

Medicina del Lavoro

R. CALISTI

La “nuova direttiva cancerogeni” dell’Unione Europea: gli impegni che ci attendono, le nuove opportunità che ci si presentano (e non dobbiamo sprecare) in Italia

G. TAINO, L. BORDINI, C. SARTO, S. PORRO, F. CHIRICO, E. ODDONE, M. IMBRIANI
Gammopatia monoclonale di incerto significato (MGUS) e fattori occupazionali di rischio: criteri di attuazione della sorveglianza sanitaria

G. LA TORRE, F. PETRONZI, G. BOLLINI, A. MANNOCCI, S. SERNIA
Infortuni sul lavoro nelle micro e piccole imprese nel periodo 2013-2015 in provincia di Roma

D. CAFAGNA, M. BARATTUCCI

Percezione dei rischi e personalità: una ricerca nel settore dei trasporti

F. CHIRICO, G. TAINO, N. MAGNAVITA, I. GIORGI, G. FERRARI, M.C. MONGIOVÌ, M. IMBRIANI

Proposta di un metodo per la valutazione del rischio di burnout negli insegnanti: il VA.RI.B.O (VALutazione RIscio Burn-Out)

A. MAHFOUDH, A. BAKHROUF, I. RASSAS, H. AMMAR, L. BOUZGARROU, A. OMRANE, A. HENCHI, M. AKROUT, T. KHALFALLAH

Influence of socioprofessional determinants on teachers’ mental well-being

G. TAINO, G. GIARDINI, A. DELOGU, R. FOTI, E. ODDONE, M. IMBRIANI
Il lavoro in un cantiere in alta quota: generalità fisiopatologiche e analisi di una casistica occupazionale

E. PIRA, M.L. DE PIANO, M. DECLEMENTI, A. GODONO, D. LONGO
Congress of the United States, Ramazzini Institute and its affiliates, IARC: questions on scientific transparency

Medicina Specialistica Riabilitativa delle cure correlate

R. CASALE, C. FUNDAR, Z. SYMEIONIDOU, A. FURNARI, N. TAIOCCHI, C. GALANDRA
100 Hz Localized vibration increases ipsilateral cerebellar areas activity during a motor task in healthy subjects: Three Cases Report

XI CONGRESSO NAZIONALE

Le nuove frontiere della medicina
riabilitativa specialistica

PAVIA, 28 GIUGNO 2019



GIORNALE ITALIANO DI MEDICINA DEL LAVORO ED ERGONOMIA

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

MARCELLO IMBRIANI

Università degli Studi di Pavia
Istituti Clinici Scientifici Maugeri Spa SB

MEDICINA DEL LAVORO

COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe ABBRITTI, Pietro APOSTOLI, Giulio ARCANGELI, Enrico BERGAMASCHI, Massimo BOVENZI, Ennio CADUM, Stefano M. CANDURA, Domenico CAVALLO, Massimo CORRADI, Giovanni COSTA, Alfonso CRISTAUDO, Mario DI GIOACCHINO, Paolo DURANDO, Marco FERRARIO, Fabrizio M. GOBBA, Ivo IAVICOLI, Sergio IAVICOLI, Piero MAESTRELLI, Andrea MAGRINI, Maurizio MANNO, Cristina MONTOMOLI, Antonio MUTTI, Giacomo MUZI, Gabriele PELISSERO, Enrico PIRA, Stefano PORRU, Nicola SANNOLO, Lory SANTARELLI, Pietro SARTORELLI, Leonardo SOLEO, Giovanna SPATARI, Mario TAVANI

COMITATO DI REDAZIONE

Cecilia ARICI, Alberto BATTAGLIA, Rossana BORCHINI, Nicoletta CORNAGGIA, Paolo CROSIGNANI, Marco DELL'OMO, Francesco FRIGERIO, Francesco GARDINALI, Giuseppe LA TORRE, Sara NEGRI, Enrico ODDONE, Benedetta PERSECHINO, Giuseppe TAINO

MEDICINA SPECIALISTICA RIABILITATIVA DELLE CURE CORRELATE

(Riabilitazione Occupazionale, Terapia Occupazionale, Psicologia del Lavoro, Ergonomia, Economia Sanitaria, Cure Correlate in Riabilitazione)

COMITATO SCIENTIFICO

Giacomo BAZZINI, Michelangelo BUONOCORE, Carlo CALTAGIRONE, Luca CHIOVATO, Gianni GIORGI, Ines GIORGI, Paolo MIGLIAVACCA, Antonio NARDONE, Fabrizio PAVONE, Roberto PEDRETTI, Pierluigi POLITI, Alfredo RAGLIO, Livia VISAI

COMITATO DI REDAZIONE

Tommaso C. CAMEROTA, Edda CAPODAGLIO, Gianni D'ADDIO, Marina MANERA, Monica PANIGAZZI, Giandomenico PINNA, Elena PRESTIFILIPPO, Gianfranco SPALLETTA

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

Redazione: Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia - Istituti Clinici Scientifici Maugeri Spa SB
IRCCS Maugeri 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 2019

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.

PREZZO ABBONAMENTO ANNUO

(4 fascicoli)

Italia (2019)	€ 60
Esteri (2019)	US \$ 120
1 fascicolo separato	€ 20
	(US \$ 40)

Vogliate registrare il mio abbonamento per l'anno 2019

Tipografia PI-ME Editrice Srl

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

I N D I C E

Medicina del Lavoro

- | | | |
|---|-----|--|
| R. Calisti | 193 | La “ <i>nuova direttiva cancerogeni</i> ” dell’Unione Europea: gli impegni che ci attendono, le nuove opportunità che ci si presentano (e non dobbiamo sprecare) in Italia |
| G. Taino, L. Bordini, C. Sarto, S. Porro, F. Chirico, E. Oddone, M. Imbriani | 202 | Gammopatia monoclonale di incerto significato (MGUS) e fattori occupazionali di rischio: criteri di attuazione della sorveglianza sanitaria |
| G. La Torre, F. Petronzi, G. Bollini, A. Mannocci, S. Sernia | 208 | Infortuni sul lavoro nelle micro e piccole imprese nel periodo 2013-2015 in provincia di Roma |
| D. Cafagna, M. Barattucci | 211 | Percezione dei rischi e personalità: una ricerca nel settore dei trasporti |
| F. Chirico, G. Taino, N. Magnavita, I. Giorgi, G. Ferrari, M.C. Mongiovì, M. Imbriani | 221 | Proposta di un metodo per la valutazione del rischio di burnout negli insegnanti: il VA.RI.B.O (VALutazione RIscio Burn-Out) |
| A. Mahfoudh, A. Bakhrouf, I. Rassas, H. Ammar, L. Bouzgarrou, A. Omrane, A. Henchi, M. Akrou, T. Khalfallah | 236 | Influence of socioprofessional determinants on teachers’ mental well-being |
| G. Taino, G. Giardini, A. Delogu, R. Foti, E. Oddone, M. Imbriani | 242 | Il lavoro in un cantiere in alta quota: generalità fisiopatologiche e analisi di una casistica occupazionale |
| E. Pira, M.L. De Piano, M. Declementi, A. Godono, D. Longo | 253 | Congress of the United States, Ramazzini Institute and its affiliates, IARC: questions on scientific transparency |

Medicina Specialistica Riabilitativa delle cure correlate

- | | | |
|--|-----|--|
| R. Casale, C. Fundar, Z. Symeionidou, A. Furnari, N. Taiocchi, C. Galandra | 255 | 100 Hz Localized vibration increases ipsilateral cerebellar areas activity during a motor task in healthy subjects: Three Cases Report |
|--|-----|--|

Roberto Calisti

La “nuova direttiva cancerogeni” dell’Unione Europea: gli impegni che ci attendono, le nuove opportunità che ci si presentano (e non dobbiamo sprecare) in Italia

ASUR MARCHE - SPRESAL Epidemiologia Occupazionale - Civitanova Marche

RIASSUNTO. La nuova direttiva della Comunità Europea riguardo alla protezione dei lavoratori contro i rischi da esposizione occupazionale a cancerogeni e mutageni, emessa a dicembre 2017, dovrà essere recepita negli ordinamenti nazionali degli Stati membri entro il 17.01.2020. La nuova direttiva introduce nuovi valori limite di esposizione professionale (VLEP) a carattere vincolante per diversi agenti anche di grande rilievo come le polveri di legno duro, una serie di composti del cromo esavalente e la polvere di silice cristallina respirabile; per alcuni casi l’entrata in vigore dei nuovi limiti è dilazionata nel tempo. La nuova direttiva chiarisce che i valori limite sono stabiliti tenendo conto anche di fattori diversi dalle esigenze di salute. Gli Stati membri sono tenuti ad adottare valori limite nazionali non superiori ai corrispondenti comunitari, ma hanno facoltà di abbassarli. È fondamentale che il controllo dell’effettivo rispetto dei valori limite non derivi solo dall’applicazione di modelli previsionali teorici, ma sia affidato principalmente a misure di esposizione di elevata qualità e a stime che da queste direttamente derivano, sulla base di matrici lavoro-esposizione pubblicamente fruibili. La sorveglianza sanitaria specifica da garantire a tutte le persone esposte ed ex-esposte a cancerogeni in ambiente di lavoro dovrebbe non essere circoscritta ad appropriate azioni di screening oncologico, ma comprendere anche programmi di monitoraggio biologico sia delle esposizioni sia dei correlati effetti pre-neoplastici, ogni volta che ciascuna di tali cose sia possibile e utile. Una corretta mappatura delle esposizioni occupazionali a cancerogeni e mutageni dovrà essere affiancata da un’adeguata e sistematica registrazione dei casi di cancro attribuibili ad esposizioni lavorative.

Parole chiave: direttiva cancerogeni, VLEP, VLEP vincolante, matrici lavoro-esposizione, sorveglianza sanitaria, cancro occupazionale.

ABSTRACT. THE “NEW CARCINOGENS’ DIRECTIVE” FROM THE EUROPEAN UNION: NEW TASKS WAITING FOR US, NEW OPPORTUNITIES IN FRONT OF US (AND THAT WE NEED NOT TO WASTE) IN ITALY. The new EU directive on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens and mutagens at work, issued on December 2017, will be integrated inside the Member States’ national laws not later than 17th January 2020. The new directive brings in force new binding occupational exposure limit values (BOELVs) for several agents, some of great importance such as hard wood dusts, a set of hexavalent chromium compounds and crystalline silica dust; for some cases, the entry into force of the new limits is delayed in time. The new directive clarifies that the limit values are established considering factors distinct from health necessities too. The Member States are bound to adopt national limit values not

Introduzione

Nella Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea del 27.12.2017 è stata pubblicata la Direttiva (UE) 2017/2398 emessa da Parlamento e Commissione Europei che modifica la corrispondente 2004/37/EC riguardo alla “protezione dei lavoratori dai rischi correlati all’esposizione a cancerogeni e mutageni sul lavoro” (1). Questo documento correntemente indicato come “nuova direttiva cancerogeni”, pur abbastanza breve (nove pagine – allegati tabellari compresi), è importante per parecchi motivi: tra l’altro giunge a valle (e a composizione) di un confronto internazionale prolungato e intenso nel quale sono state espresse posizioni molto differenti, tra cui una largamente condivisa del Parlamento Europeo (che spingeva per una normativa molto più stringente e protettiva, dal punto di vista delle garanzie per i lavoratori, di quella infine adottata), e una di taglio meno stringente e protettivo (sempre dallo stesso punto di vista) portata avanti dalla Commissione Europea, vale a dire l’organo esecutivo dell’Unione Europea che di questa deve promuovere l’interesse generale.

La “nuova direttiva cancerogeni” ha emanato non solo un set di quattordici nuovi BOELVs (*binding occupational exposure limit values*) ovvero VLEP (valori limite di esposizione professionale) a carattere vincolante, ma anche diversi indirizzi fondanti che influenzeranno l’evoluzione normativa comunitaria lungo l’arco di diversi anni e sui quali si ritiene quindi opportuno riflettere.

Le definizioni e i riferimenti principali che riguardano i termini di OELV ovvero VLEP, IOELV ovvero VLEP a carattere indicativo e BOELV ovvero VLEP a carattere vincolante nonché i termini di DNEL e DMEL (derivanti dall’ambito normativo dei regolamenti comunitari REACH e CLP) che ricorreranno nel testo sono riassunti in Tabella I.

I valori dei quattordici nuovi BOELV – VLEP vincolanti e alcune note di corredo ad essi, anche in riferimento alla normativa attualmente in vigore in Italia, sono riassunti in Tabella II.

In alcuni punti il testo inglese e il testo italiano della nuova direttiva presenti nella Gazzetta Ufficiale comunitaria non sono esattamente corrispondenti (nella versione italiana vi era anche un errore redazionale riguardo alla polvere di silice libera cristallina, poi formalmente retti-

exceeding the corresponding EU ones, but are empowered to lower them. It is essential that the control of the actual respect of the limit values results not only from the application of theoretic previsional models, but is entrusted mainly to high quality exposure measurements and to estimates directly derived from measurements, on the base of publicly available JEMs. The specific health surveillance to be provided to any person both exposed and previously exposed to carcinogens at work should not be limited to proper oncological screening actions, but should include programs for biological monitoring of both exposures and related pre-neoplastic effects, every time any of these is possible and useful. A fair mapping of the exposures to carcinogens and mutagens at work and a systematical registration of cases of cancers attributable to occupational exposures will be placed side to side.

Key words: carcinogens' directive, OELV, BOELV, JEM, health surveillance, occupational cancer.

cato; si segnala tale circostanza alla relativa voce della Tabella II). Nell'esposizione che segue si citerà la versione italiana, salvo il riportare anche quella inglese quando un confronto diretto si presenti necessario.

Perché occuparci di “nuova direttiva cancerogeni”?

Perché è importante che la comunità scientifica italiana e più in generale tutti coloro che devono occuparsi della salute dei lavoratori nel nostro Paese si confrontino apertamente, concretamente e con adeguata rapidità sulla suddetta nuova direttiva e sulle sue ricadute?

Due elementi centrali.

- Entro il termine del 17.01.2020 gli Stati Membri dovranno provvedere a porre in essere le leggi, i regolamenti e gli atti amministrativi nazionali necessari alla pratica applicazione della nuova direttiva; del testo dei provvedimenti adottati gli Stati Membri dovranno immediatamente informare la Commissione Europea.
- Si è detto che la nuova direttiva introduce un set di quattordici nuovi o rinnovati VLEP a carattere vincolante, alcuni relativi ad agenti molto diffusi; alcuni VLEP sono anche corredati da una “notazione pelle” laddove sia da evidenziare, oltre la nozione dell'assorbimento per via respiratoria a cui il termine VLEP normativamente si riferisce, anche la possibilità di un assorbimento cutaneo significativo.

Si evidenziano alcune novità di particolare rilievo.

Il VLEP vincolante per le polveri di legno duro, ugualmente valido per le miscele contenenti anche legni duri, scende subito da 5 a 3 mg/m³, scenderà a 2 mg/m³ dopo il 17 gennaio 2023.

Il VLEP vincolante per i composti del cromo esavalente classificati come cancerogeni di classe 1 o 2 nella normativa comunitaria va subito a 0.010 mg/m³, salvo che per le lavorazioni di saldatura e taglio al plasma e analoghe per cui va ora a 0.025 mg/m³; scenderà per tutte le circostanze di esposizione a 0.005 mg/m³ dopo il 17 gennaio 2025.

Il VLEP vincolante per la polvere di silice cristallina respirabile, a prescindere da caratteristiche specifiche della polvere medesima, va a 0.1 mg/m³.

VLEP vincolanti sono stati stabiliti poi per le fibre ceramiche refrattarie che vadano classificate come cancerogene di classe 1 o 2 in base alla normativa comunitaria, il benzene (con notazione “pelle”), il cloruro di vinile monomero (CVM), l'ossido di etilene (con notazione “pelle”), l'1,2-epossipropano, l'acrilammide (con notazione “pelle”), il 2-nitropropano, l'o-toluidina (con notazione “pelle”), l'1-3-butadiene, l'idrazina (con notazione “pelle”), il bromoetilene.

Si tratta solo del primo di una serie di batch di valori – limite che l'Unione Europea sta considerando riguardo agli agenti cancerogeni occupazionali, il successivo dei quali, relativo a sette altri agenti già individuati, dovrà essere recepito nella normativa comunitaria entro il 2018.

Come sempre, gli Stati Membri sono tenuti a recepire nel proprio ordinamento nazionale come minimo i VLEP vincolanti comunitari: niente però vieta loro di adottare elementi di garanzia più forti incarnati in uno o più VLEP vincolanti “*maggiormente rigorosi*”, cioè inferiori ai corrispettivi comunitari.

Di fronte a prospettive e opportunità così grandi è fondamentale che anche nel nostro Paese la comunità scientifica e quella degli operatori della prevenzione “sul campo” si rendano subito presenti e propositive:

- da un lato nel supportare il percorso di recepimento nazionale della nuova direttiva, affinché i valori – limite nazionali garantiscano il massimo livello possibile di tutela della salute dei lavoratori contro il rischio di cancro da lavoro;
- dall'altro lato nello stimolare tutti i soggetti della prevenzione (istituzionali, datoriali, sindacali, professionali) attivi nel nostro Paese affinché ciò che verrà stabilito dalle norme nazionali di recepimento venga concretamente applicato e non rimanga solo sulla carta.

Considerazioni sui “considerando quanto segue”

a) VLEP, DNEL, DMEL

La nuova direttiva, già con il primo “considerando quanto segue” a pagina 1, precisa che i VLEP vincolanti non sono valori – limite unicamente *health-based*: non sono pertanto valori di non – effetto (nemmeno di natura estrapolata ovvero “derivata” come i DNEL – *derived no-effect level*) (2, 3) ma soluzioni di compromesso pragmatico definite dal concorso di un assieme di elementi di giudizio, vale a dire: “*le informazioni disponibili, compresi i dati scientifici e tecnici, la fattibilità economica, una valutazione approfondita dell'impatto socio-economico e la disponibilità di protocolli e tecniche di misurazione dell'esposizione sul luogo di lavoro*”.

Per certi versi, i VLEP della nuova direttiva potrebbero essere assimilati a dei DMEL – *derived minimal effect level*, vale a dire a dei livelli di esposizione ai quali venga associato, sulla base di un'estrapolazione dalle dosi effettivamente studiate a quelle “molto basse”, un pattern di effetti avversi giudicato “minimale” (2).

Nel testo della norma non si trovano, peraltro, riferimenti diretti o anche solo rimandi a procedure di *risk assessment* che supportino la “minimalità” degli effetti av-

Tabella I. Alcune definizioni

concetto e relativo acronimo	definizione	note
occupational exposure limit value (OELV) – valore limite di esposizione occupazionale (VLEP)	limite della concentrazione media, ponderata in funzione del tempo, di un agente chimico presente in aria all'interno della zona respiratoria di un lavoratore in relazione ad un periodo di riferimento specificato	fonti normative: direttiva 98/24/EC, Dlgs 81/08 gli OELV inclusi in una normativa nazionale hanno carattere vincolante all'interno dello Stato membro che li ha emanati
indicative occupational exposure limit value (IOELV) – valore limite di esposizione occupazionale a carattere indicativo (VLEP indicativo)	limite a carattere non vincolante per gli Stati membri, ma che questi devono prendere in considerazione nello stabilire propri valori limite nazionali	per gli agenti chimici non cancerogeni e non mutageni, l'OELV emesso dall'Unione Europea ha carattere indicativo (è quindi uno IOELV) nei confronti di tutti gli Stati membri nella maggior parte dei casi, gli Stati membri adottano OELV nazionali coincidenti con quelli comunitari peraltro a ciascuno Stato membro è consentito di adottare OELV nazionali più alti o più bassi (quindi sia meno, sia più rigorosi) dei corrispondenti IOELV comunitari; qualora uno Stato membro adotti OELV nazionali più alti di quelli comunitari deve darne notizia motivata all'Unione Europea
binding occupational exposure limit value (BOELV) – valore limite di esposizione occupazionale a carattere vincolante (VLEP vincolante)	limite a carattere vincolante per gli Stati membri	per gli agenti chimici cancerogeni e mutageni, l'OELV emesso dall'Unione Europea ha carattere vincolante (è quindi un BOELV) per tutti gli Stati membri peraltro gli Stati membri hanno facoltà di stabilire OELV vincolanti più bassi e quindi più rigorosi di quelli comunitari (fonte normativa: direttiva 2017/2398 EC)
derived no effect level (DNEL)	valore di esposizione ad un agente chimico, derivato per calcolo da dati relativi all'uomo, in corrispondenza del quale si stima che l'esposizione medesima non determini effetti avversi	referimenti normativi: REACH, CLP tale descrittore della dose tiene conto dell'esposizione anche non di origine professionale, attraverso le informazioni riguardanti il ciclo di vita delle sostanze e le vie di esposizione prevedibili
derived minimal effect level (DMEL)	valore di esposizione ad un agente chimico, derivato per calcolo da dati relativi all'uomo, in corrispondenza del quale si stima che l'esposizione medesima determini effetti avversi minimi	referimenti normativi: REACH, CLP anche tale descrittore della dose tiene conto dell'esposizione anche non di origine professionale, attraverso le informazioni riguardanti il ciclo di vita delle sostanze e le vie di esposizione prevedibili il concetto del tutto qualitativo di "minimalità" degli effetti avversi e la sua trasposizione in termini quantitativi sono chiaramente influenzati dal punto di vista di ciascuno stakeholder

versi associabili ad esposizioni corrispondenti ai VLEP; vi è invece la menzione esplicita della possibilità di individuare, per una parte degli agenti cancerogeni, dei livelli di esposizione in corrispondenza dei quali non ci si aspetta che l'esposizione medesima conduca ad effetti avversi. Su tale questione si tornerà più avanti.

In ogni caso, l'idea che un valore limite sia tenuto "un po' alto" per esigenze tecnologiche e/o finanziarie dei sistemi produttivi nazionali e/o del mondo delle imprese potrà mostrarsi cinica, ma è esplicita e inequivocabile: diversamente non si capirebbe perché, ad esempio, nella "nuova direttiva cancerogeni" sia prevista una diminu-

zione nel tempo del valore dei VLEP vincolanti per polveri di legno duro e cromo esavalente e sia stato altresì stabilito che fino al 17 gennaio 2025 il VLEP vincolante per il cromo esavalente rimanga differenziato a seconda della situazione a cui si applichi (con quello valido "per i procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi" posto a un livello due volte e mezza più alto di quello in vigore in tutti gli altri contesti).

Certamente nessun agente modifica il proprio "potenziale cancerogeno" col trascorrere degli anni e/o passando da uno scenario di esposizione a un altro, è solo che la nor-

**Tabella II. I quattordici nuovi BOELV – VLEP vincolanti introdotti dalla “nuova direttiva cancerogeni”
- Direttiva (UE) 2017/2398 che modificano l'allegato III della Direttiva 2004/37/EC**

agente	nuovo BOELV	note
polveri di legno duro	3 mg/ m ³ dall'entrata in vigore della “nuova direttiva cancerogeni” fino al 17.01.2023, da allora in avanti 2 mg/m ³ in entrambi i casi il valore è riferito alla frazione inalabile del totale delle polveri	“if hardwood dusts are mixed with other wood dusts, the limit value shall apply to all wood dusts present in the mixture” “se le polveri di legno duro sono mischiate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione” (allegato alla Direttiva (UE) 2017/2398) in Italia è attualmente in vigore un VLEP di 5 mg/ m³, corredato dalla seguente notazione: “se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione” (allegato XLIII al Dlgs 81/08)
composti del cromo VI definiti cancerogeni ai sensi dell'articolo 2, lettera a), punto i) della Direttiva 2004/37/EC (espressi come cromo)	valore limite “generale”: 0.010 mg/ m³ ovvero 10 µg/m³ dall'entrata in vigore della “nuova direttiva cancerogeni” fino al 17.01.2025, da allora in avanti 0.005 mg/ m³ ovvero 5 µg/m³ valore limite specifico per i procedimenti i saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi: 0.025 mg/ m³ ovvero 25 µg/m³ dall'entrata in vigore della “nuova direttiva cancerogeni” fino al 17.01.2025, da allora in avanti 0.005 mg/ m³ ovvero 5 µg/m³ come per tutte le altre circostanze di esposizione	“una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti nell'allegato VI della direttiva 67/548/CEE” (articolo 2, lettera a), punto i) della Direttiva 2004/37/EC) la normativa comunitaria stabilisce tre categorie di classificazione degli agenti cancerogeni, come segue: • 1 – sostanze note per essere cancerogene per l'uomo (esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e lo sviluppo dei tumori); • 2 – sostanze che dovrebbero essere considerate come cancerogene per l'uomo (esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di: adeguati studi a lungo termine effettuati su animali); • 3 – sostanze che destano preoccupazione per l'uomo a motivo di possibili effetti cancerogeni ma riguardo ai quali le informazioni disponibili-non sono adeguate per compiere una valutazione soddisfacente
fibre ceramiche refrattarie ai sensi dell'articolo 2, lettera a), punto i) della Direttiva 2004/37/EC	0.3 ff/l	vedi sopra
polvere di silice libera cristallina respirabile	0.1 mg/m ³ il valore è riferito alla frazione respirabile del totale delle polveri	nella prima versione italiana della direttiva vi era un errore di compilazione, in quanto il valore limite per la “polvere di silice libera cristallina respirabile” era incongruamente riferito alla “frazione inalabile” (tale incongruità era assente nel testo in Inglese); l'errore è stato poi emendato con una rettifica pubblicata alla pagina L 41/15 della Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 14.02.2018
benzene	3.25 mg/m ³	questo agente è corredato dalla “notazione pelle”, in quanto la via di assorbimento percutanea contribuisce in modo significativo all'esposizione complessiva (direttiva (UE) 2017/2398) in Italia è già attualmente in vigore un VLEP di 3.25 mg/ m³ (allegato XLIII al Dlgs 81/08)

(segue)

Tabella II. (segue)

agente	nuovo BOELV	note
cloruro di vinile monomero (CVM)	2.6 mg/m ³	in Italia è attualmente in vigore un VLEP di 7.77 mg/ m ³ (allegato XLIII al Dlgs 81/08)
ossido di etilene	1,8 mg/m ³	questo agente è corredato dalla “notazione pelle”, in quanto la via di assorbimento percutanea contribuisce in modo significativo all’esposizione complessiva (direttiva (UE) 2017/2398)
1,2-epossipropano	2.4 mg/m ³	
acrilammide	0.1 mg/m ³	questo agente è corredato dalla “notazione pelle”, in quanto la via di assorbimento percutanea contribuisce in modo significativo all’esposizione complessiva (direttiva (UE) 2017/2398)
2-nitropropano	18 mg/m ³	
o-toluidina	0.5 mg/m ³	questo agente è corredato dalla “notazione pelle”, in quanto la via di assorbimento percutanea contribuisce in modo significativo all’esposizione complessiva (direttiva (UE) 2017/2398)
1,3-butadiene	2.2 mg/m ³	
idrazina	0.013 mg/ m ³ ovvero 13 µg/m ³	questo agente è corredato dalla “notazione pelle”, in quanto la via di assorbimento percutanea contribuisce in modo significativo all’esposizione complessiva (direttiva (UE) 2017/2398)
bromoetilene	4.4 mg/m ³	

mativa dà al mondo produttivo l’opportunità di una sorta di piano di rientro poliennale giudicato compatibile con i piani industriali e non troppo impattante in termini di cancri provocati.

Il fatto che i singoli Stati Membri vengono lasciati liberi di stabilire VLEP vincolanti nazionali “più rigorosi” di quelli comunitari non configura una mera possibilità teorica: non dimentichiamo che l’Italia ha già fatto qualcosa del genere in passato (ad esempio per il cicloesano e il cromo metallico) come risultato di un confronto diretto, aperto, costruttivo tra pubbliche istituzioni, parti sociali e rispettivi esperti. Un rinnovato impegno del nostro Paese in questo stesso senso darebbe maggiore forza anche ai processi di armonizzazione tra Dlgs 81/08 e regolamenti REACH e CLP in ambito nazionale.

b) Quali “oggetti” portatori d’informazione dovranno essere confrontati con i VLEP?

È ovvio che si può parlare di rispetto, o meno, dei valori – limite solo se un qualunque valore-limite viene posto al denominatore di un rapporto con al numeratore un valore di esposizione concretamente misurata o quanto meno affidabilmente stimata.

In Italia oggi si producono (o quanto meno sono pubblicamente accessibili) assai meno nuove indagini di igiene industriale e di monitoraggio biologico di quanto non fosse una ventina o una trentina di anni fa. Kromhout (4) ha condivisibilmente evidenziato i rischi di un’igiene industriale “senza numeri”, cioè priva del supporto dei ri-

sultati di indagini “sul campo” e quindi basata sulla sola applicazione di modelli previsionali teorici. Di numeri affidabili relativi alla misura delle esposizioni, corredati da informazioni adeguate sugli scenari in cui le esposizioni studiate si realizzano e su ciò che influenza la loro reale variabilità e gli errori nella loro misura (5, 6, 7), dovremmo e dovremo poterne avere davvero di più, da fonti sia della parte privata, sia di quella pubblica. Solo in questo modo potremo capire se i valori – limite siano davvero rispettati, o meno, e comunque, anche dove non si abbiano superamenti dei valori – limite, se persistano esposizioni comunque significative, se queste restino stabili nel tempo ovvero stiano evolvendo in meglio o in peggio, se quindi siano necessari interventi di prevenzione e protezione integrativi di quelli già in essere.

Non possiamo peraltro ipotizzare che, anche nei contesti più ricchi e di miglior livello tecnologico, indagini di igiene industriale di alta qualità (costose, tecnicamente complesse da disegnare, da realizzare e da interpretare) possano realizzarsi in numero così grande da garantire una copertura esaustiva di tutte le situazioni rilevanti.

Sarebbe quindi importante che lo sviluppo di una rete quanto più possibile sistemica, pur inevitabilmente non esaustiva, di misurazione delle esposizioni a cancerogeni in ambiente di lavoro si integrasse con un approccio altrettanto sistemico all’*exposure assessment* per matrici lavoro-esposizione, sottoposto a un adeguato controllo delle fonti di errore, condotto da pool strutturati di esperti, sostenuto e garantito anche dagli Stati (8, 9, 10, 11, 12).

La costruzione di matrici lavoro-esposizione nazionali pubblicamente accessibili, contestualizzate alle specifiche di processo produttivo, al periodo storico, al territorio, consentirebbe una trasposizione ragionata delle informazioni derivate da misure dal particolare scenario in cui sono state raccolte agli scenari analoghi, moltiplicandone l'utilità informativa. Un impegno italiano in tal senso troverebbe una collocazione "naturale" nell'ambito del Sistema Informativo Nazionale per la Prevenzione (SINP) disegnato dal Dlgs 81/08.

c) Livelli di esposizione a cancerogeni che non ci si aspetta che conducano ad affetti avversi: non lo stesso che parlare di "threshold" ovvero "soglia"

A pagina L 345/87, nel terzo dei vari *"considerando quanto segue"* in Italiano (il corrispondente passaggio in Inglese semanticamente coincide) la nuova direttiva dichiara che *"per la maggior parte degli agenti cancerogeni e mutageni non è scientificamente possibile individuare livelli al di sotto dei quali l'esposizione non produrrebbe effetti nocivi"*.

Subito dopo, sempre a pagina L 345/87, sempre nell'ambito del terzo dei *"considerando quanto segue"* in Italiano, al suddetto principio di base fa contrappunto un *"Per gli altri agenti cancerogeni e mutageni è scientificamente possibile individuare livelli al di sotto dei quali l'esposizione non dovrebbe produrre effetti nocivi"*: in altri termini, dovrebbe potersi individuare un DNEL.

In questo passaggio il testo inglese non coincide esattamente con quello italiano: *"For other carcinogens and mutagens, it is scientifically possible to identify levels below which exposure is not expected to lead to adverse effects"*.

Il testo inglese esprime la possibilità che l'identificare scientificamente livelli *"al di sotto dei quali non ci si aspetta che l'esposizione conduca ad effetti avversi"* valga *"per altri"* cancerogeni e mutageni (intuitivamente da definire caso per caso), non omnicomprensivamente *"per gli altri"*: l'onere della prova viene posto a carico dell'ipotesi dell'esistenza di livelli di esposizione esenti dal rischio di effetti avversi, non viceversa.

L'affermazione *"non ci si aspetta che produca effetti avversi"* relativizza poi molto, legandosi allo stato attuale di conoscenze che possono accrescersi o comunque modificarsi nel tempo: non lo stesso che dire, pur con il condizionale, *"non dovrebbe produrre effetti avversi"*.

Sfumature, senz'altro, ma sotto l'argomentazione speculativa di una mancanza di pericolosità di esposizioni genericamente definite come *"molto basse"* la formulazione italiana di questo punto della norma comunitaria potrebbe lasciare spazio ad equivoci non facili da districare, con un rallentamento di processi di sostituzione già tecnicamente fattibili per uno o più agenti cancerogeni; questo aspetto in potenza problematico potrebbe essere utilmente chiarito negli atti di recepimento nazionale della norma comunitaria.

In ogni caso, la formulazione del testo della nuova direttiva non adotta una o un'altra modellistica di riferimento per l'interpretazione della cancerogenesi, non contiene le parole *"threshold"* nella versione inglese e *"so-*

glia" in quella italiana (anche solo riferite ad agenti con azione cancerogena esclusivamente epigenetica), né parla di *"effetti avversi accettabili"*: espressione, quest'ultima, che trattando di tumori potrebbe essere letta sia in senso frequentistico (cioè in termini di numero di casi di cancro aggiuntivi a quelli comunque attesi a prescindere dall'esposizione in studio), sia riferendosi a una possibile accelerazione dei processi di cancerogenesi a livello sia di popolazione, sia individuale.

La tensione verso modelli di relazione-dose risposta che meglio diano riscontro della biologia e dell'epidemiologia del cancro (lineari vs non lineari, *"senza soglia"* vs *"con soglia"*) è da anni molto rappresentata nella letteratura scientifica.

Nel dibattito su questa materia si sono intersecate e si intersecano considerazioni di ordine teorico – concettuale (13, 14, 15, 16, 17) e spinte e controspinte verso un maggiore o un minor rigore di vincoli regolatori sia complessivi (18), sia specifici per cancerogeni chimici importanti e diffusi come le polveri di legno (19, 20, 21), il cromo esavalente (22, 23, 24, 25), la polvere di silice cristallina (26, 27, 28, 29) come anche, passando a un ambito diverso, per le radiazioni ionizzanti (30, 31, 32, 33). Attacchi particolarmente violenti ai modelli di cancerogenesi lineari e senza soglia si trovano, in diversa forma, in lavori pubblicati da alcune società di consulenza tecnica all'industria e da alcuni istituti universitari; il dato è rilevabile dalla voce *"Author information"* in PubMed (13, 18, 30, 31, 33).

Sembra di poter leggere che, a fronte di un panorama così complesso e difficile, nel formulare la nuova direttiva il legislatore comunitario abbia optato per una scelta fortemente pragmatica, non solo non prendendo una posizione conclusiva nella contrapposizione tra modelli di cancerogenesi lineari e non lineari, senza e con soglia, ma anche evitando di quantificare effetti avversi assunti come *"accettabili"* ovvero *"accettati"* (ad esempio, dell'ordine di *"un caso aggiuntivo di cancro per ogni milione di esposti per un'esposizione life span"* spesso considerato nel dibattito sulle normative ambientali come un livello *"essentially zero"*).

Come tradurre ora la norma comunitaria in una legislazione nazionale e, soprattutto, nella pratica prevenzionistica corrente?

È noto che, in popolazioni che sono state esposte a un cancerogeno noto, solo una minoranza dei soggetti si ammala di un cancro causalmente correlabile all'esposizione, salvi rari casi che nel tempo hanno assunto valore anedddotico: ad esempio, quello di un gruppo di 15 lavoratori addetti alla distillazione della naftilamina che si ammalarono tutti di cancro della vescica, *"suggerendo che per elevati livelli di esposizione a cancerogeni potenti la suscettibilità individuale è irrilevante"* (34).

Per le persone che non si ammalano di cancro è ragionevole assumere che, avverso l'azione lesiva del cancerogeno, abbia prevalso un assieme di meccanismi di inattivazione metabolica ed escrezione (qualora si tratti di cancerogeni chimici) e/o di riparazione dei danni indotti a carico del DNA e/o di altre strutture funzionalmente rilevanti (pur eventualmente associati a danni provocati da altri cancerogeni sinergici): certamente un livello *"molto*

basso” dell’esposizione è determinante nel far sì che tale situazione favorevole possa realizzarsi.

Riguardo alle persone che si ammalano di cancro è ragionevole assumere che, rispetto alla tendenza centrale della popolazione, tra esse siano state sovra-rappresentate condizioni di esposizione particolarmente elevata (eventualmente associate a co-esposizioni ad altri cancerogeni sinergici) e/o condizioni di ridotta capacità individuale di fronteggiare l’azione lesiva subita.

Un’azione di sanità pubblica che, attraverso l’adozione di BOELV / VLEP vincolanti di livello particolarmente basso e la garanzia dell’effettivo rispetto di essi, minimizzi l’esposizione a particolari cancerogeni noti e non eliminabili potrebbe quindi portare gli effetti avversi a livelli qualificabili come “*estremamente bassi*” o anche “*essentially zero*”, anche per sottogruppi di soggetti ipersuscettibili (a condizione dell’assenza di co-esposizione a cancerogeni sinergici).

Sotto tale luce, più che l’affannosa ricerca di una ipotetica soglia di esposizione omnicomprensivamente valida e solo superata la quale scatterebbe un rischio di cancro diverso da zero, è utile parlare di azioni di sanità pubblica mirate, anche attraverso lo strumento dei BOELV – VLEP vincolanti, a un abbassamento progressivo dei livelli di esposizione a set di cancerogeni individuati come prioritari, allocando le risorse prioritariamente laddove il rischio sia “*essentially*” diverso da zero.

d) Sorveglianza sanitaria *ad hoc* per i lavoratori esposti ed ex-esposti a cancerogeni occupazionali

Desta perplessità, a pagina L 345/88, anche la formulazione italiana del settimo dei “*considerando quanto segue*” della nuova direttiva: “*Vista la mancanza di dati coerenti sull’esposizione alle sostanze, è necessario proteggere i lavoratori esposti o a rischio di esposizione rendendo obbligatoria un’adeguata sorveglianza sanitaria*”, sorveglianza che poi “*dovrebbe (...) poter proseguire anche al termine dell’esposizione su indicazione del medico o dell’autorità responsabile della sorveglianza sanitaria*”.

La corrispondente formulazione inglese è più chiara ed anche in parte semanticamente diversa: “*Due to the lack of consistent data on substance exposure, it is necessary to protect exposed workers or workers who are at risk of exposure by enforcing relevant health surveillance*”, “*to continue after the end of the exposure following an indication of the doctor or authority responsible for health surveillance*”.

“*Da continuare*”, quindi, non solo che “*dovrebbe poter proseguire*”; il che intuitivamente rimanda al fatto che se anche l’esposizione è cessata, i suoi effetti avversi in termini di generazione di patologie neoplastiche potrebbero manifestarsi con un latenza anche di molti anni.

Potrebbe sembrare comunque, secondo entrambe le formulazioni, che si debba ricorrere a una sorveglianza sanitaria *ad hoc* (sia durante il periodo dell’esposizione, sia dopo il termine di esso) come portato di un deficit di informazioni “*coerenti*” riguardo all’esposizione, come se l’una cosa andasse a compensare gli effetti negativi dell’altra.

Va considerato invece che una sorveglianza sanitaria *ad hoc* in popolazioni di soggetti gravati da un rischio di cancro specifico e significativo si configura, di fatto, come una forma di screening e come tale va attuata solo ove risponda a una serie di requisiti di appropriatezza e presumibile efficacia: la diagnosi precoce migliora la prognosi? se sì, è disponibile un test di screening soddisfacente? quali benefici di salute ragionevolmente produrrà il programma?

Posto che vi siano evidenze o anche solo ragionevoli indicazioni di un miglioramento prognostico prodotto dalla precocità della diagnosi e che si disponga di test di screening soddisfacenti, è noto che eventuali benefici di salute prodotti dal programma non saranno uniformemente distribuiti in tutta la popolazione a rischio, ma solo in particolari fasce di essa: soprattutto, anche se non esclusivamente, quelle con profili di esposizione più severi (in termini sia di durata, sia di intensità, anche in rapporto ai valori limite di volta in volta del caso) e quindi a rischio più elevato.

La letteratura scientifica non offre molta documentazione dell’efficacia di esperienze di screening condotti in lavoratori esposti o che siano stati esposti a cancerogeni occupazionali, tranne che riguardo a tentativi di identificazione precoce del cancro polmonare nei soggetti con importante esposizione ad amianto che siano o siano stati anche forti fumatori (35, 36, 37).

Nel caso del carcinoma uroteliale della vescica, le esperienze condotte anche in sottogruppi di soggetti a rischio elevato (per esposizione ad amine aromatiche e/o ad idrocarburi policiclici aromatici) non hanno mostrato attuali evidenze di utilità, rimandando quindi alla necessità di ulteriori studi anche riguardo all’impiego di biomarker (38, 39, 40).

Per questo, in riferimento alle azioni di sorveglianza sanitaria *ad hoc* che dovranno derivare dalla “nuova direttiva cancerogeni”, qualsiasi programma di nuovi screening per neoplasie correlate ad esposizioni occupazionali dovrà essere la conseguenza di studi valutativi che in via preliminare ne abbiano definito l’efficacia e l’eticità.

Andrà comunque chiarito che nei programmi di sorveglianza sanitaria *ad hoc* per esposti ed ex-esposti a cancerogeni occupazionali andranno integrati, oltre alle azioni di screening oncologico quando servano (cioè quando siano in grado di condurre a diagnosi precoci prognosticamente efficaci), anche la rilevazione di effetti pre-neoplastici dell’esposizione ogni volta che sia possibile farlo e il monitoraggio della presenza degli agenti cancerogeni e/o dei loro metaboliti in matrici biologiche ogni volta che si disponga di metodiche adeguate per lo scopo.

Ad esposti ed ex-esposti andrà fornita anche un’assistenza idonea ad affrontare il peso personale e sociale di una specifica incertezza riguardo al proprio futuro.

Anche di questi aspetti sarà importante tener conto negli atti di recepimento nazionale della nuova direttiva.

Dalle esposizioni ai danni, dai cancerogeni e mutageni ai tumori

Avendo parlato di esposizioni occupazionali a cancerogeni e mutageni, va rivolta attenzione anche alla sorve-

gianza epidemiologica dei danni che esse provocano, menzionati dalla nuova direttiva in un unico ma fondamentale passaggio (un emendamento del paragrafo 8 dell'art. 14 della norma precedentemente in vigore).

“Tutti i casi di cancro identificati in accordo con la legge nazionale o la pratica come risultanti da esposizione occupazionale a un cancerogeno o mutageno devono essere notificati all'autorità competente”.

“All cases of cancer identified in accordance with national law or practice as resulting from occupational exposure to a carcinogen or mutagen shall be notified to the competent authority.”

In Italia, per i mesoteliomi e gran parte dei tumori naso-sinusal, abbiamo un approccio sistemico consolidato (due Registri Nazionali che si interfacciano con una rete di Centri Operativi Regionali dedicate), tarato sulla premessa che si tratta di neoplasie relativamente rare ad alta frazione eziologica occupazionale. Ma come comportarsi di fronte a neoplasie più frequenti e a “bassa” frazione eziologica occupazionale, ad esempio i carcinomi polmonari, i carcinomi dell'urotelio, le leucemie e i linfomi? La “pratica” spesso non basta a capire quanti e soprattutto quali, tra tutti i carcinomi del polmone e delle vie urinarie, tutte le leucemie, tutti i linfomi siano di origine professionale.

L'art. 244 del Dlgs 81/08 dispone che anche per la rilevazione e lo studio delle neoplasie a più bassa frazione eziologica occupazionale sia istituito un Registro apposito; peraltro, la natura di tale strumento non può che essere profondamente diversa da quella dei Registri che studiano mesoteliomi e tumori naso-sinusal.

L'approccio alle neoplasie frequenti e a “bassa” frazione eziologica occupazionale non potrà che essere all'inverso di quello adottato per mesoteliomi e tumori naso-sinusal, per i quali si parte dallo studio approfondito del caso individuale per giungere all'analisi epidemiologica dell'assieme della casistica: per la “bassa” frazione eziologica occupazionale si dovrà partire dall'analisi statistico – epidemiologica dei dati di popolazione, procedere con la raccolta anamnestica individuale riguardo ai casi dei cluster per i quali vi siano indicazioni dell'appropriatezza di un approfondimento e andare infine a seguire con una seconda fase di analisi mirata alla definizione dei nessi di causalità, basata su un assieme di considerazioni statistico – epidemiologiche, biologiche e di igiene industriale.

L'interpretazione delle associazioni in tal modo emergenti e della effettività, o meno, della loro natura causale dovrà poter fare affidamento su matrici lavoro-esposizione ampie e molto documentate, ad esempio sui modelli di esperienze quali quelle sviluppate in diversi Paesi europei sulla base dei progetti FINJEM (41, 42, 43), INTE-ROCC (44), SYN-JEM (45) e Matgéné (46).

Per un impegno del genere ci aspetta un impegno davvero molto grande: ma perché non provare?

Trenta anni fa, nel 1988, il professor Gaffuri (47) invitò con calore (e una vena di ironia) a rintracciare quelli che chiamò i tumori professionali “perduti”; ragionevolmente, per dovere normativo ed etico, è giunto il momento di farlo.

