

Medicina del Lavoro

S. CATALANI, J. FOSTINELLI, P. APOSTOLI

Rischio Cancerogeno degli Idrocarburi Policiclici Aromatici: Classificazioni e Interpretazioni del Monitoraggio

G. NICOLETTI, T. PELLEGATTA

Le infezioni della mano in ambito lavorativo

F. MASSONI, D.A. GIORGI, S. PALMIERI, L. ARCANGELI, S. RICCI

Infezione da Pseudomonas: rischio biologico da esposizione professionale e risultati di un monitoraggio ambientale

A. SANCINI, M.V. ROSATI, S. DE SIO, T. CASALE, T. CACIARI, I. SAMPERI, C. SACCO, B.R. FORTUNATO, B. PIMPINELLA, G. ANDREOZZI, G. TOMEI, F. TOMEI

Exposure to formaldehyde in health care: an evaluation of the white blood count differential

C. GHISLIERI, L. COLOMBO, M. MOLINO, M. ZITO, Y. CURZI, T. FABBRI

La soddisfazione lavorativa in un ateneo italiano: differenze tra docenti-ricercatori e tecnici-amministrativi

G. NICOLETTI, A. COPPOLA, R. DI LIBERTO, A. FAGA, S. SCEVOLA

Valutazione della sicurezza d'impiego di un'apparecchiatura elettromedicale ad emissione di radiofrequenza

I. GIORGI, P. MAINETTI, E. FIABANE, G. BERTOLOTTI, P. BAIARDI, D. MASSIDA, S. TRINGALI, S.M. CANDURA, M. IMBRIANI

Validità discriminante del MASI-R nella percezione di stress lavoro-correlato

G. ARCANGELI, G. GIORGI, C. FERRERO, N. MUCCI, V. CUPELLI

Prevalenza del fenomeno *mobbing* in una popolazione di infermieri di tre aziende ospedaliere italiane

Ergonomia Occupazionale e Riabilitativa

M. BRUGGI, C. LISI, A. RODIGARI, M. NAVA, E. CARLISI, E. DALLA TOFFOLA

Monitoring iliopsoas muscle contraction in idiopathic lumbar scoliosis patients



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 SIMILI ed avverrà nel pieno rispetto dei principi di riservatezza correttezza, licità 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.

GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

http://gimle.fsm.it

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

Editor in Chief

MARCELLO IMBRIANI

Università di Pavia - Fondazione S. Maugeri, IRCCS

COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe Abbritti, Università di Perugia	Cristina Montomoli Università di Pavia
Pietro Apostoli, Università di Brescia	Antonio Mutti Università di Parma
Mario Barbaro, Università di Messina	Giacomo Muzi Università di Perugia
Massimo Bovenzi, Università di Trieste	Gabriele Pelissero Università di Pavia
Stefano M. Candura, Università di Pavia	Enrico Pira Università di Torino
Luca Chiovato, Università di Pavia	Alfredo Raglio Università di Pavia
Paolo Crosignani Università di Pavia	Pietro Sartorelli Università di Siena
Vincenzo Cupelli, Università di Firenze	Leonardo Soleo Università di Bari
Elena Grignani, Fondazione S. Maugeri, IRCCS e AIDII	Chiara Simonelli Università di Roma 1 La Sapienza
Sergio Iavicoli, INAIL	Francesco Tomei Università di Roma 1 La Sapienza
Maurizio Luisetti, Università di Pavia	Francesco Violante, Università di Bologna
Piero Maestrelli Università di Padova	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
Danilo Cottica Fondazione S. Maugeri, IRCCS
Marco dell'Omo Università di Perugia
Francesco Frigerio Fondazione S. Maugeri, IRCCS
Ines Giorgi Fondazione S. Maugeri, IRCCS
Giuseppina Majani 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 2014

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 (2014)	€ 60
Esteri (2014)	US \$ 120
1 fascicolo separato	€ 20
	(US \$ 40)

PREZZO ABBONAMENTO ANNUO VERSIONE ON-LINE (4 numeri)

€ 25

Vogliate registrare il mio abbonamento per l'anno 2014

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

- | | | |
|--|-----|--|
| S. Catalani, J. Fostinelli, P. Apostoli | 133 | Rischio Cancerogeno degli Idrocarburi Policiclici Aromatici: Classificazioni e Interpretazioni del Monitoraggio |
| G. Nicoletti, T. Pellegatta | 140 | Le infezioni della mano in ambito lavorativo |
| F. Massoni, D.A. Giorgi, S. Palmieri, L. Arcangeli, S. Ricci | 149 | Infezione da Pseudomonas: rischio biologico da esposizione professionale e risultati di un monitoraggio ambientale |
| A. Sancini, M.V. Rosati, S. De Sio, T. Casale, T. Caciari, I. Samperi, C. Sacco, B.R. Fortunato, B. Pimpinella, G. Andreozzi, G. Tomei, F. Tomei | 153 | Exposure to formaldehyde in health care: an evaluation of the white blood count differential |
| C. Ghislieri, L. Colombo, M. Molino, M. Zito, Y. Curzi, T. Fabbri | 167 | La soddisfazione lavorativa in un ateneo italiano: differenze tra docenti-ricercatori e tecnici-amministrativi |
| G. Nicoletti, A. Coppola, R. Di Liberto, A. Faga, S. Scevola | 168 | Valutazione della sicurezza d'impiego di un'apparecchiatura elettromedicale ad emissione di radiofrequenza |
| I. Giorgi, P. Mainetti, E. Fiabane, G. Bertolotti, P. Baiardi, D. Massidda, S. Tringali, S.M. Candura, M. Imbriani | 175 | Validità discriminante del MASI-R nella percezione di stress lavoro-correlato |
| G. Arcangeli, G. Giorgi, C. Ferrero, N. Mucci, V. Cupelli | 181 | Prevalenza del fenomeno <i>mobbing</i> in una popolazione di infermieri di tre aziende ospedaliere italiane |

Ergonomia Occupazionale e Riabilitativa

- | | | |
|--|-----|---|
| M. Bruggi, C. Lisi, A. Rodigari, M. Nava, E. Carlisi, E. Dalla Toffola | 186 | Monitoring iliopsoas muscle contraction in idiopathic lumbar scoliosis patients |
|--|-----|---|

ERRATA CORRIGE

Si segnala che sul Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia (Volume XXXVI, N. 2, aprile-giugno 2014, pagg. 111-117), nell'articolo "**Occupational brain cancer risks in Umbria (Italy), with a particular focus on steel foundry workers**" il nome dell'autore Giuliano Marchionna va sostituito con **Giancarlo Marchionna**. La versione corretta del titolo con gli Autori è pertanto la seguente:

Enrico Oddone, Alessandra Scaburri, Edoardo Bai, Carlo Modonesi, Fabrizio Stracci, Giancarlo Marchionna, Paolo Crosignani, Marcello Imbriani

OCCUPATIONAL BRAIN CANCER RISKS IN UMBRIA (ITALY), WITH A PARTICULAR FOCUS ON STEEL FOUNDRY WORKERS

Simona Catalani, Jacopo Fostinelli, Pietro Apostoli

Rischio Cancerogeno degli Idrocarburi Policiclici Aromatici: Classificazioni e Interpretazioni del Monitoraggio

Dipartimento di Specialità Medico Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Brescia

RIASSUNTO. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono una famiglia di composti con differenti proprietà chimico-fisiche e potenzialità tossiche. La peculiarità della loro presenza in miscele e persistenza ambientale rende di fondamentale importanza la caratterizzazione degli ambienti di lavoro e la messa a punto di idonei protocolli di misura. Rispetto al passato i meccanismi coinvolti nella cancerogenicità imputata ad alcuni IPA sono molteplici e toccano differenti pathways che vanno dall'interazione di metaboliti con il DNA ad azioni di tipo ossidativo. D'altro canto, anche se la classificazione dei composti e delle attività lavorative considerate cancerogene certe o probabili è stata recentemente aggiornata e completata esiste una lacuna dal punto di vista dei valori di riferimento e delle definizioni delle lavorazioni esponenti a IPA. La conoscenza dei processi, la corretta scelta delle miscele così come l'adozione di sistemi di misura combinati per permettere il campionamento sia degli aerosol che dei vapori consente di attuare misure corrispondenti alla reale esposizione e potenzialità tossica. Lo scopo di questo elaborato è di inquadrare le realtà espositive, illustrare un aggiornamento dei meccanismi di azione e dei metodi di valutazione del rischio come l'approccio TEF. Vengono inoltre prese in rassegna le classificazioni e i valori limiti proposti e adottati dalle varie Agenzie e Istituzioni Internazionali.

Parole chiave: IPA, cancerogeni occupazionali, monitoraggio ambientale.

ABSTRACT. *The polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are widespread contaminants characterized by various chemical, physical and toxic properties. The characterization of occupational and environmental exposures and the use of suitable measurements protocols are very significant because their presence in mixtures and environmental persistency. In the past few years, the knowledge concerning carcinogenicity of PAHs have been reviewed, the mechanisms involved are the interaction of PAH's metabolites with DNA and oxidative damages. The main requirement for research concerns lack of knowledge on reference values and occupational exposure's assessment in particular PAHs sampling methods that can lead to combined measurements of vapor and aerosol mixtures. Aims of this study are to describe a possible occupational sources of PAHs providing also an update of mechanism involved in their carcinogenicity and risk calculation as is done in the TEF approach. The classifications provided by International Agencies and Institutions and the limit values adopted have been reviewed and taken into account.*

Key words: PAH, occupational carcinogens, environmental monitoring.

Introduzione

Gli idrocarburi policiclici aromatici, indicati con l'acronimo IPA, sono una famiglia di composti nella cui struttura sono presenti due o più anelli aromatici condensati tra loro suddivisi in IPA leggeri (2-3 anelli) e IPA pesanti (4-6 anelli).

Gli IPA rappresentano una famiglia chimica formata da varie centinaia di composti dotati di caratteristiche fisico-chimiche e comportamenti tossicologici differenti (1).

Queste sostanze si trovano in atmosfera come prodotto di processi pirolitici di materiale organico e di combustioni incomplete (specialmente se in carenza di ossigeno e con temperatura di 650°-900°C), con formazione di particelle carboniose che li adsorbono e li veicolano; da impianti industriali, di riscaldamento e dalle emissioni di autoveicoli.

In condizioni normali gli IPA si presentano tutti allo stato solido, infatti la tensione di vapore è generalmente bassa ed inversamente proporzionale al numero di anelli contenuti.


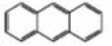








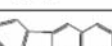

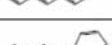



L'EPA e la WHO hanno individuato all'interno di tale classe 16 IPA (Tab. I) (2), per la maggior parte con un numero di anelli compreso fra 4 e 6, come "inquinanti prioritari" scelti per i seguenti motivi:

- Esistono evidenze di danni ed effetti nocivi rappresentativi degli IPA;
- È disponibile un cospicuo numero di informazioni;
- Sono presenti nella maggior parte delle miscele.

Se si escludono le operazioni di produzione dei singoli composti, gli IPA sono sempre presenti come miscele più o meno complesse e quindi nella valutazione dell'esposizione l'approccio obbligato è di esaminarli come miscele. Nell'uomo il rischio di entrare in contatto con gli IPA è legato all'ambiente, alle abitudini alimentari e di vita e all'attività professionale. Il consumo di alimenti contaminati o che contengono naturalmente IPA, inquinamento atmosferico e all'abitudine al fumo rappresentano le maggiori cause di esposizione non professionale (3, 4). Le attività lavorative associate a un'esposizione a IPA fin dai tempi antichi sono quelle che vedono la produzione e l'utilizzo di carbone, pece, catrame e bitume.

La terminologia utilizzata e la traduzione dall'inglese degli studi e trattati sugli IPA spesso non tengono conto del progresso tecnico utilizzando terminologie arcaiche o mal tradotte dall'inglese. In generale, alti livelli di esposizione professionale si possono verificare durante i processi di produzione e utilizzo del carbone e catrame di carbone, impregnazione legno/conservazione con creosoto, produzione di alluminio (metodo Söderberg), fabbricazione e uso elettrodi di grafite, occupazioni che prevedono esposizione a fuliggine, processi di produzione di gomma e uso di olii lubrificanti o da taglio. Tuttavia, il livello di esposizione a IPA e il profilo della miscela dipendono dall'industria, dal tipo di mansione e dalle condizioni di lavoro.

Tabella I. 16 IPA scelti come inquinanti prioritari

Struttura	Composto	Peso molecolare	Punto di fusione (°C)	Punto di ebollizione (°C) ¹⁴
	Naftalene	128,16	79	218
	Antracene	178,24	216	340
	Fenantrene	178,24	101	338
	Acerafilene	152,20	93	280
	Acerafene	154,211	95	279
	Fluorene	166,22	116	295
	Fluorantene	202,26	111	383
	pirene	202,26	156	393
	Benzo(a)antracene	228,30	162	435
	Crisene	228,30	256	441
	Benzo(b)fluorantene	252,32	168	481
	Benzo(a)pirene	252,32	177	496
	Benzo(k)fluorantene	252,32	217	480
	Indeno(1,2,3-cd)pirene	276,34	163,6	536
	Benzo(g,h,i)perilene	276,34	278	550
	Dibenzo(a,h)antracene	278,36	270	524

Normativa: Aria, Alimenti, Acqua

Aria

Il vigente D.Lgs. 155 del 2010 (5) e successive modifiche stabilisce un valore obiettivo di qualità dell'aria definito come la media annua di benzo(a)pirene stabilito al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, tale valore è di 1 ng/m³ su tutto il territorio nazionale.

Nel D.Lgs. 152 del 2007 (6) era stata introdotta la richiesta di misurare in almeno sette stazioni insieme al benzo(a)pirene altri 6 IPA (benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene) per poter valutare la costanza dei rapporti nel tempo e nello spazio tra il benzo(a)pirene stesso (considerato il marker dell'intera classe) e gli altri idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica.

Alimenti e acqua

Negli alimenti non sottoposti a trasformazione (lavorazione o trattamenti termici), la presenza di IPA è causata da contaminazione ambientale: deposizione di particolato atmosferico (es. su grano, frutta e verdure), assorbimento da suolo contaminato (es. patate), assorbimento da acque di fiume e di mare contaminate (es. mitili, pesci e crostacei).

Nell'ambito di uno studio francese sono stati misurati IPA (16 EPA) in 725 alimenti consumati abitualmente dalla popolazione ed è emerso che gli IPA maggiormente rilevati sono crisene (25.7%), benzo[b]fluorantene (15.0%) and benz[a]antracene (9.0%) (7).

Il regolamento (UE) N. 835/2011 (8) della commissione del 19 agosto 2011 riguarda i tenori massimi di IPA nei prodotti alimentari, i livelli riguardano il benzo(a)pirene e la somma di 4 IPA (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, crisene e benzo(b)fluorantene) espresse in µg/Kg in diverse categorie di alimenti. I livelli oscillano da un minimo di 1 µg/Kg (alimenti per bambini e lattanti) fino ad un massimo permesso di 6 µg/kg (molluschi bivalvi) per il benzo(a)pirene e da un minimo di 1 µg/Kg (alimenti per bambini e lattanti) fino ad un massimo permesso di 35 µg/Kg (molluschi bivalvi) per la somma dei 4 IPA.

Le concentrazioni delle acque superficiali oscillano fra 1 e 50 ng/l, con concentrazioni più elevate in alcune aree contaminate (9).

Recentemente è stato segnalato che i deflussi acquosi urbani dai parcheggi asfaltati o trattati con strati di catrame potrebbe essere causa di un riversamento di IPA in molti bacini negli Stati Uniti (10). In Italia il D.Lgs. n° 31 del 02/02/2001 stabilisce un valore limite di benzo(a)pirene in acque ad uso umano di 0.01 µg/l (11).

Classificazioni

UE

Il regolamento (CE) N. 1272/2008 (12) relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze assegna a 6 IPA il codice di identificazione del pericolo frase H350 (può provocare il cancro). Al

benzo(a)pirene è assegnata anche frase H340 (può provocare alterazioni genetiche) e classificazione 1B (si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali) ed indicazione che la classificazione come cancerogeno non è necessaria se si può dimostrare che la sostanza contiene benzo(a)pirene in percentuale inferiore allo 0,005% di peso/peso.

Di questi IPA, 5 sono compresi nell'elenco proposto dall'EPA (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(k)fluorantene, dibenzo(ah)antracene e benzo(b)fluorantene), invece il benzo(j)fluorantene è etichettato H350 ma non fa parte della miscela proposta.

Secondo la UE, questi idrocarburi sono da considerarsi traccianti in quanto la loro presenza negli ambienti di lavoro obbliga al rispetto della normativa per i cancerogeni prevista dal D.Lgs. 81/08.

IARC

Sostanze

IARC (Agenzia internazionale per la Ricerca sul Cancro) ha trattato gli idrocarburi policiclici aromatici in diverse e successive monografie.

La prima trattazione risale al 1973 (Vol. 3) (13) dove viene analizzata la cancerogenicità di 17 IPA, successivamente nei primi anni '80 l'argomento viene approfondito in 4 volumi (Vol. 32-35) (14-17) in cui si approfondiscono le caratteristiche di composti, miscele in cui sono presenti IPA ed attività lavorative.

Gli ultimi aggiornamenti sono avvenuti nel 2010 (Vol. 92) (18) e nel 2012 (Vol. 100F) (19) in cui per la prima volta viene assegnata cancerogenicità certa (Gruppo 1) ad un IPA, il benzo(a)pirene.

La decisione è stata presa sulla base di forti e numerose evidenze sperimentali di cancerogenicità in molte specie animali supportate da consistenti e coerenti evidenze meccanicistiche.

Ad oggi 3 IPA sono classificati probabili cancerogeni (2A) e 11 come possibili cancerogeni (2B).

L'inclusione del benzo(a)pirene nel Gruppo 1 non si basa su dati epidemiologici ma sul meccanismo di azione genotossico che coinvolge metaboliti altamente reattivi e specifici.

Il gruppo di lavoro riporta gli esiti di studi che evidenziano che il principale metabolita del benzo(a)pirene, il benzo(a)pirene dioloepossido è coinvolto nei meccanismi di tumorigenesi nel polmone e cute di topi. L'addotto anti-benzo(a)pirene-7,8-diolo-9,10-ossido-DNA induce mutazioni, nell'oncogene K-RAS e soppressione del gene TP53 nei tumori polmonari umani.

Probabilmente esistono differenti meccanismi di azioni possibili che operano *in vivo*; questi includono il coinvolgimento del recettore AhR, lo stress ossidativo, l'immutossicità ed eventi epigenetici. Sulla base di queste osservazioni si afferma che il benzo(a)pirene contribuisce agli effetti genotossici e cancerogeni dati dall'esposizione occupazionale a miscele complesse di IPA contenenti benzo(a)pirene (19, 20).

Si potrebbe ipotizzare che le evidenze di cancerogenicità per il benzo(a)pirene sono strettamente legate al fatto che è l'idrocarburo di gran lunga più studiato rispetto agli altri IPA.

Attività lavorative

Negli anni '80 gli esperti IARC hanno effettuato varie rassegne di studi epidemiologici in soggetti professionalmente esposti a IPA (Vol. 33, 34, 35) (15-17).

La valutazione dell'esposizione professionale era basata su (i) professione, (ii) processo industriale, (iii) sostanze usate. Data la lunga latenza tra inizio dell'esposizione e cancro, questi lavoratori erano stati esposti soprattutto durante la prima metà del secolo, quando le misure delle esposizioni professionali erano limitate e poco raffinate e le condizioni di lavoro grandemente differenti da quelle odierne.

Tabella II. Classificazione IARC delle attività lavorative in cui è prevista esposizione a IPA e miscele contenenti IPA

	Gruppo 1	Gruppo 2A	Gruppo 2B	Gruppo 3
Produzione di alluminio	X			
Iron steel founding	X			
Gassificazione del carbone	X			
Produzione coke	X			
Esposizione a bitume nelle operazioni di copertura		X		
Operazioni di pulizia dei camini	X			
Esposizione a bitume nelle operazioni di pavimentazione stradale			X	
Esposizione a bitume nelle operazioni stesura guaine			X	
Carburante per aerei				X
Catrame di carbone	X			
Creosoto		X		
Combustioni domestiche	X			
Fuliggine	X			
Fumo di sigaretta	X			
Benzina			X	
Gasolio				X
Greggio		X		
Carburante per aerei				X
Catrame di carbone	X			
Carbon black			X	
Olii minerali				
Altamente raffinati				X
Mediamente raffinati	X			
Non trattati	X			
Pece di catrame di carbone	X			
Polvere di carbone				X
Scarico motori benzina			X	
Scarico motori diesel	X			
Olio di scisto (Shale oils)	X			
Solventi derivati del petrolio				X

Un' aumentata incidenza di rischio fu trovata negli operai impiegati nell'industria del carbon coke (polmone), dell'alluminio (polmone e vescica) e nelle fonderie di acciaio (polmone), processi industriali che furono quindi considerati come cancerogeni certi (Gruppo 1), insieme con catrame, pece di carbon fossile, shale oils, oli minerali poco o non trattati e fuliggine.

Dal 2009 ad oggi sono state fatte alcune revisioni di quei volumi ed in seguito alla valutazione degli studi degli ultimi anni si è arrivati a confermare la cancerogenicità delle attività professionali in studio, evidenziandone la sede e le evidenze di genotossicità.

Le ultime revisioni hanno apportato modifiche sulle classificazioni di alcune sostanze contenenti IPA:

- Il bitume e il carbon black sono passate dal gruppo 3 al gruppo 2A e 2B (Vol. 93; Vol. 103) (21, 22).
- Le emissioni di carbone domestico sono state inserite nel Gruppo 1 (Vol. 95, 100E) (23, 24).
- Infine alle emissioni degli autoveicoli è stata associata cancerogenicità certa per i motori Diesel (Gruppo 1) e probabile per i motori a benzina (Gruppo 2B) (Vol. 105) (25).

È opportuno differenziare le esposizioni sulla base delle situazioni in cui gli IPA sono intenzionalmente presenti nei processi oppure se sono prodotti secondari generati da cicli produttivi. Inoltre in entrambi i casi pur essendo gli IPA i principali imputati non bisogna tralasciare le esposizioni ad altre sostanze che caratterizzano situazioni espositive complesse come quelle industriali.

ACGIH, NIOSH, OSHA

Le principali Agenzie Internazionali Americane di Salute e Sicurezza sul Lavoro non propongono limiti per i singoli IPA o miscele di esse ma trattano di composti il cui uso o lavorazione può portare ad esposizione a IPA.

L' American Conference of Governmental Hygienists (ACGIH) (26) classifica i singoli IPA, in particolare il benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e il benzo(a)pirene come A2 (cancerogeno sospetto per l'uomo) e il crisene A3 (cancerogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo) indicando che l'esposizione dovrebbe essere attentamente controllata per mantenere i livelli più bassi possibili, senza dunque indicare alcun limite.

Discorso a parte merita il naftalene, classificato A4 e per cui è proposto un TWA di 10ppm; nell'ultima edizione del 2013 viene proposta la modifica a 15 ppm.

Per il catrame e la pece di carbone (coal tar and pitch volatiles), classificati A1, è proposto un TWA di 0.2 mg/m³ per ACGIH e OSHA e 0.1 mg/m³ per NIOSH inteso come frazione aerosol solubile in benzene.

Le tecniche di quantificazione normalmente utilizzate partono dal presupposto che gli IPA dispersi o adsorbiti su particolato atmosferico, unitamente ad altre sostanze di interesse, siano solubili in alcuni solventi organici.

Un esempio classico è quello che porta ad esaminare la frazione nota come benzene soluble fraction (BSF), nella quale il particolato depositato sulla membrana di campionamento è estratto con benzene. La differenza in peso, prima e dopo l'estrazione rapportata al volume di aria campionato, fornisce la misura di IPA e altri composti "estraibili in benzene".

Ad esempio per il carbon black (A3) si fa riferimento al metodo NIOSH (5000) del 1994 (27) e OSHA (ID196) del 2007 (28). Il metodo NIOSH è una misura gravimetrica aspecifica, mentre il più recente metodo dell'OSHA prevede un trattamento della membrana con tetraidrofurano, rideposizione su filtro in fibra di quarzo e trattamenti termici (a 150°C e 600°C), in questo modo si eliminano gli altri inquinanti di tipo organico.

Inoltre si puntualizza che se si sospetta siano presenti IPA si deve procedere alla misura degli stessi con i metodi a loro dedicati.

Per il catrame e pece di carbone il metodo di riferimento è OSHA 58 del 1986 (29) che si basa sulla deposizione di particolato su cassette contenenti filtri in fibra di vetro. I filtri vengono analizzati dopo estrazione con benzene e determinazione gravimetrica della frazione solubile in benzene (BSF). Se il BSF supera il limite di esposizione permesso (PEL, 0.2 mg/m³) appropriata, allora il campione è analizzato mediante HPLC con determinazione fluorescenza per determinare la presenza di IPA aereo dispersi selezionati.

La procedura è di tipo gravimetrico ed è caratterizzata da notevoli interferenze in quanto viene misurato tutto ciò che è solubile in benzene, anche di origine e composizione chimica diverse dagli IPA e a volte anche estraneo dalle lavorazioni oggetto di monitoraggio.

Per quanto riguardano i singoli idrocarburi o miscele di esse, non esistono limiti definiti ed inoltre nell'analisi di miscele è importante caratterizzare e definire la miscela stessa.

Come già detto esistono liste di IPA la cui determinazione è raccomandata, la lista proposta dall'EPA ad esempio si limita a idrocarburi a medio/alto peso molecolare, considerati sospetti cancerogeni (eccetto che il Benzo(a)Pirene) e quindi non è possibile acquisire dati sulla presenza e rilevanza quantitativa di composti più leggeri presenti in quantità anche elevate nelle miscele di IPA.

DFG

La Deutsche Forschungsgemeinschaft (30) dedica agli IPA un paragrafo all'interno del capitolo cancerogeni. Gli IPA vengono definiti come una miscela estremamente complessa che possono contenere in proporzioni molto diverse componenti cancerogeni e sostanze che promuovono lo sviluppo dei tumori.

In seguito agli effetti cancerogeni riportati da studi epidemiologici riferiti agli IPA, l'esposizione professionale a: catrame, pece di catrame ed alle emissioni di forni a carbone è stata inserita nella categoria 1. Riguardo agli effetti correlati all'esposizione di altre miscele come es: emissioni di motori a benzina, l'uso di oli per motori, olii da taglio e bitume, si afferma che non esistono studi dettagliati, tuttavia se durante le operazioni si dimostra un'esposizione a sostanze che sono state dimostrate essere cancerogene in studi sperimentali (come antantrene, benzo[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[j]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[b]nafto[2,1-d]tiofene, benzo[a]pirene, crisene, ciclopenta[cd]pirene, dibenz[a,h]antracene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,h]pirene, dibenzo[a,i]pirene, di-

benzo[a,l]pirene, indeno[1,2,3-cd]pirene, 1-metilpirene, naftalene) le miscele devono essere maneggiate come sostanze di categoria 2.

L'agenzia afferma che sarà possibile stabilire una più chiara relazione quantitativa tra l'esposizione e un aumento del rischio di cancro quando saranno disponibili dati più precisi circa le composizioni delle miscele specifiche.

Interessante riportare la notazione circa l'emissione dei motori diesel, l'agenzia li classifica in categoria 2 segnalando tuttavia che gli studi epidemiologici su cui si basano le valutazioni risalgono al 2007 e si basano su motori diesel "vecchio tipo". A causa degli avanzamenti tecnologici le emissioni sono cambiate significativamente in qualità e quantità, per cui sarà necessaria una rivalutazione del caso.

Nel volume DFG del 2004 c'era un TWA per il benzo(a)pirene pari a 5 mg/m³ nei processi di produzione di pece e operazioni vicini a forni a carbone (coke oven) e di 2 mg/m³ negli altri ambienti di lavoro. Tuttavia nei successivi volumi l'indicazione è stata omessa.

Fattori di Tossicità Equivalenti (TEF)

Diversi approcci sono stati adottati per ottenere una valutazione più accurata del potenziale rischio di esposizione ad una miscela complessa di IPA usando fattori di tossicità equivalente sulla base del benzo(a)pirene (31-36).

Il concetto dei Fattori di Tossicità Equivalente (TEF) sono stati utilizzati dalla US EPA per la valutazione del rischio di dibenzodiossine e dibenzofurani clorurati. Anche se i dati relativi agli IPA non soddisfano tutti i criteri per l'uso di TEF nel 1984 c'è stato un tentativo di determinare una sorta di potenza ponderale nella valutazione della cancerogenicità degli IPA (37) (Tab. III).

Nel primo approccio da parte dell'EPA gli IPA sono stati divisi in due classi, ossia cancerogeni e non-cancerogeni. Il benzo(a)pirene è stato usato come composto di riferimento per cui un TEF di 1 è assegnato agli IPA con caratteristiche cancerogene mentre un TEF pari a 0 a quelle non cancerogene. Tuttavia le informazioni disponibili indicano che esistono altri composti probabilmente cancerogeni meno potenti del benzo(a)pirene e che l'approccio dell'EPA rischia di over stimarne il rischio.

Dopo questo tentativo, sono stati condotti altri studi proposti da Chu and Chen (38) e Clement (35). In seguito Nisbet e LaGoy (33), hanno completato la nuova lista dei TEF seguendo le evidenze disponibili sulla potenza relativa dei singoli IPA.

Il set di valori proposti presentati da Nisbet (33) è basato sugli stessi studi valutati da Clement (35) nei quali uno o più IPA sono testati simultaneamente insieme al benzo(a)pirene nel medesimo saggio (carcinoma nei polmoni dei ratti esposti a somministrazione intraplomonari ecc). Gli autori notano che ci sono alcune incertezze associate a determinate miscele di IPA e che possono avere effetti sulla cancerogenicità per differenze di biodisponibilità, competizione con siti di legame, azione co cancerogena o metabolismo.

Lo sviluppo e la creazione di TEF per IPA potrebbe aiutare nella caratterizzazione precisa del cancerogeno e delle proprietà di una miscela.

Infatti, utilizzando le equazioni proposte, l'equivalenza tossica (TEQ) si può calcolare utilizzando la seguente formula:

$$\text{BaPeqi} = \sum \text{PAHi} \times \text{TEFi} \quad \text{e} \quad \text{TEQ} = \sum (\text{PAHi} \times \text{TEFi})$$

Dove la concentrazione equivalente di benzo(a)pirene (BaPeqi) è data dalla concentrazione del congenere per il suo TEF (39).

Tabella III. TEF proposti per gli IPA

	US-EPA 1984 [37]	Chu and Chen et al., 1984[3]	Clement et al., 1988 [35]	Nisbet and Lagoy 1992[33]	US-EPA, 1993 [40]
Naftalene	0			0.001	
Acenafilene	0			0.001	
Acenaftalene	0			0.001	
Fluorene	0			0.001	
Antracene	0		0.32	0.01	
Fenantrene	0			0.001	
Fluorantene	0			0.001	
Pirene	0		0.08	0.001	
Benzo(a)antracene	1	0.013	0.15	0.1	0.1
Crisene	1	0.001	0	0.01	0.001
Benzo(b)fluorantene	1	0.08	0.14	0.1	0.1
Benzo(k)fluorantene	1	0.004	0.07	0.1	0.01
Benzo(a)pirene	1	1	1	1	1
Dibenzo(a,h)antracene	1	0.69	1.1	1	1
Benzo(g,h,i)perilene	0		0.02	0.01	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1	0.017	0.23	0.1	0.1

Nel 1993, US-EPA ha sviluppato nuovi TEF (40) sulla base della potenza relativa dei singoli IPA rispetto al benzo(a)pirene. Questi TEF vengono utilizzati per la normalizzazione degli slope factor orali o per inalazioni calcolati dall'EPA.

Anche la mutagenicità dei singoli IPA è riferita al benzo(a)pirene e può essere valutata usando fattori equivalenti di mutagenicità (MEF) proposti da Durant et al. (31, 32). L'attività mutagena, anche se non è uniformemente associata ai tumori, può avere implicazioni per altri effetti non cancerosi come le patologie polmonari.

TEF e MEF in combinazione con le misure di concentrazioni nell'aria sono stati usati per il calcolo della tossicità equivalente di cancerogenicità (TEQ espressa in ng/m^3) (41-43).

L'assegnazione dei TEF per gli IPA può aiutare alla caratterizzazione delle proprietà cancerogene di singole miscele di IPA.

Questo tipo di approccio è senza dubbio importante e anche se non è stato più ripreso, almeno a nostra conoscenza, potrebbe essere utile soprattutto nella valutazione degli interventi preventivi e nel confronto fra i livelli di rischio esistenti tra le differenti tipologie di lavorazioni.

Discussione

L'esposizione a IPA rappresenta una questione che vede origini lontane nel tempo e allo stesso modo è di particolare attualità sia dal punto di vista professionale che dal punto di vista dell'ambiente generale.

Proprio la sua origine "antica" è alla base di confusioni terminologiche e sulla caratterizzazione delle attività in quanto spesso ci imbattiamo in documenti o lavori scientifici con termini arcaici o processi produttivi e tecnologici oramai superati.

L'aggiornamento IARC del 2010 (18) ha, per la prima volta, classificato un IPA come cancerogeno certo, basandosi essenzialmente su informazioni di tipo meccanicistico fondate su un vasto numero di studi effettuati sul benzo(a)pirene.

I meccanismi di azione coinvolti si basano su specifiche conformazioni stereo-specifiche strutturali o sulla formazione di metaboliti responsabili della produzione di specie reattive dell'ossigeno. Evidenze dimostrano che tali interazioni possono appartenere anche ad altri IPA e non si esclude un'espansione della lista dei cancerogeni certi ad altri IPA.

Infatti se si osserva il numero degli studi considerati da IARC per il benzo(a)pirene si nota che si tratta di un numero decine di volte superiore rispetto agli studi disponibili per gli altri IPA classificati ad oggi come cancerogeni probabili o possibili.

Recenti aggiornamenti sono stati fatti anche riguardo l'inquadramento delle attività lavorative che comportano esposizione a IPA, in questi casi è opportuno ricordare che si tratta di attività produttive complesse in cui sono presenti molteplici sostanze potenzialmente cancerogene e anche se l'esposizione a IPA è la fonte espositiva prevalente e più studiata, altre sostanze concorrono a caratteriz-

zare gli ambiente di lavoro e alla classificazione delle attività come cancerogene.

Per quanto riguarda la classificazione di tutte le sostanze catramose o contenenti carbone esiste una dettagliata suddivisione, come riportata in tabella II. In questo caso più che in altri è necessario prestare attenzione alla terminologia e alle traduzioni dall'inglese. Ad esempio, il termine bitume (negli USA spesso chiamato asphalt) non deve essere confuso con l'asfalto, che si riferisce ad una miscela di bitume (4-10% in peso), sassi e sabbia.

Sarebbe utile trattare in dettaglio le varie attività lavorative e l'esposizione a miscele o sostanze carboniose o catramose con la scopo di illustrarne evidenze e cercare di caratterizzare le diverse miscele di IPA.

Quello della determinazione delle miscele caratterizzanti è un problema di attuale importanza, i correnti 16 IPA proposti si limitano a idrocarburi a medio/alto peso molecolare, considerati sospetti cancerogeni e quindi non è possibile acquisire dati sulla presenza e rilevanza quantitativa di composti più leggeri presenti in quantità anche elevate nelle miscele di IPA.

Il numero delle miscele indagate è di fondamentale importanza anche per effettuare un opportuno confronto fra realtà espositive studiate e variazioni nel tempo.

Altro aspetto importante da considerare è quello della definizione della miscela a partire dalla metodica del prelievo (che può essere su particolato o fase gassosa) e da quella dell'analisi vera e propria.

Una definizione di questo tipo consentirebbe una migliore comprensione del problema dell'esposizione alle miscele di IPA, poiché la diversa fase comporta diverso assorbimento e conseguente tossicità.

Collegato al problema delle miscele vi è quello dell'approfondimento delle lavorazioni e della scelta dell'idoneo approccio di valutazione dell'esposizione e dell'individuazione di lavorazioni che inglobano la contemporanea esposizione ad altri fattori di rischio quali ad esempio i raggi UV, il calore o altri composti chimici.

Altra questione controversa è la mancanza di valori limite specifici per miscele o per singoli idrocarburi negli ambienti di lavoro. I valori proposti dalle diverse Agenzie (soprattutto americane) fanno riferimento a particolari situazioni espositive, ad es. carbon black, bitume, pece ecc e propongono limiti misurati con metodi datati e aspecifici che non si riferiscono direttamente agli IPA e per questo non sempre interpretati correttamente.

Il tentativo di attribuzione di TEF ai vari IPA con riferimento al benzo(a)pirene può essere a nostro avviso una importante risorsa soprattutto nella valutazione degli interventi preventivi e nel confronto fra i livelli di rischio esistenti tra le differenti tipologie di lavorazioni.

