICINA DEL LAVORO, TOSSICOLOGIA ED IGIENE INDUSTRIALE

- STRUMENTI D'ANALISI, VALUTAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO
- RISCHIO FISICO
- RISCHIO CHIMICO
- RISCHIO BIOLOGICO
- ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO E POSTAZIONE DI LAVORO
- PRINCIPALI MALATTIE PROFESSIONALI
- ASPETTI OCCUPAZIONALI DI CONDIZIONI PATOLOGICHE, FISILOGICHE O VOLUTTUARIE
- ABBREVIAZIONI
- INDICE ANALITICO

MODULO D'ORDINE da compilare e spedire (alternativamente):

• a Nuova Editrice Berti Srl Piazzale San Lorenzo 3, 43121 Parma • via fax allo 0523-592803 • via mail a: info@nuovaeditriceberti.it

COSTO A VOLUME € 50,00 - spese di spedizione gratuite - NUMERO DI COPIE: _____

Cognome e nome _____

Via _____ CAP _____ Città _____

tel _____ e-mail _____

C.F. _____ P.IVA (facoltativo) _____

Modalità di pagamento: Bonifico bancario Bollettino postale

GARANZIA DI RISERVATEZZA

In materia di protezione dati personali la informiamo che i dati raccolti vengono trattati nel rispetto del D. L. 196/2003 art. 13. Il trattamento dei dati sarà correlato all'adempimento di finalità gestionali, amministrative, statistiche, di recupero crediti, ricerche di mercato, commerciali e promozionali su iniziative offerte dalla SIMLI ed avverrà nel pieno rispetto dei principi di riservatezza correttezza, liceità e trasparenza, anche mediante l'ausilio di mezzi elettronici e/o automatizzati. In ogni momento si potranno esercitare i diritti di cui all'art. 7 del D. Leg. 196/2003 fra cui cancellare i dati od opporsi al loro utilizzo per finalità commerciali, rivolgendosi a: Nuova Editrice Berti Srl - Piazzale San Lorenzo, 3 - 43123 Parma.