Bibliografia

- 1) Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 28.12.2017, L 345/87 – L 345/95.
- 2) Calisti R Il significato dei valori limite d'esposizione professionale per gli agenti chimici pericolosi in raffronto ai DNEL e DMEL. in Atti del Convegno Nazionale RisCh'2014, Modena 18 Settembre 2014: 211-238.
- 3) Tynkkynen S, Santonen T, Stockmann-Juvala H. A comparison of REACH-derived no-effect levels for workers with EU indicative occupational exposure limit values and national limit values in Finland. *Ann Occup Hyg* 2015; 59(4): 401-15.
- 4) Kromhout H Hygiene without numbers. *Ann Occup Hyg* 2016; 60(4): 403-4.
- 5) Loomis D, Kromhout H. Exposure variability: concepts and applications in occupational epidemiology. *Am J Ind Med* 2004; 45: 113-22.
- 6) Nieuwenhuijsen MJ. Introduction to exposure assessment. In Nieuwenhuijsen MJ (ed) “Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology”. Oxford, Oxford University Press, 2003: 3-19.
- 7) Armstrong B. Exposure measurement error: consequences. In Nieuwenhuijsen MJ (ed) “Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology”. Oxford, Oxford University Press, 2003: 181-200.
- 8) Teschke K. Exposure surrogates: job exposure matrices, self-reports, and expert evaluations. In Nieuwenhuijsen MJ “Exposure assessment in occupational and environmental epidemiology”. Oxford, Oxford University Press, 2003: 119 -132.
- 9) Lavoué J, Pintos J, Van Tongeren M, et al. Comparison of the exposure estimates in the Finnish job-exposure matrix FINJEM with a JEM derived from expert assessments performed in Montreal. *Occup Environ Med* 2012; 69(7): 475-71
- 10) Benke G, Sim M, Fritsch L, et al. Comparison of occupational exposure using three different methods: hygiene panel, job exposure matrix (JEM), and self reports. *Appl Occup Environ Hyg*, 2001; 16(1): 84-91.
- 11) Kauppinen T, Uusitalo S, Saalo A, Mäkinen I. Trends of occupational exposure to chemical agents in Finland in 1950 – 2020. *Ann Occ Hyg* 2013; 57(5): 593-609.
- 12) Peters S, Vermeulen S, Portengen L, et al. SYN-JEM: a quantitative job-exposure matrix for five lung carcinogens. *Ann Occup Hyg* 2016; 60(7): 795-811.
- 13) Hengstler JG, Bogdanffy MS, Bolt HM, Oesch F. Challenging dogma: thresholds for genotoxic carcinogens? The case of vinyl acetate. *Annu Rev Pharmacol Toxicol* 2003; 43: 485-520.
- 14) Thomas AD, Fahrner J, Johnson GE, Kaina B. Theoretical considerations for thresholds in chemical carcinogenesis. *Mutat Res Rev Mutat Res* 2015; 765: 56-67.
- 15) Clewley RA, Andersen ME. Approaches for characterizing threshold dose-response relationships for DNA-damage pathways involved in carcinogenicity in vivo and micronuclei formation in vitro. *Mutagenesis* 2016; 31(3): 333-40.
- 16) Trosko JE, Carruba G. “Bad luck mutations”: DNA mutations are not the whole answer to understanding cancer risk. *Dose Response* 2017; 15(2): 1559325817716585.
- 17) Loser T. Process analysis of carcinogenesis: concept derivation of the tissue function “preservation of a homogeneous gene expression”. *Theory Biosci* 2018; 137(1): 85-97.
- 18) Bevan RJ, Harrison PTC. Threshold and non-threshold chemical carcinogens: a survey of the present regulatory landscape. *Regul Toxicol Pharmacol* 2017; 88: 291-302.
- 19) Pisaniello DL, Connell KE, Muriale L. Wood dust exposure during furniture manufacture – results from an Australian survey and considerations for threshold limit value development. *Am J Ind Hyg Assoc J* 1991; 52(11): 485-92.
- 20) Innocenti A. Un “tecnicamente ottenibile” livello di riferimento per esposizione a polvere di legno dopo il Dlgs 66/2000. *Med Lav* 2000; 91(6): 565-74.
- 21) Vallières E, Pintos J, Parent ME, Siemiatycki J. Occupational exposures to wood dust and risk of lung cancer in two population-

- based case-control studies in Montreal, Canada. *Environ Health* 2015; 14: 1.
- 22) Crump C, Crump K, Hack E, et al. Dose-response and risk assessment of airborne hexavalent chromium and lung cancer mortality. *Risk Anal* 2003; 23(6): 1147-63.
 - 23) Park RM, Bena JF, Stayner LT, et al. Hexavalent chromium and lung cancer in the chromate industry: a quantitative risk assessment. *Risk Anal* 2004; 24(5): 1099-108.
 - 24) Park RM, Stayner LT. A search for thresholds and other nonlinearities in the relationship between hexavalent chromium and lung cancer. *Risk Anal* 2006; 26(1): 798-88.
 - 25) Haney JT Jr, Erraguntla N, Sielken RL Jr, Valdez-Flores C. Development of a cancer-based chronic inhalation reference value for hexavalent chromium based on a nonlinear-threshold carcinogenic assessment. *Regul Toxicol Pharmacol* 2012; 64(3): 466-80.
 - 26) Kuempel ED, Tran CL, Bailer AJ, et al. Biological and statistical approaches to predicting human lung cancer from silica. *J Environ Pathol Toxicol Oncol* 2001; 20 Suppl 1: 15-32.
 - 27) Steenland K, Mannetje A, Boffetta P, et al. Pooled exposure – response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. *Cancer Causes Control* 2001; 12(9): 773-84.
 - 28) Borm PJ, Tran L, Donaldson K. The carcinogenic action of crystalline silica: a review of the evidence supporting secondary inflammation-driven genotoxicity as a principal mechanism. *Crit Rev Toxicol* 2011; 41(9): 756-70.
 - 29) Borm PJ, Fowler P, Kirkland D. An updated review of the genotoxicity of respirable crystalline silica. Part Fibre Toxicol 2018; 15(1): 15(1): 23.
 - 30) Sutou S [Tremendous human, social and economic losses caused by obstinate application of the failed linear no-threshold model] [Article in Japanese]. *Yakugaku Zasshi* 2016; 135(11): 1197-211.
 - 31) Boice JD Jr. The linear nonthreshold (LNT) model as used in radiation protection: an NCRP update. *Int J Radiat Biol* 2017; 93(10): 1079-92.
 - 32) Piotrowski I, Kulcenty K, Suchorska VVM, et al. Carcinogenesis induced by low-dose radiation. *Radiol Oncol* 2017; 51(4): 369-77.
 - 33) Siegel JA, Pennington CW, Sacks B, Welsh JS. The birth of illegitimate linear no-threshold model: an invalid paradigm for estimating risk following low-dose radiation exposure. *Am J Clin Oncol* 2018; 41(2): 173-7.
 - 34) Vineis P. Epidemiology of cancer from exposure to arylamines. *Environ Health Perspect* 1994; 102 Suppl. 6: 7-10.
 - 35) Ollier M, Chamoux A, Naughton G, et al. Chest TC scan screening for lung cancer in asbestos occupational exposure: a systematic review and meta-analysis. *Chest* 2014; 145(6): 1339-46.
 - 36) Fitzgerald NR, Flanagan WM, Evans WK, et al. Eligibility for low-dose computerized tomography screening among asbestos-exposed individuals. *Scand J Work Environ Health* 2015; 41(4): 407-12.
 - 37) Hofmann-Preiß K, Rehbock B [Early recognition of lung cancer in workers occupationally exposed to asbestos] [Article in German]. *Radiologie* 2016; 56(9): 810-6.
 - 38) Larré S, Catto JW, Cookson MS, et al. Screening for bladder cancer: rationale, limitations, whom to target, and perspectives. *Eur Urol* 2013; 63(6): 1049-58.
 - 39) Schmitz-Dräger BJ, Droller M, Lokeshwar VB, et al. Molecular markers for bladder cancer screening, early diagnosis, and surveillance: the WHO/ICUD consensus. *Urol Int* 2015; 94(1): 1-24.
 - 40) Taiwo OA, Slade MD, Cantley LF, et al. Bladder cancer screening in aluminium smelter workers. *J Occup Environ Med* 2015; 57(4): 421-7.
 - 41) Pukkala E, Guo J, Kyyronen P, et al. National job-exposure matrix in analyses of census-based estimates of occupational cancer risk. *Scand J Work Environ Health* 2005; 31(2): 97-107.
 - 42) Kauppinen T, Uusikallio S, Saalo A, et al. Use of the Finnish Information System on Occupational Exposure (FINJEM) in epidemiologic, surveillance, and other applications. *Ann Occup Hyg* 2014; 58(3): 380-96.
 - 43) Offermans NS, Vermeulen R, Burdorf A, et al. Occupational asbestos exposure and risk of oral cavity and pharyngeal cancer in the prospective Netherlands Cohort Study. *Scand J Work Environ Health* 2014; 40(4): 420-7.
 - 44) van Tongeren M, Kinci L, Richardson L, et al. INTEROCC STUDY GROUP Assessing occupational exposure to chemicals in an international epidemiological study of brain tumors. *Ann Occup Hyg* 2013; 57(5): 610-26.
 - 45) Peters S, Vermeulen R, Portengen L, et al. SYN-JEM: a quantitative job-exposure matrix for five lung carcinogens. *Ann Occup Hyg* 2016; 60(7): 795-811.
 - 46) Fèvotte J, Dananché B, Delabre L, et al. Matgéné: a program to develop job-exposure matrices in the general population in France. *Ann Occup Hyg* 2011; 55(8): 865-78.
 - 47) Gaffuri E. Alla ricerca dei tumori perduti. *Med Lav* 1988; 79(1): 82.

Corrispondenza: ASUR MARCHE Spresal Epi Occ, via Ginocchi 1/a, 62012 Civitanova Marche, Italy, Tel. +39 0733 823834, E-mail: roberto.calisti@sanita.marche.it

Giuseppe Taino¹, Lorenzo Bordini², Cecilia Sarto³, Sara Porro³, Francesco Chirico⁴,
Enrico Oddone^{1,5}, Marcello Imbriani^{1,5}

Gammopatia monoclonale di incerto significato (MGUS) e fattori occupazionali di rischio: criteri di attuazione della sorveglianza sanitaria

¹ Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS, Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del lavoro (UOOML) dell'Istituto di Pavia

² Fondazione IRCCS Policlinico Ca' Granda Ospedale Maggiore - Milano

³ Azienda Ospedaliera di Desio e Vimercate (MI)

⁴ Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Ministero dell'Interno - Milano

⁵ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia

RIASSUNTO. *Introduzione.* La gammopatia monoclonale di incerto significato (MGUS) identifica un quadro clinicamente asintomatico e laboratoristicamente caratterizzato da una modesta componente monoclonale (CM). In una limitata percentuale di casi può essere considerata, su base probabilistica, lo stadio premaligno asintomatico che precede il mieloma multiplo (MM).

Scopo. Sulla base dei dati di letteratura e delle Linee Guida sull'argomento, vengono individuati i criteri e un percorso metodologico per il Medico del Lavoro quando viene chiamato a formulare un giudizio di idoneità alla mansione con rischio espositivo a RI o pesticidi.

Materiali e Metodi. Viene analizzata la letteratura scientifica sull'argomento. Alcuni studi hanno valutato la prevalenza della MGUS in soggetti esposti professionalmente a pesticidi. Altri numerosi studi condotti sui sopravvissuti ai bombardamenti atomici di Hiroshima e Nagasaki hanno evidenziato una possibile associazione con l'esposizione a radiazioni ionizzanti (RI). Le linee Guida relative alla diagnosi e gestione dei casi di MGUS rispetto alla potenziale evoluzione in MM consentono di trarre importanti indicazioni operative per il medico competente/autorizzato.

Conclusioni. Il ricorso routinario a test di laboratorio per soggetti esposti ai fattori di rischio studiati appare in linea generale indicato a partire dai 50 anni di età del lavoratore. Il riscontro di una MGUS in assenza di ulteriori alterazioni laboratoristiche rappresenta la situazione di più frequente riscontro e non necessita di ulteriori provvedimenti, se non quelli di prevedere controlli anche ematochimici con periodicità almeno biennale. In questa situazione non appaiono giustificate restrizioni all'attività lavorativa con rischio espositivo a RI o pesticidi. In caso di concomitante presenza di alterazioni che possono essere indicative o suggestive di un aumentato rischio di evoluzione in senso neoplastico, è raccomandata una periodicità ravvicinata - ogni 3-6 mesi - dei controlli ematologici. In questi casi appare giustificato un allontanamento da attività comportanti esposizione a radiazioni ionizzanti per un periodo di tempo che andrà valutato sulla base dell'evoluzione del quadro e dell'andamento degli esami di laboratorio nel periodo di monitoraggio.

Parole chiave: gammopatia monoclonale di significato indeterminato (MGUS), pesticidi, radiazioni ionizzanti, idoneità al lavoro, medicina del lavoro.

ABSTRACT. *Introduction.* Monoclonal gammopathy of uncertain significance (MGUS) identifies a clinically asymptomatic and laboratory-based situation characterized by a modest monoclonal component (MC). In a limited percentage of cases, on a probabilistic basis, the asymptomatic

Introduzione

La gammopatia monoclonale di incerto significato (MGUS) identifica un quadro clinicamente asintomatico e laboratoristicamente caratterizzato da una modesta componente monoclonale (CM). In una limitata percentuale di casi può essere considerata, su base probabilistica, lo stadio premaligno asintomatico che precede il mieloma multiplo (MM) o altra gammopatia, conseguente ad un disordine proliferativo delle plasmacellule (1,2).

I dati ad oggi disponibili segnalano come la prevalenza di MGUS nella popolazione generale tenda ad aumentare con l'età, passando da circa il 2% per i soggetti sotto i 50 anni, al 3-4% della popolazione di età superiore ai 50 anni, raggiungendo l'8% circa dopo i 70 anni di età (1,3,4). I dati di letteratura mostrano inoltre differenze in relazione all'etnia ed al sesso (3.7% e 2.9%, rispettivamente negli uomini e nelle donne bianchi; 2.8% nei maschi e 1.6% nelle femmine giapponesi) con valori significativamente più elevati nei soggetti di etnia nera (5.9 - 8.4%) (5).

È una condizione caratterizzata dalla presenza di una componente monoclonale costituita da un solo tipo di immunoglobulina (molto raramente può essere presente una doppia componente monoclonale): IgGk, IgGλ, IgMk, IgMλ, IgAk, IgAλ, k, λ. Perché la MGUS possa essere definita tale, è necessario siano assenti: ipercalcemia, danno renale, anemia e lesioni d'organo. Nella MGUS gli indicatori di laboratorio di danno (CRAB) sono sempre nella norma.

Le patologie mieloproliferative (6) e linfoproliferative (7) sono state indicate in diversi lavori scientifici come possibilmente correlate ad esposizioni lavorative e il presente lavoro si prefigge lo scopo di sintetizzare i maggiori punti di interesse sia diagnostici, sia di gestione del paziente con MGUS soprattutto nell'ottica della sorveglianza sanitaria in medicina del lavoro.

Diagnosi e criteri di monitoraggio

Gli esami di laboratorio da utilizzare per l'identificazione dei soggetti con sospetta displasia plasmacellulare sono:

- elettroforesi delle proteine sieriche (per evidenziare e quantificare la CM);

pre-malignant stage could lead to multiple myeloma (MM).

Materials and Methods. *Based on literature data and available Guidelines on the subject, the diagnostic criteria and a methodological path are here suggested to the Occupational Physician to formulate a judgment of suitability for the task with exposure risk to RI or pesticides.*

Results. *Some studies have evaluated the prevalence of MGUS in subjects exposed professionally to pesticides. Numerous other studies conducted on the survivors of the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki have highlighted a possible association with exposure to ionizing radiation (IR). The guidelines relating to the diagnosis and management of MGUS cases (with respect to the potential evolution in MM allow) to draw important operational indications for the competent/authorized physician.*

Conclusions. *The routinely use of laboratory tests for subjects exposed to the studied risk factors is generally indicated starting from the worker's 50 years of age. The finding of a MGUS in the absence of further laboratory alterations represents the situation most frequently and does not require further measures, other than those of foreseeing even blood controls at least every two years. In this situation, there are no justified restrictions on work activities with exposure risks to IR or pesticides.*

If alterations suggestive for an increased risk of evolution in a neoplastic way could be identified, a close periodicity - every 3-6 months - of haematological checks is recommended. In these cases, it appears justified an abstention from activities involving exposure to ionizing radiation for a period of time that will be evaluated based on the evolution of the framework and by the progress of laboratory tests in the monitored period.

Key words: Monoclonal gammopathy of uncertain significance (MGUS), pesticides, ionizing radiations, work fitness certificat, occupational medicine.

- identificazione della CM mediante immunofissazione;
- dosaggio delle catene leggere libere su siero;
- ricerca di proteina di Bence-Jones nelle urine (poco sensibile).

Come raccomandato nelle Linee guida di riferimento che sono indirizzate ai medici di base e contengono i criteri e le procedure per la diagnosi e la gestione dei pazienti con MGUS, nessuno dei test di laboratorio può essere impiegato da solo. Inoltre, tutti i test diagnostici devono essere eseguiti sullo stesso campione di siero. L'1% per anno dei casi di MGUS evolvono in MM. Lo stadio intermedio tra MGUS e Mieloma è il Mieloma smoldering o asintomatico (SMM) il cui rischio di progressione in MM nei primi 5 anni è di circa il 10% anno. Mancano tuttavia dati concordanti sul modello prognostico. Le MGUS-IgM possono evolvere in macroglubulinemia di Waldstrom e molto più raramente in Mieloma multiplo (8).

La diagnosi di SMM si basa su:

- negatività per gli indicatori di laboratorio di danno (CRAB);
- CM 15-30 g/L;
- >10% Plasmacellule midollari.

Per la diagnosi di certezza di evoluzione in Mieloma Multiplo deve essere eseguita la biopsia midollare per determinare la morfologia, la percentuale e il fenotipo delle plasmacellule (9).

La frequenza dei controlli successivi consigliati per la conferma di MGUS è dopo 6 mesi dal primo riscontro. Gli esami da effettuare sono:

- elettroforesi delle proteine del siero;
- dosaggio delle catene leggere libere su siero;
- proteina di Bence-Jones;
- emocromo;
- calcemia;
- creatinina;
- dosaggio di Ig;
- crioglobuline (nel caso in cui la CM sia di tipo IgM).

Se la CM è rappresentata da IgG, le concentrazioni delle catene leggere e il loro rapporto k/λ e i valori dei test CRAB sono nei limiti di riferimento, non è necessario ricontrollare prima dei 2 anni.

Se la CM identificata è rappresentata da IgM o IgA, oppure da IgG con concentrazione >15g/L, o il rapporto k/λ è <0.26 per eccesso di catene λ, o >1.65 per eccesso di catene k, o i valori di CRAB non sono entro i limiti di riferimento è raccomandato il controllo a 3 mesi e la visita ematologica.

Inoltre, ogniqualvolta esista il sospetto di una discrasia delle plasmacellule è fortemente raccomandato eseguire tutti i test sopraelencati, indicando nella richiesta il sospetto diagnostico. Si ricorda e si sottolinea che la MGUS è uno stato premaligno con assenza di danno d'organo. Pertanto in presenza di danno osseo significa che la MGUS è evoluta in mieloma multiplo.

Il rischio di evoluzione della MGUS in MM dipende da (10):

- concentrazione della CM;
- tipo di immunoglobulina;
- rapporto catene leggere libere nel siero k/λ;
- plasmocitosi nel midollo;
- proporzione di plasmacellule fenotipicamente monoclonale;
- immunoparesi.

MGUS e fattori occupazionali di rischio

In uno studio italiano (11) condotto retrospettivamente su 285 casi di MGUS (173 maschi e 112 femmine; range di età 40-89 anni), gli autori hanno evidenziato, seppur nella esigua numerosità dei soggetti suddivisi per categoria di rischio, un'associazione statisticamente significativa con i "settori" dell'industria e dell'agricoltura, con l'esposizione ad asbesto, a pesticidi e fertilizzanti, ad oli minerali, a vernici e prodotti assimilati e con l'esposizione a radiazioni ionizzanti. In questa esperienza gli autori hanno segnalato come tali associazioni fossero già state evidenziate in passato sia nel mieloma multiplo, sia in altre patologie linfoproliferative, ipotizzando nella protratta stimolazione "antigenica" indotta da alcuni di questi agenti una possibile spiegazione del meccanismo eziopatogenetico (7). Tale esperienza, tuttavia, presenta chiari limiti nella classificazione dei potenziali fattori rischio che appaiono talvolta scarsamente caratterizzati (vedi il gene-

rico settore “industria”), ridondanti (agricoltura vs esposizione a pesticidi e fertilizzanti) e/o indicati senza che vi sia una chiara identificazione dei principali determinati del rischio quale livello di esposizione, durata, latenza etc. Anche la ricostruzione del possibile meccanismo eziopatogenetico appare vago e non immediatamente mutuabile a molti dei fattori di rischio considerati.

MGUS e pesticidi

Alcuni studi hanno valutato la prevalenza della MGUS in soggetti esposti professionalmente a diversi tipi di pesticidi sia in contesti occupazionali (agricoltura) che in occasione di utilizzi effettuati in occasione di conflitti bellici (Vietnam). Nella prima esperienza, condotta negli USA su 678 operatori di sesso maschile addetti all'applicazione di pesticidi, la prevalenza di MGUS - aggiustata per età - è risultata 1.9 (IC95% 1.3-2.7) volte maggiore rispetto a quella rilevata nella popolazione generale. Analizzando in dettaglio il dato per tipo di agente utilizzato i risultati hanno evidenziato un incremento di 5.6 volte (IC95%, 1.9-16.6) tra gli utilizzatori di Dieldrin, un insetticida organo clorurato ampiamente utilizzato fino alla fine degli anni '70, di 3.9 volte (IC95% 1.5-10) tra gli utilizzatori di alcuni tipi di fumiganti a base di solfuro e di tetracloruro di carbonio (prodotti anch'essi non più utilizzati per tale scopo) e di 2.4 volte (IC95% 1.1-5.3) tra gli utilizzatori di Clorotalonil, un fungicida ad ampio spettro d'azione ancora largamente utilizzato per le coltivazioni di frutta, cereali, ortaggi e nel settore florovivaistico (12). Per altri erbicidi e fungicidi, alcuni ancora di ampio utilizzo, gli autori evidenziarono un aumento della prevalenza seppur non statisticamente significativa. In considerazione di quanto evidenziato gli autori supportavano l'ipotesi di un effetto “stimolante” in senso mieloproliferativo indotto da alcuni specifici agenti in uso nel settore agricolo.

Più di recente alcuni degli stessi autori (13) hanno condotto uno studio per valutare la prevalenza di MGUS tra i veterani della guerra del Vietnam impiegati nelle missioni con uso di erbicidi. La campagna d'irrorazione di defolianti attuata mediante impiego di aeromobili che l'esercito americano organizzò nel periodo 1962-1971, agli inizi della guerra del Vietnam, vide infatti l'ampio utilizzo di agenti tra cui il famoso agente Orange composto a base di una miscela 1:1 degli erbicidi acido-2,4-diclorofenossiacetico e acido-2,4,5-triclorofenossiacetico, poi dismesso per i prodotti tossici (formazione di diossina) caratteristici del processo di degradazione. Attraverso lo studio, gli autori valutarono gli effetti, anche in relazione ai livelli serici di 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD), rilevando tra i veterani impiegati in tali missioni, rispetto ad altri militari aventi simili caratteristiche sociodemografiche ed impiegati in altre tipologie di attività, una prevalenza di MGUS pari al 7.1% (IC95% 34-479) rispetto al 3.1% (IC95% 15 - 479) registrato nei controlli, dato che si traduce in un incremento statisticamente significativo di 2.4 volte (13). In questa esperienza le tipologie di componenti di più frequente ri-

scontro furono le IgG e le IgM, seguite dalle IgA. I limiti di questo studio, che sembra comunque andare nella direzione dei precedenti, sono però rilevanti e riguardano, tra gli altri, la scarsa caratterizzazione delle esposizioni, i rilievi sierici effettuati dopo 25 anni dagli eventi espositivi, la scarsa conoscenza sugli impieghi lavorativi post bellici dei militari, nonché l'assenza di informazioni circa la storia familiare dei soggetti.

MGUS e radiazioni ionizzanti

Numerosi sono invece gli studi sull'argomento condotti sui sopravvissuti ai bombardamenti atomici di Hiroshima e Nagasaki. In uno studio condotto nel 2003 (14) su oltre 6.000 soggetti, gli autori hanno evidenziato una associazione ai limiti della significatività statistica ($p=0.05$) con l'esposizione in generale a radiazioni ionizzanti, ma non con la dose espositiva cumulativa ($p=0.91$).

In questo studio si segnala l'importante sforzo nella stratificazione dei dati effettuata, tra le altre, per sesso, città (Hiroshima vs Nagasaki), età all'esposizione, età alla diagnosi nonché per tipo di esposizione (raggi gamma e neutroni) e livello di dose (in Gray). Anche in questa esperienza, come altre di seguito illustrate, il rischio di sviluppare MGUS tende a crescere con l'età. Rilevante appare anche la mortalità per mieloma multiplo (MM) che in questa esperienza appare 156 volte superiore a quella osservata nella popolazione di controllo. Nello studio condotto da Iwanaga nel 2008 (15), gli autori hanno valutato la correlazione tra l'esposizione a radiazioni ionizzanti e l'insorgenza di MGUS. Sebbene l'associazione sia incerta, le persone esposte in più giovane età hanno mostrato un rischio più elevato di sviluppare MGUS se esposte a dosi maggiori mentre non è stata riscontrata una chiara associazione tra esposizione a radiazioni ionizzanti e progressione maligna dal MGUS al mieloma multiplo.

Più di recente alcuni autori (16) hanno valutato la prevalenza della patologia (MGUS) su oltre 50.000 sopravvissuti evidenziandone un incremento statisticamente significativo in relazione al sesso (maggiore nei maschi rispetto alle femmine), alla distanza dall'ipocentro (maggiore entro 1,5 km rispetto a distanze superiori), alla età all'esposizione (minore a 20 anni) e in relazione al livello espositivo (negli esposti a dosi maggiori a 0.1 Gy), dato quest'ultimo in controtendenza rispetto a quanto evidenziato in precedenti esperienze in cui non era stata osservata alcuna correlazione con l'intensità dell'esposizione (Tabella I) (15, 16).

Rispetto all'evoluzione della patologia in MM, tutti i casi sono risultati a partenza da gammopatie del tipo IgG o IgA con una latenza mediana di 5.3 anni senza alcuna associazione con il livello espositivo, dato quest'ultimo in linea con quello già evidenziato da altri autori. L'esperienza condotta ha inoltre confermato la prevalenza inferiore della MGUS nella popolazione giapponese rispetto a quella osservata in altre popolazioni dove i dati di letteratura indicano prevalenza nella popolazione generale di circa il 2% prima dei 50 anni di età e del 3% sopra i 70

Tabella 1. Prevalenza di MGUS nei sopravvissuti alla bomba atomica in relazione ad alcuni dei principali parametri valutati, modificata da Iwanaga M, Tomonaga (16)

Parametro	Prevalenza	IC 95%
Sesso		
Maschi	2.8%	2.6-3.0
Femmine	1.6%	1.5-1.7
Totale	2.1%	1.9-2.2
Distanza dall'ipocentro		
<1.5km	2.7%	2.1-3.4
1.5-3km	1.9%	1.7-2.2
>3 km	2.0%	1.8-2.1
Livello espositivo		
<0.01Gy	1.6%	1.1-2.3
0.01 - 0.1Gy	2.0%	1.4-2.8
>0.1Gy	2.5%	1.7-3.5

anni (1, 5, 17). Da alcuni autori è stato infine ipotizzato un possibile legame tra l'insorgenza di MGUS e abitudine tabagica (18).

Condizioni cliniche associate ad MGUS

La neuropatia periferica è un'associazione rara con la MGUS (19). Le neuropatie con immunoglobuline M (IgM)-MGUS, le più frequenti, sono polineuropatie a predominanza sensitiva, propriocettive e con tremore, demielinizzanti per attività *antimyelin associated glycoprotein* (MAG) (60%), a volte antiglicolipidi (*chronic ataxiante neuropathy with ophthalmoplegia, M-protein and anti-disialosyl antibodies* [CANOMAD]) (20). Le IgG-IgA/MGUS si esprimono sotto forma di una polineuropatia assonale a predominanza sensitiva e, più raramente, sotto forma di una poliradiculoneurite.

La MGUS è stata anche associata ad un incrementato rischio di trombosi arteriosa e venosa. Uno studio di coorte multicentrico retrospettivo su 1491 pazienti affetti da MGUS ha evidenziato che circa il 3% dei pazienti affetti da MGUS aveva ricevuto tale diagnosi dopo un evento trombotico (21).

Fattori da considerare per il protocollo di sorveglianza sanitaria e per la formulazione del giudizio di idoneità

In considerazione dell'invecchiamento della popolazione lavorativa italiana e degli altri Paesi industrializzati, tale condizione patologica anche se asintomatica e spesso misconosciuta, pone al medico competente/autorizzato, in presenza di diagnosi, la necessità di una gestione complessa e spesso difficile.

Dalla metà degli anni novanta ad oggi è stato condotto un numero limitato di studi volti a valutare la possibile correlazione fra la MGUS e l'esposizione ad agenti e/o so-

stanze impiegati in ambito occupazionale, nonché con attività lavorative svolte in particolari settori produttivi. Inoltre, la letteratura scientifica disponibile sull'argomento, non offre un significativo contributo operativo nella gestione dell'idoneità lavorativa nel paziente affetto da MGUS.

Sulla base dei dati di letteratura disponibili e di quanto dettagliato nelle Linee guida sull'argomento, si ritiene possano essere proposti i seguenti criteri nella formulazione del giudizio di idoneità.

Nei soggetti che svolgono attività lavorative a rischio, con età superiore a 50 anni, potrebbe essere utile inserire l'elettroforesi sieroproteica come test di screening. Nei soggetti affetti da MGUS, dovrà invece essere monitorata la potenziale evoluzione in senso maligno (mieloma multiplo).

Il primo fattore da considerare nel programmare la sorveglianza sanitaria dei soggetti portatori di MGUS è rappresentato dal tipo di MGUS e dalla sua caratterizzazione ai fini evolutivi e prognostici. Particolare attenzione deve essere rivolta a:

- presenza di componente monoclonale (CM) IgM, IgA e IgG con concentrazione superiore a 15 g/l;
- rapporto k/λ Y inferiore a 0.26 per eccesso di catene lambda o maggiore di 1.65 per eccesso di catene k;
- valori di CRAB fuori dai range di riferimento.

In tutte queste condizioni è opportuno un approfondimento onco-ematologico e il controllo periodico dovrebbe essere previsto ogni 3-6 mesi, mentre lo svolgimento di attività lavorative con rischio espositivo a radiazioni ionizzanti e pesticidi non deve essere consentito per tutto il tempo necessario per il completamento degli approfondimenti richiesti.

Nelle altre situazioni (IgG, catene leggere e rapporto K/lambda e esami CRAB nei limiti di riferimento) sono indicati controlli ogni 2 anni e l'attività di lavoro con rischio da radiazioni ionizzanti non rappresenta una controindicazione assoluta.

Un altro fattore da considerare è la valutazione della eventuale copresenza di neuropatie e di condizioni trombofiliche attraverso specifici approfondimenti.

Conclusioni

Le MGUS rappresentano un riscontro non infrequente nell'attività del medico autorizzato/competente, anche in conseguenza del progressivo invecchiamento della popolazione in età lavorativa. La prevalenza di tale condizione, infatti, aumenta progressivamente con l'età fino a diventare reperto riscontrabile nel 3-4% della popolazione sopra i 50 anni, con una maggior frequenza nei soggetti di sesso maschile e di etnia nera. Le MGUS possono tuttavia avere rilevanti ricadute di tipo clinico in quanto, circa l'1%/anno dei casi può evolvere in MM, percentuale che sale al 10%/anno per i casi intermedi, cosiddetti di mieloma smoldering (SMM).

La letteratura che ha approfondito i possibili fattori di rischio occupazionali appare a tutt'oggi esigua, forse

anche per l'evoluzione prevalentemente benigna di tale condizione.

Tra i fattori più frequentemente considerati troviamo l'esposizione a radiazioni ionizzanti, ottenuta da ampie casistiche dei sopravvissuti di Hiroshima e Nagasaki. L'evidenza dell'associazione appare tuttavia non conclusiva ed in molti casi i limiti con cui sono stati condotti gli studi pongono dubbi non trascurabili. Sebbene i modelli espositivi degli studi epidemiologici fonte siano molto diversi da quelli degli attuali contesti occupazionali, gli studi più recenti sembrano evidenziare come fattori di maggior rischio (in termini di aumentata prevalenza) sia l'età all'esposizione (minore di 20 anni) sia il livello espositivo (prevalenze doppie rispetto alla normale frequenza della malattia per esposizioni a dosi comprese tra 0.01 e 0.1 Gy). Si ricorda tuttavia che, secondo gli attuali presupposti normativi e criteriologici (22), la MGUS identificata come tale e senza segni di evoluzione neoplastica, non può essere considerata una condizione patologica e, tanto meno, una malattia di origine professionale (23).

Più complesso appare invece il discorso relativo al rischio presunto connesso con l'utilizzo di alcuni pesticidi e/o erbicidi. In nessuno degli studi disponibili, infatti, appare adeguatamente caratterizzata (per intensità, frequenza e durata) l'esposizione all'agente considerato, così come "non verificato" appare il meccanismo eziopatogenetico ipotizzato da alcuni degli autori e riferito in modo generico ad una supposta "azione mitogena" dei pesticidi. Ad oggi il solo Clorotalonil, un fungicida ad ampio spettro d'azione ancora utilizzato per le coltivazioni di frutta, cereali, ortaggi e nel settore florovivaistico, sembrerebbe mostrare un significativo incremento dei casi di MGUS tra gli utilizzatori. Per altri pesticidi utilizzati in passato e oggi non più disponibili sul mercato, molti autori evidenziarono un aumento della prevalenza di MGUS seppure in misura non statisticamente significativa.

Un contesto di questo tipo rende sempre molto delicato il ruolo ed il compito del medico autorizzato/competente, in particolare quando chiamato a formulare un giudizio di idoneità alla mansione con rischio espositivo a pesticidi e a RI (24, 25). Il ricorso routinario a test di laboratorio per soggetti esposti appare in linea generale indicato a partire dai 50 anni di età del soggetto. Il riscontro di una MGUS in assenza di ulteriori alterazioni laboratoristiche rappresenta la situazione di più frequente riscontro e non necessita di ulteriori provvedimenti, se non quelli di prevedere controlli anche ematochimici con periodicità almeno biennale (9). In questa situazione non appaiono giustificate restrizioni all'attività lavorativa con rischio espositivo a RI (24, 25).

In caso di concomitante presenza di alterazioni che possono essere indicative o suggestive di un aumentato rischio di evoluzione in senso neoplastico, è raccomandata una periodicità ravvicinata -ogni 3-6 mesi- dei controlli ematologici eventualmente anche specialistici. In questi casi appare giustificato un allontanamento da attività comportanti esposizione a radiazioni ionizzanti (24), per un periodo di tempo che andrà valutato sulla base dell'evoluzione del quadro e dell'andamento degli esami ematochimici nel periodo di monitoraggio.

Funding

This work was partially supported by the "Ricerca Corrente" Funding scheme of the Ministry of Health, Italy.

Bibliografia

- 1) Kyle RA, Therneau TM, Rajkumar SV, Larson DR, Plevak MF, Offord JR, et al. Prevalence of monoclonal gammopathy of undetermined significance. *N Engl J Med* 2006; 354(13): 1362-9.
- 2) Berenson JR, Anderson KC, Audell RA, Boccia RV, Coleman M, Dimopoulos MA, et al. Monoclonal gammopathy of undetermined significance: a consensus statement. *Br J Haematol* 150(1): 28-38.
- 3) Wadhera RK, Rajkumar SV. Prevalence of Monoclonal Gammopathy of Undetermined Significance: A Systematic Review. *Mayo Clin Proc* 2010; 85(10): 933-942.
- 4) Kyle RA, Rajkumar SV. Epidemiology of the plasma-cell disorders. *Best Pract Res Clin Haematol* 2007; 20(4): 637-64.
- 5) Landgren O, Katzmann JA, Hsing AW, et al. Prevalence of monoclonal gammopathy of undetermined significance among men in Ghana. *Mayo Clin Proc* 2007; 82: 1468-73.
- 6) Saberi Hosnijeh F, Christopher Y, Peeters P, Romieu I, Xun W, Riboli E, et al. Occupation and risk of lymphoid and myeloid leukaemia in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Occup Environ Med* 2013; 70: 464-470.
- 7) Pasqualetti P, Casale R, Colantonio D, Collacciani A. Occupational risk for hematological malignancies. *Am J Hematol* 1991; 38: 147-149.
- 8) International Myeloma Working Group. Criteria for the classification of monoclonal gammopathies, multiple myeloma and related disorders: a report of the IMWG. *Br Haematol* 2003; 121: 749-57.
- 9) International Myeloma Working Group update criteria for the diagnosis of multiple myeloma. Rajkumar SV, Dimopoulos MA, Palumbo A, et al. *Lancet Oncol* 2014; 15: 538-48.
- 10) Dispenzieri A, Katzmann JA, Kyle RA, Larson DR, Melton LJ, 3rd, Colby CL, et al. Prevalence and risk of progression of light-chain monoclonal gammopathy of undetermined significance: a retrospective population-based cohort study. *Lancet* 2010; 375: 1721-8.
- 11) Pasqualetti P, Collacciani A, Casale R. Risk of monoclonal gammopathy of undetermined significance: a case-referent study. *Am J Hematol* 1996 Jul; 52(3): 217-20.
- 12) Landgren O, Kyle RA, Hoppin JA, Beane Freeman LE, Cerhan JR, Katzmann JA, et al. Pesticide exposure and risk of monoclonal gammopathy of undetermined significance in the Agricultural Health Study. *Blood* 2009; 113(25): 6386-91.
- 13) Landgren O, Shim YK, Michalek J, Costello R, Burton D, Ketchum N, et al. Agent Orange Exposure and Monoclonal Gammopathy of Undetermined Significance: An Operation Ranch Hand Veteran Cohort Study. *JAMA Oncol* 2015; 1(8): 1061-8.
- 14) Neriishi K, Nakashima E, Suzuki G. Monoclonal gammopathy of undetermined significance in atomic bomb survivors: incidence and transformation to multiple myeloma. *British Journal of Haematology* 2003; 121(3): 405-410.
- 15) Iwanaga M, Tagawa M, Tsukasaki K, Matsuo T, Yokota K, Miyazaki Y, et al. Relationship between monoclonal gammopathy of undetermined significance and radiation exposure in Nagasaki atomic bomb survivors. *Blood* 2009; 113(8): 1639-50.
- 16) Iwanaga M, Tomonaga M. Prevalence of monoclonal gammopathy of undetermined significance in Asia: a viewpoint from Nagasaki atomic bomb survivors. *Clin Lymphoma Myeloma Leuk* 2014; 14(1): 18-20.
- 17) Sirohi B, Powles R. Epidemiology and outcomes research for MGUS myeloma and amyloidosis. *Eur J Cancer* 2006; 42(11): 1671-83.
- 18) Pasqualetti P, Festuccia V, Acitelli P, Collacciani A, Giusti A, Casale R. Tobacco smoking and risk of hematological malignancies in adults: a case-control study. *Br J Haematol* 1997; 97(3): 659-62.
- 19) Ramchandren S, Lewis RA. An update on monoclonal gammopathy and neuropathy. *Curr Neurol Neurosci Rep* 2012; 12(1): 102-10.

- 20) Théaudin M, Lozeron P, Lacroix C, Chrétien P, Ducot B, Denier C, Adams D. Short and long-term effect of IVIg in demyelinating neuropathy associated with MGUS, experience of a monocentric study. *Rev Neurol (Paris)* 2011; 167(12): 897-904.
- 21) Za T, De Stefano V, Rossi E, Petrucci MT, Andriani A, Annino L, et al. Arterial and venous thrombosis in patients with monoclonal gammopathy of undetermined significance: incidence and risk factors in a cohort of 1491 patients. *Br J Haematol* 2013; 160(5): 673-9.
- 23) Taino G, Cornaggia E, Fioramonti B, Imbriani M. La denuncia di sospetta tecnopatia: novità e criticità normative, suggerimenti applicativi. *G Ital Med Lav Ergon* 2017; 39(1): 5-15.
- 24) Taino G, Paraluppi P, Giorgi M, D'Orso MI, Piccoli B. Le malattie professionali da radiazioni ottiche artificiali (ROA). *Med Lav* 2013; 104(1): 3-23.
- 25) Associazione Italiana Radioprotezione Medica, Linee guida AIRM: sorveglianza medica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti. IPSOA, 2013.
- 26) Taino G, Giroletti E, Delogu A, Malagò G, Corona G, Businaro J, Imbriani M. Il giudizio di idoneità al rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti nei lavoratori con pregressa patologia neoplastica: criteri di valutazione e analisi di una casistica. *Med Lav* 2014; 105(6): 445-472.

Corrispondenza: *Enrico Oddone, Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e forense, Università degli studi di Pavia, Via Severino Boezio 24, 27100 Pavia, Italy, Tel. +390382592708, Fax +390382592837, E-mail: enrico.oddone@unipv.it*
Giuseppe Taino, Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Via Severino Boezio 24, 27100 Pavia, Italy, E-mail: giuseppe.taino@icsmaugeri.it

Giuseppe La Torre¹, Ferdinando Petronzi², Giorgio Bollini², Alice Mannocci¹, Sabina Sernia¹

Infortunati sul lavoro nelle micro e piccole imprese nel periodo 2013-2015 in provincia di Roma

¹ Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Sapienza Università di Roma

² Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa, Roma

RIASSUNTO. *Introduzione.* Le micro e piccole imprese si definiscono come realtà produttive che impiegano, rispettivamente, fino a 10 e fino a 50 addetti, con un fatturato non superiore ai 2 e 10 milioni di Euro all'anno.

Obiettivo. Valutare il fenomeno infortunistico nelle micro e piccole imprese della Provincia di Roma nel periodo 2013-2015.

Metodi. Nella presente analisi sono state prese in considerazione in maniera casuale le PMI aderenti alla Confederazione Nazionale dell'artigianato piccole e medie imprese (CNA) di Roma.

Risultati. In 290 aziende si sono verificati 7 infortuni sul lavoro, di cui 3 nella stessa azienda (lavorazione infissi in pvc, 1 infortunio per anno), e gli altri verificatisi specificamente in un laboratorio ortopedico, nella vendita di materiali edili, in un'impresa di pulizie, e in un'azienda impiantistica.

Il tasso di infortuni nei tre anni è risultato pari a 5.93‰ (1.97‰ all'anno in media).

Conclusioni. Il fenomeno infortunistico nelle micro e piccole imprese nella provincia di Roma è di entità modesta (circa il 2‰ all'anno), se paragonato al dato complessivo degli infortuni sul lavoro nel Lazio (1,8‰ all'anno considerando tutti i tipi di imprese), ed all'estrema eterogeneità a livello nazionale.

Parole chiave: infortuni sul lavoro, micro e piccole imprese, Roma.

ABSTRACT. *WORKPLACE INJURIES IN MICRO AND SMALL ENTERPRISES IN THE PERIOD 2013-2015 IN THE PROVINCE OF ROME.*

Background. Micro and small enterprises (MSE) have fewer than 10 and 50 employees, and an annual balance sheet total that does not exceed € 2million and 10 million, respectively.

Aim. To assess injuries in the micro and small enterprises in the Province of Rome in the period 2013-2015.

Methods. In this study MSEs of the Confederazione Nazionale dell'artigianato piccole e medie imprese (CNA) of Rome were randomly selected.

Results. In 290 MSEs sampled, 7 workplace injuries occurred, 3 in the same enterprise (PVC window frames, one injury per year) and the others occurred in an orthopaedic laboratory, in a store for building construction, in a cleaning company and in a company plant. The injury rate was 5.93‰ in three years (i.e., 1.97‰ per year on average).

Conclusions. Workplace injuries in MSEs in the Province of Rome is not relevant (almost 2‰ per year), if compared to the injury rates in the Lazio region and the national level.

Key words: workplace injuries, micro and small enterprises, Rome.

Introduzione

Secondo quanto riportato dalla Raccomandazione della Commissione 2003/361/CE (1), le micro e piccole imprese si definiscono come realtà produttive che impiegano, rispettivamente, fino a 10 e fino a 50 addetti, con un fatturato non superiore ai 2 e 10 milioni di Euro all'anno. L'importanza di questo tipo di aziende è notevole, in quanto le piccole e medie imprese (PMI) vengono considerate come fondamentali per la crescita economica, per l'innovazione e l'integrazione sociale, e rappresentano lo zoccolo duro dell'economia nell'Unione Europea (UE).

Nel D.P.R. 1124 del 30 giugno 1965 art. 2 comma 1 si definisce infortunio sul lavoro "ogni evento avvenuto per causa violenta in occasione di lavoro da cui sia determinata la morte o un'inabilità permanente o temporanea al lavoro, assoluta o parziale con astensione al lavoro per più di tre giorni" la conseguenza di un incidente fisico, ovvero un evento dannoso e imprevedibile.

In questo contesto, il fenomeno infortunistico è molto studiato a livello internazionale. Diversi studi mettono in evidenza un elevato rischio di infortuni nelle PMI, spesso associandolo ad una ridotta presenza di risorse finanziarie, umane e tecnologiche a disposizione per l'organizzazione, la gestione della sicurezza e la prevenzione (3-7).

In Italia, tale ambito l'analisi del fenomeno infortunistico è di difficile reperimento dai dati ufficiali INAIL. Pertanto lo scopo del presente lavoro è stato quello di valutare il fenomeno infortunistico nelle micro e piccole imprese della Provincia di Roma nel periodo 2013-2015.

Metodi

Nella presente analisi sono state prese in considerazione in maniera casuale le PMI aderenti alla Confederazione Nazionale dell'artigianato piccole e medie imprese (CNA) di Roma.

Il dimensionamento del campione è avvenuto utilizzando i seguenti parametri:

- media di 224.068 aziende nella regione Lazio per gli anni 2013-2015 (Dato Infocamere) (8);
- frequenza attesa di infortuni sul lavoro: 1.8‰ (INAIL-Rapporto annuale regionale 2013-2015 Lazio) (9);
- limite di confidenza: 5%

Da tali parametri è stato calcolato un minimo di 27 Aziende da campionare.

Di ciascuna azienda sono stati presi in considerazione le seguenti variabili:

- Tipo di attività
- Numero di lavoratori totali
- Numero di lavoratori a tempo indeterminato
- Numero di infortuni negli anni 2013-2015
- Numero di giorni di prognosi per gli infortuni.

L'analisi statistica ha previsto l'effettuazione di tabelle di frequenza (assoluta e percentuale), utilizzando il pacchetto statistico SPSS 23.0.

Risultati

Al fine di aumentare la robustezza dei risultati, sono state incluse nella presente analisi 290 aziende, nelle quali il numero di lavoratori complessivo e di lavoratori a tempo indeterminato è risultato pari a 1181 e 912 unità, con una distribuzione di frequenza osservabile nella Figura 1.

Le tipologie più frequenti di attività sono: Impiantisti 63 (21.7%), edilizia 41 (14.1%), autofficina 23 (7.9%), parrucchiere 12 (4.1%), trasporti 11 (3.8%) carrozzeria 11 (3.8%), impresa di pulizie 8 (2.8%), lavorazione ferro e alluminio 8 (2.8%), vendita di materiali edili 8 (2.8%), odontotecnici 7 (2.4%), estetica 6 (2.1%), ristorazione 6 (2.1%), gommista 6 (2.1%). Per il restante 30% circa delle aziende vi sono al massimo 5 lavoratori.

Nel periodo considerato (2013-2015) in queste 290 aziende si sono verificati 7 infortuni sul lavoro, di cui 3 nella stessa azienda (lavorazione infissi in pvc, 1 infortunio per anno), e gli altri verificatisi specificamente in un laboratorio ortopedico, nella vendita di materiali edili, in un'impresa di pulizie, e in un'azienda impiantistica.

Il tasso di infortuni nei tre anni è risultato pari a 5.93‰ (1.97‰ all'anno in media).

Tutti gli infortuni nelle 290 aziende selezionate sono accaduti in micro imprese (fra i 2 e i 9 addetti).

I giorni di assenza per infortunio sul lavoro sono stati complessivamente 265, con un tasso di 22.4 gg per 100 lavoratori (7.46 gg/100 lavoratori in media all'anno).

Discussione

C'è evidenza che fra PMI e imprese di grandi dimensioni gli aspetti preventivi in materia di salute e sicurezza sul lavoro siano diversi (10). Sono poche le PMI dove il rischio infortunistico è ridotto grazie all'uso di nuove tecnologie. I rischi ergonomici nelle PMI possono ridursi grazie ai processi di automazione di alcuni macchinari, ma anche per la formazione dei vari responsabili della sicurezza e del controllo attento dei macchinari e delle apparecchiature (11).

Nel presente studio, dall'analisi dei dati delle aziende selezionate emerge che il fenomeno infortunistico nelle micro e piccole imprese nella provincia di Roma è di entità modesta (circa il 2‰ all'anno), se paragonato al dato complessivo degli infortuni sul lavoro nel Lazio (1,8‰ all'anno considerando tutti i tipi di imprese) (9), ed all'estrema eterogeneità a livello nazionale (12).

I motivi di questa bassa incidenza di infortuni sul lavoro potrebbero essere diversi. Innanzi tutto, una prima motivazione potrebbe ricollegarsi ad un'effettiva maggiore efficienza dell'organizzazione, con partecipazione diretta del datore di lavoro. D'altro canto, nelle PMI è importante mantenere bassi i livelli di infortuni, poiché c'è evidenza che nel caso in cui si verifichi un problema di salute fra i lavoratori, le probabilità di ritornare al lavoro aumentano in funzione del numero degli addetti dell'azienda. In questi contesti, quindi potrebbe essere maggiore l'attenzione posta ad effettuare la valutazione dei rischi dell'attività lavorativa. Non è possibile, comunque, escludere a priori il fenomeno della sotto-notifica e della mancata denuncia degli infortuni in tale settore, così come riportato negli USA (13).