Bibliografia

- 1) ATDSR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile For Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, U.S. Department Of Health And Human Services, 1995.
- 2) EPA, United States Office of Environmental Protection Agency Washington, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), January 2008.
- 3) Simko P. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in

- smoked meat products and smoke flavouring food additives. *J Chromatogr* 2002; B 770 : 3-18.
- 4) Bostrom CE, Gerde P, Hanberg M, Jernstrom B, Johansson C, Kyrklund T, Rannung A, Tornqvist M, Victorin K, Westerholm R, Cancer risk assessment, indicators and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environ Health Perspect* 2002; 110: 45-489.
 - 5) Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".
 - 6) Decreto Legislativo 3 agosto 2007, n. 152 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".
 - 7) Veyrand B, Sirot V, Durand S, Pollono C, Marchand P, Dervilly-Pinel G, Tard A, Leblanc JC, Le Bizet B. Human dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: Results of the second French Total Diet Study. *Environ Int* 2013; 31: 11-17.
 - 8) Regolamento (Ue) N. 835/2011 Della Commissione del 19 agosto 2011 che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 per quanto riguarda i tenori massimi di idrocarburi policiclici aromatici nei prodotti alimentari.
 - 9) IPCS, 1998. Selected Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Environmental Health Criteria* 202. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva.
 - 10) Mahler BJ, Metre PC, Crane JL, Watts AW, Scoggins M, Williams ES. Coal-tar-based pavement sealcoat and PAHs: implications for the environment, human health, and stormwater management. *Environ Sci Technol* 2012; 46: 3039-3045.
 - 11) Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano". (G.U. 3 marzo 2001, n. 52).
 - 12) Regolamento (Ce) N. 1272/2008 Del Parlamento Europeo E Del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/200.
 - 13) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 3 Certain Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Heterocyclic Compounds 1973.
 - 14) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 32 Polynuclear Aromatic Compounds, Part 1: Chemical, Environmental and Experimental Data, 1983.
 - 15) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 33 Polynuclear Aromatic Compounds, Part 2: Carbon Blacks, Mineral Oils (Lubricant Base Oils and Derived Products) and Some Nitroarenes 1984.
 - 16) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 34 Polynuclear Aromatic Compounds, Part 3: Industrial Exposures in Aluminium Production, Coal Gasification, Coke Production, and Iron and Steel Founding, 1984.
 - 17) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 35 Polynuclear Aromatic Compounds, Part 4: Bitumens, Coal-Tars and Derived Products, Shale-Oils and Soots 1985.
 - 18) International Agency for Research on Cancer (IARC), Volume 92 Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. 2010.
 - 19) Volume 100F, A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations, 2012.
 - 20) Xue W, Warshawsky D. Metabolic activation of polycyclic and heterocyclic aromatic hydrocarbons and DNA damage: a review. *Toxicol Appl Pharmacol* 2005; 206: 73-93.
 - 21) International Agency for Research on Cancer (IARC), Vol. 93, Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc, 2010.
 - 22) International Agency for Research on Cancer (IARC), Vol. 103, Bitumens and Bitumen Emissions, and Some N- and S-Heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, 2013.
 - 23) International Agency for Research on Cancer (IARC), Vol. 95, Household Use of Solid Fuels and High-temperature Frying, 2010.
 - 24) International Agency for Research on Cancer (IARC), Vol. 100E, A Review of Human Carcinogens: Personal Habits and Indoor Combustions, 2012.
 - 25) International Agency for Research on Cancer (IARC), Vol. 105: diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes, 2012.
 - 26) ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienist, TLVs and Biological Exposure Indices 2013.
 - 27) The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Manual of Analytical Methods (NMAM), Carbon Black, NIOSH 5000, 1994.
 - 28) Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Carbon Black In Workplace Atmospheres, OSHA ID 196, 2007.
 - 29) Occupational Safety & Health Administration (OSHA), Coal tar pitch volatiles, OSHA 58,
 - 30) Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT value 2013. Commission for the investigation of health hazards of chemical compounds in the work area.
 - 31) Durant J, Lafleur A, Busby W, Donhoffner L, Penman B, Crespi C. Mutagenicity of C24H14 PAH in human cells expressing CYP1A1. *Mutat Res-Genet Toxicol E M* 1999; 446: 1-14.
 - 32) Durant J, Busby W, Lafleur A, Penman B, Crespi C. Human cell mutagenicity of oxygenated, nitrated and unsubstituted polycyclic aromatic hydrocarbons associated with urban aerosols. *Mutat Res-Genet Tox* 1996; 371: 123-157
 - 33) Nisbet I, LaGoy P. Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Regul Toxicol Pharmacol RTP* 1992; 16: 290-300.
 - 34) Chu MML, Chen CW. Evaluation and estimation of potential carcinogenic risks of polynuclear aromatic hydrocarbons. Presented at the Symposium on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Workplace; Pacific Rim Risk Conference: Honolulu, HI, USA, 1984.
 - 35) Clement Associates, Inc. (Clement). Comparative potency approach for estimating the cancer risk associated with exposure to mixtures of polycyclic aromatic hydrocarbons (Interim final report). Prepared for EPA under contract 68-02-4403. ICF-Clement Associates, Fairfax, VA, 1988.
 - 36) Collins J, Brown J, Alexeeff G Salmon, A. Potency equivalency factors for some polycyclic aromatic hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbon derivatives. *Regul Toxicol Pharmacol* 1998; 28: 45-54.
 - 37) USEPA Environmental Protection Agency, 1984 USEPA Environmental Protection Agency Carcinogen assessment of coke oven emissions Final Report US Environmental Protection Agency (1984).
 - 38) Petry T, Schmid P, Schlatter C. The use of toxic equivalency factors in assessing occupational and environmental health risk associated with exposure to airborne mixtures of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Chemosphere* 1996 Feb; 32(4): 639-48.
 - 39) Zhu Y, Yang L, Yuan Q, Yan C, Dong C, Meng C, Sui X, Yao L, Yang F, Lu Y, Wang W. Airborne particulate polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) pollution in a background site in the North China Plain: concentration, size distribution, toxicity and sources. *Sci Total Environ* 2014 Jan 1; 466-467: 357-68.
 - 40) USEPA 1993. Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. EAP/600/R-93/089.
 - 41) Ohura T, Amagai T, Fusaya M, Matsushita H. Polycyclic aromatic hydrocarbons in indoor and outdoor environments and factors affecting their concentrations. *Environ Sci Technol* 2004; 38: 77-83.
 - 42) Ohura T, Noda T, Amagai T, Fusaya M. Prediction of personal exposure to PM 2.5 aid carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons by their concentrations in residential microenvironments. *Environ. Sci Technol* 2005; 39: 5592-5599.
 - 43) Nielsen T, Jørgensen H, Larsen J, Poulsen M. City air pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons and other mutagens: occurrence, sources and health effects. *Sci Total Environ* 1996; 189: 41-49.

Giovanni Nicoletti, Tommaso Pellegatta

Le infezioni della mano in ambito lavorativo

Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze Clinico-Chirurgiche Diagnostiche e Pediatriche, Unità di Chirurgia Plastica
Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, Istituto di Pavia, U.O. di Chirurgia Plastica e Ricostruttiva

RIASSUNTO. Le infezioni della mano, nonostante il notevole decremento della loro incidenza grazie al maggiore uso di protezioni nell'ambiente di lavoro e a una corretta educazione professionale, rimangono un problema di grande attualità. Se la terapia medica ha recentemente guadagnato nuovi, rivoluzionari e potenti mezzi di cura, la terapia chirurgica non ha in alcun modo perso la sua validità ed insostituibilità: pertanto le moderne strategie terapeutiche si fondano su un tempestivo ed integrato approccio medico e chirurgico. Da una approfondita analisi della letteratura corrente e dall'esperienza maturata in Centri Ospedalieri di grande tradizione, italiani e stranieri, gli Autori hanno elaborato una comprensiva trattazione delle infezioni della mano in ambito lavorativo, con una presentazione di agenti eziologici, quadri anatomopatologici e clinici in relazione ai presidi terapeutici, medici e chirurgici, più appropriati.

Parole chiave: infezioni della mano, incisioni chirurgiche, infezioni in ambito lavorativo.

ABSTRACT. *Hand infections still are a major issue, despite a remarkable decrease in their incidence has been reported due to the increasing in the use of protections in the work environment and a proper professional education. On one hand, medical therapy offered new, revolutionary and powerful devices, on the other one, surgical therapy still is an efficient and unique treatment modality. Therefore, modern therapeutic strategies are based on a combined approach of medicine and surgery. From an exhaustive analysis of the present literature and based on Italian and international long-tradition hospitals' experience, Authors present an extensive discussion about occupational hand infections. It includes a presentation of aetiological agents, anatomo-pathological and medical cases in relation to most suitable medical and surgical therapeutic devices.*

Key words: *hand infections, surgical incisions, occupational infections.*

Introduzione

Nonostante il notevole decremento della loro incidenza grazie all'adozione di maggiori cautele e protezioni nell'ambiente di lavoro (1), le infezioni della mano (2, 3) rimangono un problema di grande attualità (4). Le moderne strategie terapeutiche si basano su un tempestivo apporto medico-chirurgico combinato.

Soltanto mediante tale tipo di trattamento terapeutico è possibile ottenere buoni risultati in un distretto la cui complessa anatomia topografica rende l'approccio particolarmente impegnativo, con evidenti vantaggi nella cura della mano, fondamentale nello svolgimento delle attività della vita quotidiana, di relazione e lavorativa.

L'articolo si propone di illustrare le professioni maggiormente a rischio per le infezioni della mano, esporre i quadri anatomopatologici e clinici relativi ai singoli agenti eziologici ed illustrare i presidi terapeutici, medici e chirurgici, più appropriati per ogni singolo caso.

Principi generali

Per impostare un corretto trattamento, occorre tenere in considerazione due aspetti: la conoscenza di elementi di microbiologia al fine di un trattamento farmacologico razionale e la conoscenza approfondita dell'anatomia topografica della mano per un corretto inquadramento clinico ed anatomopatologico e il conseguente approccio chirurgico (5).

Al trattamento antibiotico eseguito sulla scorta dell'antibiogramma si accompagna infatti il trattamento chirurgico, da praticare quando la raccolta purulenta sia ben delimitata: le cosiddette "incisioni di drenaggio" vanno orientate in modo da consentire la più ampia evacuazione, riducendo al minimo le lesioni sulle aree sensitive e la costituzione di cicatrici che possano essere causa di retrazioni inabilitanti od inestetiche. L'intervento va effettuato in anestesia generale o tronculare. L'anestesia per infiltrazione locale è pericolosa e di scarsa efficacia in questi casi, in quanto favorisce la diffusione per via linfatica ed ematica dell'infezione, oltre ad incontrare forti resistenze alla diffusione in tessuti già edematosi. Le incisioni vanno generalmente lasciate aperte e la riparazione chirurgica ha luogo quando il processo infettivo è completamente spento.

Dopo l'intervento la mano va immobilizzata in atteggiamento funzionale per il minimo tempo necessario alla guarigione del processo infettivo per essere poi sottoposta a graduale ma intenso ciclo di riabilitazione motoria.

Modalità di trasmissione delle infezioni occupazionali

- Le modalità con cui avviene la trasmissione delle infezioni occupazionali sono diverse a seconda della mansione svolta, delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e dei microrganismi implicati. È opportuno distinguere due diverse tipologie di rischio biologico in ambito occupazionale:
- **rischio biologico generico:** presente in tutti gli ambienti di lavoro;

- **rischio biologico specifico:** proprio della mansione svolta, a sua volta distinguibile in:
 - **rischio biologico deliberato:** si manifesta quando una determinata attività prevede l'uso deliberato, intenzionale, di agenti biologici, come ad esempio l'utilizzo di un microrganismo nella produzione di generi alimentari; in tal caso l'agente biologico è ben noto e viene intenzionalmente introdotto nel ciclo lavorativo per esservi trattato, manipolato, trasformato o per sfruttarne le proprietà biologiche.
 - **rischio biologico potenziale:** deriva da un'esposizione potenziale e non intenzionale ad agenti biologici, come ad esempio la raccolta dei rifiuti o alcune attività agricole.

Nella tabella I sono sintetizzate le attività lavorative e gli agenti biologici che possono dar luogo ad infezioni della mano.

Tabella I

ATTIVITÀ LAVORATIVA	AGENTI BIOLOGICI DI PIÙ FREQUENTE RISCONTRO
<p>Allevamenti</p> <p>Il rischio biologico è rappresentato dal contatto con agenti patogeni trasmissibili dagli animali, presenti nelle deiezioni animali e dalla presenza di insetti, possibili veicoli di microrganismi</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi <ul style="list-style-type: none"> – Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> – Enterobacteriaceae • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> – Bacillaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> – Micrococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> – Mycobacteriaceae
<p>Coltivazione e raccolto, contatto con la terra (bonifica), giardinieri</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di contatto con terreni potenzialmente contaminati</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> – Bacillaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> – Enterobacteriaceae
<p>Mattatoi, macelli</p> <p>Il rischio biologico è rappresentato dal contatto con agenti patogeni trasmissibili dagli animali, presenti nelle deiezioni animali e dalla presenza di insetti, possibili veicoli di trasmissione</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi <ul style="list-style-type: none"> – Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> – Enterobacteriaceae
<p>Servizi Veterinari</p> <p>Il rischio biologico è rappresentato dal contatto con agenti patogeni trasmissibili dagli animali, presenti nelle deiezioni animali e dalla presenza di insetti, possibili veicoli di trasmissione</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi: <ul style="list-style-type: none"> – Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> – Enterobacteriaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> – Micrococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> – Mycobacteriaceae
<p>Imprese di pulizia</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di contatto con materiali infetti di diversa origine</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi: <ul style="list-style-type: none"> – Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> – Enterobacteriaceae • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> – Bacillaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> – Micrococcaceae – Streptococcaceae

Tabella I (segue)

ATTIVITÀ LAVORATIVA	AGENTI BIOLOGICI DI PIÙ FREQUENTE RISCONTRO
<p>Lavoratori di ospedali, case di cura, ambulatori, studi dentistici, servizi di assistenza domiciliare e sociale. Studenti professioni sanitarie</p> <p>Il rischio biologico dipende dall'ambiente (6-8) a causa del fenomeno della selezione batterica dovuto all'ampio uso degli antibiotici, per la possibilità di trasmissione crociata tra malati, mediata dal personale sanitario, per la prevalenza di soggetti debilitati (9)</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi: <ul style="list-style-type: none"> - Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae - Streptococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> - Mycobacteriaceae
<p>Lavoratori stabulari</p> <p>Il rischio biologico è rappresentato dal contatto con agenti patogeni trasmissibili dagli animali, per quanto notevolmente ridotto se paragonato a quello degli addetti all'allevamento del bestiame</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi: <ul style="list-style-type: none"> - Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> - Bacillaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae - Streptococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> - Mycobacteriaceae
<p>Cosmetologi, addetti pedicure, parrucchieri</p> <p>L'esposizione ad agenti biologici avviene mediante contatto diretto con fonti di contaminazione o attraverso contatto col sangue</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae - Streptococcaceae
<p>Addetti impianti di depurazione acque di scarico; rifiuti solidi; rifiuti agricoli</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di contatto con materiali infetti di diversa origine</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> - Bacillaceae
<p>Restauratori, addetti manutenzione edifici</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di entrare in contatto con batteri derivanti dal deterioramento dei materiali edili</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> - Bacillaceae
<p>Manutenzione impianti fognari</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di contatto con materiali infetti di diversa origine</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae - Streptococcaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae
<p>Lavoratori di comunità scolastiche</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di entrare quotidianamente in contatto con bambini che possono essere affetti da diverse patologie</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> - Mycobacteriaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae
<p>Ricerca e produzione di vaccini Ricerca e produzione di farmaci Laboratori analisi</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla necessità di maneggiare materiale infetto e colture cellulari.</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi aerobi: <ul style="list-style-type: none"> - Pseudomonadaceae • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae • Cocchi Gram positivi <ul style="list-style-type: none"> - Micrococcaceae - Streptococcaceae • Actinomiceti e organismi correlati <ul style="list-style-type: none"> - Mycobacteriaceae
<p>Tattamento rifiuti</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di contatto con materiali infetti di diversa origine</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gram negativi anaerobi facoltativi <ul style="list-style-type: none"> - Enterobacteriaceae • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> - Bacillaceae
<p>Minatori, speleologi</p> <p>Il rischio biologico deriva dalla possibilità di entrare in contatto con batteri derivanti dall'ambiente circostante</p>	<p>Batteri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bastoncelli e cocchi con endospore <ul style="list-style-type: none"> - Bacillaceae

Quadri anatomopatologici e clinici

In funzione del quadro anatomopatologico le infezioni della mano si classificano, in

- **pateruccio**
 - o superficiale(localizzato in uno degli strati della cute)
 - o profondo(localizzato nel tessuto sottocutaneo)
- **flemmone**
 - o superficiale (localizzato in uno degli strati della cute)
 - o profondo (localizzato negli spazi cellulari o nelle guaine)
- **infezione dello spazio del Parona**
- **osteomielite secondaria**
- **artrite**
 - o digitale
 - o radiocarpica
- **linfangite acuta**

Pateruccio

Si intende con tale termine l'infezione delle parti molli delle dita.

L'eziologia del pateruccio è costantemente riferibile a germi piogeni.

Pateruccio superficiale

1. *Eritematoso*
2. *Flittenoide*
3. *Periungueale*
4. *Sottoungueale*
5. *Antracoide*

Il *pateruccio superficiale eritematoso* rappresenta la fase iniziale del processo infettivo e si manifesta con i segni classici dell'inflammatione acuta: rossore, gonfiore, dolore pulsante spontaneo e provocato dalla pressione. Si può localizzare in qualsiasi punto della superficie digitale, ma più comunemente si reperisce sul versante volare della falange distale, regione più frequentemente esposta ai comuni traumi. Può spontaneamente regredire nell'arco di tre, quattro giorni, ovvero può evolvere verso la costituzione di una raccolta purulenta.

In questa fase è indicato un tempestivo trattamento locale consistente nell'accurata disinfezione con un antisettico, medicazioni quotidiane con un antibiotico topico ad ampio spettro, talora in associazione con un antinfiammatorio e bendaggio. Per via generale può essere opportuna la somministrazione di un antibiotico ad ampio spettro a prevalente tropismo cutaneo.

Il *pateruccio superficiale flittenoide* è rappresentato da una raccolta purulenta in sede dermo-epidermica. Come il pateruccio eritematoso, di cui costituisce una varietà evolutiva, può localizzarsi in qualsiasi punto della superficie del dito. La sintomatologia soggettiva è silente, né si apprezza obiettivamente risentimento funzionale. Tale dato è di estrema importanza per la diagnosi differenziale tra il pateruccio superficiale propriamente detto e l'estrinsecazione superficiale di un pateruccio profondo in via di risoluzione sponta-

nea tramite un tragitto fistoloso (ascesso a bottone di camici). In quest'ultima circostanza, infatti, sono apprezzabili i caratteristici segni dell'infezione profonda.

Il trattamento è chirurgico e medico. Il drenaggio chirurgico si avvale di una semplice incisione del tetto della raccolta e successive medicazioni con antisettici e bendaggi sterili. È opportuno praticare un esame colturale ed un antibiogramma sul materiale evacuato, nell'eventualità di un trattamento antibiotico.

Il *pateruccio superficiale periungueale* può essere rappresentato da una semplice flittena a localizzazione periungueale che può evolvere in una raccolta disposta sotto l'unghia, di cui provoca lo scollamento progressivo. Si può presentare per causa imprecisata ma più frequentemente compare in seguito a scorrette pratiche di manicure. La sintomatologia, dominata all'inizio dai segni dell'inflammatione e dall'intenso dolore, decorre in seguito, dopo la costituzione del pus, pressoché silente. L'evoluzione spontanea può essere verso l'apertura della raccolta su uno dei due lati dell'unghia, verso la diffusione all'osso od all'articolazione vicini o la cronicizzazione. In quest'ultimo caso, in assenza di sintomi soggettivi, si produce una costante secrezione sieropurulenta. La cute circostante appare edematosa e di colorito rosso-violaceo. L'unghia cade e viene sostituita da una nuova lamina di aspetto deforme o da un grosso bottone di granulazione. Il trattamento chirurgico consiste in una semplice incisione del tetto della flittena o nella scultura di un lembo cutaneo rettangolare a peduncolo prossimale disposto in modo da esporre la sede della raccolta profonda. Si provvede, inoltre, mediante una incisione trasversale, alla eliminazione della porzione di unghia scollata. Il trattamento locale è rappresentato da lavaggi con antisettici e medicazioni con bende sterili. L'antibiogramma guiderà un'eventuale terapia antibiotica sistemica.

Il *pateruccio superficiale sottoungueale* è una varietà di assai raro riscontro. Esso consiste in una raccolta purulenta localizzata sulla punta del dito, tra il derma e l'unghia, ed in genere consegue ad inoculazione diretta in tale sede.

La sintomatologia ricalca quella del pateruccio della polpa in fase iniziale, riassumibile in un dolore spontaneo acutissimo, pulsante, con sensazione di tensione, specie in regione paraungueale. Obiettivamente si apprezza soltanto un eritema diffuso. Pressoché costante è la precoce diffusione dell'infezione all'osso della falange distale.

Il drenaggio chirurgico si esegue mediante incisione parallela al bordo dolente dell'unghia ed escissione di un triangolo di lamina ungueale, corrispondente e sovrastante all'area colpita, sottoponendo altresì il paziente ad un trattamento medico locale e generale.

Il *pateruccio superficiale antracoide* è rappresentato dalla infezione del follicolo pilosebaceo, in corrispondenza del dorso del dito. Il reperto anatomopatologico è quello di un volgare foruncolo, con formazione di sovrabbondante essudato attorno ad un cencio necrotico. La prognosi è generalmente buona e, anche in assenza di cure, la lesione tende all'apertura ed alla risoluzione spontanea. Il trattamento tempestivo con antibiotici ed antisettici può limitare l'entità del processo, fino a rendere inutile l'incisione evacuatrice.

Patereccio profondo

1. *Patereccio della falange distale*
2. *Patereccio della falange intermedia*
3. *Patereccio della falange prossimale*
4. *Tenosinoviti digitali*

Il patereccio profondo può colpire gli spazi cellulari o le guaine digitali. Il patereccio degli spazi cellulari può colpire separatamente ciascuna delle tre falangi. Ricordiamo, infatti, che il tessuto cellulare della superficie palmare delle dita è diviso in tre logge corrispondenti a ciascuna falange, ad opera di lamine fibrose, originate dal derma, che si inseriscono al piano profondo osteoaponeurotico.

Il *patereccio della falange distale* o patereccio pulpare, è sicuramente il più frequente. A due, tre giorni dall'inoculazione, si instaura una reazione infiammatoria ben delimitata e l'edema provoca, per compressione, l'occlusione dei vasi sanguigni e la conseguente necrosi tissutale.

Il focolaio tende spontaneamente a propagarsi in varie direzioni: verso la superficie palmare, verso la superficie dorsale, verso la profondità, dando luogo ad una temibile osteite e successiva artrite dell'articolazione interfalangea distale, oppure verso lo spazio tenar o verso le guaine del flessore proprio del pollice, qualora l'infezione sia localizzata al pollice.

La sintomatologia soggettiva e l'obiettività sono assai più impegnative che nei paterecci superficiali e sono caratterizzate, in fase iniziale, da un dolore localizzato, sordo, intenso, tale da impedire il sonno e dai classici segni locali di flogosi. Tali sintomi tendono ad attenuarsi quando si costituisce la raccolta purulenta.

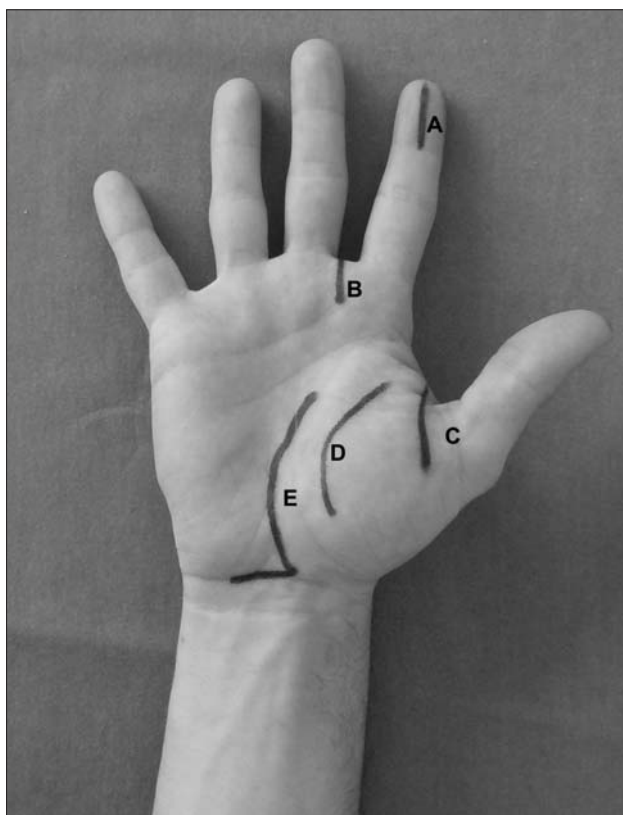


Figura 1. Incisioni chirurgiche del palmo della mano (spiegazione nel testo)

Qualora la terapia medica non si sia dimostrata adeguata ad impedire l'evoluzione verso la suppurazione, si impone il drenaggio chirurgico secondo un'incisione palmare mediale (figura 1, A) oppure un'incisione disposta lungo uno dei margini della falange, che in profondità seziona i tralci fibrosi tesi tra cute e periostio (figura 2, F).

Il *patereccio della falange intermedia*, meno frequente e meno grave del precedente, mostra in genere una modesta tendenza verso la necrosi tissutale, per cui dà luogo ad un essudato sieropurulento di consistenza fluida che tende a propagarsi in varie direzioni: verso la cute del palmo, verso una od entrambe le altre logge palmari digitali ed infine, assai raramente, verso il piano scheletrico.

La sintomatologia soggettiva ricalca quella descritta a proposito del patereccio della falange prossimale. Obiettivamente si rileva una infiammazione acuta circoscritta a livello della falange intermedia e caratteristico è l'atteggiamento in semiflessione dell'articolazione interfalangea distale, la cui estensione provoca vivo dolore.

Come nelle altre forme infettive già descritte, quando si sia costituita una raccolta purulenta è indispensabile ricorrere al trattamento chirurgico. Le incisioni vanno eseguite sui due lati della falange, al confine tra cute dorsale e cute palmare.

Il *patereccio della falange prossimale* è sicuramente il meno frequente. Quando esso evolve verso la costituzione di una massa purulenta è caratteristica la sua tendenza a raccogliersi verso uno dei due lati del dito, invadendo così la loggia commissurale corrispondente, con frequente estensione dell'infezione per contiguità all'articolazione vicina.

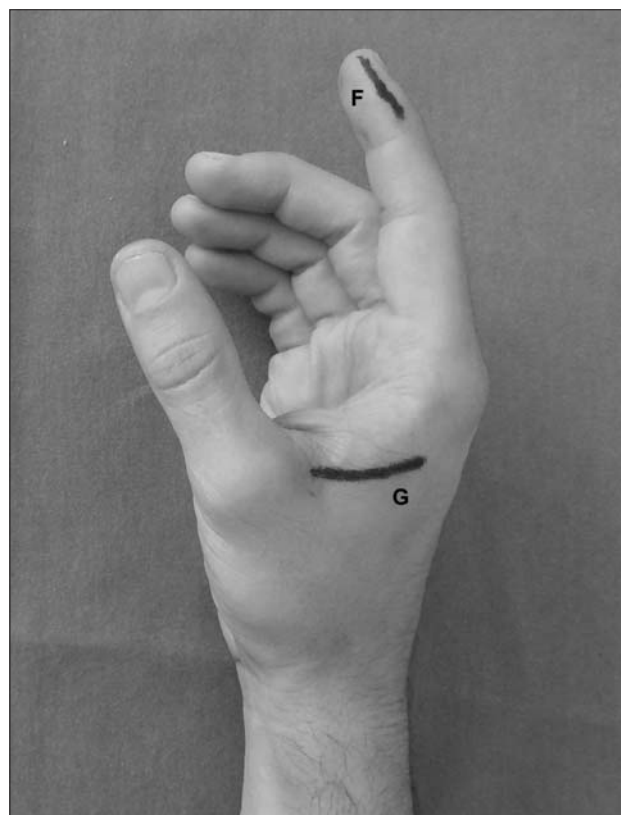


Figura 2. Incisioni chirurgiche del dorso della mano e lungo il margine della falange del dito (spiegazione nel testo)

La sintomatologia soggettiva è come di consueto dominata dal dolore intenso ed acuto, localizzato prevalentemente alla base del dito. Obiettivamente, è caratteristico il reperto di un rigonfiamento infiammatorio disposto asimmetricamente alla base del dito, con distensione della commissura. Di frequente coesistono cordoni linfangitici che corrono su tutto il dorso della mano estendendosi fino alla base del polso. Il drenaggio chirurgico si avvale di una caratteristica incisione a tre branche, disposte l'una sul dito, al confine tra cute palmare e cute dorsale e le altre longitudinalmente lungo i versanti palmare e dorsale della commissura corrispondente, variamente estensibili a seconda delle esigenze (figura 3, H). È possibile variare il decorso delle incisioni nel caso siano preconstituiti dei tragitti fistolosi. La terapia medica è come di consueto.

Le *tenosinoviti digitali* rappresentano la varietà più grave di tutti i patercecci profondi. Esse possono insorgere per inoculazione diretta, in genere in conseguenza di una lesione in corrispondenza di una piega di flessione delle dita, ove cute e guaina si trovano strettamente giustapposte. Più spesso insorgono per propagazione da un paterceccio sottocutaneo, sia per contiguità che per diffusione di un'osteoartrite.

In questo gruppo si comprendono le tenosinoviti dell'indice, medio ed anulare, in quanto le guaine del pollice e mignolo si continuano con le guaine del carpo per cui la loro patologia infettiva rientra nell'ambito dei flemmoni della mano.

La guaina appare precocemente assai edematosa ed infiltrata e l'organizzazione del fibrinogeno nell'essudato causa rapidamente l'ostruzione ed il blocco funzionale della cavità sinoviale. Il tendine sembra resistere a lungo all'azione distruttiva del processo infettivo, anche se non è rara la rottura sottocutanea per necrosi asettica a causa dell'azione distruttiva degli enzimi infiammatori e microbici. Il punto più fragile pare essere a livello del cul di sacco prossimale. La raccolta purulenta, quando si costituisce, tende a raccogliersi sul versante volare, in corrispondenza delle tre dilatazioni delimitate dalle pulegge aponeurotiche. Il pus può tendere la guaina fino a provocarne la rottura a livello del cul di sacco prossimale e di lì propagarsi in varie direzioni: verso lo spazio commissurale ed il dorso della mano e verso lo spazio cellulare palmare mediano retrotendineo.

La sintomatologia è caratterizzata da dolore acuto e trafittivo, talvolta localizzato in corrispondenza della plica articolare corrispondente alla sede della maggiore raccolta purulenta. La temperatura è sempre elevata e costante è il segno "dell'uncinetto", espressione della ricerca spontanea della posizione di massima capacità della cavità sinoviale. Tale segno scompare infatti puntualmente qualora la guaina si rompa.

Il trattamento chirurgico deve essere quanto mai tempestivo, al fine di evitare la compromissione del tendine

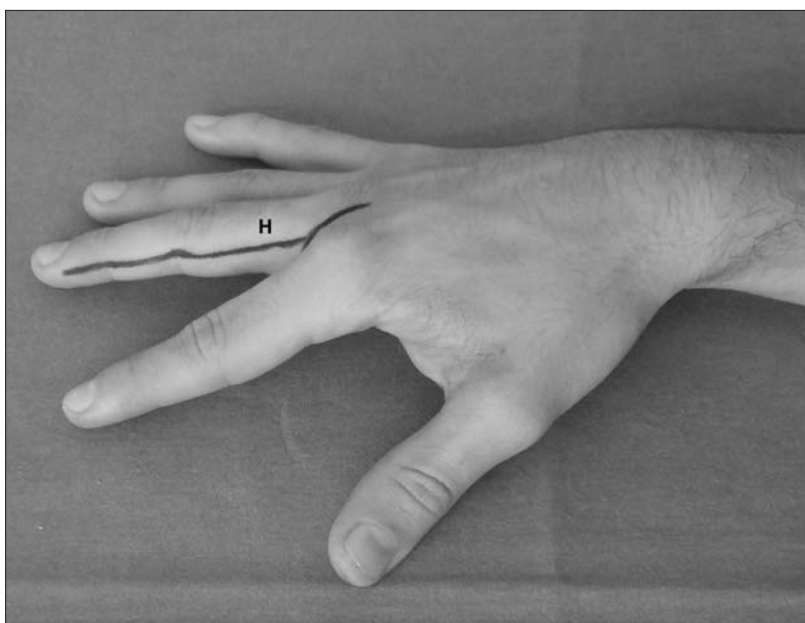


Figura 3. Incisione chirurgica a tre branche (spiegazione nel testo)

che, essendo pressoché escluso dal circolo sanguigno, trae scarso beneficio dalla terapia sistemica con antibiotici. Sono state proposte varie incisioni di drenaggio, ciascuna delle quali tende a conciliare le due opposte esigenze di garantire la massima apertura della cavità sinoviale e di limitare le sequele cicatriziali.

Flemmone

Flemmone superficiale

L'infezione ha sede in uno degli strati della cute e può quindi presentarsi nella varietà eritematosa, qualora si manifesti con i segni dell'infiammazione acuta, oppure nella varietà flitenoide, qualora si manifesti come una banale pustola a sede dermo-epidermica, oppure nella varietà antracoide, ad esclusiva sede dorsale, qualora sia rappresentata dall'infezione di un follicolo pilosebaceo.

Flemmone profondo

1. *Flemmone dello spazio tenar*
2. *Flemmone della loggia mediana a sede sopratendinea*
3. *Flemmone della loggia mediana a sede retrotendinea*
4. *Flemmone della loggia mediana a sede commissurale*
5. *Flemmone dorsale*
6. *Flemmoni della guaina sinoviale o tenosinoviti carpal*

Si tratta di flemmoni sottoaponeurotici (10). Distinguiamo a questo proposito i flemmoni degli spazi cellulari ed i flemmoni delle guaine.

I flemmoni degli spazi cellulari possono localizzarsi allo spazio tenar, allo spazio ipotenar, alla loggia mediana, con sede pretendinea, retrotendinea e commissurale, ed al dorso.

Il *flemmone dello spazio tenar* insorge in genere per normale azione diretta ma può anche essere l'evoluzione di un paterceccio profondo o di una tenosinovite del pollice. La raccolta purulenta si localizza elettivamente sul versante palmare, al davanti del fascio interno del muscolo

adduttore breve, da cui può tuttavia migrare attraverso la commissura in direzione distale collocandosi sulla superficie dorsale.

Obiettivamente si apprezza un marcato rigonfiamento di tutta la regione tenar, che si arresta nettamente in corrispondenza della piega di opposizione del pollice. Il pollice è in atteggiamento di estensione ed abduzione. L'indice, in genere in lieve flessione, viene risparmiato qualora la raccolta sia localizzata alla regione dorsale. Il dolore spontaneo si acutizza violentemente in seguito alla pressione. Notevole è la compromissione dello stato generale.

La terapia chirurgica si avvale di una incisione interdigitale che consenta il drenaggio sia del versante palmare (figura 1, C) che di quello dorsale. È possibile effettuare il drenaggio anche attraverso una incisione palmare, in corrispondenza della raccolta purulenta (figura 1, D), accompagnata da una analoga incisione in sede dorsale (figura 2, G). Di estrema importanza è la collocazione dell'incisione palmare, ad adeguata distanza dalla branca motrice del nervo mediano. Il punto di repere di tale formazione si trova in corrispondenza dell'intersezione tra le creste tenar ed una linea passante per l'apice della prima commissura ed il polo distale dell'osso pisiforme, parallelo al solco mediano del palmo.

Il *flemmone della loggia mediana a sede sopratendinea* è raro. Può insorgere per inoculazione diretta ovvero per complicazione di un pateruccio cronicizzato, in genere a carico del mignolo. La raccolta purulenta ha sede al di sotto dell'aponevrosi palmare e comprime verso i piani profondi i vasi, i nervi ed i tendini con le loro guaine. Il pus tende a farsi strada in più possibili direzioni: verso la cute del palmo, verso lo spazio commissurale, propagandosi lungo i muscoli lombricali, verso la loggia tenar, propagandosi lungo il ramo collaterale del nervo mediano oppure verso l'avambraccio, propagandosi lungo il piano dell'arteria ulnare.

La sintomatologia è quella caratteristica di una infezione assai grave. All'imponente risentimento generale si accompagnano un dolore violentissimo locale e gonfiore e rossore limitatamente alla regione mediana del palmo. Il drenaggio chirurgico si effettua mediante incisione in corrispondenza della linea di mezzo del palmo.

Il *flemmone della loggia mediana a sede retrotendinea* rappresenta una varietà più frequente del precedente ed insorge come complicazione di una infezione di più modesta entità, in genere una tenosinovite digitale complicata dalla rottura del cul di sacco prossimale, ovvero più raramente di un'artrite metacarpofalangea. La raccolta purulenta è localizzata nella loggia retrotendinea, a ridosso dei muscoli interossei, a carico dei quali si osserva costantemente un marcato deficit funzionale. I segni dell'infiammazione settica sono rilevabili in corrispondenza della regione centrale sia del palmo che del dorso. Le dita sono caratteristicamente atteggiate con le articolazioni metacarpofalangee estese e le interfalangee flesse; l'articolazione che è all'origine del flemmone appare ingrossata e la cute del palmo e del dorso ben presto va incontro a fenomeni di atrofia.

L'incisione della raccolta si effettua sul palmo, lungo una linea che, partendo dalla commissura interdigitale in corrispondenza dell'infezione originaria, corre lungo il decorso dei muscoli lombricali (figura 1, B), ove si approfondisce fino ad aprire la fascia palmare.

Il *flemmone della loggia mediana a sede commissurale* è la varietà più frequente tra tutti i flemmoni degli spazi cellulari della mano. Insorge generalmente per inoculazione diretta. Il pus ha sede in una delle tre piccole logge commissurali situate in corrispondenza degli spazi interdigitali in uno sdoppiamento della fascia palmare. La raccolta tende a propagarsi localmente, verso le altre due, ovvero ad entrare in un canale lombricale e diffondersi al palmo.

Il risentimento sistemico è in genere assai modesto. Viceversa il dolore, localizzato alla commissura colpita, è acutissimo. Le due dita della commissura appaiono divaricate, inavvicinabili, la commissura appare rossa e tumefatta in modo simmetrico, segno questo patognomonico per la diagnosi differenziale con il pateruccio della falange prossimale.

Il drenaggio chirurgico si effettua mediante due incisioni longitudinali disposte simmetricamente sul palmo e sul dorso, in corrispondenza della commissura.

Il *flemmone dorsale* è una entità rarissima ed insorge per inoculazione diretta o per diffusione di un'infezione della fascia dorsale della falange prossimale dell'indice, del medio o dell'anulare ovvero come complicanza di un pateruccio antracoide. Nelle varietà sottocutanee il pus ha sede nel sottocutaneo, con compressione dei vasi e nervi dorsali contro i piani profondi. Tende a propagarsi indistintamente a tutto il dorso, fermandosi però nettamente al polso ed ai bordi. Nella varietà sottoaponeurotica la raccolta purulenta ha sede tra l'aponevrosi degli estensori ed i metacarpali e può diffondersi anche al dorso delle dita fino alle inserzioni dei tendini estensori. Il pus tende a fluire verso l'esterno in corrispondenza degli spazi commissurali ma può anche migrare ed invadere gli spazi palmari. Il dolore è modesto mentre al contrario il risentimento generale è notevole come i segni obiettivi locali: gonfiore, rossore a sede dorsale, cordoni linfangitici apprezzabili fino nell'avambraccio. L'evacuazione chirurgica si effettua mediante un'incisione dorsale in corrispondenza della base di uno spazio interdigitale e due, tre controincisioni dorsali situate alla radice della mano.

I *flemmoni della guaina sinoviale o tenosinoviti carpal* possono colpire la guaina radiale o cubitale. Insorgono generalmente per inoculazione diretta, a causa di una lesione in corrispondenza della piega di flessione del pollice o del mignolo, analogamente a quanto osservato nelle tenosinoviti digitali, più raramente per propagazione da un pateruccio profondo del pollice o del mignolo o da un flemmone degli spazi cellulari o da un'artrite. Il reperto anatomopatologico ricalca quello di tutte le tenosinoviti con edema, infarcimento emorragico e depositi di fibrina nelle fasi iniziali; in fase più avanzata la guaina tende a rompersi ed anche i tendini subiscono un progressivo processo degenerativo che li porta a conglutinarsi con la stessa guaina in un pacchetto fibroso. La raccolta purulenta può occupare l'intera cavità sinoviale oppure localizzarsi

all'espansione digitale del pollice e del mignolo, dando così origine ad una tenosinovite esclusivamente digitale. Il pus tende a propagarsi secondo varie modalità:

1. Dalla guaina radiale alla ulnare e viceversa, qualora tra le due preesista una comunicazione anatomica, dando così origine ad un flemmone detto "a V" o "crociato".
2. In caso di rottura della guaina, verso gli spazi cellulari della mano, oppure verso gli spazi cellulari dell'avambraccio, facendosi strada tra i due piani dei flessori lungo le guaine vascolari.
3. All'articolazione del polso, per contiguità, dando origine ad un'artrite reattiva o, nei casi più gravi, ad un franco piartro.

La sintomatologia clinica è delle più gravi con imponente risentimento generale, dolore locale trafittivo, notevole gonfiore e rossore sia sulla faccia palmare che, soprattutto, su quella dorsale della mano. Le dita sono tutte atteggiate in semiflessione ma il segno dell'uncinetto è apprezzabile soltanto sul pollice e sul mignolo. Come già osservato a proposito della guaina digitale, il drenaggio chirurgico deve essere tempestivo. Le incisioni proposte sono assai numerose ma sostanzialmente si riducono a due varietà: discontinue, se rispettano il ligamento trasverso, del carpo e continue (figura 1, E), se lo sezionano.