Occorre, in conclusione, considerare come spesso si dovrebbero adattare alle PMI modelli di salute occupazio-

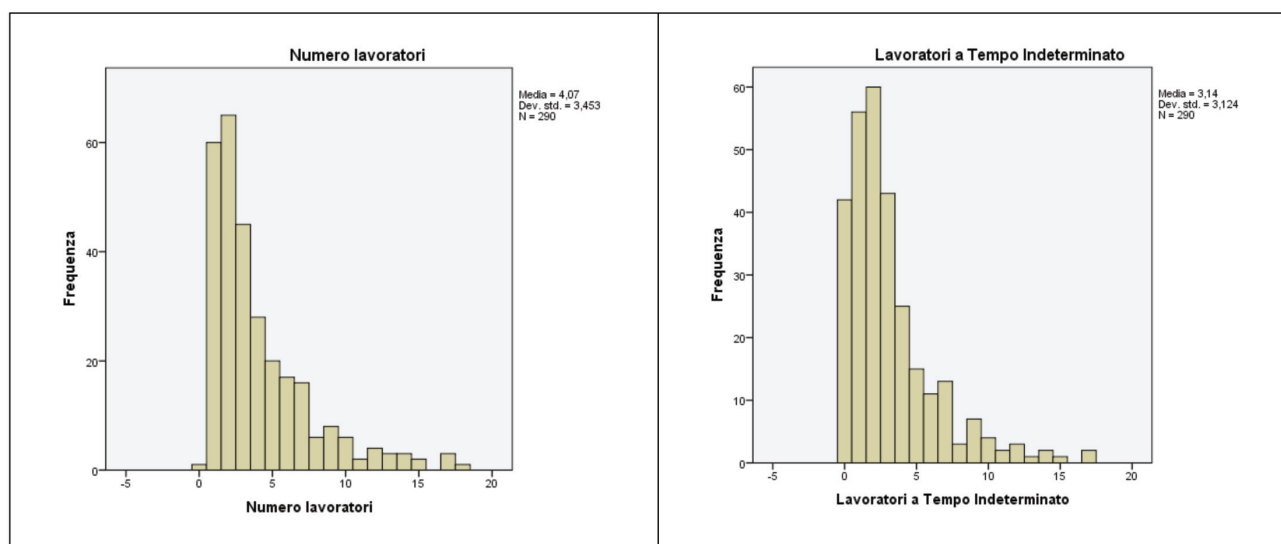


Figura 1. Distribuzione di frequenza del numero dei lavoratori complessivo per azienda e di quelli a tempo indeterminato

nale e di sicurezza che sono tipiche delle grandi aziende (14, 15). Un importante elemento di riduzione del rischio infortunistico è inoltre l'analisi del *near miss* definito come quasi infortunio o mancato incidente; stessa importanza deve essere data anche a quegli infortuni che non hanno prodotto giorni di assenza dal lavoro perché con conseguenze lievi. In tutti i casi devono essere analizzati, per tutti i tipi di eventi (infortunio, quasi infortunio, infortuni non registrati), i seguenti parametri:

- Messa in atto di comportamenti pericolosi
- Mancato rispetto di prescrizioni o procedure di lavoro
- Carenze strutturali organizzative e tecniche.

D'altro canto, una raccolta dei dati sistematica per le PMI non potrebbe che incrementare la visibilità e la credibilità delle PMI (17).

Bibliografia

- 1) Commission Recommendation 2003/361/EC of 6 May 2003.
- 2) D.P.R. 1124 del 30 giugno 1965. Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.
- 3) Fabiano B, Curro F, Pastorino R. A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry. *Safety Science* 2004; 42: 587-600.
- 4) Hasle P, Limborg HJ. A review of the literature on preventive occupational health and safety activities in small enterprises. *Industrial Health* 2006; 44:6-12.
- 5) Jahangiri M, Rostamabadi A, Malekzadeh G, Sadi AF, Hamzavi G, Rasooli J, Momeni Z, Ghaem H. Occupational Safety and Health Measures in Micro-scale Enterprises (MSEs) in Shiraz, Iran. *J Occup Health* 2016; 58(2): 201-8.
- 6) Walters D. Representation in health and safety in small enterprises in Europe. *Industrial Relations Journal* 2004; 35:169-186.
- 7) Stevens G. Features - workplace injuries in small and large manufacturing workplaces - an analysis of the risks of fatal and non-fatal injuries, including figures for 1994/5-1995/6. *Labour market trends* 1999; 107: 19-26.
- 8) Infocamere. Rapporto annuale regionale imprese 2013-2015 Lazio.
- 9) INAIL. Rapporto annuale regionale 2013-2015 Lazio.
- 10) Hannerz H, Ferm L, Poulsen OM, Pedersen BH, Andersen LL. Enterprise size and return to work after stroke. *J Occup Rehabil* 2012; 22(4): 456-61.
- 11) Unnikrishnan S, Iqbal R, Singh A, Nimkar IM. Safety management practices in small and medium enterprises in India. *Saf Health Work* 2015; 6(1): 46-55.
- 12) La Torre G, Verrengia G, Saulle R, Kheiraoui F, Mannocci A. Determinants of work-related accidents in Italian Regions. *Med Lav* 2017; 108(3): 209-221.
- 13) Oleinick A, Gluck JV, Guire KE. Establishment size and risk of occupational injury. *Am J Ind Med* 1995; 28(1): 1-21.
- 14) Bacchi R, Veneri L, Ghini P, Caso MA, Baldassarri G, Renzetti F, Santarelli R. A simplified occupational health and safety management system designed for small enterprises. Initial validation results. *Med Lav* 2009; 100 Suppl 1: 52-4.
- 15) La Torre G, De Giusti M, Mannocci A, De Waure C, Agostinelli A, Schena S, Capelli G, Ricciardi W, Boccia A; Disability Management Italian Collaboration Group. Disability management: the application of preventive measures, health promotion and case management in Italy. *J Prev Med Hyg* 2009; 50(1): 37-45.
- 16) Marucci-Wellman H, Willetts JL, Diep NB, Binh TT. The utility of injury narratives for prioritising future prevention activities in small and medium enterprises in rural Vietnam. *Inj Prev* 2013; 19(2): 92-9.
- 17) Eakin JM, Champoux D, MacEachen E. Health and safety in small workplaces: refocusing upstream. *Can J Public Health* 2010; 101 Suppl 1:S29-33.

Corrispondenza: Prof. Giuseppe La Torre, Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Sapienza Università di Roma, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italy, E-mail: giuseppe.latorre@uniroma1.it

Dario Cafagna, Massimiliano Barattucci

Percezione dei rischi e personalità: una ricerca nel settore dei trasporti

Facoltà di Psicologia, Università e-Campus, Roma, Italia

RIASSUNTO. Introduzione. Nel processo di percezione dei rischi sembrano possedere un ruolo congiunto fattori socio-anagrafici, lavorativi, emotivi e di esperienza con i rischi specifici.

Obiettivi. Con l'obiettivo di verificare il ruolo della personalità negli stati emotivi che moderano i processi di elaborazione e percezione dei rischi e, più in particolare, gli aspetti qualitativi dei rischi, è stata condotta una ricerca che ha coinvolto 96 lavoratori appartenenti al settore dei trasporti. **Metodi.** La ricerca, dal disegno correlazionale, ha analizzato la personalità dei lavoratori (misurata attraverso il Big Five Questionnaire), e fattori demografici e lavorativi, aspetti qualitativi del rischio, livello di rischio percepito, ed altre variabili di interesse, misurati attraverso scale ed items costruiti ad hoc. Lo studio ha inteso verificare l'esistenza di una relazione tra percezione degli aspetti qualitativi del rischio e le seguenti variabili: (Hp1) fattori di personalità, (Hp2) variabili socio-demografiche, (Hp3) conoscenza auto-percepita della normativa sulla sicurezza, (Hp4) soddisfazione, (Hp5) qualità della vita percepita.

Risultati. I risultati hanno confermato l'Hp1 solo parzialmente, e non per tutte le dimensioni di rischio; inoltre, hanno confermato che l'età e l'anzianità di servizio conducano ad un effetto di "presunzione di controllo" (Hp2), mentre non sono state riscontrate differenze di genere. Le ipotesi Hp3 e Hp5 non risultano confermate, mentre la soddisfazione è risultata un buon predittore del livello globale di rischio percepito.

Conclusioni. Congiuntamente, i fattori di personalità sono ottimi predittori di specifiche dimensioni qualitative del rischio, ma sarà importante verificare puntualmente il loro ruolo e contributo nei fattori emotivi che incidono sulla percezione dei rischi.

Parole chiave: percezione dei rischi, personalità, rischi lavorativi.

ABSTRACT. RISK PERCEPTION AND PERSONALITY: A STUDY IN THE TRANSPORTATION SECTOR. **Introduction.** Socio-demographics, work, and emotional factors, together with experience of specific hazards, seem to play a joint role in the process of risk perception. **Objective.** The present study of 96 transport sector workers was carried out with the aim of verifying the role of personality in emotional states that moderate the process of risk perception and, more particularly, the perception of qualitative aspects of risk. **Methods.** The research, with a correlational design, analysed the personalities of the workers (measured through the Big Five Questionnaire), demographics and work factors, qualitative aspects of risk, perceived risk level, and other variables of interest, measured through ad hoc scales and items. The study was aimed at evaluating the existence of a relationship between perception of the qualitative aspects of risk and the following

Introduzione

L'estensione globale del mercato, i processi di fusione ed incorporazione, l'aumentata competitività e l'introduzione di nuove tecnologie, hanno inciso profondamente il panorama aziendale mondiale che, nell'ottica di un processo di ottimizzazione delle organizzazioni, ha condotto rilevanti trasformazioni nella domanda e nelle richieste alle risorse umane (1). Molti di questi processi organizzativi, proposti come soluzioni operative, in taluni casi pressoché obbligate, per il miglioramento dell'efficienza aziendale e la riduzione dei costi, hanno anche condotto ad una serie di conseguenze negative di diversa natura sui lavoratori. In un'accezione più ampia, le diverse mutazioni del mondo del lavoro e gli effetti non sempre positivi sulla società lavorativa hanno determinato la focalizzazione dell'interesse su aspetti quali la stress economy, la "sindrome dei sopravvissuti", il *job shock*, lo stress organizzativo, la *job insecurity* e la disuguaglianza sociale (2). Parallelamente, negli ultimi due decenni è progressivamente aumentata l'attenzione istituzionale ed aziendale nei confronti della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro, con particolare attenzione alla prevenzione dei rischi e degli infortuni. L'interesse delle istituzioni, in Italia come all'estero, ha prodotto un'evoluzione normativa ed ha condotto ad un sempre maggiore interessamento e coinvolgimento dei diversi stakeholders nella ricerca scientifica e nella produzione di buone prassi per la salute e la sicurezza a lavoro, con l'obiettivo comune di ridurre incidenti e costi per l'impresa e la società (3). La ricerca scientifica sul tema della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro rappresenta un campo multi-disciplinare dove approcci tecnici si mescolano a quelli sanitari e psicologici, in particolar modo, quando si fa riferimento allo studio delle condotte che possono o meno esporre gli individui ai diversi rischi.

Rischi e percezione dei rischi

Il termine rischio rappresenta l'eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili: esso risulta, di conseguenza, una variabile connessa alla frequenza (o probabilità) del verificarsi del danno ed alla gran-

variables: (Hp1) personality, (Hp2) socio-demographic variables, (Hp3) self-perceived knowledge of safety regulations, (Hp4) satisfaction, (Hp5) perceived quality of life.

Results. The results only partially confirmed the Hp1, and not for all the risk dimensions; moreover, they confirmed that age and length of service lead to a "presumption of control" effect (Hp2), while no gender differences were found. The Hp3 and Hp5 hypotheses were not confirmed, while satisfaction was a good predictor of the global level of perceived risk.

Conclusions. Jointly, personality factors are excellent predictors of specific qualitative risk dimensions, but it will be important to regularly verify their role and contribution in the emotional factors that affect the perception of risk.

Key words: risk perception, personality, health risks at work.

dezza che quest'ultimo può causare nel individuo (4); questa definizione, universalmente riconosciuta, appare, da un lato, riducibile a mera formula matematica, ma diviene ricca di complessità nel momento in cui si assume che il rischio è, nella realtà comportamentale e quotidiana, una variabile del tutto soggettiva. Diversi sono i fattori indicati in letteratura come influenti nella percezione dei rischi: fattori socio-anagrafici, quali il genere, l'età, l'anzianità di servizio, e l'istruzione, ma anche fattori di competenza in materia di rischi, quali il grado di esperienza nell'esposizione al rischio, la conoscenza dei singoli rischi o della normativa, l'essere o meno esperti di processi di gestione e valutazione dei rischi (5, 6, 7). Alcune ricerche hanno evidenziato l'effetto del genere nella percezione dei rischi, in direzione di una maggiore sensibilità delle donne, parallelamente ad un effetto di età ed anzianità di servizio, in direzione di una minore suscettibilità ai rischi al crescere delle due variabili (8, 9). Ma la percezione del singolo rischio appare, però, determinata anche da una serie complessa di fattori cognitivi e psicologici: dalla possibilità percepita di avere un danno alla salute, dall'importanza soggettiva che il danno sia più o meno possibile, o dall'incertezza personale associata all'esposizione ad uno specifico fattore di rischio (10, 11, 12). Le ricerche che hanno indagato il ruolo di fattori individuali e cognitivi nella percezione del rischio, hanno riscontrato che fattori come il grado di coinvolgimento emotivo nelle conseguenze percepite dei diversi rischi, o la prossimità spaziale agli eventi negativi, o specifiche dimensioni di personalità che determinano atteggiamenti emotivi e comportamentali, hanno influenza su diversi aspetti di percezione del rischio (9, 11, 13, 14, 15). Fattori emotivi come, ad esempio, la paura, tendono ad amplificare la valutazione delle conseguenze degli eventi rischiosi, mentre la rabbia può ridurre sensibilmente la percezione del rischio, inducendo ad errori e percezioni alterate nella valutazione di rischi e pericoli (13, 14). Complessivamente, nella percezione dei rischi, le indicazioni in letteratura sembrano evidenziare un ruolo congiunto di fattori anagrafici, emotivi e di esperienza con i rischi specifici (16).

Personalità e percezione dei rischi

La personalità è considerata come un modello unitario e duraturo di pensieri, sentimenti e comportamenti in

grado di influenzare significativamente la percezione degli eventi, dell'ambiente e delle condotte (17). Alcuni studi si sono concentrati sullo studio fattoriale di dati aggregati per rischi specifici, fornendo risultati non sempre apprezzabili sulla relazione tra personalità e percezione dei rischi (11, 18, 19); gran parte delle difficoltà di queste ricerche sono legate alla complessità del costrutto ed alla sua multiformità. La letteratura che ha indagato il rapporto tra rischi lavorativi e comportamento dei lavoratori ha sviluppato due principali filoni di ricerca: uno che attiene principalmente allo studio delle caratteristiche organizzative e strutturali dell'ambiente lavorativo che hanno influenza sulle percezioni dei lavoratori; l'altro, che riguarda le caratteristiche di personalità che hanno effetto sulla percezione dei rischi; secondo quest'ultimo approccio, è possibile indagare la percezione dei rischi facendo riferimento a motivazioni disposizionali che sono in grado di spiegare come i lavoratori evitano o prendono dei rischi al fine di raggiungere obiettivi congruenti con le proprie caratteristiche di personalità. Tra gli approcci maggiormente utilizzati nell'analisi dei processi psicologici implicati nella percezione dei rischi vi è senz'altro il così detto "paradigma psicometrico" (14), che ha contribuito ad identificare differenze e similitudini tra lavoratori per quanto concerne le disposizioni personali al rischio, ed ad evidenziare come il concetto di rischio possa assumere significati differenti nei diversi soggetti (20). L'analisi della letteratura sembra evidenziare, nella percezione dei differenti tipi di rischio, un ruolo centrale soprattutto degli stati emotivi circostanziali, tra cui spiccherebbero l'ansia e la paura (19, 23, 24, 25). Alcune ricerche si sono focalizzate più specificamente sulle variazioni soggettive nella percezione dei rischi dovute alla struttura di personalità, utilizzando il modello delle così dette *Big Five* (21, 22), che individua cinque grandi fattori, ognuno dei quali può essere considerato come l'aggregazione di numerose caratteristiche di aspetti specifici della stessa. L'*Estroversione*, dimensione di personalità che si esprime attraverso il bisogno di emozioni forti, stati di eccitazione e nuove esperienze, influenza, di conseguenza, anche la predisposizione al rischio: alcuni studi hanno evidenziato come l'*Estroversione* determini sensazioni di comfort o discomfort emotivo nelle situazioni sociali, ivi comprese quelle circostanze lavorative critiche e di rischio per la propria salute e sicurezza (19, 26, 27, 28). Altri studi hanno mostrato come l'*Amicalità* sia una dimensione coinvolta nei comportamenti di rischio: le persone molto amichevoli tenderebbero a mettere in atto comportamenti meno rischiosi nei confronti della propria salute rispetto ai meno amichevoli (26, 27, 29, 30); inoltre, l'*Amicalità* si è mostrata parzialmente predittiva della propensione al rischio, in particolare per quei tratti negativamente associati all'impulsività, all'aggressività, ed alla disposizione antisociale (26, 27, 28, 29, 30). La *Coscienziosità* appare chiaramente legata ad atteggiamenti di prudenza, rispetto delle regole, disciplina e precisione: i risultati di alcuni studi hanno mostrato come gli individui più coscienti tendano a non assumere comportamenti a rischio per la propria salute, ed a mal tollerare le situazioni di rischio ed incertezza, anche nei contesti lavorativi (19, 31, 32, 33). La

Stabilità emotiva, intesa anche come misura inversa di *Nevroticismo*, include tratti come ansia ed impulsività, e risulta in grado di condizionare la percezione delle situazioni di rischio: individui emotivamente stabili sono meno ansiosi e si espongono meno frequentemente ad azioni impulsive che possono risultare in rischi per la salute. Evidenze in letteratura hanno indicato una correlazione negativa tra stabilità emotiva e percezione dei comportamenti di rischio, e tra stabilità emotiva ed esposizione a pericoli (26, 32, 34, 35, 36). L'*Apertura mentale*, infine, è una dimensione di personalità che include la tolleranza all'incertezza, ed appare correlata alla propensione ad assumersi dei rischi, e ad una maggiore permissività e disponibilità nei confronti di situazioni di rischio per la propria salute: gli individui con bassi livelli di *Apertura Mentale* risultano tradizionalisti, conservativi, convenzionali, e meno propensi ad esporsi ai rischi (34, 35, 36, 37, 38). La ricerca sulla relazione tra personalità, stati emotivi e percezione dei rischi costituisce un settore di rilevante interesse per i risvolti pratici che può sviluppare in termini di sicurezza sul lavoro e prevenzione dei comportamenti di rischio dei lavoratori, ed è stato, non casualmente, applicato in differenti contesti lavorativi e tipologie di rischio.

Obiettivi della ricerca

Dall'analisi della letteratura, emergono indicazioni sulla relazione tra variabili socio-demografiche e percezioni del rischio: l'abitudine, l'età e l'anzianità di servizio, ad esempio, conducono ad una sorta di "presunzione di controllo" sul rischio (9, 10, 11, 39); altre evidenze sono state fornite dagli studi di matrice IP che hanno indagato il ruolo delle emozioni nei processi di elaborazione delle informazioni relative ai rischi per la salute (15). Certamente minori sono le indicazioni in letteratura sulla relazione tra caratteristiche di personalità (in grado di determinare atteggiamenti emotivi e comportamentali) e percezione del rischio e, più in particolare, sugli aspetti qualitativi dei rischi presenti a lavoro. Con l'obiettivo primario di comprendere la relazione esistente tra dimensioni di personalità e percezione degli aspetti qualitativi dei rischi, è stata condotta una ricerca su di un gruppo omogeneo di lavoratori. Lo studio ha considerato: quali variabili indipendenti, la personalità, i fattori socio-anagrafici e la conoscenza auto-percepita sulla normativa della sicurezza; quali variabili dipendenti, gli aspetti qualitativi del rischio ed il livello di percezione del rischio; come outcomes o esiti della percezione dei rischi, la soddisfazione e la qualità della vita percepita. La ricerca, dal carattere esplorativo, ha inteso verificare le ipotesi di seguito esposte. Hp1 – Esiste una relazione tra fattori di personalità e percezione dei rischi. In particolare, si ipotizza che: Hp1a – Le persone con più alti livelli di estroversione tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come meno pericolosi e dannosi; Hp1b – Le persone più amichevoli tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi; Hp1c – Le persone più coscienti tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi; Hp1d – Le persone meno stabili

emotivamente tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi; Hp1e – Le persone con più alti livelli di apertura mentale tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come meno pericolosi e dannosi. Hp2 – Esiste una relazione tra variabili socio-demografiche e percezione dei rischi; in particolare, ci si attende che (Hp2a) le donne tendono a percepire gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi, e che al crescere dell'età (Hp2b) e dell'anzianità di servizio (Hp2c) gli aspetti qualitativi del rischio vengono percepiti come meno pericolosi e dannosi; Hp3 – Esiste una relazione inversa tra percezione dei rischi e conoscenza auto-percepita della normativa sulla sicurezza; Hp4 – Esiste una relazione inversa tra percezione dei rischi e soddisfazione; Hp5 – Esiste una relazione inversa tra percezione dei rischi e qualità della vita percepita.

Campione

La ricerca ha interessato i lavoratori appartenenti a due aziende private del settore trasporti operanti in uno dei principali scali aeroportuali italiani: (a) una compagnia aerea italiana ed (b) un'azienda operante nel settore del trasporto merci e della logistica. I lavoratori delle due aziende avevano inquadramento e mansioni analoghi, e sono stati simultaneamente coinvolti in un intervento di formazione alla sicurezza, poiché sostanzialmente esposti agli stessi rischi per la salute e la sicurezza. Hanno partecipato all'intervento formativo 122 lavoratori, 42 addetti alle mansioni di scalo a terra appartenenti alla compagnia aerea, ed 80 impiegati addetti alla logistica dell'azienda di trasporti. Al termine dell'azione formativa, tenutasi nel ottobre 2016, ai lavoratori veniva sottoposto il questionario di ricerca; contestualmente, venivano invitati a firmare il consenso informato per il trattamento dei dati ed edotti sul fatto che la compilazione del questionario era del tutto anonima. Complessivamente, 96 lavoratori hanno compilato correttamente lo strumento di indagine e costituiscono il campione di analisi: 30 lavoratori della compagnia aerea italiana (tasso di risposta = 71%) e 66 lavoratori dell'azienda di trasporti (tasso di risposta = 82%). Il campione era composto per lo più da giovani lavoratori (età media = 33.6 anni; d.s. = 4.32) con una non elevata anzianità di servizio (8.9 anni; d.s. = 3.5); il campione è risultato sufficientemente bilanciato per il genere (uomini 54%, donne 46%), e per il titolo di studio (licenza media 39%, diploma 47%, laurea 14%). Nessuna differenza significativa è stata riscontrata nei due sotto-campioni per quanto concerne nessuna delle variabili socio-anagrafiche prese in considerazione (Tabella I).

Metodologia

Il disegno della ricerca è di tipo correlazionale. Per l'analisi dei dati è stato utilizzato SPSS 21. Per l'indagine delle relazioni tra le variabili è stata effettuata un'analisi correlazionale tra le variabili di percezione del rischio e quelle di personalità; successivamente, è stata condotta

Tabella I. Descrizione del campione e dei sotto-campioni

	N	M	F	r.r.	Età	Anzianità
Azienda A	30	17	13	71%	33.2 (4.2)	8.5 (3.1)
Azienda B	66	34	32	82%	34.0 (3.2)	9.2 (3.9)
Totale	96	51	45	76%	33.6 (4.3)	8.9 (3.5)

un'analisi della regressione multipla che ha preso in considerazione: come variabili indipendenti le dimensioni di personalità (Estroversione, Amicalità, Coscienziosità, Stabilità emotiva, Apertura mentale), i fattori socio-anagrafici e la conoscenza percepita della normativa sulla sicurezza; come variabili dipendenti le 14 dimensioni di percezione del rischio ed il livello di rischio percepito, la soddisfazione, e la qualità di vita percepita. Per l'analisi delle differenze tra gruppi è stata utilizzata l'ANOVA.

Strumenti

Per la misurazione della *personalità* è stata somministrata la versione italiana del BFQ - Big Five Questionnaire (40), costituito da 135 item con scala Likert a 5 punti. Il modello individua 5 principali dimensioni di personalità. L'*Estroversione*, che indica principalmente la direzione dove è diretto l'investimento energetico (mondo esterno - eventi e azioni - vs mondo interiore - pensieri e idee). L'*Amicalità*, intesa come comportamento di base della persona nelle relazioni con gli altri. La *Coscienziosità*, la dimensione che si riferisce alla modalità organizzativa, di controllo e determinazione con cui l'individuo pensa e agisce nel proprio ambiente. La *Stabilità Emotiva*, aspetto della personalità che rappresenta la sicurezza emozionale, la calma, la moderazione e la tranquillità. L'*Apertura Mentale*, dimensione di personalità che rappresenta la creatività, l'originalità, la flessibilità e la curiosità intellettuale. Le *caratteristiche socio-anagrafiche* sono state rilevate attraverso 9 domande che hanno indagato età, genere, stato civile, numero di figli, titolo di studio, nazionalità, anzianità di servizio nell'attuale occupazione, anzianità di servizio totale, ruolo lavorativo. Per la rilevazione della *percezione dei rischi lavorativi* è stato utilizzato: (a) un questionario per la rilevazione delle caratteristiche qualitative del rischio, costruito sul modello del differenziale semantico, che rileva, su di una scala Likert a 7 punti, 14 dimensioni bipolari di rischio lavorativo ("Rispetto ai rischi presenti nel mio lavoro...") (41): 1) il rischio è assunto volontariamente – il rischio è assunto involontariamente; 2) l'effetto sulla salute è immediato – l'effetto sulla salute è differito 3) vi è una chiara conoscenza del rischio da parte dei lavoratori – il rischio è sconosciuto ai lavoratori; 4) vi è una chiara conoscenza del rischio da parte della scienza – il rischio è sconosciuto da parte della scienza; 5) gli effetti dannosi dei pericoli sono personalmente controllabili – gli effetti dei pericoli non sono personalmente controllabili; 6) i rischi sono nuovi – i rischi sono familiari; 7) i rischi sono "cronici" (uccidono le persone una alla volta) – i rischi sono catastrofici (uccidono molte persone alla volta); 8) i rischi sono comuni (le per-

sone hanno imparato a convivere) – i rischi sono terrificanti (scatenano reazioni di terrore); 9) i rischi hanno conseguenze non fatali – i rischi hanno conseguenze fatali; 10) assenza di rischi per le generazioni future – presenza di rischi per le generazioni future; 11) gravità del rischio controllata – gravità del rischio non controllata; 12) danno osservabile – danno non osservabile; 13) non esposto personalmente al rischio – esposto personalmente al rischio; 14) poche persone esposte al rischio – molte persone esposte al rischio; (b) un item sulla percezione di presenza di rischi sul luogo di lavoro ("Quali pensa siano i fattori di rischio professionale nel suo lavoro?") (Fisico, Traumatico, Chimico, Biologico, Psicologico, Relazionale, Organizzativo, Altri Rischi), con risposta di tipo presente/assente; un item (c) con scala Likert a 5 punti sul livello di rischio percepito a lavoro ("Quanto valuta il livello di rischio presente nel suo lavoro?"), dove 1 sta per "basso rischio percepito" e 5 sta per "alto rischio percepito). La *conoscenza auto-percepita della normativa* sulla sicurezza dei lavoratori (normativa, servizi, dispositivi) è stata misurata attraverso una scala ad hoc composta da 4 items ("Come valuta la sua conoscenza del Testo Unico sulla Salute e la Sicurezza sul lavoro?") con scala Likert a 5 punti, dove 1 sta per "scarsa conoscenza" e 5 "ottima conoscenza" (Alpha di Cronbach = .881). La *percezione della Qualità di vita* (fumo, alcool, sonno, alimentazione) è stata misurata attraverso una scala ad hoc composta da 4 items ("Come valuta la qualità del suo sonno?") con scala Likert a 5 punti, dove 1 sta per "scarsa qualità" e 5 "ottima qualità" (Alpha di Cronbach = .872). La *soddisfazione complessiva* è stata misurata attraverso una scala ad hoc composta da 3 items ("Quanto si ritiene soddisfatto della sua vita lavorativa?") con scala Likert a 5 punti, dove 1 sta per "totalmente insoddisfatto" e 5 "totalmente soddisfatto" (Alpha di Cronbach = .909).

Risultati

I lavoratori hanno dichiarato la presenza, nei propri luoghi di lavoro, soprattutto di rischi fisici (nel 63%), psicologici (nel 60%), e relazionali (nel 57%) (Figura 1). È stata, invece, percepita una minore presenza di rischi biologici (nel 30% dei lavoratori), traumatici (nel 20%) ed organizzativi (nel 20%); i rischi chimici ed i restanti rischi professionali sono stati percepiti con una frequenza marginale (nel 10% del campione). Nessuna differenza significativa tra i sotto-campioni aziendali è emersa per la presenza dei differenti rischi rilevati, possibilmente a causa della omogeneità delle mansioni e del settore di lavoro. La metà dei lavoratori percepisce un basso livello di rischio sul posto di lavoro (52%), oltre un terzo un livello medio di rischio (38%), ed il restante 10% percepisce un livello alto di rischio.

Personalità e percezione del rischio

Il fattore di personalità che ha mostrato il maggior numero di correlazioni significative con le 14 dimensioni qualitative di percezione del rischio è l'*Amicalità* (Tabella II): un atteggiamento empatico e disponibile correla posi-

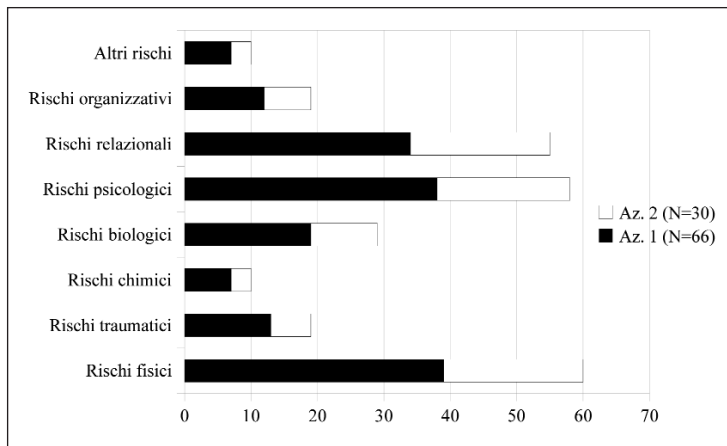


Figura 1. Presenza percepita dei rischi a lavoro nei diversi sotto-campioni

tivamente con la percezione che i rischi lavorativi siano assunti involontariamente ($r = .539$; $p < .01$), mentre correla negativamente con la percezione che gli effetti del rischio siano immediati nel tempo ($r = -.449$, $p < .01$), con la percezione che il rischio conosciuto esattamente ($r = -.369$, $p < .05$), con la percezione che il rischio sia conosciuto dalla scienza ($r = -.367$, $p < .05$), con la capacità personale di controllo del rischio ($r = -.341$, $p < .05$), con la possibilità che il rischio venga percepito come comune ($r = -.493$, $p < .01$), con l'osservabilità percepita dei danni del rischio ($r = -.452$, $p < .01$), con la percezione che il numero di persone esposte al rischio sia più elevato ($r = -.338$, $p < .05$). L'*Apertura mentale* correla positivamente con la percezione di non trovarsi volontariamente davanti al rischio ($r = .358$; $p < .05$), e negativamente con la percezione che il rischio possa causare decessi in maniera massiva ($r = -.372$; $p < .05$), con la percezione di un rischio ca-

tastrofico ($r = -.569$; $p < .01$), e con la percezione che il rischio abbia conseguenze fatali ($r = -.515$; $p < .01$). La *Coscienziosità* correla positivamente con la percezione di non trovarsi volontariamente davanti al rischio ($r = .492$; $p < .01$) e che il rischio abbia conseguenze fatali ($r = .325$; $p < .05$), mentre correla negativamente con la percezione che il rischio sia nuovo ($r = -.310$; $p < .05$). La *Stabilità Emotiva* correla positivamente con la percezione di non trovarsi volontariamente davanti al rischio ($r = .324$; $p < .05$) e negativamente con la percezione che il rischio sia catastrofico ($r = -.373$; $p < .05$). L'*Estroversione*, infine, correla positivamente con la percezione che il rischio sia familiare ($r = .329$; $p < .05$) e negativamente con l'osservabilità del danno ($r = -.361$, $p < .01$). Come si evince dai ri-

sultati, la percezione di volontarietà nell'esposizione al rischio è la dimensione che correla con il maggior numero di fattori di personalità (Tabella II), seguita dalla percezione che il rischio sia comune. L'analisi della regressione multipla ha evidenziato che (Tabella III): l'*Amicalità* predice le seguenti dimensioni di percezione dei rischi: volontarietà del rischio ($\beta = .295$, $p < .01$), osservabilità del danno ($\beta = -.304$, $p < .01$), rischio comune ($\beta = -.226$, $p < .05$), immediatezza del danno ($\beta = -.336$, $p < .05$), parzialmente confermando l'ipotesi Hp1b per alcune categorie di rischio. Più si è amichevoli e più si ritiene che ci si esponga ai rischi volontariamente, che i rischi siano osservabili, comuni, e dai danni immediati. La *Coscienziosità* predice le seguenti dimensioni di percezione dei rischi: volontarietà del rischio ($\beta = .383$ $p < .01$), gravità delle conseguenze del rischio ($\beta = .279$, $p < .05$). I più coscienti ritengono che ci si esponga ai rischi involontaria-

Tabella II. Correlazioni tra tratti di personalità e dimensioni del rischio

	Tratti di personalità – Big Five				
	Estroversione	Amicalità	Coscienziosità	Stabilità emotiva	Apertura mentale
Dimensioni del Rischio					
Volontarietà del rischio	-.075	.539**	.492**	.324*	.358*
Immediatezza del danno	-.196	-.449**	.154	-.195	.076
Conoscenza personale del rischio	-.045	-.369*	-.293	.016	.032
Conoscenza del rischio da parte della scienza	-.195	-.367*	.073	-.128	-.132
Controllo del rischio	.082	-.341*	-.076	.030	.146
Novità del rischio	.329*	-.060	-.310*	.257	.064
Pervasività del danno	.017	-.149	.111	-.197	-.372*
Rischio Comune	-.218	-.493**	.132	-.373*	-.569**
Gravità delle conseguenze	.132	-.198	.325*	-.065	-.515**
Minaccia per le generazioni future	.136	-.296	-.046	.030	-.261
Controllabilità della gravità del rischio	-.032	-.222	-.120	-.226	-.136
Osservabilità del danno	-.361*	-.452**	.023	-.103	-.074
Esposizione personale al rischio	-.083	-.338*	.138	-.046	-.130
Esposizione collettiva al rischio	-.029	-.002	.056	.059	.298

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Tabella III. *Regressione multipla delle scale del BFQ come predittori delle dimensioni del rischio*

	Estroversione		Amicalità		Coscienziosità		Stabilità emotiva		Apertura mentale	
	Beta	t	Beta	t	Beta	t	Beta	t	Beta	t
Volontarietà del rischio	-.033	.89	.295	2.82**	.383	3.04**	.223	2.06*	.249	2.58*
Immediatezza del danno	-.089	1.28	-.336	-3.1**	.087	1.24	-.093	1.39	.028	.87
Rischio comune / terrificante	-.208	1.71	-.226	2.01*	.128	1.42	-.268	-2.31*	-.377	3.12**
Gravità delle conseguenze	.078	1.0	-.091	1.31	.279	2.41*	-.048	.91	-.393	-3.2**
Osservabilità del danno	-.361	-2.9**	-.304	-3.31**	.204	1.66	-.009	.44	-.074	1.22
R ²	.086		.218**		.179*		.067		.094*	

* p < .05; ** p < .01; *** p < .001

mente e che le conseguenze possano essere fatali. L'ipotesi Hp1c risulta solo parzialmente confermata. La *Stabilità Emotiva* predice la percezione di esporsi involontariamente di fronte ai rischi sul lavoro ($\beta = .223$, $p < .05$) e che il rischio sia comune ($\beta = .268$, $p < .05$). I più stabili emotivamente ritengono che ci si esponga ai rischi involontariamente e che i rischi siano poco terrificanti. L'ipotesi Hp1d non risulta confermata. L'*Apertura Mentale* predice la percezione che il rischio sia comune ($\beta = -.377$, $p < .01$), la percezione che le conseguenze del rischio siano gravi ($\beta = -.393$, $p < .01$) e che l'esposizione volontaria al rischio: più si aperti mentalmente e più si reputa il rischio come comune, dalle conseguenze non fatali e che l'esposizione ad esso sia involontaria. L'ipotesi Hp1e risulta parzialmente confermata. L'*Estroversione* predice la percezione che il danno sia osservabile ($\beta = -.362$, $p < .05$). Livelli alti di Estroversione predicono che il danno sia assunto volontariamente. L'ipotesi Hp1a non risulta confermata. Congiuntamente, i fattori di personalità *Amicalità*, *Coscienziosità* e *Stabilità Emotiva* spiegano una quota significativa della varianza totale ($R^2 = .467$, $F = 6.47$, $p < .01$) della percezione di esporsi involontariamente di fronte ai rischi sul lavoro. L'*Estroversione* e l'*Amicalità* predicono, congiuntamente, il 25% di varianza totale ($R^2 = .246$, $F = 2.89$, $p < .05$) della percezione che il danno sia osservabile. L'*Amicalità*, la *Coscienziosità* e l'*Aper-*

tura Mentale spiegano il 45% della varianza ($R^2 = .448$, $F = 6.21$, $p < .01$) della percezione che il rischio sia comune piuttosto che terrificante. *Coscienziosità* ed *Apertura Mentale* predicono, congiuntamente, una larga quota di varianza ($R^2 = .409$, $F = 3.62$, $p < .01$) della percezione della gravità delle conseguenze del rischio. I fattori di personalità sono anche, congiuntamente, predittori del livello di rischio percepito (Tabelle IV e V).

Fattori socio-demografici e percezione del rischio

L'ANOVA non ha rilevato differenze di genere significative per quanto riguarda nessuna delle 14 dimensioni qualitative del rischio, né per quanto concerne il livello di rischio percepito. L'ipotesi Hp2a, pertanto, non ha trovato riscontri nei dati. Tra i fattori socio-demografici, l'età e l'anzianità di servizio hanno evidenziato correlazioni significative con le dimensioni di volontarietà del rischio, controllo del rischio, conoscenza personale del rischio, gravità delle conseguenze e controllabilità della gravità del rischio (Tabella VI). L'analisi della regressione multipla ha evidenziato, inoltre, che l'età predice le seguenti dimensioni qualitative di percezione dei rischi: volontarietà del rischio ($\beta = -.348$, $p < .001$), conoscenza perso-

Tabella IV. *Correlazioni tra livello di rischio percepito, fattori di personalità e socio-anagrafici*

	Livello di rischio percepito
Personalità	
Energia	-.168
Amicalità	.377*
Coscienziosità	.269
Stabilità Emotiva	-.532**
Apertura Mentale	-.408**
Fattori socio-anagrafici	
Età	-.313*
Anzianità di servizio	-.381*

* p < .05; ** p < .01; *** p < .001

Tabella V. *Regressione multipla delle scale del BFQ e dei fattori socio-anagrafici come predittori del livello di rischio percepito*

	Livello di rischio percepito	
Personalità	Beta	t
Energia	-.098	.94
Amicalità	.199	1.39*
Coscienziosità	.118	1.04
Stabilità Emotiva	-.432	-3.27*
Apertura Mentale	-.338	2.81*
R ²	.221*	
Fattori socio-anagrafici	Beta	t
Età	-.209*	-1.86*
Anzianità di servizio	-.211*	-1.81*
R ²	.255*	

* p < .05; ** p < .01; *** p < .001

Tabella VI. Correlazioni tra fattori demografici e percezione del rischio

	Età	Anzianità in azienda	Anzianità totale
Volontarietà del rischio	-.489***	-.321**	-.438**
Immediatezza del danno	.294*	.181	.187
Conoscenza personale del rischio	-.372**	-.386**	-.383**
Conoscenza del rischio da parte della scienza	-.406**	-.099	-.115
Controllo del rischio	.211	.299*	.314**
Novità del rischio	-.167	-.123	-.138
Pervasività del danno	-.431**	-.187	-.209
Rischio Comune	-.389**	-.212	-.22
Gravità delle conseguenze	-.380**	-.379**	-.360**
Minaccia per le generazioni future	-.188	-.119	-.163
Controllabilità della gravità del rischio	-.227	.385**	.394**
Osservabilità del danno	.163	.191	.215
Esposizione personale al rischio	.463**	.129	.146
Esposizione collettiva al rischio	.168	.073	.098

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

nale del rischio ($\beta = -.275$, $p < .05$), conoscenza da parte della scienza ($\beta = -.219$, $p < .05$), pervasività del danno ($\beta = -.332$, $p < .01$), gravità delle conseguenze ($\beta = .319$, $p < .05$), esposizione personale al rischio ($\beta = .347$, $p < .01$). L'anzianità di servizio totale predice le seguenti dimensioni di percezione dei rischi: volontarietà del rischio ($\beta = -.328$, $p < .01$), conoscenza personale del rischio ($\beta = -.227$, $p < .05$), controllo del rischio ($\beta = .194$, $p < .05$), gravità delle conseguenze ($\beta = .211$, $p < .05$), controllabilità della gravità del rischio ($\beta = .224$, $p < .05$). Alcuni fattori socio-demografici (età e anzianità di servizio) sono anche, congiuntamente, predittori del livello di rischio percepito (Tabella V). Le ipotesi Hp2b e Hp2c risultano, di conseguenza, confermate.

Conoscenza auto-percepita della sicurezza, qualità della vita e soddisfazione

Nessuna delle dimensioni qualitative del rischio è risultata in relazione con le tre variabili, conoscenza auto-percepita della normativa sulla sicurezza, qualità della vita e soddisfazione. Il livello di rischio percepito risulta, comunque, predittivo del livello di soddisfazione ($\beta = -.327$, $p < .01$). Le ipotesi Hp3 e Hp5 non risultano confermate, mentre la Hp4 risulta parzialmente confermata.

Discussione

L'indagine intendeva soppesare l'effetto di variabili individuali di diversa natura sulla percezione dei rischi ed in particolare sulla percezione degli aspetti qualitativi del rischio, ed il possibile effetto di questo processo su outcomes quali la soddisfazione e la qualità di vita percepita. Per quanto concerne l'effetto della personalità, sulla base dei riferimenti in letteratura, ci si attendeva che le persone

con più alti livelli di estroversione avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come meno pericolosi e dannosi. Tuttavia, l'Hp1a è stata confermata solo per alcune dimensioni del rischio (osservabilità del danno e percezione di novità del rischio): profili più estroversi percepiscono i rischi come "più vecchi" ed "osservabili" e, quindi, sostanzialmente, meno dannosi rispetto ai profili meno estroversi. Ci si attendeva che le persone con più alti livelli di amicalità avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi: l'Hp1b risulta confermata per numerose dimensioni di rischio (volontarietà del rischio, immediatezza del danno, conoscenza personale del rischio, conoscenza del rischio da parte della scienza, controllo personale del rischio): profili con livelli più elevati di amicalità percepiscono i rischi come assunti involontariamente, dall'effetto immediato, conosciuti precisamente e controllabili. L'Hp1b, però, risulta disconfermata per le dimensioni di rischio comune/terrificante, osservabilità del danno ed esposizione personale al rischio ed, addirittura, i risultati hanno mostrato una relazione opposta a quella prevista: profili con livelli più elevati di amicalità percepiscono di essere meno a rischio di esposizione personale, e che i rischi sono più comuni ed osservabili e, quindi, essenzialmente, meno dannosi rispetto ai profili meno amichevoli. Ci si attendeva che le persone con più alti livelli di coscienziosità avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi. L'Hp1c risulta confermata solo per le dimensioni di volontarietà del rischio, novità del rischio e gravità delle conseguenze: profili con livelli più elevati di *Coscienziosità* percepiscono di essere esposti involontariamente al rischio, che il rischio sia nuovo e certamente fatale. Ci si attendeva che le persone con bassi livelli di Stabilità Emotiva avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come più pericolosi e dannosi. L'Hp1d risulta confermata solo per le dimensioni di vo-

lontarietà del rischio e di rischio comune: profili con livelli più bassi di Stabilità Emotiva percepiscono di essere esposti volontariamente al rischio e che il rischio sia terrificante. Ci si attendeva che le persone con alti livelli di Apertura Mentale avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come meno pericolosi e dannosi. L'Hp1e risulta confermata per le dimensioni di rischio cronico/catastrofico, rischio comune/terrificante, gravità delle conseguenze: profili con livelli più alti di Apertura Mentale percepiscono che il danno sia meno catastrofico, meno terrificante e dalla gravità certamente non fatale. L'Hp1e non risulta confermata per la dimensione di volontarietà del rischio ed i risultati hanno mostrato una relazione opposta a quella attesa: profili con livelli più alti di Apertura Mentale percepiscono di essere esposti involontariamente al rischio. L'ipotesi Hp1, per quanto concerne la relazione tra livello di rischio percepito e personalità, risulta confermata parzialmente ed, in particolar modo per le dimensioni di Amicalità, Coscienziosità e Apertura Mentale. Complessivamente, quindi, i risultati confermano solo alcune delle relazioni tra personalità e percezione dei rischi evidenziate in precedenti studi (26-39). Prese singolarmente, le diverse dimensioni di personalità aiutano a comprendere e predire solo qualche singola dimensione della percezione degli aspetti qualitativi del rischio. Ma risulta necessario evidenziare che, congiuntamente, alcuni fattori di personalità sono indubbiamente dei forti predittori di specifiche ed importanti dimensioni qualitative del rischio, in particolare della volontarietà-involontarietà nell'esposizione ai rischi, dell'osservabilità del danno, della percezione che i rischi siano terrificanti piuttosto che comuni, e che i danni vengano percepiti come gravi. Alcuni aspetti qualitativi dei rischi a lavoro (tra tutti, la possibilità che il rischio percepito sia dannoso alle generazioni future, la controllabilità del danno e la percezione che l'esposizione al rischio sia collettiva) sembrano meno in relazione con la struttura di personalità e, possibilmente, meno influenzati da caratteristiche psicologiche, mentre potrebbero risultare in relazione con l'*expertise* o altre variabili non prese in considerazione nel presente studio, e che necessitano certamente di approfondimenti futuri. Per quanto riguarda l'effetto dei fattori socio-anagrafici sulla percezione del rischio, sulla base dei riferimenti in letteratura, ci si attendeva che le persone con maggiore anzianità anagrafica e di servizio avrebbero percepito gli aspetti qualitativi del rischio come meno pericolosi e dannosi. L'Hp2b e Hp2c sono state confermate per numerose dimensioni qualitative del rischio: i lavoratori più anziani percepiscono di essere meno a rischio di esposizione personale, che i rischi sono conosciuti, comuni, e dalle conseguenze non gravi ed osservabili; i lavoratori con maggiore anzianità di servizio percepiscono di essere meno a rischio di esposizione personale, che i rischi sono conosciuti, controllati, e dalle conseguenze non gravi. Risulta pertanto confermato che l'età e l'anzianità di servizio conducano ad un effetto di "presunzione di controllo" sul rischio (7, 8, 9, 39), e ciò risulta confermato sia per il livello di rischio percepito che per le dimensioni qualitative del rischio. Ci si sarebbe attesi anche una differenza di genere nella percezione dei rischi, in direzione di una percezione,

da parte delle donne, di maggior pericolo e danno degli aspetti qualitativi del rischio. L'Hp2a non è risultata, però, confermata. Il mancato effetto del genere sugli aspetti qualitativi del rischio potrebbe essere conseguente alla bassa numerosità del campione, o alla riduzione delle differenze tra uomini e donne per quanto concerne la percezione degli aspetti qualitativi del rischio rispetto a quelli quantitativi. Il mancato effetto del genere, però, anche sul livello percepito di rischio, appare in contrasto con questa ipotesi esplicativa, e rimanda ad indagini future più sistematiche e rigorose. Nessuna delle dimensioni qualitative del rischio è risultata in relazione con le variabili conoscenza auto-percepita della normativa sulla sicurezza, qualità della vita e soddisfazione; solo il livello globale di rischio percepito risulta significativamente predittivo del livello di soddisfazione. È possibile presupporre che le percezioni relative agli aspetti qualitativi del rischio potrebbero non essere in relazione con gli outcomes o con variabili di background individuale, come la conoscenza della normativa sulla sicurezza o l'*expertise*. La relazione evidenziata tra livello di rischio percepito e soddisfazione, al contrario, mostra come un indicatore quantitativo del rischio percepito possa essere in grado di predire la soddisfazione del lavoratore, e come questo outcome possa essere utilizzato, qualora futuri studi confermeranno questi risultati, come parametro di valutazione (inversa) della sicurezza percepita all'interno del luogo di lavoro. I risultati della presente ricerca sono inficiati da alcune limitazioni metodologiche che possono rappresentare importanti stimoli per il miglioramento di futuri studi. Tra le limitazioni principali della ricerca vi è indubbiamente la bassa numerosità del campione, che non consente una completa generalizzabilità dei risultati ottenuti. In prospettiva, ricerche future dovranno considerare, oltre alle possibili differenze nella percezione dei rischi dovute a fattori socio-demografici, anche quelle dovute a fattori lavorativi ed organizzativi di diversa natura (come ad esempio, la dimensionalità aziendale, la cultura ed il clima aziendale, membership e cittadinanza organizzativa, ecc.), e valutare se queste variabili possano, e in quale modalità, giocare un ruolo moderatore o interveniente tra fattori di personalità e percezione dei rischi. I risultati forniscono, comunque, indicazioni preliminari utili nella formazione del personale e nella prevenzione e gestione dei rischi sul lavoro. A titolo esemplificativo, dal punto di vista applicativo, se i lavoratori meno amichevoli percepiscono più frequentemente che gli effetti letali dei pericoli siano immediati, che i rischi siano meno osservabili e non conosciuti precisamente, se gli individui introversi percepiscono i rischi come "più nuovi" e "meno osservabili", e se i soggetti con maggiore instabilità emotiva hanno più frequenti percezioni di presenza di rischi terrorizzanti, sarà possibile presupporre che i lavoratori con un profilo di personalità introverso, poco amichevole ed emotivamente instabile, potrebbero avere comportamenti e percezioni da tenere maggiormente sotto controllo attraverso, ad esempio, dei piani di monitoraggio periodici. Nella gestione dei comportamenti e degli atteggiamenti di rischio a lavoro, il management dovrebbe attuare politiche di formazione e monitoraggio che tengano conto delle differenze individuali, pre-

disponendo interventi ad hoc e delineando una cornice dei rischi che definisca i loro confini all'interno dell'azienda. Successivamente, il management sarà tenuto a sviluppare politiche generali aziendali e specifiche per ogni area funzionale, che riguardano i monitoraggi quotidiani, i processi di valutazione, ed i processi di gestione e controllo dei rischi. Nella pratica, la progettazione di interventi sulla gestione dei rischi dovrebbe incentrarsi su attività di gruppo che hanno un impatto maggiore sul comportamento individuale e, quando sono in grado di aumentare la coesione interna dei gruppi di lavoro, possono consentire una maggiore prevenzione degli infortuni ed una minore propensione a comportamenti di rischio (9). L'attenzione della ricerca sulla sicurezza a lavoro si è progressivamente spostata da modelli strettamente ergonomici a modelli che tengono conto di dinamiche ed interazioni sociali tra lavoratori, e di aspetti soggettivi, inter-soggettivi e culturali che intervengono nei processi di percezione dei rischi. La percezione del rischio non appare come un fenomeno lineare quanto, piuttosto, una dimensione personale, mutabile in base a diverse condizioni, e soggetta ad influenze e distorsioni. Diverse indicazioni in letteratura hanno evidenziato come oltre a fattori socio-anagrafici ed i tratti di personalità, sarebbero soprattutto gli stati emotivi circostanziali a condizionare la percezione del rischio a lavoro (43, 44). Alcuni autori hanno descritto la percezione dei rischi come un processo cognitivo mediato da una componente emotiva: le emozioni rappresenterebbero delle euristiche (o scorciatoie mentali) che consentono alle persone di valutare i rischi in maniera non certamente razionale, ma funzionale (45, 46). Chiaramente, questi stati emotivi temporanei sono condizionati – e in qualche modo gestiti – principalmente dalla nostra struttura di personalità, ma sarà compito di future ricerche chiarire il peso delle differenti variabili nel processo di percezione dei rischi. Innanzitutto, risulta necessaria una maggiore esplorazione delle differenze tra le diverse misure di percezione del rischio utilizzate in letteratura: livello di rischio percepito, checklist di presenza/assenza di rischi specifici e aspetti qualitativi del rischio, possiedono differenti sensibilità, poteri predittivi ed affidabilità e, non casualmente, alcuni autori hanno sottolineato la necessità di specifici strumenti di misurazione delle differenze individuali nell'atteggiamento nei confronti dei rischi (47). Inoltre, vi è una sostanziale mancanza di modelli teorici riconosciuti che tengano conto di tutte le variabili in gioco (anagrafiche, lavorative, di personalità, di percezione del rischio, fattori intervenienti, ecc.) (38, 46). Qual'è il reale contributo della struttura di personalità alla gestione degli stati emotivi che mediano la percezione dei rischi a lavoro? E quali sono i fattori che possiamo considerare “antecedenti”, e quali quelli “intervenienti” o moderatori? Il contributo che la ricerca sul tema può offrire alla riduzione degli infortuni e degli incidenti sul lavoro appare importante, e passa attraverso la crescita della consapevolezza, da parte di tutti i soggetti aziendali, del ruolo giocato dalle variabili psicologiche (48). La percezione del rischio, ovvero la distanza psicologica soggettiva esistente tra pericolo e rischio, assume un'importanza di primo piano, perché in grado di condizionare azioni, reazioni, comportamenti, atteggiamenti,

credenze, scelte, valutazioni e decisioni in situazioni potenzialmente pericolose, influenzando le probabilità percepite che i potenziali pericoli possano accadere.

La ricerca è stata progettata da DC e MB, la raccolta e l'analisi dei dati è stata effettuata da MB e DA, e tutti gli autori hanno contribuito alla stesura dell'articolo.

Bibliografia

- 1) Pagliaro S, Lo Presti A, Barattucci M, Giannella VA, Barreto M. On the Effects of Ethical Climate(s) on Employees' Behavior: A Social Identity Approach. *Front Psychol*. 2018 Jun 12;9:960. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00960.
- 2) Barattucci M, Alfano V, Amodio, S. The company judged from the inside: diversification, equity and justice in organizations. *Journal of Psychological and Educational Research* 2017; 25(1): 65-81.
- 3) Barattucci M, Sarchielli G. Stress lavoro-correlato: metodologia e strumenti di valutazione. In: AA.VV., eds. *Rischio stress lavoro-correlato*. Napoli: Liguori Editore, 2013: 55-103.
- 4) Cox T, Griffiths A. The nature and measurement of work-related stress: theory and practice. In: Wilson JR, Corlett N, eds. *Evaluation of Human Work*. 3rd ed. London: CRS Press, 2005.
- 5) Savadori L, Rumiati R. *Nuovi Rischi e Vecchie Paure*. Bologna: Il Mulino, 2005.
- 6) Siegrist M, Cvetkovich G. Perception of hazards: The role of social trust and knowledge. *Risk Analysis* 2000; 20: 713-720.
- 7) Sjöberg L. Distal factors in risk perception. *Journal of Risk Research* 2003; 6: 187-211.
- 8) Gustafson PE. Gender differences in risk perception: Theoretical and methodological perspectives. *Risk Analysis* 1998; 18: 805-811.
- 9) Sjöberg L. Factors in risk perception. *Risk Analysis* 2000; 20: 1-11.
- 10) Slovic P. Perception of Risk. *Science* 1987; 236(4799): 280-285.
- 11) Boholm A. Comparative studies of risk perception: A review of twenty years of research. *Journal of Risk Research* 1998; 1: 135-163.
- 12) Slovic P, Finucane ML, Peters E, MacGregor DG. Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. *Risk Analysis* 2004; 24(2): 311-322.
- 13) Brown VJ. Risk Perception: it's personal. *Environmental Health Perspective* 2014; 122(10): 276-279.
- 14) Slovic P. *The Perception of Risk*. London: Earthscan, 2000.
- 15) Weber EU, Hsee C. Cross-cultural differences in risk perception, but cross-cultural similarities in attitudes toward perceived risk. *Management Science* 1998; 44: 205-217.
- 16) Slovic P, Peter E. Risk perception and affect. *Current Directions in Psychological Science* 2006; 15: 322-325.
- 17) McCrae RR, Costa PT. Toward a new generation of personality theories: theoretical context for the Five-Factor Model. In: Wiggins JS, ed. *The Five-Factor Model of Personality: theoretical perspective*. New York: Guilford, 1998: 51-87.
- 18) Bronfman NC, Cifuentes LA, Gutierrez VV. Participant-focused analysis: Explanatory power of the classic psychometric paradigm in risk perception. *Journal of Risk Research* 2008; 11(6): 735-753.
- 19) Wang X, Pan Y, Zhang K, Sui Y, Lv T, Xu S, Gao L. Emotional Experience and personality traits influence individual and joint risk-based decision making. *Social Behavior and Personality* 2017; 45(6): 881-892.
- 20) Deitingner P, Nardella C, Ronchetti M, Bonafede M, Grandi C. Life styles, anxiety, expertise: the perception of risk from electromagnetic fields. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 2011; 33(SupplB): B14-20.
- 21) McCrae RR, Costa PT. Personality trait structure as a human universal. *American Psychologist* 1997; 52(5): 509-516.
- 22) McCrae RR, Costa PT. A Five-Factor Theory of personality. In: Pervin LA, John OP, eds. *Handbook of personality: Theory and research*. 2nd ed. New York: Guilford, 1999: 139-153.
- 23) Doraty K, Bourassa M, Berdahl L, Fried J, Bell S. Support, opposition, emotion and contentious issue risk perception. *International Journal of Public Sector Management* 2016; 29(2): 201-216.
- 24) Butler G, Mathews A. Anticipating anxiety and risk perception. *Cognitive Therapy and Research* 1987; 11: 551-565.

- 25) Kallmen H. Manifest anxiety, general self-efficacy and locus of control as determinants of personal and general risk perception. *Journal of Risk Research* 2000; 3(2): 111-120.
- 26) Bouyer M, Bagdassarian S, Chaabane S, Mullet E. Personality correlates of risk perception. *Risk Analysis* 2001; 21: 457-465.
- 27) Nicholson N, Soane E, Fenton-O'Creevy M, Willman P. Personality and domain-specific risk taking. *Journal of Risk Research* 2005; 8(2): 157-76.
- 28) Wang CM, Xu BB, Zhang SJ, Chen YQ. Influence of personality and risk propensity on risk perception of Chinese construction project managers. *International Journal of Project Management* 2016; 34(7): 1294-1304.
- 29) Lauriola M, Levin IP. Relating individual differences in Attitude toward Ambiguity to risky choices. *Journal of Behavioral Decision Making* 2001; 14(2): 107-122.
- 30) Chauvin B, Hermand D, Mullet E. Risk Perception and Personality Facets. *Risk Analysis* 2007; 27(1): 171-185.
- 31) Vollrath M, Knoch D, Cassano L. Personality, Risky Health Behaviour, and Perceived Susceptibility to Health Risks. *European Journal of Personality* 1999; 13: 39-50.
- 32) Lemos-Giraldez S, Fidalgo-Aliste AM. Personality Dispositions and Health-related Habits and Attitudes: a Cross-sectional Study. *European Journal of Personality* 1997; 11(3): 197-209.
- 33) Hampson SE, Andrews JA, Barckley M, Lichtenstein E, Lee ME. Conscientiousness, perceived risk, and risk-reduction behaviors: A preliminary study. *Health Psychology* 2000; 19: 496-500.
- 34) Paunonen SV, Ashton MC. Big five factors and facets and the prediction of behavior. *Journal of Personality and Social Psychology* 2001; 8(3): 524-539.
- 35) Booth-Kewley S, Vickers RR. Associations between major domains of personality and health behavior. *Journal of Personality* 1994; 62(3): 281-298.
- 36) Ferguson E. The roles of contextual moderation and personality in relation to the knowledge-risk link in the workplace. *Journal of Risk Research* 2001; 4(4): 323-340.
- 37) Fyhri A, Backer-Grøndhal A. Personality and risk perception in transport. *Accident Analysis and Prevention* 2012; 49: 470-475.
- 38) Yilmaz H. Perceived risk, risk reduction methods and personality. *International Review of Business and Economic Studies* 2014; 1(1): 1-18.
- 39) Chang CH, Xu J, Song DP. Impact of different factors on the risk perceptions of employees in container shipping companies: a case study of Taiwan. *International Journal of Shipping and Transport Logistics* 2016; 8(4): 361-388.
- 40) Caprara GV, Barbaranelli C, Borgogni L. Big Five Questionnaire. Firenze: Organizzazioni Speciali, 1993.
- 41) Savadori L, Rumiati R, Bonini N, Pedon A. Percezione del rischio: Esperti vs non esperti. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria* 1998; 59: 387-405.
- 42) Barattucci M, Cafagna D, Bocciolesi E, Frascchetti V. Active training techniques for outplacement: Does group training improve placement? *Encyclopaedia* 2018; 22(51): 1-10.
- 43) Johnson EJ, Tversky A. Affect, generalization, and the perception of risk. *Journal of Personality and Social Psychology* 1983; 45: 20-31.
- 44) Rubaltelli E, Rumiati R. Emozioni, paure e decisioni rischiose. *Sviluppo & Organizzazione* 2008; 229: 43-46.
- 45) Finucane ML, Alhakami A, Slovic P, Johnson SM. The Affect Heuristic in Judgments of Risks and Benefits. *Journal of Behavioral Decision Making* 2000; 13(1): 1-17.
- 46) Loewenstein GF, Weber EU, Hsee CK, Welch ES. Risk as Feelings. *Psychological Bulletin* 2001; 127(2): 267-286.
- 47) Weber EU, Blais AR, Betz NE. A Domain-specific Risk-attitude Scale: Measuring Risk Perceptions and Risk Behaviors. *Journal of Behavioral Decision Making* 2002; 15(4): 263-290.
- 48) Barattucci M, Di Ninni E, Scassa E, Ambrosi A, Celsi N, Valente A. Evaluation of social, working conditions and wealth characteristics in harassed workers. *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 2006; 28(3): 161-163.

Corrispondenza: Massimiliano Barattucci, Università eCampus, via Matera 18, 00188 Roma, Italy, Tel. +39.3402442202, E-mail: maxbarattucci@gmail.com

Francesco Chirico¹, Giuseppe Taino², Nicola Magnavita³, Ines Giorgi⁴, Giuseppe Ferrari⁵,
Maria Carmela Mongiovì⁶, Marcello Imbriani⁶

Proposta di un metodo per la valutazione del rischio di burnout negli insegnanti: il VA.RI.B.O (VALutazione RIscio Burn-Out)

¹ Centro Sanitario Polifunzionale di Milano - Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Ministero dell'Interno - Roma

² Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) - IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri - Pavia

³ Dipartimento di Scienze della Donna, del Bambino e di Sanità Pubblica - Università Cattolica del Sacro Cuore - Roma

⁴ Unità Operativa di Psicologia - IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri - Pavia

⁵ Società Italiana di Psicoterapia Integrata per lo Sviluppo Psicosociale (SIPISS) - Milano

⁶ Università degli Studi di Pavia - Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) di IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri - Pavia

RIASSUNTO. Introduzione. La sindrome del burnout (BOS) può essere definita come una forma di strain lavorativo cronico caratterizzata dalla presenza di tre dimensioni: esaurimento emotivo, depersonalizzazione (o cinismo), ridotta efficacia professionale. La BOS colpisce tipicamente le professioni d'aiuto o "helping professions" come gli insegnanti.

Obiettivo. Scopi di questo studio sono: 1) precisare il concetto di BOS, così come attualmente configurato nella letteratura scientifica internazionale; 2) analizzare i fattori di rischio psicosociale negli insegnanti; 3) elaborare una metodologia per la valutazione e la prevenzione del rischio di BOS negli insegnanti.

Metodi. La revisione della letteratura ha seguito alcuni dei criteri delle linee guida PRISMA.

Risultati e discussione. I risultati dello studio indicano l'opportunità che la BOS sia considerata un fattore di rischio psicosociale specifico e distinto dal rischio da stress lavoro-correlato. Si propone una strategia denominata VA.RI.B.O (VALutazione RIscio di Burn-Out) da applicare per gli insegnanti.

Parole chiave: burnout, valutazione del rischio, insegnante, professioni d'aiuto.

ABSTRACT. Introduction. Burnout syndrome (BOS) can be defined as a chronic work strain characterized by three dimensions: emotional exhaustion, depersonalization (or cynicism), reduced professional effectiveness.

BOS typically strikes the helping professions like the teachers. Objective. The aims of this study are: 1) clarify the concept of BOS, as currently configured in the international scientific literature; 2) analyze the psychosocial risk factors in teachers; 3) develop a methodology for the assessment and prevention of the risk of BOS in the teachers.

Methods. The literature review followed some of the PRISMA guidelines criteria.

Results and discussion. The results of the study highlight BOS as a risk factor specific and distinct from labor-related stress. A strategy called VA.RI.B.O is proposed (Burn-Out Recognition) for teachers.

Key words: burnout, risk assessment, teacher, helping professions.

Introduzione

La sindrome del burnout (BOS) può essere definita come una forma di stress-strain lavorativo cronico tipica delle professioni d'aiuto o "helping professions" (HP) caratterizzata dalla presenza di tre dimensioni: l'esaurimento emotivo, la depersonalizzazione (o cinismo) e la ridotta efficacia professionale (1). Il termine "Burnout", che può essere tradotto come (emotivamente) "esaurito", "bruciato" o "consumato", è stato attribuito a Freudenberg (1974) che osservò tale fenomeno in una clinica psichiatrica di New York, dove volontari, assistenti sociali, e psicologi avevano consumato progressivamente nel tempo tutte le loro energie fisiche e mentali a causa dell'assistenza prestata (2). Da allora la BOS è stata studiata soprattutto nell'ambito delle professioni sanitarie. Tuttavia, l'attività di insegnante e di educatore, in quanto HP, è stata associata al rischio di BOS, soprattutto a causa della stretta relazione con l'allievo che, a tutti i livelli di insegnamento, comporta per l'insegnante un notevole impegno e dispendio di risorse soprattutto a livello emozionale (3-5). La BOS negli insegnanti è stata studiata da molti autori a livello internazionale. Ma le revisioni di letteratura più citate e conosciute sono piuttosto datate e non considerano, probabilmente, le ricerche ed i modelli più recenti di burnout. Il lavoro di Farber (1991), evidenzia la crisi del sistema educativo americano di allora da una prospettiva storica e sociale, dove le riforme scolastiche ed i cambiamenti sociali, comportavano una diminuzione dell'autonomia e dell'immagine sociale degli insegnanti (6). Il lavoro di Vandenberghe ed Huberman (1999) spiegava il burnout negli insegnanti come la conseguenza di pressioni determinate da richieste eccessive in termini di tempo ed energie non controbilanciate da giuste risorse e riconoscimenti (7). È, tuttavia, di Kyriacou e risale al 1987, la revisione di letteratura internazionale probabilmente più conosciuta e citata sul "teacher stress and burnout" (8). In Italia in questi anni c'è un acceso dibattito pubblico sul disagio psicologico negli insegnanti: le continue riforme scolastiche, che comportano sovraccarico di lavoro, eccesso di burocrazia e scarse ricompense economiche sembrano avere assunto un ruolo predominante nel

determinare il disagio mentale in una professione vocazionale “difficile” e poco riconosciuta dal punto di vista dell’immagine sociale. Probabilmente questa è la ragione per cui diversi sindacati di categoria, prima in Europa e poi in Italia, hanno presentato ricerche on-line con dati allarmanti, basati su vasti campioni di insegnanti. Lo studio probabilmente più importante, portato avanti dai Sindacati Europei (2007) e denominato ETUCE, ha utilizzato un campione di 500 scuole europee di cui 60 italiane, evidenziando come lo stress lavoro-correlato sia un problema molto rilevante per gli insegnanti a causa del sovraccarico di lavoro, dell’aumento del numero e del comportamento inaccettabile e violento da parte degli alunni che possono portare non solo a burnout o esaurimento emotivo, ma anche a depressione, insonnia e disturbi cardiovascolari generando fenomeni quali l’assenteismo (9). Viene inoltre spesso citato lo studio “Getsemani” di Lodolo d’Oria e coll. che, sviluppato a partire dai dati sulle patologie responsabili di inidoneità lavorativa permanente ottenuti da un campione di lavoratori di diverse professioni del pubblico impiego sottoposti a visita medica da parte del collegio medico-legale della ASL di Milano, ha evidenziato come causa di inidoneità al servizio e di prepensionamento, una netta prevalenza di patologie psichiatriche negli insegnanti rispetto alle altre attività lavorative (10, 11). Tale studio, tuttavia, si basava su patologie psichiatriche diagnosticabili e differenti dalla BOS, spesso riconducibili ai disturbi dell’umore di tipo ansioso-depressivo.

In Italia, infatti, non è attualmente possibile fare diagnosi di BOS, in quanto trattasi di una sindrome ancora non ufficialmente riconosciuta nemmeno dalla più recente versione (la quinta) del DSM. Tuttavia, la valutazione obbligatoria dello stress lavoro-correlato (SLC) e di tutti gli altri fattori di rischio psicosociale impongono ai datori di lavoro ed ai medici competenti impegnati nel settore socio-educativo di affrontare la BOS in maniera adeguata per rispondere alle esigenze e alle richieste di salute che provengono da parte dei lavoratori e dell’opinione pubblica. Dal momento che anche in medicina del lavoro, branca della sanità pubblica, le decisioni prese dai policy-maker e dagli stakeholder devono basarsi quanto più possibile sulle evidenze scientifiche, tale fenomeno necessita di essere affrontato e compreso dalla ricerca scientifica.

Obiettivo dello studio

L’obiettivo del nostro studio, pertanto, è stato triplice: 1) precisare il concetto di BOS, così come attualmente configurato nella letteratura scientifica internazionale; 2) analizzare i fattori di rischio psicosociale negli insegnanti; 3) elaborare una metodologia per la valutazione e la prevenzione del rischio di BOS negli insegnanti.

Materiali e metodi

Per realizzare la nostra ricerca è stata effettuata una approfondita revisione della letteratura scientifica di rife-

rimento. Per ragioni di rapidità, in considerazione della enorme mole di materiale pubblicato sull’argomento (oltre 6.000 pubblicazioni), si è scelto di non seguire tutti i punti delle linee guida per le revisioni sistematiche della letteratura PRISMA (12), cercando in ogni caso di dare conto di tutti i punti fondamentali e degli aspetti critici del problema. Per quanto riguarda lo studio sui modelli predittivi di BOS abbiamo effettuato una revisione di letteratura utilizzando i database Pubmed/Medline e Google Scholar, utilizzando le stringhe di ricerca “burnout” e “work-related stress”, “model”, “psychosocial risk factors” e “questionnaire”, in diverse combinazioni e selezionando i lavori scientifici più interessanti pubblicati nell’arco temporale 1/1/1986-31/12/2016. I risultati sono stati oggetto di una precedente pubblicazione (13). Per quanto riguarda lo studio dei fattori di rischio psicosociale di BOS negli insegnanti abbiamo utilizzato i database “Medline” e “Google Scholar”, utilizzando le stringhe di ricerca “teacher burnout” e “teacher work-related stress” in diverse combinazioni e selezionando i lavori scientifici più interessanti pubblicati nell’arco temporale 1/1/1986-31/12/2016. Abbiamo selezionato gli studi incentrati sull’applicazione del modello “Job Demand-Resources” negli insegnanti nel periodo 2001-2018 utilizzando la stringa di ricerca “Job-Demand Resources model AND teacher burnout”.

Risultati

1. Il concetto di burnout nella letteratura scientifica

Nel descrivere per la prima volta la sindrome, Maslach e coll. descrissero la BOS nel contesto delle HP, dove lo sbilanciamento tra il dare e l’avere nell’ambito della relazione di aiuto tra il “caregiver” (medici, infermieri, assistenti sociali, insegnanti, poliziotti, ecc.) ed il “recipient” (pazienti, disabili, studenti, utenti, ecc.), assumeva un ruolo fondamentale nella etiopatogenesi (1). Successivamente, la BOS è stata osservata anche nel contesto dei servizi del settore terziario, le cosiddette professioni “high-touch”, e presto anche in altre attività lavorative. Ciò ha modificato il significato iniziale della sindrome. L’esaurimento emozionale è diventato infatti la dimensione caratterizzante, mentre la relazione “interpersonale” in ambito lavorativo e la conseguente depersonalizzazione/cinismo verso l’utente sono stati classificati (e osservati) come “distacco/ cinismo” nutrito dal lavoratore nei riguardi della propria attività lavorativa (2).

Nel corso degli anni, gli studiosi hanno dibattuto a lungo sul modello più idoneo per descrivere sia l’insorgenza che l’evoluzione delle tre dimensioni della BOS, nonché sulla diversa importanza da attribuire alle stesse. Da quando venne descritto per la prima volta da Freudenberg nel 1974, sono stati elaborati numerosi modelli per spiegare l’etiopatogenesi della BOS: quelli di Maslach, Cherniss, Golembiewski, Pines, Harrison, Heifetz e Bersani, Edelwich e Brodsky, Farber, sono solo alcuni dei più importanti (2). Per esempio, il modello di Pines (14) pose l’accento sulle motivazioni individuali e sulla dimensione soggettiva, evidenziando come alla base del burnout ci

fosse un vissuto di “delusione” dovuto al fallimento delle motivazioni iniziali o ad un investimento eccessivo nella sfera lavorativa. Sono molte le pubblicazioni scientifiche sulla BOS. Schaufeli nel 2009 contò più di 6.000 lavori fra libri, articoli e pubblicazioni (15); per questo è difficile ricostruire con esattezza il percorso concettuale che ha riguardato tale sindrome. Nel modello originario dei primi anni ottanta, la BOS era considerata l'esito di un mancato bilanciamento tra il dare ed il ricevere, radicato nel processo di domande e di risposte emotive esistente nella relazione interpersonale (18). Pertanto, essa veniva descritta e studiata soprattutto nelle professioni “altruiste”: psichiatri, psicologi, assistenti sociali, infermieri, poliziotti, insegnanti, in cui oltre alle abilità professionali e tecniche erano richieste capacità personali (17), ed era possibile osservare che “non sempre l'attenzione per l'altro veniva riconosciuta e premiata con la gratitudine di chi assiste, educa o cura ed in cui era necessario attingere a piene mani alle risorse emotive e mettere in gioco complesse capacità relazionali” (19, 20). In altre parole, il concetto di burnout veniva spiegato da Maslach in termini di sovraccarico emozionale, ovvero come l'effetto di uno squilibrio sul piano emotivo tra le richieste ricevute e le risorse disponibili, con la conseguente percezione di esaurimento delle risorse emozionali disponibili.

Tuttavia, possiamo dire che furono già gli studi di Maslach e di Leiter (16) a spostare l'attenzione dall'approccio individuale dei primi anni (17) a un approccio di tipo organizzativo, individuando alcuni aspetti dell'organizzazione lavorativa, per esempio il sovraccarico di lavoro o la mancanza di autonomia, quali cause di per sé idonee, in combinazione con alcuni fattori di personalità predisponenti dell'individuo, a determinare l'insorgenza della sindrome, a prescindere dal contesto lavorativo. In questo modo il campo della BOS è stato allargato dalle professioni di aiuto (“helping professions”) a qualsiasi tipo di ambiente o occupazione lavorativa (“job burnout”). Quindi, il burnout venne studiato e spiegato anche attraverso i nuovi modelli dello stress occupazionale, che ebbero molto successo, soprattutto quello di Karasek (19) e di Siegrist (21). Vennero pertanto chiamati in causa sia i fattori organizzativi del modello “Job Demand-Control” di Karasek, cioè l'eccesso di carico lavorativo rispetto alla scarsa discrezionalità, sia quelli di interscambio del modello “Effort-Reward Imbalance” di Siegrist, cioè la discrepanza tra sforzi fatti e ricompense ottenute, come potenti predittori di BOS, modificando così il concetto stesso di burnout. Lo stress-strain cui faceva riferimento il primo modello di Maslach era, invece, soprattutto di tipo “emozionale”, in quanto causato dal coinvolgimento emotivo dell'operatore con le persone, i loro problemi e l'ambiente lavorativo. La reazione di protezione contro tale sollecitazione ed il conseguente esaurimento emotivo erano in qualche modo legati al cinismo nutrito verso il cliente, una sorta di coping disfunzionale (disadattivo) che portava al progressivo ritiro dell'operatore dalla relazione (fase della depersonalizzazione), fino a proiettare tale negatività, se non arginata per tempo, sullo stesso operatore, intaccando il concetto di sé e portandolo al-

l'insoddisfazione lavorativa ed alla perdita dell'autostima (fase della ridotta efficacia professionale) (22). Assumevano, in tale visione, un ruolo centrale, i “client-related stressors”, ovvero i problemi fisici, psicologici e sociali dell'utente, alla base della relazione “staff-client” che, per intensità e durata, esponevano l'operatore ad un contatto ravvicinato con situazioni emotivamente difficili da gestire, come la sofferenza, la malattia, la morte. Pertanto, i più esposti alla BOS erano considerati soprattutto gli operatori a stretto contatto con persone autolesioniste, con i protagonisti o le vittime di violenza, con soggetti ostili ed aggressivi, con pazienti cronici e/o gravemente malati, soprattutto se bambini, o con pazienti terminali o con handicap gravi (22). Nel successivo modello, tuttavia, Maslach e Leiter (23, 24), sulla base delle evidenze della letteratura scientifica, ampliarono lo spettro delle categorie lavorative a rischio di burnout, includendo le nuove professioni “high-touch”, come per esempio i religiosi, gli avvocati addetti ai servizi legali, i manager, gli amministratori di enti, gli impiegati a contatto con il pubblico, ed altri. Si ritiene quindi che, anche se la BOS può colpire i lavoratori di tutte le professioni e la dimensione principale di tale sindrome è rappresentata dall'esaurimento emotivo, nelle helping professions il cinismo/distacco è rivolto verso il “client”, nel “Job burnout”, invece, è rivolto verso il lavoro. La BOS nelle helping professions, pertanto, avrà caratteristiche diverse dal “Job burnout”.

L'ampliamento del concetto di BOS, tuttavia, non è stato esente da polemiche. Secondo alcuni autori (33, 34), la trasformazione del costrutto e l'utilizzo del termine “burnout” per indicare qualsiasi forma di disagio psicosociale (anche al di fuori dell'ambito lavorativo) lo ha trasformato in una “parola spazzatura”, alterata nel suo significato e nella sua rilevanza teorica, cioè priva di senso. Ciò ha spinto di recente alcuni studiosi a mettere perfino in dubbio l'esistenza stessa della BOS. Altri hanno osservato che la debolezza del costrutto del burnout dovrebbe indurre a ricorrere a categorie diagnostiche già esistenti, come la depressione, per via di un asserito “overlapping” (26, 35, 36) o il disturbo dell'adattamento cronico da stress (27).

2. La classificazione nosografica della Burnout Syndrome (BOS)

L'inquadramento nosografico della BOS è alquanto problematico, dal momento che essa non è stata inclusa nemmeno nella più recente versione (2013) del Manuale Diagnostico Statistico dei Disturbi Psichiatrici (DSM-5) (25). Secondo alcuni ricercatori, il presunto “overlapping” esistente tra burnout e depressione dovrebbe indurci a considerare il burnout come una forma di job-depression (26), mentre secondo altri la BOS dovrebbe essere considerata come una forma di disturbo dell'adattamento cronico da stress (27) o, essere classificata nella categoria generale dei “Disturbi mentali con altra o senza specificazione” con il codice “F99 disturbo mentale non altrimenti specificato”, utilizzando questa categoria residuale che si “applica alle manifestazioni in cui predominano sintomi caratteristici di un disturbo mentale che causano disagio

cl clinicamente significativo o una compromissione del funzionamento in ambito sociale, lavorativo o in altre aree importanti ma che non soddisfano pienamente i criteri per nessun altro disturbo del DSM-5 (28).

Allo stato attuale, la BOS rimane semplicemente una sindrome, da classificare secondo la decima edizione della Classificazione Internazionale delle Malattie (ICD-10) con il codice Z73.0, “stato di esaurimento fisico ed emotivo”. Anche se di recente la BOS è stata inserita nella lista delle malattie professionali di alcuni Paesi del mondo (29-31), ciò è avvenuto in modo piuttosto disomogeneo a causa della mancanza di una chiara definizione diagnostica, che rende qualunque valutazione clinica e medico-legale (compreso il riconoscimento di tale sindrome come malattia professionale o lavoro-correlata) alquanto problematico (26, 28, 32).

3. Strumenti per la valutazione del Burnout

Il MBI General Survey (MBI-GS), un questionario finalizzato a diagnosticare la BOS in qualsiasi tipo di lavoro, è stato messo a punto nel 1996. Questo strumento, non più dipendente dall'esistenza dei “client-related stressors”, è di più ampio uso rispetto al Maslach Burnout Inventory (MBI), del quale esistevano una versione specifica per gli operatori socio-sanitari (MBI HS) ed una per gli educatori/insegnanti (MBI ES). Successivamente, Maslach e collaboratori idearono l'Organizational Checkup System (OCS), uno strumento di valutazione della BOS basato sul grado di “sintonia” (match/mismatch) esistente tra l'individuo e determinati aspetti dell'organizzazione lavorativa; l'MBI-GS venne inserito in questo strumento di analisi più complesso, che era finalizzato non solo a misurare la BOS a livello individuale (attraverso la MBI-GS), ma anche a valutarne le cause a livello organizzativo (15, 23). Oggi, pertanto, l'OCS rappresenta l'unico strumento esistente per la valutazione delle cause organizzative del BOS. Esso si propone di analizzare l'adattamento del lavoratore rispetto a 6 fattori o “aree di vita lavorativa”.

La ricerca in psicologia delle organizzazioni, incessante e prolifica, ha portato di recente alla nascita del modello di Demerouti e coll. (37), denominato “Job Demands-Resources” (JDR), basato sul dualismo tra la BOS ed il “Work-Engagement” (WE) che, ad oggi, è il costruito probabilmente più conosciuto della psicologia positiva (38, 39). Da alcuni considerato l'opposto della BOS, il WE è composto da tre dimensioni: il vigore, inteso come elevato livello di energie (opposto dell'esaurimento), la dedizione considerata come un insieme di sentimenti positivi e di coinvolgimento di tipo affettivo e cognitivo (opposta al cinismo) e l'assorbimento descritto come uno stato di piena concentrazione mentale (concetto che però non è l'opposto dell'efficacia professionale). Nel modello JDR, i predittori di burnout sono costituiti da tutte le forme di richieste lavorative (“job demands”) esistenti in uno specifico ambiente di lavoro, mentre i predittori del “work engagement” sono rappresentati da tutte le risorse a disposizione del lavoratore, sia lavorative (“job resources”) che individuali (ottimismo, autoefficacia, ecc.). Tale modello nasce per superare i limiti dei

modelli precedenti, quelli di Maslach, di Karasek e di Siegrist che avevano individuato in modo rigido e limitato soltanto alcuni fattori di rischio organizzativi (“job demands”) predittivi di BOS, aspecifici ed indipendenti dal contenuto e dal contesto lavorativo specifico. Il modello JDR, invece, si basa sull'assunto che alte richieste unite a basse risorse, proprie e specifiche di ogni ambiente ed organizzazione lavorativa, possano essere predittori di BOS o, in caso opposto, di WE. Il modello JDR è stato testato in alcuni studi su popolazioni di insegnanti (40) e potrebbe rappresentare una valida alternativa all'OCS. Quest'ultimo, infatti, anche se tradotto e validato in molte nazioni tra cui l'Italia, se ha il pregio di valutare la BOS come una sindrome per la quale sono considerati alcuni fattori di rischio organizzativi, presenta dei limiti dovuti soprattutto alla rigida e statica tipologia dei fattori di rischio organizzativi considerati, che non comprendono per esempio, il ruolo esercitato dai client-related stressors, particolarmente rilevanti soprattutto nelle helping professions e nelle professioni high touch (41). Inoltre, fatto da non trascurare, il questionario non può essere utilizzato in forma libera e gratuita. Anche se per superare il problema dei diritti di copyright, alcuni ricercatori hanno messo a punto nuovi strumenti di misura della BOS, liberamente fruibili, come, per esempio, il Copenhagen Burnout Inventory (CBI) di Kristensen (42), tradotto e validato in Italia o l'Oldenburg Burnout Inventory di Bakker & Demerouti (43), non ancora tradotto in italiano, tali strumenti non consentono una valutazione del rischio di BOS globale ed approfondita sia a livello organizzativo che individuale, né una valutazione specifica per le helping professions. Esistono numerosi altri strumenti, come il Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) di Kristensen e coll. (44), basato su diversi modelli di stress occupazionale quali il Job Characteristics Model di Hackman and Oldham (1976), il Michigan Organizational Stress model di Caplan e coll. (1975), il Sociotechnical Approach di Kuipers and Van Amelsvoort (1993), lo Action-Theoretical Approach di Frese and Zapf (1994), ed il Vitamin Model di Warr (1996), che possono dare indicazioni su alcuni dei fattori psicosociali collegati con la BOS, ma che non sono specifici per il burnout (45). Di recente, è stato tradotto e validato in Italia il Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ-II), che include nuove scale di rischi psicosociali e di sintomi che comprendono anche il burnout, lo stress, i disturbi del sonno ed i disturbi depressivi (46). Per quanto riguarda la valutazione della percezione individuale di stress lavoro-correlato, in Italia, il questionario suggerito dall'Inail è lo Health and Safety Executive Management Standard Revised Indicator Tool (HSE-MS-RIT) (47-49), del quale l'Ispesl ha curato la traduzione in italiano e che è basato sugli standard britannici. Questo strumento è proposto anche per la valutazione della BOS, in quanto definita come una “forma esasperata di stress-strain lavorativo”. In letteratura, tuttavia, c'è un solo studio, basato su poco più di un centinaio di lavoratori britannici, nel quale si osserva una correlazione tra i valori misurati con ‘HSE Management Standards Indicator Tool (HSE-MS-IT) ed il questionario di Maslach (50, 51).

4. Modelli predittivi di BOS

Dalla revisione della letteratura scientifica sui modelli predittivi di burnout emerge che i più frequentemente utilizzati sono il Job Strain Model di Karasek (52) e l'Effort-Reward Imbalance (ERI) di Siegrist (53). Secondo il modello di Karasek, la condizione di *job strain* percepito è il risultato della interazione tra un'elevata domanda lavorativa (*job demand*) e un basso potere decisionale (*decision latitude*). Esempi di domande lavorative sono l'elevata pressione temporale, il sovraccarico di lavoro, un eccesso di responsabilità, i conflitti di ruolo. Il Job control, invece, comprende sia la "skill discretion" (possibilità di imparare cose nuove valorizzando le proprie competenze e il grado di ripetitività del lavoro) che la "decision authority" (livello di controllo esercitato dall'individuo sulla programmazione ed organizzazione del proprio lavoro). Alcuni autori (54) hanno ampliato tale modello inserendo anche il supporto sociale, che rappresenta un fattore moderatore.

Nel modello di Siegrist, la relazione lavorativa è intesa come transazionale, per cui lo sbilanciamento tra l'impegno profuso ("effort") e le ricompense materiali ed immateriali ottenute ("reward") sono alla base dello stress-strain lavorativo. Vi sono due tipi di impegno/sforzo: quello estrinseco dovuto alle richieste lavorative e quello intrinseco, ovvero la motivazione del singolo lavoratore in una situazione impegnativa. Le ricompense sono rappresentate dalle gratificazioni economiche, dalla ricompensa socio-emotiva derivante dall'apprezzamento dei colleghi e dal controllo della propria posizione lavorativa (sviluppo di carriera e sicurezza economica). Come evidenziato da una recente revisione sistematica della letteratura (55) e da studi trasversali e longitudinali (56, 57), la BOS può essere predetta efficacemente sia dal modello Job Strain sia dal modello ERI, ma ancor di più dall'uso combinato di entrambi (58). La BOS è stata studiata anche in relazione a singoli fattori di rischio organizzativi, come, per esempio, il conflitto di ruolo (ambiguità di ruolo, conflitto casa-lavoro), le richieste ed i conflitti di tipo "emozionale" derivanti dalla vicinanza con situazioni di sofferenza e/o dal controllo problematico delle proprie emozioni rispetto all'utente, i comportamenti violenti e aggressivi esperiti nei luoghi di lavoro, la mancanza di supporto sociale, di supervisione e di feedback sulla propria performance (59-63). Il modello messo a punto nel 2001 da Bakker & Demerouti denominato "Job Demand Resources Model" (64) sembra capace di sintetizzare tutti i modelli preesistenti. Il JD-R si basa su due processi paralleli: il primo è quello "energetico", che è modulato dalle "richieste" lavorative, per cui quando le richieste lavorative necessarie per poter svolgere la propria performance lavorativa sono considerate eccessive possono insorgere strain lavorativo e BOS, condizioni che comportano un peggioramento dello stato di salute nel lavoratore. Il secondo processo è quello "motivazionale", modulato dalle "risorse" lavorative che agiscono positivamente sul lavoratore in modo intrinseco, favorendo lo sviluppo delle sue capacità e della sua crescita personale ed in modo estrinseco favorendo il raggiungimento dei suoi obiettivi lavorativi. Ciò porta al Work

Engagement e quindi all'impegno organizzativo e a migliori performance individuali ed organizzative. Tali processi, però, possono essere interconnessi, dal momento che le risorse e le richieste lavorative non sono mai del tutto indipendenti le une dalle altre (38, 65). Le risorse lavorative sono inversamente correlate al burnout e questo, di conseguenza, è inversamente correlato al WE ed all'impegno organizzativo che si verifica a causa della riduzione del WE. All'opposto favorendo la motivazione del lavoratore ed i suoi livelli di WE, aumenteranno l'impegno ed i risultati dell'organizzazione.

Secondo Bakker, Demerouti ed Euwema (66), il sovraccarico di lavoro, le richieste fisiche ed emotive, il conflitto casa-lavoro possono non esitare in burnout quando sono moderati da risorse quali un'adeguata autonomia lavorativa, un feedback efficace ed una valida rete di supporto sociale di colleghi e supervisori. Anche Xanthopoulou e coll. (67) evidenziano come richieste lavorative quali un sovraccarico di lavoro e le richieste emozionali determinate dal rapporto problematico con i pazienti possano essere moderati da alti livelli di autonomia, supporto sociale, feedback e buone opportunità di carriera. Le alte risorse, in altre parole, favoriscono il WE e diminuiscono i livelli di BOS; le alte richieste, all'opposto, favoriscono la BOS e diminuiscono i livelli di WE. Nel modello di Bakker e Demerouti (68), la BOS ed il WE sono considerati gli estremi opposti di un unico fenomeno. L'esaurimento emotivo (nella BOS) ed il vigore (nel WE), appartengono, infatti, alla medesima dimensione denominata "energia", mentre il cinismo/depersonalizzazione (nella BOS) e la dedizione (nel WE) sono gli estremi opposti della dimensione "motivazione".

Diversi studi hanno evidenziato come le dimensioni "core" siano l'esaurimento emotivo e la depersonalizzazione/cinismo nella BOS, il vigore e la dedizione nel WE. Gli strumenti valutativi utilizzati a livello individuale, pertanto, potrebbero limitarsi ad esaminare tali dimensioni chiave.

Il JD-R è un modello dinamico che dà la possibilità di ritagliare su misura, in base alle situazioni ambientali ed organizzative dell'ambiente lavorativo di volta in volta considerato, le tipologie di "demands" e di "resources" peculiari e specifiche da valutare. Secondo il JDR, infatti, tutte le caratteristiche dell'ambiente lavorativo sono classificabili o come richieste o come risorse lavorative. Le prime si riferiscono agli aspetti fisici, psicologici, sociali ed organizzativi del lavoro che richiedono una certa attivazione fisica e psicologica da parte del lavoratore, mentre le seconde sono i medesimi aspetti del lavoro, di significato opposto, funzionali al raggiungimento degli obiettivi organizzativi (68).

Le risorse non sono solo lavorative ma possono essere anche personali, secondo un concetto mutuato dal modello "Job characteristics" di Hackman e Oldham (69) che enfatizza l'aspetto motivazionale delle risorse a livello di compito lavorativo (autonomia, feedback, conoscenza del significato del compito), e sulla teoria della conservazione delle risorse di Hobfoll (70, 71), secondo cui la motivazione è rivolta al mantenimento ed alla conservazione delle risorse. Risorse elevate possono attenuare i costi e gli

sforzi delle richieste, ridurre i livelli di burnout e aumentare, contemporaneamente, i livelli di benessere mentale e di work engagement nel lavoratore. Esse sono funzionali al raggiungimento degli obiettivi lavorativi e stimolano la crescita, l'apprendimento e lo sviluppo della persona (72). Secondo la teoria di Hofball, lo strain psicologico insorge in una delle seguenti tre condizioni: 1) quando le risorse sono minacciate; 2) quando le risorse vengono perdute; 3) quando gli individui investono risorse senza ricevere l'atteso ritorno dal loro investimento. Le risorse lavorative possono essere classificate a differenti livelli: 1) livello macro-organizzativo (per esempio, salario, opportunità di carriera, sicurezza del lavoro); 2) livello interpersonale (per esempio, supporto da parte di colleghi e supervisori, clima nel team di lavoro); 3) livello della posizione lavorativa specifica (per esempio, chiarezza del ruolo, partecipazione nel processo di decision-making); 4) livello di compito lavorativo (per esempio, varietà del compito, identità e significatività del compito, autonomia, feedback nella performance lavorativa).

Le risorse lavorative, secondo gli studi di Xanthopoulou e coll. (67) sono predittive delle risorse personali e del WE. Anche le risorse personali ed il WE, di conseguenza, impattano però sulle risorse lavorative. Secondo Demerouti e Bakker (73), le risorse personali (senso di auto-efficacia, auto-stima basata sull'organizzazione del lavoro ed ottimismo) potrebbero, infatti, esercitare un ruolo importante nel modificare l'impatto dell'ambiente lavorativo sugli outcome positivi o negativi. Secondo la teoria di Lazarus e Folkman (74), infatti, le persone si sentono stressate quando sono convinte di non avere le risorse necessarie per affrontare gli eventi difficili. In ciò hanno un ruolo importante i processi individuali di tipo cognitivo (valutazione e coping). Per tali motivi, secondo Demerouti e Bakker (73), la mancanza di risorse personali come il senso di auto-efficacia e l'ottimismo potrebbe favorire lo sviluppo della BOS. Infine, nel modello "Demand-Induced Strain Compensation (DISC) di Jonge e Dormann

(2003,2006), esiste uno squilibrio tra "job demands" e "job resources" su tre livelli: fisico, cognitivo ed emotivo. La BOS è causata da uno squilibrio tra (un eccesso) di richieste ed (una riduzione) di risorse sul piano emotivo. Pertanto, la BOS può essere contrastata aumentando le risorse sul piano emotivo (75).

I modelli predittivi di BOS considerati in letteratura sono stati riassunti nella Tabella I.