Infezione dello spazio del Parona

Lo spazio del Parona si trova tra la fascia dei muscoli profondi ed il muscolo pronatore quadrato e, dall'estremo distale dell'avambraccio, si estende fino all'inserzione dei muscoli profondi all'ulna ed alla membrana interossea. Nonostante non appartenga anatomicamente alla mano, le infezioni di tale spazio vanno ricordate in quanto rappresentano una possibile evoluzione delle tenosinoviti radiale od ulnare e dell'artrite radiocarpica. Esse possono estendersi tra i muscoli superficiali, i profondi ed il flessore lungo del pollice, di cui compromette inevitabilmente la funzione.

Le incisioni di drenaggio vanno eseguite sui due lati della porzione distale dell'avambraccio, volarmente appena al davanti del radio e dell'ulna, avendo cura di rispettare il nervo radiale e la branca dorsale del nervo ulnare. Qualora l'infezione sia estesa a tutto l'avambraccio è opportuno eseguire un'incisione anche tra il flessore superficiale delle dita ed i flessori ulnari.

Osteomielite secondaria (11, 12)

Insorge in seguito alla diffusione di un pateruccio profondo lungo le fibre sottocutanee che, originate dal derma, si continuano direttamente sul periostio e da lì nei canali haversiani. Tale patologia si osserva pressoché costantemente a carico della falange distale.

In assenza di idoneo trattamento, l'osteomielite secondaria invariabilmente esita in una necrosi ossea di entità variabile, indotta sia dalla trombosi settica dei vasi nutritizi, sia dall'ischemia periostale conseguente allo scollamento provocato dalla raccolta purulenta. La necrosi è di rado totale o subtotale, generalmente parziale e localizzata alla diafisi.

In fase iniziale, la sintomatologia clinica non è patognomica, limitandosi ad edema imponente, dolore vio-

lento e continuo attorno alla base della falange. Quando il processo necrotico è ormai avviato, si viene a costituire un tragitto fistoloso destinato a veicolare in superficie i sequestri. L'indagine radiografica rivela aree di rarefazione tra i 10 ed i 15 giorni dall'inizio della patologia e successiva delimitazione dei frammenti sequestrati. L'osteomielite può complicarsi con un'artrite dell'articolazione interfalangea distale o con una tenosinovite ed estendersi all'osso della falange intermedia. Non è infrequente la cronicizzazione, rappresentata da un quadro clinico noto con l'eponimo di "ascesso di Brodie", in cui la formazione di essudato purulento coesiste con un tentativo di guarigione, costituito da tessuto di granulazione. Quest'ultimo si interpone tra osso necrotico ed osso neoformato, dando luogo a caratteristiche immagini radiografiche "a doppio cilindro". La sintomatologia dolorosa è sempre intensa ed abbastanza comune il reperto di fratture patologiche nonché l'esito in mutilazioni.

L'osteomielite secondaria può anche risolversi spontaneamente con ricostituzione, nei casi di necrosi modeste, di una normale configurazione anatomica dell'osso.

La terapia dell'osteomielite si basa essenzialmente sul trattamento antibiotico e sulla corretta immobilizzazione. La terapia chirurgica si affianca a quella medica solo per l'eliminazione dei sequestri radiologicamente accertati.

Artriti

Artrite digitale

Le infezioni delle articolazioni delle dita possono verificarsi per inoculazione diretta, per propagazione da una infezione dei tessuti vicini o per metastasi.

Sul piano anatomopatologico si assiste, in fase iniziale, alla costituzione di abbondante essudato nella cavità sinoviale; in fase più avanzata esso evolve in pus franco, che si raccoglie verso il dorso dell'articolazione, tendendo la capsula fino a provocarne la rottura e l'apertura nelle guaine dei flessori. L'evoluzione della forma lasciata a sé è verso la distruzione degli elementi anatomici dell'articolazione, con esito in lussazione od anchilosi.

La sintomatologia della forma primitiva è la più caratteristica con dolore, talora continuo e spontaneo, talora scatenato dal movimento, cui si accompagna un lieve stato infiammatorio della porta d'entrata, da cui fuoriesce solitamente un essudato denso e torbido: intensi il rossore e il gonfiore in corrispondenza della superficie dorsale del dito. L'articolazione è atteggiata in semiflessione.

Il quadro generale è sempre molto grave.

Nella forma per contiguità i segni della preesistente infezione sono in genere tanto imponenti da mascherarne l'insorgenza, benché essa vada sospettata ogni qualvolta un pateruccio tende alla cronicizzazione. In fase iniziale si manifesta con un ispessimento in toto del dito, che assume un caratteristico aspetto conico, con prevalente localizzazione dorsale del gonfiore e della sintomatologia dolorosa. In fase più avanzata si ripete la sintomatologia dell'artrite primitiva.

L'artrite metastatica è invece caratterizzata da una sintomatologia più sfumata, analoga a quella osservabile nelle forme ad eziologia non infettiva: dolore spontaneo e provo-

cato dalla mobilizzazione, atteggiamento in semiflessione, calore, rossore, gonfiore a prevalente localizzazione dorsale; rarissima, invece, la costituzione di essudato purulento.

La terapia attuale si avvale efficacemente di un'opportuna antibiotico-terapia mirata accompagnata dall'immobilizzazione articolare in posizione funzionale. In fase suppurativa è necessario associare alla terapia medica il drenaggio chirurgico, mediante artrotomia ed accurata asportazione delle superfici ossee interessate dal processo infiammatorio. La via chirurgica di accesso è dorsale, con una incisione curvilinea, transtendinea, sino al piano capsulare che viene inciso

Artrite radiocarpica

Come le artriti digitali, anche l'artrite radiocarpica può insorgere per inoculazione diretta, per propagazione di un'infezione di prossimità o per metastasi.

Il decorso può essere subacuto od acuto. Nel primo caso la sintomatologia è alquanto sfumata con modici dolore e gonfiore alla superficie dorsale della mano e del polso. Nell'artrite acuta suppurativa la sintomatologia generale e locale è, invece, assai imponente.

La presenza di crepitii articolari costituisce l'elemento discriminante per la diagnosi differenziale con la raccolta di essudato purulento nello spazio del Parona.

Il drenaggio si effettua mediante ampia incisione praticata sul lato ulnare dell'articolazione radiocarpica.

Linfangite acuta

Da un focolaio di inoculazione del tutto superficiale, un'infezione può rapidamente diffondersi, per via esclusivamente linfatica, ai linfonodi regionali e metastatizzare agli organi interni, senza peraltro dare localizzazioni spe-

cifiche alla mano. Tale modalità di diffusione è chiaramente delle più gravi, in quanto prevalgono i sintomi della tossinfezione generale e, in assenza di una opportuna e tempestiva terapia, il decorso è per lo più fulminante verso l'esito infausto.

In tale circostanza è da proscrivere qualsiasi tentativo di drenaggio chirurgico, che altrimenti favorirebbe l'ulteriore diffusione per via linfatica dell'infezione.

Bibliografia

- 1) Gaar E. Occupational hand infections. *Clin Occup Environ Med* 2006; 5(2): 369-380, viii.
- 2) Green's Operative Hand Surgery 6th edition. Churchill Livingstone Ed. 2011.
- 3) Iselin M. *Chirurgie de la main*. Paris: Masson 1933.
- 4) Kono M, Stern PJ. The history of hand infections. *Hand Clin* 1998 Nov; 14(4): 511-8, vii.
- 5) McDonald LS, Bavaro MF, Hofmeister EP, Kroonen LT. Hand infections. *J Hand Surg Am* 2011 Aug; 36(8): 1403-1412.
- 6) Calkins ER. Nosocomial infections in hand surgery. *Hand Clin* 1998 Nov; 14(4): 531-545, ii.
- 7) Platt AJ, Page RE. Post-operative infection following hand surgery. Guidelines for antibiotic use. *J Hand Surg [Br]* 1995 Oct; 20(5): 685-690.
- 8) Phipps AR, Blanshard J. A review of in-patient hand infections. *Arch Emerg Med* 1992 Sep; 9(3): 299-305.
- 9) Gunther SF, Gunther SB. Diabetic hand infections. *Hand Clin* 1998 Nov; 14(4): 647-656.
- 10) Rigopoulos N, Dailiana ZH, Varitimidis S, Malizos KN. Closed-space hand infections: diagnostic and treatment considerations. *Orthop Rev (Pavia)* 2012 May 9; 4(2): e19.
- 11) Hausman MR, Lisser SP. Hand infections. *Orthop Clin North Am* 1992 Jan; 23(1): 171-185.
- 12) Ong YS, Levin LS. Hand infections. *Plast Reconstr Surg.* 2009 Oct; 124(4): 225e-233e.

Corrispondenza: dott. Giovanni Nicoletti, Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze Clinico-Chirurgiche Diagnostiche e Pediatriche, via Aselli 45, 27100 Pavia, Italy, E-mail: giovanni.nicoletti@unipv.it

Francesco Massoni¹, Doriana Antonella Giorgi², Sabina Palmieri², Luca Arcangeli², Serafino Ricci¹

Infezione da *Pseudomonas*: rischio biologico da esposizione professionale e risultati di un monitoraggio ambientale

¹ Sezione di Medicina legale - Dipartimento di Scienze Anatomiche, Istologiche, Medico Legali e dell'Apparato Locomotore - Università degli Studi "Sapienza" di Roma

² Servizio Ambiente e Salute - ARPA Lazio - Sezione provinciale di Roma

RIASSUNTO. Il rischio biologico da *Pseudomonas aeruginosa* per attività che prevedono l'esposizione ad acqua contaminata, come, ad esempio, la manutenzione ordinaria di piscine, è correlato alla disponibilità di efficaci misure terapeutiche e profilattiche.

Gli Autori presentano i dati delle analisi microbiologiche effettuate su 2349 campioni prelevati da piscine di Roma e provincia.

La contaminazione da *Pseudomonas* è stata rilevata in 191 campioni con 13 campioni che presentavano un livello >100 ufc/100 ml e 5 campioni con >200 ufc/100 ml.

Dall'analisi della letteratura emergono utili considerazioni sia a riguardo del profilo terapeutico che profilattico dell'infezione da *Pseudomonas*, da prendere necessariamente in considerazione per una adeguata valutazione dei rischi.

Parole chiave: rischio biologico, *Pseudomonas aeruginosa*, piscine.

ABSTRACT. *PSEUDOMONAS INFECTION: BIOLOGICAL RISK BY OCCUPATIONAL EXPOSURE AND RESULTS OF AN ENVIRONMENTAL MONITORING.* The biological risk of *Pseudomonas aeruginosa* for activities involving exposure to contaminated water, such as, for example, routine maintenance of swimming pools, is related to the availability of effective prophylactic and therapeutic measures.

The authors present the data of the microbiological analyzes made on 2349 samples taken from pools in Rome and province. The contamination by *Pseudomonas* was found in 191 samples with 13 samples that had a level > 100 cfu/100 ml and 5 samples with level > 200 cfu/100 ml.

Useful considerations derived from the analysis of the literature about the profile and prophylactic treatment of infection by *Pseudomonas*, necessarily to be taken into consideration for an adequate risk assessment.

Keywords: biological risk, *Pseudomonas aeruginosa*, swimming pool.

Introduzione

La contaminazione biologica dell'acqua delle piscine è ampiamente riconosciuta come causa di patologie come, ad esempio, l'otite esterna (1), ed una enorme varietà di microrganismi può essere riscontrata come agente eziologico (2). Ma l'isolamento di *Pseudomonas aeruginosa* dall'acqua non sottoposta ad efficaci misure di disinfezione (3, 4) assieme all'evidenza scientifica di una maggiore incidenza di *Pseudomonas* in casi di otiti esterne di soggetti nuotatori rispetto a soggetti non nuotatori (5), fanno di questo microrganismo in particolare un agente di rischio biologico di rilevante significato patogenetico.

Le principali vie di esposizione sono rappresentate dall'ingestione di acqua, inalazione di aerosol, ma soprattutto per contatto ed assorbimento attraverso cute e mucose (6) ed il tempo di incubazione viene descritto come breve (7).

Per quanto riguarda, invece, i fattori determinati possiamo riconoscere di due tipologie: variabili oggettive legate all'ambiente e al tipo di esposizione (es. temperatura dell'acqua, aeratori) (8). In letteratura viene descritta persino una capacità di crescita a temperature elevate (42°C) (4) ed in acqua distillata (9). Ed altre legate al singolo individuo (es. stato di salute e malattie persistenti) (10).

Nonostante materiale umano fecale e non-fecale venga riconosciuto come la sorgente principale di infezione, le sedi più frequentemente colonizzate sono strutture varie (rivestimenti, scarichi, filtri, asciugamani e giocattoli per bambini) (11), ma sia questo aspetto che la correlazione tra carica e malattia non sono stati ancora completamente chiariti (12).

Lo *Pseudomonas aeruginosa* è un batterio Gram-negativo che vanta una considerevole capacità di adattarsi ad una significativa varietà di ambienti lavorativi come nella lavorazione dei metalli (13), strutture sanitarie (14), sistemi idrici (scarichi) ospedalieri (15) ed industriali (16) e, come per altri casi (17), la conoscenza della epidemiologia ambientale assume particolare interesse anche sotto il profilo medico occupazionale.

Per tali motivi in letteratura viene confermata la tendenza a considerare lo *Pseudomonas* come indicatore affidabile di inquinamento biologico delle acque (5, 17, 18).

Tuttavia il più recente studio di prevalenza condotto su undici piscine risale solo al periodo 2001-2002 ed è stato condotto a Teheran (19). Lo *Pseudomonas aeruginosa* è stato isolato da nove (81,8%) di queste piscine e ad un'attenta e scrupolosa indagine è emerso che la clorazione di queste sia risultata spesso inadeguata.

Obiettivo di questo lavoro è procedere ad un monitoraggio ambientale condotto su alcune strutture natatorie dislocate nel territorio di Roma e provincia e valutare l'effettiva consistenza di un rischio biologico da *Pseudomonas*, utile ai fini di una adeguata valutazione del rischio.

Materiale e metodi

Sono stati presi in considerazione 2349 campioni di acqua di piscine raccolti nel triennio 2010-2012 in strutture distribuite nel territorio di Roma e provincia.

I 2349 campioni analizzati sono stati così ripartiti: nel 2010 799/14604, nel 2011 804/14604 e nel 2012 746/14604.

Nel 2010 sono stati raccolti 128/799 nel I trimestre, 196/799 nel II, 282/799 nel III e 193/799 nel IV trimestre.

Nel 2011 181/804 nel I trimestre, 234/804 nel II, 269/804 nel III e 120/804 nel IV trimestre.

Nel 2012 sono 161/746 nel I trimestre, 225/746 nel II, 272/746 nel III ed 88/746 fino al 20 novembre 2012.

Il campionamento è stato eseguito con due tipologie di prelievo. Per l'acqua "in immissione" in vasca il prelievo (1 L) è stato eseguito direttamente dal rubinetto, posizionato in tutte le vasche immediatamente dopo la posizione dei filtri ("a diatomee" o "a sabbia"), previa flambatura dello stesso rubinetto. Per l'acqua in vasca, invece, mediante una pinza, preventivamente flambata alla estremità, in corrispondenza del punto di contatto con il collo della bottiglia, a circa 1-1,20 m dal bordo piscina e ad una profondità di circa 20 cm.

Per le analisi sono stati utilizzati i seguenti terreni di coltura e reagenti:

- terreno di isolamento: terreno completo *Pseudomonas* agar/CN (1000 ml) con supplemento CN pH 7,1±0,2 (2 ml);
- terreni di conferma: terreno B di base di King (composizione: peptone 20 g, di potassio idrogeno fosfato 1,5 g, magnesio solfato eptaidrato 1,5 g, agar 15 g, acqua distillata 1000 ml) ed Agar nutritivo (estratto di carne 1 g, peptone 5 g, estratto di lievito 2 g, sodio cloruro 5 g, agar 15 g, acqua distillata 1000 ml, pH 7,4±0,2);
- reagente: reattivo alla Tetrametil-parafenilendiamina di cloridrato (composizione: N,N,N',N'-tetrametil-parafenilendiamina dicloridrato 1 g, acqua distillata 100 ml).

Un aliquota del volume di campione da analizzare, pari a 100 mL, viene filtrato attraverso una membrana di esteri di cellulosa di 47 mm di diametro con caratteristiche di filtrazione equivalenti a un diametro dei pori nominale di 0,45 µm (pori simmetrici da 0,45 µm oppure pori asimmetrici da 0,7/0,2 µm). La membrana viene posta sulla superficie del terreno di isolamento ed incubata a 36±1°C per 40-48 ore.

Dopo 22±2 ore e dopo 44±4 ore viene verificata la crescita di colonie tipiche (di colore verde-blu che producono piocianina, fluorescenti e marrone-rossastro) sul terreno di isolamento e contaminate tutte le colonie di colore verde-blu perché considerate come colonie confermate di *Ps. aeruginosa*.

Sottoposte a conferma le colonie risultate fluorescenti (*Ps. aeruginosa* presuntivo) alla lampada di Wood, procedendo alla verifica della produzione di ammonio da acetamide, e quelle che hanno prodotto un pigmento di colore marrone-rossastro (*Ps. aeruginosa* presuntivo), procedendo all'esecuzione delle prove relative alla produzione di ammonio da acetamide, alla verifica della presenza della citocromossidasi, alla produzione di fluorescenza.

Per la verifica della produzione di ammonio da acetamide viene inoculata ciascuna colonia sospetta cresciuta su Agar Nutritivo in un tubo contenente il Brodo all'acetamide ed incubata a 36±1°C per 22±2 ore. Dopo incubazione vengono aggiunte 1-2 gocce di Reattivo di Nessler e si verifica la produzione di ammonio come una colorazione compresa tra il giallo e il rosso-mattone.

La prova della citocromossidasi, invece, permette di differenziare i microrganismi appartenenti alla specie *Ps. aeruginosa* in base alla presenza dell'enzima citocromossidasi: si preleva dall'Agar Nutritivo, con un'ansa sterile, le colonie che, in primo isolamento, avevano prodotto un pigmento marrone-rossastro e si strisciano su una carta da filtro imbibita del reattivo; i microrganismi citocromossidasi-positivi producono una reazione che fornisce una colorazione blu violetto entro pochi secondi.

Infine, la verifica della produzione di fluorescenza si effettua prelevando dall'Agar Nutritivo con un'ansa sterile le colonie che, in primo isolamento, avevano prodotto un pigmento marrone-rossastro e che sono risultate citocromossidasi-positive e vengono isolate sul terreno B di King. Dopo incubazione fino a 5 giorni a 36±1°C viene osservata con la lampada di Wood la produzione di fluorescenza e registrare come positive per *Ps. aeruginosa* tutte le colonie fluorescenti.

I risultati espressi in UFC/100 ml.

Risultati

I campioni risultati positivi allo *Pseudomonas* sono 191. 23/191 nel 2010, 76/191 nel 2011 e 92/191 nel 2012.

Nel 2010 i campioni positivi allo *Pseudomonas* sono distribuiti come segue: 1/23 nel II, 6/23 nel III e 16/23 nel IV trimestre.

Nel 2011 20/76 nel I, 21/76 nel II, 26/76 nel III e 9/76 nel IV.

Nel 2012 17/92 nel I, 16/92 nel II, 43/92 nel III e 16/92 nel IV.

Il livello di contaminazione è stato >100 ufc/100 ml in 13 campioni: 2 nel I/2012, 5 nel II (4/2011 ed 1/2012), 4 nel III (1/2011 e 3/2012) e 2 nel IV/2012.

>200 ufc/100 ml in 5 campioni: 2 nel I/2012 e 3 nel III (1/2011 e 2/2012).

Procedendo ad una suddivisione trimestrale si è accertato come 37 casi di positività si concentrino nel I trimestre, 38 nel II, 75 nel III e 41 nel IV trimestre.

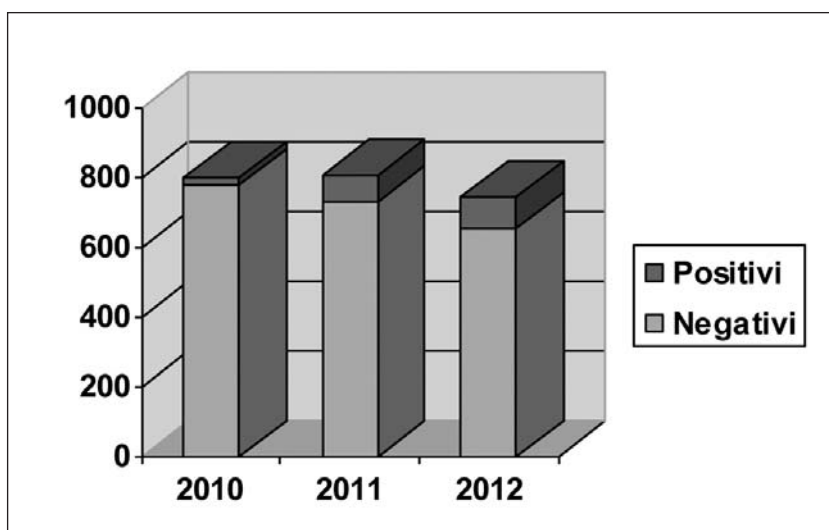


Figura 1. Distribuzione campioni analizzati nel triennio 2010-2012

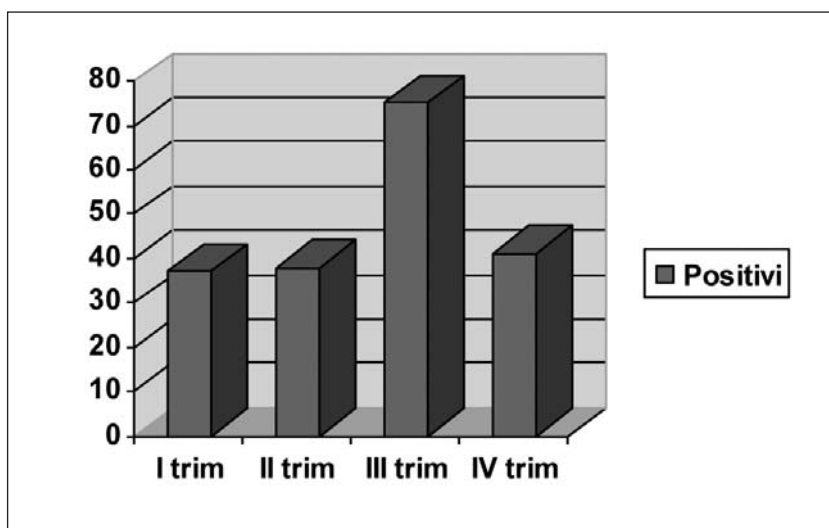


Figura 2. Distribuzione trimestrale dei campioni positivi per *Pseudomonas aeruginosa*

Discussione

La contaminazione da *Pseudomonas* dell'acqua di strutture ricettive a finalità ricreativa è confermato in letteratura (20-22) e fatta eccezione per studi originali sul maggior rischio degli atleti, presumibilmente per l'azione dello stress competitivo sul sistema immunitario (23), un rischio professionale non è mai stato oggetto di una scrupolosa valutazione a riguardo.

Viene considerato un agente biologico di classe 2 (allegato XLVI D.Lgs. 81/2008) in virtù della presenza di efficaci misure profilattiche e terapeutiche, ma sia per quanto riguarda l'aspetto profilattico che terapeutico risultano opportune una serie di riflessioni relative ai fattori ambientali, espositivi ed individuali che condizionano il rischio sulla base dei risultati ottenuti da questo nostro studio descrittivo.

Per quanto riguarda gli interventi sull'ambiente, la migliore soluzione adottabile è costituita da una predisposi-

zione e corretta manutenzione dei sistemi di clorazione delle acque. Tuttavia la presenza di biofilm protettivi (24) complica e non poco l'efficacia dei comuni agenti di disinfezione ambientale (25). Il meccanismo si attiva quando l'agente biologico viene sottoposto ad uno stress, come ad esempio l'esposizione a disinfettanti o antibiotici (26). Dapprima i microrganismi aderiscono ad una superficie e comincia ad essere prodotta una sostanza polisaccaridica extracellulare (EPS) che interconnette e fissa tra loro le cellule in una struttura più fragile e sensibile rispetto alla fase successiva, caratterizzata dalla maturazione e consolidamento dell'architettura del biofilm (27).

Per quanto concerne il periodo di esposizione, fatta eccezione per il 2010 dove l'attività di campionamento è stata minore, sia nel 2011 che nel 2012 si rileva un picco di prevalenza nel III trimestre. Apparentemente potrebbe far pensare ad un rischio correlato con la maggiore frequenza di uso delle piscine e quindi ad un esaurimento dell'efficacia dei sistemi di clorazione (12). In realtà il risultato può essere associato statisticamente ad un incremento della attività di campionamento registrata nel III trimestre sia del 2012 (+20,9% rispetto ai campionamenti del II e +209% rispetto al IV) che del 2011 (+15% rispetto al numero di campionamenti nel II e +124,17% rispetto al IV).

A fronte della impossibilità nell'annullare il rischio attraverso misure profilattiche, risulta di fondamentale importanza la diagnosi precoce di malattia e l'inizio tempestivo di una terapia antibiotica appropriata.

È associato principalmente ad otite esterna (28) e le complicanze più temute, in considerazione del sito di infezione, rimangono la meningite ed encefalite. Ma l'otite esterna non è la sola manifestazione clinica di una infezione da *Pseudomonas*. Nell'estate 2010-2011 due violenti focolai di follicolite da *Pseudomonas* si sono scatenati tra i bagnanti di piscine e vasche idromassaggio non sottoposte ad iperclorazione e monitoraggio (29). Il quadro clinico può essere sovrapponibile a quello di altre malattie infettive cutanee (30), e solitamente si manifesta tra 8-48 ore dopo l'esposizione ad una fonte contaminata con lesioni papulo-eritematose, interessanti in particolare gli arti e la zona sovra pubica, e, quindi, febbre, malessere generale, nausea, vomito e linfadenopatia (31). A fronte di una terapia il più delle volte efficace, la gestione di questa infezione può risultare complicata dalla antibiotico-resistenza di alcuni ceppi, pan-resistenza antimicrobica misurata nell'ordine del 4,9% e multi-resistenza del 54,1%

(32). Secondo Morata et al. la Multi Drug Resistance (MDR: >3 antibiotici antiPseudomonas) era del 17,9% (33). Resistenza associata ad un'azione proteolitica e lipopolisaccaridica di biofilm protettivi (24), gli stessi descritti precedentemente a riguardo dei sistemi di disinfezione ambientale (25).

Conclusioni

I nostri dati rivelano come il rischio infezione da Pseudomonas nelle occupazioni professionali che contemplano l'uso di acque di piscine non sia da sottovalutare sia per le possibili conseguenze sul piano clinico che per la disponibilità di strumenti terapeutici o profilattici che possono non risultare efficaci. Una corretta e completa valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza degli addetti alla conduzione ed alla manutenzione delle piscine non può prescindere dal monitoraggio ambientale dei livelli di contaminazione microbiologica delle acque di strutture ricettive destinate ad attività ludico-ricreative.

Bibliografia

- 1) Stevenson A.H. American Journal of Public Health, 1953; 43: 529-538.
- 2) World Health Organisation (WHO). 2006. Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2. Swimming pools and similar environments. Geneva: WHO Press
- 3) Black AP, Keim MA, Smith JJ, Dykes GM, Harlan W.E. American Journal of Public Health, 1970; 60: 740-750.
- 4) Hoadley A.W, Ajello G, Masterson N. Preliminary studies of fluorescent pseudomonads of growth at 41° C in swimming pool waters. Appl Microbiol 29(4): 527-531, 1975.
- 5) Hoadley AW, Knight DE. Archives of Environmental Health, 1975; 30: A445-448.
- 6) Tate D, Mawer S, Newton A. Outbreak of Pseudomonas aeruginosa folliculitis associated with a swimming pool inflatable. Epidemiol Infect. 2003 Apr; 130(2): 187-92.
- 7) Gustafson TL, Band JD, Hutcheson RH Jr et al: Pseudomonas folliculitis: an outbreak and review. Rev Infect Dis 1983; 5: 1-8
- 8) Schleich WF 3rd, Simonsen N, Sumarah R, Martin RS. Nosocomial outbreak of Pseudomonas aeruginosa folliculitis associated with a physiotherapy pool. CMAJ. 1986 Apr 15; 134(8): 909-13.
- 9) Hoadley AW, McCoy E, Rohlich GA. Untersuchungen uber Pseudomonas aeruginosa in Oberflachengewassern. II. Auftreten and Verhalten. Arch Hyg 152: 339-344, 1968
- 10) Corbett R. Pseudomonas folliculitis from a spa pool in an immunocompromised patient. N Z Med J. 1999 Feb 26; 112(1082): 59
- 11) Rice SA, et al. A risk assessment of Pseudomonas aeruginosa in swimming pools: a review. J Wat Health 2012; 10: 181-96.
- 12) Barna Z, Kádár M. The risk of contracting infectious diseases in public swimming pools. A review. Ann Ist Super Sanita. 2012; 48(4): 374-86.
- 13) Karadzic I, Masui A, Zivkovic LI, Fujiwara N. Purification and characterization of an alkaline lipase from Pseudomonas aeruginosa isolated from putrid mineral cutting oil as component of metalworking fluid. J Biosci Bioeng. 2006; 102: 82-89.
- 14) Wolfgang MC, Kulasekara BR, Liang X, Boyd D, Wu K, Yang Q, et al. Conservation of genome content and virulence determinants among clinical and environmental isolates of Pseudomonas aeruginosa. Proc Natl Acad Sci U S A. 2003; 100: 8484-8489.
- 15) Schwartz T, Volkman H, Kirchen S, Kohnen W, Schon-Holz K, Jansen B, Obst U. Real-time PCR detection of Pseudomonas aeruginosa in clinical and municipal wastewater and genotyping of the ciprofloxacin-resistant isolates. FEMS Microbiol Ecol. 2006; 57: 158-167.
- 16) Giorgi DA, Palmieri S, Renzi G, et al. Rischio biologico Legionella presso strutture sanitarie di Roma e provincia. Prevent Res 2011; 1 (1): 08-15. Available from: <http://www.preventionandresearch.com/>; doi: 10.7362/2240-2594.002.2011
- 17) Favero MS, Drake CH, Randall G.B. Public Health Reports, 1964; 79: 61-70.
- 18) Weingarten MA. Otitis externa due to Pseudomonas in swimming pool bathers. J R Coll Gen Pract. 1977 Jun; 27(179): 359-60.
- 19) Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to Pseudomonas aeruginosa. Water Sci Technol. 2004; 50(1): 63-7.
- 20) Moore JE, Heaney N, Millar BC, Crowe M, Elborn JS. 2002. Incidence of Pseudomonas aeruginosa in recreational and hydrotherapy pools. Commun Dis Public Health. 5: 23-26.
- 21) Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, Gousia P, Giannakopoulos X, Dontorou C, Filioussis G, Gessouli H, Karanis P, Leveidiotou S. 2008. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. Int J Hyg Environ Health. 211: 385-397.
- 22) Guida M, Galle` F, Mattei ML, Anastasi D, Liguori G. 2009. Microbiological quality of the water of recreational and rehabilitation pools: a 2-year survey in Naples, Italy. Public Health. 123: 448-451.
- 23) Pond K. 2005. Water recreation and disease. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality. London: WHO, IWA Publishing.
- 24) Masadeh MM, Mhaidat NM, Alzoubi KH, Hussein EI, Al-Trad EI. In vitro determination of the antibiotic susceptibility of biofilm-forming Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus: possible role of proteolytic activity and membrane lipopolysaccharide. Infect Drug Resist. 2013; 6: 27-32.
- 25) Johnjulio W, Fuge LH, Kad M, Post C. Introduction to biofilms in family medicine. South Med J. 2012; 105(1): 24-29
- 26) Nguyen D, Joshi-Datar A, Lepine F, Bauerle E, Olakanmi O, et al. (2011) Active starvation responses mediate antibiotic tolerance in biofilms and nutrient-limited bacteria. Science 3346058: 982-986.
- 27) Stoodley P, Sauer K, Davies DG, Costerton JW (2002) Biofilms as complex differentiated communities. Annu Rev Microbiol 56: 187-209.
- 28) Reid TM, Porter IA. An outbreak of otitis externa in competitive swimmers due to Pseudomonas aeruginosa. J Hyg (Lond) 1981; 86: 357-362.
- 29) Cohen-Dar M, DiCastro N, Grotto I. Pseudomonas folliculitis outbreaks associated with swimming pools or whirlpools in two guest-room sites in the northern region of Israel. Harefuah. 2012 Jul; 151(7): 381-7, 437
- 30) Julià Manresa M, Vicente Villa A, Gené Giralt A, González-Enseñat MA. Aeromonas hydrophila folliculitis associated with an inflatable swimming pool: mimicking Pseudomonas aeruginosa infection. Pediatr Dermatol. 2009 Sep-Oct; 26(5): 601-3.
- 31) García-Donoso C, Romero-Maté A, Martínez-Morán C, Borbujo JM. Recurrent Pseudomonas aeruginosa folliculitis. An Pediatr (Barc). 2011 Mar; 74(3): 208-9.
- 32) Jácome PR, Alves LR, Cabral AB, Lopes AC, Maciel MA. Phenotypic and molecular characterization of antimicrobial resistance and virulence factors in Pseudomonas aeruginosa clinical isolates from Recife, State of Pernambuco, Brazil. Rev Soc Bras Med Trop. 2012 Dec; 45(6): 707-12.
- 33) Morata L, Cobos-Trigueros N, Martínez JA, Soriano A, Almela M, Marco F, Sterzik H, Núñez R, Hernández C, Mensa J. Influence of multidrug resistance and appropriate empirical therapy on the 30-day mortality rate of Pseudomonas aeruginosa bacteremia. Antimicrob Agents Chemother. 2012 Sep; 56(9): 4833-7.

Angela Sancini¹, Maria Valeria Rosati¹, Simone De Sio¹, Teodorico Casale¹, Tiziana Caciari¹, Iliaria Samperi¹,
Carmina Sacco¹, Bruna Rita Fortunato¹, Benedetta Pimpinella¹, Giorgia Andreozzi¹, Gianfranco Tomei²,
Francesco Tomei¹

Exposure to formaldehyde in health care: an evaluation of the white blood count differential

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

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

ABSTRACT. *The aim of our study is to estimate if the occupational exposure to formaldehyde can cause alterations of leukocytes plasma values in health care workers employed in a big hospital compared to a control group. We studied employees in operating rooms and laboratories of Pathological Anatomy, Molecular Biology, Molecular Neurobiology, Parasitology and Experimental Oncology (exposed to formaldehyde) and employees of the Department of Internal Medicine (not exposed). The sample studied was composed of 86 workers exposed to formaldehyde and 86 workers not exposed. All subjects underwent a clinical-anamnestic examination and for all subjects were measured the following values: total white blood cells, lymphocytes, monocytes and granulocytes (eosinophils, basophils, neutrophils). Statistical analysis of data was based on calculation of the mean, standard deviation and the distribution into classes according to the nature of each variable. Differences were considered significant when p was < 0.05 . The mean and the distribution of values of the white blood cells, lymphocytes, monocytes and eosinophils were significantly higher in male subjects exposed to formaldehyde compared to not-exposed. Not significant differences were found in female subjects exposed compared to not exposed. The results underline the importance of a careful risk assessment of workers exposed to formaldehyde and the use of appropriate preventive measures. The health care trained and informed about the risks he is exposed to should observe good standards of behavior and, where it is not possible to use alternative materials, the indoor concentrations of formaldehyde should never exceed occupational limit values.*

Key words: formaldehyde, immunogen, leukemia, monocytes, occupational exposure.

RIASSUNTO. Scopo del nostro studio è valutare se l'esposizione occupazionale a formaldeide può causare alterazioni dei valori plasmatici dei leucociti nei dipendenti di una struttura ospedaliera di una grande città rispetto a un gruppo di controllo. Sono stati studiati operatori sanitari impiegati nelle sale operatorie e nei laboratori di anatomia patologica, biologia e neurobiologia molecolare, parassitologia ed oncologia sperimentale (esposti per mansione a formaldeide) e impiegati del reparto di Medicina Interna (non esposti). Il campione finale risulta costituito da 86 lavoratori esposti a formaldeide e 86 lavoratori non esposti. Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad esame clinico-anamnestico e per tutti sono stati dosati i seguenti valori: globuli bianchi totali, linfociti, monociti e granulociti (eosinofili, basofili, neutrofilo). L'analisi statistica è stata basata su calcolo della media, della deviazione standard e della distribuzione in classi secondo la natura di ciascuna variabile. Le differenze sono state considerate significative quando la $p < 0.05$.

Introduction

The formaldehyde (CH₂O) is the compound more simple and reactive than all aldehydes, it is a colorless gas, very soluble in water, pungent and suffocating smell, perceived even at concentrations < 1 ppm (1).

It is an airborne ubiquitous pollutant. In the indoor environments its concentration can be also appreciably higher than the atmospheric one in relation to the airing degree of premises, to eventual working performed activities that presuppose a manipulation of the chemical agent, to elements of furniture that can release the same formaldehyde, etc.

In the healthcare environment, the formaldehyde is amply used as disinfectant and preservative, reason for which among the main exposed working categories the pathological laboratories and mortuaries operators are included (2).

It is generally used in aqueous solution at 37-50%, as formalin to keep anatomical pieces and for extemporaneous, in the chamber rooms.

In soapy solution at 10% it is used as lysoform, high germicidal and sporicidal power, to disinfect floors and areas. Other use is as paraformaldehyde to disinfect air and areas of enclosed premises.

The formaldehyde can be absorbed through respiratory way, in small quantities also through skin way, and it can cause irritation in mucous membranes, contact dermatitis and bronchial asthma (3).

Some different studies support the carcinogenic effect of formaldehyde in the human being, after chronic exposure to this chemical agent; it is considered to increase the onset risk of nasopharyngeal cancer (4-5). The International Agency for Research on Cancer (IARC) (6-7) classifies formaldehyde in Group 1, declaring that, on the basis of available evidences, the formaldehyde is carcinogenic for human being and experimental animals. In particular there is sufficient human evidence on onset of nasopharyngeal carcinoma and leukemia following exposure to formaldehyde; for the onset of cancer of the paranasal sinuses there is a limited human evidence and for the onset of carcinoma of the nasal cavity there is sufficient animal evidence (rat) (7). The genotoxicity and cytotoxicity would play an important role in carcinogenesis of nasal

I valori medi e la distribuzione dei valori dei globuli bianchi, dei linfociti, dei monociti e dei granulociti eosinofili sono risultati significativamente più elevati nei soggetti di sesso maschile esposti a formaldeide rispetto ai non esposti. Non sono invece state riscontrate differenze significative nei soggetti di sesso femminile esposti rispetto ai non esposti. I risultati ottenuti sottolineano l'importanza di un'attenta valutazione del rischio dei lavoratori esposti a formaldeide e dell'utilizzo di adeguate misure di prevenzione. L'operatore formato e informato sui rischi cui è posto dovrebbe osservare buone norme comportamentali e, laddove non fosse possibile utilizzare materiali alternativi, le concentrazioni indoor di formaldeide non dovrebbero mai i valori limite occupazionali.