5. Il rischio psicosociale di burnout negli insegnanti: una revisione dei fattori di rischio

Dalla revisione della letteratura scientifica sui fattori di rischio di BOS negli insegnanti, emergono due macro-categorie di rischio: le cause intrinseche (predisposizione individuale) e le cause estrinseche, spesso entrambe predittive sia di stress-strain lavorativo che di BOS. Le cause estrinseche possono essere a loro volta classificate in tre categorie: fattori di tipo interpersonale, fattori di tipo organizzativo e fattori di tipo socio-culturale. I fattori di tipo *interpersonale* ("client related stressors") si riferiscono alle relazioni instaurate dagli insegnanti con gli studenti, quale potenziale fonte di conflittualità ma anche, secondo studi più recenti (41, 76) con altre figure presenti nell'ambiente di lavoro, come i colleghi di lavoro (insegnanti), i dirigenti scolastici e, soprattutto, i genitori degli studenti. Gli aspetti di tipo *organizzativo* ("job related stressors") sono, invece, stati ben descritti dai modelli di Maslach, Karasek e Siegrist e sono il sovraccarico di lavoro, la mancanza di autonomia decisionale, l'assenza di equità, la mancanza di riconoscimenti, lo scarto tra i valori dell'organizzazione ed i propri, la mancanza di supporto da parte della propria comunità e quindi le scarse relazioni sociali e lavorative. Nell'ambiente scolastico tali fattori organizzativi predittivi di BOS sono stati singolarmente studiati, confermando il ruolo negativo esercitato da un'organizzazione scolastica disfunzionale e da carenti condizioni lavorative. Sono stati chiamati in causa fattori sociali e culturali come le continue riforme scola-

Tabella I. Fattori di rischio predittivi di BOS secondo i principali modelli di studio

Modello di studio predittivo di BOS	Meccanismo di funzionamento del modello
Modello di Maslach e Jackson (1982) nelle helping professions (MBI)	Cause principali: fattori individuali e relazione interpersonale tra caregiver (per esempio, insegnante) e recipient (per esempio, alunno), anche detti "client related stressor". Fattori modulatori: fattori organizzativi e le variabili socio-culturali.
Modello di Maslach e Leiter (2000): il Job Burnout in tutte le professioni	Discrepanza del lavoratore rispetto a 6 fattori chiave dell'organizzazione lavorativa: carico di lavoro, autonomia decisionale, senso di comunità, ricompense, equità, differenza di valori etici (Organizational Check up System).
Modello "Job Strain" di Karasek-Theorell-Johnson (1990)	Squilibrio tra eccesso di richieste e scarso controllo sul lavoro e supporto lavorativo (Job Content Questionnaire).
Modello "Effort-Reward Imbalance" di Siegrist (1996)	Squilibrio tra eccesso di sforzi e mancanza di ricompense (ERI Questionnaire).
Modello Job Demand Resources di Demerouti Bakker & Demerouti (2001)	Squilibrio tra le "job demands" (carico di lavoro, eccessive richieste emozionali, ecc.) e le "job resources" (autonomia decisionale, supporto da colleghi e management, ricompense, ecc.).
Modello "Demand-Induced Strain Compensation (DISC)" di Jonge e Dormann (2003, 2006)	Squilibrio tra "job demands" e "job resources" su tre livelli: fisico, cognitivo ed emotivo (BOS come squilibrio sul piano emotivo).

stiche che hanno portato ad un aumento del carico di lavoro per un eccesso di burocrazia e a continue modifiche dei programmi ministeriali e del percorso di carriera, ma anche il precariato, l'ubicazione della scuola in zone socialmente svantaggiate con differenze tra aree urbane e rurali, per esempio a causa delle scarse risorse didattiche ed attrezzature a disposizione, ma anche fattori meramente organizzativi come la gestione degli orari di lezione, la chiarezza dei regolamenti di funzionamento, i flussi di comunicazione interna, la frequenza delle riunioni, il reporting/feedback inefficace, ecc. (76). Altri fattori descritti in letteratura sono rappresentati dal conflitto casa-lavoro, dall'ambiguità di ruolo (insegnante che deve ricoprire il doppio ruolo di insegnante e genitore) e dalla violenza subita da genitori e/o alunni (minacce e violenza fisica). I fattori di tipo *socio-culturale* riguardano, secondo gli studi più recenti, soprattutto la discrepanza tra l'aumento delle richieste e delle aspettative da parte della società e, quasi paradossalmente, il calo del prestigio sociale e degli investimenti in termini di tutela e di sostegno socio-economico per una professione a forte connotazione "sociale". Nel 1992 la British Medical Association (77) ha proposto per le professioni sanitarie e per gli insegnanti la seguente classificazione relativa ai fattori di stress lavorativo:

1. *Fattori intrinseci al lavoro*: ripetitività, superlavoro, eccessiva complessità dei compiti e necessità di adeguamento continuo alle nuove tecnologie.
2. *Fattori di tipo organizzativo*: eccessiva burocrazia, mancanza di autonomia, scarso potere decisionale, eccessivo controllo dei superiori, scarsa comunicazione tra i diversi livelli, ridotte opportunità di interazione con i colleghi, cambiamenti troppo rapidi nell'organizzazione, mancanza di feedback positivi.
3. *Fattori legati alle prospettive di carriera*: retribuzione e prospettive di carriera scarse e molteplicità delle mansioni (nel caso degli insegnanti: didattica, burocrazia, educativa, ecc.).
4. *Fattori legati al ruolo istituzionale e di tipo interpersonale*: responsabilità nei confronti delle persone affidate (gli scolari per gli insegnanti), richieste ambigue e conflittuali, forte coinvolgimento emozionale, relazioni difficili con i colleghi/ superiori, studenti/utenti e loro familiari.

Mentre le variabili individuali socio-demografiche come l'età, il genere, l'anzianità lavorativa, lo stato civile ed il tipo di scuola non hanno dato indicazioni chiare sul rischio di burnout, numerosi studi hanno correlato la prevalenza del BOS al tipo di incarico scolastico. Infatti, da un'analisi di letteratura, sembrerebbe che gli insegnanti di scuola superiore siano maggiormente esposti alla BOS rispetto a quelli di scuola elementare (77, 78). Una spiegazione di tale assunto potrebbe essere individuata nella relazione che il docente instaura con l'alunno: nelle scuole primarie una forte affettività impedisce la depersonalizzazione, mentre nei gradi successivi (scuole secondarie) il rapporto tra allievo e insegnante diventa più freddo e ciò genera, di conseguenza, distacco e disinteresse nei confronti dell'alunno. Secondo Peracchi (79), invece, gli insegnanti di scuola primaria sono a maggior rischio di bur-

nout proprio per il forte coinvolgimento emotivo che caratterizza la loro relazione con gli alunni. La professione dell'insegnante rientra tra le "helping professions" perché è un lavoro incentrato sul rapporto docente-alunno, laddove il docente è il "caregiver" e l'allievo è il "recipient" e "la finalità di tale relazione è la crescita educativa non solo didattica ma anche personale ed intellettuale dell'allievo". Per questo motivo l'insegnamento è un lavoro coinvolgente, tanto che chi lo sceglie presenta spesso determinate caratteristiche di personalità ed un forte orientamento personale che in molti casi viene definito "vocazione" (32, 79).

L'insegnante, secondo Durkheim (80) si trova a dover svolgere compiti sempre più complessi. Oggi sempre di più, infatti, oltre ai tradizionali compiti didattici e di programmazione, viene chiesto all'insegnante di prendersi cura dell'educazione degli studenti, in continuità o in alternativa alle famiglie, con margini di "libertà educativa" spesso ambigui e difficili da demarcare. Secondo Mezzini "...si chiede all'insegnante il possesso di numerose abilità ed una predisposizione alla creatività professionale che sicuramente meriterebbe ben altri riconoscimenti dallo Stato. Il dato paradossale è che, pur partendo da presupposti decisamente positivi, l'attività del docente perde per molti aspetti la sua capacità coinvolgente, trasformandosi in un lavoro routinario, oppure distressante, ed in alcuni casi addirittura angosciante" (81). Il processo educativo, d'altronde, implica competenze tecniche ed intellettuali, ma si caratterizza soprattutto per l'assoluta necessità di competenze affettive ed emotive che portano ad un enorme coinvolgimento emotivo da parte dell'insegnante. Infatti, è proprio il notevole coinvolgimento emotivo unito all'importante impegno cognitivo a portare ad un consistente livello di stress al punto tale che a volte sono proprio le aspettative frustrate (per esempio, in caso di alunni "difficili" e/o con scarso rendimento scolastico) a provocare i casi di BOS.

Secondo Blandino e Granieri (82) l'insegnamento è un lavoro "high touch", cioè ad alto tasso di relazionalità, perché comporta per l'insegnante oltre all'assolvimento delle mansioni specifiche del suo lavoro, anche la gestione dell'incontro con l'altro, soprattutto con l'allievo, per comprenderne le sue richieste ed i suoi bisogni, spesso accompagnate dalla sofferenza emotiva che ciò implica. Non è sufficiente per l'insegnante, infatti, sapere tutto della disciplina di cui si occupa se poi trascura i bisogni dei suoi studenti, o se non comprende le relazioni e le dinamiche interne all'organizzazione scolastica. Ed è proprio dalle relazioni, spesso in secondo piano rispetto agli aspetti contenutistici, che nascono di frequente le problematiche più importanti e difficili del lavoro, riguardanti soprattutto il rapporto con alunni e famiglie, colleghi di lavoro e dirigenti scolastici. Secondo l'analisi di Rossati e Magro (83), è il rapporto che il singolo insegnante instaura con allievi, colleghi, superiori e genitori degli allievi nelle situazioni ambientali specifiche di quella determinata realtà scolastica, a costituire un rischio di BOS.

In letteratura i fattori di stress-strain lavorativo e di BOS nell'insegnante riguardano diverse aree dell'organizzazione lavorativa. Ci sono studi che chiamano in

causa la partecipazione alle decisioni, il sistema retributivo, il clima lavorativo e le reti di supporto sociale (84, 85); il sovraccarico di lavoro, il comportamento degli studenti, la scarsa relazione con i colleghi, la mancanza di risorse disponibili, i cambiamenti dentro la professione, un salario inadeguato e le difficili interazioni con i genitori degli studenti (86). Vi sono anche studi che evidenziano importanti fattori di rischio come le relazioni problematiche con colleghi e/o dirigenti, l'eccessiva competitività tra colleghi, gli scarsi riconoscimenti economici e sociali, la precarietà lavorativa, la mancanza di prospettive di carriera personale, la mancanza di comunicazione e lo scarso feedback ed, infine, la mancanza di supporto ricevuto da parte dei propri dirigenti, soprattutto in relazione alle situazioni conflittuali con le famiglie degli alunni (87-92). Ultimo, ma non meno importante, è il ruolo esercitato dalle relazioni interpersonali con studenti e/o genitori, la mancanza di spirito collaborativo o gli atteggiamenti di iper-controllabilità da parte delle famiglie che, spesso, si concretizzano in un mancato feedback positivo nel lavoro svolto dall'insegnante, se non a volte, perfino, in attacchi fisici e verbali, e la mancanza di disciplina e di educazione degli studenti che a volte sfocia nell'aggressività, nella violenza, negli scarsi livelli di motivazione e di rendimento scolastico, o più semplicemente nell'atteggiamento mostrato durante le lezioni. In tal senso, è stata chiamata in causa, di volta in volta, la presenza e la difficile gestione di alunni aggressivi, apatici, violenti, ostili, l'indisciplina, l'aggressività e gli episodi di bullismo, la gestione di bambini difficili o con handicap psico-fisico. I maggiori studi internazionali di letteratura chiamano in causa soprattutto il comportamento violento dello studente (93-97). La recente revisione di Spilt (98) evidenzia come il coinvolgimento emotivo degli insegnanti e le loro relazioni interpersonali con gli alunni siano la causa principale del loro malessere, mentre secondo Chang è il sovraccarico di lavoro il fattore di rischio organizzativo di BOS più studiato in letteratura, attraverso il modello di Karasek (99).

Gli effetti negativi della BOS si manifestano a livello individuale (distacco dall'utente, effetti negativi nei rapporti lavorativi e nei rapporti familiari e sociali a causa dell'insoddisfazione lavorativa), sull'organizzazione lavorativa e la società in generale (riduzione della performance lavorativa, assenteismo con servizi meno efficienti ed umani, aumento dei costi per l'azienda, danno di immagine per l'azienda/categoria di lavoro soprattutto in ambiti sociali come quello scolastico, aumento dei costi per l'intera società). Nel caso della scuola, la BOS comporta ripercussioni negative sulla relazione insegnante-studente e quindi, di conseguenza, anche sull'apprendimento scolastico e sulle prestazioni degli studenti (32). L'esito finale dell'insegnante in "burnout" è, di solito la perdita del posto di lavoro (licenziamento, dimissioni) preceduta, però, da lunghi periodi di assenza e di mancata produttività lavorativa. Gli eventi "sentinella" della BOS utilizzabili, pertanto, a livello organizzativo, potrebbero essere soprattutto l'elevato turnover aziendale e l'elevato tasso di assenteismo, così come a livello individuale il numero e la tipologia di assenze dal lavoro potrebbero sup-

portare la valutazione sanitaria da parte del medico competente (32).

6. Il modello "Job demand-resources" e la BOS negli insegnanti

Il modello J-DR è stato sperimentato per la prima volta nel 2001 da Demerouti e coll. su di un campione di 374 lavoratori di diversa provenienza, tra cui 37 insegnanti. Le richieste considerate erano le seguenti: sovraccarico di lavoro fisico, elevata pressione temporale, relazione con l'utente, turni sfavorevoli per le esigenze individuali, sociali e familiari e scarse condizioni ambientali (microclima, ergonomia e materiali di lavoro). Le risorse considerate erano, però, soltanto quelle di tipo lavorativo: 1) feedback sulla performance lavorativa; 2) ricompense ottenute; 3) controllo sul proprio lavoro; 4) sicurezza lavorativa; 5) partecipazione nel processo di decision-making; 6) supporto da parte del supervisore. Tali richieste/risorse, tuttavia, anche se considerate nel nostro modello, non erano specifiche del lavoro dell'insegnante (64). Gli studi successivi basati sul modello J-DR negli insegnanti non sono molti. Nello studio di Hakanen e coll. (100), il modello JDR è stato sperimentato negli insegnanti tenendo conto delle richieste/risorse più importanti riportate in letteratura fino al 2006. Pertanto, gli autori hanno considerato le seguenti richieste lavorative: 1) comportamento violento degli alunni (64-66); 2) sovraccarico di lavoro (67, 68); 3) scarsa qualità dell'ambiente di lavoro fisico (69-71). Le risorse considerate sono state, invece, le seguenti: 1) controllo sul proprio lavoro (72); 2) accesso alle informazioni (73); 3) supervisione come supporto da parte del management (74, 76, 77); 4) clima scolastico innovativo (78); 5) clima sociale. Per quanto riguarda le risorse lavorative, Hakanen e coll. le hanno classificate a livello di compito lavorativo (controllo sul proprio lavoro), a livello organizzativo (accesso alle informazioni, supervisione) ed a livello socio-culturale (clima scolastico innovativo, clima sociale). In realtà, la scuola (come ogni altro ambiente di lavoro) include sia le "richieste" lavorative ineliminabili in quanto caratteristiche intrinseche dell'ambiente di lavoro, sia altre invece "modificabili". Per gli insegnanti le prime includono, per esempio, l'interazione con i genitori, il contatto e la gestione di alunni, soprattutto se "difficili" e "problematici", mentre le seconde sono, per esempio, le caratteristiche dell'ambiente di lavoro, il clima scolastico ed il supporto ricevuto da parte del management (101). Nel 2007 Bakker e coll. (67) hanno confermato l'efficacia delle risorse lavorative come fattori di moderazione tra le richieste lavorative (comportamenti violenti ed indisciplinati degli studenti) ed il work-engagement. Secondo Hakanen, tuttavia, non bisognerebbe limitarsi ad incrementare le risorse, che di solito sono aspetti del lavoro considerati modificabili, ma bisognerebbe agire anche sulle richieste, di solito caratteristiche intrinseche alla professione, affrontando, per esempio, gli aspetti relativi all'interazione con gli alunni, riducendo gli alti carichi di lavoro e migliorando gli ambienti scolastici. In tal modo, si agirebbe contemporaneamente sia sul processo energetico sia su quello motivazionale.

In Italia, Pedditz e coll. (102) applicando il modello JD-R negli insegnanti hanno analizzato quali “richieste” lavorative predittive di esaurimento emotivo e depersonalizzazione, il conflitto interpersonale con i colleghi di lavoro e l’ambiguità del ruolo (limitatamente all’esaurimento emotivo) in quanto gli obiettivi richiesti all’insegnante sono molteplici e non solo didattici. Inoltre, gli autori hanno valutato una richiesta lavorativa “interna” rappresentata dall’immagine personale del docente che può creare malessere nell’insegnante attraverso 2 meccanismi: 1) il modo in cui gli insegnanti percepiscono e vivono l’interfaccia fra vita privata e lavoro (conflitto famiglia-lavoro) anche per via del sovraccarico di lavoro; 2) la percezione di un divario fra il loro status professionale e sociale, per via dell’immagine sociale che in Italia considera l’insegnamento una professione particolarmente privilegiata per via dell’organizzazione delle ferie e dei tempi di lavoro.

Un altro studio italiano di Simbula e coll. basato sul JD-R, ha evidenziato come alcune risorse quali l’opportunità di apprendimento e il senso di “auto-efficacia” riducano efficacemente gli effetti negativi causati dal conflitto famiglia-lavoro sulla depersonalizzazione, moderando anche la relazione tra conflitto famiglia-lavoro e vigore (103). In un altro studio, lo stesso gruppo di ricerca (104) ha evidenziato come il supporto dei colleghi e l’opportunità di sviluppo professionale, considerate come risorse lavorative, stimolino la crescita personale e consentano agli insegnanti di ottenere gli obiettivi lavorativi nonostante alte richieste lavorative quali la mancanza di equità e l’ambiguità di ruolo.

In uno studio longitudinale, Lorente Prieto e coll. (105) hanno evidenziato come risorse lavorative quali l’autonomia lavorativa e il clima di supporto sociale influiscano nel tempo sui livelli di BOS e WE a fronte di richieste lavorative quali il sovraccarico quantitativo di lavoro, le richieste mentali ed emozionali e l’ambiguità ed il conflitto di ruolo. Invece, Bermejo-Toro e coll. (106) hanno studiato l’effetto delle risorse personali, come il senso di auto-efficacia ed i meccanismi di coping comportamentale e cognitivo, sui livelli di BOS e WE in 400 insegnanti spagnoli di scuole elementari, secondarie di 1° e di 2° grado. Gli autori hanno evidenziato come le risorse personali siano più efficaci delle risorse lavorative (autonomia lavorativa, feedback, varietà nei compiti svolti lavorativa, supporto di colleghi e supervisori) nel moderare le seguenti richieste lavorative: 1) comportamento violento o disubbidiente degli alunni, 2) aumentato carico di lavoro e mancanza di tempo e 3) conflitto ed ambiguità di ruolo. Infine, altre risorse individuali che, riportate in letteratura, potrebbero contrastare gli effetti del burnout, sono quelle spirituali (107-109). In Tabella II abbiamo riassunto le principali richieste (“job demands”) e risorse (“job resources”) lavorative riportate in letteratura dagli studi che hanno approfondito il modello J-DR negli insegnanti.

7. La valutazione dello stress lavoro correlato e del rischio psicosociale di “Burnout”

In Italia, la valutazione dello stress lavoro correlato è obbligatoria ai sensi dell’art. 28 del D. Lgs 81/08 e deve essere realizzata secondo quanto previsto dalla Circolare

Tabella II. Richieste-risorse lavorative predittive di Burnout/Work engagement negli insegnanti secondo il modello JDR

Richieste lavorative	Risorse lavorative	Autore ed anno dello studio
Comportamento violento degli alunni Sovraccarico di lavoro Ambiente di lavoro	Controllo sul proprio lavoro Accesso all’informazione Supporto dai supervisori Clima scolastico innovativo Clima sociale (risorse lavorative)	Hakanen, 2006
Immagine del ruolo Ambiguità del ruolo Conflitti interpersonali con colleghi		Pedditz e Nonnis, 2014
Conflitto casa-lavoro	Opportunità di apprendimento e senso di auto-efficacia (risorse personali)	Simbula S e coll., 2012
Sovraccarico di lavoro Ambiguità e conflitto di ruolo Richieste mentali ed emozionali	Competenze mentali ed emotive (risorse personali) Autonomia lavorativa e clima di supporto (risorse lavorative)	Lorente Prieto L e coll., 2008
Comportamento difficile degli studenti (disobbedienti, svogliati, maleducati o violenti) Sovraccarico di lavoro e mancanza di tempo Conflitto ed ambiguità di ruolo	Senso di autoefficacia Coping comportamentale e cognitivo (risorse personali) Autonomia lavorativa Feedback Varietà dei compiti Supporto di colleghi e supervisori (risorse lavorative)	Bermejo-Toro e coll., 2016

del Ministero del Lavoro del dicembre 2010, che suggeriscono l'utilizzo della metodologia proposta dall'INAIL/ISPESL (110). Tale metodologia si basa sui Management Standards anglosassoni, secondo il modello transazionale di stress occupazionale proposto da Cox e Griffiths (111) secondo il quale le strategie di misurazione dello stress devono seguire, il principio della "triangolazione" che consiste nel bilanciamento di misure soggettive ("self-report measures"), misure fisiologiche e misure riservate. Le prime sono rappresentate dai questionari sulla percezione soggettiva dello stress, le seconde sono ricavabili dai dati raccolti nel corso della sorveglianza sanitaria, le terze si riferiscono ai comportamenti esperiti dai lavoratori che, in ambito lavorativo sono forniti dai dati di archivio, come per esempio quelli relativi all'assenteismo ed all'elevato turnover aziendale. Tali principi di misurazione dello stress, contenuti nel rapporto di Cox e Griffiths del 2000 (Report EU-OSHA,2000) rappresentano la base teorica dell'Accordo Quadro Europeo del 2004, il fondamento normativo per la valutazione dello stress lavoro correlato in Italia e negli altri Paesi Europei (111). Tuttavia, il modello proposto dall'INAIL/ISPESL ha disatteso il principio di triangolazione di Cox e Griffiths, in quanto prevede una metodologia valutativa a steps secondo la quale la valutazione soggettiva del lavoratore non è obbligatoria e dovrebbe essere normalmente effettuata soltanto dopo la valutazione preliminare. Anche la sorveglianza sanitaria, che potrebbe consentire la raccolta delle "misure fisiologiche", può essere attivata secondo la Circolare al termine del percorso valutativo e quindi solo in una percentuale residuale dei casi.

8. Proposta di un sistema di gestione del rischio di burnout negli insegnanti: il VA.RI.B.O

Sulla base della letteratura abbiamo ritenuto di proporre una strategia di valutazione del rischio psicosociale di BOS nel lavoro degli insegnanti, di seguito denominata VA.RI.B.O (acronimo di VALutazione RISchio Burn-Out). Tale strategia si basa sul principio che l'insegnamento appartiene alle helping professions e pertanto la relazione interpersonale con studenti e genitori è una "richiesta" (o fattore di rischio) intrinseca e strutturale alla professione ed ineliminabile.

Il VA.RI.B.O è una metodologia che, sulla base del principio di triangolazione, integra 3 tipi di indicatori: 1) gli indicatori oggettivi aziendali di BOS (elevato turnover ed assenteismo); 2) la percezione dei lavoratori dei fattori di rischio psicosociale ("richieste") predittivi di BOS e delle risorse lavorative e personali possedute; 3) gli indicatori di "effetto", che sono i sintomi di BOS (esaurimento emotivo e depersonalizzazione/cinismo) misurabili a livello individuale. Secondo il principio della "triangolazione", tutti e tre le tipologie di indicatore rivestono la medesima importanza e sono necessarie a determinare l'entità del rischio. Per la rilevazione degli indicatori di effetto (BOS), dovrà, essere attivata la sorveglianza sanitaria fin dall'inizio e contestualmente alla valutazione del rischio. Il medico competente potrà, in tal modo, utilizzare uno dei questionari esistenti tradotti e validati per la misura di BOS a livello

individuale. I risultati in forma anonima e collettiva forniti dal medico competente, come è noto, rappresentano, infatti, un importante momento di verifica e di conferma della correttezza della valutazione del rischio oltre che dell'efficacia delle misure di prevenzione e protezione attuate (113). Tale strategia attinge dalle esperienze riportate in letteratura da Magnavita dall'utilizzo del metodo A.S.I.A. (acronimo di Assessment, Surveillance, Information, Audit). Secondo tale metodo, infatti, il processo di valutazione del rischio non può essere disgiunto da quello di informazione e dalla stessa sorveglianza sanitaria. Una volta avviato, inoltre, l'Audit sarà il momento di verifica e garantirà che il processo di valutazione possa auto-mantenersi. I quattro momenti che compongono il modello non sono in ordine gerarchico né temporale. Pertanto, la sorveglianza sanitaria non può essere disgiunta dalla stessa valutazione del rischio, ma dovrà farne parte integrante (114). La sorveglianza sanitaria, inoltre, potrà evidenziare la presenza di eventuali casi di lavoratori affetti da lievi o precoci sintomi di BOS, sui quali il medico competente potrà intervenire con il supporto del medico di medicina generale e delle strutture del Servizio Sanitario Nazionale, onde evitare peggiori conseguenze a livello individuale ed organizzativo. I dati della sorveglianza sanitaria dovranno essere confrontati con gli indicatori oggettivi di benessere aziendale, secondo il principio dei gruppi omogenei di esposizione al rischio e con i dati relativi alla valutazione del rischio soggettivo percepito dai lavoratori riguardanti le richieste e le risorse lavorative. La misura della percezione soggettiva delle richieste e delle risorse lavorative dovrà essere effettuata mediante la somministrazione combinata delle scale di Karasek (JCQ) e di Siegrist (ERI) con l'aggiunta di alcune scale necessarie per esaminare i singoli fattori di rischio (richieste e risorse lavorative) di volta in volta considerati, sulla base di quanto evidenziato in letteratura e sulla base di focus-group finalizzati alla preparazione di tali scale. Potrebbe essere utile nel caso degli insegnanti, per esempio, affiancare al JCQ ed all'ERI, una scala finalizzata alla valutazione delle richieste di tipo emozionale (63, 113, 115-117), come quella proposta da Zapf e coll. (117). Come evidenziato da Demerouti e Bakker (118), il modello J-DR si basa sull'uso di un questionario universale o sull'uso di un questionario composto da item diversi e relativi alle differenti richieste e risorse lavorative da valutare. Per scegliere le eventuali richieste/risorse lavorative aggiuntive da studiare, ci si potrà valere di focus-group. Le principali richieste lavorative da considerare nel processo di valutazione del rischio potrebbero essere le seguenti: 1) comportamento degli studenti (alunni problematici o aggressivi, ecc.); 2) ambiguità e conflitto di ruolo (doppie mansioni, responsabilità, conflitto lavoro-famiglia, patto educativo con le famiglie, ecc.); 3) relazione con i colleghi ed il management (conflitti interpersonali e scarso supporto, ecc.); 4) sovraccarico di lavoro (classi troppo numerose, presenza di alunni con disabilità o BES non riconosciute, compiti a casa con conflitto lavoro-famiglia, burocrazia e riunioni e tempo impiegato in attività extracurricolari che tol-

gono spazio e tempo all'attività didattica, ecc.); 5) ambiente di lavoro inadeguato (troppo rumore, microclima non confortevole, ecc.); 4) relazioni difficili con i genitori (aggressioni, minacce, ecc.).

Le risorse lavorative da valutare e da implementare attraverso le misure di prevenzione e protezione possono essere le seguenti: 1) maggiore controllo ed autonomia nello svolgimento della propria attività (job crafting); 2) maggiore supporto dal management (comunicazione, feedback sul proprio lavoro, accesso alle informazioni, supervisione e supporto per risoluzione di problemi); 3) maggiore supporto da parte dei colleghi per migliorare il clima scolastico e favorire le relazioni attraverso incontri e riunioni. Le risorse personali che potranno essere migliorate attraverso training formativo specifico e supporto psicologico sono: 1) il senso di auto-efficacia, l'autostima e l'ottimismo; 2) le competenze mentali ed emozionali; 3) le strategie di coping adattivo di tipo comportamentale e cognitivo; 4) i livelli di resilienza.

Le misure di prevenzione e protezione dovranno essere mirate sia ad incrementare le risorse lavorative e personali, sia a controllare ovvero a diminuire le richieste lavorative. Potranno, per esempio, essere migliorate le caratteristiche fisiche dell'ambiente di lavoro (illuminazione, rumore, comfort termoisolmetrico, ergonomia), le attrezzature e gli strumenti didattici, potrà essere incrementato il personale scolastico di supporto nelle classi troppo numerose o con alunni difficili (anche in assenza di casi di alunni con BES o disabilità) e fornito supporto psicologico (durante il corso dell'anno e non solo nel caso in cui si verificano aggressioni, minacce o problematiche specifiche). Incontri con le famiglie guidati da psicologi potranno essere utili per migliorare le relazioni interpersonali, il clima scolastico e favorire il patto educativo tra insegnanti e genitori. Inoltre, potranno essere utili incontri formativi per migliorare le conoscenze tecnologiche, nonché ottimizzare il carico di lavoro burocratico e favorire l'autonomia nella gestione del lavoro. Le organizzazioni lavorative dovranno fornire ai lavoratori sufficienti risorse lavorative, tra cui il feedback sulla performance, il supporto e la supervisione. Per esempio, una risorsa molto importante proposta in letteratura è il Job crafting (119), definito come la possibilità a livello individuale di effettuare piccoli cambiamenti a livello fisico e/o cognitivo rispetto ai propri compiti e/o agli aspetti relazionali del lavoro. Cambiamenti fisici si riferiscono alla modifica del contenuto, delle finalità e/o del numero dei compiti lavorativi, laddove quelli di tipo co-

gnitivo si riferiscono ai cambiamenti sulla percezione individuale rispetto a tali compiti. Secondo Tim e coll. (120) il Job crafting applicato al modello J-DR si riferisce proprio ai cambiamenti che i lavoratori possono attuare per controllare le richieste e incrementare le risorse lavorative.

Le misure di prevenzione e protezione primaria (di natura organizzativa) dovranno essere mirate al controllo (diminuzione) dei "job demands" ed all'incremento dei "job resources", per favorire, anche nell'ottica della promozione della salute (mentale) nei luoghi di lavoro, i livelli di work engagement dei lavoratori e quindi il loro impegno organizzativo. Tale principio è in linea con i principi del D.Lgs 81/08, secondo il quale l'adozione delle misure di prevenzione e di protezione deve essere adeguata al livello ed alla natura specifica del rischio e deve essere mirata non solo alla prevenzione delle malattie, ma anche alla promozione della salute (121). Le misure di prevenzione e protezione dovranno, in conclusione, agire sulla bilancia richieste-risorse diminuendo le prime ed aumentando le seconde (122). Esse, inoltre, dovranno essere adottate sia a livello di gruppo, sia a livello individuale (nel caso di insegnanti affetti da BOS e/o con alti livelli di esaurimento emotivo).

Riportiamo qui di seguito le diverse fasi del modello VA.RI.B.O:

- 1) INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEI LAVORATORI?
- 2) ADOZIONE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE PRIMARIE (per aumentare le risorse lavorative ed individuali e controllare/diminuire le richieste lavorative).
- 3) VERIFICA EFFICACIA DELLE MISURE ADOTTATE ATTRAVERSO:
 - a) ATTIVAZIONE DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA (somministrazione di questionario ai lavoratori);
 - b) RILEVAZIONE DEGLI INDICATORI COLLETTIVI (tasso di assenteismo, elevato turnover aziendale, denunce o segnalazioni da parte del medico competente);
 - c) FOCUS-GROUP E SOMMINISTRAZIONE DI QUESTIONARI (JCQ, ERI, ...) PER LA VALUTAZIONE SOGGETTIVA DELLE RICHIESTE/RISORSE A LIVELLO DI GRUPPO OMOGENEO.
- 4) EVENTUALE IMPLEMENTAZIONE DELLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE A LIVELLO INDIVIDUALE E/O DI GRUPPO OMOGENEO.
- 5) MONITORAGGIO ANNUALE.

Tabella III. Gli indicatori del modello VA.RI.B.O

Indicatori oggettivi di benessere collettivo (misure riservate)	Indicatori soggettivi di percezione del rischio (misure soggettive)	Indicatori di effetto individuali (misure fisiologiche)
Assenteismo	JCQ di Karasek in combinazione con ERI di Siegrist e/o Questionario <i>ad hoc</i> per la rilevazione di fattori di rischio specifici evidenziati in letteratura costruito sulla base di focus-group	Scala psicometrica specifica per BOS
Elevato turnover		(MBI, Copenhagen Burnout Inventory, Burnout Measure, Spanish Burnout Inventory, ecc.)
Denunce		
Segnalazioni da parte del medico competente		

Tabella IV. Fattori di rischio organizzativo di Burnout e misure di prevenzione e protezione negli insegnanti

Richieste lavorative/fattori di rischio psicosociale di "burnout" nell'insegnante	Risorse lavorative ed individuali/misure di prevenzione e protezione da attuare
Sovraccarico di lavoro determinato da eccessive pressioni di tempo, orario di lavoro prolungato, scarso controllo sul lavoro, eccessivo lavoro straordinario e/o da finire a casa, classi troppo numerose e/o con alunni portatori di handicap psico-fisici, violenti, aggressivi.	Migliore organizzazione del turno di lavoro. Presenza di insegnante di sostegno. Supervisione come supporto da parte del management. Job Crafting (riprogettazione della mansione lavorativa) con maggiore varietà ed autonomia nei compiti svolti. Favorire il controllo decisionale e la partecipazione al processo di decision-making. Migliorare l'accesso alle informazioni. Aumentare le ricompense economiche, lavorative (promozioni, premi, stabilizzazione precariato), morali e di riconoscimento del lavoro svolto.
Eccessiva burocrazia con molte riunioni, progetti extracurricolari che interferiscono con il riposo (interferenza lavoro-famiglia, sovraccarico di lavoro) e la didattica (interruzioni e pressioni temporali per completare i programmi didattici).	Feedback della prestazione lavorativa (favorire il supporto per la risoluzione dei problemi ed i premi/ricompense sociali ed economici per il lavoro curriculare ed extracurriculare. Favorire il feedback in termini di risultati positivi da parte degli alunni). Favorire il supporto della famiglia nella relazione casa-lavoro.
Conflittualità con i genitori (mancanza di comunicazione, mancanza di condivisione del modello educativo e didattico, mancanza di fiducia, minacce, violenze fisiche e verbali) e con alunni (alunni difficili, maleducati, aggressivi e violenti).	Training individuale per la gestione delle emozioni e supporto psicologico in caso di traumi o difficoltà. Favorire i momenti di comunicazione e di condivisione tra famiglie ed insegnanti per la condivisione del modello educativo ("Patto educativo"). Formazione per migliorare i meccanismi di coping ed aumentare resilienza e senso di auto-efficacia a partire dalla conoscenza approfondita del rischio psicosociale e delle misure di prevenzione adottate. Migliorare la sicurezza lavorativa percepita ed il clima scolastico.
Carenza di attrezzature e materiali per la didattica e microclimatiche (eccessivo rumore, scarsa illuminazione).	Adeguate progettazione e gestione dell'ambiente di lavoro. Migliorare in senso quali-quantitativo le risorse didattiche (attrezzature, laboratori, strumenti, aule).
Eccessiva responsabilizzazione dell'insegnante (conflitto ed ambiguità di ruolo, responsabilità di ruolo).	Formazione di insegnanti e genitori per chiarire ambiguità di ruoli e di competenze ("patto educativo"). Supporto da parte del management per soluzione di problematiche legate alla responsabilità del ruolo. Orario di lavoro flessibile, opportunità di apprendimento per migliorare il senso di "auto-efficacia" e diminuire il conflitto casa-famiglia.

Discussione

Questo studio, partendo da una analisi critica del concetto di burnout e dall'osservazione che gli insegnanti sono una categoria frequentemente oggetto di tale fenomeno, arriva alla proposta di una strategia di prevenzione. La valutazione del rischio di burnout negli insegnanti denominata VA.RI.B.O si basa su questionari validati in letteratura come il JCQ di Karasek e l'ERI di Siegrist, integrati dall'analisi dei rischi specifici che dovessero emergere da focus group. In tal modo, potrebbe essere più facile individuare in modo concreto e specifico le risorse lavorative e personali del lavoratore da implementare e le "richieste" da gestire (67, 100, 118, 123, 124). La strategia da noi proposta utilizza indicatori sentinella e la stessa sorveglianza sanitaria che potranno fornire indicazioni utili in sede di valutazione del rischio. Tale strategia consente la naturale applicazione del principio delle misure di prevenzione e protezione finalizzate alla gestione del rischio, nel senso che tali misure dovranno essere finalizzate ad incrementare le risorse lavorative e personali dei lavoratori e ridurre le richieste del contenuto e dell'organizzazione lavorativa.

Il limite di tale strategia, tuttavia, è rappresentato dal fatto che, allo stato attuale delle conoscenze, non sono numerosi gli studi scientifici sul modello JDR negli insegnanti e quindi, la nostra proposta necessita di ulteriori studi per avere conferma delle richieste/risorse già evidenziate in letteratura e delle eventuali nuove "richieste/risorse" determinate da variabili dinamiche come, per esempio, quelle socio-culturali e tecnologiche, nonché per confermare l'efficacia di tale modello a livello "aziendale". Per esempio, molti dei questionari usati in letteratura per la rilevazione delle richieste e delle risorse lavorative dovrebbero essere tradotti e validati e, pertanto, sarebbe necessario il supporto "esperto" del medico competente e dello psicologo del lavoro per la conduzione di focus-group, l'allestimento di un questionario ad hoc e/o la somministrazione di quelli esistenti. Inoltre, esiste una variabilità nei fattori individuali, socio-culturali, socio-demografici (per esempio, differenziando le richieste lavorative in base al grado/tipo di scuola), che non è stata ancora sufficientemente studiata in letteratura e che, tuttavia, richiede di essere considerata in sede di valutazione del rischio. Inoltre, nonostante il modello JDR attiri un interesse crescente da parte dei ricercatori, è necessaria ulteriore ricerca, in particolare di tipo longitudinale, per in-

cludere sia le variabili di tipo oggettivo (tasso di assenteismo, produttività, valutazione delle prestazioni) sia quelle di tipo soggettivo (self-report) (125).

Ad oggi, tra i pochi questionari riconosciuti a livello internazionale, tradotti e validati in italiano, vi sono il JCQ di Karasek e l'ERI di Siegreist, che sono quelli maggiormente utilizzati nella ricerca sullo stress occupazionale e sulla BOS (anche negli studi basati sul modello JDR); essi, pertanto, sia per ragioni di opportunità, sia per le conferme scientifiche ottenute in questi anni, dovrebbero essere comunque utilizzati. Quindi, sulla base di focus-group e delle richieste/risorse evidenziate, tali questionari potrebbero essere integrati con ulteriori item e/o questionari specifici per la valutazione delle singole richieste/risorse predittive di BOS ritenute importanti nella specifica realtà lavorativa (125).

In conclusione, in questo studio abbiamo presentato una proposta di strategia che dovrà essere approfondita, validata e sperimentata attraverso studi successivi, finalizzata alla valutazione del rischio psicosociale di BOS nell'attività di insegnamento, basata sul modello Job Demand-Resources di Bakker & Demerouti. In ambito lavorativo, è necessario, infatti, che la BOS sia considerata un fattore di rischio psicosociale specifico e differente dal rischio di stress lavoro-correlato (126, 127). In tal senso, è necessario fornire alle figure aziendali che si occupano di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, idonei strumenti di valutazione del rischio, alternativi all'OCS e quanto più possibili basati sulle evidenze scientifiche prodotte in letteratura.

Bibliografia

- Maslach C. Burnout: The cost of caring. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1982.
- Maslach C, Schaufeli WB. Historical and conceptual development of burnout. In: Schaufeli WB, Maslach C, Marek T, editors. Professional burnout: Recent developments in theory and research. Washington DC: Taylor & Francis; 1993, pp 1-16.
- Leiter MP. Burn-out as a crisis in self-efficacy: Conceptual and practical implications. Work and Stress 1992; 6(2): 107-115.
- Cherniss C. Role of professional self-efficacy in the etiology and amelioration of burnout. In Schaufeli WB, Maslach C, Marek T. Professional burnout: Recent developments in theory and research (pp. 135-149). Washington, DC: Taylor and Francis, 1992.
- Brouwers AH, Tomic W. A longitudinal study of teacher burnout and perceived self-efficacy in classroom management. Teaching and Teacher Education 2000; 16: 239-253.
- Farber BA. The Jossey-Bass education series. Crisis in education: Stress and burnout in the American teacher. San Francisco, CA, US: Jossey-Bass, 1991.
- Vandenberg R, Huberman AM. Understanding and Preventing teacher burnout. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Kyriacou C. Teacher stress and burnout: an international review. Educational Research 1987; 29(2): 146-152. doi: 10.1080/0013188870290207.
- European Trade Union Committee for Education. Teacher's work-related stress. Brussels: European Trade Union Committee for Education, 2011. Disponibile all'indirizzo: <http://www.lizda.lv/content/files/TeachersStressEn.pdf>. (ultimo accesso in data 11/08/2018).
- Lodolo D'Oria V, Bulgarini d'Elci G, Bonomi P, Della Torre Di Valsassina M, Fasano AI, Giannella V, Ferrari M, Waldi F, Pecori Giraldi F. Are teachers at risk for psychiatric disorders? Stereotypes, physiology and perspectives of a job prevalently done by women. Med Lav 2009; 100(3): 211-227.
- Lodolo D'Oria V, Pecori Giraldi F, Della Torre M, et al. Is there any correlation between psychiatric disease and the teaching profession? Med Lav 2004; 95(5): 339-353.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLoS Medicine 2009; 6(7): e1000097 [5p.]. Disponibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097> (consultato in data 11/08/2018).
- Chirico F. Job stress models for predicting burnout: a review. Ann Ist Sup Sanità. 2016 Jul-Sep; 52(3): 443-456. doi: 10.4415/ANN_16_03_17.
- Pines AM, Aronson E, Kafry D. Burnout: from tedium to personal growth. New York City: The Free Press, 1981.
- Schaufeli WB, Leiter MP, Maslach C. Burnout: 35 years of research and practice. Career Develop Int 2009; 14(3): 204-220.
- Leiter MP, Maslach C. Six areas of worklife: a model of the organizational context of burnout. J Health Hum Serv Adm 1999; 21(4): 472-489.
- Maslach C. "Burned-out". Hum Behav 1976; 5(9): 16-22.
- Buunk BP, Schaufeli WB. Professional burnout: a perspective from social comparison theory in Schaufeli WB, Maslach C, Marek T. Professional burnout: recent developments in theory and research. New York: Taylor and Francis, 1993, pp. 53-69.
- Karasek RA. Demand/control model: a social, emotional and physiological approach to stress risk and active behaviour development. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. Geneva: ILO, 1998, pp. 34.06-34.14.
- Converso D, Marafioti M. La sindrome del burnout: Origine e sviluppi del costruito e studio degli antecedenti. In D. Converso & R. Falcetta (Eds.), Burnout e non solo (pp. 72-109). Torino: Centro Scientifico Editore, 2007.
- Siegrist J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. J Occup Health Psychol 1996; 1(1): 27-41.
- Maslach C, Jackson SE. The measurement of experienced burnout. J Occup Behav 1981; 2: 99-113.
- Maslach C, Leiter MP. The truth about burnout. How organizations cause personal stress and what to do about it. San Francisco: Jossey-Bass, 1997.
- Maslach C, Leiter MP. Preventing burnout and building engagement. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.
- American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental health disorders: DSM-5 (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Publishing, 2013.
- Bianchi R, Schonfeld IS, Laurent E. Physician burnout is better conceptualized as depression. Lancet 2017; 389: 1397-1398.
- Carlini L, Fidenzi L, Gualtieri G, et al. Burnout syndrome. Legal medicine: analysis and evaluation INAIL protection in cases of suicide induced by burnout within the helping professions. Riv Psichiatr 2016; 51(3): 87-95.
- Chirico F. Is burnout a syndrome or an occupational disease? Instructions for occupational physicians. Epidemiol Prev 2017 Sep; 41(5-6): 294-298. doi: 10.19191/EP17.5-6.P294.089.
- Lastovkova A, Carder M, Rasmussen HM, Sjoberg L, Groene GJ, Sauni R, et al. Burnout syndrome as an occupational disease in the European Union: an exploratory study. Ind Health 2018 Apr 7; 56(2): 160-165. doi: 10.2486/indhealth.2017-0132. Epub 2017 Nov 3.
- ILO, International Labour Office. (2016) WORKPLACE STRESS: A collective challenge. ILO: Turin, Italy, 2016. Disponibile on line all'indirizzo: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_protect/-protrav/-safework/documents/publication/wcms_466547.pdf (consultato in data 11/08/2018).
- Letonturier P. The burnout syndrome of the caregiver, a new occupational disease. Presse Med 2004; 33: 393.
- Chirico F, Ferrari G. Il burnout nella scuola. Milano: Edizioni FS, 2014.
- Cox T, Tisserand M, Taris T. The conceptualization and measurement of burnout: questions and directions. Work & Stress 2005; 19(3): 187-191.
- Santinello M, Altoe' G, Verzeletti C. Sviluppo e validazione del Link Burnout Questionnaire. Risorsa Uomo 2006; 4: 385-396.
- Chirico F. Is it time to consider Burnout Syndrome an occupational disease? Brit J Psych 2006; 190(1): 81.

- doi: 10.1192/bjp.190.1.81a. e-letter published on 17 July 2017. Disponibile all'indirizzo: <http://bjp.rcpsych.org/content/190/1/81.2.e-letters#is-it-time-to-consider-burnout-syndrome-an-occupational-disease> (consultato in data 11/08/2018).
- 36) Chirico F. Burnout and depression are not the same thing. *Br J Psych* 2006; 190(1): 81. doi: 10.1192/bjp.190.1.81a. e-letter published on 02 Oct 2017. Disponibile all'indirizzo: <http://bjp.rcpsych.org/content/190/1/81.2.e-letters#burnout-syndrome-and-depression-are-not-the-same-thing> (consultato in data 03/08/2018).
 - 37) Demerouti E, Bakker AB, Nachreiner F, Schaufeli WB. The job demands-resources model of burnout. *J Appl Psychol* 2001; 86(3): 499-512.
 - 38) Schaufeli WB, Bakker AB. Job demands, job resources and their relationship with burnout and engagement: a multi sample study. *J Organ Behav* 2004; 25: 293-315.
 - 39) Bakker A, Emmerik HV, Euwema M. Crossover of burnout and engagement in work teams. *Work Occup* 2006; 33: 464-489.
 - 40) Hakanen JJ, Bakker AB, Schaufeli WB. Burnout and work engagement among teachers. *J School Psychol* 2006; 43: 495-513.
 - 41) Chirico F, Taino G, Giorgi I, Fiorilli C, Ferrari G, Oddone E, Imbriani M. Stress lavoro-correlato e burnout negli insegnanti: un'indagine esplorativa sul ruolo dei client-related stressors. *G Ital Med Lav Ergon* 2018 July-Sept; 40(3) Suppl.
 - 42) Kristensen TS, Borritz M, Villadsen E, Christensen KB. The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. *Work & Stress* 2005; 19(3): 192-207. doi: 10.1080/02678370500297720.
 - 43) Halbesleben JRB, Demerouti E. The construct validity of an alternative measure of burnout: investigating the English translation of the Oldenburg Burnout Inventory. *Work & Stress* 2005; 19(3): 208-220.
 - 44) Kristensen TS, Hannerz H, Høgh A, Borg V. The Copenhagen Psychosocial Questionnaire-a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scand J Work Environ Health* 2005; 31(6): 438-449.
 - 45) Dicke T, Marsh HW, Riley P, Parker PD, Guo J, Horwood M. Validating the Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ-II) using Set-ESEM: Identifying Psychosocial Risk Factors in a sample of school principals. *Front Psychol* 2018; 9: 584.
 - 46) Setti I d'Errico A, Di Cuozzo D, Fiabane E, Argentero P. Validation and psychometric properties of the Italian Copenhagen Psychosocial Questionnaire II – short version. *Applied Psychology Bulletin* 2017; 65(280): 48-57.
 - 47) Cousins R, Mackay C, Clarke S, Kelly C, Kelly P, Mc Caig R. "Management Standards" and work-related stress in the UK: Practical development. *Work & Stress* 2004; 18: 113-136.
 - 48) Persechino B, Valenti A, Ronchetti M, Rondinone B, Di Tecco C, Vitali S, Iavicoli S. Work-related stress risk assessment in Italy: a methodological proposal adapted to regulatory guidelines. *Safety Health Work* 2013; 4: 95-99.
 - 49) Magnavita N. Validation of the Italian version of the HSE Indicator Tool. *Occup Med (Lond)* 2012; 62(4): 288-294.
 - 50) Ravalier JM, McVicar A, Munn-Giddings C. The Management Standards Indicator Tool and evaluation of burnout. *Occup Med (London)* 2013; 63(2): 145-147.
 - 51) Chirico F. The assessment of psychosocial risk: only "work-related" stress or something else? *Med Lav* 2015; 16(1): 65-67.
 - 52) Karasek R, Theorell T. *Healthy work: productivity and the reconstruction of working life*. New York, NY, USA: Basic Books, 1990.
 - 53) Siegrist J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *J Occup Health Psychol* 1996; 1(1): 27-41.
 - 54) Johnson JV. Job strain, work place, social support and cardiovascular disease. A cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *Am J Public Health* 1988; 78(10): 1336-1342.
 - 55) Häusser JA, Mojzisch A, Niesel M, Schulz-Hardt S. Ten years on: A review of recent research on the Job Demand-Control (-Support) Model and psychological well-being. *Work & Stress* 24(1): 1-35. doi: 10.1080/02678371003683747.
 - 56) Seidler A, Thinschmidt M, Deckert S, Then F, Hegewald J, Nieuwenhuisen K, Riedel-Heller, S. The role of psychosocial working conditions on burnout and its core component emotional exhaustion - a systematic review. *J Occup Med Toxicol* 2014; 9: 1-13.
 - 57) Garbarino S, Cuomo G, Chiorri C, Magnavita N. Association of work-related stress with mental health problems in a special police force unit. *BMJ Open* 2013; 3:e002791. doi:10.1136/bmjopen-2013-002791.
 - 58) De Jonge J, Bosma H, Peter R, Siegrist J. Job strain, effort-reward imbalance and employee well-being: a large-scale cross-sectional study. *Soc Sci Med* 2000; 55: 1317-1327.
 - 59) Kahn RL, Byssiere PB. Stress in organizations. In Dummetter MD, Hugh LM, *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. Palo Alto, CA Consulting Psychologists Press, 1992, pp. 571-650.
 - 60) Lee RL, Ashforth BE. A meta-analytic examination of the correlates of the three dimensions of job burnout. *J Applied Psychol* 1996; 81(2): 123-133.
 - 61) Taino G, Pizzuto C, Pucci E, De Icco R, Imbriani M. Crisi d'ansia reattiva e disturbo dell'adattamento cronico: un caso particolare di infortunio sul lavoro e di sospetta malattia professionale. *G Ital Med Lav Ergon* 2014 Apr-June; 36(2): 118-123.
 - 62) Taino G, Battaglia A, Imbriani M. Workplace conflicts and psychological work-related injuries: our experience in Italy. *J Health Soc Sci* 2016; 1(1): 17-22.
 - 63) Zapf D, Vogt C, Seifert C, Mertini H, Isic A. Emotional work as a source of stress. The concept and development of an instrument. *European journal of Work and Organizational Psychology* 1999; 8: 371-400.
 - 64) Demerouti E, Bakker AB, Nachreiner F, Schaufeli WB. The job demands-resources model of burnout. *J Applied Psychol* 2001; 86: 499-512.
 - 65) Halbesleben JRB, Buckley MR. Burnout in organizational life. *J Management* 2004; 30(6): 859-879.
 - 66) Bakker AB, Demerouti E, Euwema MC. Job resources buffer the impact of job demands on burnout. *J Occup Health Psychol* 2005; 10(2): 170-180.
 - 67) Xanthopoulou D, Bakker AB, Demerouti E, Schaufeli WB. The role of personal resources in the Job Demands-Resources Model. *Int J Stress Management* 2007; 14(2): 121-141.
 - 68) Bakker AB, Demerouti E. The Job Demands-Resources model: state of the art. *J Manag Psychol* 2007; 22(3): 309-328.
 - 69) Hackman JR, Oldham GR. *Work redesign*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1980.
 - 70) Hobfoll S. Conservation of resources. A new attempt at conceptualizing stress. *Am Psychol* 1989; 44(3): 513-524.
 - 71) Hobfoll SE. The influence of culture, community and the nested-self in the stress process: advancing conservation of resources theory. *Appl Psychol* 2001; 50(3): 337-370.
 - 72) Gorgievski MJ, Hobfoll SE. *Work Can Burn Us Out or Fire Us Up: Conservation of Resources in Burnout and Engagement*. Chapter 2 in: *Handbook of Stress and Burnout in Health Care* Editor: Jonathon RB. Halbesleben: Nova Science Publishers, 2008.
 - 73) Demerouti E, Bakker AB. The Job-Demands-Resources model: Challenges for future research. *J Psychol*. 2011; 37(2): Art. 974, 9 pages. doi:10.4102/sajip.v37i2.974.
 - 74) Lazarus RS, Folkman S. *Stress, appraisal and coping*. Springer Publishing co In, 1984.
 - 75) de Jonge J, Dormann C. The DISC Model. Demand-induced strain compensation mechanisms in job stress. In: Dollard M, Winefield H, Winefield A (Eds). *Occupational stress in the service professions*. London: Taylor & Francis, 2003. p. 43-74
 - 76) Schaufeli W, Enzmann D. *The burnout companion to study and practice. A critical analysis*, CRC Press Book, 1998.
 - 77) Anderson MBG, Iwanicki EF. Teacher motivation and its relationship to burnout. *Educ Adm Quar* 1984; 20(2): 109-132.
 - 78) Russell DW, Altmaier E, Van Velzen D. Job related stress, social support and burnout among classroom teachers. *J Appl Psychol* 1987; 72(2): 269-274.
 - 79) Peracchi M. Il Burnout: un inquadramento generale. *Psicologia e Scuola* 1992; 59: 13-22.
 - 80) Durkheim E. *Le regole del metodo sociologico*. Sociologia e filosofia. Milano: Edizioni di Comunità, 1963.
 - 81) Meazzini P. *L'insegnante di qualità. Alle radici psicologiche dell'insegnamento di successo*. Firenze: Giunti editore, 2000.
 - 82) Blandino G, Granieri B. *Le risorse emotive nella scuola. Gestione e formazione nella scuola dell'autonomia*. Milano: Raffello Cortina, 2002.

- 83) Rossati A, Magro G. Stress e burnout. Roma: Carocci editore, 1999.
- 84) Aluja A, Blanch A, Garcia LF. Dimensionality of the Maslach burnout inventory in school teachers: a study of several proposals. *Eur J Psychol Assess* 2005; 21(1): 67-76.
- 85) Collie RJ, Shapka JD, Perry NE. School climate and social-emotional learning: predicting teacher stress, job satisfaction and teaching efficacy. *J Educ Psychol* 2012; 104: 1189-1204.
- 86) Santavirta N, Solovieva S, Theorell T. The association between job strain and emotional exhaustion in a cohort of 1028 Finnish teachers. *Brit J Educ Psychol* 2007; 77(1): 213-228.
- 87) Evers WJG, Tomic W, Brouwers A. Burnout among teachers. *School Psychol Int* 2004; 25(2): 132.
- 88) Burke AB, Greenglass E. A longitudinal study of psychological burnout in teachers. *Hum Relat* 1995; 8(2): 187-202.
- 89) Friedman IA. High and low-burnout schools: school culture aspects of teacher burnout. *J Educ Res* 1991; 84(6): 325-333.
- 90) Leiter M, Maslach C. The impact of interpersonal environment on burnout and organizational commitment. *J Organ Behav* 1988; 9: 297-308.
- 91) Rosenholz SJ, Simpson C. Work place conditions and the rise and fall of teacher's commitment. *Sociol Educ* 1990; 63(4): 241-257.
- 92) Rosenholtz S. Teacher's workplace: the social organization of schools. New York: Lonsmen, 1989.
- 93) Burke RJ, Greenglass ER, Schwarzer R. Predicting teacher burnout over time: Effects of work stress, social support, and self-doubts on burnout and its consequences. *Anxiety, Stress, and Coping* 1996; 9(3): 1-15.
- 94) Friedman IA. Student behavior patterns contributing to teacher burnout. *Journal of Educational Research* 1995; 88(5): 281-289.
- 95) Lamude KG, Scudder J, Furno-Lamude D. The relationship of student resistance strategies in the classroom to teacher burnout and teacher type-A behavior. *Journal of Social Behavior and Personality* 1992; 7(4): 597-610.
- 96) Byrne BM. Burnout: Investigating the impact of background variables for elementary, intermediate, secondary, and university educators. *Teaching and Teacher Education* 1991; 7(2): 197-209.
- 97) Hock RR. Professional burnout among public school teachers. *Public Personnel Management* 1988; 17(2): 167-189.
- 98) Spilt JL, Koomen HMY, Thijs JT. Teacher wellbeing: The importance of teacher-student relationship. *Educ Psychol Rev* 2011; 23: 457-477.
- 99) Chang ML. An appraisal perspective of teacher burnout: Examining the emotional work of teachers. *Educ Psychol Rev* 2009; 21: 193-218.
- 100) Hakanen JJ, Schaufeli WB, Ahola K. The Job demands-Resources model: a three-year cross lagged study of burnout, depression, commitment, and work engagement. *Work & Stress* 2006; 22(3): 224-241.
- 101) Cooley E, Yovanoff P. Supporting professionals at risk: evaluating interventions to reduce burnout and improve retention of special educators. *Exceptional Children* 1996; 62(4): 336-355.
- 102) Pedditz ML, Nonnis M. Psycho-social sources of stress and burnout in schools: Research on a sample of Italian teachers. *Med Lav* 2014; 105(1): 48-62.
- 103) Simbula S, Mazzetti G, Guglielmi D. Conflitto lavoro/famiglia. Burnout e work engagement negli insegnanti: il ruolo moderatore delle risorse lavorative e personali. *Avances en psicologia latinoamericana* 2011; 29(2): 302-326.
- 104) Simbula S, Panari C, Guglielmi D, Fraccaroli F. Teachers' well-being and effectiveness: the role of the interplay between job demands and job resources. *Soc Behav Sci* 2012; 69: 729-738.
- 105) Lorente Prieto L, Salanova M, Martinez I, Schaufeli WB. Extension of the job demands-resources model in the prediction of burnout and engagement among teachers over time. *Psicothema* 2008; 20(3): 354-360.
- 106) Bermejo-Toro L, Prieto-Urs M, Hernandez V. Towards a model of teacher well-being: personal and job resources involved in teacher burnout and engagement. *Educ Psychol* 2016; 36(3): 481-501. doi: 10.1080/01443410.2015.1005006
- 107) Elder C, Nidich S, Moriarty F, Nidich R. Effect of transcendental meditation on employee stress, depression and burnout: a randomized controlled study. *Perm J* 2014; 18(1): 19-23. doi: 10.7812/TPP/13-102.
- 108) Chirico F. Religious belief and mental health in lay and consecrated Italian teachers. *J Relig Health* 2017 Jun; 56(3): 839-851. doi: 10.1007/s10943-016-0242-7.
- 109) Chirico F. Spiritual well-being in the 21st century: It's time to review the current WHO's health definition. *J Health Soc Sci* 2016; 1(1): 11-16.
- 110) Circolare Ministero del Lavoro del 18 novembre 2010. Accessibile al sito: www.lavoro.gov.it/sicurezza/lavoro/MS/CommissionePermanente/ (consultato in data 4 Novembre 2015).
- 111) Cox T, Griffiths A, Rial-Gonzalez E. Research on work-related stress. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities: European Agency for Safety & Health at Work, 2000.
- 112) Conway P, Camerino D. Psychosocial working conditions in today's workplaces: towards an increased specificity in risk assessment and management. *Med Lav* 2014; 105: 83-84.
- 113) Magnavita N. Risk assessment. *Med Lav* 2011; 110(3): 297-298.
- 114) Magnavita N. Applicazione di modelli organizzativi originali per la prevenzione del rischio chimico in aziende di diverse dimensioni. Metodo A.S.I.A. Roma: IIMS Istituto Italiano di Medicina Sociale, 2004. Disponibile all'indirizzo: https://www.vegaengineering.com/news/allegati/1577/1/sirsrer_rischio_chimico.pdf (consultato in data 12/08/2018).
- 115) Naring G, van Droffelaar A. Incorporation of emotional labor in the Demand-Control-Support Model: the relation with emotional exhaustion and personal accomplishment in nurses. In V.V.A.A (Eds.). *Functionality, Intentionality and Morality (Research on Emotion in Organizations, Volume 3)*, 221-236. Bingley, U.K.: Emerald Group Publishing Limited, 2007.
- 116) Balducci C, Avanzi L, Fraccaroli F. Emotional demands as a risk factor for mental distress among nurses. *Med Lav* 2014; 105: 100-108.
- 117) Zapf D, Seifert C, Schmutte B, Mertini H, Holz M. Emotion work and job stressors and their effects on burnout. *Psychol Health* 2001; 16: 527-545.
- 118) Demerouti E, Bakker A, de Jonge J, Janssen P, Schaufeli W. Burnout and engagement at work as a function of demands and control. *Scand J Work Environ Health* 2001; 27: 279-286.
- 119) Wrzesniewski A, Dutton JE. Crafting a job: revisioning employees as active crafters of their work. *Acad Manag Review* 2001; 26: 179-201.
- 120) Tim M, Bakker AB, Derks D. The development and validation of the job crafting scale. *J Voc Behav* 2012; 80(2): 173-186.
- 121) Magnavita N. Medical Surveillance, Continuous Health Promotion and a Participatory Intervention in a Small Company. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(4): pii: E662. doi: 10.3390/ijerph15040662.
- 122) Chirico F. Combatting the shortage of physicians to alleviate work-related strain. *J Health Soc Sci* 2017 Nov; 2(3): 239-242. doi: 10.19204/2017/cmbt11.
- 123) Schaufeli WB, Bakker AB, van Rhenen W. How changes in job demands and resources predict burnout, work engagement, and sickness absenteeism. *J Organiz Behav* 2009; 30(7): 893-917.
- 124) Schaufeli WB, Taris TW. A critical review of the Job demands-resources model: implications for improving work and health. In Bauer GF, Hämmig O (Eds.), *Bridging occupational, organizational and public health: A transdisciplinary approach* (pp. 43-68). New York, NY, US: Springer Science + Business Media, 2014.
- 125) Fraccaroli F, Balducci C. Stress e rischi psicosociali nelle organizzazioni. Bologna: Il Mulino, 2011.
- 126) Chirico F. The forgotten realm of the new and emerging psychosocial risk factors. *J Occup Health* 2017; 59(5): 433-435. doi: 10.1539/joh.17-0111-OP.
- 127) Chirico F. Adjustment Disorder as an Occupational Disease: Our Experience in Italy. *Int J Occup Environ Med* 2016; Jan; 7(1): 52-57.

Aouatef Mahfoudh, Ahlem Bakhrouf, Ines Rassas, Hajer Ammar, Lamia Bouzgarrou, Amira Omrane, Adnene Henchi, Mohamed Akrouf, Taoufik Khalfallah

Influence of socioprofessional determinants on teachers' mental well-being

Dipartimento di Medicina del Lavoro e Ergonomia, Facoltà di Medicina di Monastir-Tunisia

ABSTRACT. Aims. *To assess the influence of socio-professional factors on mental health of teachers at primary and secondary schools.*

Materials and Methods. *It's a cross-sectional study, lasted 3 months of the year 2014. This study involved a representative sample of teachers working in public schools. Data collection was based on a survey sheet prepared beforehand and describing socio-demographic and occupational characteristics of the participants. Mental health was assessed by the GHQ 30 score in its validated version in Arabic.*

Results. *Study population was composed of 255 teachers with a participation rate of 78.43%. This population was characterized by a slight female predominance (57.5%) with a sex ratio of 0.73. The mean age was 43.54 ± 8.9 years. Of the responding teachers, 17% felt that their profession was poorly perceived by the society. More than half of participants were satisfied with their profession (68.8%). Relational constraints with parents were reported by 50.5% of teachers. Seventy-one teachers reported having problem of indiscipline in class.*

The mean GHQ score was 7.21 ± 6.24 . Teachers' psychological health deterioration was significantly correlated with smoking ($p = 0.03$, $OR = 0.2$, $IC = [0.05-0.9]$), pathological antecedents ($p = 0.02$, $OR = 3.6$, $IC = [1.1-10]$), feeling guilty toward pupils passivity ($p = 0.01$, $OR = 3.8$, $IC = [1.3-10]$), to professional seniority ($p = 0.008$, $OR = 0.2$, $IC = [0.06-0.6]$), to the image referred back by the society ($p = 0.005$, $OR = 4.9$, $IC = [1.6-15]$), to emotional exhaustion and personal satisfaction ($p = 0.00$, $OR = 12.7$, $IC = [3.4-47]$).

Conclusion. *Acting on these factors through a collective preventive approach headed by the Ministry of Education is necessary to reduce the rate of psychological distress among teachers and therefore improve the quality of teaching.*

Key words: teachers, GHQ, risk factors, school, work conditions, evaluation.

RIASSUNTO. INFLUENZA DEI DETERMINANTI SOCIO-OCUPAZIONALI SUL BENESSERE MENTALE DEGLI INSEGNANTI. **Obiettivi.** Valutare l'influenza dei fattori socio-professionali sulla salute mentale degli insegnanti nelle scuole primarie e secondarie.

Materiali e Metodi. Studio cross-sectional, durato 3 mesi dell'anno 2014. Questo studio ha coinvolto un campione rappresentativo di insegnanti che lavorano nelle scuole pubbliche. La raccolta dei dati è stata basata su un foglio di indagine preparato in precedenza e descrivendo le caratteristiche socio-demografiche e professionali dei partecipanti. La salute mentale è stata valutata con il punteggio GHQ 30 nella versione convalidata in arabo. **Risultati.** La popolazione di studio era composta da 255 insegnanti con un tasso di partecipazione del 78,43%.

Questa popolazione è stata caratterizzata da una leggera

Introduction

A predisposition for psychiatric morbidities among teachers is largely admitted in the general public, also by teachers themselves. The American Institute of Stress places teaching, especially at the secondary level, at the head of the ten most stressful occupations (1).

Because mental health problems are linked to turnover, absenteeism and rising of social security services costs, mental health at work is a preoccupied problem for employers as well as to deciders (2). In Canada, the annual cost of stress is estimated to be between \$ 8-10 billion in absenteeism and \$ 36 billion in presentism where presentism is defined as the fact that an individual goes to work but its productivity and efficiency are reduced due to stress (3). In area education, according to the Federation of scholar's commissions in Quebec, teacher's disabilities cost approximately \$ 125 million per year. Of this amount, \$ 34 million is paid for burnout-related absences.

Stress is deleterious to the health of teachers but also can alter the quality of teaching. For example, absenteeism due to stress is a real nuisance in terms of pedagogical follow-up in the field of education, where pupil must adapt to a new teacher in the middle of the school year which causes a trouble in understanding or other significant academic difficulties in the student (4).

Therefore, this study was conducted to assess the influence of sociodemographic and professionals factors on the mental health of teachers.

Patients and Methods

This is a cross-sectional survey carried out during three months in 2014 with teachers working in the secondary schools, colleges and primary schools in the city of Mahdia, in Tunisia. They are not included teachers on leave.

After a random sampling in two clusters, study population was composed of 255 teachers, with a participation rate of 78.43%.

Data collection was based on a survey sheet prepared beforehand, distributed to teachers and recovered after a

predominanza femminile (57,5%) con un rapporto di sesso di 0,73. L'età media era di $43,54 \pm 8,9$ anni. Tra gli insegnanti rispondenti, il 17% ha ritenuto che la loro professione fosse percepita dalla società. Più della metà dei partecipanti erano soddisfatti della loro professione (68,8%). I vincoli relazionali con i genitori sono stati segnalati dal 50,5% degli insegnanti. Settantuno insegnanti hanno riferito di avere problemi di indisciplina in classe.

Il punteggio medio di GHQ era di $7,21 \pm 6,24$. Il deterioramento della salute psicologica degli insegnanti è stato significativamente correlato con il fumo ($p = 0,03$, OR = 0,2, IC = [0,05-0,9]), antecedenti patologici ($p = 0,02$, OR = 3,6, IC = [1,1-10]), la passività degli alunni ($p = 0,01$, OR = 3,8, IC = [1,3-10]), l'anzianità professionale ($p = 0,008$, OR = 0,2, IC = [0,06-0,6]) la rappresentazione sociale ($p = 0,005$, OR = 4,9, IC = [1,6-15]), l'esaurimento emotivo e la soddisfazione personale ($p = 0,00$, OR = 12,7, IC = [3,4-47]).

Conclusioni. Agire su questi fattori attraverso un approccio collettivo preventivo guidato dal Ministero dell'Istruzione è necessario per ridurre il tasso di disagio psicologico tra gli insegnanti e pertanto migliorare la qualità dell'insegnamento.

Parole chiave: insegnanti, GHQ, fattori di rischio, scuole, condizioni di lavoro, valutazione.

few days. This sheet included items related to the description of participants' socio-demographic characteristics (gender, age, marital status, number of dependent children, smoking, alcohol consumption, leisure activity, somatic and psychological morbidities, etc.) and occupational characteristics (educational level, occupational mobility, status, level of education, etc.).

The assessment of stressors factors was based on the description of administrative burden, relationship with authorities, stress and lack of discipline in the classroom, and relationship with colleagues and parents.

Mental health was evaluated with the GHQ questionnaire. This test consists of 30 items, each item has 4 responses. The respondent characterizes his / her current state (during the last few weeks) relative to his usual state in the areas of anxiety, depression and relational tensions. The addition of scores from the thirty items results in the formulation of an "overall score" or "severity score" (6).

Data was entered and analyzed using the SPSS 20 software. For statistical tests, the significance level p was set to 0.05.

Results

1 - Sociodemographic characteristics

Studied population was characterized by a female predominance (57.5%) with a sex ratio at 0.73 and a mean age of 43.53 ± 8.9 years. The majority of teachers were married (89%), 77% of the spouses worked on a regular schedule and 15.7% have had unstable job.

The average number of dependent children was 2.44 [0-5 child]. In this study, 83% of teachers lived in their own homes and 16.8% were tenants. The average distance between the school and the residence place was 7.7 km. Nearly half of teachers traveled by their own means of transport (51.5%), 32.5% on foot and 16% on a common

means of transport. The frequency of non-smoker teachers was 83% and that of alcohol consumers was 5.5%. The practice of leisure activities was reported by 65% of teachers.

A pre-existence of somatic morbidities was noted in 19.5% of teachers. The most cited diseases were heart disease, rheumatologic diseases, endocrine disorders (diabetes, hypertension, dysthyroidism), asthma and allergy and 9.5% of teachers had a psychiatric history (Table I).

2 - Professional characteristics

In this study, 69.7% of teachers had a master's diploma and 20.2% had a university diploma on primary education. The average length of service was 18 ± 9.6 years with tenure at the current school of 10.4 ± 8.7 years.

Teachers attended 4.33 ± 3 classes with an average working hour per week of 17.5 ± 2.26 hours.

Among studied population, 75.1% did not have professional mobility, while 24.9% claimed to have had a professional mobility and the most common reason was reconciliation of spouse (66%).

In this study, 68.8% was satisfied with their profession. Whereas, 17% felt that their profession was badly perceived by the society.

Almost half of teachers reported having stress in their work (56%) and 13% of them reported that they worked overtime with an average duration of 3.48 ± 2.9 hours per week.

An overload of the program and meetings was reported by 99 and 16 teachers respectively. A poor relationship with the authorities (the inspectorate) was described by 7.6% of teachers and 20.4% had the impression of authoritarianism in their work. The average number of students per class was 26 ± 3.36 with extremes ranging from 14 to 33 students. Nearly half of the teachers (59.8%) reported heterogeneous academic competence of their students and 35.5% of teachers felt guilty about the passivity of students. Relational problems with colleagues were described by 37.9% of teachers. Similarly, relational constraints with parents were reported by 50.5% of teachers. This was either excessive demand from parents (21.9%) or a sense of duty (28.6%). Among teachers, 31% complained of indiscipline and a heavy atmosphere during classes.

3 - Mental Health (GHQ)

The mean GHQ score was 7.21 ± 6.24 . Nearly half of teachers had a mental health disorder (41.4%).

The psychological distress of teachers was significantly correlated with gender ($p = 0.01$), unstable spouse work ($p = 0.03$), irregular spouse's work schedule ($p = 0.03$), somatic and psychiatric preexisting morbidities.

Some occupational factors had a significant influence on the mental health status of teachers, including seniority in the profession ($p = 0.05$), occupational mobility ($p = 0.004$), the image referred back by the society ($p = 0.008$), dissatisfaction with the professional ideal ($p = 0.00$) and feeling of stress ($p = 0.05$).

Mental suffering was also correlated with the impression of authoritarianism ($p = 0.001$), the poor relationship

Table I. Socio-demographic characteristics of studied population

Socio-demographic characteristics		Number	%
Gender	Male	86	42.5
	Female	114	57.5
Age	<40 years	74	36.8
	≥40 years	126	63.2
Matrimonial Statut	Maried	178	89
	Single	18	9
	Divorced	2	1
	Widowed	2	1
Spouse work	Stable	169	95
	Instable	9	5
Spouse's work schedule	Regular	154	86.5
	Iregular	24	13.5
Dependent children	0	6	3.6
	1-3	136	82.4
	>3	23	14
Habitat	Owner	166	83
	Tenant	34	17
Distance	≤5 km	138	69
	>5 km	62	31
Travelling time	<15mn	126	63
	25-60 mn	71	35.5
	>60 mn	3	1.5
Means of travel	Own transportation	103	51.5
	On foot	65	32.5
	Public transport	32	16
Smoking	Non-smoking	166	83
	Smoking	20	10
	Former smoker	14	7
Alcohol consumption	Yes	11	5.5
	No	189	94.5
Leisure activities	Yes	130	65
	No	70	35
Somatic preexisting morbidities	Yes	39	19.5
	No	161	80.5
Psychiatric preexisting morbidities	Yes	17	
	No	65	

with the inspectorate ($p = 0.04$), feelings of guilt over pupil passivity ($p = 0.02$), the poor relationship with colleagues including the lack of collaboration among colleagues and the feeling of being sidelined ($p = 0.001$). The pupil's lack of discipline and pensive atmosphere ($p = 0.04$) and lack of respect for pupils ($p = 0.000$) are significantly related to mental suffering (Table II).

After the multivariate logistic regression, we noted that the impression of authoritarianism multiplied by ≈ 13

the risk of psychological suffering of teachers ($p < 0.00$, OR = 12.7, IC = [3.4 - 47]).

Patients with a history of pathology who felt guilty about the passivity of students and felt that their profession was poorly perceived by society were ≈ 4 -5 times more likely to develop psychological distress.

Non-smoking and tenure in the profession less than 10 years had a protective effect against impaired mental health (Table III).

Table II. Influence of socioprofessional factors on the mental health of teachers, after univariate analysis

	Mental disorder (GHQ > 6)		
	Nombre	%	P
Gender			
Male	27	31.8	0.017
Female	55	48.7	
Image referred back by the society			0.008
Well-perceived	36	36.4	
Misperceived	28	59.6	
Sensation of Stress			0.000
Yes	64	57.7	
No	18	20.7	
Spouse Work			0.03
Stable	58	38.9	
Unstable	19	59.4	
Spouse's work schedule			0.03
Regular schedule	49	36	
Irregular hours	28	63.6	
About the professional ideal			0.000
Satisfied	44	32.6	
Disappointed	37	59.7	
logement			0.37
Owner	65	40.1	
Tenant	16	48.5	
Professional mobility			0.004
Yes	26	60.5	
No	45	35.2	
Professional seniority			0.05
≤10 years	29	52	
>10 years	53	37	
Somatic preexisting morbidities			0.00
Yes	25	65.8	
No	55	34.8	
Psychiatric preexisting morbidities			0.00
Yes	17	89.5	
No	65	36.3	

Discussion

In this study, teachers have had a high prevalence of psychiatric disorder, estimated at 41.4%. Similar results were described in some scientific researches. Brazilian studies of private school teachers found proportions of common mental disorders between 20.1% and 41.5% (6). In public education, the prevalence was 50.3% (7). In Germany, a study revealed that 29.8% of teachers had significant mental health problems (8). For workers in general and teachers more specifically, mental health varies according to various determinants, linked to both individuals and professional characteristics.

In this study, teacher's mental health is significantly related to gender (48.7% of women vs. 31.8% of men).

The inequitable division of domestic labor is an obvious explanation. Women are constantly confronted to the choice or the balance between work and family life (9). This conflictual situation makes women more vulnerable to stress and more predisposed to psychiatric disorders.

Table III. Influence of socioprofessional factors on the mental health of teachers, after logistic regression

	p	OR	IC
Smoking	0.03	0.2	0.05 - 0.9
Somatic preexisting morbidities	0.02	3.6	1.1 - 10
Feeling guilty to the passivity of students	0.01	3.8	1.3 - 10
Professional seniority	0.008	0.2	0.06 - 0.6
Image referred back by the society	0.005	4.9	1.6 - 15
Impression of authoritarianism	0.00	12.7	3.4 - 47

Mental health of teachers was significantly correlated to the instability and the irregular schedule of spouse work, which can be explained by the feeling of economic discomfort, lack of support and family instability. More recently, Vilija Malinauskiene found in his study of 372 health workers between 2008 and 2009 in Kaunas, that a family on economic crisis is a powerful predictor of a mental distress with an adjusted OR of 2.5 (10).

According to Houlfort's study (2010), 21% of teachers were suffering from conflictual situation between work and familial life, 35% said that this conflicts were mainly due to the fact that once at home, they are too exhausted to participate as they wish in their personal lives (11).

Among individual determinants involved in mental health disorders, several authors identify health problems (12, 13); as is the case with our study.

Psychological disorders of teachers are significantly correlated with the professional seniority. Former teachers were more vulnerable to psychological distress than younger people ($p = 0.008$, $OR = 0.2$, $IC = [0.06-0.6]$). This was consistent with findings of Houlfort et al., who noted that less experienced teachers report less psychological distress and this group are less affected by occupational stressors, with greater satisfaction with their need for autonomy than more experienced teachers (11).

In this study, the linear correlation of job tenure with mental health disorders can be explained by a decrease in cognitive and physical abilities of former teachers in mechanisms of stress management. For some authors, this suffering is linked to successive reforms of education which constrain the activity of the teacher, faced with organizational changes, such as introduction of new information and communication technologies. This can increase the psychological burden of the older teacher. So that, the end of the career is therefore more linked to a withdrawal of an experiment from a binding system than to the chronological age (14).

In this study, the state of mental health is not correlated with the level of education. According to Helen Askeff-Williams et al. (2014), primary school teachers showed much more positive attitudes and actions towards mental health compared to their colleagues in high school (15).

Among respondent teachers, 17% felt that their profession was badly perceived by society. After logistic regression, a statistically significant correlation was found

between the risk of psychological suffering and the negative image referred back by the society ($p = 0.005$, $OR = 4.9$, $IC = [1.6-15]$).

According to several studies, teachers feel that they are not fully recognized. They show significant public pressure, while highlighting the lack of recognition of their work (48, 38). There would be not only a loss of status, but also severe criticism and judgment.

In the literature, ambiguities of role and work overload have been identified as contributed factors to work-related stress among teachers (18, 19). Liu and Ramsey examined teachers' satisfaction with various aspects of their employment with 236 teachers in the United States. They reported that there is a negative relationship between workload and job satisfaction (20).

Our study showed that psychological suffering is linked to the overload of educational programs and the number of hours work per week. Similar findings were described by Chennoufi in 2012 among 398 teachers in public schools in the governorate of La Manouba in Tunisia, showing that 66.4% of teachers were suffering from stress at work. Five factors were identified as sources of stress, specifically related to difficult working conditions (80.3%), work overload (75.2%), administrative difficulties (70.4%), problems with pupils and parents, students (64.4%) and lack of organization at work (57.1%) (21).

Today in Tunisia, social, economic and cultural changes, as well as the changes and repeated reforms of the education system have involved new operating modalities and increased workloads. Within this perspective, and given the increasing demands, risk factors would be linked to an imbalance between the demands of the work environment and the ability of the individual to use his or her skills.

The quality of the relational climate with management is a determining factor of mental health according to Janosz et al. (22).

In this study, the relationship with the administration is significantly related to the psychological suffering in particular the relation with the inspectorate and the sensation of authoritarianism, which are in agreement with the literature. In fact, Kovess-Masfety et al. studied the prevalence and occupational risk factors of psychiatric disorders among public school teachers in France according to their level of education. The survey was carried out among 3,586 teachers. They identified a very strong correlation between colleague and administrative support and good psychological health at work (23).

In our study, 37.9% reported having relational problems with their colleagues; 28.8% reported having a lack of collaboration with colleagues and 9.1% felt they were being sidelined. These factors are significantly related to the psychological disorders of our study population.

Pupils are the key element of teaching work. The pupil-teacher relationship and the behavior of pupils in the classroom constitute a pejorative determinant of the psychological health of teachers (24, 25). According to Martineau et al., classroom management and the maintenance of discipline are the most important difficulties for teachers (26). Brown et al. showed that the poor relation-

ship with pupils (pupils' indiscipline, difficult students, demotivated) is a factor of psychological distress among teachers (27). Similarly, the European Agency for Safety and Health at Work notes that the increase in the number of students and their lack of discipline are the main factors of stress for teachers (28). Indeed, a large number of students in one class increases the risk of losing control, which in turn increases the workload.

According to this study, psychological suffering is strongly linked to lack of discipline, heavy atmosphere during classes and lack of respect for students. In addition, we have shown a positive correlation between psychological distress and feelings of guilt in the face of student passivity.

Student behavior and progress can function not only as sources of stress, but also as sources of satisfaction when they have a well-behaved class with children making progress.

A significant relationship between psychological distress and a poor relationship with the parents, more specifically, the impression of having to justify oneself. Indeed, parents maintain psychological distress in teachers by the lack of valorization and the many solicitations. Similarly, some parents question the authority about professional judgment of teachers, which is a source of demotivation, dissatisfaction and psychological pain at work (27).

Conclusions

This study, which is mainly descriptive, despite certain methodological limitations, has proved to be relevant to the extent where we objectified the degree of teachers' mental health problems; while insisting that it is not an identification of patients but rather disorders related to conditions or situations whose undervaluation may be the cause of illness.

The decline in teachers' mental health is dependent on individual and work-related psycho-organizational factors, which prompts a consideration of multidisciplinary preventive actions, managed by the Ministry of Education to improve the mental health of teachers and therefore guarantee a high-quality of learning.

References

- 1) Doyon Pascal R. Lien entre le sentiment d'auto-efficacité et l'épuisement professionnel chez des enseignantes et enseignants et inventaire des obstacles et facilitateurs à leur épanouissement professionnel. Thèse de doctorat. Université du Québec à Trois-Rivières 2013. depot-e.uqtr.ca
- 2) Investing in mental health. World Health Organization. Geneva 2003. <http://www.who.int/>
- 3) Lupien S (2010). Par amour du stress. Boisbriand: Les Éditions au Carré Inc. Les Éditions au Carré inc., 2010 Dépôt légal: 4 e trimestre 2010. <https://editionsauccarre.com>
- 4) Alma Lamti. Conditions de travail, qualité de vie et santé psychologique chez les enseignants des collèges dans le Grand Tunis. Psychologie. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2013. Français. <http://tel.archives-ouvertes.fr>
- 5) Mohammadbagher Forghani O, Aliakbar R, Ali H, Esmaeil T, Azar Akbari Z. Effect of physical health on burnout dimensions in male

- and females Physical education teachers. *International Journal of Sport Studies* 2013; 3(3): 274-9. www.ijssjournal.com
- 6) Bircan İsmail. Türkiye'de eğitim-istihdam ilişkisi. *Planlama Dergisi* 1984; 16: 34-40.
 - 7) Hüsne Demirel. An investigation of the relationship between job and life satisfaction among teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2014; 116: 4925-31.
 - 8) Robbins SP *Organizational behavior: concepts, controversies, and applications*. 7th ed. Edition Published Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1996. <http://trove.nla.gov.au/version/39970687>
 - 9) Erdamar G, Demirel H. Investigation of Work-family, Family-work Conflict of the Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2014; 116(4): 919-24
 - 10) Nathalie Houltfort, Frédéric Sauvé, Santé psychologique des enseignants de la Fédération autonome de l'enseignement. École nationale d'administration publique B. Éd. Université de Montréal Janvier 2010. <http://patrickjddaganaud.com/>
 - 11) Malinauskiene V, et al. Psychosocial job characteristics, social support, and sense of coherence as determinants of mental health among nurses. *Medicina* 2009; 45(11): 910-7.
 - 12) Derriennic F, Vézina M. Organisation du travail et santé mentale: approches épidémiologiques. *Travailler* 2001; 5: 7-22.
 - 13) Bevan S, McGee R, Quadrello T. Fit For Work? Les troubles musculosquelettiques et le marché du travail Belge. The work foundation September 2009. www.theworkfoundation.com
 - 14) Mitina L (1998). Psikologiya professional'nogo razvitiya uchitelya [Psychology of a Professional Development of a Teacher]. Moscow: Flinta cited in Tatiana Voronchenkoa, Nina Vinogradovaa, Ekaterina Zhrebtsovaa. Teacher's Professional Health as a Factor of the Development of a Student's Harmonic Personality. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2014; 159: 235-8.
 - 15) Helen Askill-Williams, Carmel Cefai. Australian and Maltese teachers' perspectives about their capabilities for mental health promotion in school settings. *Teaching and Teacher Education* 2014; 40: 61-72.
 - 16) Chartrand R. Les facteurs professionnels de la détresse psychologique chez les enseignants. Mémoire présenté à la faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de maîtrise en relations industrielles; Université de Montréal 2006. papyrus.bib.umontreal.ca
 - 17) Riel, Jessica. Analyse de l'activité de travail des enseignantes et enseignants du secondaire. Mémoire de la maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal, 2009. <http://www.archipel.uqam.ca/>
 - 18) Jaoul G, Kovess V. Le burnout dans la profession enseignante Teacher's burnout. *Annales Médico Psychologiques* 2004; 162: 26-35.
 - 19) Didier Laugaa and Marilou Bruchon-Schweitzer. L'ajustement au stress professionnel chez les enseignants français du premier degré. *L'orientation scolaire et professionnelle* 2005; 34(4): 499-519.
 - 20) Liu XS, Ramsey J. Teachers' job satisfaction: Analyses of the teacher follow-up survey in the United States for 2000-2001. *Teaching and Teacher Education* 2008; 24: 1173-84.
 - 21) Chenoufi L, Ellouze F, Cherif W, Mersni M, M'rad MF. Stress et épuisement professionnel des enseignants tunisiens. *L'Encéphale* 2012; 38: 480-7.
 - 22) Janosz M, et al. Perception du climat scolaire et épuisement professionnel chez les enseignants. XIII Congrès AIPTLF de psychologie du travail et des organisations, Bologna, Italy. 2004
 - 23) Kovess-Masfety V, Rios-Seidel C, Sevilla-Dedieu C. Teachers' mental health and teaching levels. *Teaching and Teacher Education* 2007; 23(7):1177-92.
 - 24) Finlay-Jones R. Factors in the teaching environment associated with severe psychological distress among school teachers. *Aust N Z J Psychiatry* 1986; 20(3): 304-13.
 - 25) Royer N, Loiselle J, Dussault M, Cossette F, Deaudelin C. Le stress des enseignants québécois à diverses étapes de leur carrière. *Vie pédagogique* 2001; 119: 5-8.
 - 26) Martineau S, Corriveau G. Vers une meilleure compréhension du sentiment d'incompétence pédagogique chez les enseignants en insertion professionnelle au secondaire. *Formation et Profession* 2000; 6(3): 5-8.
 - 27) Brown M, Ralph S, Brember I. Change-linked work-related stress in British teachers. *Research in Education* 2002; 67: 1-10.
 - 28) E-Facts 31, Prevention of work-related stress in the education sector. European Agency for Safety and Health at Work 2008. <https://osha.europa.eu>

Correspondence: CHU Taher Sfar - Mahdia-5100-Tunisie, Tél. (+216) 21932329, Fax (+216) 73 460 737, E-mail: kraiemauatef@yahoo.fr

Giuseppe Taino¹, Guido Giardini², Alberto Delogu¹, Roberto Foti³, Enrico Oddone^{1,3}, Marcello Imbriani^{1,3}

Il lavoro in un cantiere in alta quota: generalità fisiopatologiche e analisi di una casistica occupazionale

¹ Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS, Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del lavoro (UOOML) dell'Istituto di Pavia

² Società Italiana di Medicina di Montagna - Azienda Ospedaliera di Aosta

³ Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense - Università di Pavia

RIASSUNTO. *Introduzione.* Da un punto di vista fisiologico l'alta quota è definita da altitudini superiori a 3000 metri sul livello del mare: a tale altitudine la pressione atmosferica è ridotta a 525 mmHg e ne consegue una pressione parziale dell'Ossigeno di 110 mmHg nell'aria ambientale e di 60 mmHg nell'aria alveolare. La permanenza ad altitudini superiori ai 3000 m s.l.m. pone pertanto l'organismo umano dinanzi a una notevole riduzione della riserva funzionale respiratoria già in condizioni di riposo, e questo ha inevitabili ripercussioni sulla capacità di sostenere sforzo fisico. *Materiali e metodi.* È stata presa in esame una popolazione di 39 lavoratori impiegati nel settore edile presso un cantiere d'alta quota (2200 - 3480 m). Sono stati raccolti dati relativi a sesso, età, indice di massa corporea, tabagismo, altitudine di residenza, anamnesi alpinistica (quota massima raggiunta nell'arco della vita, frequenza delle ascensioni, tempo di permanenza in alta quota, sia per diletto che per ragioni lavorative), abitudini sportive. Relativamente a 25 lavoratori sono stati raccolti i dati dei test ergometrici in ipossia normobarica (pO₂, desaturazione e valori di picco di frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, ventilazione) condotti con modalità semplificata. *Scopo.* Lo studio si pone l'obiettivo di analizzare la salute di un gruppo di lavoratori esposti al rischio correlato alla permanenza in alta quota alla luce delle indicazioni della letteratura scientifica in materia di sorveglianza sanitaria. *Risultati.* Vengono descritti i dati relativi al gruppo di lavoratori studiati in merito ai dati anamnestici e agli esiti degli esami ergospirometrici in condizioni di ipossia effettuati. *Conclusioni.* Nelle condizioni di lavoro in alta quota risulta necessario considerare sia l'effetto dell'alta quota di per sé, assimilabile ad una sorta di "rischio di fondo" sostanzialmente immutabile, sia le modalità attraverso le quali l'alta quota interagisce con gli altri fattori di rischio caratteristici dell'attività di lavoro di cantiere (che sono gli stessi di qualsiasi attività di cantiere che si svolga a livello del mare), considerando anche le condizioni fisiopatologiche o francamente patologiche delle quali il lavoratore è portatore. Tale valutazione si può articolare su due livelli: un primo livello riguardante l'idoneità dell'individuo all'accesso e alla semplice permanenza prolungata in altitudine dove sarà esplicata l'attività di lavoro; un secondo livello riguardante l'idoneità del lavoratore a svolgere i compiti lavorativi previsti dalla mansione specifica nelle peculiari condizioni ambientali.

Parole chiave: alta quota, lavoro in alta quota, idoneità al lavoro, sorveglianza sanitaria.

ABSTRACT. *Introduction.* From a physiological perspective the high altitude is defined by altitudes higher than 3000 meters above sea level: at this altitude the atmospheric pressure is

Introduzione

Da un punto di vista fisiologico l'alta quota è definita da altitudini superiori a 3000 metri sul livello del mare (s.l.m.): a tale altitudine la pressione atmosferica è ridotta a 525 mmHg e ne consegue una pressione parziale dell'ossigeno di 110 mmHg nell'aria ambientale e di 60 mmHg nell'aria alveolare (1). La permanenza ad altitudini superiori ai 3000 m s.l.m. pone pertanto l'organismo umano dinanzi a una notevole riduzione della riserva funzionale respiratoria già in condizioni di riposo con inevitabili ripercussioni sulla capacità di sostenere sforzo fisico (riduzione del massimo consumo di ossigeno, e pertanto della capacità aerobica) (2). Il complesso degli adattamenti che intervengono per compensare gli effetti dell'alta quota prende il nome di "acclimatazione". Il principale stimolo all'acclimatazione è rappresentato dallo stimolo ipossico, nei confronti del quale si possono identificare risposte acute e croniche (3).

Fra le risposte acute all'ipossia, particolare significato, principalmente in considerazione del presunto ruolo fisiopatologico nella genesi dell'edema polmonare acuto da alta quota (High Altitude Pulmonary Edema – HAPE), svolge la vasocostrizione polmonare da stimolo ipossico, risposta descritta da Liljestrand e Von Euler nel 1946 come reazione a turbe ventilo-perfusorie in caso di ipossia zonale. Nel caso specifico della risposta all'ipossia da alta quota, ovvero una condizione di ipossia generalizzata, l'effetto è tendenzialmente controproducente (incremento della pressione arteriosa polmonare – PAP); è stata osservata una notevole variabilità interindividuale circa l'entità dell'aumento della PAP, e supposta una correlazione con lo sviluppo di HAPE: soggetti "ipersuscetibili" sarebbero coloro nei quali è più marcato l'incremento della PAP (4,5).

Le risposte ematologiche vengono considerate paradigmatiche tra le forme di adattamento cronico all'ipossia, mentre in realtà possono essere registrate già dopo alcune ore di permanenza nell'ambiente ipossico. La prima fase infatti si attua senza il fattivo apporto dell'eritropoiesi, ma avviene per emoconcentrazione tramite uno spostamento di acqua nel comparto interstiziale e successivamente intracellulare, e concomitante aumento della diuresi. La risposta eritropoietica innescata dallo stimolo ipossico di-

reduced to 525 mmHg and the partial pressure of Oxygen drops to 110 mmHg in the ambient air follows and 60 mmHg in the alveolar air. To stay at altitudes above 3000 m s.l.m. therefore places the human organism in front of a notable reduction of the functional respiratory reserve already in conditions of rest, leading to inevitable repercussions on the ability to sustain physical effort.

Materials and methods. *A population of 39 workers employed in the construction sector at a high altitude construction site (2200-3480 m) was examined. Data relating to sex, age, body mass index, smoking, residence altitude, mountaineering history (maximum altitude reached over a lifetime, frequency of ascents, time spent at high altitude, both for pleasure and for work) and sport practice were collected. Among them, for 25 workers the data of the ergometric tests in normobaric hypoxia (pO₂, desaturation and peak values of heart rate, respiratory frequency, ventilation) conducted with simplified mode were collected.*

Purpose. *The study aims to analyze the health of a group of workers exposed to the risk related to staying at high altitude in light of the indications of the scientific literature on health surveillance.*

Results. *The data relating to the group of workers studied with regard to anamnestic data and to the results of ergospirometric examinations in hypoxic conditions are described.*

Conclusions. *In working conditions at high altitude it is necessary to consider both the effect of high altitude in itself, similar to a sort of substantially unchangeable "background risk", and the ways in which high altitude interacts with other risk factors characteristic of the work site activity (which are the same as for any construction site activity that takes place at sea level), considering also the pathophysiological or frankly pathological conditions of which the worker is a carrier.*

This evaluation can be articulated on two levels: a first level concerning the suitability of the individual for access and the simple prolonged stay in altitude where the work activity will be performed; a second level regarding the suitability of the worker to carry out the work tasks required by the specific task in the particular environmental conditions.

Key words: *high altitude, work at high altitude, fitness to work, health surveillance.*

pende dall'aumentata secrezione di eritropoietina: la latenza tra stimolo e risposta è attorno alle 15 ore e la stabilizzazione dei parametri emocromocitometrici si registra dopo almeno un mese di permanenza in alta quota, mentre molto più rapida è la scomparsa dell'adattamento essendo sufficienti due-quattro settimane di permanenza a bassa quota.

Le alterazioni più eclatanti a carico del tessuto muscolare riguardano una generalizzata riduzione del numero di elementi muscolari, riduzione che coinvolge tutti le tipologie di fibre. È ipotesi corrente che tale riduzione non sia tanto (o non solamente) una forma di deterioramento tissutale conseguente a una condizione sfavorevole quanto una reazione finalizzata al superamento della stessa: alla riduzione del numero di fibre corrisponde infatti una riduzione della distanza di diffusione e una riduzione del consumo di Ossigeno. Peso ulteriore all'ipotesi della risposta finalizzata aggiunge l'aumento di densità della rete capillare muscolare documentata in individui cronicamente esposti all'alta quota: in entrambi i casi infatti si determina un aumento della superficie di scambio (per mero incremento della superficie vascolare nel secondo caso, per de-

cremento del rapporto tra fibre e capillari nel primo) e una riduzione dello spazio di diffusione tra il sito distributivo - il capillare e la sede di impiego - il mitocondrio - dell'ossigeno (6-9).

Per quanto riguarda le risposte metaboliche, la permanenza in alta quota induce una pronunciata riduzione dell'introito calorico (anoressia da alta quota) associata a un incremento del metabolismo basale, conseguente alle risposte fisiologiche all'ambiente ipossico precedentemente menzionate. Ridotto introito calorico, aumentate richieste metaboliche e rimodulazione del tessuto muscolare determinano una riduzione netta della massa corporea complessiva, in massima parte per riduzione della massa magra (6). Le alterazioni riguardano anche il metabolismo intraeritrocitario. Il dato relativo all'aumento del metabolismo basale non è in contraddizione con questo fatto, giacché si tratta di una conseguenza delle risposte fisiologiche all'ipossia precedentemente ricordate, alcune delle quali tendono ad assumere, soprattutto qualora "cronicizzate", caratteri disfunzionali: in estrema sintesi, la condizione d'ipossia generalizzata comporta da un lato un calo dell'attività metabolica tissutale e, nel tempo, una rimodulazione dei tessuti (spia di una disponibilità di ossigeno locale ridotta, o percepita come tale), dall'altro una serie di risposte aventi il fine di ripristinare l'ossiemia e caratterizzate da meccanismi di controllo a feedback negativo ed efficienza energetica ridotta rispetto al "funzionamento" fisiologico.