Parole chiave: esposizione occupazionale, formaldeide, immunogeno, leucemia, monociti.

tissues. As regards myeloid leukemia onset in humans, instead, the action mechanism was not possible to identify. To eliminate or to reduce the adverse effects, caused by exposure to this chemical agent, different research groups proposed limit values. In order to avoid short-term effects on health, the World Health Organization has proposed not to expose themselves to formaldehyde concentrations > 0.08 ppm; this limit value should avoid also the onset of cancer, long term effects on the health (8).

The American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) has set a limit value of exposure (Tresold Limit Value - TLV) for formaldehyde equal to 0.3 ppm, defined as the value not to exceed in any condition neither for very short times (ceiling-C values) (9). The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) recognizes, instead, a higher limit value (Permissible Exposure Limit or PEL), 0.75 ppm (10).

In different studies the capacity of formaldehyde to cause tumours of rhinopharynx was showed both in experimental animals and in humans, with particular reference to the nasal and paranasal cavity (11-15).

Literature studies (16-23) found white blood cell count alterations in subjects exposed to formaldehyde, during work activities, enough to support that white blood cells could be used as biological indicators of effect. In addition, some literature studies document an increased risk of leukemia onset, in particular of myeloid kind, in physicians and in other health workers exposed, like embalmers and pathologists (24-26).

The aim of our study is to estimate if the occupational exposure to formaldehyde can cause alterations of leukocytes plasma values in employees of a big hospital compared to a control group.

Methods

The study was conducted on a working population of 872 health workers of a big hospital. Exposed and not exposed workers were selected from preset departments. The exposed to formaldehyde were chosen among employees in operating rooms and laboratories of Pathological Anatomy, Molecular Biology, Molecular Neurobiology,

Parasitology and Experimental Oncology. The control group was chosen among the employees of the Department of Internal Medicine.

In the wards where exposed health workers were employed, the formaldehyde was used in the following way and with the following aims:

- in aqueous solution at 37-50% (formalin) to fix and to keep the histological tissues and anatomical pieces in the pathological anatomy departments and in chamber rooms; in operating room to prepare histological specimens of extemporaneous biopsies; in the laboratories as reagent to prepare histological slides;
- in soapy solution at 10% (lysoform) to sterilize surgical instruments and/or other medical equipment (for ex. endoscopic sensors) and to disinfect floors and areas (high germicidal and sporicidal power).

In laboratories also other chemical substances as for example xylene, alcohol, paraffin, dyes tissue such as hematoxylin-eosin, acetone were used.

To be admitted in our study, in presence of a physician a clinical-anamnestic questionnaire all health workers was given to, with following items: age, length of service, smoking habit (n° cigarettes/day) (27-28), alcohol intake (n° wine/beer glasses and liquors/day) (29), current or past medical diseases, drug therapy (in particular taking drugs with specific action on leukocytes) (30-31).

The health workers that answered affirmatively the following items were excluded (confounding factors): length of service < 1 year, haematotoxic drugs intake, past or current history of malignancy, history of chemotherapy and/or radiotherapy, as well as previous occupational exposure to benzene, butadiene, styrene and/or ionizing radiations (32), clinical-anamnestic incomplete examinations.

From the group exposed to formaldehyde the few workers that used regularly personal protective equipment were also excluded.

At the end of this selection the remaining exposed and not exposed were compared for sex, age, length of service, smoking habit (n° cigarettes/day) and alcohol intake (n° wine/beer glasses and liquors/day) (in terms of mean, standard deviation and distribution).

The final sample was composed of 86 health workers (44 males and 42 females) exposed to formaldehyde and 86 health workers (44 males and 42 females) not exposed. In the exposed subjects 43 were laboratory technicians (employed in Pathological Anatomy and Molecular Biology laboratories), 8 were medical researchers (employed in Molecular Neurobiology, Parasitology, and Experimental Oncology laboratories) and 35 were professional nurses (employed in operating room); the controls were professional physicians and nurses of the Internal Medicine department. The characteristics of studied population are showed in Table I.

A venous blood sample of 10 ml was taken from each worker in the morning, in 8-10 a.m., before eating. The blood samples were preserved in the workplace, in a refrigerator at 4°C until they were transferred in a container and at the same temperature, to laboratory where they were immediately centrifugated to get the serum, preserved at -20°C and then analysed within three days. All

Table I. Characteristics of exposed to formaldehyde and controls of both sexes

			Male sex	Female sex
	Exposed N = 44	Not-Exposed N = 44	Exposed N = 42	Not-Exposed N = 42
Length of service (years) Mean ± SD min-max	12.11 ± 3.22 6-20	11.86 ± 3.45 5-21	12.52 ± 3.47 5-20	12.12 ± 3.44 5-19
Age (years) Mean ± SD min-max	41.64 ± 5.91 34-56	41.91 ± 5.62 32-54	42.02 ± 5.60 34-54	42.19 ± 5.38 32-52
Smoking habit (n. cigarettes/day) Media ± SD Min - max	10.23 ± 5.32 5-20	10.57-5.22 5-20	10.09 ± 4.95 5-20	10.45 ± 4.84 5-20
Alcohol intake (n. glasses/day) Media ± SD min - max	1.18 ± 0.75 0-3	1.32 ± 0.74 0-3	1.24 ± 0.76 0-3	1.31 ± 0.71 0-3

SD = Standard Deviation

health workers included in the study were dosed: total white blood cells, lymphocytes, monocytes and granulocytes (eosinophils, basophils, neutrophils). The reference values used by the laboratory were respectively:

- Leukocytes 4.0-11.0 x 10³/mm³ of blood;
- Lymphocytes 25-50%;
- Monocytes 2-11%;
- Granulocytes Neutrophils 50-80%;
- Granulocytes Eosinophils 0-5%;
- Granulocytes Basophils 0-2%.

A hematology electronic analyser was used for hematologic dosage of white blood cell count (33).

All the subject agreed on the treatment of personal data, they knew that same data were included in the “sensible data” category, and used in anonymous and collective way, with scientific modality and aims, according to the principles of the Helsinki Declaration.

Statistical Analysis

Results were evaluated separately in men and women in order to exclude confounding factors such as hormonal action. The statistical analysis of data is based on the calculation of mean, standard deviation (SD), and distribution in classes, according to the kind of the single variables. The difference among means values was estimated through *Student T test*, for unpaired data. The frequencies of single variables were compared using *X² test* with Yates correction. The differences were considered significant with P values < 0.05. The Solo BMDP ® Statistical Software was used.

Results

In the male subjects exposed to formaldehyde the mean values of white blood cells were significantly higher than not exposed subjects (6.7 x 10³/mm³ vs 4.8 x 10³/mm³; p=0.000); in the male subjects exposed the

distribution values of white blood cells were significantly higher than not exposed subjects (p= 0.009) (Table II, Figure 1).

In the male subjects exposed to formaldehyde the mean values of lymphocytes were significantly higher than not exposed subjects (33.08% vs 30.1%; p= 0.04); in the male subjects exposed the distribution values of lymphocytes were significantly higher than not exposed subjects (p=0.02) (Table II, Figure 2).

In the male subjects exposed to formaldehyde the mean values of monocytes were significantly higher than not exposed subjects (6.5% vs 3.1%; p=0.000); in the male subjects exposed to formaldehyde the distribution of monocytes were significantly higher than not exposed subjects (p=0.000) (Table II, Figure 3).

In the male subjects exposed to formaldehyde the mean values of granulocytes eosinophils were significantly higher than not exposed subjects (2.5% vs 0.5%; p= 0.000); in the male subjects exposed to formaldehyde the distribution of granulocytes eosinophils were significantly higher than not exposed subjects (p= 0.000) (Table II, Figure 4).

In the male subjects exposed to formaldehyde the mean values of granulocytes neutrophils and basophils were not significant compared to not exposed subjects (p > 0.05) (Table II).

In the female subjects exposed to formaldehyde, the mean values and the distribution values of white blood cells, lymphocytes, monocytes, granulocytes neutrophils, basophils, and eosinophils, were not significant compared to not exposed subjects (p > 0.05) (Table II).

Discussions

The chemical agents (34-47), with physical agents (48-52) and psychosocial factors (53-58), can act as disruptor and to interfere with organic homeostasis, producing effects on the health.

Table II. Estimate of white blood cell count in exposed subjects vs. not exposed subjects

	Male sex		Female sex	
	Males Exposed N = 44	Males Not-Exposed N = 44	Females Exposed N = 42	Females Not-Exposed N = 42
White Blood Cells Mean (±SD) min - max (4.0-11.0 × 10 ³ /mm ³)	6.7 (±1.7)** 3.9-10.5	4.8 (±0.9) 4.2-6.5	6.3 (±1.4) § 4.1-9.9	6.0 (±1.9) 3.5-13
Lymphocytes Mean (±SD) min-max (25-50%)	33.08 (±5.9) * 22.8-51.0	30.1 (±7.9) 17.3-44.6	32.4 (±6.4) § 18.8-49.6	32.5 (±5.3) 23.1-37.1
Monocytes Mean (±SD) min-max (2-11%)	6.5 (±2.1) ** 2.0-10.5	3.1 (±1.6) 1.1-7.5	5.7 (±2.5) § 1.0-14.2	5.4 (±2.5) 2.0-7.2
Granulocytes Neutrophils Mean (±SD) min-max (50-80%)	62.05 (±12.5) § 42.6-70.9	58.3 (±11.6) 44.2-76.2	58.02 (±7.5) § 41.5-71.0	59.7 (±6.7) 40.6-64.9
Granulocytes Eosinophils Mean (±SD) min-max (0-5%)	2.5 (±1.7) ** 0.5-6.7	0.5 (±0.3) 0.1-1.0	2.4 (±1.8) § 1.2-7.1	1.9 (±1.4) 1.0-6.3
Granulocytes Basophils Mean (±SD) min-max (0-2%)	0.4 (±0.3) § 0.1-1.1	0.5 (±0.3) 0.2-1.2	0.5 (±0.4) § 0.2-1.5	0.4 (±0.3) 0.3-1.4

SD = Standard Deviation

§ not significant in exposed subjects vs. not exposed subjects; * p < 0.05 significant in exposed subjects vs. not exposed subjects; **p=0.000 significant in exposed subjects vs. not exposed subjects.

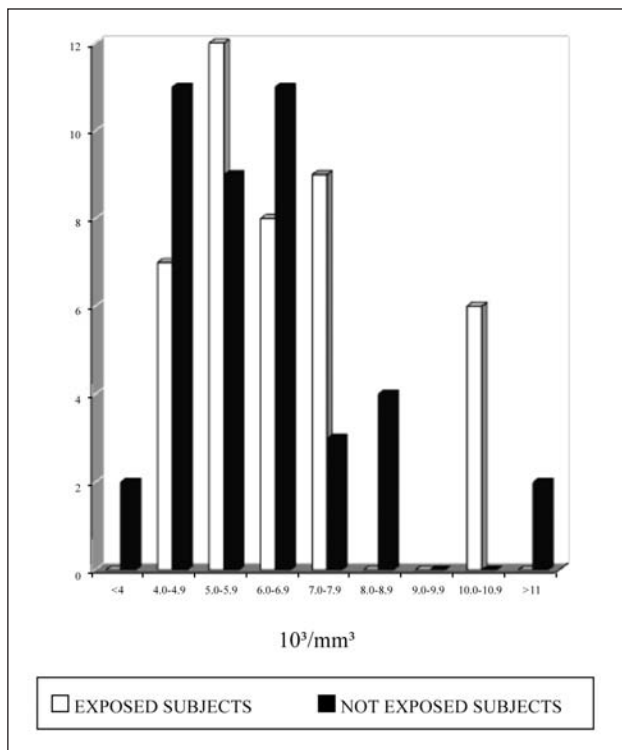


Figure 1. Distribution values of white blood cells (10³/mm³) in health workers exposed to formaldehyde and in male controls (p= 0.009)

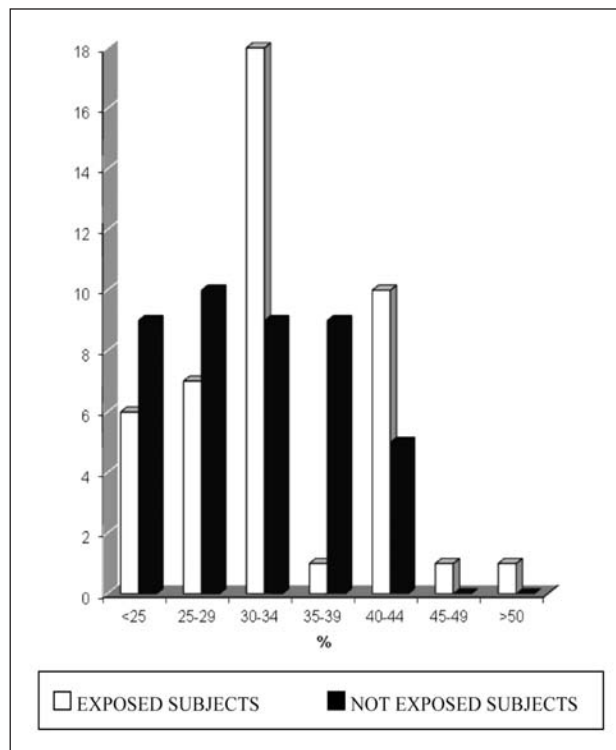


Figure 2. Distribution values of lymphocytes (%) in exposed subjects to formaldehyde and in male controls (p=0.02)

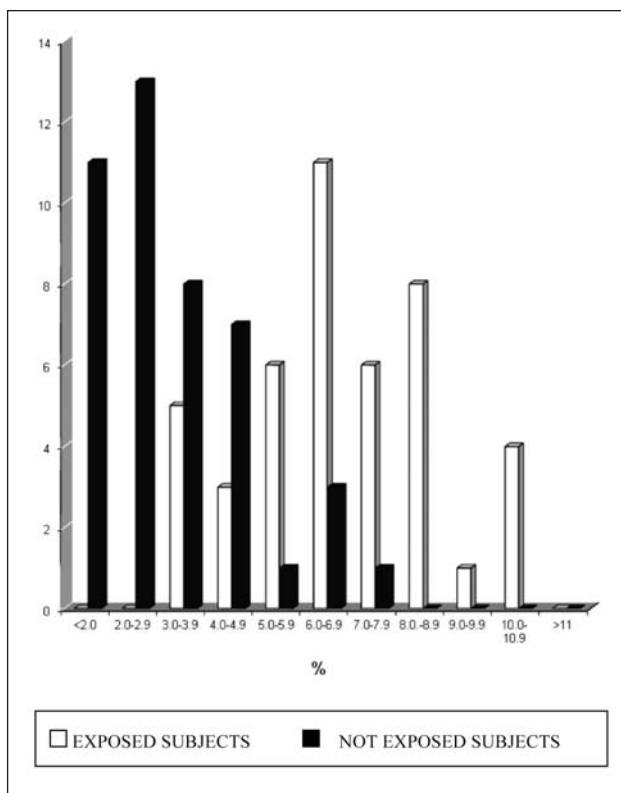


Figure 3. Distribution values of monocytes (%) in exposed subjects to formaldehyde and in male controls ($p=0.000$)

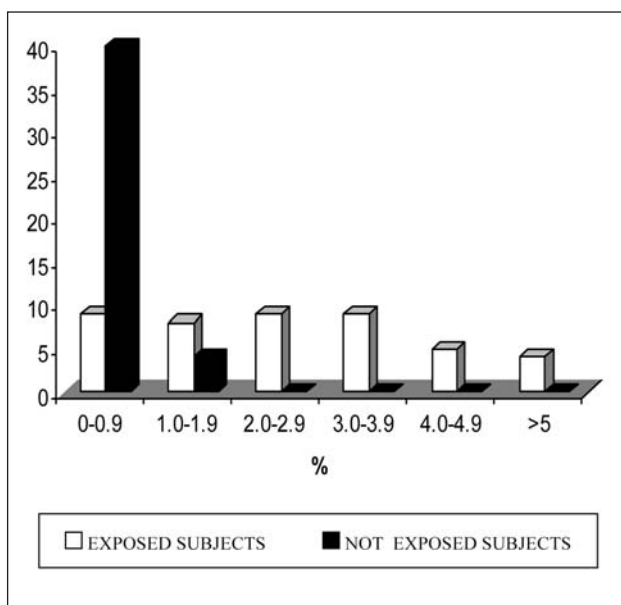


Figure 4. Distribution values of granulocytes eosinophils (%) in exposed subjects to formaldehyde and in male controls ($p=0.000$)

Many literature studies support that the exposure to formaldehyde can produce effects on the health.

In 1977, Hendrick and Lane (17) found a hypersensitivity with asthma, as well as an increase of granulocytes neutrophils and eosinophils number, in some nurses employed of a hemodialysis unit, that used the formaldehyde as sterilizer equipment.

The immunological reaction to the low concentration formaldehyde action was studied in some animal species. This chemical substance promotes stimulation of the immune system with increase in circulating of leukocytes, enhancement of granulocytes neutrophils phagocytic activity and increase in title of serum complement (16). However, the results are not always univocal, because in some experimental animals was recorded a decrease of leukocytes after exposure to different irritant agents such as formaldehyde (18); the explanation could derive from a hormesis phenomenon, considered an adaptive function of the organism, for which many biological systems exposed to a wide range of agents show opposite responses depending on the dose (59).

Some different studies conducted on health workers pointed out the immunological role of formaldehyde, that can inhibit r-RNA synthesis and lymphocyte maturation (60), and to cause allergica phenomena in the respiratory system and in the skin, with increase of Cd26 levels and decrease of antibody levels (61).

Our data suggest that the occupational exposure to formaldehyde can cause alterations of the white blood cell count in male exposed health workers compared to not exposed health workers, considering the investigated subjects were compared for sex, age, length of service, as well as smoking habit and alcohol intake (27-29).

The lack of significance found in the comparison between exposed vs. not exposed subjects of female sex could instead be explained by gender differences, often overlooked in the field of human toxicology and that needs further study (62), which could reduce the toxic effect of formaldehyde. Women have body structure, metabolism and biological hormonal processes different than men, and the toxic effects of chemicals can be influenced by these factors (63). Different biological factors can influence the toxicokinetic, the toxicodynamic, metabolism and excretion, sometimes under the effect of sex hormones (62, 64).

Our study has some limitations. First, we did not know the personal exposure to formaldehyde in the exposed subject. Second, we did not know if the studied subjects were exposed to other confounding factor or other stressor (such as psychosocial stressor) with an effects on peripheral leukocytes. For example, it is well known that hypothalamic-pituitary-adrenal axis release adrenaline and cortisol in situations of acute stress: slight increases of these hormones enhance the immune function, contributing to the mobilization of from the deposits (65-67).

The results of our study are in line with the data reported in the scientific literature about multiple effects of urban stressors on the health of outdoor workers. The results of this study are consistent with our previous studies on the effects of multiple stressors on the health of urban outdoor workers (68-73).

Despite this limitations, the results obtained in this study are in accordance with literature, that showed the existence of a relation between exposure to formaldehyde and the increase of alterations of white blood cell count.

In spite of formaldehyde was inserted in class 1 of carcinogens, there are no restrictions to its use. A careful risk assessment of exposed workers (Legislative Decree 81/08, Title IX, Chapter II "Protection from carcinogens and mu-

tagens”) is therefore essential, as well as the implementation of appropriate preventive measures, the use of individual protection devices and to reduce indoor concentrations of formaldehyde. The exposed health care, trained and informed, should respect good standards of behavior and the indoor concentrations of formaldehyde should never exceed occupational limit values. If possible alternative materials (Legislative Decrees 81/08) should be used, for example in healthcare environment the glutaraldehyde could substitute the formaldehyde in the sterilizing materials.

References

- Zhang L, Steinmaus C, Eastmond DA, Xin XK, Smith MT. Formaldehyde exposure and leukemia: a new meta-analysis and potential mechanisms. *Mutat Res* 2009; 681: 150-168.
- Viegas S, Ladeira C, Nunes C, Malta-Vacas J, Gomes M, Brito M, Mendonça P, Prista J. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: a study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 2010; 5: 25.
- Smedley J, Coggon D. Health surveillance for hospital employees exposed to respiratory sensitizers. *Occup Med* 1996; 46: 33-36.
- Hildesheim A, Dosemeci M, Chan CC, Chen CJ, Cheng YJ, Hsu MM, Chen IH, Mittl BF, Sun B, Levine PH, Chen JY, Brinton LA, Yang CS. Occupational exposure to wood, formaldehyde, and solvents and risk of nasopharyngeal carcinoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2001; 10: 1145-1153.
- Armstrong RW, Imrey PB, Lye MS, Armstrong MJ, Yud MC, Sanie S. Nasopharyngeal carcinoma in Malaysian Chinese: occupational exposures to particles, formaldehyde and heat. *Int J Epidemiol* 2000; 29: 991-998.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. IARC: Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human. Lyon: IARC 2006; 88: 39-325.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 100, A Review of Human Carcinogens. Lyon, France; 2011.
- Kaden DA, Mandin C, Nielsen GD, Wolkoff P. Formaldehyde. In: *Who Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe. Copenhagen: 2010; pp. 103-142. Available from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf
- Associazione Italiana degli Igienisti Industriali per l'igiene industriale e per l'ambiente (AIIDII). Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione. ACGIH 2009. *G Ig Ind*. 2009; 34(2): 1-270.
- National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Pocket guide to chemical hazards. Third Printing 2007; 2005-149: 1-424. Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html>
- Albert RE, Sellakumar AR, Laskin S, Kuschner M, Nelson N, Snyder CA. Gaseous formaldehyde and hydrogen chloride induction of nasal cancer in the rat. *J Natl Cancer Inst* 1982; 68: 597-603.
- Olsen JH, Asnaes S. Formaldehyde and the risk of squamous cell carcinoma of the sinusal cavities. *Br J Ind Med* 1986; 43: 769-774.
- Hansen J, Olsen JH. Formaldehyde and cancer morbidity among male employees in Denmark. *Cancer Causes Control* 1995; 6: 354-360.
- Monticello TM, Swenberg JA, Gross EA, Leininger JR, Kimbell JS, Seilkop S, Starr TB, Gibson JE, Morgan KT. Correlation of regional and nonlinear formaldehyde-induced nasal cancer with proliferating populations of cells. *Cancer Res* 1996; 56: 1012-1022.
- Kamata E, Nakadate E, Uchida O, Ogawa Y, Suzuki S, Kaneko T, Saito M, Kurokawa Y. Results of a 28-month chronic inhalation toxicity study of formaldehyde in male Fisher-344 rats. *J Toxicol Sci* 1997; 22: 239-254.
- Vinogradov GI, Rudnev MI. Immunological reactivity to the effect of carbon monoxide and formaldehyde in the air. *Gig Sanit* 1976; 9: 9-12.
- Hendrick DJ, Lane DJ. Occupational formalin asthma. *Br J Ind Med* 1977; 34: 11-18.
- Brondeau MT, Bonnet P, Guenier JP, Simon P, de Ceaurriz J. Adrenal-dependent leucopenia after short-term exposure to various airborne irritants in rats. *J Appl Toxicol* 1990; 10: 83-86.
- Baj Z, Majewska E, Zeman K, Pokoca L, Dworniak D, Paradowski M, Tchórzewski H. The effect of chronic exposure to formaldehyde, phenol and organic chlorohydrocarbons on peripheral blood cells and the immune system in humans. *J Investig Allergol Clin Immunol* 1994; 4: 186-191.
- Pross HF, Day JH, Clark RH, Lees RE. Immunologic studies of subjects with asthma exposed to formaldehyde and urea-formaldehyde foam insulation (UFFI) off products. *J Allergy Clin Immunol* 1987; 79: 797-810.
- Kuo HW, Jian GJ, Chen CL, Liu C, Lai J. White blood cell count as an indicator of formaldehyde exposure. *Bull Environ Contam Toxicol* 1997; 59: 261-267.
- Thrasher JD, Broughton A, Madison R. Immune activation and autoantibodies in humans with long-term inhalation exposure to formaldehyde. *Arch Environ Health* 1990; 45: 217-223.
- Hagmar L, Bellander T, Hogstedt B, Hallberg T, Attewell R, Raihle G, Au WW, Legator MS, Mitelman F, Skerfving S. Biological effects in a chemical factory with mutagenic exposure. I. Cytogenetic and haematological parameters. *Int Arch Occup Environ Health* 1988; 60: 437-444.
- Levine RJ, Andjelkovich DA, Shaw LK. The mortality of Ontario undertakes and a review of formaldehyde-related mortality studies. *J Occup Med* 1984; 26(10): 740-746.
- Hayes RB, Blair A, Stewart PA, Herrick RF, Mahar H. Mortality of U.S. embalmers and funeral directors. *Am J Ind Med* 1990; 18(6): 641-652.
- Hall A, Harrington JM, Tar-Ching A. Mortality study of British pathologists. *Am J Ind Med* 1991; 20: 83-89.
- Kawada T. Smoking-induced leukocytosis can persist after cessation of smoking. *Arch Med Res* 2004; 35: 246-250.
- Leone A. Biochemical markers of cardiovascular damage from tobacco smoke. *Curr Pharm Des* 2005; 11(17): 2199-2208.
- Nakanishi N, Yoshida H, Okamoto M, Matsuo Y, Suzuki K, Tatara K. Association of alcohol consumption with white blood cell count: a study of Japanese male office workers. *J Int Med* 2003; 253: 367-374.
- Haghighat M, Dehghani SM, Alborzi A, Imanieh MH, Pourabbas B, Kalani M. Organisms causing spontaneous bacterial peritonitis in children with liver disease and ascites in Southern Iran. *World J Gastroenterol* 2006; 12: 5890-5892.
- Nagayama N, Shishido Y, Masuda K, Baba M, Tamura A, Nagai H, Akagawa S, Kawabe Y, Machida K, Kurashima A, Komatsu H, Yotsumoto H. Leukopenia due to anti-tuberculous chemotherapy including rifampicin and isoniazid. *Kekkaku* 2004; 79: 341-348.
- Zhang L, Tang X, Rothman N, Vermeulen R, Ji Z, Shen M, Qiu C, Guo W, Liu S, Reiss B, Freeman LB, Ge Y, Hubbard AE, Hua M, Blair A, Galvan N, Ruan X, Alter BP, Xin KX, Li S, Moore LE, Kim S, Xie Y, Hayes RB, Azuma M, Hauptmann M, Xiong J, Stewart P, Li L, Rappaport SM, Huang H, Fraumeni JF Jr, Smith MT, Lan Q. Occupational exposure to formaldehyde, hematotoxicity and leukemia-specific chromosome changes in cultured myeloid progenitor cells. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2010; 19(1): 80-88.
- Baskurt OK, Levi E, Caglayan S, Dikmenoglu N, Kutman MN. Hematological and hemorheological effects of air pollution. *Arch Environ Health* 1990; 45: 224-228.
- Ciarrocca M, Tomei G, Palermo P, Caciari T, Cetica C, Fiaschetti M, Giofrè PA, Tasciotti Z, Tomei F, Sancini A. Environmental and biological monitoring of arsenic in outdoor workers exposed to urban air pollutants. *Int J Hyg Environ Health* 2012; 215(6): 555-561.
- Tomei F, Rosati MV, Ciarrocca M, Baccolo TP, Caciari T, Tomao E. Occupational exposure to urban pollutants and urinary 5-hydroxy-3-indoleacetic acid. *J Environ Health* 2004; 66(6): 38-42, 44.
- Tomei G, Sancini A, Cerratti D, Fiaschetti M, Anzani MF, Ciarrocca M, Rosati MV, Tomao E, Giubilati R, Pimpinella B, Tomei F. Effects on plasmatic androstenedione in female workers exposed to urban stressors. *Eur J Inflamm* 2009; 7(3): 175-181.
- Caciari T, Casale T, Ciarrocca M, Capozzella A, Giofrè PA, Corbosiario P, Tomei G, Scala B, Andreozzi G, Nardone N, Tomei F, Rosati MV. Correlation between total blood lead values and peripheral blood counts in workers occupationally exposed to urban stressors. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 2013; 48(12): 1457-1469.

- 38) Ciarrocca M, Tomei F, Caciari T, Capozzella A, Scimitto L, Nardone N, Andreozzi G, Scala B, Fiaschetti M, Cetica C, Di Giorgio V, Schifano MP, Tomei G, Sancini A. Environmental and biological monitoring of benzene in traffic policemen, police drivers and rural outdoor male workers. *J Environ Monit* 2012; 14(6): 1542-1550.
- 39) Ciarrocca M, Tomei F, Caciari T, Cetica C, André JC, Fiaschetti M, Schifano MP, Scala B, Scimitto L, Tomei G, Sancini A. Exposure to Arsenic in urban and rural areas and effects on thyroid hormones. *Inhal Toxicol* 2012; 24(9): 589-598.
- 40) Sancini A, Tomei F, Giofrè PA, Sinibaldi F, Corbosiero P, Rinaldi G, Marrocco M, Scimitto L, Fiaschetti M, Tomei G, Ciarrocca M. Occupational exposure to traffic pollutants and peripheral blood counts. *Ann Ig* 2012; 24: 325-344.
- 41) Sancini A, Tomei F, Tomei G, Caciari T, Di Giorgio V, André JC, Palermo P, Andreozzi G, Nardone N, Schifano MP, Fiaschetti M, Cetica C, Ciarrocca M. Urban pollution. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34(2): 187-196.
- 42) Tomei F, Rosati MV, Ciarrocca M, Baccolo TP, Gaballo M, Caciari T, Tomao E. Plasma cortisol levels and workers exposed to urban pollutants. *Ind Health* 2003; 41(4): 320-326.
- 43) Capozzella A, Fiaschetti M, Sancini A, Caciari T, Andreozzi G, Schifano MP, Ponticciello BG, De Sio S, Rosati MV, Fioravanti M, Cetica C, Palermo P, Tomei G, Tomei F, Ciarrocca M. Asbestos risk: Risk assessment and prevention. *Clin Ter* 2012; 163(2): 141-148.
- 44) Ciarrocca M, Tomei G, Fiaschetti M, Caciari T, Cetica C, Andreozzi G, Capozzella A, Schifano MP, André JC, Tomei F, Sancini A. Assessment of occupational exposure to benzene, toluene and xylenes in urban and rural female workers. *Chemosphere* 2012; 87(7): 813-819.
- 45) Caciari T, Capozzella A, Tomei F, Fiaschetti M, Schifano MP, Giofrè PA, Santoro L, Scala B, Nardone N, De Sio S, Chighine A, Tomei G, Rosati MV. Professional exposure to anaesthetic gases in health workers: estimate of some hepatic and renal tests. *Clin Ter* 2013; 164(1): 5-9. doi: 10.7417/CT.2013.1513.
- 46) Caciari T, Casale T, Tomei F, Samperi I, Tomei G, Capozzella A, Ripamonti K, Scala B, Andreozzi G, Nardone N, Schifano MP, Rosati MV. Exposure to antineoplastic drugs in health care and blood chemistry parameters. *Clin Ter* 2012; 163(6): 387-392.
- 47) Tomei F, Rosati MV, Baccolo TP, Bernardini A, Ciarrocca M, Caciari T, Tomao E. Response of lympho-monocytes to phytohemagglutinin in urban workers. *Environ Toxicol Pharmacol* 2004; 17(1): 13-18.
- 48) Sancini A, Tomei G, Vitarelli A, Caciari T, Samperi I, Pacchiarotti A, Scala B, Schifano MP, Scimitto L, Fiaschetti M, Cetica C, Tomei F, Ciarrocca M. Cardiovascular risk in rotogravure industry. *J Occup Environ Med* 2012; 54(5): 551-557.
- 49) Caciari T, Rosati MV, Casale T, Loreti B, Sancini A, Riservato R, Nieto HA, Frati P, Tomei F, Tomei G. Noise-induced hearing loss in workers exposed to urban stressors. *Sci Total Environ* 2013; 463-464C: 302-308.
- 50) Tomei G, Fioravanti M, Cerratti D, Sancini A, Tomao E, Rosati MV, Vacca D, Palitti T, Di Famiani M, Giubilati R, De Sio S, Tomei F. Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: A meta-analysis. *Sci Total Environ* 2010; 408(4): 681-689.
- 51) Caciari T, Capozzella A, Tomei F, Nieto HA, Giofrè PA, Valentini V, Scala B, Andreozzi G, De Sio S, Chighine A, Tomei G, Ciarrocca M. Professional exposure to ionizing radiations in health workers and white blood cells. *Ann Ig* 2012; 24(6): 465-474.
- 52) Caciari T, De Sio S, Capozzella A, Tomei G, Sancini A, De Rose E, Rinaldi G, Di Pastena C, Scala B, Chighine A, Andreozzi G, Nardone N, Tomei F, Ciarrocca M. Manual handling of patients: clinical evaluation of some parameters clinical-anamnestic in health care. *Prevent Res* 2012; 2(3): 297-309. Available from: <http://www.preventionandresearch.com/> doi: 10.7362/2240-2594.041.2012
- 53) Tomei G, Sancini A, Capozzella A, Caciari T, Tomei F, Nieto HA, Giofrè PA, Marrocco M, De Sio S, Rosati MV, Ciarrocca M. Perceived stress and stress-correlated parameters. *Ann Ig* 2012; 24(6): 517-526.
- 54) Tomei G, Ciarrocca M, De Sio S, Scimitto L, Schifano MP, Di Pastena C, Tomei F, Sancini A. Mobbing - rischi e prevenzione di un fenomeno in crescita. *Prevent Res* Available from: <http://www.preventionandresearch.com/> doi: 10.7362/2240-2594.052.2011
- 55) Tomei G, Cherubini E, Ciarrocca M, Biondi M, Rosati MV, Tarsitani L, Capozzella A, Monti C, Tomei F. Assessment of subjective stress in the municipal police force at the start and at the end of the shift. *Stress Health* 2006; 22: 239-247.
- 56) Tomei G, Cinti ME, Sancini A, Cerratti D, Pimpinella B, Ciarrocca M, Tomei F, Fioravanti M. Evidence based medicine and mobbing. *G Ital Med Lav Erg* 2007; 29(2): 149-157.
- 57) Tomei G, Ciarrocca M, Scimitto L, Di Pastena C, Fiaschetti M, Cetica C, Federici F, Capozzella A, Schifano MP, Caciari T, Tomei F, Sancini A. Mental health and women's work: Is balance possible? *Minerva Psichiatrica* 2012; 53(1): 79-89.
- 58) Sancini A, Ciarrocca M, Capozzella A, Corbosiero P, Fiaschetti M, Caciari T, Cetica C, Scimitto L, Ponticciello BG, Tasciotti Z, Schifano MP, Andreozzi G, Tomei F, Tomei G. Shift work and night work and mental health. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34(1): 76-84.
- 59) Cerioli N, Amendola A, Migliore L. Ormesi: la rivoluzione dose-risposta. In: *Monografie APAT*. Roma: IGER, 2006, pp. 1-31.
- 60) Vargova M, Janota S, Karelková J, Barancokova M, Šulcová M. Analysis of the health risk of occupational exposure to formaldehyde using biological markers. *Analysis* 1992; 20: 451-454.
- 61) Broughton A, Thrasher JD, Madison R. Biological monitoring of indoor air pollution: a novel approach. *Indoor Air '90*. The 5th International Conference on indoor air quality and climate 1990; 2: 145-150.
- 62) Gochfeld M. Framework for gender differences in human and animal toxicology. *Environ Res* 2007; 104(1): 4-21. Review
- 63) Schwartz JB. The Influence of Sex on Pharmacokinetics *Clinical Pharmacokinetics*, Volume 2003; 42(2): 107-121.
- 64) Lindberg AL, Ekström EC, Nermell B, Rahman M, Lönnerdal B, Persson LA, Vahter M. Gender and age differences in the metabolism of inorganic arsenic in a highly exposed population in Bangladesh. *Environ Res* 2008; 106: 110-120.
- 65) Pancheri P, Biondi M. Stress, emozioni e sistema immunitario. In: Pancheri P. *Stress, emozioni e malattia*. Mondadori EST, Milano, 1980.
- 66) Sancini A, Tomei F, Schifano MP, Di Giorgio V, Caciari T, Fiaschetti M, Scimitto L, Tomei G. Stress characteristics in different work conditions: Is it possible to identify specificity of risk factors by the questionnaire method? *Eur J Inflamm* 2010; 8(2): 117-123.
- 67) Rosati MV, Sancini A, Tomei F, Andreozzi G, Scimitto L, Schifano MP, Ponticciello BG, Tomei G. Plasma cortisol concentrations and lifestyle in a population of outdoor workers. *Int J Environ Health Res* 2011 21(1): 62-71.
- 68) Sancini A, Tomei F, Schifano MP, Di Giorgio V, Samperi I, Tomei F. Respiratory parameters in tram policemen exposed to urban pollution. *Eur J Inflamm* 2010; 8(3): 157-163
- 69) Ciarrocca M, Rosati MV, Tomei F, Capozzella A, Andreozzi G, Tomei G, Bacaloni A, Casale T, André JC, Fioravanti M, Cuartas MF, Caciari T. Is urinary 1-hydroxypyrene a valid biomarker for exposure to air pollution in outdoor workers? A meta-analysis. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2013; 19(9). doi: 10.1038/jes.2012.111.
- 70) Sancini A, Tomei F, Capozzella A, Fiaschetti M, Schifano MP, Colasanti V, Andreozzi G, Scala B, Corbosiero P, Federici F, De Sio S, Di Pastena C, Rosati MV, Rinaldi G, Prenna A, Tomei G, Ciarrocca M, Caciari T. Meta analysis indices of genotoxic damage in urban pollution exposed workers. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34: 740-743.
- 71) Caciari T, De Sio S, Di Pastena C, Scala B, Loreti B, Sacco C, Mascia I, Rinaldi G, Corbosiero P, Schifano MP, Casale T, Mandolesi D, Pimpinella B, Giubilati R, Sancini A, Capozzella A, Rosati MV, Tomei G, Tomei F. Opuscolo informativo formativo per i lavoratori esposti ad inquinanti urbani. *Prevent Res* 2013; published online 15. Feb. Available from: <http://www.preventionandresearch.com/>
- 72) Ciarrocca M, Tomei F, De Sio S, Capozzella A, Di Pastena C, Nardone N, Scala B, Sinibaldi F, Antetomaso L, Rosati MV, Samperi I, Mandolesi D, De Angelis A, Tomei G, Sancini A, Caciari T. Meta analysis blood and urinary values in urban pollution exposed workers. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34: 737-739.
- 73) Barbato DL, Tomei G, Tomei F, Sancini A. Traffic air pollution and oxidatively generated DNA damage: Can urinary 8-oxo-7,8-dihydro-2-deoxyguanosine be considered a good biomarker A meta-analysis. *Biomarkers* 2010; 15(6): 538-545.