Come precedentemente ricordato, lo stimolo ipossico comporta un incremento della frequenza ventilatoria con un meccanismo di controllo a feedback negativo (1). La risposta iperventilatoria è tuttavia anche un noto meccanismo per il controllo dell'equilibrio acido-base, la cui azione determina alcalosi aumentando l'eliminazione dell'anidride carbonica (CO₂) tramite l'incremento del gradiente pressorio emato-alveolare per wash-out. La risposta acuta cardiovascolare determina una riduzione della riserva funzionale, "prestata" per mantenere in condizioni di riposo un flusso di ossigeno ai tessuti prossimo all'apporto fisiologico. Inevitabile conseguenza è una riduzione del flusso di ossigeno massimo, e pertanto del consumo massimo, espressione della capacità di sostenere sforzo aerobico. Tale riduzione segue e rispecchia l'andamento della pressione parziale di ossigeno ambientale, e assume un decorso grossomodo lineare con una riduzione del consumo massimo di ossigeno pari al 10% ogni 1000 metri di quota a partire dall'altitudine di 1500 m s.l.m. (10).

Fattori ambientali di rischio

I fattori di rischio legati all'ambiente dell'alta quota comprendono una vasta rassegna di fattori fisici tipici dell'altitudine: ipossia (rappresenta il principale e limitante fattori di rischio), temperatura, ventilazione, umidità (3) esposizione a radiazioni ottiche (luce solare) in particolare nella porzione UV e luce blu nel visibile (11). Tutti questi fattori di rischio possono oggi essere stimati o misurati attraverso modelli e strumenti di misura disponibili e utilizzabili anche nei cantieri di lavoro in alta quota. Nella valutazione globale della salute del lavoratore rispetto alla

idoneità ad operare in ambiente di alta quota, non è da trascurare anche la maggiore esposizione a radiazioni ionizzanti legate alla naturale (ma assai elevata) esposizione alla radiazione cosmica (12).

Fattori individuali di rischio per patologie da alta quota

Fra i fattori di rischio discendenti dalla persona si possono considerare: età, sesso, stato di salute e suscettibilità individuale, grado di allenamento (13). Per quanto riguarda l'età, non è possibile definire una precisa età che predisponga a patologie in alta quota, ma l'età avanzata in generale rappresenta un fattore di rischio perché caratterizzata da uno scadimento delle condizioni generali di salute (14). Alcuni studi riportano una maggior incidenza del male acuto di montagna nel sesso femminile, altri affermano che è uguale in entrambi i sessi (15). La possibilità di insorgenza del mal di montagna non risulta essere correlata al grado di allenamento individuale. Appare tuttavia interessante l'osservazione che nei soggetti non allenati si verifica, per ogni livello di sforzo, una maggiore risposta simpatica, talora prolungata nel tempo, che determina un aumento della pressione arteriosa. Un'altitudine pari o superiore ai 3000m s.l.m. è ben tollerata soltanto da soggetti allenati ed alpinisti (16).

Per quanto attiene i fattori di ipersuscettibilità individuale non direttamente correlati a noti quadri patologici, si segnala come alcuni soggetti possano sviluppare episodi ricorrenti di HACE verosimilmente correlati ad una esagerata vasocostrizione polmonare ipossica: s'ipotizza che tale vasocostrizione possa essere dovuta ad una suscettibilità su base ereditaria. Una bassa risposta ventilatoria all'ipossia può essere un fattore di rischio per HACE (17).

Per quanto riguarda le condizioni di salute generali e patologiche, particolare attenzione deve essere prestata ad alcune patologie croniche come il diabete, l'ipertensione arteriosa, la sindrome metabolica e l'obesità, le cardiopatie ischemica e aritmica e valvolare, le emoglobinopatie, le patologie oculari (glaucoma, esiti di intervento per correzione laser di difetti refrattivi, le patologie dell'apparato digerente come ulcere gastriche o duodenali, le epatiti, le broncopneumopatie (soprattutto a carattere bolloso), alcune malattie neurologiche come le sindromi epilettiformi, esiti di ictus cerebrali o l'emicrania con aura, le nefropatie con riduzione del filtrato glomerulare (3). Sono di seguito descritti i quadri patologici associati all'alta quota.

Mal di montagna acuto (Acute Mountain Sickness, AMS)

Rappresenta la più frequente condizione patologica imputabile all'alta quota. Studi epidemiologici condotti su popolazioni di alpinisti hanno mostrato un'incidenza tra il 40% (campo base per ascese sul massiccio dell'Everest, 4300 m s.l.m.) e il 9% (a 2850 m s.l.m.): interessante il dato relativo alla differente incidenza rilevata lungo la via per il rifugio Capanna Margherita a 3050 m s.l.m., pari al 13%, e a 3650 m s.l.m., ove l'incidenza sale al 34% (18,19). Per quanto concerne i meccanismi patogenetici dell'AMS è stato ipotizzato un ruolo preponderante svolto dalle alterazioni a carico dei flussi ematici cerebrali (edema vasogenico e incremento della pressione intracra-

nica), suggerendo un continuum tra AMS ed edema cerebrale da alta quota (High Altitude Cerebral Edema, HACE) rispetto al quale l'AMS rappresenterebbe una fase iniziale, e non necessariamente progressiva (3,20,24). Un secondo meccanismo coinvolto è un abnorme calo della saturazione dell'ossiemoglobina, evidenziabile in soggetti predisposti qualora si trovino a svolgere attività fisica di grado intenso una volta in quota, o qualora sussistano situazioni in grado di interferire con la risposta ventilatoria all'ipossia (25,27). Il potere predittivo dell'evidenza di desaturazione durante l'esercizio fisico in condizioni ipossiche è sfruttato, a fini diagnostici, nei test ergometrici in ipossia normobarica (28).

- Cefalea associata ad almeno uno dei seguenti sintomi
 - anoressia
 - nausea/vomito
 - malessere
 - disturbi del sonno
- Tempistica: insorgenza tra 6 e 36 ore dall'arrivo in quota

Figura 1. Criteri diagnostici per AMS secondo la consensus conference di Lake Louise (29)

Cefalea da alta quota (High Altitude Headache, HAH)

È ritenuta una condizione patologica con una sua identità, e non una forma frusta di AMS, sebbene presumibilmente i meccanismi fisiopatologici abbiano punti in contatto (30).

- Almeno due dei seguenti sintomi:
 - localizzazione frontale, frontotemporale, bilaterale
 - gravativa o pulsante
 - intensità lieve o moderata
 - aggravata da esercizio fisico, movimenti, sforzi, piegamenti, tosse
- Tempistica: entro 24 ore dall'accesso in quota, e regredita entro 8 ore dalla discesa a bassa quota
- Insorgenza a quote superiori ai 2500 m s.l.m.

Figura 2. Criteri diagnostici per HAH International Head Society (30)

Edema cerebrale da alta quota

Rappresenta una condizione di particolare gravità ritenuta evolvere da un quadro di AMS. Il meccanismo fisiopatologico di base è pertanto rappresentato da una condizione edemigena a carico della vascolarizzazione cerebrale; l'alterazione anatomopatologica caratteristica è rappresentata da microemorragie diffuse, alla cui genesi concorrono tanto l'incremento della pressione idrostatica quanto il danno vascolare indotto dalla liberazione di citochine proinfiammatorie (31).

Edema polmonare da alta quota

Si tratta di una manifestazione relativamente tardiva, insorgendo perlopiù dopo almeno 24 ore di permanenza ad altitudine superiore ai 3000 m s.l.m., talora, ma non necessariamente, preceduta da o associata a un quadro di AMS. Il meccanismo patogenetico è sostenuto in primo luogo da una risposta di vasocostrizione ipossica delle arteriole cerebrali particolarmente disfunzionale, cui consegue stress idrostatico sui tratti della rete capillare nelle aree sovraperfuse, e successivamente danno endoteliale con alterazione delle proprietà di membrana (32). Utile all'identificazione di soggetti ipersuscettibili è il riscontro di una risposta ventilatoria ipossica ridotta (33).

Retinopatia da alta quota (High Altitude Retinopathy, HAR)

Viene definita dalla presenza di foci emorragici sviluppati a seguito dell'ascensione ad altitudini superiori ai 2500 m s.l.m. ed è correlata agli adattamenti, in prevalenza vasogenici, della retina all'ambiente ipossico. In condizioni fisiologiche infatti si rileva aumento della tortuosità dei vasi retinici ed iperemia del disco ottico, suggestive per una condizione di iperafflusso ematico (34-36). Nella vasta maggioranza dei casi la HAR decorre asintomaticamente e risolve spontaneamente senza sequele funzionali o anatomiche al rientro a bassa quota (37).

Tosse da alta quota

Si ipotizza l'esistenza di due distinti quadri di tosse da alta quota. Il primo quadro, caratteristico di quote "alpine" (3000-5000 m s.l.m.) è correlato all'esercizio fisico e non regredisce rapidamente con la discesa. Il meccanismo fisiopatologico è rappresentato dalla perdita di liquidi a livello delle vie respiratorie determinata dall'iperventilazione (e quindi dall'associazione con l'esercizio fisico); alterazioni mucosali di carattere infiammatorio possono assumere ruolo concausale. Il secondo quadro è caratteristico di altitudini superiori ai 5000 m s.l.m., e presenta una rapida risposta alla discesa. È ritenuto una forma subclinica di HAPE (38).

Altitudine (m s.l.m.)	Tollerabilità
<3000	"zona indifferente": non si avverte sensibilmente la mancanza di ossigeno da parte di soggetti sani; individui affetti da broncopneumopatie, cardiopatie, anemia, ipertiroidismo, possono non tollerare anche altitudini inferiori ai 2.000 m
3000 – 5000	altitudine ben tollerata soltanto da soggetti allenati ed alpinisti; necessaria acclimatazione
5000 – 7000	altitudine tollerabile con difficoltà e soltanto dopo acclimatazione
>7000	7.000 m "zona critica" dove soltanto individui ben allenati e sani possono soggiornare per tempo limitato dopo acclimatazione

Figura 3. Tollerabilità dell'alta quota da parte di soggetti sani o affetti da patologie croniche

La valutazione dell'idoneità al lavoro in alta quota

La valutazione dell'idoneità allo svolgimento di attività di lavoro in alta quota si deve fondare su un accurato studio anamnestico del lavoratore, orientato alla identificazione di patologie e alla valutazione della loro severità clinica, oppure alla individuazione di condizioni fisiopatologiche che possono essere aggravate dallo svolgimento di una attività lavorativa in alta quota (3). A questa fase farà seguito una serie di accertamenti di primo livello e, in casi selezionati, una serie di accertamenti di secondo livello. Le patologie condizioni fisiopatologiche che rappresentano controindicazioni assolute sono:

1. gravidanza ed allattamento fino a 3 mesi dopo il parto;
2. diabete mellito tipo I e tipo II complicato da danno d'organo;
3. ipertensione arteriosa associata a cardiopatia ipertensiva con ridotta funzione ventricolare sinistra (FEVS $\leq 45\%$);
4. cardiopatia ischemica di insorgenza recente oppure con test provocativi positivi;
5. aritmie ventricolari ripetitive;
6. valvulopatie di grado severo;
7. enfisema e pneumopatie ostruttive severe;
8. insufficienza respiratoria;
9. ipertensione polmonare;
10. sindrome delle apnee notturne;
11. obesità grave;
12. insufficienza renale cronica;
13. glaucoma e retinopatie;
14. patologie neoplastiche di recente insorgenza e/o in trattamento;
15. coagulopatie non trattate e/o anamnesi positiva per eventi trombotici;
16. patologia cerebrovascolare di recente insorgenza;
17. emicrania non responsiva al trattamento farmacologico;
18. epilessia;
19. malattie neurologiche: Parkinson, sclerosi multipla, neuropatie, miopatie;
20. malattie psichiatriche non compensate;
21. emoglobinopatie e grave anemie refrattarie alla terapia;
22. epatiti acute e croniche con scompenso d'organo;
23. patologie ulcerative a carico del tratto gastroenterico;
24. precedente episodio di HAPE o HAC;
25. terapia anticoagulante in atto.

Accertamenti di primo livello

Al mancato riscontro di controindicazioni assolute in anamnesi, è necessario escludere l'eventuale presenza di patologie non ancora clinicamente manifeste con accertamenti clinico-strumentali di primo livello che per i lavoratori di età inferiore a 45 anni comprendono: visita medica generale (con rilevazione, in particolare, rilevazione dei valori di pressione arteriosa); esami ematochimici (emocromo, sideremia, glicemia, transaminasi, gamma GT,

azotemia, creatinina, urati, funzionalità tiroidea, indice di flogosi, proteine totali ed elettroforesi sieroproteica, esame chimico-fisico delle urine); esame spirometrico; esame ECG basale; test ergometrico per lavoratori di età superiore a 45 anni.

Accertamenti di secondo livello

Se dagli esami del primo livello, emergano risultati alterati, si procederà con l'esecuzione di accertamenti specifici di secondo livello:

1. Test ergometrico (test da sforzo);
2. Test ergospirometrico (prova da sforzo cardiopolmonare).

Quest'ultimo determina, in aggiunta e ad integrazione del test da sforzo, la soglia anaerobica e la capacità aerobica mediante l'analisi spirometrica degli scambi gassosi in corso di test da sforzo. L'esame consente: la misura del massimo consumo di ossigeno (VO_2 Max o capacità aerobica); la determinazione della soglia anaerobica (AT): la soglia è raggiunta nel corso di un esercizio progressivo quando l'ossigeno disponibile per i tessuti diviene insufficiente e da questo punto l'energia viene prodotta da metabolismo anaerobio. La soglia è misurabile quando la pressione parziale di CO_2 eccede l'aumento del VO_2 del quoziente respiratorio (3).

3. Test ergospirometrico in condizioni di ipossia. Si tratta di un test ergospirometrico in altitudine simulata. Lo scopo dell'esame di scoprire un'eventuale suscettibilità alle patologie indotte dalla condizione ipossiche caratterizzate dall'alta quota. L'esame si compone di fasi (ciascuna della durata di 5 minuti):
 - a) riposo normossia;
 - b) riposo ipossia;
 - c) sforzo ipossia: tra 120 e 140 bpm a seconda dell'età del soggetto;
 - d) sforzo normossia: si mantiene lo stesso sforzo della fase in ipossia.

L'altitudine simulata è di 4800 m e vengono misurati durante il test la frequenza cardiaca, saturazione d'ossigeno e ventilazione. Sono parametri che permettono la interpretazione del test: risposta ventilatoria all'ipossia, risposta cardiaca all'ipossia, desaturazione a riposo e all'esercizio. Il parametro che si è dimostrato avere un significato predittivo maggiore per cui un'alterazione presenta un rischio di sviluppare AMS severo o una sua complicanza è di 80%, frequenza respiratoria. Se 2 dei parametri indagati sono alterati il soggetto presenta una maggiore probabilità di andare incontro a malattia d'alta quota (3).

Idoneità del lavoratore affetto da ipertensione arteriosa al lavoro in alta quota

In presenza in anamnesi di ipertensione con danno d'organo lo svolgimento di lavoro in quota rappresenta una controindicazione assoluta. Il lavoratore con ipertensione arteriosa in anamnesi oppure con primo riscontro durante l'esame clinico deve essere sottoposto a una serie di accertamenti clinico-strumentali per valutare eventuali

danni d'organo. Ad un primo livello si deve valutare la funzionalità cardiaca con test ergometrico e ecocardiogramma, funzionalità renale, esame delle urine ed esame oculistico (valutazione del fundus oculi). Nel caso di riscontro durante l'esame clinico di reperti semiologici suggestivi di vasculopatia si integra agli esami del primo livello anche ecocolordoppler arterioso dei tronchi sovraortici, dell'aorta addominale e dell'asse arterioso femoro-popliteo. Se non emerge danno d'organo si monitora la pressione arteriosa per 24 ore (Holter) valutando anche il compenso farmacologico con terapia antipertensiva. Il riscontro di uno scarso controllo dei valori pressori rappresenta una controindicazione "relativa" allo svolgimento dell'attività in alta quota, condizionante l'espressione di una temporanea non idoneità del soggetto fino al raggiungimento di un controllo ottimale e stabile. La presenza di lievi ed iniziali alterazioni della funzionalità d'organo non rappresentano controindicazioni assolute, ma devono essere monitorate attraverso controlli frequenti e specifici (3).

Idoneità del lavoratore affetto da cardiopatia ischemica

In presenza di una sindrome coronarica acuta di recente insorgenza (entro gli ultimi 12 mesi), la persistenza di sintomatologia anginosa, il riscontro di una ridotta riserva oppure riscontro di un quadro di compromissione della funzione sistolica globale, rappresentano controindicazioni assolute. Per i lavoratori che hanno avuto una cardiopatia ischemica di non recente insorgenza è indicata l'esecuzione di una serie di accertamenti strumentali: ecocardiogramma transtoracico valutando la frazione di eiezione del ventricolo sinistro (FEVS che non deve scendere sotto il 45%); test provocativo (prova da sforzo, eco-stress e scintigrafia miocardica), positivo se induce ischemia cardiaca; test ergospirometrico in ipossia. Se non emergono controindicazioni il medico potrà limitare il lavoratore a quota massima non superiore a 3500 m, graduali tempi di ascesa in quota, tempi limitati di permanenza in quota e carichi di lavoro leggeri (3).

Idoneità del lavoratore affetto da diabete mellito al lavoro in alta quota

Un lavoratore affetto da diabete mellito di I e II tipo può svolgere attività di lavoro in alta quota se non sono presenti complicanze d'organo diabete correlate e i livelli di emoglobina glicata non siano alterati. Per indagare un eventuale danno d'organo in un lavoratore con buon controllo metabolico si valuta: il fundus oculi; la funzione renale (clearance di creatinina e determinazione di microalbuminuria e della proteinuria); la riserva coronarica con test ergometrico. Eventuali altri accertamenti strumentali possono essere indicati sulla base dell'indagine anamnestica e della visita medica (come ecocolordoppler dei tronchi sovraortici e dell'asse femoro-popliteo) (3).

Idoneità del lavoratore affetto da obesità e sindrome metabolica

Nella valutazione di soggetti obesi si deve considerare il BMI e indagare eventuali segni di sindrome metabolica (pressione arteriosa alta, alterazione del quadro lipidico e

glicemico). L'obesità grave (BMI superiore a 35) è considerata una controindicazione assoluta al lavoro in alta quota. Soggetti sovrappeso e obesi (BMI tra 25-35) con sindrome metabolica associata sono considerati non idonei al lavoro in alta quota e in assenza di sindrome metabolica sono considerati idonei con specifiche limitazioni e devono essere attentamente monitorati.

Idoneità del lavoratore affetto da patologia respiratoria al lavoro in alta quota

Il riscontro anamnestico e/o strumentale di broncopneumopatia di tipo restrittiva rappresenta una controindicazione assoluta allo svolgimento di lavoro in alta quota. Pazienti con broncopneumopatie di tipo ostruttivo devono eseguire accertamenti strumentali per valutare l'idoneità al lavoro in quota. La radiografia del torace mira ad escludere la presenza di lesioni enfisematose e/o lesioni bollose sottopleuriche. Si deve eseguire anche un esame spirometrico per valutare la gravità del deficit ostruttivo secondo indice di Tiffenau (se inferiore a 60% risulta essere non idoneo al lavoro in alta quota). I lavoratori con deficit non severo e assenza di lesioni bollose sottopleuriche devono essere sottoposti al test di diffusione con monossido di carbonio (che valuta la diffusione alveolo-capillare) e a emogasanalisi. Una significativa compromissione degli scambi gassosi controindica il lavoro in quota. In assenza di alterazioni si valuta il grado di reversibilità del deficit ostruttivo con l'esecuzione di un test di broncodilatazione. Se reversibile, risulta indicato il test ergospirometrico in ipossia. Una fisiologica risposta allo stimolo ipossico merita la idoneità al lavoro in alta quota (3).

Scopo dello studio

Lo studio si pone l'obiettivo di analizzare un gruppo di lavoratori esposti al rischio occupazionale legato alla permanenza in alta quota alla luce delle indicazioni della letteratura scientifica in materia di sorveglianza sanitaria ai sensi del D. lgs 81/08 e in materia di misure di prevenzione e protezione dei lavoratori.

Materiali e metodi

È stata presa in esame una popolazione di 39 lavoratori impiegati nel settore edile e attive nel periodo 2013-2016 presso un cantiere d'alta quota (2200-3480 m s.l.m.). Sono stati raccolti dati relativi a sesso, età, indice di massa corporea, tabagismo, altitudine di residenza, anamnesi alpinistica (quota massima raggiunta nell'arco della vita, frequenza delle ascensioni, tempo di permanenza in alta quota, sia per diletto che per ragioni lavorative), abitudini sportive; è stata inoltre considerata l'anamnesi patologica di ciascun lavoratore, con particolare attenzione per condizioni compatibili o correlate con l'insorgenza di episodi di mal di montagna.

Relativamente a 25 lavoratori sono stati raccolti i dati dei test ergometrici in ipossia normobarica (pO_2 , desaturazione, e i valori di picco di frequenza cardiaca, fre-

quenza respiratoria, ventilazione) condotti con modalità semplificata. Inoltre, sono stati raccolti dati riguardanti gli accessi al pronto soccorso dei lavoratori oggetto dello studio, cercando specificamente situazioni per cui si potesse ipotizzare che l'evento potrebbe essere correlabile delle condizioni ambientali dell'alta quota.

Risultati

Dati anamnestici generali

Diciotto lavoratori risultano essere fumatori (46%), mentre 16 sono non fumatori e 5 ex-fumatori (da più di 5 anni). La maggioranza dei lavoratori (32 soggetti pari al 82%) riferisce accessi in alta quota solo in conseguenza di attività lavorativa e la massima quota raggiunta era inferiore o coincideva con il cantiere principale posto ad una quota di 3480 m s.l.m.; in 7 casi su 39 (18%) i lavoratori riferiscono ascensioni anche per diletto (trekking, sci) e in questo sottogruppo 2 lavoratori hanno superato la quota di 4000 m s.l.m.; 5 lavoratori (13%) risiedono ad altitudini superiori agli 800 m s.l.m., i rimanenti 34 (87%) a quote collinari o in pianura (<800 m s.l.m.).

Quindici lavoratori (38%) presentano in anamnesi almeno un disturbo o malattia: 5 lavoratori (13%) hanno storia di dislipidemia; 3 soggetti (7.5%) sono affetti da ipertensione arteriosa (di questi un caso mostra ipertensione non ben controllata dalla terapia); 3 lavoratori (7.5%) riferiscono forme di cefalea primaria; 3 soggetti (7.5%) hanno una storia di sincope (2 dei 3 di tipo vaso-vagale e uno per ipotensione); un lavoratore (2.5%) è risultato portatore di cardiopatia ischemica (infarto miocardico acuto pregresso trattato con PTCA e stent); un lavoratore (2.5%) è risultato affetto da OSAS; un lavoratore (2.5%) da sindrome depressiva in terapia con Paroxetina (SSRI); un lavoratore (2.5%) presenta in anamnesi patologia degenerativa del rachide con protrusioni discali e lombalgia cronica. I principali risultati descrittivi sono riportati in Tabella I.

Risultati del test ergospirometrico in ipossia

I risultati del test ergospirometrico in ipossia normobarica hanno evidenziato come la desaturazione media al picco è stata di 7.9 mmHg (± 3.46), con valore massimo di 89.4 mmHg (± 3.5). La ventilazione massimale raggiunta è stata di 32.9 l/min (± 12.95 , mediana a 29 l/min), con frequenza respiratoria di 20.28 atti/minuto (± 5.26) (Figura 4).

Dati anamnestici relativi al periodo di svolgimento di attività di lavoro in cantiere

Dieci lavoratori (25%) hanno riferito episodi di cefalea (HAH) insorti durante la permanenza in alta quota; in un caso alla cefalea era associata insonnia al primo giorno in quota; in un caso l'attacco di cefalea è insorto durante sforzo fisico. In un caso la cefalea è stata accompagnata da episodio di sincope (preceduto da prodromi di tachicardia, dispnea e disturbi del visus – caso 1) e in uno di questi casi alla cefalea si erano progressivamente associati nausea, vomito, vertigini e affanno (AMS). La remissione degli attacchi è stata spontanea con il progredire dell'acclima-

Tabella I. *Caratteristiche generali del campione studiato*

		N	%	Media	Mediana
Sesso	Uomini	39	100	-	-
	Donne	-	-	-	-
Età (anni)	< 20	5	12.8	-	-
	20-29	5	12.8	-	-
	30-39	15	38.5	-	-
	40-49	11	28.2	-	-
	50+	3	7.7	-	-
				36.7	37.5
Abitudine al fumo	Non fumatore	5	12.8	-	-
	Ex fumatore	17	43.6	-	-
	Fumatore	17	43.6	-	-
BMI (kg/m²)	< 20	1	2.6	-	-
	20-24.9	20	51.3	-	-
	25-29.9	15	38.5	-	-
	30+	3	7.7	-	-
				25.1	24.8
Comorbidità*	Sì	15	38.5	-	-
	No	24	61.5	-	-
Sintomi di patologie da alta quota	Sì	10	25.6	-	-
	No	29	74.4	-	-

* I dettagli sulle differenti patologie sono indicati nel testo.

mento, fatta eccezione per due casi nei quali si è resa necessaria la discesa di quota.

Durante il periodo di lavoro in alta quota sono stati registrati 3 accessi al PS per eventi legati a patologia d'alta quota e 3 accessi per eventi infortunistici correlati all'attività di lavoro in cantiere.

Eventi legati a patologie d'alta quota

Un lavoratore di 39 anni con storia di Sindrome delle apnee notturne del sonno (OSAS) e gastrite atrofica ha sviluppato un episodio di mal di montagna acuto (MAS) con dispnea dopo 4 giorni di permanenza a Punta Helbronner. Dopo il ritorno al proprio domicilio (quota di 600

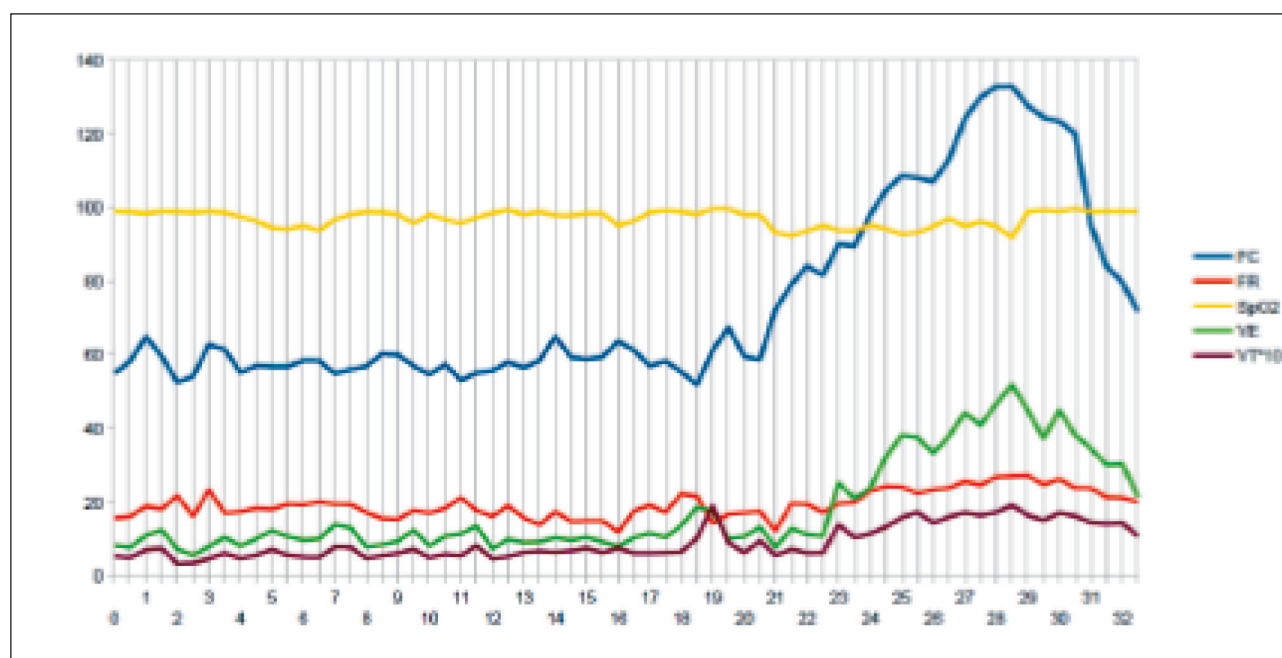


Figura 4. *Test da sforzo in ipossia (versione semplificata): nel grafico non emerge desaturazione di ossigeno indicativa di predisposizione a AMS*

m s.l.m) ha lamentato una ricomparsa della dispnea accompagnata da insonnia durante la prima notte in quota (Figura 3).

Un secondo lavoratore di 38 anni, con storia di episodi di cefalea d'alta quota a 2500 m s.l.m e un episodio sincopale, ha lamentato un episodio di HAH durante il turno settimanale a Punta Helbronner (3500 m s.l.m) con disturbi del visus seguiti dalla comparsa di cefalea (frontale bilaterale pulsante) con tachicardia e dispnea, esitati in un evento sincopale con pronta ripresa.

Un terzo lavoratore di 58 anni, senza storia di patologie legate all'alta quota, ha lamentato un episodio di otalgia a destra con diagnosi di otite esterna ed interessamento della parte esterna della membrana timpanica.

Eventi di origine traumatica

Durante questo periodo sono stati registrati 3 accessi al PS per eventi traumatici: un lavoratore ha riportato un trauma contusivo alla parete toracica; un secondo lavoratore una frattura diafisaria composta dell'ulna destra causata da caduta accidentale durante l'attività di lavoro (scivolamento su ghiaccio); un terzo lavoratore ha riportato una ferita lacero-contusa (FLC) con lesione traumatica del tendine del muscolo estensore dell'indice mano sinistra e sospetta sepsi.

Discussione

Lo studio dello stato di salute di 39 lavoratori in condizioni di alta quota ha permesso di indagare la correlazione dei fattori di rischio espressi in letteratura per lo sviluppo di patologie da alta quota e le manifestazioni cliniche raccolti in questo periodo. È stato inoltre possibile controllare se le manifestazioni cliniche fossero prevalenti tra i lavoratori con risultati peggiori nei test ergometrici in ipossia normobarica. Tuttavia, i dieci lavoratori che hanno sviluppato sintomi compatibili con manifestazioni cliniche di patologie da alta quota (mal di montagna o cefalea da alta quota) non presentavano caratteristiche significativamente differenti dai lavoratori asintomatici per i fattori che la letteratura ha identificato come predisponenti. Il limite principale dello studio risiede nella scarsa numerosità del campione. Si discuterà del confronto di questo gruppo di lavoratori rispetto alla popolazione generale e si valuteranno i dati raccolti in questo studio con quelli di altri gruppi di lavoratori che hanno svolto attività di lavoro in alta quota con riferimento ai fattori di rischio espressi in letteratura.

Dal confronto con i dati della popolazione generale emerge che i 39 lavoratori del cantiere in alta quota presentano caratteristiche diverse dalla popolazione di maschi adulti in età lavorativa per morbilità, tabagismo e distribuzione del BMI. Dati ISTAT del 2013 evidenziano come il 46,9% dei soggetti della popolazione generali sia affetto da almeno una patologia cronica (rispetto al 38% dei lavoratori esaminati) (39).

I fumatori maschi di età compresa fra 25 e 44 anni sono il 35% (46% nel nostro studio) (40). I soggetti in sovrappeso/obesi nella popolazione maschile sono il 43,5% (rispetto al 41,1% nei lavoratori) (40).

Si può osservare nei risultati dello studio come i lavoratori della nostra casistica presentino patologie non specifiche, ma ubiquitarie nella popolazione generale (dislipidemia, ipertensione arteriosa sistemica, OSAS, obesità, ecc.). Questo dato conferma il fatto che non si tratta di una popolazione scelta, ma di soggetti/lavoratori rappresentativi della popolazione generale in età lavorativa. Abbiamo quindi effettuato un confronto fra i lavoratori dello studio e altri gruppi di lavoratori che hanno operato in condizioni ambientali analoghe.

Fra i 39 lavoratori del cantiere si contano solamente 5 soggetti sotto i 25 anni. Questi avevano una sovrapponibile incidenza di manifestazioni cliniche rispetto ai lavoratori di età maggiore a 25 anni. Si può osservare inoltre che l'età media dei lavoratori fosse 37,5 anni: una popolazione più vecchia rispetto ad altri gruppi di lavoratori (Qinghai-Tibet-29,5 anni; Choquelimpie e Collahuasi in Cile- 35 e 35,5 anni rispettivamente). Uno studio che ha seguito 11,182 lavoratori (che non erano esposti al fattore di rischio specifico dell'alta quota in precedenza) nella costruzione della ferrovia Qinghai-Tibet ha concluso che i giovani sotto 25 anni sono 2 volte più a rischio di soffrire da AMS in rispetto ai soggetti di età maggiore di 40 anni. Questo risultato, secondo Wu e coll., è dovuto ad un'attività lavorativa più intensa dei giovani (41).

Nel nostro gruppo il valore medio di indice di massa corporea è risultato 25,1. I risultati mostrano 2 soggetti obesi (5%) di cui 1 riferiva episodi di HAH. Questa percentuale di obesi è più alta rispetto ai lavoratori della ferrovia Qinghai-Tibet che hanno meno di 1% di soggetti obesi (prendendo in considerazione i criteri di classificazione e le caratteristiche antropometriche dei lavoratori cinesi nell'interpretazione dei risultati).

Si può ricordare come la misurazione dell'indice di massa corporea divenga progressivamente meno attendibile in ragione dell'aumento delle masse muscolari tipico di soggetti allenati: i lavoratori reclutati, per quanto non assimilabili ad atleti professionisti, presentavano tuttavia una struttura fisica plasmata dallo sforzo fisico e un apprezzabile grado di sviluppo delle masse muscolari.

Secondo Wu e coll., i soggetti obesi hanno 3 volte più alta l'incidenza di AMS rispetto a soggetti normopeso (97% vs 37%) (41,42). Inoltre, si riscontra una saturazione arteriosa di ossigeno a riposo significativamente più bassa ($68 \pm 3\%$) (42). Soggetti con obesità lieve, dopo acclimatazione non avevano più problemi di salute e lavoravano normalmente (41). Hackett ha ipotizzato che questa alta incidenza fosse dovuta all'associazione frequente di obesità con ipoventilazione relativa, OSAS e consumo d'ossigeno aumentato, situazioni che rendono i soggetti più vulnerabili a AMS (43).

Tabagismo

Mentre il 34% dei lavoratori della ferrovia Qinghai-Tibet erano fumatori rispetto al 46% nel nostro lavoro, si può notare una percentuale lievemente più elevata di manifestazioni cliniche legate all'alta quota nei soggetti fumatori (33%) ed ex fumatori (66%) rispetto ai non fumatori (29,5%) (44).

In uno studio che controllava l'influenza del fumo sull'incidenza di AMS sono stati reclutati 200 soggetti non fu-

matori e 182 soggetti fumatori sani (impegnati nella costruzione della ferrovia di Qinghai-Tibet ad altezza media di 4552 m s.l.m.) che non vivevano o avevano lavorato in alta quota precedentemente. Lo studio conclude che i fumatori non acclimatati hanno un rischio lievemente più basso di sviluppare AMS (11-12% incidenze in meno) in alta quota, ma si acclimatano con maggiore difficoltà rispetto ai non-fumatori. Dopo 3 e 6 mesi i fumatori hanno un incremento della saturazione di ossigeno (segno di acclimazione) inferiore rispetto ai non-fumatori (44).

Hultgren ipotizza che i fumatori abbiano problemi nella acclimatazione dovuti a: ipossiemia aggravata dalla diminuita capacità dell'Hb di legare ossigeno per l'occupazione da parte di CO; diminuita capacità respiratoria dovuta agli effetti del fumo; diminuito rilascio periferico di ossigeno (45).

Secondo Wu e coll. i fumatori nella fase iniziale di esposizione soffrono meno frequentemente di AMS e HAH ipotizzando che il fattore protettivo potrebbe essere l'effetto del fumo sulla funzionalità dell'endotelio con una conseguente riduzione della formazione di NO e un aumento della sua degradazione. Questo potrebbe proteggere i fumatori da cefalea ed effetti gastrointestinali (44,46).

Altitudine di residenza

Dei 5 lavoratori (12.8%) che risiedevano ad altitudini superiori a 800 m s.l.m. solo un lavoratore ha riferito cefalea che è regredita spontaneamente. Nello studio sui lavoratori che hanno costruito la ferrovia Cinese-Tibetana il 18% era residente in alta quota. Tale dato risulta molto importante secondo Wu e coll. dal momento che l'incidenza di AMS è risultata molto più alta nei lavoratori residenti sotto 760 m s.l.m. (33% a 3486 m s.l.m., 67% a 4905 m s.l.m.) rispetto ai lavoratori residenti sopra ai 760 m s.l.m. (3% a 3486 m s.m.l. e 4.1% a 4905 m s.m.l.) (42). I residenti in alta quota sono relativamente resistenti a AMS, specialmente i nativi Tibetani (47). È stato proposto che soggetti che vivono sopra i 1000 m s.l.m. siano parzialmente protetti e che quanto più è alta la quota di residenza, tanto più è elevata l'acclimatazione e si riduce il rischio per AMS (48-50). Inoltre, in merito alla capacità lavorativa Moore e coll. (51) sostengono che una persona residente a livello mare che sale a 3700 m s.l.m. di altitudine si acclimaterà dopo qualche giorno, ma non riuscirà mai ad arrivare alla capacità di performance lavorativa come a livello del mare. La performance sarà circa il 70% della sua capacità normale e aumenterà a 80% dopo qualche settimana. Dopo anni si potrebbe arrivare all'85%.

I Tibetani dopo generazioni di residenza a 3700 m s.l.m. hanno la capacità di esercizio e lavoro che arriva fino al 92% rispetto alla capacità a livello del mare (51).

Simonsen e coll. hanno sostenuto che popolazioni native in alta quota hanno adattamenti genetici che permettono la vita in alta quota (52). Inoltre i Tibetani mantengono una saturazione di ossigeno arterioso più alta a riposo e durante l'esercizio; minor perdita di performance aerobica con l'aumentare della quota; migliore reattività a ipossia e ipercapnia; polmoni più voluminosi e funzione polmonare migliore; più elevata capacità di diffusione rispetto agli abitanti della pianura (53).

Desaturazione di ossigeno arteriosa

Nella nostra ricerca non si può rilevare una correlazione tra i valori di desaturazione durante il test ergospirometrico in ipossia normobarica e maggiore predisposizione a manifestazioni legate all'alta quota.

Wu e coll. (42) analizzano il significato della saturazione di ossigeno ed evidenziano come i soggetti affetti da AMS abbiano una SaO₂ media del 74% rispetto a soggetti sani che hanno una media di 86%. Soggetti con saturazione sotto 80% a 4525 m s.l.m. sono esposti a un rischio tre volte più alto.

Burtscher e coll. hanno concluso che i valori di SaO₂ dopo esposizione a ipossia normobarica o ipobarica rappresentano uno strumento utile per identificare soggetti suscettibili a AMS. Nel loro studio soggetti che sono stati considerati suscettibili ad AMS avevano valori di SaO₂ più bassi a tutti i livelli di ipossia, con differenze più marcate in condizioni che simulavano i 2300-4000 m di quota (pari al 12.5%-15.5% di O₂ rispetto al livello del mare). I valori di SaO₂ dopo 20-30 minuti in condizioni di ipossia erano mediamente del 4.9% più bassi in soggetti suscettibili a AMS (28).

Ipertensione arteriosa

Dei 3 lavoratori ipertesi (7.7%) un lavoratore ha riferito cefalea (33%), mentre tra i normotesi l'incidenza di HAH è stata del 25%. Nella fase di screening dei lavoratori destinati alla costruzione della ferrovia Cinese-Tibetana sono stati esclusi 82 soggetti considerati ipertesi gravi e sono stati accettati i 42 lavoratori rimanenti con ipertensione lieve (0.3%). Questi lavoratori hanno avuto un'incidenza di manifestazioni cliniche legate alla permanenza in alta quota simile ai soggetti normotesi. Wu e coll. (41) sostengono che l'incidenza di AMS è indipendente dalla presenza di ipertensione arteriosa sistemica, ma la cefalea è più comune in ipertesi con esacerbazione della ipertensione, e che l'aumento della pressione arteriosa è più frequente ed evidente in soggetti ipertesi. Questo è probabilmente dovuto a una maggiore suscettibilità legata all'aumentata attività simpatica indotta dall'ipossia.

Conclusioni

Il lavoro in alta quota non è un'eccezione nel nostro Paese e molte attività lavorative si svolgono ogni giorno ad altitudini sopra i 2500-3000 m s.l.m. Anche in altri Paesi europei ed extraeuropei il numero dei lavoratori che possono permanere ed operare lavorare sopra questa quota risulta essere significativo.

Come intuibile dall'osservazione delle risposte fisiologiche all'alta quota, è tale ambiente in sé a configurarsi come una sorgente di rischio per la salute. Nelle condizioni di lavoro in alta quota, risulta pertanto necessario considerare sia l'effetto dell'alta quota in sé, assimilabile ad una sorta di "rischio di fondo" sostanzialmente imm modificabile, sia le modalità attraverso le quali l'alta quota interagisce con gli altri fattori di rischio caratteristici dell'attività di lavoro di cantiere (che sono gli stessi di qualsiasi attività di cantiere che si svolga a livello del mare),

considerando anche le condizioni fisiopatologiche o francamente patologiche delle quali il lavoratore è portatore.

Tale valutazione si può articolare su due livelli: un primo livello riguardante l'idoneità dell'individuo all'accesso e alla semplice permanenza prolungata in altitudine dove sarà esplicata l'attività di lavoro (ore, giorni); un secondo livello riguardante l'idoneità (termine in questo caso più prossimo alla tradizionale connotazione tecnica) del lavoratore a svolgere i compiti lavorativi previsti dalla mansione specifica nelle peculiari condizioni ambientali. Da sottolineare come gli aspetti da considerare a ciascun livello possano essere ampiamente differenti e con scarsi punti di contatto: alterazioni dello stato di salute in grado di interferire con lo svolgimento di una mansione o di un compito possono non avere alcun impatto sul rischio di sviluppare patologie da alta quota (si considerino a titolo di esempio le alterazioni degenerative osteoarticolari) e, di converso, condizioni fisiopatologiche o patologiche che pongono il lavoratore a maggiore rischio per i disturbi correlati all'altitudine possono non costituire ostacolo all'espletamento degli stessi compiti o mansioni quando svolti in differenti condizioni ambientali (ad esempio un pregresso episodio di HAPE oppure l'anemia drepanocitica) (3).

Per determinare la congruità fra condizioni di salute dell'individuo e l'ambiente dell'alta quota l'indagine anamnestica mirata rappresenta le fondamenta del processo valutativo. L'esecuzione di indagini specifiche per cimentare la tollerabilità alle elevate altitudini (test ergo-spirometrico in ipossia normobarica) può essere ritenuta una misura di secondo livello, in considerazione anche dei non trascurabili problemi di carattere organizzativo (il test viene eseguito in pochissimi centri e il numero di prestazioni erogabili è conseguentemente limitato) e di ordine economico (costi elevati). Questo esame di approfondimento è in ogni caso necessario per evidenziare condizioni, documentate dalla letteratura, predisponenti alle patologie d'alta quota e quindi controindicanti il lavoro in tale ambiente (3,54).

Quando l'indagine anamnestica (e gli esiti delle eventuali valutazioni strumentali effettuate) suggerissero una condizione di ipersuscettibilità allo sviluppo di patologie da alta quota, l'accesso all'ambiente di lavoro in sé potrebbe costituire un pregiudizio per la salute. Per tale ragione il medico competente è chiamato a tutelare la salute del lavoratore attraverso la formulazione di specifiche limitazioni che pongano una quota massima raggiungibile dal singolo soggetto (si ricorda che per definizione l'alta quota corrisponde ad altitudini superiori a 3000 m e che fino a 1500 m s.l.m. l'organismo necessita di minimi e non significativi adattamenti) (3).

Per attuare una sorveglianza sanitaria mirata e attivare una efficace prevenzione delle patologie legate alla permanenza in alta quota, sono necessarie raccomandazioni aggiornate da parte di società scientifiche. Più ancora, sarebbe importante avere a disposizione, anche per gli aspetti medico-legali, linee guida specifiche che regolamentino la tutela della salute di coloro che svolgono un'attività lavorativa in alta quota. Le raccomandazioni scientifiche, ad oggi disponibili, sono quelle prodotte da un

gruppo di lavoro di Fondazione Salvatore Maugeri di Pavia in collaborazione con la Società Italiana di Medicina di Montagna (3). Il passaggio successivo, fortemente auspicabile, sarà la predisposizione di vere e proprie linee guida accreditate, che possono avere valenza e rilevanza anche internazionale. Al momento, infatti, non esistono nella letteratura scientifica sull'argomento linee guida che trattino gli aspetti della prevenzione e della tutela della salute dei lavoratori in alta quota.

Funding

This work was partially supported by the "Ricerca Corrente" Funding scheme of the Ministry of Health, Italy.

Bibliografia

1. Rindi G, Manni E. *Fisiologia Umana* (VIII edizione). Torino, UTET 2004.
2. Adams WC, Bernauer EM, Dill DB, Bomar JB Jr. Effects of equivalent sea-level and altitude training on VO_2 max and running performance. *J Appl Physiol* 1975; 39(2): 262-6.
3. Taino G, Giardini G, Pecchio O, Brevi M, Giorgi M, Verardo MG, Detragiache E, Imbriani M. Il lavoro in alta quota: nozioni di fisiopatologia, fattori di rischio, sorveglianza sanitaria e criteri per l'elaborazione del giudizio di idoneità. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34(2): 101-140.
4. Groves BM, Reeves JT, Sutton JR, Wagner PD, Cymerman A, Malconian MK, et al. Operation Everest II: elevated high altitude pulmonary resistance unresponsive to oxygen. *J Appl Physiol* (1985). 1987; 63(2): 521-30.
5. Moudgil R, Michelakis ED, Archer SL. Hypoxic pulmonary vasoconstriction. *J Appl Physiol* 1985; 2005; 98(1): 390-403.
6. Cerretelli P, Marzorati M, Marconi C. Muscle bioenergetics and metabolic control at altitude. *High Alt Med Biol* 2009; 10(2): 165-74.
7. Flueck M. Plasticity of the Muscle Proteome to Exercise at Altitude. *High Alt Med Biol* 2009; 10(2): 183-93.
8. MacDougall JD, Green HJ, Sutton JR, Coates G, Cymerman A, Young P, et al. Operation Everest II: Structural adaptations in skeletal muscle in response to extreme simulated altitude. *Acta Physiol Scand*. 1991; 142(3): 421-7.
9. Mizuno M, Juel C, Bro-Rasmussen T, Mygind E, Schibye B, Rasmussen B, et al. Limb skeletal muscle adaptation in athletes after training at altitude. *J Appl Physiol* (1985). 1990; 68(2): 496-502.
10. Cymerman A, Reeves JT, Sutton JR, Rock PB, Groves BM, Malconian MK, et al. Operation Everest II: maximal oxygen uptake at extreme altitude. *J Appl Physiol* (1985). 1989; 66(5): 2446-53.
11. Taino G, Paraluppi P, Giorgi M, D'Orso MI, Piccoli B. Le malattie professionali da radiazioni ottiche artificiali (ROA). *Med Lav* 2013; 104(1): 3-23.
12. Taino G, Giroletti E, Delogu A, Malagò G, Corona G, Businaro J, Imbriani M. Il giudizio di idoneità al rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti nei lavoratori con pregressa patologia neoplastica: criteri di valutazione e analisi di una casistica. *Med Lav* 2014; 105(6): 445-472.
13. West JB. Who should not go high? *High Alt Med Biol* 2009; 10: 1-2.
14. Levine BD, Zuckerman JH, deFilippi CR. Effects of high altitude exposure in the elderly: The Tenth Mountain Division Study. *Circulation* 1997; 96(4): 1224-32.
15. Basnyat B, Subedi D, Sleggs J, Lemaster J, Bhargava G, Aryal B, et al. Disoriented and ataxic pilgrims: an epidemiological study of acute mountain sickness and high-altitude cerebral edema at a sacred lake at 4300 m in the Nepal Himalayas. *Wilderness Environ Med* 2000; 11(2): 89-93.
16. Klausen K. Exercise under hypoxic conditions. *Med Sci Sports* 1969; 1: 43-49.