Chiara Ghislieri¹, Lara Colombo¹, Monica Molino¹, Margherita Zito¹, Ylenia Curzi², Tommaso Fabbri²

La soddisfazione lavorativa in un ateneo italiano: differenze tra docenti-ricercatori e tecnici-amministrativi

¹ Dipartimento di Psicologia, Università degli Studi di Torino, Torino

² Dipartimento di Economia "Marco Biagi", Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Modena

RIASSUNTO. *Introduzione.* Le trasformazioni del mondo accademico hanno portato un aumento delle richieste lavorative e una diminuzione delle risorse a disposizione. L'immagine positiva del lavoro in accademia si è gradualmente offuscata, nel corso degli ultimi anni. Lo studio descritto in queste pagine, utilizzando la cornice teorica del modello delle richieste e risorse lavorative, si è proposto di analizzare la relazione tra alcune richieste (carico di lavoro, conflitto lavoro-famiglia e dissonanza emotiva) e risorse (autonomia, supporto dei capi e dei colleghi) e la soddisfazione lavorativa in un Ateneo italiano, osservando le differenze tra personale docente-ricercatore (PDR) e personale tecnico-amministrativo (PTA). *Metodo.* La ricerca è stata realizzata attraverso la somministrazione di un questionario self-report che ha consentito di rilevare la soddisfazione lavorativa e le variabili sopra citate. Hanno partecipato alla ricerca 477 soggetti (177 PDR e 300 PTA). *Risultati.* L'analisi della varianza evidenzia significative differenze tra PDR e PTA rispetto alle variabili rilevate. La regressione multipla segnala che l'autonomia è la principale determinante della soddisfazione lavorativa per il PDR e il supporto dei capi è la principale determinante della soddisfazione lavorativa per il PTA. *Conclusioni.* La ricerca rappresenta uno dei primi studi italiani su questo tema in contesto accademico ed evidenzia l'importanza di procedere a ulteriori approfondimenti relativi alle dinamiche specifiche di lavoro del PDR e del PTA. Tra le implicazioni pratiche dello studio si segnala l'importanza di mantenere elevati i livelli di autonomia del PDR e di promuovere un efficace sviluppo della leadership per il PTA.

Parole chiave: soddisfazione lavorativa, modello richieste e risorse lavorative, contesto accademico.

ABSTRACT. *JOB SATISFACTION IN AN ITALIAN UNIVERSITY: DIFFERENCES BETWEEN ACADEMIC AND TECHNICAL-ADMINISTRATIVE STAFF.* **Objective.** The changes in the academic world led to an increase in job demands and a decrease in the available job resources. In recent years, the positive image of work in academia has gradually blurred. The present study, within the theoretical framework of the job demands-resources model, aimed to analyse the relationship between some job demands (workload, work-family conflict and emotional dissonance) and some job resources (autonomy, supervisors' support and co-workers' support) and job satisfaction in a medium-sized Italian University, by observing the differences between the academic staff (professors and researchers) and the technical-administrative staff. **Methods.** The research was conducted by administering a self-report questionnaire which allowed to detect job satisfaction and the mentioned variables. Respondents were 477 (177 from academic staff and 300 from technical-administrative staff).

Introduzione

I recenti cambiamenti che hanno interessato il mondo dell'istruzione e, in particolare, la riforma del sistema universitario (Legge 240/2010), hanno riportato l'attenzione sulle specificità dell'Università come organizzazione e sulle peculiarità del lavoro accademico.

Da una parte si osserva un aumento delle richieste sul fronte della gestione amministrativa che rende più complesso il lavoro del personale tecnico-amministrativo (PTA), dall'altra parte si registra un cambiamento anche nel lavoro svolto dal personale docente-ricercatore (PDR), a lungo considerato prestigioso, ben remunerato, socialmente riconosciuto e altamente desiderabile (1). Nel corso degli ultimi decenni, l'immagine positiva del lavoro in accademia si è gradualmente offuscata, in Italia come in altri paesi (2), in relazione a un insieme di fattori tra i quali possiamo citare: la riduzione dei finanziamenti, il lungo e incerto percorso di inserimento, il calo dei reclutamenti (il blocco del turnover), le basse retribuzioni associate soprattutto ai primi momenti della carriera lavorativa, le limitate opportunità di avanzamento di carriera e un significativo aumento del carico di lavoro, in condizioni di risorse limitate.

Lo studio descritto in queste pagine, utilizzando la cornice teorica del modello delle richieste e risorse lavorative (3, 4), si è proposto di analizzare la relazione tra alcune richieste e risorse lavorative e la soddisfazione lavorativa in un Ateneo italiano di medie dimensioni. In considerazione delle profonde differenze tra il lavoro svolto dal PDR e dal PTA (5), questo aspetto è al centro dello studio.

Sebbene la ricerca sulla soddisfazione lavorativa sia aumentata nel corso degli ultimi decenni, i lavori che si concentrano sul contesto accademico sono relativamente pochi e riconducibili prevalentemente a ricerche internazionali (6, 2), fatta eccezione per l'indagine sulla professione accademica in Italia pubblicata a cura di Rostan (1) che si concentra però solo sul PDR e non sul confronto tra PDR e PTA.

La soddisfazione lavorativa, tra richieste e risorse

La scelta del modello delle richieste e risorse lavorative di Demerouti e colleghi (4) come cornice di riferimento di questo studio si deve alla flessibilità del model-

Results. *The analysis of variance (independent samples t-test) showed significant differences in variables of interest between academic staff and technical-administrative staff. Multiple regression pointed out that job autonomy is the main determinant of job satisfaction in the academic staff sample, whereas supervisor support is the main determinant of job satisfaction in the technical-administrative staff sample.*
Conclusions. *This research represents one of the first Italian studies on these topics in the academic context and highlights the importance of further in-depth examinations of specific job dynamics for both teaching and technical-administrative staff. Among practical implications, the importance of keeping high levels of job autonomy for academic staff and of fostering an effective leadership development for technical-administrative staff emerged.*

Key words: *job satisfaction, job demands-resources model, academic work context.*

lo stesso in quanto risulta applicabile a differenti occupazioni (3) e consente di tenere in considerazione diversi aspetti delle caratteristiche del lavoro. Il modello, in sintesi, ipotizza che il benessere al lavoro sia determinato da due principali categorie di fattori: le richieste lavorative (es. carico di lavoro, carico mentale, carico emotivo, ...) responsabili principalmente di processi di degradamento della salute, e le risorse lavorative (es. autonomia, supporto sociale, ...) responsabili principalmente di processi motivazionali.

Tra gli esiti presi in considerazione dagli studi che adottano questo modello teorico, un ruolo di primo piano è ricoperto, per gli esiti positivi, dal work-engagement (7), e, per gli esiti negativi, dal burnout (3). Alcuni studi hanno però utilizzato il modello per spiegare la soddisfazione di vita (4) e la soddisfazione lavorativa (8), in contesti organizzativi specifici.

Il presente studio si colloca in questa cornice e considera come variabile dipendente la soddisfazione lavorativa, definita da Spector (9) come “the extent to which people like (satisfaction) or dislike (dissatisfaction) their jobs” (p. 2). La soddisfazione lavorativa è spesso considerata un indicatore di benessere cognitivo al lavoro (10, 11).

L'importanza del costrutto di soddisfazione lavorativa è dovuta alle sue rilevanti conseguenze, a livello organizzativo e individuale. A livello organizzativo, la soddisfazione lavorativa si lega: a una riduzione dell'intenzione di cambiare lavoro (12), dell'assenteismo (13) e del turnover (14); a un miglioramento della prestazione individuale e di gruppo (15); alla qualità del prodotto/servizio (16), e alla soddisfazione dei clienti (17); alla propensione a mettere in atto comportamenti di cittadinanza organizzativa (18).

A livello individuale è documentata una relazione positiva tra la soddisfazione lavorativa e la generale soddisfazione di vita (19) e una relazione negativa tra la soddisfazione lavorativa l'ansia e la depressione (20, 21).

Tra le variabili considerate come possibili determinanti della soddisfazione lavorativa, i fattori socio-anagrafici (22) e quelli disposizionali (locus of control, affettività positiva/negativa, stabilità emotiva) sono stati ampiamente trattati nella ricerca scientifica (23).

Per quanto riguarda le determinanti organizzative della soddisfazione lavorativa risultano avere un ruolo di primo piano le caratteristiche del lavoro, del contesto di lavoro, dell'organizzazione del lavoro e delle pratiche di gestione e sviluppo del personale adottate dall'azienda (24, 25).

Principali studi realizzati nel contesto accademico

Come anticipato nell'introduzione, i recenti cambiamenti che hanno coinvolto il mondo universitario a seguito della riforma Gelmini (Legge 240/2010) hanno comportato un rinnovato interesse nei confronti dell'Università come organizzazione e un'attenzione alle ripercussioni sulla qualità della vita lavorativa sia del PDR, sia del PTA.

Tuttavia, gli studi che coinvolgono il personale universitario sono ancora pochi, soprattutto se confrontati con quelli che coinvolgono altre professioni (in particolare il personale sanitario, gli insegnanti delle scuole primarie e secondarie di primo e secondo grado, gli operatori di call center etc.).

Inoltre, la maggioranza degli studi nazionali e in particolare internazionali si concentra sul PDR. Ricerche condotte in contesto accademico in diversi paesi suggeriscono che il lavoro accademico stia diventando sempre più impegnativo, sebbene la soddisfazione del PDR, nel nostro paese ad esempio, permanga elevata (26). La popolazione accademica, con particolare riferimento al PDR, sembra però riportare livelli di disagio psicologico superiori a quelli di altri gruppi professionali (6, 1, 2). I lavori di ricerca internazionali segnalano somiglianze ma anche differenze tra le situazioni di diversi paesi, legate certamente alle specificità dei sistemi accademici nazionali. Diviene dunque importante procedere a lavori di ricerca approfonditi per ciascun contesto nazionale.

Più puntualmente gli studi in tema di stress o benessere al lavoro, realizzati in ambito accademico, si sviluppano a partire dal 2000 (27, 28, 29, 30, 31): oltre alla “misurazione” dello stato di benessere in questo contesto, tali studi si propongono di individuarne le diverse possibili determinanti (32, 33, 34, 35, 2, 31).

Sebbene molte variabili lavorative legate alla soddisfazione in ambito accademico siano comuni ad altre professioni (carico lavorativo, conflittualità, risorse, comunicazione, cambiamenti, equità percepita), alcuni aspetti, come si è già evidenziato, caratterizzano in specifico il lavoro del PDR: la ricerca scientifica e il reperimento di fondi per realizzarla, la scrittura per pubblicazioni scientifiche e la partecipazione a convegni, la docenza e il tutorato (35).

Rispetto ad altre professioni, il lavoro accademico, come afferma Kinman (28), appare “insolito” perché connotato da un'elevata motivazione intrinseca per le attività di ricerca e didattica (36, 37, 38): per questa ragione, un aumento del carico di lavoro in termini di impegni di ricerca o didattica non si lega necessariamente a forme di insoddisfazione o disagio. Per contro un aumento degli impegni amministrativi e burocratici, in momenti caratterizzati da una compressione delle risorse e, talvolta, da una gestione manageriale non efficace, sembra associato all'emergere di conseguenze psico-fisiche negative (39, 40, 41).

I risultati dell'indagine sponsorizzata dalla Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching (26) hanno

evidenziato, come si è anticipato, che, nonostante le difficoltà trasversali ai diversi Paesi (prevalentemente di reperimento di finanziamenti), la soddisfazione lavorativa del PDR resta buona: ciò si deve probabilmente, come evidenziato anche da altri studi, al piacere intellettuale implicito del lavoro accademico e, soprattutto, all'autonomia che rappresenta un importante fattore di protezione per questa popolazione lavorativa, nonostante la riduzione del margine di discrezionalità degli ultimi decenni (2).

Per quanto riguarda il PTA, scarsi sono gli studi relativi in specifico a questa popolazione, nonostante i profondi cambiamenti che hanno toccato anche questo profilo. Uno studio italiano (5), già prima dell'introduzione della legge Gelmini, riportava una significativa preoccupazione di direttori e dirigenti amministrativi delle Università italiane rispetto alle rinnovate richieste di ruolo relative al PTA.

In particolare, venivano segnalati come elementi di attenzione: le frequenti modifiche in tema di ordinamento, la crescente insistenza sulla valutazione e sulla qualità del servizio (divenuta ancor più stringente con le attuali direttive in tema di valutazione della didattica), la cronica mancanza di finanziamenti interni e la costante necessità di sostenere il PDR nella ricerca di finanziamenti esterni, oltre che l'imperativo dell'internazionalizzazione.

In una situazione dunque di crescente incertezza, è cresciuta la richiesta di assunzione di responsabilità in prima persona non solo per i dirigenti ma anche per i profili EP e talvolta D, prevalentemente di area amministrativo gestionale (5).

Nonostante la complessità del tema, poche sono le ricerche che si sono occupate di considerare le differenze tra PDR e PTA in ambito accademico (42, 31). Tra i pochi lavori presenti si possono citare: lo studio di Hogan e colleghi (27) in cui non si erano osservate differenze tra personale docente e amministrativo rispetto ai livelli di job stress e lo studio di Winifield e colleghi (2), in cui sono emersi punteggi più elevati di strain psicologico per i docenti e punteggi più elevati di soddisfazione lavorativa per il personale di staff.

La ricerca che si presenta in queste pagine trova le sue ragioni nei diversi fattori sopra citati, cui si aggiunge l'importanza di porre attenzione alla realtà delle università italiane oggi, e alle differenze tra PDR e PTA (5), ancora così poco indagate negli studi.

In questa ricerca, rispetto alle possibili determinanti organizzative della soddisfazione lavorativa, si è scelto di considerare alcune richieste e risorse "classiche" (43, 44), applicabili a entrambi i sottocampioni. Per quanto riguarda le richieste lavorative, sono state considerate tre variabili: il carico di lavoro, il conflitto lavoro-famiglia e la dissonanza emotiva.

Il carico di lavoro è inteso come una richiesta di natura quantitativa e legata alla pressione temporale nel portare a termine i compiti lavorativi (45): questa dimensione rappresenta una richiesta lavorativa molto presente negli studi organizzativi. Il conflitto lavoro-famiglia (46) è inteso come l'incompatibilità tra le richieste di ruolo provenienti dai due domini di vita principali, il lavoro e la famiglia (35, 47, 2): il conflitto lavoro-famiglia è considerato una fonte di strain, capace di incidere negativamente

sulla soddisfazione di lavoro e di vita (50). La dissonanza emotiva è intesa come lo stato percepito dal lavoratore quando, nella relazione con il "cliente" esterno o interno, si trova a dover dissimulare le emozioni effettivamente provate, al fine di conformarsi alle richieste dell'organizzazione (48). La dissonanza emotiva è sempre più considerata, dagli studi organizzativi, come una variabile in grado di accrescere il malessere e diminuire il benessere al lavoro (10).

Per quanto riguarda le risorse lavorative, sono state considerate l'autonomia e il supporto dei colleghi e dei capi. L'autonomia lavorativa può essere definita come il livello di discrezionalità rispetto alla gestione del lavoro (44): essa è stata messa in relazione con diversi indicatori di benessere al lavoro. Il supporto dei colleghi e dei capi (3) è considerato come quell'insieme di azioni di sostegno connotato da assistenza, cura, incoraggiamento e aiuto tangibile, di cui il lavoratore è beneficiario, nella relazione con i pari e con il/i superiore/i. Diversi studi hanno segnalato l'importanza che può avere in organizzazione questa dimensione nell'influenzare positivamente la soddisfazione, l'efficacia lavorativa, la comunicazione, così come nel garantire un maggiore accesso ad altre risorse (49).

Obiettivi

Gli obiettivi della ricerca sono stati i seguenti:

1. Individuare eventuali differenze, rispetto alle variabili indagate (soddisfazione lavorativa, autonomia, supporto dei capi, supporto dei colleghi, carico di lavoro, dissonanza emotiva, conflitto lavoro-famiglia) tra PDR e PTA, in un Ateneo italiano di medie dimensioni.
2. Comprendere, considerando le variabili inserite nel disegno di ricerca, se e in che misura le risorse (autonomia e supporti) e le richieste (carico di lavoro, dissonanza emotiva e conflitto lavoro-famiglia) indagate determinano la soddisfazione lavorativa, nei due sottocampioni di PDR e PTA coinvolti nella ricerca.

Metodo

Procedura

La ricerca è stata realizzata attraverso la somministrazione di un questionario self-report. A valle di un pre-test finalizzato a valutare la comprensibilità dello strumento e il tempo di compilazione, il questionario è stato somministrato attraverso invio informatizzato (mail con link a una piattaforma, attivo per un mese). La partecipazione alla ricerca era facoltativa ed era garantito l'anonimato ai rispondenti.

Partecipanti

Hanno risposto al questionario 477 soggetti. Tra i rispondenti, 300 sono PTA e 177 PDR.

Il sotto-campione del PDR, che dichiara di lavorare in media 44 ore (DS 10.12) a settimana, è composto al 57% da uomini e, per quanto riguarda il ruolo, il 24% è composto da Professori Ordinari, il 35% da Professori Associati e il 41% da Ricercatori (nella popolazione complessiva i Professori Ordinari sono il 29%, gli Associati sono

il 35% e i Ricercatori sono il 36%). L'età dei rispondenti è compresa perlopiù tra i 45 e i 54 anni (35%) e tra i 35 e i 44 anni (33%); le fasce d'età oltre i 55 anni e quella fino a 34 anni presentano rispettivamente il 24% e l'8%. Sempre in questo sotto-campione, la metà dei rispondenti ha dichiarato di vivere prevalentemente con il proprio compagno/coniuge e con i figli (50%), seguiti da coloro che abitano solo con il coniuge/compagno (23%) e da chi vive da solo (16%). La restante parte del sotto-campione vive o con la famiglia di origine (5%) o solamente con i figli (5%; il restante 1% ha risposto alla categoria "altro"). I rispondenti hanno in media due figli (DS 1.03) e dedicano al lavoro domestico circa 14 ore a settimana (DS 9.80).

Il sotto-campione del PTA, che dichiara di lavorare in media 38 ore (DS 7.77) a settimana, è prevalentemente al femminile (71% donne) e la maggior parte dei rispondenti (63%) ha un diploma universitario o una laurea, mentre il 37% ha un diploma di scuola media superiore. I rispondenti di questo sotto-campione risultano lievemente più giovani del PDR, presentano infatti nel 39% dei casi un'età compresa tra i 35 e i 44 anni, seguiti da coloro che hanno un'età tra i 45 e i 54 anni (33%); mentre coloro che hanno fino a 34 anni (18%) e oltre 55 anni (10%) risultano essere numericamente inferiori. Come nel caso del PDR, la maggioranza del PTA dichiara di vivere con il compagno/coniuge e con i figli (48%), seguiti da coloro che vivono solo con il compagno/coniuge (21%) e da coloro che vivono da soli (16%). Anche in questo caso, se pure con qualche differenza rispetto al PDR, la restante parte del sotto-campione che vive con la famiglia di origine (9%) o solamente con i figli (4%) è inferiore. Il restante 2% ha risposto alla categoria "altro". Anche i rispondenti del PTA hanno in media due figli (DS .97) e, rispetto al PDR, il PTA dedica più ore a settimana per il lavoro domestico, in media 21 ore (DS 16.73).

Le caratteristiche anagrafiche dei partecipanti alla ricerca sono simili a quelle della popolazione dell'interno Ateneo per quanto riguarda la distribuzione di genere (nel PTA il 70% è donna e nel PDR il 63% è uomo).

I 477 rispondenti rappresentano il 35% della popolazione dell'Ateneo alla quale era stato inviato l'invito a partecipare alla ricerca: tale percentuale di risposta è accettabile se si considera che altri studi realizzati nel contesto accademico riportano percentuali di risposta simili (37% nello studio di Tytherleigh e colleghi; 47) o più bassi, attorno al 25% (2) o addirittura attorno al 22-23% (27, 50).

Strumento e analisi dei dati

Il questionario self-report utilizzato era composto da diverse scale tratte dalla letteratura scientifica di riferimento, tutte precedentemente utilizzate in altri studi italiani (51,10). La soddisfazione lavorativa è stata rilevata attraverso la scala sintetica dell'adattamento italiano (52) della batteria sulla soddisfazione di Cooper, Sloan e Williams (53), cui è stato aggiunto un item relativo alla qualità delle relazioni con il personale tecnico-amministrativo (per il sotto-campione PDR) e uno relativo alla qualità della relazione con il personale docente (per il sotto-campione PTA). Complessivamente la scala era composta dunque

da 6 item (scala di risposta da 1-estremamente insoddisfacente a 6-estremamente soddisfacente).

Per quanto riguarda le richieste, il carico di lavoro è stato rilevato attraverso una scala a 6 item (54, 51) (scala di risposta da 1 - disaccordo a 6-accordo): gli item rinviano sia all'avere troppi compiti da portare a termine sia al doverlo fare in tempi rapidi. La dissonanza emotiva è stata rilevata attraverso una scala a 3 item (scala di risposta da 1-mai a 6-sempre) (55, 51) che rimandano alla richieste, da parte dell'organizzazione, di mostrare emozioni diverse (generalmente positive) da quelle effettivamente provate.

Il conflitto nella direzione lavoro-famiglia è stato rilevato attraverso l'adattamento italiano (5 item, scala di risposta da 1-mai a 6-sempre) (46, 56) della scala di Netemeyer, Boles e McMurrin (57): gli item fanno riferimento alla difficoltà di conciliare richieste lavorative e impegni familiari.

Per quanto riguarda le risorse, l'autonomia lavorativa (rispetto a come/quando svolgere il lavoro e ad aspetti decisionali) è stata rilevata attraverso una scala a 7 item (54, 51) (scala di risposta da -disaccordo a 6-accordo). Per la rilevazione del supporto di capi e colleghi si è fatto riferimento, come in precedenti studi, allo strumento di Caplan e colleghi (58), articolato in due sottoscale, composte da 4 item ciascuna (scala 1-6). Gli item rinviano all'aiuto concreto ricevuto di fronte a problemi lavorativi ma anche alla disponibilità ad ascoltare problemi professionali e personali.

Le scale utilizzate presentano, in questo studio, valori di alpha di Cronbach (Tabella II) che variano tra .79 e .92, in linea con le fonti e con precedenti studi realizzati in Italia.

Sono inoltre state rilevate alcune variabili socio-demografiche e descrittive del lavoro come si è visto dalla descrizione dei partecipanti. Nelle analisi è stato controllato l'effetto del genere (donna = 1).

Analisi dei dati

L'analisi dei dati è stata svolta con il software statistico PASW18 e ha previsto, per ciascuna scala, il calcolo di media e deviazione standard, oltre che dell'alpha di Cronbach come misura di coerenza interna. È stata realizzata l'analisi della varianza (t-test per campioni indipendenti) per valutare le differenze, nelle variabili rilevate, tra i due sotto-campioni PDR e PTA. Infine, dopo il calcolo delle correlazioni (r di Pearson) per osservare le relazioni bi-direzionali tra le variabili, si è proceduto all'analisi di regressione multipla (metodo per blocchi) inserendo come variabile dipendente la soddisfazione lavorativa.

Risultati

I risultati dell'analisi della varianza evidenziano differenze statisticamente significative tra i due sotto-campioni, PDR e PTA, per tutte le variabili considerate nello studio. Come si osserva dalla Tabella I, nel dettaglio, la soddisfazione lavorativa è più elevata per il PDR rispetto al PTA. Il PDR riporta livelli maggiori di autonomia ma anche di carico di lavoro e di conflitto lavoro-famiglia. Il PTA riporta livelli maggiori di supporto percepito sia da parte dei capi che dei colleghi, ma anche di dissonanza emotiva.

Tabella I. Analisi della varianza - t-test

		N	M	DS	t-test
Soddisfazione lavorativa	PDR	176	22.01	5.23	$t(460) = 5.17, p < .00$
	PTA	286	19.26	5.74	
Carico di lavoro	PDR	176	24.81	6.01	$t(468) = 4.38, p < .00$
	PTA	294	22.28	6.08	
Dissonanza emotiva	PDR	177	7.20	3.46	$t(474) = -4.41, p < .00$
	PTA	299	8.82	4.10	
Conflitto lavoro-famiglia	PDR	176	17.35	4.90	$t(473) = 7.03, p < .00$
	PTA	299	13.80	5.54	
Autonomia	PDR	175	32.81	6.53	$t(472) = 5.70, p < .00$
	PTA	299	29.08	6.93	
Supporto dei capi	PDR	165	13.74	5.82	$t(452) = -2.19, p < .05$
	PTA	289	14.99	5.82	
Supporto dei colleghi	PDR	172	16.14	4.99	$t(457) = -2.11, p < .05$
	PTA	287	17.18	5.16	

Per quanto riguarda la relazione tra i costrutti considerati, come si osserva dalla Tabella II, nel sotto-campione dei PDR, la soddisfazione lavorativa correla positivamente con l'autonomia e con il supporto dei capi e negativamente con il conflitto lavoro-famiglia. Non correla invece con il carico di lavoro, con la dissonanza emotiva e con il supporto dei

colleghi; queste variabili non sono dunque state incluse nell'analisi di regressione. Guardando il modello di regressione multipla nel PDR (Tabella III; varianza spiegata 22%), la variabile dipendente, soddisfazione lavorativa, presenta una relazione positiva con l'autonomia; la relazione con il conflitto lavoro-famiglia risulta di segno negativo.

Tabella II. Correlazioni, descrittive e affidabilità - PDR e PTA

PDR	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Soddisfazione lavorativa	1							
2. Genere (donna = 1)	-.12	1						
3. Carico lavorativo	-.11	-.03	1					
4. Dissonanza emotiva	-.10	.16*	-.00	1				
5. Conflitto lavoro-famiglia	-.25**	.26**	.44**	.09	1			
6. Autonomia	.40**	-.12	-.12	-.22**	-.31**	1		
7. Supporto dei capi	.23**	-.06	.04	-.07	-.11	.15*	1	
8. Supporto dei colleghi	.08	.09	.12	.02	-.01	.04	.37**	1
PTA	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Soddisfazione lavorativa	1							
2. Genere (donna = 1)	-.02	1						
3. Carico lavorativo	-.02	.12*	1					
4. Dissonanza emotiva	-.14*	.08	.09	1				
5. Conflitto lavoro-famiglia	-.13*	.05	.32**	.19**	1			
6. Autonomia	.26**	.02	-.05	-.14*	-.07	1		
7. Supporto dei capi	.48**	-.06	-.12	-.15*	-.13*	.15**	1	
8. Supporto dei colleghi	.19**	.05	-.02	-.19**	-.19**	.22**	.41**	1
M/DS	3.39/.95		3.87/1.03	2.74/1.32	3.02/1.12	4.35/1.00	3.39/1.46	4.20/1.28
Alpha	.79		.87	.92	.90	.91	.91	.92

Nota ** $p < .001$; * $p > .01$

Tabella III. Determinanti della soddisfazione lavorativa (Regressione multipla, metodo per blocchi) - PDR

PDR Variabile dipendente: Soddisfazione lavorativa	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	p
	B	Deviazione standard Errore	Beta		
	13.97	2.75			
Conflitto lavoro-famiglia	-.17	.08	-.16	-2.21	.03
Autonomia	.29	.06	.36	4.93	.00
Supporto dei capi	.12	.06	.14	1.98	.05
Varianza spiegata 22%					

Tabella IV. Determinanti della soddisfazione lavorativa (Regressione multipla, metodo per blocchi) - PTA

PTA Variabile dipendente: Soddisfazione lavorativa	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	p
	B	Deviazione standard Errore	Beta		
	10.62	2.06			
Dissonanza emotiva	-.02	.08	-.02	-.32	.75
Conflitto lavoro-famiglia	-.05	.05	-.05	-.98	.33
Autonomia	.13	.04	.17	3.11	.00
Supporto dei capi	.44	.06	.46	7.83	.00
Supporto dei colleghi	-.05	.07	-.05	-.76	.45
Varianza spiegata 25%					

Nel sotto-campione dei PTA, la soddisfazione lavorativa correla positivamente con il supporto dei capi, l'autonomia e il supporto dei colleghi, e negativamente con la dissonanza emotiva e il conflitto lavoro-famiglia. Non correla invece con il carico di lavoro, variabile, per questa ragione, non inserita nell'analisi di regressione. Il modello di regressione multipla nel sotto-campione del PTA (Tabella IV; varianza spiegata 25%) evidenzia che la soddisfazione lavorativa mostra una relazione positiva con il supporto dei capi, e nessuna relazione significativa con il supporto dei colleghi. Inoltre, emerge una relazione positiva, seppur minima, con l'autonomia. Le domande lavorative considerate non sembrano invece presentare alcuna relazione con la soddisfazione lavorativa in questo sotto-campione.

Discussione e conclusioni

Per quanto riguarda il primo obiettivo di questo studio, i risultati dell'analisi della varianza evidenziano le differenze tra PDR e PTA. La presenza di una maggiore soddisfazione lavorativa nel PDR si accompagna a una maggiore autonomia ma anche a un maggiore conflitto lavoro-famiglia e carico di lavoro. Quest'ultima variabile era stata inclusa in questo studio (così come in altri; 3) in quanto "richiesta lavorativa" ma i risultati della ricerca sembrano escludere che il carico di lavoro rappresenti un elemento capace di ridurre la soddisfazione lavorativa nel contesto accademico, non solo per il PDR ma anche per il PTA.

Passando infatti al secondo obiettivo della ricerca, i risultati delle analisi di correlazione prima e di regressione dopo, sono parzialmente in linea con le ipotesi chiave del modello teorico delle richieste e risorse lavorative (3). Indubbiamente risulta confermato il ruolo importante delle risorse nell'accrescere la soddisfazione lavorativa. Per quanto riguarda il PDR è l'autonomia la variabile cruciale (2); per il PTA è invece soprattutto il supporto dei capi a promuovere la soddisfazione lavorativa.

Sul fronte delle richieste lavorative, per quanto riguarda le variabili contenute in questo studio, non sono emersi effetti significativi, fatta eccezione per il conflitto lavoro-famiglia che rappresenta una possibile determinante di un abbassamento della soddisfazione lavorativa per il PDR. La relazione tra carico di lavoro, conflitto lavoro-famiglia e soddisfazione lavorativa merita futuri approfondimenti, così come è avvenuto per altre professioni (59, 60).

Le ragioni della mancanza di una relazione causale tra carico di lavoro e soddisfazione lavorativa è coerente però con altri studi realizzati in contesto accademico (2): in presenza di elevato coinvolgimento rispetto al contenuto delle attività di lavoro, il carico di lavoro diventa, in particolare per il PDR, se non un piacere, quanto meno un impegno ampiamente accettabile. Sarebbe utile, in futuri studi, verificare se il carico di lavoro incide su esiti negativi quali il disagio psicologico o il malessere fisico nei due sotto-campioni. Altre ricerche dovranno inoltre individuare e rilevare più puntualmente richieste lavorative specifiche per il PDR, considerando ad esempio anche l'effetto della ten-

denza a lavorare eccessivamente (61), una tendenza che potrebbe essere presente in maniera significativa nel PDR.

Queste ultime considerazioni portano in evidenza alcuni dei limiti di questo studio. La ricerca presentata è stata realizzata coinvolgendo un campione di un solo Ateneo italiano. I risultati dello studio sono dunque difficilmente generalizzabili poiché potrebbero essere influenzati dalla cultura organizzativa locale. Inoltre, lo studio non prende in considerazione le differenze all'interno dei due sottocampioni (tra professori ordinari, professori associati e ricercatori per il PDR; tra dirigenti e impiegati per il PTA): questo approfondimento sarà necessario per comprendere meglio le dinamiche specifiche di ciascun gruppo.

Un altro tema non affrontato in questa ricerca è quello del "preariato della ricerca" (32, 35). Probst già nel 2000 (62) aveva rilevato come l'intreccio tra insicurezza lavorativa (collegata ai contratti a tempo determinato) e alto commitment poteva avere delle ripercussioni negative particolarmente problematiche in termini di stress, in particolare in presenza di uno squilibrio tra sforzi e ricompense (63).

I valori piuttosto contenuti della varianza spiegata dai modelli testati suggeriscono la necessità, in futuri studi, di ampliare le variabili incluse nelle ricerche su questa popolazione, includendo elementi specifici per questi contesti. Infine la ricerca presentata è di tipo trasversale ed è stata condotta attraverso il ricorso al solo strumento in autovalutazione, limitando la possibilità di individuare con certezza le relazioni di causalità.

Si tratta tuttavia di un primo studio importante per avviare una più ampia e articolata riflessione sul tema del benessere e del malessere nel contesto accademico, aprendo a più precisi affondi attraverso ricerche empiriche mirate. Tali studi potranno accrescere la conoscenza delle dinamiche di lavoro specifiche del PDR e del PTA in contesto accademico.

Sin d'ora appare però evidente che, per quanto riguarda il PDR, è fondamentale garantire un sufficiente margine di autonomia a docenti e ricercatori al fine di alimentare vissuti lavorativi positivi e, per quanto riguarda il PTA, è decisivo investire nella formazione dei "capi" perché è proprio nella relazione tra capo e collaboratore che si coltiva la possibilità di una vita lavorativa soddisfacente ed è attraverso la "piccola leadership" (64), diffusa a tutti i livelli dell'organizzazione, che si può alimentare questa possibilità. A tal fine, corsi sulla leadership rivolti in particolar modo a chi, tra il PTA, ricopre ruoli di gestione, emergono come una priorità formativa. Infine, lo studio suggerisce l'importanza di affrontare il tema del conflitto lavoro-famiglia nei contesti accademici (65), sensibilizzando il PDR a una gestione pro-conciliazione dei tempi e delle attività lavorative e supportando le organizzazioni stesse nella promozione di una cultura e di politiche *family-friendly* (59).

Bibliografia

- Rostan M (eds). La professione accademica in Italia. Milano: LED, 2011.
- Winfield AH, Gillespie N, Stough C, Dua J, Hapuarachchi J, Boyd C. Occupational Stress in Australian University Staff: Results From a National Survey. *Int J Stress Manag* 2003; 10: 51-63.
- Bakker AB, Demerouti E. The Job Demands-Resources model: State of the art. *J Manag Psychol* 2007; 22: 309-28.
- Demerouti E, Bakker AB, Nachreiner F, Schaufeli WB. The job demands-resources model of burnout. *J Appl Psychol* 2001; 86: 499-512.
- Cortese CG, Ghislieri C. Nuove professionalità e metodologia di rilevazione dei bisogni formativi del personale amministrativo degli atenei. In: Quaglino GP, Periti E, eds. La formazione del management delle università. Bologna: Il Mulino, 2007: 43-70.
- Kinman G, Jones F, Kinman R. The Well-being of the UK Academy, 1998-2004. *Qual High Educ* 2006; 12: 15-27.
- Dollard MF, Bakker AB. Psychosocial safety climate as a precursor to conducive work environments, psychological health problems, and employee engagement. *J Occup Organ Psychol* 2010; 83: 579-99.
- Lewig KA, Dollard MF. Emotional dissonance, emotional exhaustion and job satisfaction in call center workers. *Eur J Work Organ Psychol* 2003; 12: 366-92.
- Spector PE. *Job Satisfaction*. Thousand Oaks, Cal: Sage Publications, 1997.
- Quaglino GP, Ghislieri C, Colombo L, D'Orso MI, Maina G, Turbati M, Fubini E, Piccardo C, Re A, Spano M, Iavicoli S, Cesana G. Il benessere nei call center: un approccio multidisciplinare di ricerca e valutazione. *Med Lav* 2010; 101(3): 169-88.
- Viotti S, Converso D, Loera B. Soddissfazione lavorativa e burnout in relazione alle caratteristiche del lavoro e alla tipologia dell'utenza: un confronto tra servizi di cura intensivi. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34: (2 Suppl): B52-B60.
- van Dam K, Meeuwis M, van der Heijden BI. Securing intensive care: towards a better understanding of intensive care nurses' perceived work pressure and turnover intention. *J Adv Nurs*; 2012; doi: 10.1111/j.1365-2648.2012.05981.x.
- Ybema JF, Smulders PGW, Bongers PM. Antecedents and consequences of employee absenteeism: A longitudinal perspective on the role of job satisfaction and burnout. *Eur J Work and Organizat Psychol* 2010; 19: 102-24.
- Wright TA, Bonett DG. Job satisfaction and psychological well-being as nonadditive predictors of workplace turnover. *J Manag* 2007; 33: 141-60.
- Rehman MS, Waheed A. An empirical study of impact of job satisfaction on job performance in the public sector organizations. *Interdiscipl J Contemp Res Bus* 2011; 2: 167-81.
- Gazzoli G, Hancer M, Park Y. The role and effect of job satisfaction and empowerment on customers' perception of service quality: A study in the restaurant industry. *J Hospitality Tourism Res* 2010; 34: 56-77.
- Homburg C, Stock RM. The Link Between Salespeople's Job Satisfaction and Customer Satisfaction in a Business-to-Business Context: A Dyadic Analysis. *J Acad Market Sci* 2004; 32: 144-58.
- Miao RT. Perceived organizational support, job satisfaction, task performance and organizational citizenship behavior in China. *J Behav Appl Manag* 2011; 12, 105-27.
- Erdogan B, Bauer TN, Truxillo DM, Mansfield LR. Whistle While You Work: A Review of the Life Satisfaction Literature. *J Manage* 2012; 38: 1038-83.
- Tourigny L, Baba VV, Wang X. Burnout and depression among nurses in Japan and China: The moderating effects of job satisfaction and absence. *Int J Hum Resource Manag* 2010; 21: 2741-61.
- Zalewska AM. Relationships between anxiety and job satisfaction - Three approaches: 'Bottom-up', 'top-down' and 'transactional'. *Pers Individ Dif* 2011; 50: 977-86.
- Kooij TAM, Jansen PGW, Dikkers JSE, De Lange AH. The influence of age on the associations between HR practices and both affective commitment and job satisfaction: A meta-analysis. *J Organ Behav* 2010; 31: 1111-36.
- Bruk-Lee V, Khoury HA, Nixon AE, Goh A, Spector PE. Replicating and extending past personality/job satisfaction meta-analyses. *Hum Perform* 2009; 22: 156-89.
- Cortese CG. Soddissfazione per il lavoro. *Sviluppo & Organizzazione* 2004; 206: 89-104.
- van Saane N, Sluiter JK, Verbeek JHAM, Frings-Dresen MHW. Reliability and validity of instruments measuring job satisfaction - a systematic review. *Occup Med* 2003; 53: 191-200.

- 26) Moscati R. Il lavoro accademico. In: Rostan M, eds. La professione accademica in Italia. Milano: LED, 2011: 63-76.
- 27) Hogan JM, Carlson JG, Dua J. Stressors and Stress Reactions Among University Personnel. *Int J Stress Manage* 2002; 9: 289-310.
- 28) Kinman G. Pressure Points: A review of research on stressors and strains in UK academics. *Educ Psychol-UK* 2001; 21: 473-92.
- 29) Taris TW, Schreurs PJG, Van Iersel-Van Silfhout IJ. Job stress, job strain, and psychological withdrawal among Dutch university staff: towards a dual process model for the effects of occupational stress. *Work Stress* 2001; 15 (4): 283-96.
- 30) Winefield AH, Gillespie N, Stough C, Dua J, Hapuarachchi J. Occupational stress in Australian university staff. Melbourne, Australia: National Tertiary Education Union, 2002.
- 31) Winefield AH, Jarrett R. Occupational stress in University Staff. *Int J Stress Manag* 2001; 8 (4): 285-98.
- 32) Kinman G, Jones F. Running up the down escalator: stressors and strains in UK academics. *Qual High Educ* 2003; 9: 22-37.
- 33) Zhang L. Occupational stress and teaching approaches among Chinese academics. *Educ Psychol* 2009; 29: 203-219.
- 34) McClenahan CA, Giles ML, Mallett J. The importance of context specificity in work stress research: A test of the Demand-Control-Support model in academics. *Work Stress* 2007; 21(1): 85-95.
- 35) Tytherleigh MY, Webb C, Cooper CL, Ricketts C. Occupational stress in UK higher education institutions: a comparative study of all staff categories. *High Educ Res Dev* 2005; 24: 41-61.
- 36) McInnis C. Change and diversity in the work patterns of Australian academics. *High Educ Manag* 1996; 8 (2): 105-17.
- 37) McInnis C. Changing academic work roles: the everyday realities challenging the quality of teaching. *Qual High Educ* 2000; 6 (2): 143-52.
- 38) Lacy FJ, Sheehan BA. Job satisfaction among academics staff: an international perspective. *Higher Educ* 1997; 34: 305-22.
- 39) Gillespie NA, Walsh M, Winefield AH, Dua J, Stough C. Occupational stress in universities: staff perceptions of the causes, consequences and moderators of stress. *Work Stress* 2001; 15: 53-72.
- 40) Winter RP, Sarros JC. Corporate reforms to Australian universities: Views from the academic heartland. Paper presented at the 2nd International Critical Management Studies Conference, University of Manchester and UMIST, Manchester, UK, 2001.
- 41) Winter R, Sarros, J. The Academic Work Environment in Australian Universities: A motivating place to work? *High Educ Res Dev* 2002; 21 (3): 241-58.
- 42) Blackburn RT, Horowitz SM, Edington DW, Klos DM. University faculty and administrator responses to job strains. *Res High Educ* 1986; 25: 31-41.
- 43) Bakker AB, Demerouti E, Taris T, Schaufeli WB, Schreurs P. A multi-group analysis of the job demands-resources model in four home care organizations. *Int J Stress Manage* 2003; 10: 16-38.
- 44) Bakker AB, Demerouti E, Euwema MC. Job resources buffer the impact of job demands on burnout. *J Occup Health Psychol* 2005; 10: 170-80.
- 45) Karasek RA Jr. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Admin Sci Quart* 1979; 24: 285-311.
- 46) Colombo L, Ghislieri C. The work-to-family conflict: between theories and measures. *TPM - Test Psychom Meth Appl Psychol* 2008; 15: 35-55.
- 47) Tytherleigh MY, Jacobs PA, Webb C, Richetts C, Cooper C. Gender, Health and Stress in English University Staff - Exposure or Vulnerability? *Appl Psychol* 2007; 56 (2): 267-87.
- 48) Zapf D, Seifert C, Schmutte B, Mertini H, Holz M. Emotion work and job stressors and their effects on burnout. *Psychol Health* 2001; 16: 527-45.
- 49) Bakker AB, Demerouti E. Towards a model of work engagement. *Career Develop Int* 2008; 13: 209-23.
- 50) Kinman G, Jones F. Working to the limit: Stress and work-life balance in academic and academic-related employees in the UK. London: AUT, 2004.
- 51) Emanuel F, Colombo L, Ghislieri C. Benessere e malessere emotivo al lavoro nel contesto del call center. *G Ital Med Lav Ergon*; in press.
- 52) Sirigatti S, Stefanile C. Adattamento italiano de OSI - Occupational Stress Inventory. Firenze: Organizzazioni Speciali, 2002.
- 53) Cooper CL, Sloan SJ, Williams S. Occupational Stress Indicator management Guide. Windsor: NFER-Nelson, 1988.
- 54) Karasek R, Theorell T. Healthy work-stress, productivity and the reconstruction of working life. New York: Basic Books, 1990.
- 55) Zapf D, Vogt C, Seifert C, Mertini H, Isic A. Emotion work as a source of stress: The concept and the development of an instrument. *Eur J Work and Organizat Psychol* 1999; 8: 371-400.
- 56) Ghislieri C, Ricotta S, Colombo L. Il conflitto lavoro-famiglia nel contesto del call center. *Med Lav* 2012; 103: 276-87.
- 57) Netemeyer RG, Boles JS, McMurrian R. Development and validation of work-family conflict and family-work conflict scales. *J Appl Psychol* 1996; 81: 400-10.
- 58) Caplan RD, Cobb S, French JRP jr, Harrison RV, Pinneau SR jr. Job demands worker health: main effects and occupational differences. Washington: National Institute of Occupational Safety and Health, U.S. Government Printing Office, 1975: 75-160.
- 59) Colombo L, Zito M, Ghislieri C. Influenza lavoro-famiglia e supporti sociali: La soddisfazione lavorativa in un'azienda sanitaria del Nord Italia. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34: (1 Suppl A): A25-A33.
- 60) Cortese CG, Colombo L, Ghislieri C. Determinants of nurses' job satisfaction: the role of work-family conflict, job demand, emotional charge and social support. *J Nurs Manag* 2010; 18: 35-43.
- 61) Molino M, Ghislieri C, Colombo L. Working excessively: theoretical and methodological considerations. *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34: (1 Suppl): A5-A10.
- 62) Probst TM. Wedded to the job: Moderating effects of job involvement on the consequences of job insecurity. *J Occup Health Psychol* 2000; 5: 63-73.
- 63) Siegrist J. Adverse Health Effects of High-Effort/Low-Reward Conditions. *J Occup Health Psychol* 1996; 1: 27-41.
- 64) McGill ME, Slocum JW Jr. A little leadership please? *Org Dyn* 1998; winter: 39-49.
- 65) Kinman G, Jones F. Effort-Reward Imbalance and Overcommitment: Predicting Strain in Academic Employees in the United Kingdom". *Int J Stress Manage* 2008; 15: 381-95.

Corrispondenza: *Monica Molino, c/o Dipartimento di Psicologia, Via Verdi 10, 10124 Torino, 011/6702050, Italy, E-mail: monica.molino@unito.it*

Giovanni Nicoletti^{1,2,3}, Antonio Coppola¹, Riccardo Di Liberto⁴, Angela Faga^{1,2,3}, Silvia Scevola¹

Valutazione della sicurezza d'impiego di un'apparecchiatura elettromedicale ad emissione di radiofrequenza

¹ Centro di Ricerca Interdipartimentale Tecnologie Applicate alla Medicina Rigenerativa ed alla Chirurgia Induttiva (T.A.Me.Ri.C.I.), Università degli Studi di Pavia

² Dipartimento di Scienze Clinico Chirurgiche, Diagnostiche e Pediatriche, Università degli Studi di Pavia, Unità di Chirurgia Plastica

³ IRCCS Fondazione Salvatore Maugeri, Pavia, Unità di Chirurgia Plastica

⁴ IRCCS Fondazione Policlinico San Matteo di Pavia, Unità Operativa Complessa di Fisica Sanitaria

RIASSUNTO. Sono stati valutati i parametri fisici indicatori della sicurezza di impiego di un'apparecchiatura ad emissione di radiofrequenza bipolare per uso estetico. In osservanza delle direttive nazionali ed europee, sono stati valutati i livelli di emissione ambientale del campo elettromagnetico, la corrente indotta negli arti dell'operatore, l'esposizione dell'operatore, il Rateo di Assorbimento Specifico (SAR) del campo a radiofrequenza nei tessuti trattati. Le misurazioni sono state effettuate con sensori isotropici e misuratore di correnti indotte. I risultati delle misurazioni hanno evidenziato ottimi livelli di sicurezza dell'apparecchiatura sia per l'ambiente che per l'operatore e per il paziente, pur rendendone incompatibile l'utilizzo con portatori di pace-makers, neurostimolatori e altri dispositivi che presidiano a funzioni vitali.

Parole chiave: radiofrequenza bipolare, radiofrequenza quadripolare, estetica medica, sicurezza.

ABSTRACT. SAFETY OF USE ASSESSMENT IN A RADIO-FREQUENCY MEDICAL DEVICE. The authors assessed the operating safety physical parameters of a bipolar radiofrequency device for aesthetic purposes. According to both Italian and EU guidelines, the authors considered: magnetic field environmental emission levels, electricity induced in the operator's limbs, operator's exposure and radiofrequency specific absorbance rate (SAR) in treated tissues. Measurements were carried out with isotropic sensors and an inductive current indicator. Results pointed out excellent safety levels regarding environment, operators and patients as well, although such radiofrequency equipment cannot be used on patients with pacemakers, neurostimulators and other vital function controlling devices.

Key words: bipolar radiofrequency, quadripolar radiofrequency, aesthetic medicine, safety.

Introduzione

La crescente proposta di tecnologie ad emissione di energia per l'impiego sia in Medicina Estetica sia nell'estetica applicata ne rende indispensabile la valutazione non solo in ordine alla sicurezza e all'efficacia per il paziente/utente ma anche in ordine alla sicurezza per l'operatore e alla sicurezza ambientale (1).

Scopo di questo lavoro è stata la valutazione dei parametri fisici utili alla verifica della sicurezza dell'operatore e del cliente/paziente durante l'impiego di un'apparecchiatura ad emissione di radiofrequenza con parte applicata bipolare.

Gli obiettivi della valutazione sono stati i seguenti:

1. Caratterizzare i livelli di emissione in ambiente del campo elettromagnetico generato da un'apparecchiatura ad emissione di radiofrequenza alla massima potenza di impiego e per i tre manipoli in dotazione.
2. Misurare la corrente indotta negli arti dell'operatore alle massime condizioni di carico per le diverse configurazioni di impiego.
3. Valutare l'esposizione dell'operatore nelle diverse condizioni di utilizzo e verifica della conformità ai limiti previsti dalla legislazione vigente.
4. Stimare la distribuzione del Rateo di Assorbimento Specifico (SAR) del campo a radiofrequenza nei tessuti trattati sulla base delle caratteristiche elettriche dei tessuti interessati.
5. Valutare eventuali limitazioni correlate agli effetti generati dai campi elettromagnetici in ordine alla sicurezza del cliente/paziente sottoposto a trattamento con applicazione di radiofrequenza.

Materiali e metodi

L'apparecchiatura

L'apparecchiatura esaminata è di classe I, con parte applicata di tipo B e consiste in un generatore di radiofrequenza che utilizza un gruppo di 4 elettrodi configurati automaticamente e dinamicamente dal software di controllo per far circolare tra di essi la corrente di radiofrequenza. L'alimentazione è di 90 - 240Vac 50/60Hz, con un assorbimento di 150 VA; la radiofrequenza generata è pari a 1

Mhz, con potenza di 30W regolabile dall'operatore dal 5% al 100%.

La disposizione dei collegamenti agli elettrodi è selezionabile tra tre differenti modalità.

Modo RFS 1-3: gli elettrodi sono configurati come 1 trasmettitore e 3 ricevitori.

Modo RFS 2x2: gli elettrodi sono configurati come 2 trasmettitori e 2 ricevitori disposti a X.

Modo RFS 2=2: gli elettrodi sono configurati come 2 trasmettitori e 2 ricevitori disposti in parallelo.

Il tempo di rotazione della configurazione degli elettrodi (RFS) è selezionabile dall'operatore tra 1 e 9 minuti secondi.

La configurazione variabile degli elettrodi consente di creare campi elettrici che, a seconda della combinazione, sono in grado di dirigere selettivamente l'energia in profondità, surriscaldando i tessuti attraversati.

L'apparecchiatura è dotata di tre manipoli, denominati rispettivamente "grande" (H1), "medio" (H2) e "piccolo" (H3). Tutti i manipoli sono dotati di indicatore di stato (acceso/spento), connettore ed elettrodi; i manipoli H1 e H2 sono dotati anche di sensore di temperatura. Solo il manipolo H3 è destinato all'applicazione sul viso.

Modalità di misura delle grandezze fisiche e criteri di valutazione dell'esposizione

Le misure sono state eseguite allo scopo di valutare l'intensità del campo elettrico variabile, del campo magnetico variabile (CEM) e delle correnti indotte negli arti secondo le indicazioni delle linee guida dell'ICNIRP 1998 (2) che definiscono i valori di azione ed i valori limite di esposizione del Capo IV del D. Lgs. 81/08 (3).

La valutazione del livello di emissione di campi elettromagnetici in ambiente e la valutazione del livello di esposizione dell'operatore con le varie configurazioni possibili dell'apparecchiatura sono state effettuate in conformità alle norme tecniche raccomandate dalla Comunità Europea (4,5,6,7) utilizzando la seguente catena di misura:

- Sensore isotropico Narda EHP-50C per misure selettive e a larga banda di campi elettrici e magnetici in bassa frequenza da 5 Hz a 100 kHz.
- Sensore isotropico Narda EHP-200 per misure selettive e a larga banda di campi elettrici e magnetici in alta frequenza da 9 kHz a 30 MHz

Le misure di correnti indotte negli arti sono state eseguite secondo lo standard IEEE C95.1 1999 (8) con la seguente catena di misura:

- Misuratore di correnti indotte ETS - Lindgren HI 4416 con pinza amperometrica HI 3702 da 9 kHz a 110 MHz.

Le misure di campo elettrico e di campo magnetico sono state eseguite sui diversi manipoli lungo il cavo di alimentazione, a contatto degli stessi simulando l'impugnatura da parte dell'operatore e attorno ad una semisfera di raggio pari a 30 cm ricercando il valore di emissione massimo. Le misure sono state eseguite simulando il paziente con un adeguato fantoccio con caratteristiche elettromagnetiche equivalenti al corpo umano alla frequenza fondamentale di funzionamento dell'apparecchiatura in condizioni di campo vicino imperturbato.

Le misure di correnti indotte negli arti sono state eseguite nelle normali condizioni operative dell'apparecchiatura con fantoccio di simulazione.

Risultati

Risultati delle misure di campo elettrico e campo magnetico

Le misure lungo i cavi di alimentazione non hanno riportato valori significativi di emissione. Ciò indica la presenza di una schermatura passiva efficiente. Nelle **tabelle I-III** vengono invece riportati i valori massimi di campo elettrico E(V/m) e di campo magnetico H(A/m) misurati in prossimità dei manipoli nell'intervallo di temperatura del fantoccio di simulazione del paziente compreso tra 22 °C e 42 °C.

Risultati delle misure di correnti indotte negli arti dell'operatore

Le misure eseguite nelle condizioni operative di massimo carico, con tutti i manipoli ed in tutte le configurazioni possibili, non hanno fornito valori significativi e comunque sempre pari al fondo strumentale (< 0,01 mA).

Misure di campo elettrico e campo magnetico al di sotto dei manipoli

Per valutare il valore del campo elettrico e magnetico a cui è esposta la porzione di tessuto trattato durante il trattamento di radiofrequenza, si è simulato il trattamento con i diversi manipoli posti perpendicolarmente su una piastra di Petri (diametro = 10 cm; spessore = 1 mm) omogeneamente ricoperta con circa 5 mm di gel conduttivo. La piastra di Petri contenente il gel conduttivo, su cui è stato posizionato perpendicolarmente il manipolo, è stata posta direttamente a contatto del sensore di misura isotropico. Il punto effettivo di misura risulta essere definito sull'asse del manipolo alla profondità di 5 cm dal piano di contatto degli elettrodi.

Le misure di campo elettrico e di campo magnetico sono state effettuate con il sensore isotropico Narda EHP-200 per misure selettive e a larga banda di campi elettrici e magnetici (9 kHz ÷ 30 MHz) sui tre manipoli in dotazione all'apparecchiatura.

Nelle **tabelle IV-VI** vengono riportati i valori massimi di campo elettrico E(V/m) e di campo magnetico H(A/m) misurati al di sotto dei manipoli (con sensore a contatto) nell'intervallo di temperatura del fantoccio di simulazione del paziente compreso tra 22 °C e 42 °C.

Discussione

Analisi delle misure

I dati di misura sono stati confrontati con i valori di azione dell'ICNIRP 1998 (2) i quali, se non superati, garantiscono con certezza il non superamento dei valori limite di esposizione di cui si riporta un estratto nella **tabella VII**.

In nessun caso si è osservato il superamento dei valori di azione per il campo elettrico e per il campo magnetico

Tabella I


Manipolo grande (H1) 			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	307,4	0,157
	@ 30 cm	31,9	0,014
P = 50%	@ contatto	150,5	0,133
	@ 30 cm	42,9	0,014
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	390	0,400
	@ 30 cm	30,2	0,014
P = 50%	@ contatto	396,3	0,300
	@ 30 cm	26,5	0,014
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	310,9	0,280
	@ 30 cm	22,9	0,014
P = 50%	@ contatto	281,6	0,130
	@ 30 cm	16,0	0,014

Tabella II


Manipolo medio (H2) 			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	123,7	0,085
	@ 30 cm	1,9	0,013
P = 50%	@ contatto	114,9	0,079
	@ 30 cm	1,9	0,013
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	129,3	0,091
	@ 30 cm	3,0	0,013
P = 50%	@ contatto	122,8	0,090
	@ 30 cm	2,5	0,012
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	131,5	0,106
	@ 30 cm	2,1	0,013
P = 50%	@ contatto	132,0	0,091
	@ 30 cm	1,3	0,01

Tabella III



Manipolo piccolo (H3)			
			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	49,5	0,130
	@ 30 cm	4,3	0,013
P = 50%	@ contatto	26,9	0,082
	@ 30 cm	1,9	0,013
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	85,0	0,130
	@ 30 cm	5,2	0,013
P = 50%	@ contatto	47,6	0,102
	@ 30 cm	1,4	0,013
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	44,6	0,240
	@ 30 cm	2,9	0,014
P = 50%	@ contatto	43,3	0,103
	@ 30 cm	2,2	0,013

Tabella IV

Manipolo grande (H1)			
			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	282,4	0,200
P = 50%	@ contatto	297,0	0,127
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	322,6	0,062
P = 50%	@ contatto	239,6	0,070
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	198,2	0,380
P = 50%	@ contatto	169,4	0,360

anche nelle condizioni operative più sfavorevoli per l'operatore. Si evidenzia che la configurazione di funzionamento per i manipoli H1 ed H3 più emissiva è quella RFS 2 X 2, mentre per il manipolo H 2 è risultata quella RFS 2 = 2 (tabella VIII). Tali differenze sono da attribuire ai di-

versi percorsi della corrente all'interno del fantoccio che simula il trattamento in vivo e sono collegate anche alla distanza ed alla forma degli elettrodi. Le misure sono state ripetute nelle stesse condizioni operative in tempi diversi per verificarne la riproducibilità.

Tabella V


Manipolo medio (H2) 			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	212,4	0,060
P = 50%	@ contatto	155,2	0,063
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	224,2	0,060
P = 50%	@ contatto	208,2	0,075
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	170,4	0,073
P = 50%	@ contatto	202,8	0,060

Tabella VI


Manipolo piccolo (H3) 			
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 1-3 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	98,2	0,218
P = 50%	@ contatto	104,5	0,101
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori = RFS 2x2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	78,4	0,120
P = 50%	@ contatto	86,7	0,097
Impostazioni	configurazione degli elettrodi trasmettitori/ricevitori: RFS 2=2 tempo di rotazione RFS = 5 sec		
Potenza	Punto di misura	Campo Elettrico E (V/m)	Campo Magnetico H (A/m)
P = 100%	@ contatto	121,6	0,120
P = 50%	@ contatto	95,2	0,160

Tabella VII

Estratto dalla tabella 6 ICNIRP 1998		
Valori di azione (frequenza)	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)
(0,065 - 1 MHz)	610	1,6

Modalità di interazione dell'apparecchiatura con i tessuti trattati

Il trattamento avviene attraverso il contatto tra la superficie semisferica degli elettrodi del manipolo con la cute del paziente idoneamente ricoperta di gel conduttivo per

garantire un idoneo accoppiamento elettrico. Le diverse configurazioni impostabili di elettrodi attivi e neutri (1-3; 2X2; 2=2) comportano diverse distribuzioni della densità di corrente a radiofrequenza nei punti di contatto cute-elettrodo. Oltre alla corrente a radiofrequenza che scorre tra gli elettrodi attivi e neutri è presente anche un campo elettromagnetico a radiofrequenza che investe il tessuto trattato, e la cui forma spettrale nel dominio della frequenza è riportata in **figura 1**.

Dalla forma spettrale si riconoscono il picco del campo elettrico e del campo magnetico aventi una frequenza di circa 1 MHz con le rispettive armoniche di ordine superiore.

Tabella VIII

Valori massimi misurati ed in % rispetto ai valori di azione ICNIRP			
Manipolo (valori massimi a contatto)	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Configurazione manipolo
H 1 (potenza 100%)	390 / 63,9 %	0,400 / 25 %	RFS 2 X 2
H 1 (potenza 50%)	396,5 / 65 %	0,300 / 18,7 %	RFS 2 X 2
H 2 (potenza 100%)	131,5 / 21,6 %	0,106 / 6,12 %	RFS 2 = 2
H 2 (potenza 50%)	132 / 21,6 %	0,091 / 5,7 %	RFS 2 = 2
H 3 (potenza 100%)	44,6 / 7,3 %	0,240 / 15 %	RFS 2 X 2
H 3 (potenza 50%)	43,3 / 7,1 %	0,103 / 6,4 %	RFS 2 X 2

Tra le due modalità di trasferimento di energia al tessuto trattato (conduttiva e radiativa) è sicuramente dominante la componente conduttiva. Infatti, per ogni configurazione degli elettrodi attivi/neutri (1-3; 2X2; 2=2) i valori di campo elettrico e magnetico in prossimità del manipolo, sia lateralmente che frontalmente agli elettrodi, risultano dello stesso ordine di grandezza.

La presenza di gel conduttivo sulla cute garantisce un buon accoppiamento elettrico (elettrodo/cute) riducendo fortemente la formazione di punti di contatto ad alta densità di corrente che generano sensazione di notevole fastidio per il paziente, ma anche un substrato ad alta conducibilità in cui scorre parte della corrente a radiofrequenza.

Quindi, la corrente a radiofrequenza che scorre tra gli elettrodi attivi e neutri si distribuisce tra i diversi substrati a contatto degli elettrodi in funzione della loro conducibilità. Il substrato di tessuto direttamente interessato dalla corrente a radiofrequenza è principalmente il derma, in quanto ad alto contenuto di acqua ed elettroliti. Naturalmente anche lo strato corneo della pelle, a seguito dell'idratazione da parte

del gel conduttivo, contribuisce al trasporto della corrente a radiofrequenza.

Considerazioni sul SAR

Il valore del campo elettrico al di sotto del manipolo è legato al rateo di assorbimento specifico (SAR) all'interno del tessuto stesso, e quindi alla quantità di energia elettromagnetica assorbita nell'unità di tempo per unità di massa (W/kg). I valori di campo elettrico emessi dall'apparecchiatura per l'operatore sono al di sotto dei valori di azione definiti dall'ICNIRP e pertanto i limiti di SAR per quest'ultimo non sono superati.

Conclusioni

I dati di misura del campo elettrico e magnetico al di sotto dei manipoli con sonda di misura a contatto, essendo dello stesso ordine di grandezza dei valori trovati attorno ai corrispondenti manipoli e per ogni configurazione degli

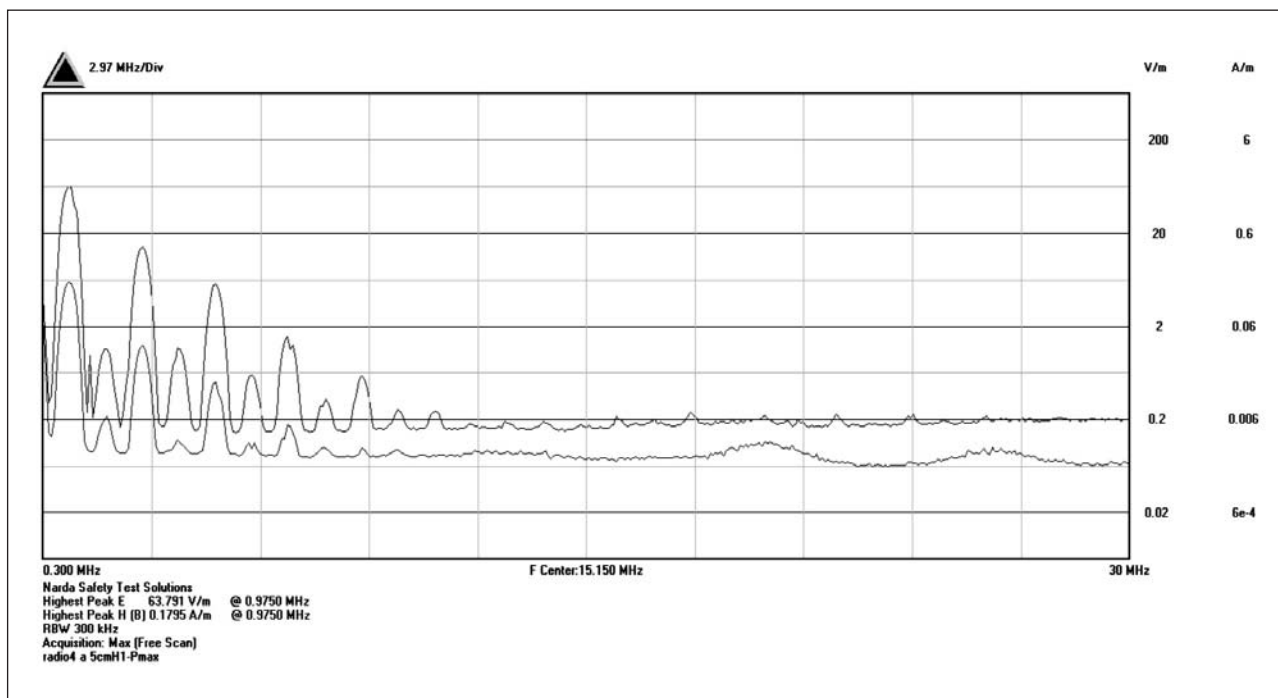


Figura 1. Spettro del campo elettrico E(V/m) e magnetico H(A/m) in prossimità dei manipoli di trattamento

elettrodi possibile, indicano che la componente dominante di trasferimento energetico del campo elettromagnetico al tessuto è conduttiva. Dall'analisi dei valori di campo elettrico e di campo magnetico riscontrati e dal confronto con i rispettivi valori di azione per i lavoratori definiti dalle Linee Guida ICNIRP e dalle direttive CEE (2, 9), si evince che l'apparecchiatura esaminata è conforme ai requisiti di sicurezza vigenti per i lavoratori (D. Lgs. 81/08) (3).

I valori di campo elettrico emessi a 30 cm dai manipoli indicano la precauzionale incompatibilità di impiego della apparecchiatura con portatori di pace-makers, neuro stimolatori e altri dispositivi impiantabili attivi che presidiano a funzioni vitali. Altra controindicazione è la presenza di tatuaggi sulla parte da trattare in quanto possibile l'impiego di sostanze conduttive che possono favorire la produzione localizzata di scariche elettriche sulla cute con possibile ustione localizzata a causa della generazione di "hot spots".

In relazione agli aspetti di interazione del campo elettromagnetico generato sulla cute dalla apparecchiatura in esame, si può affermare che l'apparecchiatura in esame consente una deposizione di energia elettromagnetica controllata e superficiale; tuttavia, nonostante l'assorbimento di energia elettromagnetica a radiofrequenza avvenga superficialmente, va tenuta in considerazione la possibilità di effetti termici indesiderati e difficilmente controllabili in prossimità di aree critiche.

Bibliografia

- 1) Raccomandazione del Consiglio delle Comunità Europee n° 519 del 12 luglio 1999, "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz" (G.U.C.E. L199/59 del 30/07/1999).
- 2) "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)" ICNIRP, 1998.
- 3) Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n° 81, "Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro", pubblicato sul Suppl. Ordin. n° 108/L alla Gazzetta Ufficiale n° 101 del 30 aprile 2008.
- 4) Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 KHz, con riferimento all'esposizione umana. 2001".
- 5) Norma CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 10 KHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana. 2001".
- 6) Electronic Communications Committee (ECC) Recommendation 04: Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 KHz - 300 GHz), 2007.
- 7) Norma CEI 61-251 "Metodi di misura per campi elettromagnetici degli apparecchi elettrici di uso domestico e similari con riferimento all'esposizione umana. 2008".
- 8) "IEEE Standards for Safety Level with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz" Std C95.1:1999.
- 9) Direttiva 2004/40/CE, "Sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (Campi Elettromagnetici)".

Corrispondenza: dott. Giovanni Nicoletti, Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Scienze Clinico-Chirurgiche Diagnostiche e Pediatriche, via Aselli 45, 27100 Pavia, Italy, E-mail: giovanni.nicoletti@unipv.it

Ines Giorgi¹, Paolo Mainetti¹, Elena Fiabane¹, Giorgio Bertolotti², Paola Baiardi³, Davide Massidda⁴, Salvatore Tringali⁵, Stefano Massimo Candura^{6,7}, Marcello Imbriani⁸

Validità discriminante del MASI-R nella percezione di stress lavoro-correlato

¹ Servizio di Psicologia, Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Istituto di Pavia

² Servizio di Psicologia, Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Istituto di Tradate

³ Direzione Scientifica Centrale, Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Pavia

⁴ Dipartimento di Pedagogia, Psicologia, Filosofia, Università di Cagliari

⁵ UO OML, Fondazione Salvatore Maugeri Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Istituto di Pavia

⁶ I Sezione di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia

⁷ Unità Operativa di Medicina del Lavoro, Fondazione Salvatore Maugeri, Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, IRCCS, Istituto di Pavia

⁸ II Sezione di Medicina del Lavoro "Salvatore Maugeri", Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia

RIASSUNTO. *Introduzione.* Il mobbing rappresenta uno specifico tipo di stress psicosociale in ambito lavorativo. *Obiettivo del presente studio* è valutare la validità discriminante del questionario Maugeri Stress Index-Revised (MASI-R) nella percezione di stress lavoro-correlato. *Metodi.* Un totale di 105 pazienti afferenti all'Unità Operativa di Medicina del Lavoro del nostro Istituto per problemi psicopatologici soggettivamente correlati a situazioni di mobbing è stato confrontato con un campione di controllo appaiato per età, sesso e mansione. La percezione di stress lavorativo è stata valutata in entrambi i gruppi di lavoratori mediante il questionario self-report MASI-R, versione ridotta del Maugeri Stress Index. *Risultati.* I soggetti che lamentano problematiche mobbing-correlate hanno punteggi significativamente inferiori rispetto al gruppo di controllo in tutte le quattro scale del MASI-R ($p < 0.001$) e nei due analoghi visivi relativi alla soddisfazione per il lavoro ($p < 0.001$) e per la vita extralavorativa ($p < 0.001$). Ulteriori analisi hanno identificato i singoli item che discriminano significativamente tra i due gruppi di lavoratori. *Conclusioni.* I risultati evidenziano buone capacità discriminanti del MASI-R: i soggetti che lamentano di essere stati esposti a vessazioni sul luogo di lavoro riportano percezioni di stress lavorativo significativamente superiori rispetto al gruppo di controllo in tutte le aree indagate.

Parole chiave: percezione di stress lavoro-correlato, mobbing, MASI-R, capacità discriminante.

ABSTRACT. *DISCRIMINANT CAPACITY OF THE MASI-R QUESTIONNAIRE FOR THE PERCEIVED WORK STRESS ASSESSMENT.* *Introduction.* Workplace mobbing represents a severe type of occupational stress. *The aim of this study is to evaluate the discriminant validity of the Maugeri Stress Index-Revised questionnaire (MASI-R) for the perceived work stress assessment.* *Methods.* A total of 105 patients were enrolled at the Occupational Medicine Unit of our Institute for mobbing-related issues; they were compared to a control group matched for age, sex and professional category. Work stress perception was assessed in both samples using the self-report questionnaire MASI-R, which is the Maugeri Stress Index short form. *Results.* Workers who perceived exposure to mobbing scored significantly lower compared to the control group in the four MASI-R scales ($p < 0.001$) and in the two visual analogue scales measuring job satisfaction ($p < 0.001$) and life satisfaction ($p < 0.001$). Further analyses have identified the items which significantly discriminate between the two groups of workers. *Conclusions.* These findings show a good discriminant validity of the MASI-R questionnaire: workers who perceived exposure to workplace mobbing reveal higher work stress levels compared to the control group in all aspects measured.

Key words: work stress, workplace bullying, MASI-R questionnaire, discriminant capacity.

Introduzione

Lo stress lavorativo è definito dal NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) come l'insieme delle risposte psichiche e fisiche di allarme che occorrono quando le richieste da parte del lavoro non corrispondono alle capacità, alle risorse o alle necessità del lavoratore (1). Lo stress lavoro-correlato rappresenta una delle principali sfide per la salute e la sicurezza occupazionale (2, 3) e ormai numerose ricerche hanno mostrato che esso deriva dall'interazione tra fattori legati al contenuto (es. carico, orari e ritmi di lavoro) e al contesto (es. conflitti o ambiguità di ruolo, mancanza di autonomia decisionale, conflitti interpersonali) del lavoro (3, 4), e caratteristiche individuali (es. personalità, strategie di coping,) (5, 6). Questi fattori influenzano la percezione che l'individuo ha del proprio ambiente di lavoro, sono potenziali cause di stress e sono aspetti fondamentali da considerare nella valutazione dei rischi psicosociali (7).

Una forma particolare di stress cronico causato dal deteriorarsi delle dinamiche relazionali presenti nell'ambiente di lavoro e da disfunzioni organizzative (8) è il mobbing, descritto da Leymann (1996) come: "Comunicazione ostile e contraria ai principi etici, perpetrata in modo sistematico da una o più persone principalmente contro un singolo individuo che viene per questo spinto in una posizione di impotenza e impossibilità di difesa e qui costretto a restare da continue attività ostili" (9). L'esposizione a mobbing può avere importanti effetti negativi per la salute psicologica dell'individuo (10, 11) e le vittime di mobbing sono caratterizzate da un marcato disagio psichico (12), con particolare riferimento a depressione e ansia, disturbo post-traumatico da stress (DPTS), disturbo di adattamento (DA) e altri disturbi psichiatrici (8, 13-16). Numerose sono anche le conseguenze di tipo psicosomatico (cefalea, astenia, disturbi digestivi, cardiovascolari e dermatologici) e comportamentale (auto-etero aggressione, disturbi alimentari, abuso di sostanze, abulia) (8, 13).

Condizioni di rischio psicosociale nei luoghi di lavoro, quali stress e mobbing, non comportano solo effetti

negativi sul benessere dell'individuo, ma anche sull'organizzazione stessa, in termini di minore prestazione e produttività del personale, aumento degli incidenti causati da errore umano, aumento del turnover, dell'assenteismo e di potenziali implicazioni legali (10, 17, 18). Risulta quindi evidente la necessità di poter quanti-qualificare la presenza di stress in ambienti aziendali per poter prevenire, o almeno limitare, l'impatto di tali rischi sul benessere individuale e organizzativo, riducendo così anche gli eventuali costi per l'azienda e il sistema sanitario. In questo panorama si colloca il Maugeri Stress Index-Revised (MASI-R) (19), versione abbreviata del Maugeri Stress Index (20, 21), che valuta la percezione di stress lavorativo mediante l'utilizzo di quattro scale. Il questionario indaga il grado di benessere soggettivo e la presenza di sintomi stress-correlati, le caratteristiche di resilienza lavorativa, il supporto percepito e gli stili di coping maladattivi rispetto allo stress.

L'obiettivo del presente studio è valutare la capacità discriminante dello strumento MASI-R, confrontando un gruppo di soggetti che hanno richiesto una visita specialistica di Medicina del Lavoro per problematiche mobbing-correlate e un gruppo di controllo composto da lavoratori per i quali è stata effettuata una valutazione standard di rischio stress lavoro-correlato secondo quanto previsto del D.Lgs. 81/08.

Materiali e Metodi

Soggetti

Un campione di 105 soggetti che lamentano problemi e sintomi correlati a situazioni di mobbing è stato arruolato presso l'Unità Operativa di Medicina del Lavoro dell'Istituto Scientifico della Fondazione S. Maugeri di Pavia dal Gennaio al Dicembre 2012. Un campione di controllo composto da 105 soggetti è stato selezionato consecutivamente all'interno di una popolazione di lavoratori, valutata per lo stress lavoro correlato secondo quanto previsto dal D. Lgs. 81/08. Il campione di controllo è stato appaiato per le principali variabili socio-demografiche (età di 43 ± 9 anni, sesso e mansione di tipo manuale o intellettuale).

Le caratteristiche socio-demografiche dei due gruppi sono riassunte nella Tabella I.

Strumenti

Per valutare la percezione di stress lavoro correlato è stato utilizzato il MASI-R (19) (Appendice A), versione ridotta del Maugeri Stress Index (20, 21), composto da 37 item con risposta su scala Likert da 0 a 5 e da due analoghi visivi graduati 0-100. Lo strumento è formato da quattro scale: *Benessere* (7 item), *Resilienza* (16 item), *Supporto sociale* (5 item) e *Coping* (5 item), ed una scala di controllo *Lie* (4 item). La prima scala descrive una condizione psichica positiva, caratterizzata da energia, soddisfazione e ottimismo. La seconda fa riferimento a costrutti di resilienza, autoefficacia e locus of control interno, ovvero ad alcune risorse che facilitano l'adattamento nei confronti delle richieste e dei problemi nell'ambito lavorativo. La terza raggruppa descrizioni rispetto alla perce-

zione di poter utilizzare o ricevere supporto dai colleghi e/o superiori. La quarta, minore è il punteggio maggiori sono gli aspetti di fragilità personale nell'affrontare lo stress che si manifestano attraverso stili di coping maladattivi o comportamenti disfunzionali. I due analoghi visivi chiedono al soggetto di esprimere una valutazione rispetto alla soddisfazione sia in ambito lavorativo (Analogo A), sia in ambito extra-lavorativo (Analogo B), consentendo in tal modo di esprimere un confronto fra queste due importanti aree della propria vita.

Analisi statistiche

Sono state eseguite analisi descrittive per illustrare le caratteristiche del campione. Al fine di confrontare i punteggi medi delle quattro scale e dei due analoghi visivi del MASI-R nei due gruppi di lavoratori è stato utilizzato il test t-Student per campioni appaiati. È stata inoltre effettuata un'analisi sui singoli item: allo scopo sono state calcolate le mediane dei punteggi agli item per i due gruppi e i relativi Range Interquartili (differenza tra 75° e 25° percentile). Eventuali differenze statisticamente significative sono state evidenziate applicando il test non parametrico di Wilcoxon per campioni appaiati. Sono stati considerati statisticamente significativi livelli di $p < 0.05$. Le analisi sono state condotte mediante l'utilizzo del Software IBM SPSS 21 per Mac OS.

Risultati

Le caratteristiche socio-demografiche e occupazionali del gruppo che lamenta mobbing (Gruppo 1) e del gruppo di controllo (Gruppo 2) sono descritte in Tabella I.

L'età media è di 43 ± 9 anni, con una prevalenza di genere femminile (53.3%) e di mansione di tipo intellettuale (Gruppo 1: 69.5%; Gruppo 2: 68.6%).

Nei due gruppi di lavoratori è presente una prevalenza di diploma di scuole superiori (Gruppo 1: 49.5%; Gruppo 2: 52.4%), lavoro non a turni (Gruppo 1: 64.8%; Gruppo 2: 54.3%), contratto di tipo indeterminato (Gruppo 1: 89.5%; Gruppo 2: 93.3%), oltre 11 anni di anzianità aziendale (Gruppo 1: 35.2%; Gruppo 2: 54.3%) e tempo medio impiegato per raggiungere il posto di lavoro inferiore a 30 minuti (Gruppo 1: 54.3%; Gruppo 2: 81.0%).

I risultati del test t-Student per campioni appaiati hanno evidenziato che il gruppo che lamenta mobbing presenta punteggi significativamente inferiori ($p < 0.001$) in tutte le scale del MASI-R rispetto al campione di controllo, indicando un livello maggiore di stress psicologico correlato all'ambiente di lavoro (Tabella II).

Anche i risultati degli analoghi visivi, rappresentati nel Grafico 1, hanno mostrato punteggi significativamente inferiori nel gruppo 1 per quanto riguarda sia la soddisfazione per il lavoro (Analogo A, $p < 0.001$) che la soddisfazione per la vita extra-lavorativa (Analogo B, $p < 0.001$).