17. Richalet JP, Larmignat P, Poitrine E, Letournel M, Canouï-Poitrine F. Physiological risk factors for severe highaltitude illness: a prospective cohort study. *Am J Crit Care Med* 2012; 185(2): 192-98.
18. Maggiorini M, Bühler B, Walter M, Oelz O. Prevalence of Acute Mountain Sickness in the Swiss Alps. *BMJ* 1990; 301(6756): 853-5.
19. Schoene RB. Illnesses at High Altitude. *Chest* 2008; 134(2): 402-416.
20. Bailey DM, Roukens R, Knauth M, Kallenberg K, Christ S, Mohr A, et al. Free radical mediated damage to barrier function is not associated with altered brain morphology in high-altitude headache. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006; 26(1): 99-111.
21. Hackett PH, Yamell PR, Hill R, Reynard K, Heit J, McCormick J. High-altitude cerebral edema evaluated with magnetic resonance imaging: clinical correlation and pathophysiology. *JAMA* 1998; 280(22): 1920-5.
22. Imray CH, Myers SD, Pattinson KT, Bradwell AR, Chan CW, Harris S, et al. Effect of exercise on cerebral perfusion in humans at high altitude. *J Appl Physiol* 1985; 99(2): 699-706.
23. Van Osta A, Moraine JJ, Mélot C, Mairbäurl H, Maggiorini M, Naeije R. Effects of high altitude exposure on cerebral hemodynamics in normal subjects. *Stroke* 2005; 36(3): 557-60.
24. Walter R, Maggiorini M, Scherrer U, Contesse J, Reinhart WH. Effects of high altitude exposure on vascular endothelial growth factor levels in man. *Eur J Appl Physiol* 2001; 85(1-2): 113-7.
25. Cremona G, Asnaghi R, Baderna P, Brunetto A, Brutsaert T, Cavallaro C, et al. Pulmonary extravascular fluid accumulation in recreational climbers: a prospective study. *Lancet* 2002; 359(9303): 303-9.
26. Loepky JA, Icenogle MV, Maes D, Riboni K, Hinghofer-Szalkay H, Roach RC. Early fluid retention and severe acute mountain sickness. *J Appl Physiol* (1985). 2005; 98(2): 591-7.
27. Roach RC, Maes D, Sandoval D, Robergs RA, Icenogle M, Hinghofer-Szalkay H, et al. Exercise exacerbates acute mountain sickness at simulated altitude. *J Appl Physiol* (1985). 2000; 88(2): 581-5.
28. Bartscher M, Flatz M, Faulhaber M. Prediction of susceptibility to acute mountain sickness by SaO₂ values during short-term exposure to hypoxia. *High Alt Med Biol* 2004; 5(3): 335-40.
29. Roach RC. The lake Louise Acute Mountain Sickness Scoring System. In Sutton JR, Houston CS, Coates G. Hypoxia and Molecular Medicine. Burlington, Queen City Press 1993: 272-274.
30. Olesen J, Steiner TJ. The International Classification of Headache Disorders, 2nd edition (ICHD-II). *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75(6): 808-11.
31. Wilson MH, Newman S, Imray CH. The cerebral effects of ascent to high altitudes. *Lancet Neurol* 2009; 8(2): 175-91.
32. Bartsch P, Mairbäurl H, Maggiorini M, Swenson ER. Physiological aspects of high altitude pulmonary edema. *J Appl Physiol* (1985). 2005; 98(3): 1101-10.
33. Alleman Y, Hutter D, Lipp E, Sartori C, Duplain H, Egli M, Cook S et al. Patent foramen ovale and high altitude pulmonary edema. *JAMA* 2006; 296(24): 2954-8.
34. Aiello LP, Northrup JM, Keit BA, Takagi H, Iwamoto MA. Hypoxic regulation of vascular endothelial growth factor in retinal cells. *Arch Ophthalmol* 1995; 113(12): 1538-1544.
35. Lang GE, Kuba GB. High altitude retinopathy. *Am J Ophthalmol* 1997; 123(3): 418-420.
36. Morris DS, Somner J, Donald MJ, McCormick JJ, Bourne RR, Huang SS, et al. The eye at altitude. *Adv Exp Med Biol* 2006; 588: 249-70.
37. Wiedman M, Tabin GC. High altitude Retinopathy and Altitude Illness. *Ophthalmology* 1999; 106(10): 1924-6.
38. Mason NP, Barry PW. Altitude – related cough. *Pulm Pharmacol Ther* 2007; 20(4): 388-95.
39. Istat, Indagine sulle condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari 2013. Tavole allegate al comunicato stampa Istat, Regione Piemonte, Tutela della salute e accesso alle cure. 2013.
40. Istat, Le dimensioni della salute in Italia. Determinanti sociali, politiche sanitarie e differenze territoriali 2013; 40.
41. Wu TY, Ding SQ, Liu JL, Yu MT, Jia JH, Chai ZC, Dai RC, et al. Who should not go high: Chronic Disease and Work at Altitude During Construction of the Qinghai-Tibet Railroad. *High Alt Med Biol* 2007 Summer; 8(2): 88-107.
42. Wu TY, Ding SQ, Liu JL, Jia JH, Chai ZC, Dai RC. Who are more at risk for acute mountain sickness: a prospective study in Qinghai/Tibet railroad construction workers on Mt. Tanggula. *Chin Med J (Engl)* 2012; 125(8): 1393-400.
43. Hackett PH. High altitude and common medical conditions. High altitude: An exploration of Human Adaptation. T. Hornbein and R. Schoene, eds. Dekker, New York, 2002, p. 839-886.
44. Wu TY, Ding SQ, Liu JL, Jia JH, Chai ZC, Dai RC, et al. Smoking, acute mountain sickness and altitude acclimatisation: a cohort study. 2012; 67(10): 914-9.
45. Hultgren HN. High Altitude Medicine. Stanford: Hultgren Publications, 1997.
46. Toda N, Toda H. Nitric oxide-mediated blood flow regulation as affected by smoking and nicotine. *Eur J Pharmacol* 2010; 649(1-3): 1-13.
47. Wu T, Li S, Ward MP. Tibetans at extreme altitude. *Wilderness Environ Med* 2005; 16(1): 47-54.
48. Hackett PH, Roach RC. High-altitude illness. *N Engl J Med* 2001 Jul 12; 345(2): 107-14.
49. Honigman B, Theis MK, Koziol-McLain J, Roach R, Yip R, Houston C, et al. Acute mountain sickness in a general tourist population at moderate altitudes. *Ann Intern Med* 1993; 118(8): 587-92.
50. Angelini C, Giardini G. Travel to altitude with neurological disorders. Official standards of the UIAA medical commission Vol. 16, 2009.
51. Moore LG, Zamudio S, Curran-Everett L, et al. Genetic adaptation to high altitude: Advances in Exercise and Sports Medicine. S Wood and RC Roach, eds. 1994: New York: Marcel Dekker Inc., pp. 225-262.
52. Simonson TS, McClain DA, Jorde LB, and Prchal JT. Genetic determinants of Tibetan high-altitude adaptation. *Hum Genet* 2012; 131(4): 527-33.
53. Wu TY, Kayser B. High altitude adaptation in Tibetans. *High Alt Med Biol* 2006; 7(3): 193-208.
54. Taino G, Giardini G, Pecchio O, Brevi M, Giorgi M, Verardo MG, Detragiache E. Il lavoro in alta quota: Fattori di rischio e sorveglianza sanitaria. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34(3), July 2012, 235-237.

Corrispondenza: Enrico Oddone, Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e forense, Università degli studi di Pavia, Via Severino Boezio 24, 27100 Pavia, Italy, Tel. +390382592708, Fax +390382592837, E-mail: enrico.oddone@unipv.it
 Giuseppe Taino, Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Via Severino Boezio 24, 27100 Pavia, Italy, E-mail: giuseppe.taino@icsmaugeri.it

Enrico Pira, Maria Luigia De Piano, Michael Declementi, Alessandro Godono, Denis Longo

Congress of the United States, Ramazzini Institute and its affiliates, IARC: questions on scientific transparency

School in Occupational Medicine, University of Turin, Department of Public Health and Pediatrics

Key words: US Congress, Ramazzini Institute, IARC, conflicts of interest, scientific transparency.

In recent decades, there has been a growing interest in the Scientific Community (and beyond) about the possible conflicts of interest arising from either financial support to the research or extra-academic activities of the investigators, as widely debated in a recent publication (11).

The declaration of conflicts of interest represents an issue of complex interpretation which, in our opinion, should be broadened to a more comprehensive vision that would offer the reader the possibility of understanding the origin, the nature and the aims of the sponsorship supporting a specific study or research group.

A few years ago (10), we pointed out that it would be useful to declare all funding sources, both public and private, supporting the investigators, beyond the specific study, and taking advantage from funds and other resources, such as non-designated contributions from charities and staff, whose salary is covered by the institution or the government. The contribution of such additional sources may be difficult to quantify. Yet, they are essential for the conduct of the research and their importance is appreciated by the investigators. In this respect, it seems more appropriate to declare all the sources of the groups of investigators, with a possible identification of funds specifically designated for the research of interest.

We wonder how it could be possible to carry out studies or manage research groups, facilities, equipment and personnel without any apparent financial support.

These considerations are particularly relevant with respect to Institutions that have been particularly vocal in recent years in raising the matter of potential conflict of interest in a number of instances. This thought was supported by a letter about the Ramazzini Institute (RI) (1), a non-profit research association, which was sent by the Committee of Science, Space and Technology of the United States Congress to the Secretary of Health and Human Services on March 24, 2017: *“The Committee is concerned that contracts awarded to the Ramazzini Institute and its affiliates may not meet adequate scientific integrity standards. [...] Italy’s Ramazzini Institute has received at least thirteen different NIEHS contracts through four different third parties since 2009, totaling nearly \$2 million. Of the thirteen contracts, seven appear to be sole source, repre-*

senting over \$1 million taxpayer dollars. Further, media reports indicate that since 2009 NIEHS has directed as least \$92 million in grant funds to the Ramazzini Institute and its U.S. affiliate. [...] Further, since 1985 reports indicate that, in total, NIEHS has provided \$315 million in grant dollars to Ramazzini fellows. More recently, the NIEHS has refused to respond to FOIA [Freedom of Information Act, the procedure aimed at obtaining non-classified documents from US government institutions] requests seeking information related to contracts between your Department, including NIH and NIEHS, and Ramazzini. [...]

Some limited answers to this letter were provided, since a second letter (2) written by the Committee of Science, Space and Technology of the United States Congress, dated 27 September 2017, is available on the Web. Probably the documentation provided by the Department of Health and Human Services did not fulfill the requests of the Committee and raised new questions. To literally quote the document: *“the Committee is concerned about the informal nature of the agreements and contracts between NIEHS and RI [Ramazzini Institute], the lack of evidence of competition in contracting, and the unjustified continuation of the contracts for 17 years.”*

The new letter also raised issues on experimental studies conducted by Ramazzini Institute on chemicals being reviewed by the Environmental Protection Agency (EPA): *“In the case of certain chemicals and certain cancers, the EPA decided not to rely on the work of the RI at all.”* Therefore the Committee reiterated the request of full disclosure of documents related to the NIEHS contracts to Ramazzini Institute (2).

We could not find evidence of a second response by NIEHS to the Committee. However, we are sure that all the requests have been fulfilled with exhaustive answers. Therefore, we would like to know these answers: in the (unlikely) case that the NIEHS have not yet provided any answer, concerns remain on the mechanisms by which NIEHS funded research at Ramazzini Institute.

The letters of the Congress Committee show that the lack of transparency and accountability may affect those institutions and individuals often claiming for the same principles.

A further example refers to the recent controversy on the IARC evaluation regarding the herbicide glyphosate, matter already extensively debated by Robert Tarone (12). A relevant number of members of the Collegium Ramazzini (CR), an international Academy that cooperates with the RI and whose General Secretariat is based in Bentivoglio (Italy), signed a letter (7) written by Christopher Portier (himself a CR member) to Wytenis Andriukaitis, the Commissioner of Health & Food Safety, to defend the IARC evaluation. A series of letters (3-5) were sent by the same US Congress Committee to the Directors of the International Agency for Research on Cancer- IARC (initially chaired by Dr. C. Wild, then Dr. E. Weiderpass) on the integrity of the Monographs program. We propose extracts from the letter of June 2018 (5) which summarize the heart of the matter:

“The Monograph Programme has been a recipient of significant criticism from a wide range of individuals and establishments, including scientists, judges, and Members of the U.S. Congress. [...] In its most recent oversight, the Committee has discovered that serious flaws existed in the glyphosate Monograph study and that despite these issues, Monograph participants used the study to influence policy-makers in both Europe and the United States. [...] According to reports by Reuters, the IARC Working Group for the glyphosate Monograph ignored studies and data that contradicted its seemingly pre-determined conclusion were omitted or altered. [...] Besides issues concerning the lack scientific integrity and transparency, the Committee has found alarming instances of conflicts of interests, particularly with Christopher Portier. In 2014, Portier chaired the IARC Working Group that proposed an assessment on glyphosate.

During this time, Portier was also a private litigation consultant on a separate matter for the same law firm that went on to sue on the glyphosate issue. Simultaneously, Portier was working as a senior scientist for the Environmental Defense Fund (EDF). In fact, Portier’s work for EDF included promoting a waistband that exposes the hazards of chemicals and pesticides.

In 2015, Portier assumed a role as an Invited Specialist on the glyphosate assessment, while still maintaining his ties with EDF. Despite these conflicts of interest, he still influenced the interpretation of the glyphosate assessment, in direct violation of Monograph’s stated rules. Finally, less than two weeks after the glyphosate assessment went public, Portier joined the same law firm mentioned above, but this time as a litigation consultant against glyphosate.

After the Committee wrote Dr. Wild on these issues, he responded that in Portier’s position as an Invited Specialist, he did not ‘draft text that pertains to the description or interpretation of cancer data, or participate in the evaluation’. However, documents obtained by the Committee revealed that Portier did in fact influence the interpretation of the glyphosate Monograph. Portier discussed the Monograph with the Working Group authors, he developed responses to EFSA’s glyphosate assessment, and he spearheaded a letter sent to the European Commission on Health and Food Safety on the glyphosate Monograph. Dr. Wild refused to ac-

knowledge any issues with the Monograph Programme despite the evidence presented by the Committee that called into question the science and integrity of the agency.”

The debate about the carcinogenicity of glyphosate is a matter of great interest: in April 2019, EPA released the Glyphosate Proposed Interim Decision for public comment (9), stressing that glyphosate is not a carcinogenic agent to humans.

Many other Organizations such as the World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization (FAO) (8), the European Chemical Agency (ECHA) and the European Food Safety Authority (EFSA) (6), do not agree with IARC position, raising further doubts about a possible lack of scientific transparency.

The content of the debate is so relevant that it cannot be ignored and we hope that each aspect could be clarified to the Scientific Community.

Disclosure Statement

E.P. has acted as Court-appointed expert witness and as consultant to parties in asbestos litigations.

M.L.D.P., M.D., A.G., D.L. declare no conflict of interests.

Acknowledgements

We declare that we didn’t received specific grant from any funding agency in the public, commercial or non-profit sector.

References

- 1) https://republicans-science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/03_24_2017%20SST%20to%20Price%20HHS%20Re%20NIEHS.pdf
- 2) https://republicans-science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/EDITED%20-09_27_2017%20CLS%20-%20Dept%20of%20Health%20and%20Human%20Services.pdf
- 3) <https://republicans-science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/11.01.2017%20CLS%20CBiggs%20-%20IARC.pdf>
- 4) https://republicans-science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/12.08.2017_SST-IARC.pdf
- 5) <https://republicans-science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/06072018CLSLucasBiggsDunnIARCWeiderpassLetter.pdf>
- 6) <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/170706-glyphosate-letter.pdf>
- 7) https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/Prof_Portier_letter.pdf
- 8) <https://www.federalregister.gov/documents/2019/05/06/2019-09222/glyphosate-proposed-interim-registration-review-decision-notice-of-availability>
- 9) <http://www.fao.org/3/CA1997EN/ca1997en.pdf>
- 10) Piolatto PG, Pira E. 2007. IARC evaluations: how are they conducted and what suggestions are derived therefrom? *Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia* 2007; 29(4): 869-872.
- 11) Stead WW. The complex and multifaceted aspects of conflicts of interest. *JAMA* 2017 317(17): 1765-1767. doi:10.1001/jama.2017.3435.
- 12) Tarone RE. On the International Agency for Research on Cancer classification of glyphosate as a probable human carcinogen. *Eur J Cancer Prev* 2018; 27(1): 82-87. doi: 10.1097/CEJ.0000000000000289.

Roberto Casale¹, Cira Fundar², Zaira Symeonidou^{1,3}, Anna Furnari⁴, Nicola Taiocchi⁴, Caterina Galandra⁵

100 Hz Localized vibration increases ipsilateral cerebellar areas activity during a motor task in healthy subjects: Three Cases Report

¹ Pain Rehabilitation Units, Habilita Care & Research Hospitals, Zingonia (BG), Italy

² Neurophysiopatologia Unit Istituti Clinici Scientifici Maugeri, IRCCS Montescano (PV) Italy

³ European Federation of Pain - EFIC Fellowship

⁴ Neurorehabilitation Unit, Habilita Care & Research Hospitals, Zingonia (BG), Italy

⁵ Neuroradiology Unit, Istituti Clinici Scientifici Maugeri, IRCCS Pavia (PV) Italy

ABSTRACT. Background and Purpose. *The exact mechanism thought which Localized vibration (LV) acts on the motor system at the suprasegmental level is still poorly understood. In this paper we have reported three cases of healthy men exposed to 100 Hz localized vibration during a motor task.*

Case Description. *This case report describes 3 healthy men (age 23 years).*

Outcomes. *During fMRI participants were engaged in a right-hand self-paced finger tapping (FT) task, with and without a 100 Hz LV of the right hand. After standard images preprocessing and normalization, a fix-effect GLM analysis was used to test the effect of vibratory stimulation on motor network. A bilateral activation, greater in the left hemisphere than in the right one, in the frontal premotor and supplementary motor areas (SMA), central gyrus (MI), postcentral gyrus, was found without any statistical significance between conditions. Activation in the left lenticular nucleus and thalamus was also found without differences between conditions. When using the FT activation map as a mask, the analysis showed that only the right cerebellum correlate positively with the vibratory stimulation.*

Discussion. *Using fMR a localized vibratory stimulus was found to significantly increase the activity in homo-lateral motor cerebellar areas during a motor task. This finding aims to trigger new studies on how a LV can influence motor recovery in neurorehabilitation and to (re) consider the role of cerebellum in the rehabilitation strategy.*

Key words: *localized vibration, 100 Hz, sMNR, cerebellum, rehabilitation.*

RIASSUNTO. Introduzione. L'esatto meccanismo con cui la vibrazione localizzata (LV) agisce sul sistema motore attraverso una azione neuro-mediata, non è ancora del tutto chiarito. Riportiamo qui il caso di tre soggetti normali sottoposti a LV a 100 Hz durante un task motorio alla mano Dx (finger tapping) e studiati con fMNR.

Dopo l'acquisizione standard delle immagini di fMNR e loro normalizzazione, una successiva elaborazione (fix-effect GLM) è stata utilizzata per valutare gli effetti della vibrazione sul network motorio. Una attivazione bilaterale maggiore nell'emisfero Sin, ma senza significatività statistica tra le due condizioni, è stata osservata nelle aree pre-motorie frontali e aree supplementari motorie (SMA) nel giro post-centrale. Un aumento non significativo della attività cerebrale è stata registrata anche a livello del nucleo lenticolare talamico Sin ma anche qui senza una significatività tra le due condizioni. Una attività statisticamente differente è stata invece osservata a livello dell'emisfero cerebellare Dx dopo applicazione di una maschera di sottrazione (FT activation map) che correla positivamente con l'applicazione di uno stimolo vibratorio sovrapposto ad un movimento.

Introduction

Detection of mechanical forces is essential for living organisms to interact with external environments and to maintain stable biological systems (1,2). Moreover mechanotransduction in response to mechanical forces of different intensity and frequencies locally applied, such as touch, pressure and vibration is the first step toward corticalization.

Vibration in medicine has a double-faced aspect. On one side mechanical vibration has been shown to induce a work related pathology (3,4) leading to several attempts to reduce risks and increase surveillance (5,6).

However on the other side vibratory stimulations locally applied (LV) (3) on the skin overlaying muscles and tendons have been used for many years in clinical neurophysiology to study spinal cord reflex activity (4). LV has been also used as a non-invasive physical modality for the management of several conditions such as pain (5-12) and spasticity (13-16).

LV has been also proposed as a non-invasive methodology to improve motor functions in normal subjects as well as in hemiplegic subject (17). Although the exact mechanisms thought which LV acts on the sensory motor integration system is still a matter of deepening. It has been postulated that LV can act at several neural level both at spinal cord (18-20) as well as at supra segmental level both in normal and in patients (17,12,21).

With technical improvements in the last decades, investigations pertaining to human brain functions by non-invasive methods have become possible. Likewise, because of its improved spatial resolution and whole brain coverage, fMRI can demonstrate differences between brain images at rest or during various conditions. Accordingly, assessment of sensory-motor activity by the use of functional imaging with positron emission tomography and fMRI have been reported in the recent literature during a wide range of physiological settings such as controlled movements (22). Only very few data are present in fMRI literature on the central effects of LV (23, 24).

No data are present on the possible effect of LV associated with a motor task on the central motor activity. A great interest for the use of vibration as a therapy would be to understand if and where these areas are activated and to what extent.

Conclusioni. Mediante l'uso di fMNR è stato possibile documentare come una vibrazione localizzata a 100 Hz sovrapposta ad un movimento volontario è in grado di aumentare l'attività della corticale cerebellare omolateralmente al lato stimolato. Questo riscontro può aprire un nuovo campo di ricerca su come la vibrazione localizzata possa essere utilizzata in ambito neuroriabilitativo e pone nuova enfasi sul ruolo del cervelletto nel processo riabilitativo

Parole chiave: vibrazione localizzata, 100 Hz, cervelletto, neuroriabilitazione.

The purpose of this case report is to describe central effect of a localized vibration during a motor task in healthy men.

Subjects History and Review of Systems

The subjects were 3 healthy men (all aged 23 years). All 3 subjects not exhibited substantial skeletal, muscular, neural, and neuromuscular impairments. Written informed consent was obtained from the subjects.

Clinical impression

The 3 young men included in this case series were all healthy university students of the Pavia Medical School. Subjects were assigned at different sequences of interventions during fMRI acquisitions: movement task alone and movement task with vibratory stimulus. All subjects completed the case series designed study.

Examination

Movement task

Participants were engaged in a right-hand self-paced finger tapping task (FT) (25). During the fMRI acquisition, all study participants were instructed to alternatively rest for 1 minute and tap using their index, middle and annular fingers for 2 minute for a total duration of 18 min and 15 sec. All subjects undergo the same procedure two times, one with finger tapping/rest conditions and one with finger tapping/rest conditions, but during the finger-tapping task each subject received a 100 Hz vibratory stimulus on the same hand. Thus, the data were composed, for each paradigm, of six 1-min segments acquired during the "rest" (non-tapping state) and six 2-min segments acquired during stimulation (finger-tapping state). During the first condition, a light sign was used to indicate the start of the FT; during the other condition the start of the movement corresponded with the start of the vibratory stimulus.

Vibratory stimulation

A single physiotherapist—trained in the application of the vibratory stimulation but not aware about the aim of the study—performed the vibration stimulation procedures applying the transducer on the dorsum of the hand. The transducer consisted of a cup (surface of 2 cm²) of material fMR compatible applied on the skin with elastic bands not interfering with the thumb opposition movement. The vibration stimuli was delivered with a mechano-acoustic de-

vice (VIBRA 3.0 AD Swiss Med Tech SA CH)) delivering a stimuli of 100 Hz with an amplitude of 2 mm and a mean pressure of 250 mBar of strength (15,17). The dorsal part of the hand was chosen because of the dimension of the mechano-acoustic transducer and to allow the thumb opposition movement without interference even if the highest concentration of mechanoreceptor units are in the glabrous skin of the distal phalanx (26).

Image acquisition and statistical analysis

Images were acquired on a 3T Discovery MR750 scanner (GE, Milwaukee, USA) with a 16-channel phased array head coil. The high-resolution anatomical images were acquired with a volumetric sequence BRAVO T1-weighted. For functional imaging a gradient-echo echo-planar BOLD technique was used. An fMRI time series lasted 18.15 min and comprised 360 measurements of 40 slices. During this time, after 15 sec of dummy, 6 "task-rest" cycles were performed, with 1 minute of rest and 2 minutes of thumb opposition. Following common procedures, for each subject, the images were realigned to the first image in the time series to correct for head motion. Different slice acquisition times and linear trends and non-linear drifts were also removed by temporal filtering. These preprocessed images were then co-registered to T1 images acquired for each subject and normalized into a standard stereotactic space (Talairach stereotactic system) (27,28). All the analysis were conduct using BrainVoyager QX 2.8 (Brain Innovation, Maastricht, The Netherlands) (29).

Outcome

We first run a GLM-FFX analysis to identify the area significantly active in the FT condition. We used motion correction predictors as covariate of no interests because during preprocessing the 3D motion correction was major than 1 mm. Statistical map was then created using a False Discovery Rate threshold correction ($q < 0.01$), considering positive all clusters bigger than 9 voxels (30).

In the FT>REST condition (Figure 1) we found a significant bilateral activation, greater in the left hemisphere than in the right one, in the frontal premotor area, SMA, central gyrus (M1), postcentral gyrus, cerebellum. Only in the left hemisphere we found activation in the lenticular nucleus and in the thalamus.

We also found a bilateral activation of the visual area due to the stimulus signal.

We run a second analysis using the FT activation map as a mask, excluding the negative signals, to verify the hypothesis that the vibratory stimulation associated with Finger Tapping movement could amplify the activity of the motor network. This analysis showed that only the right cerebellum correlate positively with the vibratory stimulation (Figure 2).

Discussion

As far as we know this is the first observation using fMRI in which a vibratory stimulus was found able to ac-

tivate, as expected, not only different sensory areas (both homo- and contralateral) but also to significantly increase the activity in ipsilateral motor cerebellar areas when applied during a motor task.

Vibratory stimulation is transduced through the activation of mechanoreceptor located at the distal end of sensory neurons and innervated by A β afferents that transmit tactile sensory signals to the central nervous system. Their activation elicit a somatosensory, tactile, perception: from a sensation of light touch to flutter and vibratory sensation (31-35). These afferents are not intermingled as they transmit the tactile sensory signals to the cortex in a segregated way. This segregation is at the basis of different responses according to the types of vibration. Imaging studies in animals have demonstrated a specific spatial patterns in the primary sensory cortical area (S1) activity in response to the sustained pressure (1 Hz), flutter (30/50 Hz) and vibration (200 Hz). A frequency inducing flutter sensation increased cortical activity in contralateral S1 and S2, whereas a frequency inducing vibration increased activity in contralateral sensory cortical area S2 respectively (36-40).

Since the 60s LV has been demonstrated to induce different neurophysiological effects such as an initial inhibition of spinal monosynaptic reflex (41), a tonic prolonged contraction of the vibrated muscle (Tonic Vibratory Reflex-TVR) (42), and a post vibratory potentiation (43). Indeed all these effects are mainly related to the impact of LV on the spinal cord network and were found short lasting.

The exact mechanism thought which LV acts on the motor system at the supra-segmental level is still poorly understood. In a previous work, we observed that LV, acts at a central system level generating a long lasting modification in the motor unit recruitment pattern reducing the recruitment of fast fatigable motor unit. The conditioning was able to maintain the same mechanical output requested, reducing the myoelectric manifestations of fatigue, thus increasing the neuromuscular efficiency of the system (17).

The brain maintains the capacity of reorganizing its neural network architecture following environmental changes (17,44,45). The fMRI findings of an increase motor activity in the cerebellar cortex could be related to this ability of the nervous system to modify its activity depending on the continuous inflow of relevant inputs (46).

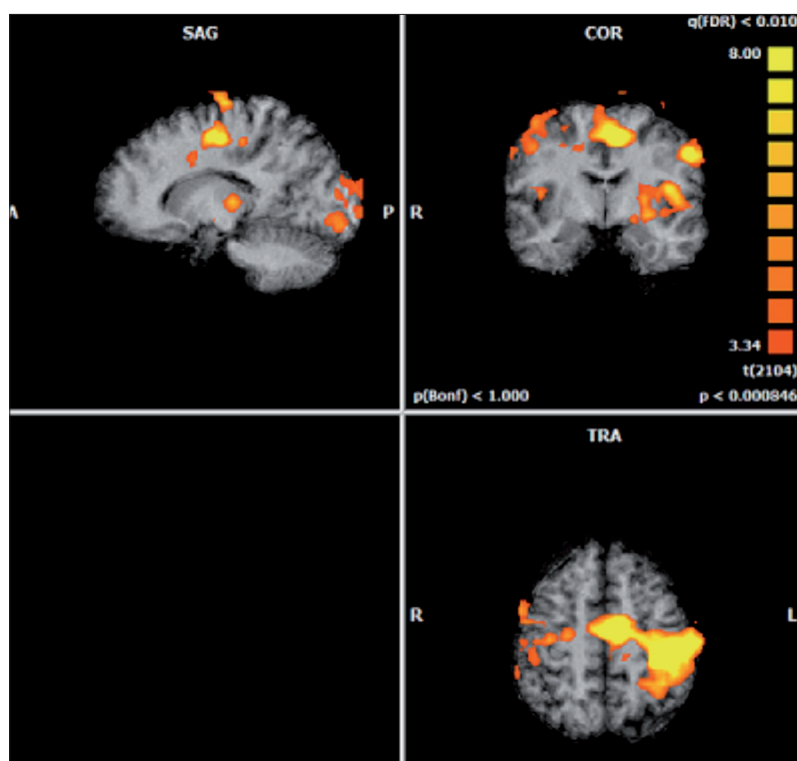


Figure 1. FT activations map

This analysis show the activation of a huge number of cortical areas ipsi-and contralateral to the stimulated side

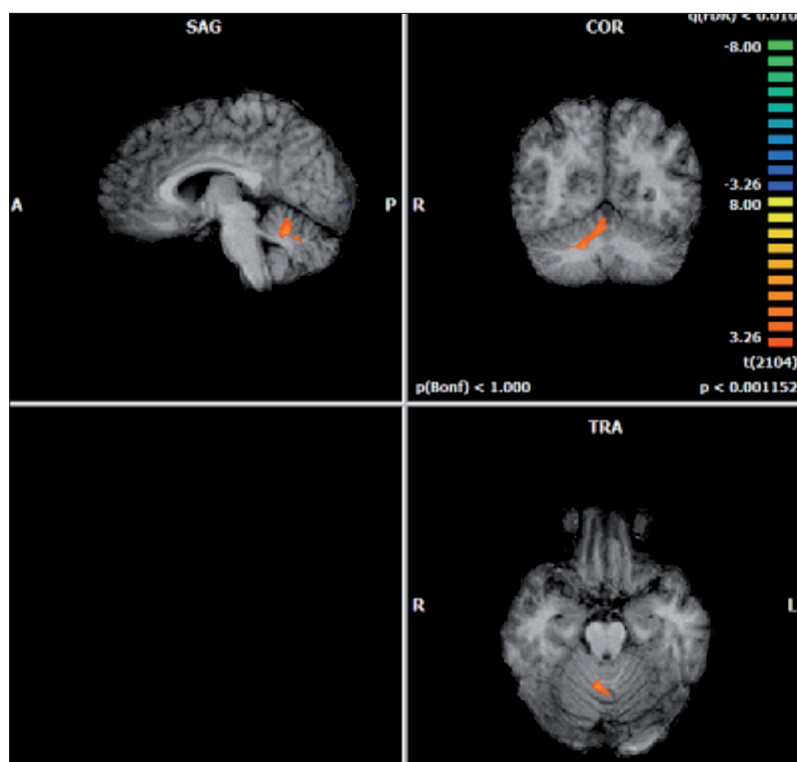


Figure 2. VIBRA >FT in the GLM-FFX analysis with FT mask

Pictures clearly show an activation of cerebellar areas ipsilateral to the stimulation side

The cerebellum is placed at the crossroads of sensory-motor integration. Purkynjč cells are its landmark. While Purkynjč cells are the only output neurons of the cerebellar cortex, they receive two distinct afferent pathways convey

Box 1. Mechanoreceptors classification according to the type of mechanical forces and frequency of stimulation
(from: Delmas *et al.*, 2011, Lumpkin and Caterina, 2007 and McGlone and Reilly, 2010)

Name	Action	Type	Cortical areas
Merkel cell-neurite complexes	detect a light touch and a sustained indentation	type 1 slowly adapting receptors (SA1)	contralateral primary somatosensory (S1) and the bilateral secondary somatosensory cortex (S2)
Ruffini corpuscles	detect kinesthetic senses and static forces	type 2 slowly adapting receptors (SA2)	contralateral primary somatosensory (S1) and the bilateral secondary somatosensory cortex (S2)
Meissner corpuscles	detect texture and a relatively low frequency stimulation of cutaneous flutter whose frequency range is 5–50 Hz	type 1 rapidly adapting receptors (RA)	contralateral primary somatosensory (S1) and the bilateral secondary somatosensory cortex (S2)
Pacinian corpuscles	detect high-frequency rapid stimulation of cutaneous vibration whose frequency range is 50–400 Hz	type 2 rapidly adapting receptors (PC)	contralateral primary somatosensory (S1) and the bilateral secondary somatosensory cortex (S2)

information from the periphery. Mossy and climbing fibres inputs from cutaneous mechanoreceptors reach Purkynjé cells and can be accounted for the anatomical pathway through which mechanical stimulations can reach the cerebellum (47). Moreover the cerebellar distribution of these mechanoreceptive inputs are highly somatotopical and mainly ipsilateral to the side of the mechanostimulation (48). These data are congruous with our results of an ipsilateral activation of the cerebellum. Indeed in animal experiments most of the short latency responses via mossy fibers resulted from activation of the receptors of the ipsilateral side and that also climbing fibre discharges from the ipsilateral side were more frequently evoked than from the contralateral side (47).

These data pin point a possible new role of cerebellar activation in the rehabilitation as well as in training setting of the healthy person. A congruous LV stimulation seems able to induce plastic rearrangement in the sensory motor coupling involving the cerebellar structure. This could be the basis for a better coordination in health subject, as well as a novel approach to patients with the activation of a non-lesioned pathway in case of central nervous lesions such as in hemiplegia.

The importance of high frequency vibration versus lower frequency vibration is forwarded by laboratory acquisition showing that only when muscle stretch receptors are driven maximally by a high frequency vibration, neurones in the motor cortex and in area 3a in monkeys are effectively activated (49). This could indicate a supremacy in cortical activation of high frequencies versus lower frequencies.

This report is aiming to trigger new studies on how a LV can influence motor recovery in neurorehabilitation and to (re) consider the role of cerebellum in the rehabilitation strategy.

It is thus possible if not mandatory to speculate further experimental protocols aimed to better assess other conditioning effects of a vibratory stimulus on the central nervous system and in particular on the cerebellum and the role played by different stimulus parameters. Future studies

using larger sample sizes and blinded randomization are required to further enhance our understanding on the cerebellar activation areas of localized vibration in patients.

References

- 1) Delmas P, Hao J, Rodat-Despoix L. Molecular mechanisms of mechanotransduction in mammalian sensory neurons. *Nat Rev Neurosci* 2011; 12: 139-153.
- 2) Lumpkin EA, Caterina MJ. Mechanisms of sensory transduction in the skin. *Nature* 2007; 445: 858-865.
- 3) van der Molen HF, Foresti C, Daams JG, Frings-Dresen MHW, Kuijer PPFM. Work-related risk factors for specific shoulder disorders: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2017 Oct; 74(10): 745-755.
- 4) Nilsson T, Wahlström J, Burström L. Hand-arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases-A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017 Jul 13; 12(7): e0180795.
- 5) Peretti A, Bonomini F, Pasqua di Bisceglie A. Forklifts: vibrations, drivers exposure, interventions to reduce risk. *G Ital Med Lav Ergon* 2012 Jul-Sep; 34(3): 335-42.
- 6) Riolfi A, Perbellini L. The combined use of capillaroscopy and skin thermometry in health surveillance of workers exposed to hand-arm vibration. *G Ital Med Lav Ergon* 2010 Oct-Dec; 32(4 Suppl): 153-5.
- 7) Casale R. Focal, local or segmental vibration: a commentary on Murillo and Coworkers review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Sep 30. [Epub ahead of print]
- 8) Lance JW. The effect of vibration on afferent nerve conduction and spinal reflex mechanisms. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1968; 25(4): 407-8.
- 9) Lundeberg T, Nordemar R, Ottoson D. Pain alleviation by vibratory stimulation. *Pain* 1984; 20(1): 25-44.
- 10) Lundeberg T. Relief of pain from a phantom limb by peripheral stimulation. *J Neurol* 1985; 232(2): 79-82.
- 11) Vibration therapy for pain. Editorial. *Lancet* 1992; 339(8808): 1513-4.
- 12) Yarnitsky D, Kunin M, Brik R, Sprecher E. Vibration reduces thermal pain in adjacent dermatomes. *Pain* 1997; 69(1-2): 75-7.
- 13) Hollins M, Roy EA, Crane SA. Vibratory antinociception: effects of vibration amplitude and frequency. *J Pain* 2003; 4(7): 381-91.
- 14) Constantino C, Galuppo L, Romiti D. Efficacy of mechano-acoustic vibration on strength, pain, and function in poststroke rehabilitation: a pilot study. *Top Stroke Rehabil* 2014; 21(5): 391-9.
- 15) Hollins M, McDermott K, Harper D. How does vibration reduce pain? *Perception* 2014; 43(1): 70-84.

- 16) Marconi B, Filippi GM, Koch G, Giacobbe V, Pecchioli C, Versace V, Camerota F, Saraceni VM, Caltagirone C. Long-term effects on cortical excitability and motor recovery induced by repeated muscle vibration in chronic stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2011 Jan; 25(1): 48-60.
- 17) Caliendo P, Celletti C, Padua L, Minciotti I, Russo G, Granata G, La Torre G, Granieri E, Camerota F. Focal muscle vibration in the treatment of upper limb spasticity: a pilot randomized controlled trial in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93(9): 1656-61.
- 18) Tavernese E, Paoloni M, Mangone M, Mandic V, Sale P, Franceschini M, Santilli V. Segmental muscle vibration improves reaching movement in patients with chronic stroke. A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation* 2013; 32(3): 591-9.
- 19) Casale R, Damiani C, Maestri R, Fundarò C, Chimento P, Foti C. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double-blind controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014; 50(5): 495-504.
- 20) Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H. Focal vibration in neurorehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med* 2014; 50(2): 231-42.
- 21) Casale R, Ring H, Rainoldi A. High frequency vibration conditioning stimulation centrally reduces myoelectrical manifestation of fatigue in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19(5): 998-1004.
- 22) Desmedt JE. Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: tonic vibration reflex and vibration paradox in man. *Adv Neurol* 1983; 39: 671-83.
- 23) Day BL, Marsden CD, Obeso JA, Rothwell JC. Reciprocal inhibition between the muscles of the human forearm. *J Physiol* 1984; 349: 519-34.
- 24) Cody FW, Henley NC, Parker L, Turner G. Phasic and tonic reflexes evoked in human antagonistic wrist muscles by tendon vibration. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998; 109: 24-5.
- 25) Schieppati M. The Hoffmann reflex: A means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in Neurobiology* 1987; 28(4): 345-376.
- 26) Stefanescu MR, Thüring M, Maderwald S, Wiestler T, Ladd ME, Diedrichsen J, Timmann D. A 7T fMRI study of cerebellar activation in sequential finger movement tasks. *Exp Brain Res* 2013; 228: 243-54.
- 27) Yoon Gi Chung, Junsuk Kim, Sang Woo Han, Hyung-Sik Kim, Mi Hyun Choi, Soon-Cheol Chung, Jang-Yeon Park, Sung-Phil Kim. Frequency dependent patterns of somatosensory cortical responses to vibrotactile stimulation in humans: A fMRI study. *Brain Res* 2013; 1504: 47-57.
- 28) Harrington GS, Hunter Downs J. III. FMRI mapping of the somatosensory cortex with vibratory stimuli. Is there a dependency on stimulus frequency? *Brain Res* 2001; 897: 188-192.
- 29) Goebel R, Esposito F, Formisano E. Analysis of functional image analysis contest (FIAC) data with brainvoyager QX: From single-subject to cortically aligned group general linear model analysis and self-organizing group independent component analysis. *Hum Brain Mapp* 2006; 27: 392-401.
- 30) Johansson RS, Vallbo AB. Spatial properties of the population of mechanoreceptive units in the glabrous skin of the human hand. *Brain Res* 1980; 184: 353-366.
- 31) Strother SC, Anderson JR, Xu XL, Liow JS, Bonar DC, Rottenberg DA. Quantitative comparisons of image registration techniques based on high-resolution MRI of the brain. *J Comput Assist Tomogr* 1994; 18: 954-62.
- 32) Migneco O, Darcourt J, Benoliel J, Martin F, Robert P, Bussiere-Lapalus F, Mena I. Computerized localization of brain structures in single photon emission computed tomography using a proportional anatomical stereotactic atlas. *Comput Med Imaging Graph* 1994; 18: 413-22.
- 33) Causby R, Reed L, McDonnell M, Hillier S. Use of objective psychomotor tests in health professionals. *Percept Mot Skills* 2014; 118: 765-804.
- 34) Maldjian JA, Gottschalk A, Patel RS, Pincus D, Detre JA, Alsop DC. Mapping of secondary somatosensory cortex. *Brain Res* 1999; 824(2): 291-5.
- 35) Nguyen HD, McLachlan GJ, Cherbuin N, Janke AL. False discovery rate control in magnetic resonance imaging studies via Markov random fields. *IEEE Trans Med Imaging* 2014; 33: 1735-48.
- 36) Disbrow E, Roberts T, Krubitzer L. Somatotopic organization of cortical fields in the lateral sulcus of Homo sapiens: evidence for SII and PV. *J Comp Neurol* 2000; 418: 1-21.
- 37) Ruben J, Schwiemann J, Deuchert M, Meyer R, Krause T, Curio G, Villringer K, Kurth R, Villringer A. Somatotopic organization of human secondary somatosensory cortex. *Cereb Cortex* 2001; 11: 463-73.
- 38) Kopietz R, Sakar V, Albrecht J, Kleemann AM, Schopf V, Yousry I, Linn J, Fesl G, Wiesmann M. Activation of primary and secondary somatosensory regions following tactile stimulation of the face. *Clin Neuroradiol* 2009; 19: 135-144.
- 39) Hu L, Zhang ZG, Hu Y. A time-varying source connectivity approach to reveal human somatosensory information processing. *Neuroimage* 2012; 62: 217-228.
- 40) Talbot WH, Darian-Smith I, Kornhuber HH, Mountcastle VB. The sense of flutter-vibration: comparison of the human capacity with response patterns of mechanoreceptive afferents from the monkey hand. *J Neurophysiol* 1968; 31: 301-34.
- 41) Bolanowski Jr. SJ, Gescheider GA, Verrillo RT, Checkosky CM. Four channels mediate the mechanical aspects of touch. *J Acoust Soc Am* 1988; 84: 1680-1694.
- 42) Gescheider GA, Bolanowski SJ, Hardick KR. The frequency selectivity of information-processing channels in the tactile sensory system. *Somatosens Mot Res* 2001; 18: 191-201.
- 43) Chen LM, Friedman R, Roe AW. Somatosensory: imaging tactile perception. In: Roe AW (Ed) *Imaging the Brain with Optical Methods*. Springer Verlag, 2010; 65-92.
- 44) Tommerdahl M, Favorov OV, Whitsel BL. Dynamic representations of the somatosensory cortex. *Neurosci Biobehav Rev* 2010; 34: 160-7.
- 45) Lance JW, De Gail P, Neilson PD. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1966; 29: 1-11.
- 46) Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol* 1966; 16: 80-92.
- 47) Delwade PJ. Human monosynaptic reflexes and presynaptic inhibition. In: Desmedt JE (Ed) *New Development in Electromyography and Clinical Neurophysiology*. Basel: Karger; 1973; vol 3: 508-522.
- 48) Sterr A, Muller MM, Elbert T, Rockstroh B, Pantev C, Taub E. Perceptual correlates of changes in cortical representation of fingers in blind multifinger Braille readers. *J Neurosci* 1998; 18: 4417-23.
- 49) Flor H. Cortical reorganisation and chronic pain: implications for rehabilitation. *J Rehabil Med* 2003; 41: 66-72.
- 50) Elbert T, Rockstroh B. Reorganization of human cerebral cortex: the range of changes following use and injury. *The neuroscientist* 2004; 10: 129-41.
- 51) Leicht R, Rowe MJ, Schmidt RF. Mossy and climbing fiber inputs from cutaneous mechanoreceptors to cerebellar Purkinje cells in unanesthetized cats. *Exp Brain Res* 1977; 27: 459-77.
- 52) Garwicz M, Jorntell H, Ekerot CF. Cutaneous receptive fields and topography of mossy fibres and climbing fibres projecting to cat cerebellar C3 zone. *J Physiol* 1998; 512: 277-93.
- 53) Lucier GE, Rüegg DC, Wiesendanger M. Responses of neurones in motor cortex and in area 3A to controlled stretches of forelimb muscles in cebus monkeys. *J Physiol* 1975; 251: 833-53.

Correspondence: Roberto Casale, MD PhD, Pain Rehabilitation Units, Habilita Care & Research Hospitals, Via Bologna 1, 24040 Zingonia (BG), Italy, Mobile +39 3358337895, Office +39 035 4815646, E-mail: robertocasale@habilita.it

INFORMAZIONI PER GLI AUTORI GIMLE

Al fine di sottoporre un articolo al GIMLE, è sufficiente scrivere all'indirizzo di posta elettronica della segreteria editoriale (enrico.oddone@unipv.it). In allegato a questa dovranno pervenire:

- A) Testo del lavoro, in formato word. L'articolo, redatto in italiano o in inglese, dovrà necessariamente contenere:
 - 1) Titolo per esteso in italiano e in inglese.
 - 2) Nomi degli autori per esteso.
 - 3) Affiliazione per ogni singolo autore.
 - 4) Indicazione dell'autore per la corrispondenza di cui dovranno essere forniti un indirizzo, un numero di telefono e un indirizzo di posta elettronica.
 - 5) Riassunto in italiano e in inglese.
 - 6) 1-5 parole chiave, in italiano ed in inglese.
- B) File word contenente le eventuali tabelle, numerate progressivamente con numeri romani, ciascuna in una singola pagina.
- C) File delle figure, ove presenti.

La bibliografia è a cura degli autori e dovrà essere presentata:

- A) Nel testo con numeri arabi entro parentesi tonde seguendo l'ordine di comparsa nell'articolo (ad esempio: (1), (2), ecc.). In caso sia necessario introdurre più di una indicazione bibliografica alla volta, queste dovranno essere separate da una virgola (1, 4, 7) ovvero, in caso di citazioni continue, da un trattino (2-5).
- B) In fondo al testo in ordine di apparizione nell'articolo, con indicazione del numero di riferimento. Nel caso vi siano più di tre autori, al nome del terzo autore andrà fatta seguire la dicitura *et al.* Ad esempio:
 - 2) Rossi O, Loi AM. Communication of chemical and carcinogen risk at refinery maintenance companies. *G Ital Med Lav Ergon* 2006; 28(2): 225-6.
 - 5) Rossi O, Turini L, Chellini E, *et al.* Survey on health status of workers exposed in the past to carcinogens in a glass factory in Leghorn, Italy. *Med Lav* 2004; 95(6): 465-74.



ISCRIVERSI ADESSO CONVIENE

82° CONGRESSO NAZIONALE DI MEDICINA DEL LAVORO

Società Italiana
di Medicina del Lavoro (SIML)

TRIESTE CITTÀ DELLA SCIENZA:
DALLA RICERCA ALLA PREVENZIONE

TRIESTE 25-27 SETTEMBRE 2019

Stazione Marittima



Info su: www.siml.it