L'analisi degli item che discriminano significativamente tra i due gruppi di lavoratori è avvenuta eseguendo un confronto delle mediane dei punteggi per ciascun

item. I risultati del test non parametrico di Wilcoxon per campioni appaiati hanno evidenziato differenze significative nei punteggi di 7 item per la scala del Benessere, 3 item per la scala dell'Adattamento, 1 item per la scala del Supporto e 2 item per la scala delle Reazioni Comportamentali. Questi stessi item sono anche i medesimi che hanno ottenuto i valori del coefficiente α di Cronbach più elevati nel campione utilizzato per la validazione dello strumento, costituito da 1182 soggetti (21). I risultati sono rappresentati in Tabella III.

Tabella I. Caratteristiche socio-demografiche e occupazionali del gruppo che lamenta mobbing (Gruppo 1) e del gruppo di controllo (Gruppo 2)

Variabili	Gruppo 1 (n=105) n (%)	Gruppo 2 (n=105) n (%)
Età (M ± SD)	43.34 ± 9.2	43.43 ± 9.0
Sesso		
Maschio	49 (46.7)	49 (46.7)
Femmina	56 (53.3)	56 (53.3)
Titolo di studio		
Elementari	1 (1.0)	1 (1.0)
Medie	34 (32.4)	20 (19.0)
Superiori	52 (49.5)	55 (52.4)
Triennale	7 (6.7)	12 (11.4)
Specialistica	10 (9.5)	17 (16.2)
Mancanti	1 (1.0)	
Mansione		
Lavoratore Manuale	32 (30.5)	33 (31.4)
Lavoratore intellettuale	73 (69.5)	72 (68.6)
Lavoratore a turni		
Sì	33 (31.4)	44 (41.9)
No	68 (64.8)	57 (54.3)
Mancanti	4 (3.8)	4 (3.8)
Tipologia di contratto		
Indeterminato	94 (89.5)	98 (93.3)
Determinato	7 (6.7)	5 (4.8)
Mancanti	4 (3.8)	2 (1.9)
Anni di lavoro presso l'azienda		
< 1	9 (8.6)	5 (4.8)
1 - 5	34 (32.4)	23 (21.9)
6 - 10	24 (22.9)	19 (18.1)
> 11	37 (35.2)	57 (54.3)
Mancanti	1 (1.0)	1 (1.0)
Tempo per raggiungere il lavoro		
< 30 min	57 (54.3)	85 (81.0)
30 - 60 min	35 (33.3)	15 (14.3)
> 60 min	12 (11.4)	5 (4.8)
Mancante	1 (1.0)	0 (0.0)

Tabella II. Confronto dei punteggi delle scale del MASI-R nei due gruppi di lavoratori

Scale MASI-R	Gruppo 1	Gruppo 2		
	M (DS)	M (DS)	t	p
Benessere	8.42 (5.53)	15.02 (4.63)	10.62	< 0.001
Resilienza	37.07 (10.61)	42.24 (8.45)	4.09	< 0.001
Supporto sociale	6.88 (3.54)	10.60 (2.81)	8.24	< 0.001
Coping	12.35 (3.46)	14.88 (2.95)	5.23	< 0.001

Gruppo 1: Soggetti che lamentano mobbing; Gruppo 2: Gruppo di controllo

Discussione

Obiettivo del presente studio era valutare la validità discriminante del questionario MASI-R nella percezione di stress lavoro-correlato. In sintesi il questionario discrimina adeguatamente i soggetti che lamentano di essere stati esposti a vessazioni sul luogo di lavoro evidenziando livelli notevolmente superiori di stress percepito rispetto al gruppo di controllo in tutte le scale del questionario. Questi risultati confermano numerosi studi presenti in letteratura che hanno evidenziato che il mobbing è più frequente in ambienti di lavoro stressanti (8, 22, 23) ed è associato ad importanti danni per la salute psicofisica dell'individuo (10-12). Nel presente studio, il gruppo di lavoratori che riferisce condizioni psicopatologiche associate a mobbing presenta bassi livelli di benessere psicofisico, scarse risorse personali per rispondere alle richieste poste dall'ambiente di lavoro, scarso supporto da parte di colleghi e superiori e la tendenza a mettere in atto comportamenti disfunzionali di fronte a situazioni stressanti. Nello specifico, l'analisi degli item ha rivelato che, per quanto riguarda la scala del benessere, i sintomi maggiormente discriminanti rispetto al gruppo di controllo sono quelli riferiti ai disturbi del sonno, alla mancanza di energie e di piacere per la vita. Questi aspetti sono riferibili a un possibile disturbo dell'umore di natura ansioso-depressivo, come riportato anche in precedenti studi (8, 12, 13, 23, 24). In particolare, lo studio di Hauge e collaboratori (8) su un ampio campione di lavoratori norvegesi ha evidenziato che il mobbing era il predittore più importante di ansia e depressione, rispetto anche ad altri fattori di stress lavorativo misurati, come le richieste lavorative, la percezione di controllo, l'ambiguità o il conflitto di ruolo.

Per quanto riguarda la scala dell'adattamento, i risultati evidenziano una scarsa capacità di utilizzare strategie di coping efficaci e risorse personali per af-

Tabella III. Confronto delle risposte agli item del MASI-R nei due gruppi di lavoratori

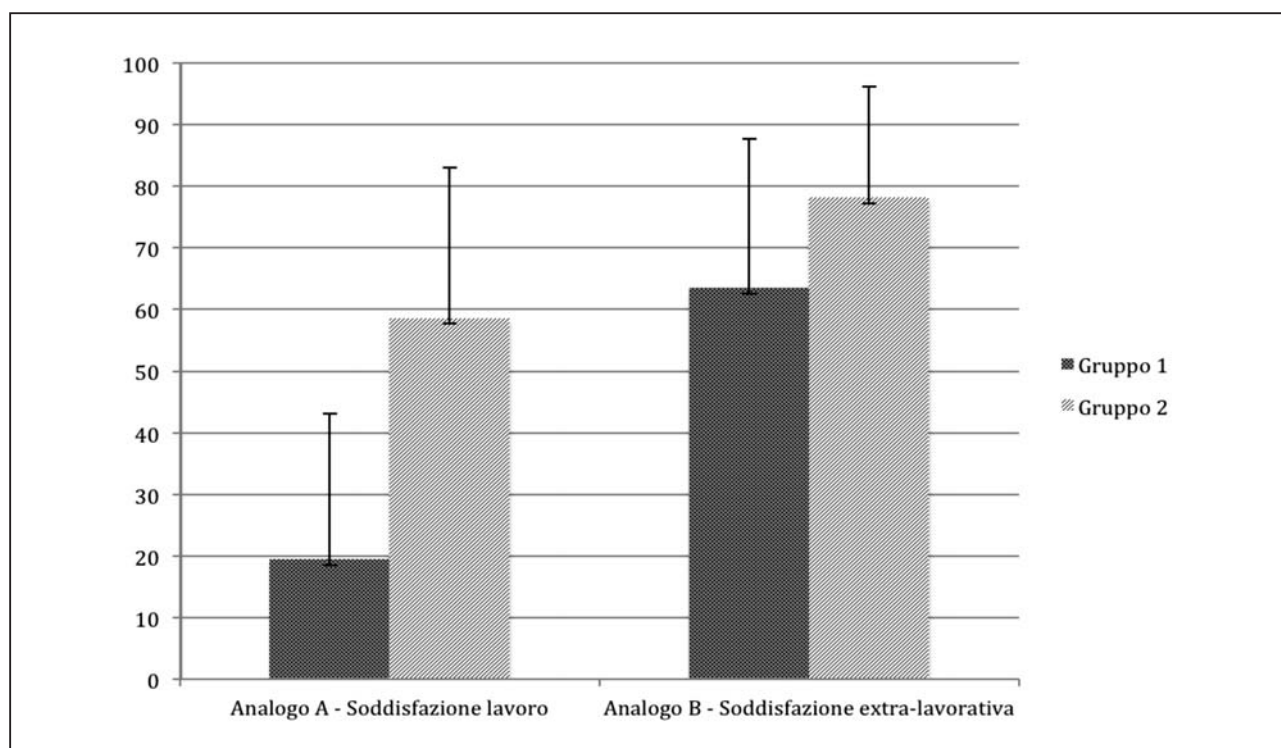
Item MASI-R*	Mediana risposte item Gruppo 1 (RI)**	Mediana risposte item Gruppo 2 (RI)	P	α di Cronbach***
<i>Benessere</i>				
Dormo bene	1 (1)	2 (1)	< 0.001	0.94
Assaporo il gusto dei cibi	2 (1)	3 (1)	< 0.001	0.94
Faccio cose che mi interessano	1 (1)	2 (1)	< 0.001	0.93
Mi sento sereno	1 (1)	2 (1)	< 0.001	0.93
Mi sento soddisfatto	1 (1)	2 (1)	< 0.001	0.93
Mi sento pieno di energie	1 (2)	2 (1)	< 0.001	0.93
Mi godo la vita	1 (1)	2 (2)	< 0.001	0.93
<i>Resilienza</i>				
L'allegria mi aiuta	2 (2)	3 (2)	< 0.001	0.88
Affronto le avversità e piano piano le supero	2 (1)	3 (1)	< 0.001	0.88
Con pazienza riesco in genere a risolvere i problemi	2 (1)	3 (1)	< 0.01	0.88
<i>Supporto sociale</i>				
Nei momenti di difficoltà lavorativa i miei superiori sono disposti ad aiutarmi	0 (1)	2 (2)	< 0.001	0.59
<i>Coping</i>				
Di fronte alle avversità faccio finta di niente	1 (2)	0 (1)	< 0.01	0.64
Di fronte agli eventi difficili vado in ansia	2 (2)	1 (2)	< 0.001	0.60

Gruppo 1: Soggetti che lamentano mobbing; Gruppo 2: Gruppo di controllo

* La modalità di risposta per tutti gli item è la seguente: 0 = Per Nulla; 1 = Poco; 2 = Abbastanza; 3 = Molto; 4 = Moltissimo

** RI= Range Interquartili

*** I Coefficienti α di Cronbach (item/totale) riportati sono riferiti al campione usato per la validazione dello strumento (n = 1182)



Gruppo 1: Soggetti che lamentano mobbing; Gruppo 2: Gruppo di controllo

Grafico 1. Confronto dei risultati degli analoghi visivi del MASI-R nei due gruppi di lavoratori

frontare le richieste del lavoro, e una percezione soggettiva di scarso controllo sugli eventi. Numerosi studi hanno mostrato che le persone con locus of control esterno, cioè con una percezione di scarso controllo e di impossibilità di influenzare gli eventi esterni, tendono a manifestare maggiori livelli di stress, minore soddisfazione lavorativa e un

peggiore stato di salute (6, 25). A questo proposito, Bradsky sostiene che le vittime di mobbing possiedono una percezione irrealistica delle proprie capacità e risorse personali, e obiettivi lavorativi poco concreti che unitamente possono contribuire a creare un giudizio di sé negativo e svalutativo (23, 26).

La resilienza è stata scarsamente indagata in associazione al mobbing; un recente studio (27) ha effettuato una rassegna della letteratura e ha identificato quali fattori chiave per aumentare le capacità di resilienza dei lavoratori vittime di mobbing la percezione di controllo e il supporto sociale.

Nel presente studio, l'item della scala del Supporto che maggiormente discrimina tra i due gruppi di lavoratori è proprio quello che fa riferimento alla mancanza di supporto da parte dei superiori nei momenti di difficoltà lavorativa. Secondo Zapf (28) i comportamenti di aggressione e di vessazione sono più frequenti negli ambienti di lavoro con un clima caratterizzato da basso sostegno sociale. Numerose ricerche hanno evidenziato il ruolo protettivo del supporto sociale quale fattore in grado di ridurre la percezione soggettiva di carico di lavoro e mitigare gli effetti negativi dello stress (29).

In riferimento all'ultima scala del MASI-R, ovvero quella di Coping che indaga su presenza di reazioni comportamentali alle situazioni stressanti, i risultati hanno mostrato che il gruppo che lamenta mobbing tende a rispondere agli stressor manifestando sintomi ansiosi e mettendo in atto comportamenti di evitamento. Alterazioni del tono dell'umore, con particolare riferimento a depressione, ansia, stress e sintomi psicosomatici, sono disturbi comunemente rilevati in queste tipologie di soggetti (10-14, 24). I comportamenti tesi ad evitare ogni situazione che ricordi il problema sono particolarmente frequenti nei pazienti con diagnosi (secondo il DSM IV) di disturbo post-traumatico da stress (DPTS). IL DPTS e il Disturbo di Adattamento (DA) rappresentano disturbi frequentemente presenti nelle vittime del mobbing e anche gli unici riconosciuti in ambito assicurativo dall'INAIL (10, 15, 23).

In conclusione, i soggetti che lamentano vessazioni sul posto di lavoro e sintomatologie mobbing-correlate manifestano livelli più elevati di stress lavorativo. Questi risultati confermano i dati presenti in letteratura e propongono un nuovo questionario per la valutazione della percezione di stress lavorativo, il MASI-R, caratterizzato da brevità, buone caratteristiche psicometriche generali e da una adeguata validità discriminante.

Bibliografia

- 1) National Institute for Occupational Safety and Health. Stress at work. (NIOSH Publication No. 99-101). Cincinnati, OH: US Department of Health and Human Services, 1999.
- 2) EU-OSHA. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health, European Risk Observatory Report. Luxembourg, Office for Official Publication of the European Communities, 2007.
- 3) Kortu E, Leka S, Cox T. Psychosocial risks and work-related stress in developing countries: health impact, priorities, barriers and solutions. *Int Occup Med Environ Health* 2010; 23(3): 225-238.
- 4) Cox T, Griffiths E, Rial-González E. Research on work-related stress. Lussemburgo: European Agency for safety and health at work, 2010.
- 5) Jackson D, Firtko A, Edenborough M. Personal resilience as a strategy for surviving and thriving in the face of workplace adversity: a literature review. *J Adv Nurs* 2007; 60(1): 1-9.
- 6) Chen JC, Silverthorne C. The impact of locus of control on job stress, job performance and job satisfaction in Taiwan. *Leadership Organ Dev J* 2008; 29(7): 572-582.
- 7) Dollard M, Skinner N, Tuckey M, Bailey T. National surveillance of psychosocial risk factors in the workplace: an international overview. *Work Stress* 2007; 21(1): 1-29.
- 8) Hauge LJ, Skogstad A, Einarsen S. The relative impact of workplace bullying as a social stressor at work. *Scand J Psychol* 2010; 51(5): 426-433.
- 9) Leymann H. The content and the development of mobbing at work. *Eur J Work Organ Psychol* 1996; 5: 165-184.
- 10) Barlett JE, Barlett ME. Workplace bullying: an integrative literature review. *Adv Dev Hum Res* 2011; 13(1): 69-84.
- 11) Finne LB, Knardahl S, Lau B. Workplace bullying and mental distress - a prospective study of Norwegian employees. *Scand J Work Environ Health* 2011; 37(4): 276-287.
- 12) Raho C, Giorgi I, Bonfiglio NS, Argentero P. Caratteristiche di personalità in un campione di soggetti che lamentano vessazioni sul posto di lavoro. *G Ital Med Lav Erg* 2008; 30(1): A80-A86.
- 13) Kivimäki M, Virtanen M, Elovainio M, Vahtera J, Keltikangas-Järvinen L. Workplace bullying and the risk of cardiovascular disease and depression. *Occup Environ Med* 2003; 60: 779-783.
- 14) Nolfè G, Petrella C, Zontini G, Uttieri S, Nolfè G. Association between bullying at work and mental disorders: gender differences in the Italian people. *Soc Psych Epid* 2010; 45: 1037-1041.
- 15) Tonini S, Lanfranco A, Dellabianca A, Lumelli D, Giorgi I, Mazzacane F, Fusi C, Scafa, Candura SM. Work-related stress and bullying: gender differences and forensic medicine issues in the diagnostic procedure. *J Occup Med Toxicol* 2011; 6: 29.
- 16) Rodriguez-Munoz A, Moreno-Jiménez B, Vergel AIS, Hernández EG. Post-traumatic symptoms among victims of workplace bullying: exploring gender differences and shattered assumption. *J Appl Soc Psychol* 2010; 40(10): 2616-2635.
- 17) Rugulies R, Christensen KB, Borritz M, Villadsen E, Bültmann U, Kristensen TS. The contribution of the psychosocial work environment to sickness absence in human service workers: results of 3-year follow-up study. *Work Stress* 2007; 21(4), 293-311.
- 18) O'Donnell S, Macintosh J, Wuest J. A theoretical understanding of sickness absence among women who have experienced workplace bullying. *Pers Individ Differ* 2010; 46: 359-364.
- 19) Massidda D, Giorgi I, Vidotto G, Tringali S, Bertolotti G, Imbriani M (2013) The Maugeri stress index reduced form: a questionnaire for job stress assessment. *Occup Environ Med* (submitted).
- 20) Giorgi I, Baiardi P, Tringali S, Candura SM, Gardinali F, Grignani E, Bertolotti G, Imbriani M. Il Maugeri Stress Index Questionnaire per la valutazione dello stress lavoro correlato. *G Ital Med Lav Ergon (Suppl B Psicol)* 2011; 33(3): B78-B84.
- 21) Bertolotti G, Giorgi I, Baiardi P, Tringali S, Candura SM, Gardinali F, Grignani E, Imbriani M. The Maugeri Stress Index Questionnaire To Assess Work-Related Psychological Stress. *J Behav Sci* 2012; 22 (Suppl): 87.
- 22) Agervold M, Mikkelsen EG. Relationship between bullying, psychosocial work environment and individual stress reactions. *Work Stress* 2004; 18(4): 336-351.
- 23) Fenga C, Platania CA, Di Rosa A, Alibrandi A, De Luca A, Barresi G, Di Nola C, Cacciola A. Mobbing: tra struttura di personalità e caratteristiche organizzativo-gestionali dell'ambiente lavorativo. *G Ital Med Lav Ergon (Suppl A. Psicol)* 2012; 34(1): A11-A16.
- 24) Hansen ÅM, Høgh A, Persson R, Karlson B, Garde AH, Ørabæk P. Bullying at work, health outcomes, and physiological stress response. *J Psychosom Res* 2006; 60: 63-72.
- 25) Fiabane E, Giorgi I, Musian D, Sguazzin C, Argentero P. Occupational stress and job satisfaction of healthcare staff in rehabilitation units. *Med Lav* 2012; 103(6): 482-492
- 26) Brodsky CM. The harassed worker. Toronto, Canada: Lexington Books, 1976.
- 27) van Heugten K. Resilience as an underexplored outcome of workplace bullying. *Qual Health Res* 2013; 23: 291-301.
- 28) Zapf D, Knorz C, Kulla M. On the relationship between mobbing factors, and job content, social work environment and health outcomes. *Eur J Work Organ Psychol* 1996; 5: 215-37.
- 29) Viswesvaran C, Sanchez JJ, Fisher J. The role of social support in the process of work stress: a meta-analysis. *J Vocat Behav* 1999; 54(2): 314-334.

APPENDICE A. Stralcio tratto dal MASI-R



MASI-R

(Bilancio Benessere-Stress Lavorativo)

Data:

Età anni: Sesso: Femmina Maschio

Titolo di studio: Nessuno Licenza media Laurea triennale
 Licenza elementare Diploma scuola superiore Laurea magistrale

Mansione:

Istruzioni:

Legga le seguenti frasi e indichi come Lei abitualmente agisce o si sente nelle situazioni descritte facendo riferimento all'**ambito lavorativo**. Segni la risposta che meglio descrive il Suo grado di accordo.

	Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto	Moltissimo
Affronto le avversità e pian piano le supero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tutte le mie abitudini sono buone e accettabili	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quando mi sento in difficoltà mi isolo dagli altri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dormo bene	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nei momenti di difficoltà lavorativa i miei superiori sono disponibili ad aiutarmi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sono tenace nell'affrontare le situazioni di lavoro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Con pazienza riesco in genere a risolvere i problemi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nei momenti difficili trovo persone disposte ad aiutarmi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'allegria mi aiuta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il miglioramento nell'organizzazione del lavoro dipende anche da me	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Per la richiesta di utilizzo: ines.giorgi@fsm.it

Corrispondenza: Dr.ssa Ines Giorgi, Servizio di Psicologia, Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Istituto Scientifico di Pavia, Via S. Maugeri, 10, 27100 Pavia, Italy, Tel. 0382.592950, E-mail: ines.giorgi@fsm.it

Giulio Arcangeli¹, Gabriele Giorgi², Claudia Ferrero¹, Nicola Mucci^{1,3}, Vincenzo Cupelli¹

Prevalenza del fenomeno *mobbing* in una popolazione di infermieri di tre aziende ospedaliere italiane

¹ Cattedra di Medicina del Lavoro, Sezione Health Services Research, Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università di Firenze

² Dipartimento di Psicologia, Università Europea di Roma

³ Istituto di Medicina del Lavoro, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

RIASSUNTO. Le azioni negative possono essere considerate come indicatori di rischio di *mobbing* nei contesti lavorativi e il loro studio è funzionale all'organizzazione di interventi di prevenzione. Obiettivo del presente studio è di indagare la diffusione delle azioni negative in un contesto infermieristico e se questi eventi siano associati a variabili legate alla salute mentale. Il questionario usato come strumento di valutazione comprende il NAQ-R e il GHQ12 e la somministrazione ha coinvolto 206 soggetti che lavorano in tre contesti ospedalieri del centro e del sud d'Italia. La categoria professionale degli infermieri appare particolarmente a rischio *mobbing*, senza particolari differenze di genere o demografiche. La diffusione delle azioni negative appare elevata prevalentemente per quanto riguarda il ruolo lavorativo e la mansione. Si è, inoltre, confermato quanto il *mobbing* influenzi lo stato di salute tra gli infermieri con particolare riferimento alla sfera dell'ansia e dello stress fino a veri e propri stati depressivi.

Parole chiave: *mobbing*, infermieri, NAQ-R, salute mentale.

ABSTRACT. PREVALENCE OF WORKPLACE BULLYING IN A POPULATION OF NURSES OF THREE ITALIAN HOSPITALS. Negative behaviors could be considered as a risk index of workplace bullying; researching on these events is useful for the planning of preventive interventions. The aim of this study was to investigate the prevalence of negative actions in a population of nurses and their possible association with issues related to mental health. We administered a proper questionnaire - based both on the NAQ-R and on the GHQ12 - to 206 subjects, who worked in three hospitals, located in the center and south of Italy. Our results confirmed that nursing profession presents a clear workplace bullying risk, without any notable differences regarding gender or demographics. The prevalence of negative actions was noteworthy, mainly with regard to the job position and the task. Our study also showed that workplace bullying may interfere with the global health of nurses, particularly with regard to the psycho-emotional issues.

Key words: workplace bullying, nurses, NAQ-R, mental health.

Introduzione

Il costrutto di *mobbing* appare oggi consolidato, grazie allo svolgimento di studi metanalitici e di studi longitudinali che ne hanno permesso una definizione condivisa dai più autorevoli studiosi in materia (1). Il *mobbing*, è «un'aggressione psicologica volta a spingere una persona alla sua esclusione dal contesto lavorativo o danneggiare alcuni aspetti del ruolo lavorativo e della mansione» (1), ed è il risultato del processo d'intensificazione di un conflitto nel corso del quale una persona si trova in una posizione di inferiorità ed è vittima di sistematiche azioni negative da parte di uno o più aggressori. È condivisa la distinzione fra due tipologie di azioni negative: attacchi diretti alla persona (umiliazioni pubbliche, *gossip*, false accuse) e attacchi diretti al ruolo lavorativo e alla mansione (trattenere informazioni necessarie, dequalificare il lavoro, etc.) (2). Le azioni negative sono abbastanza comuni sul lavoro (3), ma se diventano frequenti, persistenti e dirette allo stesso individuo possono diventare una forma estrema di *stressor* e causare gravi conseguenze in chi le subisce (4). Numerose pubblicazioni in Europa (5, 6) e negli Stati Uniti (7) hanno evidenziato la diffusione del fenomeno *mobbing* sia a livello di singola realtà organizzativa o più realtà organizzative aggregate, sia a livello di prevalenza del fenomeno nazionale con l'ausilio di campioni rappresentativi (2).

La diffusione del *mobbing* appare elevata, tanto che il fenomeno spesso può non riguardare soltanto una cerchia ristretta di lavoratori, ma diventare parte della cultura organizzativa: si parla in questo caso di *mobbing* collettivo/organizzativo. In alcuni contesti, se non si subiscono certe azioni negative (per esempio scherzi o *gossip*) può significare che non si è parte di un gruppo o non si ha una buona identificazione con l'organizzazione (8). In altri, i lavoratori costruiscono dei meccanismi di "coping collettivo" che permettono loro di tollerare un numero elevato di azioni negative, ma di non avvertirne gli effetti sulla salute, soprattutto nel breve termine (9).

Proprio a causa dell'esistenza di diverse forme di *mobbing* la ricerca scientifica non è ancora riuscita a mettere in luce quanto il fenomeno sia più o meno diffuso in specifiche categorie di lavoratori, quali ad esempio gli infermieri. La professione infermieristica è genericamente

indicata come una realtà lavorativa nella quale il *mobbing* ha una diffusione consistente. È tuttavia difficile trovare una quantificazione univoca del fenomeno (10, 11), dal momento che in Letteratura non vengono applicati metodi scientifici di identificazione per una stima accurata. In studi italiani, per esempio, la prevalenza stimata di *mobbing* tra gli infermieri oscilla tra il 4% (12) e il 34,3% (10), mentre in studi europei troviamo prevalenze tra il 27% (11) e il 60% (13) fino ad arrivare al 70% in studi americani (7). Nonostante questi limiti, sono ormai numerose le ricerche che evidenziano quanto il *mobbing* rappresenti un forte elemento di disagio per gli infermieri (16-19). È ampiamente riconosciuto dalla Letteratura di riferimento che le vittime di *mobbing* presentano meno soddisfazione lavorativa e ridotto benessere psicologico, oltre ad una serie di sintomi di *stress* quali bassa autostima, disturbi del sonno, ansia, difficoltà di concentrazione, fatica cronica, rabbia, depressione (20) fino ad arrivare a quadri più gravi come il disturbo post-traumatico da *stress* ed il disturbo di adattamento. Tali quadri possono, poi, agire come fattori concausali per disturbi a carico di vari organi e apparati (tra cui, in particolare, l'apparato cardiovascolare) (21). Tuttavia, non sempre le azioni negative hanno dimostrato un effetto patogeno rilevante (8) e addirittura si è messo in evidenza, in una ricerca turca (22), un possibile effetto positivo del *mobbing*. Appare pertanto importante riflettere non solo su quanto il *mobbing* sia diffuso, ma anche su quanto possa essere tollerato. Nonostante che in letteratura il concetto di "accettabilità" del *mobbing* sembri ancora non ampiamente affrontato (9), si ipotizza che gli infermieri essendo sempre a contatto con il paziente, potrebbero compensare la percezione delle criticità organizzative, attenuando così gli effetti patogeni del *mobbing* (18, 23).

Principale obiettivo del presente lavoro è verificare la prevalenza del *mobbing* in un campione di infermieri e di esplorarne le conseguenze sulla salute psicologica. In linea con recenti teorizzazioni (9) e con alcune ricerche pregresse sul *mobbing* (8, 23); un secondo obiettivo è quello di verificare l'ampiezza dell'effetto delle azioni negative sulla salute.

Materiali e metodi

La somministrazione della *survey*, avvenuta nell'anno 2012, ha coinvolto complessivamente 206 soggetti che lavoravano in tre contesti ospedalieri del centro e del sud d'Italia. Il questionario è stato somministrato, da personale specializzato ed esterno alle organizzazioni, ad un campione di infermieri rappresentativo delle diverse realtà organizzative. Il campione era formato dal 73,5% di donne e dal 26,5% di uomini. Per quanto riguarda l'anzianità di servizio, il 39,2% del campione aveva meno di 10 anni di anzianità di servizio, il 24,5% da 10 a 19 anni, il 28,9% da 20 a 29 anni, mentre soltanto il 7,3% degli infermieri aveva più di 30 anni di anzianità di servizio. Riguardo all'età, il 48,7% degli infermieri aveva meno di 30 anni, il 16% dai 30 ai 39, il 17,8% dai 40 ai 49 ed infine il 17,4% aveva cinquanta anni o più.

Il *Negative Acts Questionnaire Revised* (NAQ-R) misura la diffusione di "azioni negative" all'interno di un contesto lavorativo identificando sia una forma di *mobbing* sugli aspetti del ruolo lavorativo e della mansione sia una sugli aspetti della vita privata e personale (24). È stata utilizzata la versione italiana a 17 item validata da Giorgi, Arenas e Leon-Perez su un campione di 3112 appartenenti a 25 organizzazioni italiane, sia nel settore pubblico che nel privato (24). Il *General Health Questionnaire 12* (GHQ12) (25) è uno degli strumenti più noti per la misura della salute mentale. Sono state calcolate le statistiche descrittive del NAQ-R nella versione italiana a 17 items (media e deviazione standard). Successivamente, le procedure del *T-Test* e del *One Way ANOVA* è stata utilizzata per verificare se ci fossero differenze significative nella percezione di *mobbing* tra le variabili socio-anagrafiche considerate, utilizzando il punteggio totale ottenuto al NAQ-R come variabile dipendente e le variabili anagrafiche come variabile indipendente. Inoltre, sono stati confrontati (mediante il test *t* di Student) i punteggi delle azioni *mobbing* subite dagli infermieri del presente studio con quelli ottenuti da un campione di più di 3000 soggetti (24), rappresentativi di un universo eterogeneo di mansioni. È stata, infine, effettuata una serie di regressioni lineari per mettere in luce l'associazione delle azioni negative con le dimensioni di salute psicologica.

Risultati

I comportamenti negativi più frequenti nel campione di infermieri, come evidenziato nella Tabella I, sono l'assegnazione di compiti sotto il proprio livello di competenza, il fatto che le informazioni necessarie per svolgere il lavoro vengono trattenute, i pettegolezzi ed i *gossip*, l'assegnazione di lavoro impossibile da gestire, la sottrazione di responsabilità cruciali, il controllo eccessivo sugli errori commessi nello svolgimento della mansione. Risultano invece comportamenti negativi meno frequenti: le umiliazioni, l'esclusione, i rimproveri aggressivi e rabbiosi, le intimidazioni e le false accuse.

Bisogna inoltre sottolineare come alcune azioni negative accadano più frequentemente nella categorie degli infermieri rispetto a quanto riportato in studi italiani condotti presso altri contesti lavorativi e su diverse categorie di lavoratori (24): operare al di sotto del proprio livello di competenza, i pettegolezzi e *gossip*, le umiliazioni, responsabilità cruciali che vengono sottratte, l'esclusione e l'isolamento, i rimproveri eccessivamente aggressivi, l'ipercontrollo, le scadenze irragionevoli ed il carico di lavoro impossibile da gestire. A conferma della forte diffusione di azioni negative nel campione di infermieri in esame si riscontra, con l'ausilio del criterio di Einarsen (26), che il 21,4% del campione di infermieri può essere categorizzato come potenziale vittima di *mobbing* dichiarando di aver subito negli ultimi sei mesi, e con frequenza almeno settimanale, due o più azioni negative sul posto di lavoro. Per quanto concerne le variabili demografiche considerate – ossia genere, età ed anzianità di servizio – non si riscontrano, invece, diffe-

Tabella I. Confronto delle azioni mobbizzanti per infermieri vs altre professionalità (è indicata la presenza di significatività della differenza tra la media del presente campione e quella italiana)

Item	Media infermieri n = 206	DS infermieri n = 206	Media Italia (24) n = 3112	DS Italia (24) n = 3112	Significatività
1 - Informazioni necessarie per il lavoro trattenute	1.79	.95	1.87	1.1	Non sign.
2 - Umiliazioni	1.46	.83	1.34	.72	< .01
3 - Assegnazione di compiti sotto il proprio livello di competenza	2.38	1.40	1.98	1.16	< .001
4 - Responsabilità cruciali sottratte	1.71	1	1.61	.95	Non sign.
5 - Pettegolezzi e gossip	1.86	1	1.73	.97	< .01
6 - Esclusione sociale	1.26	.72	1.42	.80	< .001
7 - Commenti offensivi o insulti	1.35	.78	1.43	.84	Non sign.
8 - Rimproveri eccessivamente aggressivi e rabbiosi	1.57	.77	1.46	.79	< .05
9 - Comportamenti intimidatori	1.31	.67	1.27	.71	Non sign.
10 - Trasferimenti ingiustificati o esortazioni a lasciare il posto di lavoro	1.25	.68	1.23	.67	Non sign.
11 - Ipercontrollo ed eccessiva analisi di eventuali errori nello svolgimento della mansione	1.70	.87	1.58	.82	< .001
12 - Reazioni ostili	1.33	.57	1.37	.73	Non sign.
13 - Continue critiche	1.51	.80	1.49	.77	Non sign.
14 - Scadenze irragionevoli	1.42	.71	1.51	.80	< .05
15 - False accuse	1.35	.68	1.38	.71	Non sign.
16 - Eccessivo sarcasmo	1.30	.64	1.30	.69	Non sign.
17 - Carico di lavoro impossibile da gestire	2	1.1	1.74	.97	< .001

renze significative. Nella Tabella II vengono riportate le statistiche descrittive e le correlazioni fra il NAQ-R, il GHQ-12 e le variabili anagrafiche. Le correlazioni sono coerenti con l'andamento atteso.

La Tabella III presenta i risultati delle quattro analisi di regressione. Nei modelli, dopo aver inserito le variabili anagrafiche con la funzione principale di controllo, si è proceduto a mettere in luce quanto il *mobbing* sul ruolo lavorativo e sulla mansione e il *mobbing* sulla persona ri-

sultassero associati rispettivamente alla perdita di sicurezza di sé, alle conseguenze/disfunzioni sociali, alla depressione ansietà, e infine alla salute mentale generale. In tutti e quattro i modelli le variabili anagrafiche spiegano livelli minimi di varianza *R*² da .01 a .03 e non risultano significative. Quando le dimensioni del *mobbing* vengono aggiunte nel secondo *step* i modelli risultano sempre significativi con una varianza spiegata totale che ha un *range* che parte da .12 per le conseguenze sociali ed arriva .23

Tabella II. Statistiche descrittive e correlazioni fra le variabili

Variabili	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Genere	1.74	.44	-	.05	.06	-.10	-.11	-.11	-.13	-.01	-.01	-.03
Età	2.	1.1		-	.57**	.11*	-.01	.07	.07	.05	.04	.06
Anzianità di servizio	2	.99			-	.03	-.01	.02	.04	.01	.07	.05
Mobbing sulla persona	17.22	6.37				-	.54**	.94**	.37**	.29**	.32*	.37**
Mobbing sul ruolo lavorativo e la mansione	9.33	3.58					-	.79**	.27**	.22**	.32**	.31**
NAQ-tot	26.55	8.85						-	.38**	.30**	.37**	.40**
Perdita di sicurezza	.85	1.42							-	.56**	.62**	.78**
Conseguenze sociali	6.85	2.65								-	.65**	.88**
Depressione e ansietà	4.58	2.89									-	.90**
GHQ-tot	21.29	6.07										-

* La correlazione è significativa a livello $p < .05$; ** La correlazione è significativa a livello $p < .01$.

Tabella III. *Analisi di regressione*

Steps e predittori	Salute mentale			GHQ totale β
	Perdita di sicurezza β	Conseguenze sociali β	Depressione ed ansietà β	
Step 1				
Genere	.08	.08	.11	.07
Età	-.07	-.11	-.23	-.16
Anzianità di servizio	.12	.16	.28	.25
Step 2				
Mobbing sulla persona	.29*	.22*	.19	.24*
Mobbing sul ruolo lavorativo e la mansione	.17	.14	.30**	.24*
Step 1 R^2	.01	.01	.03	.02
Step 2 ΔR^2	.14**	.11*	.20**	.20**
Totale R^2	.15**	.12*	.23**	.22**

* La correlazione è significativa a livello $p < .05$; ** La correlazione è significativa a livello $p < .01$.

per depressione ansietà. Il *mobbing* sulla persona contribuisce in modo significativo a spiegare la varianza per lo stato di salute generale, la perdita della fiducia in se stessi e le conseguenze sociali. Il *mobbing* sul ruolo lavorativo e sulla mansione contribuisce in modo significativo a spiegare la varianza dello stato di salute generale e della depressione/ansietà.

Discussione

La categoria professionale degli infermieri, in linea con la Letteratura di riferimento, appare particolarmente a rischio *mobbing*. La diffusione delle azioni negative appare elevata ed in particolare quella sul ruolo lavorativo e sulla mansione. Lavorare sotto il proprio livello di competenza e far fronte ad un carico di lavoro impossibile da gestire appaiono le azioni vessatorie che maggiormente segnano il lavoro degli infermieri e che necessitano pertanto di una sostanziale riduzione. Inoltre il confronto con un *benchmarking* significativo ed eterogeneo di lavoratori avvalorava i risultati conseguiti e la correttezza delle analisi svolte ed invita pertanto a pensare ad azioni di intervento per ridurre la percezione di *mobbing* nel personale infermieristico. Un altro dato significativo, in linea con la Letteratura di riferimento (24), è che la categoria degli infermieri appare a rischio *in toto*, in quanto nello studio non emergono differenze significative demografiche e di genere. Interessanti risultano anche i dati emersi riguardo al rapporto *mobbing/salute*. Dall'analisi delle regressioni, infatti, si è potuto confermare quanto il *mobbing* influenzi lo stato di salute degli infermieri. Tuttavia i coefficienti di regressione mostrano un effetto delle azioni negative sul *mobbing* non particolarmente elevato che conferma le ipotesi sulla potenziale tolleranza/accettabilità degli infermieri nei confronti dei comportamenti ostili. Da un'analisi più attenta delle conseguenze del *mobbing* si nota che i maggiori effetti possono essere prodotti nella sfera dell'ansia e dello stress fino ad arrivare a veri e propri stati depressivi. Mentre effetti più atte-

nuati appaiono sulle dimensioni di sicurezza di sé e sulle disfunzioni sociali. Quest'ultimo dato può essere spiegato dal fatto che gli infermieri possano aver imparato a tollerare un elevato numero e frequenza di azioni negative, generando meccanismi di *self & social protection* e, quindi, di attenuazione degli effetti dannosi del *mobbing* grazie alla relazione positiva che si instaura con il paziente. Si riscontrano, invece, maggiori difficoltà da parte degli infermieri nel far fronte all'elevata ansia e allo stress connesso a subire azioni vessatorie. Un'analisi più specifica del contributo delle forme di *mobbing* sui variegati aspetti della salute psicologica mostra che il *mobbing* sulla persona e sul ruolo lavorativo spiegano in egual misura lo stato di salute generale misurato dal GHQ-12. Tuttavia, mentre nella dimensione ansietà e depressione è il *mobbing* sul ruolo lavorativo che ha maggiore impatto, nella perdita di sicurezza di sé e nelle disfunzioni sociali è il *mobbing* sulla persona ad avere un ruolo significativo. Anche questo risultato potrebbe essere legato a meccanismi di accettabilità e/o di rassegnazione a subire azioni negative da parte degli infermieri dovute a problematiche connesse all'organizzazione del lavoro. Qualora le azioni siano molto frequenti e persistenti – e ciò è confermato dall'elevata prevalenza in questa ricerca – i lavoratori potrebbero non sentirsi degli specifici *target* da parte di uno o più aggressori che li vogliono colpire personalmente, quanto percepire di essere inseriti in un'organizzazione dove lo stress lavorativo è elevato e dove si è vittima di un *mobbing* più di natura organizzativa (9). La prevenzione del *mobbing* appare pertanto una dimensione rilevante di salute organizzativa. Nonostante alcuni limiti – difficile generalizzazione dei risultati, rischio di influenza del *mono-method bias* (27), assenza di valutazione longitudinale – riteniamo che il presente studio fornisca un contributo significativo ed innovativo alla relazione tra il *mobbing* e lo stato di salute e che inviti ad approfondire il grado di tolleranza ed accettabilità delle azioni negative sul lavoro da parte degli infermieri, con particolare riferimento alla distinzione tra il *mobbing* sul ruolo lavorativo e sulla mansione dal *mobbing* sulla persona e sulla vita privata.

Bibliografia

- 1) Einarsen S, Hoel H, Zapf D, Cooper CL. The concept of bullying at work: the European tradition. In Einarsen S, Hoel H, Zapf D, Cooper CL. Ed. *Bullying and emotional abuse in the workplace - International perspectives in research and practice*. London: CRC Press, 2011; 3-39.
- 2) Nielsen MB, Skogstad A, Matthiesen SB, Glaso L, Aasland MS, Notelaers G, Einarsen S. Prevalence of workplace bullying in Norway: Comparisons across time and estimation methods. *Eur J Work Organ Psy* 2009; 18: 81-101.
- 3) Leymann H. *Leymann inventory of psychological terror*. Karlskrona: Violen, 1992.
- 4) Hoel H, Faragher B, Cooper CL. Bullying is detrimental to health, but all bullying behaviours are not necessarily equally damaging. *Brit J Guid Couns* 2004; 33: 367-387.
- 5) Giorgi G. Workplace bullying risk assessment in 12 Italian organizations. *International Journal of Workplace Health Management* 2009; 2: 34-47.
- 6) Giorgi G. Workplace bullying partially mediates the climate health relationship. *J Manag Psychol* 2010; 25: 727-740.
- 7) Vessey JA, Demarco RF, Gaffney DA, Budin W. Bullying of staff registered nurses in the workplace: a preliminary study for developing personal and organizational strategies for the transformation of hostile to healthy workplace environments. *J Prof Nurs* 2009; 25: 299-306.
- 8) Giorgi G. Workplace bullying in academia creates a negative work environment. An Italian study. *Employ Responsib Rights J* 2012; 24: 261-275.
- 9) Power JL, Brotheridge CM, Blenkinsopp J, Bowes-Sperry L, Bozionelos N, Buzády Z, Chuang A, Drnevich D, Garzon-Vico A, Leighton C, Madero S, Mak W, Mathew R, Inés Monserrat S, Mujtaba B, Lujan M, Polycroniou P, Sprigg C, Axtell C, Holman D, Ruiz-Gutiérrez J, Nnedumm J. Acceptability of workplace bullying: a comparative study on six continents. *J Bus Res* 2013; 66: 374-380.
- 10) Farrell GA, Bobrowski C, Bobrowski P. Scoping workplace aggression in nursing: findings from an Australian study. *J Adv Nurs* 2006; 55: 778-787.
- 11) Lewis MA. Nurse bullying: organizational considerations in the maintenance and perpetration of health care bullying cultures. *J Nurs Man* 2006; 14: 52-58.
- 12) Mancini F, Nobile S. *Mobbing in area sanitaria: un'indagine sul personale infermieristico*. Roma: Istituto Italiano di Medicina Sociale, 2003.
- 13) Caporale L, Palese A, Bortoluzzi G. Stile di leadership e rischio di mobbing: risultati di una ricerca empirica in ambito infermieristico *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34: A17-A24.
- 14) Nield K. Mobbing and wellbeing: economic and personal development implications. *Eur J Work Organ Psy* 1996; 2: 239-249.
- 15) Ferrinho P, Biscaia A, Fronteira I, Craveiro I, Antunes AR, Conceição C, Flores I, Osvaldo Santos O. Patterns of perceptions of workplace violence in the Portuguese health care sector. *Hum Resour Health* 2003; 1: 11-11.
- 16) Rutherford A, Rissel C. A survey of workplace bullying in a health sector organisation. *Aust Health Rev* 2004; 28: 65-72.
- 17) McKenna BG, Smith NA, Poole SJ, Coverdale JH. Horizontal violence: experiences of registered nurses in their first year of practice. *J Adv Nurs* 2003; 42: 90-96.
- 18) Johnson SL. International perspectives on workplace bullying among nurses: a review. *Int Nurs Rev* 2009; 56: 34-40.
- 19) Hogh A, Carneiro IG, Giver H, Rugulies R. Are immigrants in the nursing industry at increased risk of bullying at work? A one-year follow-up study. *Scand J Psychol* 2011; 52: 49-56.
- 20) Topa-Cantisano G, Depolo M, Morales F. [Mobbing: a meta-analysis and integrative model of its antecedents and consequences]. *Psicothema* 2007; 19: 88-94.
- 21) Cupelli V, Mucci N. Cardiovasculopatie professionali. *G Ital Med Lav Erg* 2010; 32 (Suppl 1): 156-159.
- 22) Yildiz S, Tuzunturk S, Giorgi G. Workplace bullying in Turkey: Prevalence among private sector employees. *Risorsa Uomo* 2008; 14: 157-170.
- 23) Simons S. Workplace bullying experienced by Massachusetts Registered Nurses and the relationship to intention to leave the organization. *Adv Nurs Sci* 2008; 31: 48-59.
- 24) Giorgi G, Arenas A, Leon-Perez JM. An operative measure of workplace bullying: the negative acts questionnaire across Italian companies. *Ind Health* 2011; 49: 686-695.
- 25) Fraccaroli F, Depolo M, Sarchielli G. L'uso del General Health Questionnaire di Goldberg in una ricerca su giovani disoccupati. *Bollettino di Psicologia Applicata* 1991; 197: 13-19.
- 26) Mikkelsen EG, Einarsen S. Bullying in Danish work-life: Prevalence and health correlates. *Eur J Work Organ Psy* 2001; 10: 393-413.
- 27) Podsakoff PM, MacKenzie SB, Lee J, Podsakoff NP. Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *J Appl Psychol* 2003; 88: 879-903.

Corrispondenza: Mucci Nicola, *Cattedra di Medicina del Lavoro, Sezione Health Services Research, Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica, Università di Firenze, Largo Piero Palagi, 1/23, 50139 Firenze, Italy, E-mail nicola.mucci@unifi.it.*

Marco Bruggi¹, Claudio Lisi², Alessandra Rodigari¹, Maruska Nava¹, Ettore Carlisi², Elena Dalla Toffola³

Monitoring iliopsoas muscle contraction in idiopathic lumbar scoliosis patients

¹ M.D., Physical Medicine and Rehabilitation, University of Pavia, Pavia, Italy

² M.D., Rehabilitation Unit, Foundation IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italy

³ Ph, Physical Medicine and Rehabilitation, University of Pavia and Rehabilitation Unit, Foundation IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italy

ABSTRACT. Background. Curve evolution in idiopathic scoliosis frequently occurs in lumbar and thoracic-lumbar spine. The spinal and iliopsoas muscles play a major role in maintaining the static and dynamic stability of the spine. Objective. To monitor by video recording, the degree to which asymmetric isometric contractions of the iliopsoas muscle improve the lumbar curve.

Design. 10 subjects (9 female, 1 male), mean age of 14.1 years (11-18), who were undergoing rehabilitation for idiopathic scoliosis. 8 subjects wore a brace, 6 had a single lumbar curve, 4 had a thoracic curve; 9 curves were convex to the left and 1 convex to the right. The mean Cobb angle was 20.1° (± 8.2523) with a mean degree of rotation of 1.2 (± 0.4216).

Method. The scoliotic curves were monitored on video whilst the patients performed muscle contraction exercises.

Adhesive markers were applied to the skin to be used as reference points of the curve on video. Subjects performed the exercises in a sitting position, facing away from the video camera, with their knees bent at an angle of 90°. The complete exercise procedure was as follows: initial lengthening of the spine and postural control, concentric activation of the iliopsoas, isometric activation for about 3 seconds, then final release.

Differences in curvature angle detected on the video recording were analysed and processed using the computer software *Dartfish Pro Suite 5.0_Dartfish LTD_Switzerland*.

Results. The mean angle of correction through exercise was 6.9° (± 3.6) during concentric activation and 4.9° (± 3.5) during isometric activation of the iliopsoas.

Conclusions. Data show the corrective effect that iliopsoas muscle contraction produces on the scoliotic curve.

Key words: iliopsoas, scoliosis, therapeutic exercise, exercise movement techniques, video analysis.

RIASSUNTO. Le curve più frequenti della scoliosi idiopatica evolutiva sono a livello lombare e dorso-lombare. I muscoli spinali ed il muscolo ileo-psoas giocano un ruolo importante nel mantenimento statico e dinamico della stabilità della colonna. Lo scopo di questo lavoro è quello di monitorare tramite un rilevamento strumentale video, la correzione che l'esercizio asimmetrico di contrazione isometrica del muscolo ileo-psoas imprime alla curva lombare. In questo studio l'indagine è stata svolta su 10 soggetti (9F-1M), età media di 14.1 anni (11-18), affetti da scoliosi idiopatica in trattamento riabilitativo, 8 dei quali in trattamento ortesico, 6 con curva lombare singola, 4 una curva dorso-lombare, 9 sx, 1 dx convessa. Il valore Cobb medio è di 20.1° (± 8.2523) con un grado di rotazione medio di 1.2 (± 0.4216). Sono stati applicati sulla cute del soggetto markers adesivi come punti di repere per il rilevamento della curva tramite video. L'esercizio è stato svolto coi soggetti di spalle alla telecamera seduti sul lettino con ginocchio flesso a 90°.

Introduction

Evolutionary idiopathic scoliosis is defined as a "three-dimensional torsional deformity of the spine and trunk" (1, 2) combining a lateral deviation and rotation of more than one vertebra. Curves most commonly occur in the lumbar spine and in the thoracic-lumbar spine. In these areas, both the spinal muscles e.g. the multifidus and the erector spinae, and the iliopsoas muscle play an important role in maintaining static and dynamic stability of the spine (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Over the years, different exercises have been proposed for postural re-education, including the asymmetric contraction of the iliopsoas muscle. The corrective action that contraction of this muscle exerts on the lumbar scoliotic curve has been demonstrated by several studies (11, 12, 13, 14, 15, 16).

The aim of this study was to video monitor the degree to which asymmetric isometric contractions of the iliopsoas muscle improve the lumbar curve.

Materials and Methods

We selected the patients for our study from the 40 outpatients who were treated for idiopathic scoliosis at our unit between June 2011 and January 2012. Our inclusion criteria were patients who had a single lumbar curve (6) or a thoracic curve (4). The resulting 10 patients (9 female, 1 male) had a mean age of 14.1 years.

Clinical evaluation: we performed a clinical evaluation on the young patients and on their postural alterations, considering the spine as a whole and measuring the angle of trunk rotation (ATR) using a Bunnell scoliometer (17, 18, 19). We examined antero-posterior projection x-rays on checkerboard film of the entire spine in a standing position, including the femoral heads in order to evaluate the physiological bone age of each patient. Bone age was calculated according to the Risser sign, a measure (0-5) of the progression of ossification of the ilium bone (20, 21). We also defined the following: the segment of the curve in question on the convex side, the corresponding vertebrae at the apex and at the upper and lower limits of the curve, the Cobb angle of the curve and the rotation of the vertebrae involved (22, 23, 24). Table I reports the clinical

La registrazione video comprende l'intero iter dell'esercizio: auto allungamento e controllo posturale di partenza, attivazione dell'ileo-psoas concentrica, attivazione isometrica di circa 3 sec, successivo rilasciamento. Le variazioni angolari della curva scoliotica videoriprese durante lo svolgimento dell'esercizio, sono state analizzate ed elaborate a computer tramite software Dartfish Pro Suite 5.0_Dartfish LTD_Switzerland. Il valore medio di correzione angolare ottenuto risultata essere di $6,9^\circ(\pm 2,2)$. Da un angolo basale in allungamento di $170,9^\circ(\pm 4,1)$, il monitoraggio della contrazione dello psoas dimostra una correzione della curva a $173,1^\circ(\pm 3,6)$ in concentrica, a $175,1^\circ(\pm 3,5)$ in isometria; l'angolo medio rilevato al completo rilasciamento è di $171^\circ(\pm 4,5)$. Lo studio mostra l'effetto correttivo che la contrazione del muscolo psoas esercita sulla curva scoliotica, oltre ad evidenziare l'utilità di un feed-back visivo ottenuto grazie alla video analisi.

Parole chiave: ileo-psoas, scoliosi, esercizio terapeutico, tecniche di esercizio, videoanalisi.

and personal data of the patients, most of whom also receive brace treatment (the Cheneau type in 7 cases and the Lyonnaise type in 1 case) (25).

Table I shows the clinical and personal data of the subjects.

Video recording: black and white adhesive markers with a diameter of 1cm were first applied to the skin at various points: the apices of the spinous processes of the vertebrae at the upper and lower limits of the scoliotic curve, the apex of the curve, the sacroiliac joints, and the lateral third of the scapular spine. Whilst performing the exercises, each subject was sitting with their back to the video camera on a firm bench 78cm from the ground. The video camera (Canon MD255) was perfectly aligned with the subject, 80cm away from the bench and 98cm from the ground. Accordingly, the video recordings were analysed in 2D.

All the recordings were performed by the same operator in the presence of the doctor, the physiotherapist and the subject's parents. After each recording, the rehabilitation team and the subject watched the video together and discussed the whole process. This study was conducted in compliance with the recommendations from the Helsinki Declaration, and with the consent of the children examined and their guardians.

As part of the rehabilitation process, consisting of various exercises for reinforcement, joint recovery, coordination and posture, we decided to analyse the contraction of the iliopsoas muscle and its effect on the scoliotic curve.

Corrective exercise: the following exercise procedure was carried out in a sitting position on the bench with knees bent at 90° (without the use of a brace):

- postural self-correction and lengthening of the spine
- concentric activation of the iliopsoas at 100° of hip flexion with thigh lifted so that the femur is unsupported by the bench
- isometric contraction of the iliopsoas with submaximal resistance (MRC scale of 4/5) applied manually to the distal extremity of the femur for 3 seconds
- gradual release.

Isometric contractions were performed under submaximal resistance so as to avoid imbalances in the trunk and pelvis in the event of excessive strength which is not compensated for by proper activation of abdominal and paravertebral muscles. Manual resistance was applied by the same physiotherapist in all cases.

The video recording includes the complete exercise procedure: lengthening of the spine and postural control (**B**), concentric activation (**C**), isometric activation lasting 3-4 seconds (**I**) and final release (**R**). Each subject repeated the procedure at least twice (Fig. 1).

Variations in the scoliotic curve detected during the video recording were analysed and processed using the computer software Dartfish Pro Suite 5.0_Dartfish LTD_Switzerland.

Table I

patient	age	curve	apex	upper limit	lower limit	Cobb	rotation	Risser	ATR
I	11	L left	T12	T9	L3	30	1	0	7
II	17	TL left	L2	T12	L4	20	2	4	6
III	13	L left	L3	T12	L5	14	1	0	3
IV	16	L left	L2	T12	L4	38	1	3	13
V	13	TL left	L1	T11	L4	15	1	3	5
VI	15	TL right	L1	T11	L4	16	1	3.5	6
VII	18	L left	L2	T12	L4	22	1	4	5
VIII	13	L left	L2	T12	L4	18	1	0	4
IX	13	TL left	T11	T8	L2	18	2	0	8
X	12	L left	T12	T9	L3	10	1	3	3
Mean	14.1					20.01	1.2	2.05	6
SD	± 2.3					± 8.3	± 0.4	± 1.8	± 2.9

Caption, Table I reports the age, the curve segment in question (TL: thoracic-lumbar, L: lumbar), the convex side of the curve, the apex vertebra and the vertebrae at the upper and lower limits of the curve, the Cobb angle, the degree of rotation of the vertebrae involved, the Risser sign (0-5) and the ATR.

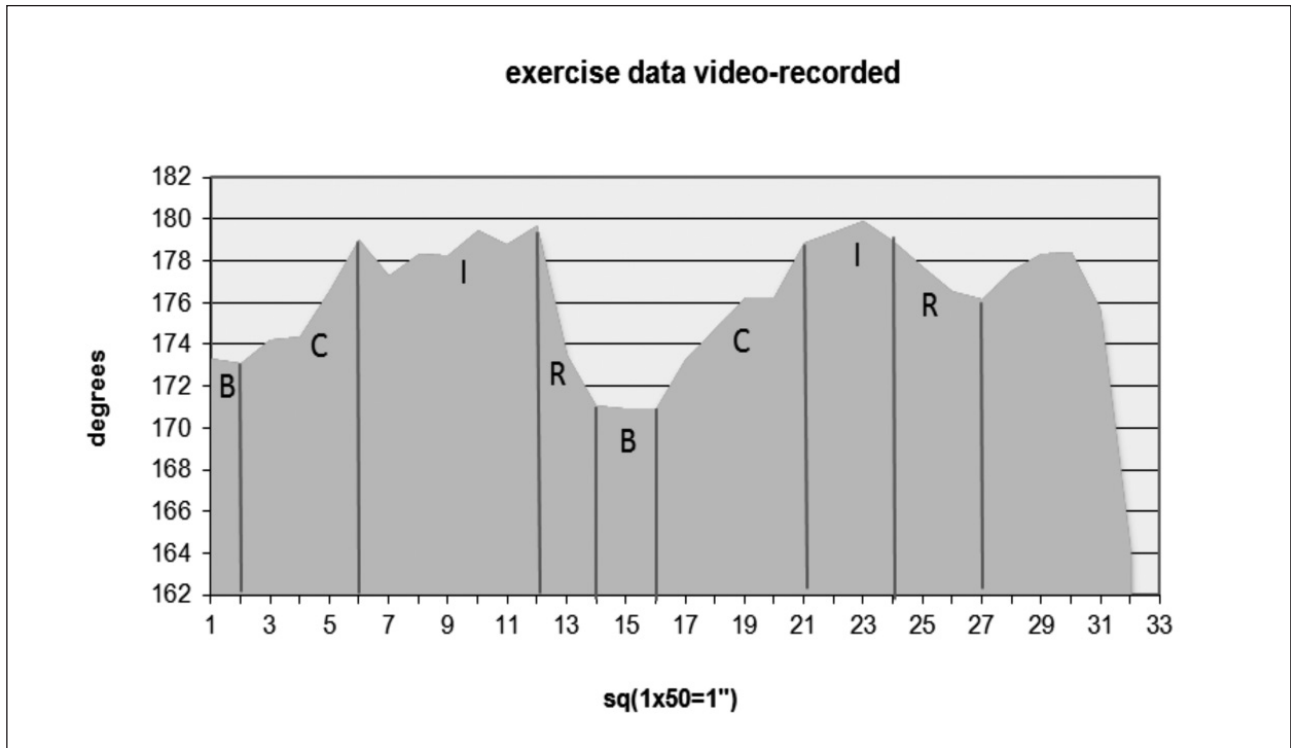


Figure 1

Caption fig. 1: the figure represents two consecutive cycles of corrective exercise (B=lengthening of the spine and postural control; C=concentric activation; I=isometric activation lasting 3-4 seconds; R=final release)

The Dartfish software traces the angle identified by the adhesive markers placed on the spinous processes of the vertebrae corresponding to the apex and the upper and lower limits of the curve; during the exercise procedure, it monitors the angle between the markers and calculates the measurement in degrees in real time (Fig. 2, 3).

In Figure 2 and 3 shows the data collected in a table during the exercise procedure represented by Fig 1 (repeated twice), respectively step **B** and step **I**:

- “Codice orario: calculated by the software in 50 interlaced fields/second *
- “Dati” (data): the data measured by the software.

The data from the tables produced by the software were then exported to an Excel™ spreadsheet where they were plotted on an xy graph. The y-axis showed the curve angle in degrees and the x-axis showed the recording time (1''=50sq). The mean values were then transferred to a graph (± standard deviation) by means of Microsoft Office Excel and MedCalc V11.2.1.

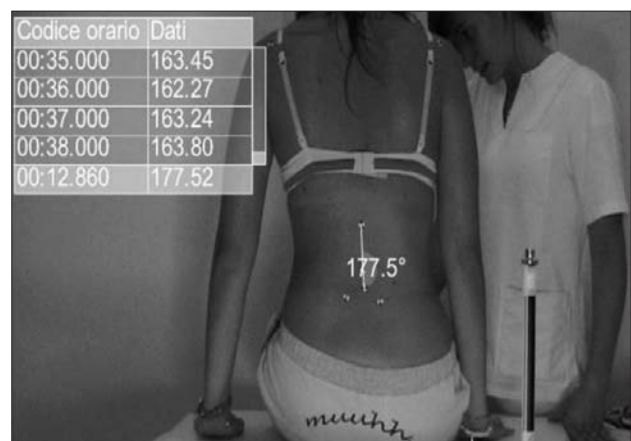
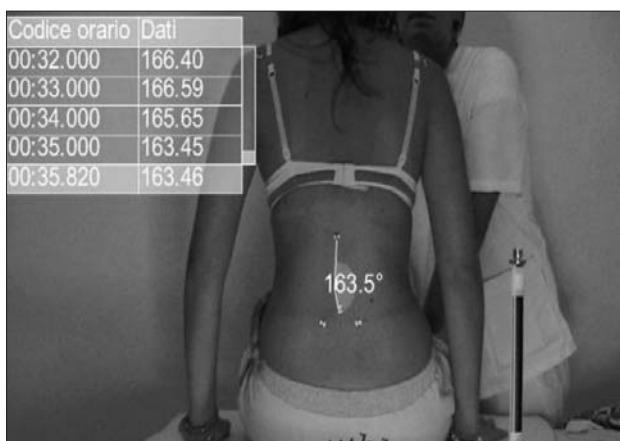


Figure 2 and 3

* Caption 50i (50 interlaced fields per second = 25 fps) is the standard video field rate for PAL and SECAM encoding systems, commonly used by European television. Each frame per second is divided into two fields; firstly only the odd lines of the image are displayed and then only the even lines. Therefore, even though each row is updated 25 (or 29.97) times per second, as with standard analogue television PAL and NTSC for example, each part of the image is actually scanned twice, so it almost seems as if there were 50 (PAL) or 59.94 (NTSC) frames per second

Results and Data Analysis

Table II reports the data collected during the exercise procedure, using the best results for each patient.

Once we had selected the exercise procedure with the best results for each subject, the mean values were as follows:

- Mean baseline angle: 170° (± 3.8)
- Mean angle during concentric contraction of the iliopsoas: 173.3° (± 3.5)
- Mean angle during isometric contraction of the iliopsoas: 175.6° (± 3.4)
- Mean angle on release: 169° (± 4.2)
- Mean corrective angle variation: 5.9 ° (± 2.3)

Table III lists the mean angles detected during any exercise procedure performed by each subject.

All the young patients in the study completed the exercises and showed interest and involvement whilst watching the video recording with their parents. The doctor and physiotherapist discussed both the performance of the exercise and the results with each subject.

The data shows that the mean angle variation obtained was 6.9° (± 2.2). The best curve correction, i.e. approaching a straight angle (180°), was obtained by one subject (II): from 174.9° to 179.9°. Another patient (IV) improved by more than 9.8°: from 169.7° to 179.5°. The mean baseline angle detected during spine lengthening and postural control was 170.9° (± 4.1), the mean angle of growth during concentric contraction was 173.1° (± 3.6), the mean angle of growth in isometric contraction was 175.1° (± 3.5), and the mean angle detected on final release was 171° (± 4.5).

There was no obvious correlation between the Cobb angle measured on the x-ray and the angle detected by the software at baseline (linear regression P = 0.17).

In 4 cases, a slight increase to the curve was detected during final release, the final phase of the exercise procedure, compared to the angle at baseline. This increase occurred because the patients in question completely relaxed their anti-gravity muscles due to the lack of the automatism for postural correction. The experience of the subject may affect this lack, namely how long they had been in treatment and therefore had been performing the iliopsoas exercise, and how long they had been working on their postural control.

Figure 4 shows the distribution of all the values detected in the different phases of the exercise.

Discussion

The Dartfish software, which has already been used effectively both as part of previous studies and to take articular and functional measurements (26, 27, 28), allowed us to monitor the correction of the lumbar curve during activation of the contralateral iliopsoas muscle. This data does not correspond to the actual curve correction, which would require ongoing dynamic x-ray evaluation with obvious disadvantages for the patient. The data clearly show the corrective effect that the contraction of the iliopsoas muscle exerts on the scoliotic curve.

The benefits of using iliopsoas muscle contraction for the treatment of lumbar scoliosis have been widely addressed, discussed and examined in the literature. (11, 13, 29, 30). The unilateral contraction of this muscle, aimed to obtain hypertrophy and shortening of the muscle tissue that appears to be longer than the contralateral muscle, causes an anterior flexion, or a lateral tilt of the spine towards the side of the contracting muscle, and a slight contralateral ro-

Table II

patient	Cobb angle	baseline	concentric M	isometric M	release	angle variation
I	30	174.4	174.9 (± 1.2)	175.9 (±0.1)	171.9	4.1
II	20	175	176.8 (±1.1)	178.5 (±0.2)	174.9	3.6
III	14	170.9	175.9 (±2.1)	179.4 (±0.5)	176.1	8.5
IV	38	175	175.4 (± 1.2)	178.5 (±0.6)	169.6	8.9
V	15	164.5	167.1 (±1.9)	170.9 (±0.9)	165.1	6.4
VI	16	172.7	176.2 (±0.7)	178.9 (±0.9)	170.7	8.3
VII	22	169	172.0 (±0.6)	173.9 (±0.9)	166.0	7.8
VIII	18	168.4	170.7 (±1.7)	172.4 (±0.4)	168.1	4.3
IX	18	174	175.8 (±0.5)	177.2 (±1)	175.9	3.2
X	10	166.9	168.3 (±0.9)	170.0 (±0.5)	166.4	3.6
Mean	20.01	170	173.3	175.6	169	5.8
SD	± 8.2	± 3.8	± 3.5	± 3.4	± 4.2	± 2.3

Caption, Table II reports:

- baseline: angle recorded at the beginning of the exercise procedure in a static sitting position with postural control
- concentric M: mean of the angle measurements recorded during concentric contraction
- isometric M: mean of the angle measurements recorded in isometric contraction
- release: angle recorded at the end of the exercise procedure after final release
- angle variation: difference between minimum and maximum angle measurements detected

Table III

patient	Cobb angle	baseline M	concentric M	isometric M	Release M	curve angle	maximum correction	angle variation
I	30	174.4 (±1.2)	174.9 (±1.1)	175.9 (±0.1)	173 (±1.5)	171.9	176	4.1
II	20	175.0 (±1.2)	176.8 (±1.1)	178.6 (±0.5)	176.7 (±0.9)	174.9	179.9	5.1
III	14	173.2 (±0.2)	176.2 (±1.9)	179 (±0.6)	173 (±4.2)	170.9	179.9	9
IV	38	173.7 (±3.4)	176.5 (±1.9)	178.7 (±0.7)	173.4 (±3.0)	169.7	179.5	9.8
V	15	162.3 (±1.9)	166.5 (±1.7)	170.4 (±1.2)	161.8 (±5.1)	170.9	172	7.5
VI	16	171.4 (±0.1)	174.4 (±2.7)	175.6 (±3.2)	172.9 (±2.1)	170.3	179.6	9.2
VII	22	169.0 (±1.2)	172.0 (±0.7)	173.6 (±0.9)	167.2 (±1.35)	166.0	174.6	8.6
VIII	18	168.4 (±1.9)	170.7 (±1.7)	172.4 (±0.4)	169.8 (±1.4)	168.1	172.7	4.6
IX	18	174.5 (±0.3)	174.8 (±0.9)	177.6 (±1.0)	174.9 (±1.4)	173.0	178.8	5.8
X	10	166.9 (±1.2)	168.2 (±0.9)	169.7 (±1.3)	167 (±0.9)	166.2	171.1	4.9
Medium	20.01	170.9	173.1	175.1	171	170.1	176.4	6.9
SD	± 8.2	± 4.1	± 3.6	± 3.5	± 4.5	± 3	± 3.6	± 2.2

Caption, Table III reports:

- baseline M: mean values collected at baseline
- concentric M: mean values detected during concentric contraction
- isometric M: mean values detected during isometric contraction
- release M: mean value detected on final release
- curve angle: worst spinal curve detected by the software
- maximum correction: maximum angle of curve correction detected in any exercise procedure
- angle variation: difference between the minimum and maximum angles detected in any exercise procedure

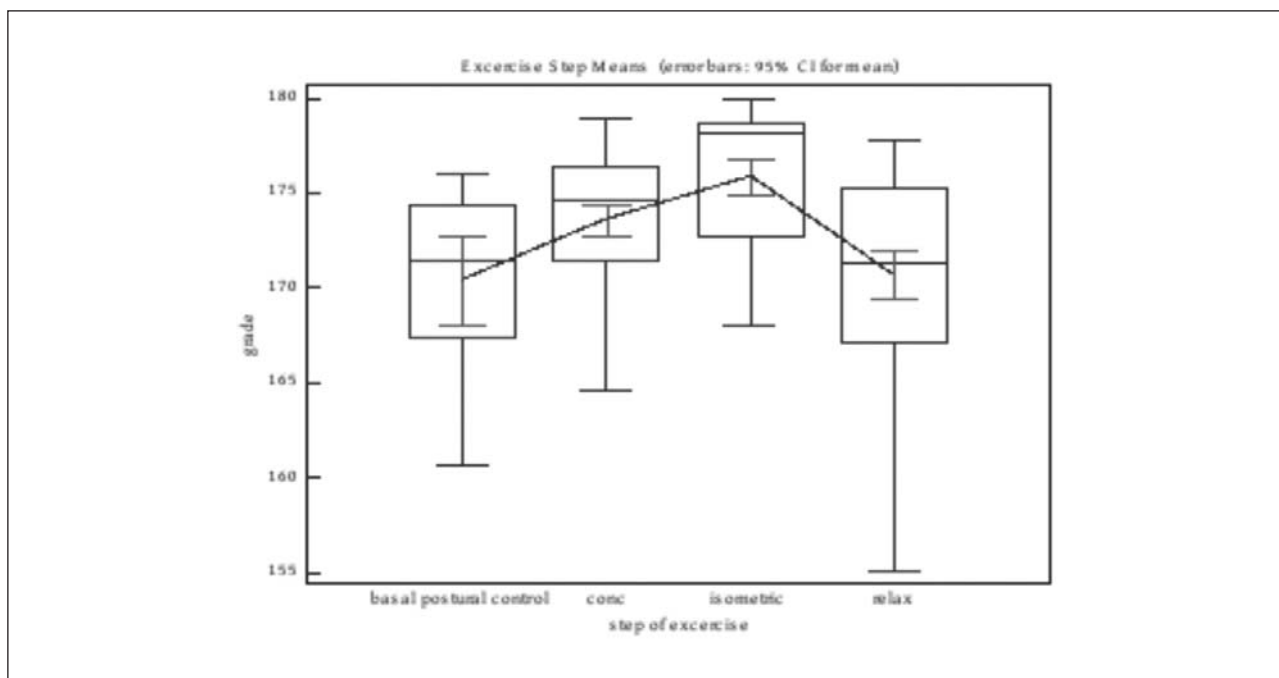


Figure 4.

Caption fig 4: it represents the distribution of the average values in the different steps of the exercise, in ordered axis are represented the degrees, on the abscissa the steps

tation of the vertebrae. The combination of these effects results in three-dimensional correction of the scoliotic curve.

In the present study, the angles detected by the software did not always correspond to the Cobb angles measured on the x-rays. This inconsistency occurred because the two types of measurement use different points of ref-

erence: the Dartfish software considers the adhesive markers placed on the skin at the level of the spinous processes of the vertebrae, whereas the Cobb angle measurement considers the upper and lower limits of the curve on the x-ray. The angle calculated by the software is slightly smaller than the Cobb angle due to the differing rotation of the

spinous processes in individual cases. This topic will be investigated in future research studies.

It is important to note the difficulty some subjects had in developing an automatism for postural correction. As previously mentioned, the results of these patients were worse in the final release phase compared to the initial phase due to insufficient anti-gravity muscle control.

Nonetheless, video monitoring allowed us to collect results throughout the exercise procedure in a safe way for all parties concerned. It also allowed the patients to repeat the exercise if necessary in the event of incorrect muscle activation or inadequate resistance applied by the physiotherapist. The Dartfish software proved to be a monitoring system that is simple to use, quick and cheap.

It was particularly useful when monitoring the loss of postural control, as demonstrated by the curve increase in the final release stage of the exercise procedure in 4 cases. By discussing this issue with the patients in question, we were able to intensify the exercises geared towards postural self-correction both during rehabilitation sessions and in daily life, with the aim of achieving automatism in postural exercises. Using visual assessment as feedback for corrective exercises thus proved to enhance the compliance of young patients with performing exercises in a better way and with their rehabilitation process as a whole.

References

- 1) Grivas TB, Burwell GR, Vasiliadis ES, Webb JK. A segmental radiological study of the spine and rib - cage in children with progressive Infantile Idiopathic Scoliosis. *Scoliosis* 2006; 1: 17.
- 2) Grivas TB, Vasiliadis ES, Roudopoulos G. Aetiology of idiopathic scoliosis. What have we learned from school screening? *Stud Health Technol Inform* 2008; 140: 240-244.
- 3) Grivas TB, Vasiliadis ES, Roudopoulos G, Bardakos N. The role of the intervertebral disc in correction of scoliotic curves. A theoretical model of idiopathic scoliosis pathogenesis. *Stud Health Technol Inform* 2008; 140: 33-36.
- 4) Pirola V. Rieducazione delle scoliosi e delle lombalgie. *Edi Ermes*. 2009; 10: 201-220.
- 5) Samuel J et al. La valutazione fisiologica e cinesiologica della colonna lombare attraverso L'EMG dei muscoli paravertebrali (spinali e psoas). *Kinésithérapie Scientifique*, 1985.
- 6) Sajko S, Stuber K. Psoas Major. a case report and review of its anatomy, biomechanics, and clinical implications. *JCCA* 2009; 0008-3194, 311-318.
- 7) Hu H, Meijer OG, van Dieën JH, Hodges PW, Bruijn SM, Strijers RL, Nanayakkara PW.B, van Royen BJ, Hua WuW, Xia C. Is the psoas a hip flexor in the active straight leg raise? *Eur Spine J* 2011; 20: 759-765.
- 8) Starcevic-Klasan G, Cvijanovic O, Peharec S, Zulle M, Arbanas J, Ivancic Jokic N, Bakarcic D, Malnar-Dragojevic D, Bobinac D. Anthropometric Parameters as Predictors for Iliopsoas Muscle Strength in Healthy Girls and in Girls with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Coll Antropol* 32, 2008; 2: 461-466.
- 9) Penning L. Spine stabilization by psoas muscle during walking and running. *Eur Spine J* 2002 Feb; 11(1): 89-90.
- 10) Nachemson A. Electromyographic Studies on the Vertebral Portion of the Psoas Muscle: With Special Reference to its Stabilizing Function of the Lumbar Spin. *Acta orthop Scandinav* 1966; 37, 177-190.
- 11) Pivetta S, Azzolini M. il ruolo dello psoas iliaco nelle deviazioni laterali del rachide lombare, *La ginnastica medica*, 1981, vol 5-6.
- 12) Locatelli A. Il muscolo psoas iliaco nel trattamento della scoliosi lombare, VIII congresso UNC 1982.
- 13) Colantonio R. La derotazione diretta del rachide lombare mediante il muscolo grande psoas; *La ginnastica medica*, 1982, volume XXX, fascicolo 3-4-5-6: pagg. 27-30.
- 14) Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *J Rehabil Med* 2008; 40: 451-455.
- 15) Bloom RA, Gheorghiu D, Verstandig A, Pogruend H, Libson E. The psoas sign in normal subjects without bowel preparation: the influence of scoliosis on visualization. *Clin Radiol* 1990 Mar; 41(3): 204-5.
- 16) Gregersen GG, Lucas DB, An in vivo study of the axial rotation of the human thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg Am* 1967; 49: 247-62.
- 17) De Wilde L, Plasschaert F, Cattoir H, Uyttendaele D. Examination of the back using the Bunnell scoliometer in a Belgian school population around puberty. *Acta orthop Belg* 1998; 64(2): 136-143.
- 18) Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J bone Joint Surg Am* 1984; 66: 1381-1387.
- 19) Amendt LE, Ause-Ellias K, Lundahl J, Eybers, Wadsworth CT, Nielsen DH, Weinstein SL. Validity and Reliability Testing of the Scolometer®. *Phys Ther* 1990; 70: 108-117.
- 20) Agostini S, Ferraro C. il valore del test di Risser quale fattore prognostico della evolutività delle scoliosi idiopatiche. *Atti del Congresso Francese e Italiano di Studio delle Scoliosi*, Ascani, La Rosa, Roma 1977.
- 21) Risser JG. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop* 1958; 11: 111-119.
- 22) Coob J. Outline for the study of scoliosis. *Am Acad Orthop Surg Instr Course Lect* 1948; 5: 261-275.
- 23) Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D, Cowie GH. Measurement of the Coob angle on radiographs of patients who have scoliosis. *J bone Joint Surg* 1990; 72(3): 320-327.
- 24) Pearsall D, Reid JG, Hedden DM. Comparison of Three Noninvasive Methods for Measuring Scoliosis. *Phys Ther* 1992; 72: 648-657.
- 25) Lenssinck ML, Frijlink AC, Berger MY, Bierma-Zeinstra SMA, Verkerk K, Verhage AP. Effect of Bracing and Other Conservative Interventions in the Treatment of Idiopathic Scoliosis in Adolescents: A Systematic Review of Clinical Trials. *Phys Ther* 2005; 85: 1329-1339.
- 26) Norris BS, Olson SL. Concurrent validity and reliability of two-dimensional video analysis of hip and knee joint motion during mechanical lifting. *Source School of Physical Therapy, Texas Woman's University, Dallas, USA. Physiother Theory Pract* 2011 Oct; 27(7): 521-30.
- 27) Melton C, Mullineaux DR, Mattacola CG, Mair SD, Uhl TL. Reliability of video motion-analysis systems to measure amplitude and velocity of shoulder elevation. *J Sport Rehabil* 2011 Nov; 20(4): 393-405.
- 28) Chiappedi M, De Bernardi E, Dalla Toffola E, Bejor M. Child visuomotor skills: preliminary findings using a new low-cost movement analysis method. *Functional Neurology* 2010; 25(1): 45-48.
- 29) Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *J Rehabil Med* 2008; 40: 451-455.
- 30) Bloom RA, Gheorghiu D, Verstandig A, Pogruend H, Libson E. The psoas sign in normal subjects without bowel preparation: the influence of scoliosis on visualization. *Clin Radiol* 1990; Mar; 41(3): 204-5.

Correspondence: Elena Dalla Toffola, S.C. Riabilitazione Specialistica, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Piazzale Golgi 19, 27100 Pavia, Italy, E-mail: elena.dallatoffola@unipv.it



SOCIETÀ ITALIANA DI MEDICINA
DEL LAVORO ED IGIENE INDUSTRIALE

25 crediti ECM

77^o

CONGRESSO NAZIONALE

SIMLII

**SALUTE SUL LAVORO,
LAVORO E SALUTE:
UNA PROPOSTA PER
L'ITALIA CHE RIPARTE**

BOLOGNA
15/17 OTTOBRE 2014

**SEGRETERIA ORGANIZZATIVA
MENEHINI & ASSOCIATI**

e-mail: meeting@meneghinieassociati.it
Tel. 0444 578845 - Cell. 348 6430909

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



